



HAL
open science

Les géomatériaux meuliers : de l'identification des sources géologiques à la définition de catégories de gisements

François Boyer, Gilles Fronteau

► To cite this version:

François Boyer, Gilles Fronteau. Les géomatériaux meuliers : de l'identification des sources géologiques à la définition de catégories de gisements. Buchsenschutz O., Jaccottey L., Jodry F. & Blanchard J.L. Evolution typologique et technique des meules du Néolithique à l'an mille, Supplément 23, Editions de la Fédération Aquitania, pp.121-135, 2011, 978-2910763237. hal-01768296

HAL Id: hal-01768296

<https://hal.science/hal-01768296>

Submitted on 17 Apr 2018

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

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

Les géomatériaux meuliers : de l'identification des sources géologiques à la définition de catégories de gisements

François Boyer et Gilles Fronteau*

*Contact : Gilles Fronteau GEGENAA (EA3795), Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA), 2 Esplanade Roland Garros, 51100 Reims, France, gilles.fronteau@univ-reims.fr

Résumé

La recherche méthodique de provenance des géomatériaux meuliers franchit toute une série d'étapes successives. Avant toute chose, la pierre doit faire l'objet d'une détermination pétrographique et/ou géochimique. Puis, sera réalisée une recherche documentaire qui s'appuiera notamment sur les cartes géologiques régionales et leur notice explicative. Ensuite, seront réalisées des prospections géologiques ciblées, qui conduiront à valider la ressource meulière potentielle sur le terrain. L'étape finale de localisation des gisements meuliers correspond dans l'idéal à l'identification de lieux d'extraction ou de taille des meules par comparaison des meules retrouvées en site d'utilisation avec des reliques de fabrication ou des prélèvements géologiques issus des gisements.

À partir d'une série d'exemples, nous montrons qu'il est possible de distinguer trois catégories de gisements : 1. Gisement quasi unique, ouvert sur une ressource géologique limitée dite rare, comme la rhyolite de La Salle des Vosges ou le grès de Fosses en Val d'Oise. 2. Gisement dominant sur ressource étendue, comme celui de Macquenoise dans les grès grossiers de la base du Dévonien des Ardennes. 3. Province meulière à gisements multiples, comme ceux du Berry ou de la Bourgogne, ouverts sur les grès de base du Mésozoïque, au nord du Massif central.

Mots-Clefs : Pierre meulière, gisement carrier, pétrographie, meule, provenance.

Abstract

Provenancing of millstones geomaterials overcomes a series of successive steps. First of all, the stone needs to be determinate with an appropriate petrographical and/or geochemical characterization. Then, a bibliographical analysis focussed on local geological maps leads to well-targeted prospecting. The final step corresponds to the discovery of ancient quarrying areas with stone remnants and with the comparison between geological and archeological samples.

From selected examples, we show that three categories of stone deposits could be differentiated: 1 One of a kind deposit, quarried in a specific geological resource, for example rhyolithe from La Salle in Vosges area or Fosses sandstone in Val d'Oise area. 2. Major quarry in a regional geological area, for example the Macquenoise quarries in the Ardennes devonian sandstone. 3. Large resource area with multiple quarries for example, sandstones from the Mesozoic bottom beds in the north of the Massif Central.

Keywords: Grinding stone, stone deposit, petrography, millstone, provenancing

Détermination préalable de la nature pétrographique du géomatériau

Malgré leurs spécificités mécaniques, les roches utilisées pour la fabrication de meules sont issues de nombreuses familles lithologiques, appartenant aux quatre grands groupes constitutifs de la croûte terrestre (tab. 1) : roches magmatiques plutoniques, comme les granites, magmatiques volcaniques, comme les basaltes, sédimentaires, comme les grès ou les calcaires, et métamorphiques, comme les gneiss ou les amphibolites. Ces roches existent dans des formations géologiques plus ou moins complexes, dont la présence à l'affleurement est l'aboutissement d'une longue histoire géologique. Dès lors le retour vers les sources géologiques et géographiques des matériaux meuliers, le "provenancing" des anglo-saxons, ne se limite pas à une simple identification pétrographique, préalable cependant nécessaire à cette remontée vers le site naturel de naissance d'une population de meules.

Sans insister sur les techniques utilisées pour chaque étape de cette identification, soulignons plutôt sur des exemples réels les échelles d'observation successivement nécessaires. Avec des modalités adaptées, les étapes envisagées valent autant pour les objets archéologiques que pour les échantillons en provenance des sources potentielles affleurantes ou de sites d'extraction reconnus.

Détermination macroscopique

L'observation macroscopique à l'œil nu ou aidée d'une loupe de grossissement 10 à 15 – qui conserve en moyenne un champ représentatif – peut suffire dans le cas des roches à composants centimétriques à millimétriques, telles que les roches sédimentaires conglomératiques ou les roches granitiques.

Roches magmatiques	
Volcaniques et paléo-volcaniques	Plutoniques (= cristallisées en profondeur)
Basaltes (Chaîne de puys, Eifel)	Granites (Morvan)
Rhyolithes (Vosges)	« Vagnérites » (Morvan)

Roches sédimentaires		
Roches détritiques siliceuses	Roches carbonatées calcaires	Roches siliceuses secondaires
Grès quartzeux (Ile-de-France, Vosges)	Glaucanie grossière (Ile-de-France, Picardie)	Calcaire lacustre silicifié (Ile-de-France)
Grès feldspathiques à grains de silex (Ile-de-France)	Calcaires à fossiles dissous (empreintes) (Ile-de-France, Picardie)	Meulière caverneuse (sud et est de l'Ile-de-France)
Grès grossiers, « arkoses » et microconglomérats (Ardenne, Berry, Autunois, etc.)		
Poudingue à galets de silex (Haute-Normandie)		

Tableau 1. Classification pétrographique des roches meulières couramment utilisées dans le Bassin parisien (Boyer & Farget 2008).

Le poudingue à galets de silex et matrice de grès fin en est un bon exemple (fig. 1). À l'œil nu, la description et la mesure des éléments centimétriques de silex, aussi bien que l'identification du grès de la matrice à la loupe, ne posent aucun problème ; la présence éventuelle d'un ciment siliceux est également détectable, mais sans pouvoir déterminer sa nature minéralogique. Ajoutons que la photographie en couleur de ces objets en poudingue à galets est particulièrement diagnostique.



Fig. 1. Meule en poudingue (cliché S. Longepierre).

Le groupe des roches magmatiques grenues fournit aussi de bons exemples de reconnaissance macroscopique, surtout lorsque la roche renferme de grands cristaux centimétriques de feldspaths, tels les granites porphyriques à grands feldspaths (orthoses) et mica noir (biotite). La présence du mica blanc (muscovite), bien visible aussi à l'oeil nu, permet de distinguer un autre type de granite (leucogranite). La loupe assure la distinction des deux micas fondamentaux pour la diagnose, elle permet aussi de mieux apprécier la part relative du quartz et du feldspath, minéraux constitutifs essentiels.

Dans ce groupe de roches dites "grenues", contrastant avec les roches volcaniques, dont les composants minéralogiques sont souvent indiscernables à l'œil nu, une mention particulière doit être faite pour la "vaugnérîte", roche magmatique peu commune, caractérisée par sa richesse remarquable en mica noir (biotite) et en feldspath potassique. Sans vouloir ici amorcer une historiographie de la diagnose pétrographique en archéologie, soulignons le terme de "granite noir" utilisé dans les carnets des fouilles anciennes de Vertault, pour désigner le matériau constitutif de certaines meules. La correspondance avec notre propre détermination est probable (Boyer & Jouin 2001).

Pour les roches sédimentaires détritiques siliceuses, dont le grès est un représentant abondant et très engagé dans la constitution des meules, l'observation macroscopique à l'œil nu, déjà indicative, doit être prolongée à la loupe pour des raisons liées au caractère polygénique de telles roches, issues de la destruction par l'érosion de formations géologiques variées. La composition du grès répond en géologie à une définition normalisée, qui exige une proportion majoritaire de grains de quartz. Au-delà de cette caractéristique incontournable, le grès peut s'enrichir en éléments détritiques subsidiaires, plus ou moins abondants, en premier lieu les feldspaths, soupçonnables à l'œil nu et bien confirmés par la loupe ; d'autres minéraux ou des éléments de roches s'y révèlent aussi et confortent des diagnoses spécifiques discriminantes. Un bon exemple est donné par un grès à éléments de silex et de feldspath, grès particulier cantonné dans un seul étage du Tertiaire inférieur d'Île-de-France (fig. 2).



Fig. 2. Fragment de meule en grès de Fosses-Belleu à éléments noirs, silex et blancs, feldspaths.

Observation et diagnose microscopiques

La confection de lames minces et leur étude au microscope polarisant, souvent souhaitables pour préciser ou ajouter des éléments discriminants entre deux roches de même type, deviennent incontournables pour des roches volcaniques ou certaines roches sédimentaires comme les calcaires, les grès-quartzites ou les "meulières" (des géologues) qui sont des calcaires silicifiés. Dans le cas des calcaires, les deux échelles d'examen permettent d'accéder de manière complète à la détermination du contenu paléontologique (microfossiles) qui peut guider avec précision vers l'horizon ou le faciès source ; dans le même temps, la microtexture associée permettra de mieux comprendre certaines

qualités mécaniques de ces calcaires, dont l'utilisation meulière pourrait surprendre étant donné l'absence de minéraux durs.

Dans le cas des grès meuliers, la pétrographie microscopique permet de comprendre les relations texturales entre les éléments et le ciment, relations qui sous-tendent aussi les qualités pétrophysiques de ces roches. À ce propos, il faut préciser que les grès se forment par cimentation de sables quartzeux plus ou moins hétérogranulaires. Dans un sable grossier, les gros grains détritiques anguleux, émoussés ou arrondis par le transport du sable initial, se déposent parfois en association avec une phase granulométrique plus fine, matrice détritique de grains quartzeux ou même de limon argilo-quartzeux. L'ensemble de ces grains de toutes dimensions sera lié par un ciment de nature variable pour former le grès. L'étude microscopique sur lames minces permet d'accéder à la nature du ciment, à la granulométrie, aux relations texturales entre les grains et à la porosité de ces grès, tout en contrôlant et en affinant les diagnoses minéralogiques macroscopiques.

Ce passage de l'observation macroscopique à l'échelle microscopique et à l'étude pétrographique en lumière polarisée devient une nécessité pour les roches à grain plus fin, en particulier les roches magmatiques microgrenues ou volcaniques : microgranites, microdiorites, basaltes, andésites, trachyandésites, rhyolites etc.

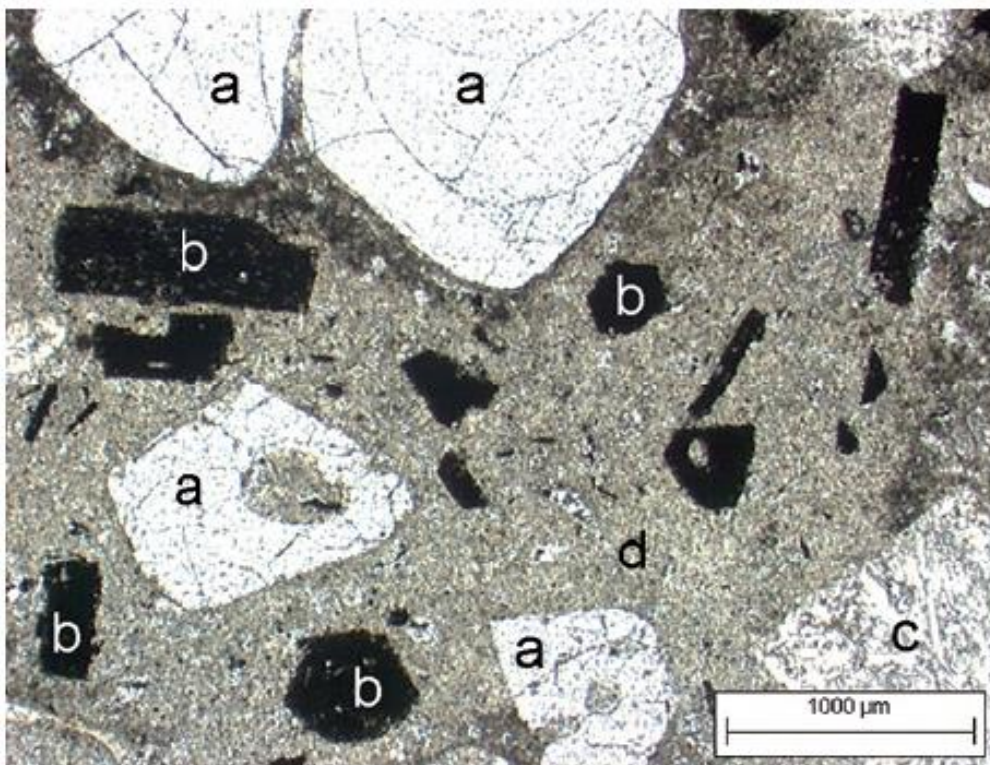


Fig. 3. Microphotographie de la rhyolite porphyrique de La Salle des Vosges. a. Phénocristaux de quartz magmatique ; b. phénocristaux de biotite ; c. Phénocristal de feldspath altéré ; d. Fond vitreux partiellement recristallisé en micro-cristaux.

Un bon exemple de discrimination microscopique est offert par les rhyolites porphyriques, dont les phénocristaux de quartz, bien visibles à l'œil nu, participent à la qualité meulière de ces roches. Mais le fond originellement vitreux ne peut être appréhendé qu'au microscope et ses modalités de recristallisation, alors bien visibles, se révèlent variées. L'image du fond ainsi précisée peut devenir le

critère diagnostique qui autorise une communauté de matériau et de source pour toute une population de meules, comme dans l'exemple vosgien (fig. 3).

Parmi les roches volcaniques, les basaltes méritent une attention particulière, vu leur utilisation massive dans la confection des meules. À l'échelle macroscopique, des observations importantes peuvent déjà être faites sur les textures fluidales et vacuolaires et sur la présence et l'abondance des phénocristaux, des enclaves et des remplissages de vacuoles. Mais c'est seulement à l'échelle du microscope que la minéralogie de ces phases devient déterminable et que les textures microlitiques et vitreuses du fond lavique sont révélées.

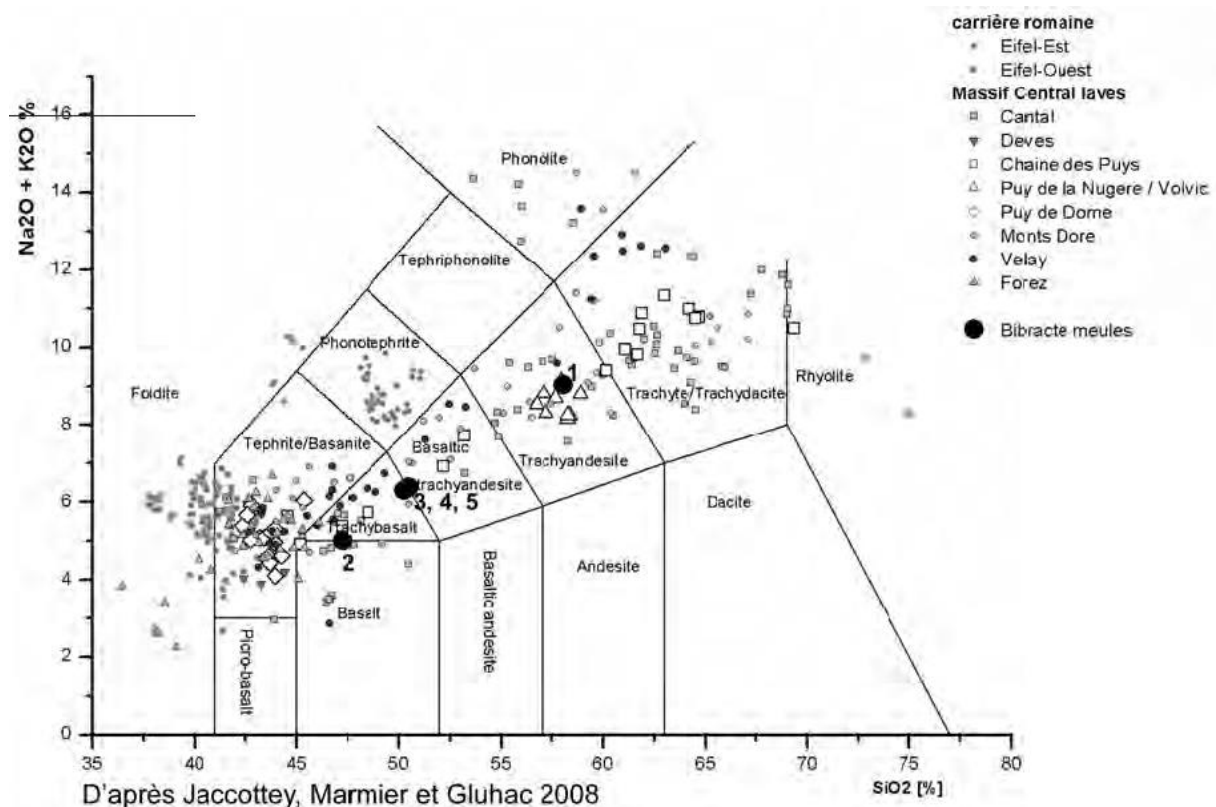


Fig. 4. Diagramme de signatures géochimiques (TAS) positionnant les meules de Bibracte au sein de cortèges de roches volcaniques du Massif Central.

L'analyse géochimique

La double échelle d'observation, tout efficace qu'elle soit pour une diagnose complète, peut se révéler insuffisante pour remonter à la source meulière. En fait, des roches apparemment identiques ont pu se constituer en des secteurs éloignés, c'est le cas des basaltes. En outre, leur variabilité pétrographique locale peut être plus grande que leurs différences régionales. Dans ces conditions, l'analyse chimique devient incontournable pour tenter de franchir cette difficulté. Cette analyse, obligatoirement destructrice, est réalisable sur de petits échantillons carottés sur les meules. La représentativité chimique est bonne dans le cas des basaltes qui sont des roches à grain fin. Cette méthode d'investigation se révèle discriminante par la confrontation des analyses des basaltes des meules avec le corpus chimique établi de longue date par les pétrographes dans de nombreuses

régions volcaniques. Un travail récent fondé sur cette méthode (fig. 4¹) révèle la provenance arverne des meules en roche volcanique utilisées sur l'oppidum de Bibracte et permet de préciser dans certains cas le secteur potentiel de provenance du géomatériau volcanique.

Recherche de provenance des matériaux meuliers.

Choix de la méthode

La recherche de provenance des roches constitutives des meules et mortiers est un cas particulier de ce type de recherche pour tout géomatériau brut utilisé par l'homme dans la fabrication d'outil et de parure ou dans la construction. De manière générale, deux grandes méthodes sont susceptibles d'assurer ce "retour aux sources".

L'une est dite "cumulative" et repose sur la confrontation de la roche identifiée sur la pièce étudiée avec une "Base de Données" préexistante. De telles bases existent, soit pour des types particuliers de géomatériaux (marbres blancs, silex, obsidienne...), soit pour des utilisations particulièrement importantes à plusieurs points de vue (Base de données nationale des pierres et carrières des monuments historiques du Ministère de la Culture et du BRGM). Plus spécifiquement, l'Atlas des Meulières européennes d'Alain Belmont² intègre de nombreux sites d'extraction et de taille de meules, surtout pour la période contemporaine. Des lithothèques régionales pourraient se révéler d'utiles référentiels, mais leur accès et leur utilisation à ce titre peuvent présenter des difficultés. En fait, l'absence actuelle de lithothèque ou de base de données spécifiques aux géomatériaux meuliers nous oriente vers la seconde méthode de "retour aux sources", dite régressive ou exhaustive.

Cette deuxième méthode, essentiellement centripète, s'appuie sur les principes de prospection géologique des gisements de ressources minérales, telles que les roches et minéraux industriels ou les minerais de métaux. La différence est qu'il faut retrouver le gisement d'un matériau déjà extrait et non pas son gisement neuf. Notons dès maintenant que certains sites anciens d'extraction et de taille de meules sont connus depuis le XIXe s., comme par exemple : Les Fossottes à La Salle dans les Vosges, citées dès 1825 (Gravier 1825), Macquenoise à Saint-Michel-en-Thiérache (Aisne), mentionnée au dernier tiers du XIXe s. (Rogine 1876) dans l'Ardenne occidentale ainsi que plusieurs sites au sud-est d'Autun (Bulliot 1888).

De l'attribution à une formation géologique porteuse à la localisation des sites d'extraction et de taille des meules

- **Importance de la variabilité pétrographique**

Hormis quelques cas favorables, sur lesquels nous reviendrons, il est préférable de disposer au départ de plusieurs meules de même nature lithologique et de bien documenter les variations

¹ Ce diagramme est tiré de l'étude des meules en roches volcaniques, basaltes essentiellement, de l'oppidum de Bibracte (Jaccotey *et al.* 2008, Gluhak & Hofmeister 2009). Les analyses géochimiques réalisées sur quelques meules montrent déjà une certaine dispersion sur le diagramme pétrochimique binaire qui prend en compte la silice et le total des alcalins. Cette dispersion, superposée aux nombreuses analyses déjà connus pour les roches volcaniques du Massif central français, indique plusieurs provenances potentielles dans ce massif, pour les géomatériaux volcaniques des meules bibractiennes.

² Belmont (La pierre à Pain) a dressé une précieuse liste de 131 carrières meulières dont il a reconnu un grand nombre sur le terrain en France métropolitaine, mais la période attestée de leur exploitation ne remonte pas au-delà du Moyen Âge. Cet inventaire s'est depuis enrichi via la constitution d'un atlas en ligne (<http://meuliere.ish-lyon.cnrs.fr/recherches.htm>) qui compte désormais plus de 500 fiches.

macroscopiques présentées par le géomatériau de ce petit "lithocorpus meulier"³. Il ne faut jamais oublier que la roche est un concept correspondant à une définition conventionnelle dans une classification pétrographique. C'est la formation géologique, correspondant à une réalité complexe, qui va apparaître dans la documentation cartographique, iconographique et textuelle, avec laquelle nous devons confronter l'information limitée fournie par nos identifications. Les variations constatées sur le lithocorpus meulier sont en elles-mêmes une précieuse information qui peut se retrouver dans le degré de variation de la formation source potentielle.

Ainsi, un matériau meulier variable en granulométrie peut venir d'une seule formation elle-même variable verticalement et latéralement. Tels sont les grès grossiers et les conglomérats qui constituent les formations détritiques, sous-jacentes au système jurassique sur la bordure des terrains anciens du Massif Central. Un bon exemple de cette diversité est donné par les grès qui constituent le groupe lithologique majoritaire des meules de Bibracte. Mais la correspondance avec la variété des faciès dans les formations sources du Trias au sud et à l'est d'Autun reste à mieux préciser, malgré l'existence de plusieurs carrières meulières reconnues localement au sud-est d'Autun.

Un autre exemple de la correspondance entre la diversité des géomatériaux et celle de leurs faciès sources est donné par les granites qui affleurent au sud-est de Bibracte⁴, depuis le pied du Mont Beuvray : les quatre types de granites cartographiables, essentiellement utilisés aussi bien dans la construction protohistorique que dans celle du Couvent médiéval, le sont aussi pour quelques meules laténiennes.

Ces deux exemples, ouvrant sur l'exposé des étapes de la méthode régressive, montrent le lien complexe entre l'étude pétrographique des groupes d'objets, aux fins d'identification préalable, et l'approche géologique des zones sources.

- **Première étape : la consultation raisonnée des données de base de la géologie régionale**

Les cartes géologiques et leur notice explicative, les études régionales, sont mises à contribution en priorité. La spécificité des géomatériaux meuliers, reconnus sur des sites ou des ensembles de sites archéologiques, oriente cette consultation des données et en particulier la lecture des cartes géologiques. La confrontation des diagnostics préalables réalisés sur les meules avec les descriptions lithologiques données dans les notices explicatives nous dirige vers les formations sources potentielles. La lecture directe et attentive des relevés géologiques constitue une préparation incontournable de la deuxième étape. Il ne faut pas négliger une autre préparation, fort utile, fondée sur la connaissance préalable des formations régionales acquises par un géologue ou une équipe géologique active⁵.

Une source documentaire, certes d'accès difficile, peut conduire à la provenance potentielle recherchée ; il s'agit des monographies géologiques départementales établies dès le premier tiers du

³ Nous proposons le néologisme "lithocorpus", terme commode pour désigner un ensemble d'objets unifiés par leur nature lithologique commune, à l'échelle du site archéologique et surtout à l'échelle d'un ensemble de sites. Dans le second cas, un lithocorpus de meules peut représenter la diffusion à partir d'une source géologique particulière, complexe meulier unique ou district à carrières multiples. Le premier exemple de lithocorpus meulier publié et étudié pétrographiquement avec une volonté d'exhaustivité est celui réuni par Robert & Landréat (2005).

⁴ Ainsi, les meules en grès grossiers triasiques de Bibracte ont pu être réparties selon plusieurs types lithologiques (Boyer et al. 2008). La prospection géologique est ainsi relancée à l'est et au sud-est d'Autun et pourrait nous conduire vers de nouveaux ateliers meuliers.

⁵ Un bon exemple est donné par l'identification pétrographique des meules en vauugnérinite de Bibracte par H. Sabatier (Univ. P. et M. Curie, Paris 6), qui avait l'expérience préalable de ce type de roche magmatique peu répandue et avait collaboré avec leur inventeur dans le Morvan, H. Carrat (1969).

XIXe s. par les Ingénieurs des mines, conjointement au lever systématique des cartes géologiques départementales. Dans leur version "canonique", ces "descriptions minéralogiques et géognosiques" comportaient une présentation systématique des ressources minérales exploitées ou l'ayant été sur chaque commune, en particulier les minerais de fer, les argiles, les pierres de construction et les pierres meulières. Ces inventaires ne peuvent guère nous faire remonter avant le XVIIIe ou le XVIIe s., mais peuvent révéler la qualité meulière d'un géomatériau bien situé géographiquement et géologiquement.

Par ailleurs, dans le cas particulier de sites meuliers archéologiquement reconnus, soulignons que la première étape n'est pas moins nécessaire ; elle peut assurer le lien pétrographique avec les corpus meuliers découverts sur les sites d'utilisation et contribuer à la validation des schémas de diffusion. Nous verrons deux exemples de gisements meuliers qui répondent clairement à ces conditions : la rhyolite permienne de La Salle dans les Vosges (Farget, 2006) et les grès tertiaires de Fosses en Ile-de-France.

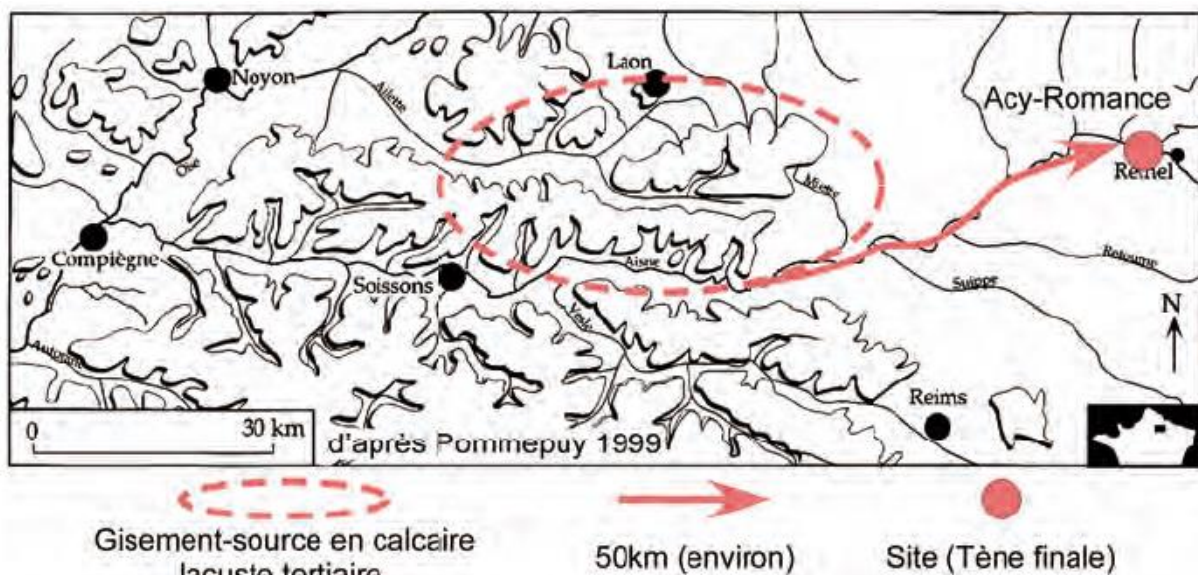


Fig. 5. Zone de provenance potentielle des calcaires lacustres à Limnées utilisés pour de nombreuses meules d'Acy-Romance.

- **Étape intermédiaire : la prospection géologique orientée**

Dans cette deuxième étape, il s'agit d'identifier sur le terrain et de valider la formation géologique de provenance potentielle, en échantillonnant les affleurements les plus prometteurs d'après leur similitude macroscopique avec les meules. Cette étape mériterait la participation conjointe du géologue et de l'archéologue, puisqu'elle se place à la confluence des deux domaines de connaissance ; elle pose en particulier, de manière quasi expérimentale, le problème de la connaissance par les sociétés anciennes des ressources minérales naturelles et de leur logique.

- **Étape finale : la localisation des gisements meuliers**

Dans les faits, cette étape finale peut répondre à des logiques variées, depuis les sites meuliers déjà mentionnés dès le XIXe s., comme Les Fossottes, dans les Vosges (Gravier 1825) ou Macquenoise dans les Ardennes (Rogine 1876), dont il faut vérifier la position géologique et l'extension sur le terrain,

jusqu'au cas éminemment difficile de formations pétrographiquement homogènes et géologiquement ubiquistes, comme les meulières tertiaires de l'Île-de-France. Dans le cas des meulières, à l'uniformité régionale s'ajoute une intensive extraction postérieure, moderne et contemporaine, aussi bien pour la meunerie hydraulique que pour la construction.

Dans certains cas plus favorables, l'existence d'une activité extractive postérieure à l'Antiquité peut conduire au contraire à la mise en évidence de sites meuliers antiques inconnus, comme dans les calcaires gréseux de Saint-Quentin-la-Poterie (Longepierre 2006) ou dans les calcaires "grossiers" du Lutétien d'Île-de-France (Robert & Landréat 2005). Dans ce dernier contexte géographique et stratigraphique, c'est la carte géologique qui peut aussi nous conduire vers les sources potentielles d'un faciès massivement utilisé pour les meules protohistoriques d'Acy-Romance (Pommepeuy 1999), le calcaire lacustre à Limnées (fig. 5).

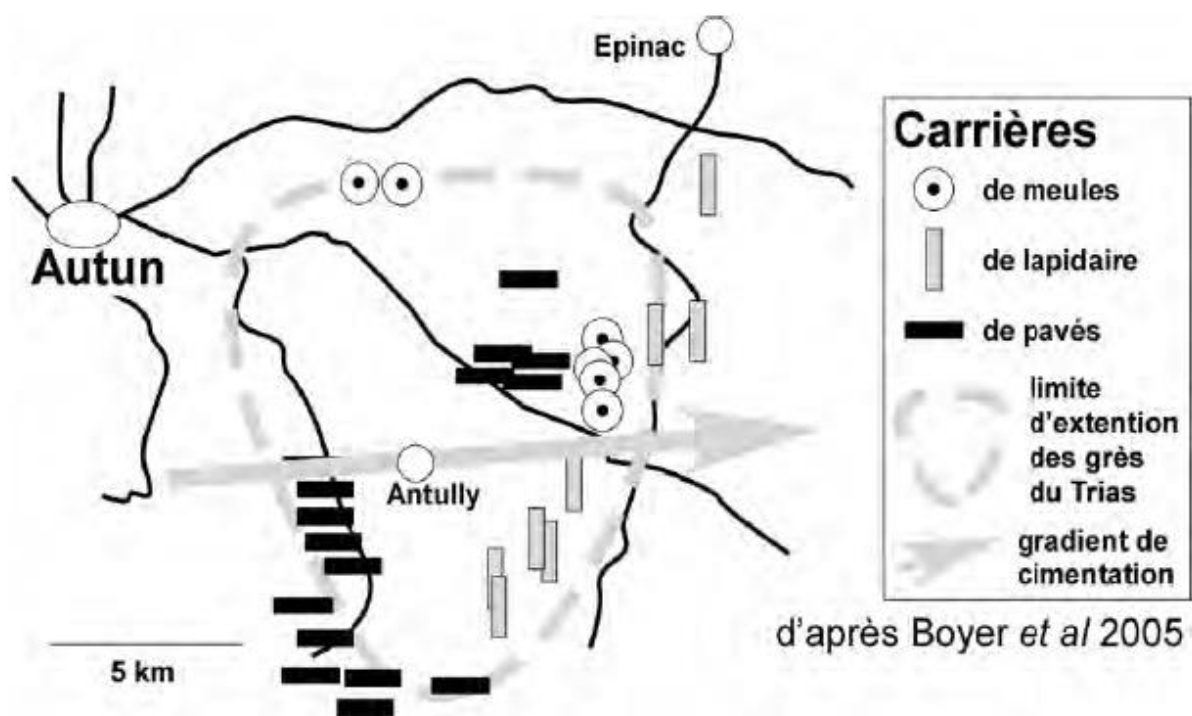


Fig. 6. Carrières de grès dans le Trias d'Autun. Répartition des types de matériaux.

Une autre modalité de prospection, prenant en compte le degré de cimentation des meules de *Bibracte* en grès grossier du Trias, a pu conduire à la découverte de nouveaux sites d'extraction et de taille au sud-est d'Autun (Boyer 1996), dans le district meulier déjà reconnu au XIXe s. (Bulliot 1888). Les investigations de terrain pouvaient se concentrer entre deux zones d'extraction dans la même formation géologique, respectivement pour pavés en grès quartzite très cimenté, au XIXe, et pour pierres de taille en grès plus tendre, dans l'Antiquité et au Moyen Âge (fig. 6⁶). La cimentation des grès meuliers est intermédiaire.

⁶ Boyer et al. 2005 : carte montrant la répartition régulière des carrières à pavés et des carrières de pierres de taille au sud-est d'Autun. La carte géologique des formations triasiques a été réalisée par G. Gand, qui nous avait fait bénéficier en outre

Dans un autre cas, c'est la prospection géoarchéologique systématique d'un territoire limité, le massif de La Serre, dont la géologie détaillée était bien connue, qui a permis la mise en évidence de nombreux sites d'extraction et de taille (fig. 7)⁷, ouverts exclusivement dans les grès grossiers feldspathiques du Trias, systématiquement prospectés. Notons l'analogie pétrographique et stratigraphique de ces géomatériaux avec ceux de l'Autunois.

Dans tous les cas envisageables, si la forme des fosses d'extraction ou les déchets de taille retrouvés sur le terrain peuvent conduire à une présomption plus ou moins forte de site meulier, seule la découverte d'ébauches, de ratés de taille ou de négatifs de meules apportent une certitude.

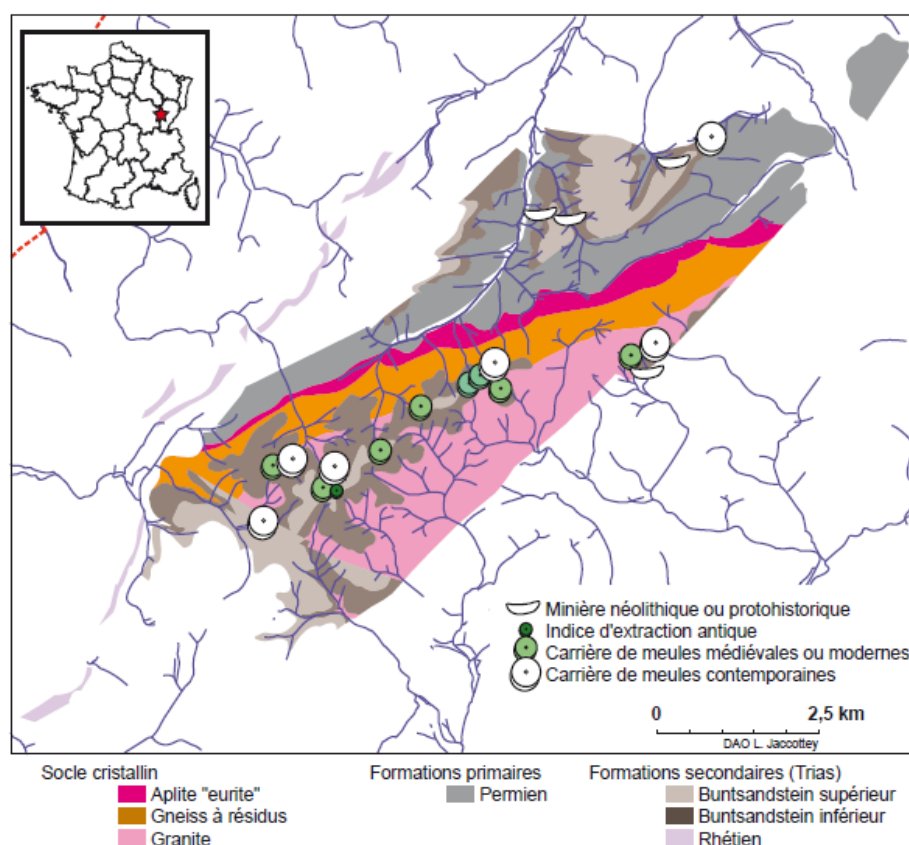


Fig. 7. Carte des points d'extraction meulière dans le petit massif de La Serre.

Définition de catégories de gisements meuliers

Données générales et état de la question

Par définition, la notion de gisement meulier conjugue le naturel géologique et l'utilitaire économique au sens le plus large. Les conditions d'implantation et de pérennité d'un tel gisement tiennent des deux ordres de contraintes. Un bon exemple de cette combinaison systémique est celui du "monolithe". Côté meule, le critère de réussite de la taille tient dans l'homogénéité du "bloc" disponible à l'extraction. Côté géologique, les formations rocheuses sont découpées par des surfaces plus ou moins planes d'origine variée : plans de stratification, litages, diaclases, failles, schistosités,

sur le terrain de son expérience des carrières de grès, dont l'organisation spatiale se cale sur la paléogéographie des dépôts triasiques, eux-mêmes réglés par l'érosion d'un "paléo-Morvan" émergé à l'ouest.

⁷ La superposition des zones d'extraction à la carte géologique montre la contribution exclusive des formations gréseuses triasiques au géomatériau meulier (Jaccotey & Milleville 2006).

fracturation de retrait thermique. La combinaison de ces réseaux de discontinuités mécaniques est une contrainte limitative pour la dimension des meules qui peuvent être extraites d'un site. Cette contrainte naturelle a pu jouer lors du passage de la meunerie manuelle à la meunerie hydraulique, où les meules ont des diamètres plus importants, mais s'impose déjà pour la fabrication des moulins pompéiens, indépendamment des qualités mécaniques requises pour les surfaces actives.

À partir des gisements déjà connus, le constat peut être fait de l'existence de plusieurs catégories de ressources meulières, en tenant compte à la fois de leur position géologique et de leur importance "économique". La notion de roches rares était déjà présente dans la présentation des carrières protohistoriques et antiques, faite au Colloque de Grenoble en 2005 (Boyer et al. 2006). Cette réflexion a été étendue à la Table ronde de 2008 sur l'Homme et les matériaux dans le Bassin Parisien (Boyer & Farget 2009). Nous reprendrons ici les trois types de gisements ou ressources déjà distingués, en les commentant. Notons que l'importance quantitative de l'exploitation meulière s'apprécie aussi bien par l'extension des vestiges d'extraction et l'abondance des déchets de taille que par celle de la diffusion des meules, dans le temps et dans l'espace. Types de gisement / ressource

- **Type 1 – Gisement unique sur ressource limitée, dite "rare"**

Illustrons ce type de gisement par trois roches meulières, appartenant chacune à trois groupes pétrographiques totalement différents. Ces roches ont fait l'objet d'une exploitation prolongée, dont les productions importantes ont été diffusées dans un rayon pouvant dépasser 100km, pendant plusieurs centaines d'années, et de la protohistoire à l'Antiquité pour deux d'entre elles.

Cas A - Individualisation de la rhyolite de La Salle parmi les paléovolcanites des Vosges du Nord

En Lorraine, la provenance de la quasi-totalité des meules en rhyolite est rapportée par les archéologues au seul gisement des Fossottes à La Salle des Vosges (Farget, ce volume). Le critère essentiel de cette attribution est l'analogie macroscopique entre les meules découvertes dans de nombreux sites archéologiques lorrains et les ébauches et éclats de taille, non moins abondants, qui jalonnent les dizaines de fosses d'extraction du grand site meulier de La Salle. La capacité évidente de ce dernier à fournir les meules en rhyolite protohistoriques et antiques de Lorraine ne vient pas contredire les conclusions reposant sur l'identification pétrographique de nombreuses meules à partir de critères macroscopiques. Le critère principal est l'abondance de cristaux de quartz plurimillimétriques, bien visibles à l'œil nu et enveloppés dans une matrice à grain très fin. Ce type de rhyolite est qualifié de "porphyrique".

Cependant, la rhyolite permienne qui affleure dans le petit massif des Fossottes n'est pas la seule dans les Vosges du Nord, et l'investigation microscopique réalisée par l'un d'entre nous (F. B.) s'est avérée nécessaire non seulement pour confirmer les allégations macroscopiques, mais aussi pour assurer l'originalité de la rhyolite de La Salle parmi les nombreuses rhyolites vosgiennes décrites dans la documentation géologique existante. L'homogénéité pétrographique des rhyolites porphyriques des Fossottes et des meules censées en provenir permet d'utiliser certaines de leurs caractéristiques microscopiques, concernant en particulier le mode de recristallisation du fond vitreux initial, pour les distinguer des quelques autres rhyolites porphyriques connues à l'échelle des Vosges. De plus, la documentation confirme la rareté des rhyolites porphyriques dans les Vosges du Nord, pourtant riches en rhyolites par ailleurs. En effet, de puissantes formations paléovolcaniques y occupent des surfaces étendues. Deux périodes se partagent l'essentiel de ces formations : le Dévonien et le Permien. Les paléovolcanites rhyolitiques sont abondantes dans le Dévonien et dominantes dans le Permien, mais le type porphyrique, riche en phénocristaux de quartz et de feldspath, est minoritaire aux deux

époques. De plus, si l'on s'en tient aux descriptions pétrographiques des auteurs, les rares rhyolites porphyriques du Dévonien, dépourvues de biotite (mica noir), ne peuvent pas être confondues avec les rhyolites porphyriques du Permien qui en renferment constamment.

Ainsi, dans l'état actuel de la question et si l'on s'en tient aux données géologiques, en particulier pétrographiques, il apparaît une double prédilection pour le choix d'un matériau meulier dans les Vosges du Nord, prédilection pour la rhyolite porphyrique et prédilection pour celle de La Salle.

Cette double prédilection ne se dément pas sur une durée considérable d'un millier d'années et ne semble guère affectée par le passage de la meule va-et-vient au moulin rotatif, puisque ces deux types y ont été produits. Soulignons les qualités particulières d'une roche dont les gros quartz monocristallins présentent de nombreuses arêtes vives aussi bien naturellement qu'à la suite du piquetage des surfaces actives. Ces quartz, "sertis" dans une matrice fine moins résistante, restent en relief plus longtemps, ce qui prolonge en l'entretenant la rugosité de la surface active.

Cas B – La "vaugnérite" du Nord - Morvan, une roche "pétrographiquement rare" et spatialement limitée au sein des granites

À Saint-Andeux (Côte d'Or), Le Bois de Joux est un important site d'extraction situé dans le massif granitique du Morvan septentrional (Boyer 2006). L'identification macroscopique conjointe de certaines meules de Bibracte et des affleurements nous permet de les attribuer à une roche magmatique riche en mica noir, la vaugnérite, identification confirmée par l'examen au microscope. Cette roche magmatique particulière, caractérisée par sa richesse en potassium, est très localisée dans quelques secteurs de moins d'un kilomètre carré, encaissés dans les grands massifs granitiques du Morvan. Le Bois de Joux (Saint-Andeux), est bien attesté comme site meulier grâce à la présence d'ébauches en vaugnérite.

Les meules en vaugnérite ont connu une importante diffusion puisqu'elles sont reconnues depuis le Sud de la Bourgogne jusqu'au Sud de la Champagne et même à l'Est de l'Île-de-France à Châteaubateau (Seine-et-Marne), depuis La Tène finale à Bibracte et pendant tout le Haut-Empire comme à Vertault (Côte-d'Or). Il est possible de mettre sur le compte des nombreux cristaux de mica noir de cette roche peu commune son succès prolongé comme géomatériau meulier si l'on accorde à ces micas un rôle déterminant dans le cisaillement de l'enveloppe des grains céréaliers, lors de la mouture.

Cas C – Le grès de Fosses - Belleu (Aisne), faciès particulier parmi tous les grès tertiaires du Bassin parisien central

De nombreuses meules retrouvées sur des sites antiques au nord et à l'est de Paris sont façonnées dans un même grès fortement cimenté et caractérisé par la présence constante de fragments de silex noirs et de feldspaths blancs. C'est un complexe meulier reconnu à Fosses et Bellefontaine en Val d'Oise (Boyer et al. 2009) qui a fourni la plus grande partie sinon la totalité des meules façonnées dans ce type particulier de grès, bien reconnaissable macroscopiquement. Ces meules du Val d'Yzieux, souvent rayonnées, très présentes sur de nombreux sites antiques de Seine-et-Marne et du Val d'Oise, ont été diffusées chez les Sénons au sud-est, les Carnutes à l'ouest et les Meldes à l'est. Ces grès à éléments noirs et blancs, bien décrits à Fosses par Feugueur (1963), ne sont par ailleurs connus que dans le voisinage de Soissons à Belleu et de Château-Thierry (Aisne ; fig. 8), mais où aucune trace de sites de fabrication de meule n'a été pour le moment découverte. Soulignons aussi que ce faciès particulier dit de Fosses - Belleu par les géologues, ne se retrouve dans aucun des trois autres niveaux

de sables et grès tertiaires du Bassin parisien. À partir du HautEmpire, le choix de ce matériau très localisé, aussi bien géologiquement que géographiquement, pour un type nouveau de meule rayonnée, se fait au détriment des calcaires meuliers largement utilisés à la fin de la Protohistoire. Entre l'innovation du rayonnage et les qualités mécaniques du grès de Fosses bien cimenté, l'hypothèse d'une corrélation devient séduisante.

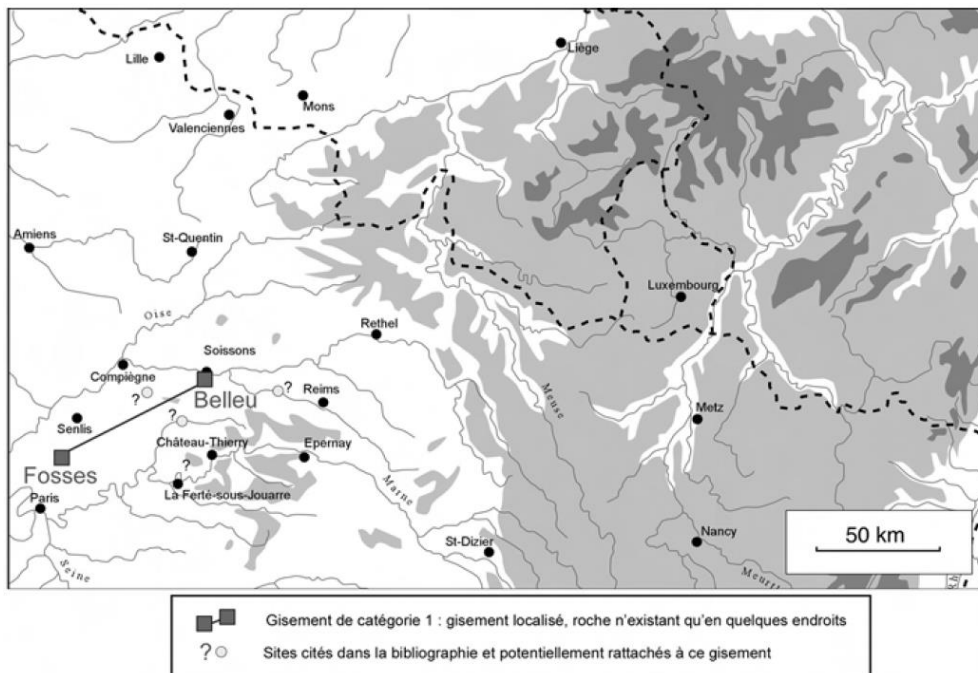


Fig. 8. Les grès de Fosses-Belleu, exemple de gisement unique sur ressource rare.

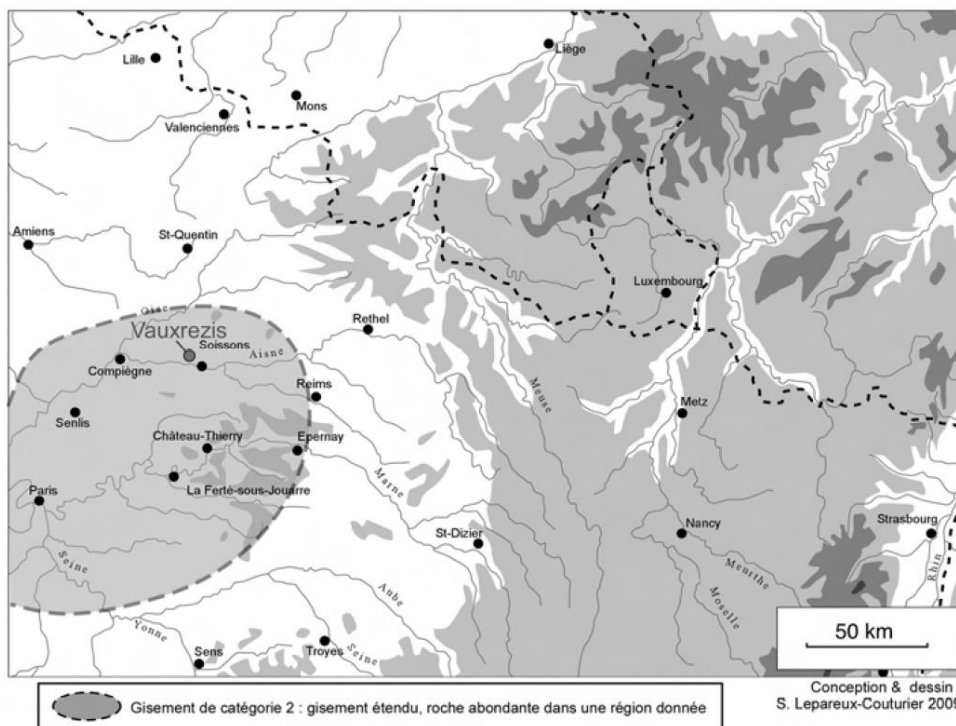


Fig. 9. Les calcaires du Lutétien : exemple de gisement étendu avec quelques sites d'extraction.

- **Type 2 – Gisement(s) dominant(s) sur des ressources plus ou moins étendues**

Dans ce type en quelque sorte intermédiaire, nous avons regroupé des ressources en cours de prospection avec d'autres offrant des points d'extraction plus ou moins bien reconnus. L'important site meulier de Macquenoise, au voisinage des sources de l'Oise et de la frontière francobelge, déjà repéré au XIXe s. (Jottrand 1895), exploitait dans l'Antiquité les grès grossiers du Dévonien basal des Ardennes, dont c'étaient les premiers affleurements quand on venait de l'ouest ou du sud. Cette formation, redressée à la verticale par l'orogénèse hercynienne, se poursuit vers l'est en Belgique et dans la pointe de Givet, puis s'interrompt et réapparaît avec les mêmes caractéristiques pétrographiques dans les Hautes Ardennes belges. Dans cette extrémité orientale, elle aurait fourni aussi des meules va-et-vient et circulaires (Jottrand 1895), mais les sites d'extraction restent à localiser. Les meules en grès grossier des Ardennes constituent l'important corpus antique de meules rayonnées à Bavay (Boyer & Picavet 2010) et leur diffusion atteint en particulier Amiens, Laon, Reims, etc. Que toutes ces meules, lithologiquement semblables, viennent des Ardennes ne fait pas de doute, mais de Macquenoise même, cela reste seulement une forte probabilité. Notons aussi que la même roche est constitutive de meules plus anciennes dans la Protohistoire (Pommepuy 1999).

Parmi d'autres ressources, appartenant à des formations nettement plus récentes et variées d'âge tertiaire, les poudingues à galets de silex, issus du façonnage des rognons de silex de la craie par les eaux courantes au début du Tertiaire inférieur, sont connus principalement en Haute-Normandie. Un groupe de sites meuliers est attesté en particulier près d'Yport (Seine-maritime, Rémy-Watté 1983), d'autres sites restent à valider sur le terrain ou même à découvrir parmi les occurrences dispersées de ces poudingues dans l'ensemble de la Haute-Normandie (Chaussat 2009). Les déchets en fosse d'un atelier de taille de la fin de La Tène ont été fouillés et bien étudiés récemment au sud d'Evreux (Guiller 2002 ; Guiller et al. 2005), mais la provenance du poudingue est inconnue. De manière générale, les meules circulaires en poudingue à silex ont largement diffusé en dehors du district d'origine, vers la Picardie, la Basse-Normandie, l'Île-de-France et même plus à l'est.

Plusieurs variétés de calcaires lutétiens (= Eocène moyen) ont été utilisées pour la fabrication des moulins rotatifs manuels à la fin de la protohistoire, dans le centre du Bassin Parisien. La diversité des faciès et l'ubiquité de ces calcaires rendent difficile la prospection et la découverte de sites d'extraction et de taille de ces matériaux, largement utilisés par ailleurs, de manière quasi continue, pour la construction depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours. Et il est donc difficile de savoir si les meules en calcaires lutétiens proviennent de sites multiples au sein du centre du Bassin de Paris ou bien de quelques sites carriers dominants au sein de ce gisement étendu (fig. 9).

Cependant, les progrès en la matière peuvent s'appuyer sur les remarquables travaux pionniers de l'équipe de Soissons. À côté de la synthèse fondatrice de Cl. Pommepuy (1999), il faut pointer le premier travail connu dans le Nord de la Gaule de synthèse d'un lithocorpus meulier (Robert & Landréat 2005). Les auteurs ont recensé et étudié toutes les meules façonnées dans l'une des variétés la plus particulière de l'ensemble des calcaires lutétiens, dite "calcaire à glauconie grossière". Dans ce travail, exemplaire pour la préparation d'une prospection systématique géologique et archéologique conjointe, quatre sous-faciès ont été distingués, correspondant à plusieurs horizons distincts dans la stratigraphie géologique des calcaires lutétiens.

- **Type 3 – Gisements multiples dans "province meulière"**

Le type de ressources considérées est à l'inverse de celles du type 1, qui sont restreintes et limitées spatialement. Dans le type 3, au contraire, les formations géologiques favorables à l'extraction de

géomatériaux meuliers offrent une grande extension et sont jalonnées de carrières importantes. À côté des basaltes languedociens et provençaux, qui débordent le cadre choisi pour notre propos, le meilleur exemple de ce type est réalisé dans les formations de grès et conglomérats qui débutent la série sédimentaire secondaire sur les bordures nord et est du Massif Central. L'utilisation des meules en grès grossiers plus ou moins conglomératiques issus de ces formations, est majoritaire en pays éduen ou biturige, tant à la Protohistoire finale que dans l'Antiquité. Les découvertes récentes (Jaccottey & Milleville 2008, fig. 9) font rentrer le massif de La Serre dans cette grande province meulière. Ce petit massif ancien est isolé au nord-est du Massif Central entre le Morvan et les Vosges.

À l'opposé géographique, le petit district meulier vendéen de L'Hermenaut - Saint-Cyr-des-Gâts (Vendée) peut se rattacher géologiquement à la même province meulière. Il s'agit d'une formation gréseuse peu étendue, apparaissant à la base de la série jurassique largement développée vers le Sud. Les vestiges d'une exploitation meulière post-antique se superposent à des cuvettes d'extraction sans doute plus anciennes, qui pourraient être la source des meules du vicus de Mazières-en-Mauges à plus de 70 km au Nord (Boyer & Buchsenschutz 2000). Le grès grossier à ciment de barytine, commun à ces meules et aux affleurements de L'Hermenaut, ne se retrouve pas ailleurs régionalement.

Les deux grands niveaux de "meulières = calcaires lacustres silicifiés" de Brie et de Beauce dans le Bassin parisien central, constituent une "province meulière" aux époques moderne et contemporaine (Belmont, La pierre à Pain), mais sans aucun gisement antique identifié. La dispersion des sites d'utilisation où les meules en meulière sont majoritaires pourrait indiquer l'ouverture de plusieurs sites d'extraction et de taille qui sont encore à découvrir pour les périodes antiques et antérieures. Mentionnons la possibilité d'un site meulier de ces périodes, parmi les nombreuses carrières modernes reconnues sur la commune des Molières.

Conclusion

Notre rapide exposé méthodologique d'une approche géologique de la provenance des matériaux meuliers a mis en valeur l'utilisation progressive des échelles d'observation et leur adaptation au type de roche en cause, pour préciser au mieux la nature lithologique des matériaux naturels. Pour remonter aux gisements de ces matériaux, le parcours à suivre est jalonné d'étapes qui confrontent l'identification pétrographique des meules avec celle des gisements – ressources potentiels. La mise en évidence et la localisation des gisements sont le résultat conjugué de l'approche documentaire associée à la prospection géologique et archéologique. La connaissance déjà acquise de sites d'extraction et de taille de meules peut constituer un apport décisif, mais ne dispense pas des identifications pétrographiques comparées des reliques de taille et des meules retrouvées en sites d'utilisation.

L'insertion des gisements meuliers déjà reconnus dans leur environnement géologique permet de proposer une première classification de ces gisements. Les catégories distinguées ouvrent sur une gamme d'hypothèses concernant les raisons des choix protohistoriques puis antiques, soit de matériaux spécifiques, soit d'une localisation géographique, soit des deux à la fois. Le choix peut s'exercer à travers un changement de matériau meulier en passant de la Protohistoire à l'Antiquité, ou bien être confirmé par la pérennité d'un gisement mobilisé sur le temps long. Quoiqu'il en soit, le travail conjoint du géologue et de l'archéologue devrait permettre à terme de mieux cerner les conditions de mobilisation des géomatériaux, d'abord adaptés au moulin va et vient, puis aux nombreux types de moulins rotatifs.

Boyer F. et Fronteau G. 2011, Les géomatériaux meuliers : de l'identification des sources géologiques à la définition de catégories de gisements. Aquitania. Supl. 23. « Evolution typologique et technique des meules du Néolithique à l'an mille ». Buchsenschutz O., Jaccottey L., Jodry F. & Blanchard J.L. (ed.). Actes des IIIème rencontres de l'Archéosite gaulois. Editions de la Fédération Aquitania., Bordeaux, p. 121-135.

Bibliographie

Auxiette, G. et F. Malrain, dir. (2005) : Hommage à Claudine Pommepuy, Revue archéologique de Picardie, n° spécial 22.

Belmont, La pierre à Pain, I-II.

Boyer, Fr. (1996) : "Les études géologiques au Mont Beuvray. Bilan et perspectives", in : Buchsenschutz & Richard 1996, 21-38.

Boyer & Buchsenschutz (1998) Les conditions d'une interprétation fonctionnelle des moulins "celtiques" rotatifs à mains sont-elles réunies ? Revue archéologique du Centre de la France Année, 37, 197-206.

Boyer, Fr. et O. Buchsenschutz (2000) : "Les meules rotatives manuelles", in : Berthaud Mazières-en-Mauges gallo-romain (Maine-et-Loire). Un quartier à vocation artisanale et domestique, DFS, ARDA-AFAN, Angers, 179-180.

Boyer, Fr. et M. Jouin (2001) : "Les meules rotatives antiques du vicus de Vertault. Morphologie, lithologie et tracéologie du corpus conservé au Musée de Châtillon-sur-Seine. Bilan des mentions dans les fouilles anciennes et confrontation avec le corpus étudié", Bull. histor. et archéol. du Châtillonnais, 6e Sér, 4, 27-50.

Boyer, Fr. (1996) : " Les études géologiques au Mont Beuvray - Bilan et perspectives ", in : Buchsenschutz & Richard dir. 1996, 9-26.

Boyer, Fr., O. Buchsenschutz, C. Hamon, L. Jaccottey, J.P. Lagadec, A. Milleville, E. Thomas, Br. Triboulot (2006) : "Production et diffusion des meules du Néolithique à l'Antiquité : quelques exemples français", in : Belmont & Mangartz, Les meulières, 5-13.

Boyer, Fr. et V. Farget (2008) : "Disponibilité, acquisition et spécificité des matériaux meuliers dans le Bassin parisien central (La Tène finale - Bas-Empire)", in : Revenu & Van Ossel 2008, 131-141.

Boyer, Fr., L. Jaccottey et A. Milleville (2008) : "Les meules de moulin rotatif manuel de l'Oppidum, Première synthèse", in : Rapport annuel d'activité 2008, Bibracte, Glux-en-Glenne, 397-403.

Boyer, Fr., M. Cecchini, Chr. Garcia et R. Guadagnin (2009) : "Etude préliminaire du site antique de production meulière découvert dans la vallée de l'Ysieux (Val d'Oise)", Bull. Assoc. J.P.G.F. 1. Villiers-le-Bel.

Boyer, Fr. et P. Picavet (2010) : "Les meules romaines de Bavay", Catalogue de l'exposition "Le blé dans l'Antiquité", Musée-Site départemental de Bavay (Nord).

Buchsenschutz, O. et H. Richard (1996) : L'environnement au Mont Beuvray. Glux-en-Glenne, Centre archéologique européen, Collection Bibracte, 1,

Bulliot, J.G. (1888) : "Les carrières et les carriers gallo-romains du plateau de Saint-Émilan", Mém. Soc. Éduenne Lettres, Sc., Arts, 16, 214-227.

Carrat, H. (1969) : Le Morvan cristallin. Etude pétrographique, géochimique et structurale, position de l'uranium. Thèse d'État. Université de Nancy, 3 vol.

Chausat, A.G. (2009) : Meules rotatives de Basse-Normandie, Corpus n°1 Les meules antiques, mémoire de Master 2, Histoire, inédit, Université de Caen-Basse Normandie.

Farget, V. (2006) : Carrières, matériau et façonnage des productions en rhyolite de La Salle (Vosges) entre le vie siècle av. J.-C. et le ive siècle ap. J.-C. Mémoire de Master 1, Archéologie des Périodes Historiques, inédit, Université Paris I - Panthéon Sorbonne.

Feugeur, L. (1963) : "L'Yprésien du Bassin de Paris. Essai de monographie stratigraphique", Mém. carte géol. détaillée de la France, Impr. Nationale, Paris.

Boyer F. et Fronteau G. 2011, Les géomatériaux meuliers : de l'identification des sources géologiques à la définition de catégories de gisements. Aquitania. Supl. 23. « Evolution typologique et technique des meules du Néolithique à l'an mille ». Buchsenschutz O., Jaccottey L., Jodry F. & Blanchard J.L. (ed.). Actes des IIIème rencontres de l'Archéosite gaulois. Editions de la Fédération Aquitania., Bordeaux, p. 121-135.

Gluhak, T. et W. Hofmeister (2009) "Roman lava quarries in the Eifel region (Germany): geochemical data for millstone provenance studies", *Journal of Archaeological Science*, 36, 8, 1774-1782

Gravier, N.Fr. (1825) "Carrière de meules à bras dite des Fossottes de La Salle". Précis de la note de M.Gravier, receveur des Domaines et de l'Enregistrement à Saint-Dié, *Journal Soc. Emulation du dép. des Vosges*, 4, 178-190.

Guillier, G. (2002) : La ferme gauloise et gallo-romaine précoce du Clos des Forges à Avrilly (Eure). DFS INRAP Grand Ouest, SRA Haute-Normandie.

Guillier G., M. Biard et A.-Fr. Cherel (2005) : "Un atelier augustéen de taille de meules en poudingue au 'Clos des Forges' à Avrilly (Eure)", *Revue archéologique de l'Ouest*, 22, 199-220.

Jaccottey, L., Th. Marmier et T. Gluhak (2008) : "Étude des meules de Bibracte", in : Rapport annuel d'activité 2008, Bibracte, Glux-enGlenne, 377-388.

Jaccottey, L. et A. Milleville (2008) : "Les carrières du massif de la Serre (Jura) : sept millénaires d'exploitation meulière", *Archéopages*, 22, 16-23

Jottrand, M. (1895) : "L'industrie de la fabrication des meules en Belgique avant et après la conquête romaine", *Bull. Soc. Anthropologie de Bruxelles*, 13, 390-407

Lagadec, J.-P. (2007) : "Les meules en rhyolite des Fossottes. Mille ans de production des meules en rhyolite du site lorrain des Fossottes à La Salle (Vosges), 6e siècle av. J.-C. - 4e siècle ap. J.-C". Société Philomatique Vosgienne, HS.4.

Longepierre, S. (2006) : "Aux environs de Saint-Quentin-la-Poterie (Gard) durant l'Antiquité tardive : une microrégion très impliquée dans l'activité meulière", in : Belmont & Mangart, *Les meulières*, 47-54.

Pommepuy, Cl. (1999) : "Le matériel de mouture de la vallée de l'Aisne de l'âge du Bronze à La Tène finale : formes et matériaux". *Revue archéologique de Picardie*, 3-4, 115-141.

Rémy-Watté, M. (1983) : Meules à grains tournantes antiques en Seine-Maritime, *Bulletin de la société normande d'études préhistoriques et historiques*, 1983, XLVI, 18-47.

Revenu, M. et P. Van Ossel : Hommes et matières premières dans le Bassin parisien. Actes de la Table ronde du 24 oct. 2008, MAE, Nanterre, Rapport du programme ArScAn-Archéologie du Bassin parisien, UMR 7041

Robert, B. et J.-L. Landréat (2005) : "Les meules rotatives en calcaire à glauconie grossière et l'atelier de Vauxrézis (Aisne). Un état de la question", in : Auxiette & Malrain, dir. 2005, 105-114.

Rogine, F. (1876) : "Les moulins romains de la Thiérache", *Bull. Soc. Archéol. Vervins*, 4, 140-147.