



HAL
open science

Stratégies d'acquisition des matières colorantes dans l'Arc liguro-provençal au cours des VIe et Ve millénaires cal. BCE

Jean-Victor Pradeau, Didier Binder, Chrystèle Vérati, Jean-Marc Lardeaux, Stéphane Stephan Dubernet, Yannick Y. Lefrais, Ludovic Bellot-Gurlet, Paolo Piccardo, Martine Regert

► To cite this version:

Jean-Victor Pradeau, Didier Binder, Chrystèle Vérati, Jean-Marc Lardeaux, Stéphane Stephan Dubernet, et al.. Stratégies d'acquisition des matières colorantes dans l'Arc liguro-provençal au cours des VIe et Ve millénaires cal. BCE. *Anthropologica et Præhistorica*, 2016, Actes de la table ronde internationale "About haematite. Procurement and transformation during recent prehistory. Analytical methods" Jambes (Belgique) 7-8 février 2013, 126, pp.105-119. hal-01548665

HAL Id: hal-01548665

<https://hal.science/hal-01548665>

Submitted on 4 Jul 2017

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.



Open licence - etalab

Stratégies d'acquisition des matières colorantes dans l'Arc liguro-provençal au cours des VI^e et V^e millénaires cal. BCE

Jean-Victor PRADEAU, Didier BINDER, Chrystèle VÉRATI,
Jean-Marc LARDEAUX, Stéphan DUBERNET, Yannick LEFRAIS,
Ludovic BELLOT-GURLET, Paolo PICCARDO & Martine REGERT

Abstract

In the N.W.-Mediterranean area, exchange networks and social relationships gain an increasing complexity in the course of the Neolithic: varied goods diffuse in considerable quantities and distances. In particular, obsidian, Bedoulian and Oligocene flints, jadeite and eclogite are known to have been exchanged over long distances as shown by research that began thirty years ago.

Surprisingly, the place of colouring materials ("ochre", bauxite, cinnabar), naturally abundant in the Mediterranean Franco-Italian area, has received scant attention despite their technical and symbolic value; very few is thus known on the ways of their procurement and on their geographic and geological origin.

With this purpose, the study of colouring materials from both archaeological sites and putative sources was undertaken in the Liguro-Provençal arch. Geological surveys were carried out in order to establish a reference collection of colouring materials. Their geological nature has been determined by a combination of complementary imaging, elementary and structural techniques (petrography, SEM-EDS, X-ray diffraction).

By this way, a wide range of raw materials was determined: Permian sandstones, Middle Cretaceous bauxites, Toarcian or Hauterivian oolitic ironstone, Cretaceous oxidized marcasite and ferruginous rocks derived from weathered glauconitic limestones (in the same diagenesis conditions as Roussillon ochre).

In addition, two archaeological series, from Early and Middle Neolithic, were investigated by same methods: those of Pendimoun (Castellar, France), a rock-shelter site occupied by Impressa and Cardial groups (Early Neolithic: 5750-5200 cal. BCE) and those of the open-air site of Giribaldi (Nice, France) that belongs to Pre-Chassey and formative stages of Chassey culture (Middle Neolithic: 4700-4050 cal. BCE).

The results compared to the frame of reference highlight two contrasting economic systems: one based on the procurement of local resources (Pendimoun) and the second one that shows a more complex acquisition network (Giribaldi).

At Pendimoun which represents the colonization stages of the Early Neolithic, the colouring materials imported are varied and heterogeneous, but widespread in the rock-shelter itself or in the close environment (less than 5 km): oxidized marcasites, oolitic ironstone, goethitic calcareous rocks derived from glauconite. The sources are thus local and these results have to be considered in the context of an occupation assigned to specific functions (agriculture, pottery, sheep pen), as previously shown by other data.

At Giribaldi, colouring materials assemblage consists of close geological materials (ferruginous rocks derived from glauconite) but also of two types of exogenous rocks: yellow Permian sandstones and orange kaolinitic bauxites, respectively 60-70 and 70-90 km away. This Middle Neolithic settlement is known to be well inserted in complex exchange networks including western Provence (Bedoulian and Oligocene flint), French and Italian Alps (quartz, jadeite, eclogite), Liguria (jadeite, eclogite) and Lipari island (obsidian). The presence of these three types of rocks all along the occupation shows the permanence of exploitation of these colouring materials, which gives evidence of procurement regularity, the stability of exchange networks and the durability of relationships and technical practices.

Keywords: *sourcing, iron oxides, colouring materials, procurement strategies, exchange networks, Northwestern Mediterranean, Neolithic, Impresso-cardial, Chassey culture.*

Mots-clés : *provenance, oxydes de fer, matière colorante, stratégies d'acquisition, réseaux d'échanges, Méditerranée nord-occidentale, Néolithique, Impresso-cardial, Chasséen.*

1. INTRODUCTION

L'étude des réseaux d'acquisition de matières premières présente un intérêt majeur en Préhistoire récente car pour aborder le système techno-fonctionnel, social et culturel dans lesquels ils s'insèrent, il faut d'abord s'intéresser à des questions cruciales sur les propriétés exploitables de ces matériaux, de même que sur la territorialité et les systèmes de mobilité des populations qui les exploitent. À l'instar d'autres matières d'origine minérale, les matières colorantes se conservent relativement bien en contexte archéologique, où elles abondent parfois. De plus, elles sont de nature variée et diversement disponibles dans l'espace. Malgré ces qualités, les connaissances sur les chaînes d'acquisition des matières colorantes restent trop lacunaires en Méditerranée nord-occidentale pour les intégrer au débat des études de provenance. À ce titre, l'arc liguro-provençal (Fig. 1A) offre cependant un cadre géographique, géologique et archéologique particulièrement pertinent.

Délimité par la mer Méditerranée, la Durance, l'arc de Castellane, le massif du Mercantour/Argentera et les Alpes ligures, cet espace offre une diversité marquée de faciès géographiques, où s'opposent reliefs contrastés et bande côtière, bassins cloisonnés et chaînes abruptes de roches sédimentaires, ignées ou de granitoïdes. Les cols, les vallées, la façade maritime et les affluents, qui constituent autant d'axes de pénétration dans l'arrière-pays, facilitent, encore aujourd'hui, les flux matériels et humains.

Par ailleurs, cet espace géographique comprend de nombreux paysages et entités géologiques évocateurs des pigments, tant en son sein (corniche de l'Estérel, Dôme de Barrot, bauxites du Var) que sur ses marges (ocre et « Colorado provençal » de Rustrel et de Roussillon, cinabre de Toscane, terre de Sienna). La pluralité de ces matières premières nécessite une étude approfondie des différentes sources afin de les discriminer.

Enfin, la région considérée peut se prévaloir d'une solide tradition de recherche sur le thème de la provenance et de la circulation des divers matériaux mobilisés dans l'économie

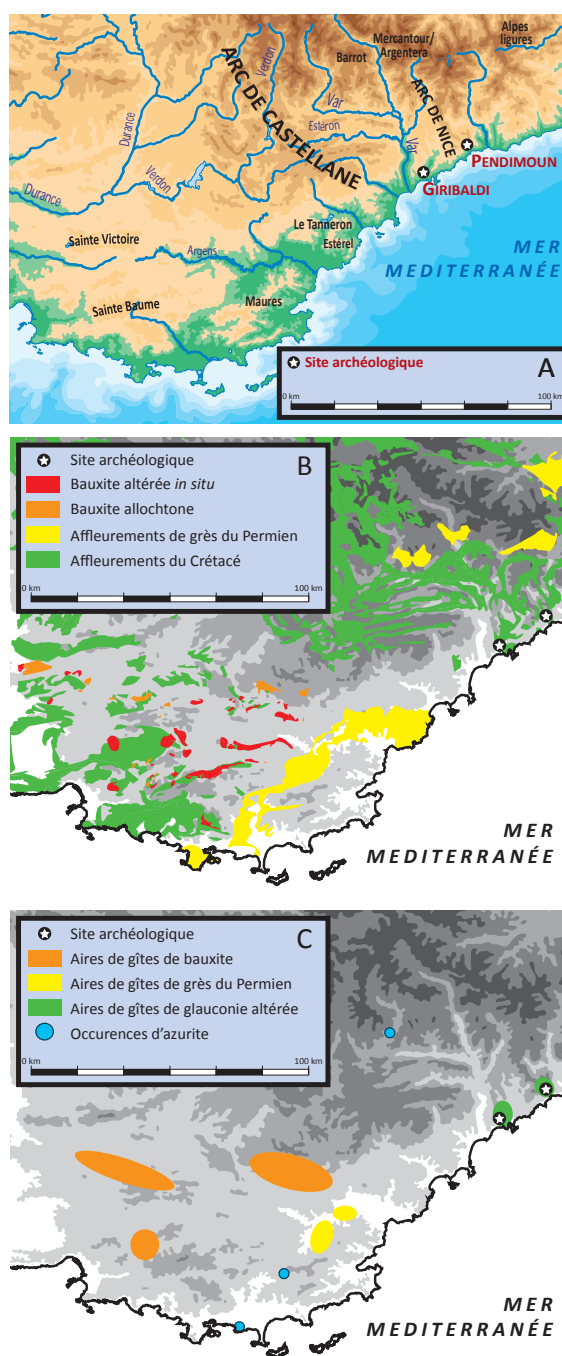


Fig. 1

A - Contexte géographique de l'Arc liguro-provençal et localisation des sites archéologiques.

Geographical context of Liguro-Provençal arch and location of archaeological sites.

B - Formations géologiques susceptibles de fournir des géomatériaux riches en oxydes de fer (goethite, hématite).

Geological formations providing iron oxides-rich materials (goethite, haematite).

C - Aires de répartition des gîtes de matières premières exploitées au Néolithique ancien et moyen.

Geographical distribution of colouring material sources exploited during Early and Middle Neolithic.

des premiers agro-pasteurs¹ : silex bédoulien et oligocène (Binder, 1998 ; Léa, 2004 ; Gassin *et al.*, 2006 ; Vaquer, 2012), obsidienne (Binder & Courtin, 1994 ; Binder *et al.*, 2012 ; De Francesco & Crisci, 2007 ; Léa, 2012 ; Vaquer, 2007), roches vertes (Ricq-de Bouard, 1996, 2008) ou encore matériaux céramiques (Echallier, 1991 ; Echallier & Courtin, 1994 ; Basso *et al.*, 2006). Les modalités de distribution présentent des variabilités fortes en fonction des types de matières et des groupes culturels. Ce constat plaide pour l'intégration des données de tous les types de matériels archéologiques, y compris les matières colorantes, pour appréhender les systèmes économiques néolithiques.

Les sites de Pendimoun et Giribaldi ont été choisis pour mieux cerner l'évolution des réseaux économiques au cours des VI^e et V^e millénaires BCE. Ces deux sites clefs du Néolithique liguro-provençal ont livré d'importants corpus de matières colorantes, dont plusieurs centaines de blocs de matière première.

Castellar – Pendimoun est un site sous abri situé à 600 m d'altitude sur la façade ouest du Roc de l'Orméa, à 4 km de la façade maritime. Il a fourni l'une des plus anciennes séquences de l'Impresso-cardial (Néolithique ancien) de Méditerranée occidentale (Binder *et al.*, 1993 ; Binder & Maggi, 2001 ; Binder & Sénépart, 2010 ; Binder, 2013). La première occupation (5750-5500 cal. BCE) est une installation pionnière rattachée au complexe culturel *impressa* du sud et du centre de la péninsule italienne, tournée vers la production agricole, pastorale et céramique. Au cours de la deuxième étape du Néolithique ancien (Cardial, 5500-5200 cal. BCE), le spectre des activités du site évolue vers une intensification des pratiques pastorales et cynégétiques ; le début de cette étape est également marqué par un épisode funéraire. Le Cardial, qui montre une forte empreinte environnementale, présente des affinités avec la sphère tyrrhénienne puis avec le domaine provençal.

L'établissement de plein air de Nice – Giribaldi (Binder, 2004a ; Binder *et al.*, 2008) a permis de documenter quatre étapes du processus de formation de la culture chasséenne entre 4700 et 4050 cal. BCE. Ces installations sont notamment caractérisées par des traces d'ateliers spécialisés dans des productions de céramique à fort investissement technique (finesse des formes, complexité des décors). Bien intégré dans un réseau d'échanges structuré et multidirectionnel (ouest vers le Vaucluse, nord vers les Alpes, nord-ouest vers la Ligurie, sud vers les îles tyrrhéniennes), Giribaldi est alimenté tout au long de la deuxième moitié du V^e millénaire BCE en géomatères diversifiées (silex bédouliens du Vaucluse, quartz hyalins des Alpes et des Préalpes, jadéite et éclo-gite du Monte Viso, obsidienne de Lipari).

Dès les opérations de fouilles (Binder, 2004b), des propriétés physiques (couleur, dureté) et minéralogiques diverses ont été relevées dans les deux assemblages de matières colorantes. Cette variabilité suggère que différentes roches ont été importées, tant au Néolithique ancien (Impresso-cardial) que moyen (Chasséen), selon des modalités mal définies.

En nous focalisant dans un premier temps sur les disponibilités géologiques mobilisables pour l'obtention de matières colorantes, nous avons entrepris la localisation, la description et la discrimination des sources de matière première. La caractérisation pétrologique et physicochimique des blocs archéologiques bruts ou semi-transformés de matières colorantes nous a permis d'appréhender les modes d'acquisition. Ces données ont été primordiales pour discuter des territoires exploités et de la valeur économique de ces ressources au Néolithique ancien puis moyen.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Afin de traiter au mieux un corpus archéologique de grande ampleur (443 blocs à Giribaldi et plus de 1700 à Pendimoun), un inventaire exhaustif des matières colorantes a été effectué après avoir défini un ensemble de critères descriptifs physiques et pétrographiques à l'aide d'une fiche-type. Les géomatères échantillonnées lors des prospections ont été décrites selon

1 Engagées dans les années 1980, ces recherches sont structurées et soutenues depuis 2009 par le Projet Collectif de Recherche « Évolutions, Transferts, Inter-Culturalités dans l'Arc Liguro-Provençal » (PCR ETICALP) dirigé par Didier Binder.

le même procédé. La méthodologie employée (Fig. 2) permet, d'une part, de déterminer la variabilité des matières premières exploitées et, d'autre part, de procéder à la caractérisation des matériaux à partir d'un échantillonnage raisonné au sein de classes reposant sur des critères distinctifs macroscopiques.

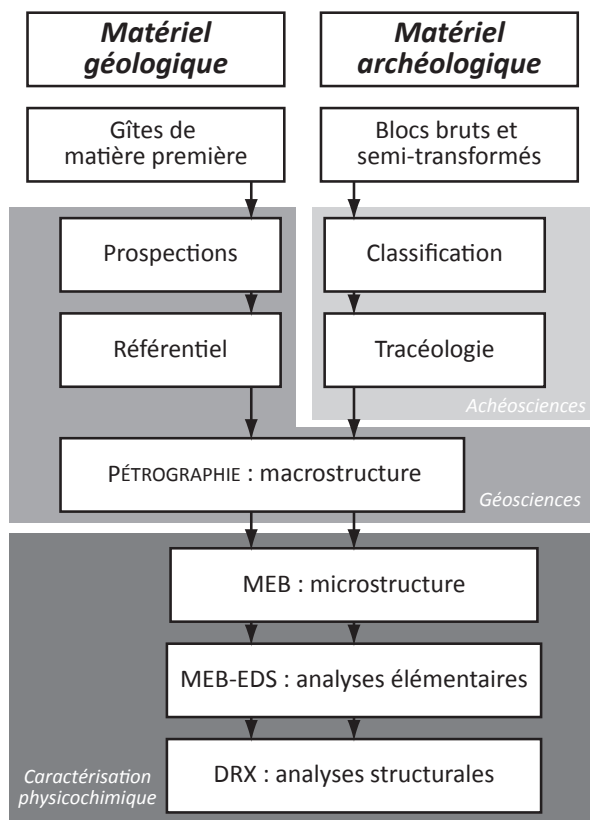


Fig. 2 – Méthodologie mise en œuvre.
Fig. 2 – Methodology.

2.1. Prospections géologiques

L'identification des sources potentielles se fonde sur (i) le dépouillement de la littérature² géologique et minière ; (ii) l'identification et l'évaluation qualitative et quantitative sur le terrain des gisements supposés ; (iii) leur échantillonnage afin de les caractériser et de constituer un référentiel.

2 Les indices bibliographiques de formations à matières colorantes sont nombreux : indications directes (hard-ground ferrugineux, bauxite, limonite, etc.), conditions de formation idéales (milieux marins à haute énergie pour les oolithes ou encore climat tropical), toponymes (Roussillon, Camparoux par exemple).

Sur le terrain, le contexte géographique (coordonnées spatiales, paysages et reliefs, accessibilité) et géologique (formation échantillonnée, extension et variabilité du gisement, formations au mur et au toit) sont renseignés. Plusieurs contextes (marcassites, glauconie altérée) dont l'apport géologique et l'intérêt économique actuel sont limités, ne sont pas systématiquement mentionnés dans les notices des cartes géologiques. Certaines découvertes relèvent donc de la transposition des données de telle carte géologique à une autre, voire de la sérendipité. L'ensemble des données administratives, géographiques, stratigraphiques et pétrologiques de chaque gîte est compilé dans une base de données.

2.2. Critères descriptifs pétrographiques

L'observation de la surface (ou de la cassure dans le cas des blocs fragmentés) et de sections polies sous loupe binoculaire a conduit à une classification des différentes gammes de matières premières en fonction des inclusions (nature, quantité et granulométrie), de la matrice (homogénéité, texture) et de la géométrie des joints de grain (ou structure).

Plusieurs propriétés physiques ont par ailleurs été renseignées afin d'évaluer les propriétés exploitables et les implications en termes d'utilisation. Le pouvoir colorant peut être faible (ne colore pas par contact), moyen (colore la peau par simple contact) ou fort (la peau colorée colore à son tour par contact). Le degré de dureté (1, 2 ou 3 et plus sur l'échelle de Mohs) est évalué à l'ongle sur la surface de blocs-tests soigneusement sélectionnés (petits fragments au sein de lots, blocs portant des stigmates de fouille, etc.) pour limiter l'impact invasif sur le corpus archéologique.

2.3. Observations au MEB et analyses MEB-EDS

Des observations à l'échelle micrométrique ont été menées à l'aide de la microscopie électronique à balayage (MEB). Elles ont permis de renseigner la microstructure et la morphologie des cristaux. La composition élémentaire des constituants observés a été obtenue par analyses MEB-EDS.

L'appareillage utilisé est un MEB JEOL JSM 6460LV, employé en mode Low Vacuum, à des valeurs de pression variant de 15 à 25 Pa, pour ne pas être contraints d'appliquer une couche conductrice sur les échantillons. Une tension de 20 kV et une distance de travail (WD) de 8 mm ont été employées pour des observations en mode électrons rétrodiffusés, sur section polie. Les analyses élémentaires sont semi-quantitatives et requièrent une certaine prudence dans les comparaisons entre différentes acquisitions. Le spectromètre à dispersion d'énergie employé est un système Oxford Xmax 20, doté d'un détecteur à semi-conducteur SDD, permettant la détection des éléments à partir du bore ($Z = 5$).

2.4. Caractérisation structurale par diffraction des rayons X

Les phases cristallines en présence ont été identifiées par diffraction des rayons X sur poudre.

La DRX a été effectuée avec un diffractomètre Bruker D8 Advance, équipé d'une anticathode en cuivre ($\lambda = 1,54 \text{ \AA}$) comme source de rayons X, d'un détecteur CCD multicanal PSD LynxEye. Il a été employé sous une tension d'utilisation de 40 kV et un courant de 40 mA (1.600 W). Les paramètres d'acquisition sont les suivants : la valeur de 2θ est comprise entre 3 et 60° , pour un pas de $0,02^\circ$ et un temps d'acquisition de 4 s.pas^{-1} .

3. GÉOMATIÈRES DISPONIBLES, PROSPECTION ET CARACTÉRISATION

Dans l'arc liguro-provençal, les contextes géologiques susceptibles de fournir des matières colorantes exploitables ont une composante chromogène commune : les oxy(hydroxy)des de fer, principalement cristallisés sous forme d'hématite $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ et de goethite $\alpha\text{-FeO(OH)}$. Les types de terrains concernés sont relativement divers et parfois très étendus. Les résultats exposés ici représentent sans doute un maillage encore sommaire, qui nécessiterait d'être affiné par des campagnes supplémentaires. Cette réserve énoncée, il est tout à fait possible d'évoluer au sein du cadre général établi, pour identifier de grandes gammes de géomatières aux propriétés

minéralogiques, chimiques et physiques bien discriminantes.

3.1. Grès du Permien

En Provence, les formations du Permien (Fig. 1B) affleurent principalement dans le Dôme de Barrot, le massif du Mercantour/Argentera et la « bande permienne » qui ceinture le massif des Maures (en trois grands bassins : Toulon-Solliès-Pont Cuers, le Luc, le bas-Argens-Estérel ; Toutin, 1980 ; Vinchon, & Toutin-Morin, 1987). Le Permien provençal est marqué par la pénéplanation des massifs issus de l'orogénèse hercynienne. L'important détritisme qui en procède est régi par la subsidence des bassins, le volcanisme et le climat tropical (Toutin-Morin & Delfaud, 1987). Ces conditions de diagenèse favorisent la formation de terrains gréseux rubéfiés riches en oxy(hydroxy)des de fer, qui présentent des variations minéralogiques, granulométriques et chimiques importantes. Ces différences permettent de discriminer plusieurs faciès intra et inter séquences entre les différents bassins (Vinchon, 1984 ; Vinchon, & Toutin-Morin, 1987).

Dans le bassin du Mercantour/Argentera et le Barrot, le Permien est représenté par trois cycles de dépôt (Vinchon, 1984 ; Vinchon, & Toutin-Morin, 1987) : conglomérats et pélites (respectivement la formation de l'Inferno et la Formation de Meraviglie : Bigot *et al.*, 1967 ; Faure-Muret & Fallot, 1957), puis grès arkosiques, pélites rouges et silts argileux (formations du Bego, de Capeiroto et du Cians) et enfin silts argileux et conglomérats gréseux (formations de la Rou-doule et de Léouvé). Ces différentes formations ne semblent pas pouvoir être exploitées pour produire des matériaux colorants.

Les dépôts du bas-Argens-Estérel comprennent (Toutin, 1980 ; Toutin-Morin *et al.*, 1994a-b ; Toutin-Morin & Delfaud, 1987) des alternances de grès et argiles, à passées psammitiques ou feldspathiques. Ces dépôts sont plus récents que ceux du Barrot-Mercantour/Argentera à partir de la Formation des Pradineaux (rPr). Plusieurs niveaux exploitables pour leur richesse en oxy(hydroxy)des de fer ont été mis en évidence dans les bassins du Luc et du Bas-Argens (formations du Muy, du Mitan, de Bayonne, Formation Claire).

3.2. Concrétions ferrugineuses issues de l'oxydation de sulfures de fer dans les marno-calcaires du Mésozoïque

La paléogéographie provençale du Mésozoïque est majoritairement marine. Ce milieu réducteur est propice à la formation de sulfures de fer FeS_2 , tels que la pyrite et son polymorphe, la marcassite, qui cristallisent respectivement dans le système cubique et orthorhombique. Dans les milieux carbonatés (marnes et calcaires), ces minéraux se présentent sous forme de nodules à structure radiaire et/ou concentrique, avec des cristaux pyramidaux en surface. Dans l'arc de Nice, elles sont particulièrement présentes dans les bancs calcaires du Jurassique supérieur (Kiméridgien-Tithonien) et du Crétacé (Fig. 1B).

Soumis à une atmosphère oxydante, les sulfures de fer forment l'acide sulfurique H_2SO_4 et des oxy(hydroxy)des de fer conservant la structure originelle. Le repérage et la récolte des nodules très denses résultant de cette altération sont facilités par leur morphologie et leur nature, très différentes de la roche encaissante (Deer *et al.*, 1966 ; Korbel & Novák, 1999).

3.3. Altérations de roches glauconieuses et oolithes ferrugineuses du Crétacé

Certains grès, marnes et calcaires formés en milieu marin au Crétacé présentent, suivant leurs conditions de diagenèse, une composante plus ou moins importante de glauconie ou d'oolithes ferrugineuses (ou OIS, *Oolitic ironstone*). Ces dernières sont relativement rares en Provence, seuls deux niveaux de faible extension sont mentionnés : l'un dans le Toarcien près de Brignoles (Debrand-Passard *et al.*, 1984), l'autre dans l'Hauterivien affleurant en quelques points dans l'arrière-pays de Nice (Debrand-Passard *et al.*, 1984 ; Gèze, & Nesteroff, 1996).

Les formations à passées glauconieuses sont en revanche fréquemment rencontrées en Provence. La glauconie est une association de minéraux argileux à forte teneur en Fe^{2+} , principalement composée de glauconite, d'illite et de smectite (Triat, 1982). Sous climat tropical (chaud et humide), ces minéraux s'hydrolysent en kaolinite, et le fer libéré forme la goethite, parfois déshydratée en hématite (Cornell, & Schwertmann, 2006 ; Kimberley, 1989). Ce processus est à l'origine de

la formation des ocres du Vaucluse, de Bourgogne et du Berry (Odin & Matter, 1981 ; Triat, 2010).

Une prospection à large spectre de la Provence orientale révèle que de nombreux petits affleurements glauconieux du Crétacé présentent un faciès altéré, qui permet de récolter facilement des matières colorantes plus ou moins riches en goethite³ (Fig. 1B).

3.4. Bauxites du médio-Crétacé

La bauxite⁴ est une roche sédimentaire emblématique de Provence. *Stricto sensu*, elle contient des oxy(hydroxy)des d'aluminium souvent associés à des oxy(hydroxy)des de fer, de la kaolinite, du quartz et de la calcite (Valeton, 1996). Cette roche tendre a généralement une structure de pisolithes prises dans un ciment cryptocristallin. Sa couleur est tributaire de la teneur en oxy(hydroxy)des de fer : elle peut être blanche (pas ou très peu d'oxy(hydroxy)des de fer), jaune (goethite) ou rosée à lie-de-vin (hématite).

Les bauxites provençales se sont formées en contexte continental au cours de l'Aptien-Albien-Cénomaniens inférieur. Elles sont exclusivement karstiques et comblent des lentilles orientées ouest-est dans les Bouches-du-Rhône et le Var et des petites poches dans le Haut-Var (Bardossy, 1982 ; Lajoine & Laville, 1979 ; Nicolas, 1968). La paragenèse dominante est boehmite-hématite-kaolinite, avec parfois de la gibbsite et de la

3 Bien qu'on les trouve fréquemment dans les mêmes gîtes, il est important de bien dissocier la glauconie « saine » verte et majoritairement composée de glauconite, de son état altéré riche en goethite. En Provence, la glauconite est en effet très exploitée, tout au long du Néolithique ancien et moyen, comme dégraissant céramique. Tout en prévenant bien les chocs thermiques, elle permet d'obtenir par brunissage des surfaces régulières et brillantes, à « consistance de cuir » (Binder, 2004a).

4 La littérature anglo-saxonne emploie deux termes : *bauxite*, qui recouvre l'ensemble des géomatériaux contenant des minéraux alumineux, et *bauxite ore*, pour désigner les matériaux contenant au moins 45 % de Al_2O_3 et moins de 20 % de Fe_2O_3 et 3-5 % de silicates, ce qui rend leur exploitation économiquement rentable (Valeton, 1996). La littérature francophone est plus floue. Le terme *bauxite* renvoie généralement au minerai ; les autres matériaux sont souvent appelés *latérites* ou *altérites*. Ces appellations sont trop imprécises, c'est pourquoi nous employons le terme *bauxite* dans son acception anglo-saxonne.

goethite (de Lapparent, 1930 ; Nicolas, 1968) ; les minéraux détritiques, dont le quartz, sont surtout présents dans les gîtes du nord-ouest (plus proches du Massif Central ; Debrand-Passard *et al.*, 1984). Les oxy(hydroxy)des d'aluminium se concentrent dans la partie médiane des profils, la base et le sommet étant enrichis en kaolinite et parfois en calcite à l'abord du toit.

Trois cas de genèse, qui influent sur la composition minéralogique et chimique, sont représentés en Provence et ont été échantillonnés en plusieurs points (Fig. 1B) :

- Dans les Alpilles et ponctuellement dans le Var, les bauxites autochtones ont été formées *in situ* aux dépens de marnes aptiennes ;
- Dans le Centre-Var, les grands gisements proviennent de l'altération *in situ* d'altérites allochtones ; certaines de ces formations (Val-Vins-Vieux-Canet, Tourves-Mazaugues-Camps et le Revest) sont très riches en alumine et ont fait l'objet d'une exploitation minière intense ; il est possible d'observer des pisolithes ferrugineuses irrégulières de dimensions centimétriques.
- Les petites poches des marges occidentale du Var et septentrionale de Provence sont constituées de matériel remanié, altéré avant dépôt. Elles sont généralement riches en kaolinite. Les

pisolithes sont bien arrondies et de dimensions millimétriques à infra-millimétriques.

4. MATIÈRES COLORANTES ARCHÉOLOGIQUES, CLASSIFICATION ET IDENTIFICATION

La classification pétrologique des blocs archéologiques se fonde sur un faisceau de critères déterminants, qui peuvent varier selon les classes (Tab. 1). Pour certaines géomatières (marcassites et bauxites), l'identification à l'œil nu est aisée ; pour d'autres, il a fallu procéder par observation de cassures et sections polies sous loupe binoculaire.

Lors de cet examen, il est crucial de prendre en compte le fait que certains aspects de la roche ont pu être altérés ou modifiés par des actions anthropiques. Ainsi, certains blocs archéologiques rouges (hématite) peuvent provenir de géomatières jaunes (goethite) chauffées, volontairement ou non.

Une caractérisation physico-chimique (élémentaire et structurale) a été menée sur un échantillonnage de chaque classe. Elle a permis de confirmer le bien-fondé de celle-ci et de réunir des indices de provenance supplémentaires.

Site	Classe	Caractères physiques			Caractères pétrologiques		
		Couleur	Pvr colorant	Dureté	Texture	Structure	Inclusions
Pendimoun	A. Marcassites	Rouge ou jaune	Fort	3+	Lutite	Radiale	Marcassite
	B. Glauconie altérée	Jaune, rouge	Moyen, fort	1 à 3	Lutite	Massive, litée, caverneuse	Glauconite, phosphates
	C. Roche micacée	Rouge	Moyen, fort	2	Lutite, arénite	Massive	Muscovite, quartz
Giribaldi	D. Bauxite	Rouge orangé	Moyen, fort	2	Lutite	Massive	Pisolithes
	E. Grès psammitiques	Jaune, rouge	Moyen, fort	1, 2	Arénite	Massive, litée	Muscovite, quartz
	B. Glauconie altérée	Jaune, rouge	Moyen, fort	1 à 3	Lutite	Massive, litée	Glauconite

Tab 1 – Classification et critères utilisés pour différencier les gammes de matières colorantes archéologiques (Pvr colorant : pouvoir colorant).

Tab 1 – Classification and discriminating characteristics of each range of archaeological colouring materials.

4.1. Géomatières introduites à Castellar – Pendimoun

Castellar – Pendimoun a livré un assemblage de plus de 1700 blocs de matières premières, pour une masse totale de plus de 4430 grammes. Il faut souligner le grand nombre de blocs jaunes (48 % et 6 % de bicolores jaunes et rouges, contre 46 % de rouges et oranges).

Trois grandes classes de géomatières ont été introduites et exploitées à Pendimoun. Une partie du corpus (11 % des blocs, pour 14 % de la masse totale) n'a pas pu être incluse dans ces trois catégories, faute de critères discriminants, dont des blocs de dimensions infra-centimétriques d'oolithes ferrugineuses.

Les investigations physicochimiques ont été appliquées à six échantillons de la classe A, dix-sept de la B et huit de la C.

4.1.1. Classe A : Marcassites oxydées

Les blocs de marcassite (Fig. 3A), aisément identifiés dès les opérations de fouilles, ne représentent que 7 % du nombre de blocs, mais leurs grandes dimensions et leur densité portent leur contribution à 31 % de la masse totale de matières colorantes du corpus. Ils sont jaunes ou rouges, et présentent un degré de dureté élevé (degré 3+ dans notre classification). Cependant, la préparation des échantillons montre qu'une fois broyés, ces matériaux sont dotés de propriétés colorantes exceptionnelles.

L'habitus interne radiaire et externe pyramidal est caractéristique de la marcassite. La périphérie est bien cristallisée et très dense, le cœur est plus poreux, rarement pulvérulent. Les analyses élémentaires montrent une composition quasi exclusive d'oxy(hydroxy)des de fer, associés à peu de nickel, de soufre et de calcium. Des grains de quartz sont observés. Hématite et goethite bien cristallisées sont identifiées d'après des diffractogrammes aux pics bien définis.

Si le soufre a été substitué par l'oxygène, la structure des blocs nous permet tout de même de conclure que ces blocs sont des marcassites oxydées. Un gîte potentiel a été identifié à Sainte-Agnès – Pointe Siricocca, en face de Pendimoun, à moins de 4 km vers l'ouest ; des blocs simi-

laires proviennent des mêmes formations crétacées situées en contrebas de l'abri mais difficiles à échantillonner en raison du fort recouvrement des marno-calcaires en place par des colluvions ou par des aménagements récents.

4.1.2. Classe B : Altérations de roche carbonatée glauconieuse

La grande majorité (72 % en nombre, pour 41 % de la masse) des matières colorantes de Pendimoun provient de l'altération de roche carbonatée glauconieuse (Fig. 3B). Les deux tiers des blocs sont jaunes ou bruns, les blocs rouges provenant probablement du traitement thermique des premiers. Certaines parties bien cristallisées sont relativement dures (degré 2 à 3+), mais fournissent une poudre au pouvoir colorant moyen à fort.

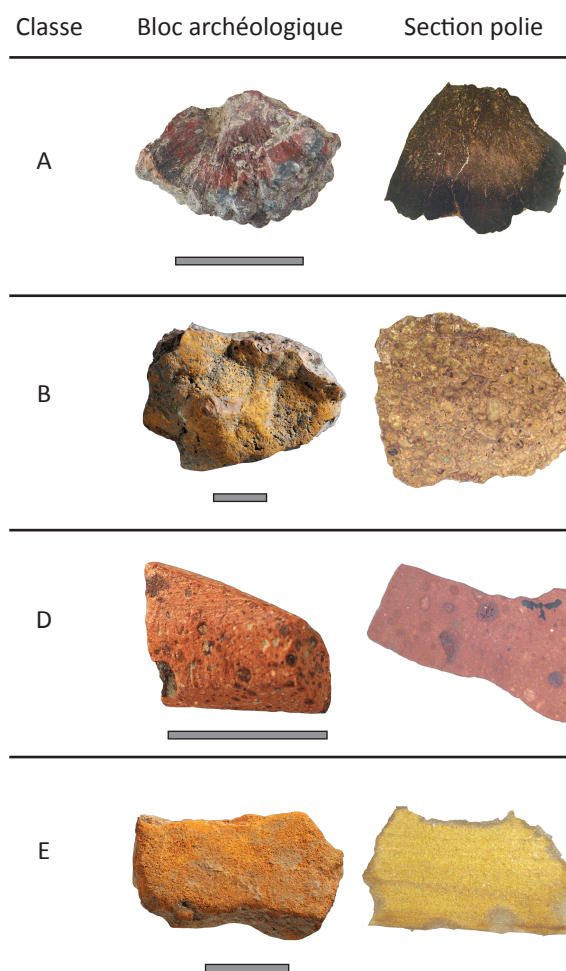


Fig. 3 - Clichés de blocs de matières colorantes archéologiques.

Fig. 3 - Photos of some archaeological colouring material pieces.

La structure de la matrice est massive, parfois cavernuse ou litée. Elle peut être bien cristallisée ou pulvérulente et englobe des oolithes blanches ou brunes. Des silicates (quartz, muscovite) et des grains de glauconite sont ponctuellement relevés. D'après les observations MEB et les analyses élémentaires, le fer (jusqu'à 20 % en pourcentage atomique) se trouve dans le ciment ou dans les oolithes brunes. Il est associé à l'arsenic et parfois au titane et/ou au chrome. Les oolithes blanches sont de la fluorapatite. Les éléments magnésium, potassium, aluminium, silicium, fer sont bien détectés dans les grains verts. Les phases structurales identifiées par diffraction des rayons X sont la calcite, le quartz en faible quantité, la goethite et l'hématite.

Cette classe de géomatière correspond en tous points à un niveau bien identifié dans le Crétacé inférieur local. La notice géologique décrit ainsi « un banc glauconieux jaunâtre » ou encore des « niveaux corrodés et ferrugineux, parfois horizons à oolithes ferrugineuses » à la base de l'Hauterivien (Gèze & Nesteroff, 1996). Ce niveau affleure directement dans l'abri, et en plusieurs points en contrebas. La présence de petits fragments à oolithes ferrugineuses dans les couches archéologiques, évoquée *supra*, peut aussi être rapprochée de ce gîte.

4.1.3. Classe C : Altérations de roche glauconieuse micacée

La troisième gamme de matières colorantes identifiée à Pendimoun est une classe de calcaires gréseux ferrugineux (22 % en nombre, 27 % de la masse totale). Sur 369 blocs, 314 sont exclusivement rouges (85 % de cette classe). De dureté moyenne (degré 2), ils présentent un pouvoir colorant moyen à fort.

Cette roche à structure massive est macroscopiquement proche de la classe B, mais se distingue par ses nombreuses inclusions de silicates (quartz, feldspaths, muscovites). L'arsenic n'est pas détecté au MEB-EDS, qui révèle en revanche des grains de phosphate de calcium et de fluor. Les structures minéralogiques détectées en diffraction des rayons X sont l'hématite, la calcite, le quartz et la muscovite.

Définir la place de ce matériau au sein du corpus archéologique et du contexte géologique

pose plusieurs problèmes. Par certains aspects, la classe C présente de fortes correspondances avec la classe B (structure) mais aussi des caractères antinomiques (absence de l'élément As). La concentration relative de certains constituants (oolithes de fluorapatite fréquentes en B, micas très présents dans C) plaide pour une origine génétique commune. Deux cas de figure peuvent être proposés : (i) soit on a affaire à deux faciès issus d'un même matériau et donc d'un même gîte (auquel cas le type de sédimentation a changé au cours du temps : le passage progressif à un contexte hémipélagique à l'Hauterivien a pu augmenter la contribution du détritisme pour la classe C) ; (ii) soit ce sont deux matériaux contemporains de gîtes distincts.

En l'état actuel, il est difficile de trancher. Mais si la géomatière de la classe C n'est pas issue du même gîte que celle de la B, il est plausible qu'elle provienne d'un des nombreux affleurements du Crétacé inférieur identifiés dans l'environnement géologique local, soit à moins de 5 km du site.

4.2. Géomatères introduites à Nice – Giribaldi

Le corpus étudié à Nice – Giribaldi est constitué de 443 blocs de matière colorante, pour une masse totale de 1166 grammes. Les blocs de couleur rouge-orange représentent 82 % du corpus ; 17 % sont jaunes, dont 5 % jaunes et rouges. Deux blocs noirs et deux petits fragments de dimensions millimétriques de matière colorante bleue ont aussi été mis au jour.

Trois grandes gammes de géomatères ont pu être identifiées. La portion qui n'a pas pu être classée correspond à 13 % du corpus en nombre de blocs, mais aussi à 19 % de la masse totale.

Les analyses physicochimiques ont été appliquées à onze échantillons de la classe D et sept de chaque autre gamme (E et B).

4.2.1. Classe D : Bauxites

La principale gamme de matières colorantes introduite à Giribaldi (47 % du nombre total de blocs pour 19 % de la masse totale) est constituée de matériau bauxitique orangé à rouge (Fig. 3D). Cohérents et tendres (degré 2 sur l'échelle de

Mohs), ces blocs ont été mis en œuvre par abrasion sur un support plan, d'après les traces observées (43 % des blocs portent d'une à quatre facettes planes ou plan-convexes, et 36 % des stries parallèles ou sub-parallèles). D'après les expérimentations, ce mode de réduction permet de produire une poudre fine homogène dotée de bonnes propriétés colorantes (Salomon, 2009 ; Salomon *et al.*, 2008).

L'identification macroscopique de cette classe est facilitée par ses caractères pétrologiques : roche massive à petites pisolithes millimétriques à infra-millimétriques, d'un rouge foncé (parfois à zonations plus claires), prises dans une matrice orangée cryptocristalline. On observe parfois des inclusions noires ou blanches néoformées. Les analyses MEB-EDS mettent en évidence que les pisolithes sont principalement composées de fer. Dans la matrice, le taux de fer monte jusqu'à 12 % ; celui de l'aluminium est souvent proche de celui du silicium, parfois plus important. Les éléments minoritaires sont le titane et le cobalt dans les pisolithes ferrugineuses et l'étain dans la matrice. Les inclusions noires sont riches en manganèse, titane, cobalt et magnésium ; les inclusions blanches et zonations claires des pisolithes sont majoritairement composées d'oxydes d'aluminium. Des grains de zircon sont fréquemment observés. Les phases cristallines mises en évidence sont la kaolinite, parfois associée à la boémite dans les blocs les plus cohérents, l'hématite, le quartz et la calcite. L'anatase a été repérée dans un échantillon.

Le corpus de blocs bauxitiques importés à Giribaldi est plutôt homogène. Il est principalement constitué d'une roche orangée, à petits pisolithes arrondis. La teneur en aluminosilicates (kaolinite) est importante, au point de supplanter parfois les oxy(hydroxy)de d'aluminium (boémite). Les variabilités chimiques et minéralogiques sont peu importantes : la grande majorité des blocs de la classe D peut provenir d'un unique gisement.

Un examen comparatif pétrologique et chimique permet de rattacher ce gisement aux bauxites allochtones, riches en kaolinite et petites pisolithes, dont les poches plus ou moins étendues abondent dans les parties occidentale (Rians, Regagnas) et septentrionale (Ampus, Lorgues, Salernes, Tourtour, Villecroze) du département du Var. Ces dernières se situent à 70-80 km du site.

4.2.2. Classe E : Grès psammitiques du Permien

Nice - Giribaldi a livré un assemblage (13 % en nombre et 27 % en masse) de blocs jaunes friables (dureté 1 ou 2) au pouvoir colorant élevé (Fig. 3E).

Cette roche poreuse est constituée de nombreux petits grains de mica blanc et de quartz, englobés par une matrice fine ferrugineuse. L'agencement des grains suggère un compactage plus ou moins prononcé. Les cristallisations de calcite sont fréquemment observées. L'élément fer est diffusé dans la matrice et associé à de faibles taux de phosphore, de cobalt, de nickel et de titane, ce dernier n'étant pas systématiquement détecté. L'étain est détecté dans les grains de mica, à l'état d'élément minoritaire (moins de 1 %). Des grains de chlorite (biotite altérée) et de phosphate riche en éléments lanthanides (monazite) témoignent, une fois encore de l'origine granitique des apports détritiques. Les phases structurales identifiées sont la muscovite, la goethite, la sanidine dans un échantillon (feldspath très présent dans la rhyolite), le quartz et la calcite.

La gamme E est donc un grès psammitique (roche litée à micas blancs abondants) à ciment ferrugineux, alimenté par des produits de volcanisme et affecté dans le temps par des actions de compaction (recouvrement, tassement, déformation, etc.). Une comparaison avec le référentiel prospecté dans la vallée de l'Argens et le bassin du Luc permet de rattacher la classe E à la Formation Claire (rCl), ou à la Formation de la Paro (rPa).

4.2.3. Classe B : Altérations de roche carbonatée glauconieuse

Enfin une troisième gamme de matières colorantes a pu être discriminée (28 % en nombre et 34 % en masse). Les blocs sont rouges, jaunes ou bruns, avec une fraction microcristalline (dureté 1 ou 2) tendre et une autre bien cristallisée, plus dure (3+).

Dotée d'une structure massive ou litée, finement cristallisée, la matrice englobe de petits filons ferrugineux bien cristallisés, des grains de glauconite et des micas blancs. Sur trois blocs, des cristaux pyramidaux, peut-être de marcassite,

ont été observés. L'élément fer est principalement diffusé dans la matrice et dans les « filons », parfois associé au manganèse. Les phases structurales identifiées par diffraction des rayons X sont la calcite, le quartz, la goethite (blocs jaunes et bruns) et l'hématite (blocs rouges).

Cette classe de géomatière provient, comme la gamme B de Castellar – Pendimoun, de l'altération d'une roche carbonatée riche en glauconie. Il est cependant peu probable que les occupants de Giribaldi soient allés s'approvisionner précisément sur cet affleurement. En effet, les deux faciès présentent des différences sensibles (structure non vacuolaire, cortège d'éléments mineurs différents, présence de micas blancs). L'assemblage de Giribaldi paraît plus homogène. De nombreux niveaux glauconieux sont mentionnés localement, de l'Hauterivien à l'Albien compris. Plusieurs sources peuvent être avancées : le niveau hauterivien riche en glauconie et oolithes ferrugineuses affleure à moins de 2 km à l'est et 3 km au nord du site.

4.2.4. Cas particuliers : azurite et hématite oolithique

D'après une précédente étude, les deux petits fragments bleus sont des grains d'azurite (Binder, 2004b), un carbonate de cuivre de formule $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$. D'après la littérature géologique et minière, plusieurs sources potentielles peuvent être avancées dans l'arc liguro-provençal (Fig. 1C) :

- Des minéralisations de cuivre ont été repérées et parfois exploitées dès le Chalcolithique dans la partie occidentale du Massif des Maures, à Collobrières – Maraval, Pierrefeu-du-Var – Peyrol ou encore le Pradet – Cap Garonne (Renault *et al.*, 2005).
- Dans le nord des Alpes-Maritimes, des exploitations chalcolithiques sont évoquées à Daluis – Roua ou encore à Daluis – l'Hubac du Jourdan (Mari, 2002, 2008).

Un unique bloc d'hématite oolithique a été mis au jour à la base d'une fosse. De grandes dimensions (40 x 35 x 17 mm, pour 21 grammes), il porte quatre facettes planes qui permettent de déduire qu'il a été travaillé par abrasion. Ce fragment de calcaire à oolithes ferrugineuses peut provenir du Toarcien de Brignoles (proche des gisements de bauxites et de grès permien) ou bien du Hauterivien de l'arrière-pays niçois

(Saint-Laurent-de-l'Escarène) où il serait mitoyen de bancs de glauconie altérée.

5. STRATÉGIES ÉCONOMIQUES AU NÉOLITHIQUE ANCIEN ET MOYEN

5.1. Castellar – Pendimoun, site *impresso-cardial*

L'étude du matériel céramique et lithique de Pendimoun révèle son statut soit pionnier (*Impressa*), soit périphérique et tourné vers des activités saisonnières et spécialisées (Cardial). La production céramique s'appuie principalement sur les ressources offertes par l'abri (argile, eau, glauconie puis calcite en dégraissant), tandis que les silex locaux ne sont guère exploités que pour produire quelques éclats. L'industrie lithique mobilise des matières premières d'origine plus éloignée (Haut-Var, Vaucluse).

En plus des quelques fragments d'hématite oolithique, le corpus de matières colorantes de Pendimoun comprend trois principales gammes de roches :

- Des marcassites jaunes ou rouges oxydées, dures et riches en oxy(hydroxy)des de fer (classe A).
- Une roche microcristalline goethitique, vacuolaire ou massive, issue de l'altération de faciès carbonatés glauconieux (classe B) ; les blocs fournissent une poudre jaune soit par simple contact, soit par broyage dans le cas des fractions bien cristallisées.
- Une géomatière grés-carbonatée altérée (classe C), probablement formée dans un contexte proche de la classe B ; ces blocs rouges ont un degré de dureté faible.

Les contextes géologiques permettant de se procurer ces matières premières sont bien répandus et facilement accessibles dans l'environnement local (inférieur à 5 km) du site, y compris dans l'abri (Fig. 1C). La glauconite a d'ailleurs été fortement exploitée comme dégraissant céramique.

L'économie des matières colorantes témoigne d'une exploitation à large spectre de roches répandues et la variabilité qualitative (dureté, degré de cristallisation, richesse en oxy(hydroxy)des de fer) des blocs de la classe B plaide aussi pour une récolte peu sélective. Cette acquisition a pu être effectuée directement par les occupants de l'abri.

5.2. Nice – Giribaldi, site de plein air au cœur d'un réseau au Chasséen

Le Chasséen est marqué par un accroissement des niveaux de spécialisation pour tous les aspects de la production matérielle et une dichotomie accrue entre activités domestiques peu investies et activités à fort investissement technique. Matériaux locaux et exogènes se côtoient au sein des assemblages et les chaînes opératoires elles-mêmes (acquisition, mise en forme, préparations, utilisations, etc.) sont fragmentées dans l'espace. Giribaldi capte ainsi des géomatières diverses (obsidienne, silex bédoulien et oligocène, quartz alpin, roches vertes) selon des modalités variées (nucléus bruts, préformes, outils finis pour ce qui concerne les roches taillées).

Pour les matières colorantes, deux logiques d'acquisition peuvent être mises en évidence à Giribaldi (Fig. 1C). D'une part, on observe l'exploitation de géomatières d'origine locale (inférieure à 5 km) : faciès glauconieux altérés (classe B) et hématite oolithique. De l'autre, deux gammes de matières exogènes, aux propriétés spécifiques, sont importées : (i) les bauxites riches en kaolinite et hématite du Haut-Var (classe D : 70-90 km) et (ii) les grès ferrugineux jaunes du Permien de Provence orientale (classe E : 60-70 km). Il est intéressant de remarquer que les blocs tendres de bauxites (et peut-être certains grès permien) portent de nombreuses facettes qui attestent leur pulvérisation par abrasion. Les blocs de glauconie altérée ne portent pas de tels stigmates : ils peuvent être travaillés par broyage/concassage ou simple frottement sur support souple.

Les affleurements glauconieux, qui abondent dans l'environnement local du site, ont pu être vus directement par les occupants de Giribaldi. Les bauxites et les grès permien, en revanche, sont trop distants pour faire l'objet d'expéditions journalières. Il n'est pas possible de savoir si leur transfert a été réalisé lors d'expéditions des habitants de Giribaldi, d'un groupe itinérant ou bien s'il s'agit d'une diffusion par échange. Cependant, leurs aires de répartition relativement adjacentes soulèvent l'hypothèse d'une mise en circulation en commun. Par ailleurs, les formations bauxitiques et permien constituent un possible jalon entre Nice – Giribaldi et les gîtes de silex bédoulien du Vaucluse, qui alimentent l'occupation en préformes ou en produits semi-finis entre 4550 et 4050 BCE.

6. CONCLUSION

Une prospection systématique à l'échelle de l'arc liguro-provençal, associée à la caractérisation pétrologique et physico-chimique des affleurements échantillonnés, a permis de mettre en lumière le riche potentiel d'approvisionnement en matières colorantes offert par la région considérée. Aux roches tendres issues de l'altération de glauconie, trop génériquement appelées « ocre », s'ajoutent les marcassites, les bauxites, les oolithes ferrugineuses et les grès permien. Les conditions de genèse de ces matériaux impliquent des milieux de formation différenciés et une composition variable.

Cette diversité se retrouve également dans les assemblages archéologiques. Au cours du VI^e millénaire BCE, les groupes impresso-cardiaux qui occupent l'abri de Castellar – Pendimoun à des fins spécifiques (fabrication de poteries, grotte-bergerie, chasse), ont privilégié l'exploitation peu sélective de matériaux locaux hétérogènes. Malgré la variabilité de leurs propriétés physiques (cohérence, degré de dureté), ils permettent tous de produire une poudre colorante riche en oxy(hydroxy)des de fer.

Au Néolithique moyen, les habitants chasséens du village de Nice – Giribaldi se tournent vers une économie multipolaire : aux ressources locales déjà exploitées, s'ajoutent des matières exogènes : bauxites et grès permien du Haut-Var. L'exploitation privilégiée de ces nouveaux matériaux suggère un rythme d'approvisionnement régulier, un réseau économique stable et des relations sociales accrues.

La reconstitution des modalités d'acquisition des matières colorantes apporte ainsi des précisions sur l'ensemble du système économique néolithique provençal. Il s'agit désormais d'appréhender l'origine de la dichotomie observée entre le corpus « opportuniste » de Pendimoun et l'assemblage complexe de Giribaldi. Celle-ci est peut-être moins liée aux choix culturels qu'à la hiérarchie des sites au sein du tissu techno-économique. Il conviendra pour cela de caractériser des corpus de matières colorantes provenant d'une part de sites plus « centraux » et pérennes du Néolithique ancien et, d'autre part, de sites « marginaux » saisonniers chasséens.

Bibliographie

- BARDOSSY G., 1982. *Karst bauxites : Bauxite deposits on carbonate rocks*. Amsterdam : Elsevier scientific publishing company.
- BASSO E., BINDER D., MESSIGA B. & RICARDI M.-P., 2006. The Neolithic pottery of Abri Pendimoun (Castellar, France): a petro-archaeometric study. In : M. MAGGETTI & B. MESSIGA (éd.), *Geomaterials in cultural heritage*. Bath: Geological Society Publishing House.
- BIGOT M., DAMIANI L., DELLERY B. & DUROZOY G. (Cartographer), 1967. *Saint-Martine-de-Vésu-bie - le Boléron*.
- BINDER D., 1998. Silex blond et complexité des assemblages lithiques dans le Néolithique liguro-provençal. In : A. D'ANNA & D. BINDER (dir.), *Production et identité culturelle, Actes des deuxièmes rencontres méridionales de Préhistoire récente*, Arles, 1996, Antibes, APDCA : 11-128.
- BINDER D., 2004a. *Un chantier archéologique à la loupe. Giribaldi*. Nice : Musée d'archéologie - Nice Cimiez : 79 p.
- BINDER D., 2004b. Giribaldi et la complexité des sociétés néolithiques. In : D. BINDER (éd.), *Un chantier archéologique à la loupe, Giribaldi*. Nice: Nice Musées : 70-72.
- BINDER D., 2013. *Mésolithique et Néolithique ancien en Italie et dans le sud-est de la France entre 7000 et 5500 BCE cal : questions ouvertes sur les dynamiques culturelles et les procès d'interaction*. Paper presented at the Transitions, ruptures et continuité durant la Préhistoire, actes du XXVII^e Congrès préhistorique de France, Bordeaux, les Eyzies, 2010.
- BINDER D., BROCHIER J.-E., DUDAY H., HELMER D., MARINVAL P., THIÉBAULT S. & WATTEZ J., 1993. L'abri Pendimoun, à Castellar (Alpes-maritimes) : nouvelles données sur le complexe culturel de la céramique imprimée méditerranéenne dans son contexte stratigraphique. *Gallia Préhistoire*, **35** : 177-251.
- BINDER D. & COURTIN J., 1994. Un point sur la circulation de l'obsidienne dans le domaine provençal. *Gallia Préhistoire*, **36** : 310-322.
- BINDER D. & MAGGI R., 2001. Le Néolithique ancien de l'arc liguro-provençal. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, **98** (3) : 411-422.
- BINDER D., GRATUZE B. & VAQUER J., 2012. *La circulation de l'obsidienne dans le sud de la France au Néolithique*. Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, 5 Actes del Congrés Internacional Xarxes al Neolític (VII-III millennium BC). Gavà, 2-4 février 2011, Gavà Bellaterra : 189-200.
- BINDER D., LEPÈRE C. & MAGGI R., 2008. Épipaléolithique et Néolithique dans l'arc liguro-provençal : bilan et perspectives de recherche. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, supplément 1* : 49-62.
- BINDER D. & SÉNÉPART I., 2010. La séquence de l'Impresso-Cardial de l'abri Pendimoun et l'évolution des assemblages céramiques en Provence. In : C. MANEN, F. CONVERTINI, D. BINDER & I. SÉNÉPART (éd.), *Premières sociétés paysannes de Méditerranée occidentale : structure des productions céramiques. Séance de la Société Préhistorique Française. Toulouse, 11-12 mai 2007*. Paris : Société Préhistorique Française, **51** : 150-167.
- CORNELL R. M. & SCHWERTMANN U., 2006. *The iron oxides : Structure, properties, reactions, occurrences and uses*. 2^{de} éd., Weinheim : John Wiley & Sons.
- DE FRANCESCO A. M., & CRISCI G. M., 2007. Provenance de l'obsidienne. In : J. GUILAINE, C. MANEN & J.-D. VIGNE (éd.), *Pont de Roque-Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*. Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique : 83-85.
- DE LAPPARENT. J., 1930. *Les bauxites de la France méridionale*. Paris, Imprimerie nationale : 187 p. + fig. et pl.
- DEBRAND-PASSARD S., COURBOULEIX S. & LIENHARDT M.-J., 1984. *Synthèse géologique du Sud-Est de la France, Stratigraphie et paléogéographie*. Orléans : BRGM Éditions, **125**.
- DEER W. A., HOWIE R. A. & ZUSSMAN J., 1966. *An introduction to the rock-forming minerals*. Harlow : Longman.
- ECHALLIER J.-C., 1991. La céramique. Les matières premières. In : D. BINDER (éd.), *Une économie*

- de la chasse au Néolithique ancien. *La grotte Lombard à Saint-Vallier-Thiery (Alpes-Maritimes)*. Paris : CNRS Éditions, **5** : 71-89.
- ECHALLIER J.-C. & COURTIN J., 1994. Approche minéralogique de la poterie du Néolithique ancien de la Baume Fontbrégoua à Salernes (Var). *Gallia Préhistoire*, **36** : 267-297.
- FAURE-MURET A. & FALLOT P., 1957. *Carte géologique détaillée de la France, Puget-Théniers 946*. Orléans, Éditions du Bureau de recherches géologiques et minières.
- GASSIN B., LÉA V., LINTON J. & ASTRUC L., 2006. Production, gestion et utilisation des outillages lithiques du Chasséen méridional. In : L. ASTRUC, F. BON, V. LÉA, P.-Y. MILCENT, S. PHILIBERT (dir.), *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques*, XXVI^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Antibes. Éditions APDCA : 223-233.
- GÈZE B. & NESTEROFF W., 1996. *Carte géologique détaillée de la France, Menton-Nice 973*. Orléans, Éditions du Bureau de recherches géologiques et minières.
- KIMBERLEY M. M., 1989. Exhalative Origins of Iron Formations. *Ore Geology Reviews*, **5** : 13-145.
- KORBEL P. & NOVÁK M., 1999. *The complete encyclopedia of Minerals*. Lisse, Netherlands, Rebo International : 296 p.
- LAJOINIE J.-P. & LAVILLE P., 1979. *Les formations bauxitiques de la Provence et du Languedoc : dimensions et distributions des gisements*. Orléans, BRGM Éditions, **100**.
- LÉA V., 2004. Centres de production et diffusion des silex bédouliens au Chasséen. *Gallia Préhistoire*, **46** : 231-250.
- LÉA V., 2012. The Diffusion of Obsidian in the Northwestern Mediterranean: Toward a New Model of the Chassey Culture ? *Journal of Mediterranean Archaeology*, **25** (2) : 147-173.
- MARI G., 2002. *Les Anciennes mines de cuivre du Dôme de Barrot (Alpes-Maritimes)*. Nice, Serre Éditeur.
- MARI G., 2008. *Mines et minéraux de la Provence cristalline*. Nice : Serre Éditeur.
- NICOLAS J., 1968. Nouvelles données sur la genèse des bauxites à mur karstique du sud-est de la France. Leur origine latéritique, leur transport et leur dépôt en milieu aqueux sous forme de bauxite déjà constituée. *Mineralium Deposita*, **3** : 18-33.
- ODIN G. S. & MATTER A., 1981. De glauconarium origine. *Sedimentology*, **28** : 611-641.
- RENAULT S., LÉA V., ROSTAN P. & THIRAUULT É., 2005. Matières premières lithiques et exploitations minières. In : X. DELESTRE (éd.), *15 ans d'archéologie en Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Aix-en-Provence, Edisud : 47-53.
- RICQ-DE BOUARD M., 1996. *Pétrographie et sociétés néolithiques en France méditerranéenne. L'outillage en pierre polie*. Paris, CNRS Éditions, **16**.
- RICQ-DE BOUARD M., 2008. L'outillage de pierre : les roches dures. In : J. TARRÊTE & C.-T. LE ROUX (éd.), *Archéologie de la France. Le Néolithique*. Paris, Éditions Picard et Ministère de la culture et de la Communication : 180-186.
- SALOMON H., 2009. *Les matières colorantes au début du Paléolithique supérieur : sources, transformations et fonctions*. Doctorat, Université de Bordeaux I, Bordeaux, France.
- SALOMON H., VIGNAUD C., COQUINOT Y., PAGÈS-CAMAGNA S., POMIÈS M.-P., GENESTE J.-M. & DAVID F., 2008. Les matières colorantes au début du Paléolithique supérieur. Caractérisation chimique et structurale, transformation et valeur symbolique. *Technè, Hors-série* : 15-21.
- TOUTIN N., 1980. *Le Permien continental de la Provence orientale (France)*. Doctorat, Université de Nice, 2 vol. : 594 p.
- TOUTIN-MORIN N. & DELFAUD J., 1987. Les facteurs régissant le détritisme permien dans le bassin du bas-Argens (Provence orientale). Leur expression dans la pétrographie des sédiments. *Géologie Alpine*, **13** : 47-56.
- TOUTIN-MORIN N., CREVOLA G., GIRAUD J. D., DUBAR M., BROCARD C., DARDEAU G., BULARD P. F., MEINESZ A., BONIJOLY D., 1994a. *Carte géologique de la France (1/50 000 feuille Fréjus-Cannes (1024)*. Orléans, Éditions du Bureau de recherches géologiques et minières.

- TOUTIN-MORIN, N., BONIJOLY, D., BROCARD, C., BROUTIN, J., CRÉVOLA, G., DARDEAU, G., DUBAR M., FERAUD J., GIRAUD J. D., GODEFROY P., LAVILLE P., MEINESZ A., 1994b. *Notice explicative de la carte géologique de la France (1/50 000 feuille Fréjus-Cannes (1024))*. Orléans, Éditions du Bureau de recherches géologiques et minières : 187 p.
- TRIAT J.-M., 1982. *Géologie des ocres de Provence : paléooltérations dans le Crétacé supérieur de Provence rhodanienne*. Strasbourg : Université Louis-Pasteur, Institut de géologie.
- TRIAT J.-M., 2010. *Les Ocres*. Paris, CNRS Éditions : 198 p.
- VALETON I., 1996. *Bauxites*. Amsterdam, Elsevier.
- VAQUER J., 2007. Le rôle de la zone nord-tyrrhénienne dans la diffusion de l'obsidienne en Méditerranée nord-occidentale au néolithique. In : J. CESARI, A. D'ANNA, L. OGEL & J. VAQUER, *Actes du 128^e Congrès National des Sociétés Historiques et Scientifiques « Corse et Sardaigne préhistoriques : relations et échanges dans le contexte méditerranéen » (Bastia, 14-21 avril 2003)*. Éditions du CTH, Paris : 99-119
- VAQUER J., 2012. Réflexions sur échanges de biens matériels lithiques entre le Midi de la France et le nord de la péninsule ibérique au Néolithique et au Chalcolithique. *Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, 5 Actes del Congrés Internacional Xarxes al Neolític (VII-III millennium BC)*. Gavà, 2-4 février 2011, Gavà Bellaterra : 565-574.
- VINCHON C., 1984. *Sédimentogénèse et métallogénèse du Permien du Dôme du Barrot : Alpes-Maritimes, France*. Thèse d'État. Orléans, Éditions du Bureau de recherches géologiques et minières, 70 : 445 p.
- VINCHON C. & TOUTIN-MORIN N., 1987. Convergence de faciès et paléoenvironnements dans les bassins sédimentaires du Permien supérieur de l'Argentera-Barrot et de Provence orientale. *Géologie Alpine*, **13** : 57-67.
- Adresse des auteurs :
- Jean-Victor PRADEAU
Didier BINDER
Martine REGERT
CEPAM
UMR 7264 CNRS – UNS
Campus SJA 3
24, Avenue des Diables Bleus
06 357 Nice Cedex 4 (France)
jean-victor.pradeau@cepam.cnrs.fr
didier.binder@cepam.cnrs.fr
martine.regert@cepam.cnrs.fr
- Chrystèle VÉRATI
Jean-Marc LARDEAUX
Géoazur
UMR 7329 CNRS – UNS
250 rue Albert Einstein Sophia Antipolis
06560 Valbonne (France)
chrystele.verati@unice.fr
lardeaux@unice.fr
- Stéphan DUBERNET
Yannick LEFRAIS
IRAMAT – CRP2A
UMR 5060 CNRS – Bordeaux Montaigne
Maison de l'Archéologie
33607 Pessac (France)
stephan.dubernet@u-bordeaux-montaigne.fr
yannick.lefrais@u-bordeaux-montaigne.fr
- Ludovic BELLOT-GURLET
MONARIS UMR 8233 CNRS
UPMC
4, Place Jussieu
75252 Paris Cedex 05 (France)
ludovic.bellot-gurlet@upmc.fr
- Paolo PICCARDO
Metallurgia DCCI
Università di Genova via Dodecaneso 31
16146 Genova (Italia)
paolo.piccardo@gmail.com