



**HAL**  
open science

# Les matières colorantes au sein des systèmes techniques et symboliques au Néolithique (VI<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> millénaires BCE) dans l'arc liguro-provençal

Jean-Victor Pradeau

► **To cite this version:**

Jean-Victor Pradeau. Les matières colorantes au sein des systèmes techniques et symboliques au Néolithique (VI<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> millénaires BCE) dans l'arc liguro-provençal. Sociologie. Université Nice Sophia Antipolis, 2015. Français. NNT : 2015NICE2019 . tel-01218726

**HAL Id: tel-01218726**

**<https://theses.hal.science/tel-01218726v1>**

Submitted on 21 Oct 2015

**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.

Thèse pour obtenir le titre de Docteur de l'Université Nice Sophia-Antipolis  
École doctorale : Lettres, Sciences Humaines et Sociales (LSHS)  
Discipline : Préhistoire

Présentée et soutenue publiquement le 22 juin 2015 par

**Jean-Victor PRADEAU**

# Les matières colorantes au sein des systèmes techniques et symboliques au Néolithique (VI<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> millénaires BCE) dans l'arc liguro-provençal

*Composition du jury :*

M<sup>me</sup> Martine REGERT – **Directrice de thèse**  
(Directrice de Recherche, CNRS, CEPAM Nice)  
M. Paolo PICCARDO – **Rapporteur**  
(Professeur, Università degli Studi di Genova, DCCI)  
M. Jean VAQUER – **Rapporteur**  
(Directeur de Recherche, CNRS, TRACES Toulouse)

M. Ludovic BELLOT-GURLET – **Président**  
(Professeur, Université Pierre et Marie Curie, MONARIS Paris)  
M. Didier BINDER – **Examineur**  
(Directeur de Recherche, CNRS, CEPAM Nice)  
M. Stéphan DUBERNET – **Examineur**  
(Ingénieur d'études, CNRS, IRAMAT-CRP2A Bordeaux)  
M. Jean-Marc LARDEAUX – **Examineur**  
(Professeur, Université de Nice Sophia-Antipolis, Géoazur)









Thèse pour obtenir le titre de Docteur de l'Université Nice Sophia-Antipolis  
École doctorale : Lettres, Sciences Humaines et Sociales (LSHS)  
Discipline : Préhistoire

Présentée et soutenue publiquement le 22 juin 2015 par

**Jean-Victor PRADEAU**

**Les matières colorantes  
au sein des systèmes techniques et symboliques  
au Néolithique (VI<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> millénaires BCE)  
dans l'arc liguro-provençal**

Composition du jury :

M<sup>me</sup> Martine REGERT – **Directrice de thèse**  
(Directrice de Recherche, CNRS, CEPAM Nice)

M. Paolo PICCARDO – **Rapporteur**  
(Professeur, Università degli Studi di Genova, DCCI)

M. Jean VAQUER – **Rapporteur**  
(Directeur de Recherche, CNRS, TRACES Toulouse)

M. Ludovic BELLOT-GURLET – **Président**  
(Professeur, Université Pierre et Marie Curie, MONARIS Paris)

M. Didier BINDER – **Examineur**  
(Directeur de Recherche, CNRS, CEPAM Nice)

M. Stéphan DUBERNET – **Examineur**  
(Ingénieur d'études, CNRS, IRAMAT-CRP2A Bordeaux)

M. Jean-Marc LARDEAUX – **Examineur**  
(Professeur, Université de Nice Sophia-Antipolis, Géoazur)





*Colors of the sun*

*Colors waves of foam*

*Colors make me down*

**Girls in Hawaii, Colors**

////////////////////////////////////

*Quand une famille part à l'étranger pour faire des économies,  
elle ne va ni à Londres ni à Paris, mais en toute hâte  
sur la Côte d'Azur, qui a la réputation d'être l'endroit  
le moins cher et le plus beau qui soit au monde.*

**Francis Scott Fitzgerald,  
Un livre à soi, « Comment vivre de rien ou presque à l'année »**

////////////////////////////////////





# Remerciements

Les travaux assemblés dans ce mémoire reposent sur cinq années de recherche, au cours desquelles j'ai été amené à découvrir et à assimiler des connaissances et des savoir-faire d'une grande diversité. C'est avec un plaisir non retenu que j'ai pu me pencher sur les sociétés néolithiques, sur la belle région méditerranéenne ou encore sur la richesse de la discipline géologique, autant d'aspects que je n'avais, au plus, qu'effleurés avant mon arrivée en pays nissart.

L'essentiel de mes activités s'est déroulé au laboratoire « Cultures et Environnements Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge » (CEPAM – UMR 7264), dirigé par Didier Binder puis par Martine Regert. Le laboratoire de Géoazur (UMR 7329), sous la direction d'Emmanuel Tric, m'a accueilli dans le cadre de préparations d'échantillons et d'analyses pétrographiques. Les analyses physico-chimiques ont eu lieu au Centre de Recherche en Physique appliquée à l'Archéologie (IRAMAT-CRP2A – UMR 5060) et au Laboratoire de Dynamique, Interactions et Réactivité (LADIR – UMR 7075, désormais MONARIS – UMR 8233), respectivement sous la direction de Pierre Guibert et de M. Esmail Alikhani. J'adresse à tous ma gratitude pour m'avoir si bien accueilli dans leur unité.

Je tiens également à remercier l'Université de Nice Sophia Antipolis qui a soutenu ces recherches en me faisant bénéficier d'un contrat doctoral. Le Ministère de la Culture et de la Communication a assuré le financement de plusieurs missions de terrain et d'analyses à travers le Projet Collectif de Recherche ETICALP, dirigé par Didier Binder.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance aux membres du jury, pour avoir accepté d'évaluer mon travail : Ludovic Bellot-Gurlet, Didier Binder, Stéphan Dubernet, Jean-Marc Lardeaux, Paolo Piccardo et Jean Vaquer.

J'ai eu la chance d'être formé, encadré et soutenu tout au long de cette thèse par plusieurs personnes, qui ont constitué autant de piliers complémentaires et indispensables pour mener à bien ma démarche transdisciplinaire. Cette recherche n'aurait pu être menée à bien sans eux.

**Martine Regert** est à l'origine de tout cela. Les premières lignes mêlant sciences de l'Homme et de la matière que j'ai pu lire sont d'elle. L'émulsion a pris et la volonté de croiser les approches s'est imposée à moi. Je me suis donc démené pour me former auprès d'elle dans le cadre de mon master et suis parvenu à mes fins. Le thème des matériaux de la couleur pourrait passer pour une excuse. La rigueur scientifique et les qualités humaines rencontrées, ainsi que mon attirance personnelle pour les champs de recherche « en jachère » ont suffi : j'ai été irrémédiablement mordu et résolu à poursuivre sur ce chemin. Le talent de Martine pour mener une démarche scientifique à l'interface de différentes disciplines, sa disponibilité et sa pédagogie patiente furent de précieux atouts dans la réalisation de cette recherche. Chaque « joute verbale » a été un joyeux moment d'échanges constructifs, de questions pragmatiques et de conseils avisés, qui ont tous apporté au perfectionnement de ce travail et à la construction de mon bagage intellectuel. Me former et travailler auprès d'elle a été un véritable

enrichissement et un réel plaisir. Je voudrais lui adresser ici un peu plus qu'un remerciement et de la reconnaissance.

**Didier Binder** est, sans nul doute, le tuteur archéologique de cette recherche. Sa culture vraisemblablement sans bornes, son esprit si particulier et ses grandes qualités critiques m'ont permis de me sensibiliser à de nombreux aspects des sciences de l'Homme, de prendre de la hauteur dans ma vision des choses et de consolider mon raisonnement. Pour tout cela et pour la découverte de *King Crimson*, merci.

Toute ma gratitude aussi à **Chrystèle Vératy** et à **Jean-Marc Lardeaux**. Tous deux m'ont ouvert aux horizons de la géologie. Grâce à eux, j'ai pu acquérir des bases théoriques indispensables pour la prospection et pour l'étude pétrographique. Ils m'ont aussi apporté un soutien inestimable en m'aidant à poser les premiers jalons de l'étude pétrologique de mon matériel et en me guidant dans l'interprétation de mes résultats.

Un grand merci à **Ludovic Bellot-Gurlet** pour sa disponibilité, son excellent accueil au LADIR et son encadrement pédagogique lors des analyses par microspectroscopie Raman. Sa grande expertise des méthodes vibrationnelles et des matériaux du patrimoine a été un précieux atout pour discuter des résultats de mes analyses et de choix méthodologiques divers.

Grâce à **Paolo Piccardo**, j'ai pu explorer plusieurs pistes analytiques et mettre en œuvre des expérimentations au *Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale* de l'Université de Gênes. Je me dois de le remercier chaleureusement pour sa grande générosité, pour la spontanéité de son accueil, pour les discussions fructueuses que nous avons eues et pour la découverte du magnifique *cimitero di Staglieno*.

Mes plus vifs remerciements s'adressent également à **Stéphan Dubernet** et à **Yannick Lefrais**, qui m'ont accueilli et encadré au CRP2A, pour les investigations par diffraction des rayons X et par microscopie électronique à balayage. Leur savoir-faire technique, leur pédagogie et leur compétence interprétative m'ont été d'une grande aide pour parfaire mon bagage analytique et pour mieux appréhender et « faire parler » mon matériel. Au près d'eux, j'ai acquis une meilleure maîtrise de ces méthodes et une plus grande indépendance technique, tout en bénéficiant toujours de leur présence au bon moment.

Au-delà de ce « cercle intérieur » auquel je dois tant, de nombreuses personnes ont apporté, de près ou de loin, une contribution décisive pour ce travail. Que tous trouvent dans ces lignes la marque de ma reconnaissance.

Plusieurs membres du CEPAM m'ont fait bénéficier de leurs lumières, de leurs compétences, de leur temps ou de tout cela à la fois. Je tiens ainsi à remercier **Sylvie Beyries** et **Cédric Lepère** pour les conseils avisés dont ils m'ont fait profiter pour les expérimentations élaborées dans le cadre de ce travail. Cédric Lepère m'a d'abord aidé dans la fabrication d'une partie du matériel expérimental – les plaques céramiques – et Sylvie Beyries a ensuite su porter mes velléités d'études tracéologiques : elle m'a initié aux secrets de la discipline et m'a fréquemment assisté dans la lecture des stigmates sur blocs de bauxite ou sur galets. La base de données a été élaborée avec l'aide généreuse d'**Antoine Pasqualini**. Merci aussi à **Sabine Sorin** pour sa capacité d'écoute ; je lui dois la numérisation du

cylindre imprimé, le traitement des données et la composition minutieuse des illustrations qui en découlent. J'adresse ma gratitude à l'inoxydable **Antonin Tomasso** pour son aide, sa disponibilité et sa grande patience pour toutes les requêtes que j'ai pu lui faire au sujet du référentiel de matières premières MP-ALP. Enfin et surtout, un grand merci à **Michel Dubar** pour toutes nos discussions autour de la minéralogie et de la gîtologie des matières colorantes. Son érudition pour tout ce qui a trait aux sciences de la Terre et à la région a été une source inépuisable de pistes et de renseignements.

Plusieurs chercheurs m'ont apporté, à un moment ou à un autre, leur expertise pour mieux comprendre les vestiges associés à mon matériel : **Sylvie Beyries** pour les galets usés, **Henri Duday** (du laboratoire PACEA – UMR 5199) pour les blocs de calcaire qui ceinturaient les sépultures, **Caroline Hamon** (du laboratoire Trajectoires – UMR 8215) pour le macro-outillage, **Cédric Lepère** pour la céramique, **Didier Binder** pour à peu près tout.

Je dois à **Michel Dubar** ainsi qu'à **Lionel Gourichon**, ma formation à la préparation des échantillons : indurations, sciages et autres rectifications. Cette formation et ces activités indispensables à la préparation de mes analyses ont été complétées par un apprentissage du polissage auprès de **Lucie Orsoni** et de **Michel Manetti** (Géoazur), que je remercie vivement.

Un grand merci aux membres de l'ancien LADIR et de l'IRAMAT-CRP2A pour leur accueil chaleureux, en particulier **Céline Paris** (LADIR), qui m'a encadré quand l'emploi du temps de Ludovic Bellot-Gurlet ne lui permettait pas d'être présent, **François-Xavier Le Bourdonnec**, **Nadia Cantin** et **Brigitte Spiteri** (CRP2A) pour le traitement des données d'analyses et pour la préparation des échantillons.

Ma thèse a aussi été l'occasion de franchir la porte du laboratoire pour me confronter au terrain archéologique et géologique méditerranéen.

Je tiens à remercier **Cédric Lepère** de m'avoir accepté et encadré sur le site de Roquestéron – la Bréguée (Alpes-Maritimes) en août 2011. Ses grandes qualités pédagogiques et humaines ont profondément amélioré mes compétences sur le terrain. Je dois aussi à **Alain Carré**, **Sébastien Guillon**, **Auréade Henry**, **Florian Motte** et **Louise Purdue** de précieux conseils et de joyeux moments de vie.

Je suis reconnaissant à **Joseph Cesari** et à **Franck Leandri** et à toute l'équipe de fouille du site de Sollacaro – Campo Stefano (Corse-du-Sud) que j'ai côtoyée en septembre 2011, pour les compétences acquises lors de cette enrichissante expérience. Un merci particulier à **Céline Bressy-Leandri** et à **Franck** pour leur accueil et leur générosité.

Un grand merci à **Guillaume Porraz**, **Louise Purdue** et **Antonin Tomasso** pour leur accueil sur le site prometteur de Jabron – Prés-de-Laure (Var) en 2013, en espérant pouvoir collaborer plus avant dans très peu de temps...

Mes propres travaux de terrain, qui visaient à remonter la trace des gîtes de roches rouges et jaunes, n'auraient pas été aussi efficaces ni plaisants sans les conseils, la disponibilité, l'agréable présence ou encore le soutien de **Didier Binder**, **Gourguen Davtian**, **Michel Dubar**, **Marzia Gabriele**, **Sébastien Guillon**, **Jean-Marc Lardeaux**, **Arnaud Mazuy**, **Liliane Meignen**, **Antoine Pasqualini**, **Antonin Tomasso**, **Chrystèle Vératy** et surtout **Florian Motte** et sa famille qui m'ont accueilli plusieurs jours en décembre 2011.



Toute ma gratitude va aux relecteurs méticuleux grâce à qui la majorité des coquilles et des aberrations ont été expurgées : **Martine Regert** bien sûr, mais aussi **Didier Binder**, **Janet Battentier**, **Cristina De Stefanis**, **Claire Delhon**, **Léa Drieu**, **Liliane Meignen**, **Erwan Messenger**, **Louise Purdue**, **Marion Rivoal** et **Hélène Salomon**. Le travail de mise en page a grandement bénéficié de l'aide et des conseils d'**Antoine Pasqualini**.

À côté de toutes ces contributions actives à mon travail de thèse, je suis redevable à beaucoup de monde pour un geste, une aide, un conseil, une idée, un peu – parfois beaucoup – de temps offert. Si ces générosités ne se retrouvent pas nécessairement de façon limpide dans ce travail, elles ont toutes été d'une grande aide pour moi.

J'ai ainsi une pensée particulière pour les collègues avec qui je travaille sur le site de Poilhes – Régismont-le-Haut (Hérault), point de départ de ma lubie pour les cailloux rouges, jaunes et noirs : **François Bon** et **Romain Mensan** bien sûr, mais aussi **Lars Anderson**, **Mathieu Lejay** et surtout **Hélène Salomon**.

Merci aussi aux membres de l'équipe du PCR « Essai de caractérisation de l'origine des hématites oolithiques exploitées durant la Préhistoire récente » et de la table ronde *About Hematite*, pour leur dynamisme et les fructueuses discussions : **Cyril Billard**, **Dominique Bosquet**, **Éric Goemaere**, **Caroline Hamon**, **Ivan Jadin**, **Hélène Salomon** et **Xavier Savary**.

L'école thématique Arfema a été l'occasion de rencontres très enrichissantes, de cours indispensables et d'échanges particulièrement constructifs. Je tiens à adresser ma reconnaissance aux organisateurs pour ce succès et pour m'avoir accepté dans les réunions préparatoires : **Céline Rémazeilles**, **Delphine Neff**, **Hélène Salomon**, **Vivien Mathé**, **Armelle Combaud** et **Isabelle Petron-Tourenne**.

Toute ma gratitude va aussi aux membres du CRP2A, à commencer par **Pierre Guibert** pour son accueil et les échanges tous azimuts que nous avons eus, mais aussi **Claude Ney** pour son aide administrative, **Michel Pernot** pour m'avoir permis de présenter mes travaux et d'en discuter de façon collégiale, ainsi que **Françoise Bechtel**, **Ayed Ben Amara**, **Rémy Chapoulie**, **Floréal Daniel**, **Christelle Lahaye**, **François-Xavier Le Bourdonnec** et d'autres sans doute pour la formation dispensée de façon passionnante et passionnée, les discussions, la disponibilité, les conseils, le thé à la bergamote.

Une pensée toute amicale pour **Hélène Salomon** et pour **Laure Dayet**, mes deux collègues « matcolologues », avec qui j'ai régulièrement le plaisir de partager des conseils de méthode et d'ouvrir des joutes terminologiques. Chaque rencontre au détour d'un colloque ou d'une séance de travail est toujours un bonheur renouvelé. Elles retrouveront dans ces lignes de nombreuses traces de nos réflexions communes.

Enfin, toute ma gratitude à mes collègues du CEPAM (ou affiliés au laboratoire) qui m'ont accueilli, côtoyé, soutenu et facilité la vie tout au long de ces années. Je leur dois d'enrichissantes discussions, des idées constructives, un coup de main au bon moment, de merveilleuses portions de temps.

Merci à **Myriam Bénou** pour son inestimable aide administrative, **Sylvie Beyries** pour m'avoir confié le matériel colorant de Pincevent et pour le thé, **Sandrine Bonnardin** pour la littérature sur la parure et sur le Néolithique, **Alain Carré** pour sa disponibilité et son aide en toute circonstance, **Claire Delhon** pour tout ce qui relève des arbres vivants et morts, **Gourguen Davtian** et **Michel Dubar** une fois encore, **Gilles Durrenmath** pour la bonne humeur et le bon esprit, **Jeannine François** qui a su mettre tant d'ordre dans la vision entropique que j'avais des documents administratifs, **Anne-Marie Gomez** qui a poursuivi sur la même lancée, **Lionel Gourichon** pour les discussions diverses, **Philippe Jansen** pour sa connaissance encyclopédique du parcours de la thèse, **Arnaud Jouvenez** pour sa science des choses informatiques, **Olivier Langlois** pour sa sympathie, **Arnaud Mazuy** pour son aide et sa bonhomie, **Liliane Meignen** pour tant et pour tout (et même formulé ainsi, j'ai le sentiment d'oublier quelque chose), **Erwan Messenger** et **Nicolas Naudinot** pour leur proximité et leurs conseils avisés, **Monique Oger** pour sa capacité à exhumer des publications perdues, **Antoine Pasqualini** pour son amitié indéfectible, ses qualités en tout et son talent à sublimer une page, **Louise Purdue** pour sa générosité, pour m'avoir placé sous la protection de *Mother Earth* et pour les innombrables coups de pouces qui ont grandement apporté au perfectionnement de ce travail, **Vanessa Renaudin** et **Dominique Trousson** pour toute la lecture, **Isabelle Rodet-Belarbi** pour sa grande sympathie, **Sabine Sorin** pour ses conseils en illustration et pour m'avoir permis de participer à la Fête de la science, **Jean-Denys Strich** pour sa générosité et pour les joyeuses discussions autour des ISO, des focales et des diaphragmes, **Isabelle Théry-Parisot** pour tout ce qui relève des arbres brûlés ainsi que pour les calembours, **Arnaud Zucker** pour sa gentillesse.

Une pensée toute particulière pour les amis et collègues jeunes docteurs et doctorants de la Maison des Sciences de l'Homme, avec qui j'ai partagé ces belles années, en particulier : **Hala Alarashi**, **Lorène Chesnaux**, **Carole Cheval**, **Julia Chrzavzez**, **Gregory Gaucher**, **Sébastien Guillon**, **Auréade Henry**, **Thomas Huet**, **Cédric Lepère**, **Mondher Mhamdi**, **Émilie Perez**, **Antonin Tomasso** et **Aurélié Zémour** parmi mes prédécesseurs ; **Janet Battentier**, **Émilie Comes**, **Arianna Commodari**, **Cristina De Stefanis**, **Léa Drieu**, **Eugénie Gauvrit-Roux**, **Gaëlle Œil**, **Isabella Riquelme**, **Fadi Safar** qui me suivent. Je ne sais où placer **Maxime Rageot**, tant nos cheminements sont proches... Merci à mes colocataires de bureau – Aurélié et Thomas, puis Antonin, Cristina, Arianna et bien sûr Maxime – d'avoir su si bien jouer au jeu du « qui a un synonyme de... ? ».

Par-delà tous ces incontournables soutiens liés de près ou de loin à la sphère scientifique, je dois remercier les proches qui m'ont procuré le cadre idéal pour amorcer, développer et achever ce travail.

Une grande aide m'a ainsi été apportée par les amis qui m'ont fréquemment hébergé lors de mes missions : Céline, Émilie et Vincent à Bordeaux, Paolo à Gênes, Jessica et Raphaële à Marseille, Pierre et Sophie à Paris.

Merci à Maxime pour la colocation de l'Auberge Garibaldi. « On va pas s'mentir », nous aurons de nombreuses anecdotes à raconter !

Enfin, je remercie ma famille et toutes les personnes, collègues et amis, ceux qui n'ont pas été cités ici mais que je n'oublie pas, qui m'ont aidé et soutenu durant ces années et ont permis l'accomplissement de ce travail.

Avant d'aborder les choses sérieuses, je dédie une toute dernière ligne à Marion ; sans sa présence, sa patience et son soutien, les choses seraient bien moins douces.



# Sommaire

INTRODUCTION.....	25
CHAPITRE PREMIER. LES MATIÈRES COLORANTES AU NÉOLITHIQUE : ÉTAT DES CONNAISSANCES .....	31
I.1. MATIÈRES COLORANTES, DE QUOI S'AGIT-IL ?.....	33
I.1.1. Couleur, matière colorante, pigment, etc. : définitions essentielles.....	33
I.1.1.1. Couleur et teinte .....	33
I.1.1.2. Matière colorante, pigment et colorant.....	35
I.1.2. Minéralogie des pigments.....	36
I.1.2.1. Goethite.....	37
I.1.2.2. Hématite.....	38
I.1.2.3. Autres oxydes de fer.....	39
I.1.2.4. Cinabre .....	40
I.1.2.5. Oxydes de manganèse.....	40
I.1.2.6. Charbon.....	40
I.1.2.7. Autres minéraux exploitables .....	41
I.1.3. Propriétés .....	42
I.1.3.1. Teinte et pouvoir colorant .....	43
I.1.3.2. Pouvoir couvrant et pouvoir opacifiant.....	43
I.1.3.3. Pouvoir siccatif.....	44
I.1.3.4. Pouvoir abrasif.....	47
I.1.4. Transformation thermique.....	48
I.1.4.1. Oxydes de fer .....	49
I.1.4.2. Cinabre .....	50
I.1.4.3. Oxydes d'aluminium.....	51
I.2. LES MATIÈRES COLORANTES AU NÉOLITHIQUE – ÉTAT DE L'ART.....	53
I.2.1. Aspects archéologiques des matières colorantes néolithiques.....	53
I.2.1.1. Aires d'exploitation des géomatières .....	53
I.2.1.2. Blocs bruts et semi-transformés .....	56
I.2.1.3. Résidus sur outils imputables à la préparation des matières colorantes .....	58
I.2.1.4. Résidus sur outils imputables à l'utilisation des matières colorantes .....	59
I.2.1.5. Matières colorantes et mobilier céramique.....	61
I.2.1.6. Résidus sur éléments de parure .....	61
I.2.1.7. Résidus sur supports immobilier et semi-mobilier .....	62
I.2.1.8. Autres cas en contexte domestique.....	65
I.2.1.9. Matières colorantes en contexte funéraire .....	67
I.2.2. Caractérisation des réseaux d'acquisition .....	69
I.2.2.1. Problématiques.....	69
I.2.2.2. État de l'art.....	71
I.2.3. Modes de préparation et de transformation .....	73
I.2.3.1. Problématiques.....	73
I.2.3.2. Mode de pulvérisation.....	74
I.2.3.3. Adjonction de charges et de liants.....	77
I.2.3.4. Traitement thermique.....	78
I.2.4. Fonction et usage des matières colorantes néolithiques .....	80
I.2.4.1. Problématiques.....	80
I.2.4.2. État de l'art.....	85
I.3. EN RÉSUMÉ .....	95

<b>CHAPITRE II. CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE ET GÉOLOGIQUE .....</b>	<b>97</b>
II.1. CADRE GÉOGRAPHIQUE : L’ARC LIGURO-PROVENÇAL.....	99
II.2. CONTEXTE CHRONO-CULTUREL DE L’ARC LIGURO-PROVENÇAL.....	101
II.2.1. Premières implantations néolithiques et complexe impresso-cardial.....	101
II.2.2. Complexe VBQ et Chasséen méridional – développement du Néolithique.....	103
II.3. SITES ARCHÉOLOGIQUES CONSIDÉRÉS.....	107
II.3.1. Choix des sites .....	107
II.3.2. Castellar – Pendimoun, site impresso-cardial et VBQ en abri sous-roche .....	107
II.3.2.1. Contexte, historique et méthodologie de fouille.....	107
II.3.2.2. Stratigraphie générale.....	109
II.3.2.3. Statut du site de l’Impressa aux VBQ.....	111
II.3.3. Nice – Giribaldi, établissement chasséen en plein-air .....	112
II.3.3.1. Contexte, historique et méthodologie de fouille.....	113
II.3.3.2. Stratigraphie générale.....	114
II.3.3.3. Statut du site dans les deux derniers tiers du V <sup>e</sup> millénaire BCE.....	114
II.3.3.4. Premier repérage des matières colorantes.....	117
II.4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE DE L’ARC LIGURO-PROVENÇAL.....	119
II.4.1. Brève histoire géologique de l’arc liguro-provençal .....	119
II.4.1.1. Néoprotérozoïque et Paléozoïque .....	120
II.4.1.2. Mésozoïque et Cénozoïque .....	120
II.4.1.3. Paysage géologique actuel.....	123
II.4.2. Géomatériaux disponibles.....	124
II.4.2.1. Grès du Permien .....	124
II.4.2.2. Concrétions ferrugineuses issues de l’altération de glauconie et oolites ferrugineuses du Mésozoïque.....	126
II.4.2.3. Concrétions ferrugineuses issues de l’oxydation de sulfures de fer dans des marno-calcaires du Mésozoïque.....	128
II.4.2.4. Bauxites du Crétacé.....	129
II.5. EN RÉSUMÉ.....	137
<b>CHAPITRE III. POUR UNE MÉTHODOLOGIE ADAPTÉE AUX MATIÈRES COLORANTES DU NÉOLITHIQUE.....</b>	<b>139</b>
III.1. RÉFLEXIONS PRÉLIMINAIRES.....	141
III.1.1. Différents aspects des matières colorantes .....	141
III.1.2. Relations entre matières colorantes cohérentes et non cohérentes.....	141
III.2. MÉTHODOLOGIE TRANSDISCIPLINAIRE, INTÉRÊT DE CROISER LES REGARDS.....	143
III.3. PREMIÈRES ÉTAPES INCONTOURNABLES POUR UNE VISION GLOBALE.....	145
III.3.1. Inventaire et classification.....	145
III.3.1.1. Inventaire de l’ensemble du matériel.....	145
III.3.1.2. Classification des blocs de matière première.....	150
III.3.2. Vision globale de la répartition quantitative et spatiale.....	151
III.3.3. Vers un échantillonnage raisonné.....	152
III.4. CARACTÉRISATION DES MATÉRIAUX.....	153
III.4.1. Préparation des échantillons .....	153
III.4.1.1. Considérations préliminaires.....	153
III.4.1.2. Préparation des sections polies .....	153
III.4.1.3. Préparation de poudres .....	154
III.4.2. Analyse pétrographique des géomatériaux.....	154
III.4.3. Observations à fort grossissement .....	155
III.4.4. Composition chimique.....	156
III.4.4.1. Analyses élémentaires.....	156
III.4.4.2. Analyses structurales.....	157

III.5. DÉTERMINATION DES MODES DE MISE EN ŒUVRE DES BLOCS .....	161
III.5.1. Expérimentation.....	161
III.5.2. Tracéologie .....	162
III.6. CARACTÉRISATION DES RÉSEAUX D'ACQUISITION .....	163
III.6.1. Détermination de l'économie des matières colorantes à l'échelle du site.....	164
III.6.1.1. Matières premières exploitées : approche qualitative.....	164
III.6.1.2. Approche quantitative .....	165
III.6.2. Constitution d'une lithothèque de référence.....	165
III.6.2.1. Prospection et caractérisation des sources de matière première.....	165
III.6.2.2. Compilation des données dans la base MP-ALP .....	166
III.6.3. Reconstruction du système économique .....	167
III.6.3.1. Identifier la provenance des matières premières.....	167
III.6.3.2. ... et cerner les modalités de leur circulation.....	170
III.7. DESCRIPTION DES MODES DE PRÉPARATION.....	173
III.7.1. Décrire les modalités de production de poudre colorante.....	174
III.7.1.1. Quel bloc pour quel mode de réduction ?.....	174
III.7.1.2. L'expérimentation pour déterminer le mode de réduction des bauxites .....	175
III.7.1.3. Quel outil pour réduire quelle matière première ?.....	175
III.7.2. Tracer l'adjonction de minéraux : comparaison chimique géomatère/résidu .....	176
III.7.3. Détecter la production d'hématite par traitement thermique .....	176
III.7.3.1. Indices macro, méso et microscopiques.....	177
III.7.3.2. Confirmation par observation à très fort grossissement ?.....	178
III.8. DÉFINITION DES FONCTIONS ET USAGES DÉVOLUS AUX MATIÈRES COLORANTES.....	179
III.8.1. Évaluation des propriétés exploitables .....	179
III.8.1.1. D'après les classes de matière premières.....	180
III.8.1.2. D'après les modalités de préparation.....	180
III.8.2. Modalités d'utilisation .....	181
III.8.2.1. Quelle matière colorante... ..	181
III.8.2.2. ... et comment ?.....	181
III.8.2.3. L'expérimentation pour déterminer les interactions bauxite-céramique .....	182
III.9. EN RÉSUMÉ .....	183
<b>CHAPITRE IV. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DES MATIÈRES COLORANTES</b>	
<b>DE CASTELLAR – PENDIMOUN ET DE NICE – GIRIBALDI .....</b>	<b>185</b>
IV.1. INVENTAIRE ET VUE D'ENSEMBLE DES ASSEMBLAGES DE MATIÈRES COLORANTES.....	187
IV.1.1. Résultats de l'inventaire du matériel de Castellar – Pendimoun .....	187
IV.1.1.1. Blocs bruts et semi-transformés .....	187
IV.1.1.2. Outils de préparation des matières colorantes.....	187
IV.1.1.3. Céramiques colorées.....	189
IV.1.1.4. Autre matériel : blocs calcaires colorés et cylindre imprimé.....	190
IV.1.2. Résultats de l'inventaire du matériel de Nice – Giribaldi .....	193
IV.1.2.1. Blocs bruts et semi-transformés .....	193
IV.1.2.2. Outils de préparation des matières colorantes.....	194
IV.1.2.3. Céramiques colorées.....	195
IV.1.2.4. Galets à extrémités usées.....	196
IV.1.3. Bilan préliminaire .....	196
IV.2. CASTELLAR – PENDIMOUN : ÉCONOMIE DES MATIÈRES COLORANTES	
DE L'IMPRESSA AUX PREMIÈRES PHASES DES <i>VASI A BOCCA QUADRATA</i> .....	199
IV.2.1. Classification des restes cohérents et caractérisation des gammes	
de matières colorantes introduites à Pendimoun .....	199
IV.2.1.1. Marcassites oxydées .....	199
IV.2.1.2. Altérations de roche carbonatée glauconieuse .....	203

IV.2.1.3. Altérations de roche carbonatée glauconieuse micacée.....	209
IV.2.1.4. Autres géomatières .....	211
IV.2.1.5. Bilan .....	212
IV.2.2. Acquisition des matières premières dans un site en abri sous roche, du VI <sup>e</sup> au V <sup>e</sup> millénaire BCE.....	214
IV.2.2.1. Origine des géomatières .....	214
IV.2.2.2. Distribution diachronique des différentes classes de géomatières .....	219
IV.2.2.3. Système d’acquisition .....	220
IV.3. NICE – GIRIBALDI : ÉCONOMIE DES MATIÈRES COLORANTES AU SEIN DES ÉTAPES FORMATIVES DE LA CULTURE DE CHASSEY .....	225
IV.3.1. Classification des restes cohérents et caractérisation des gammes de matières colorantes introduites à Giribaldi .....	225
IV.3.1.1. Roches bauxitiques.....	225
IV.3.1.2. Grès psammitiques.....	230
IV.3.1.3. Altérations de roche glauconieuse.....	234
IV.3.1.4. Autres géomatières .....	236
IV.3.1.5. Bilan .....	237
IV.3.2. Acquisition des matières premières dans un site de plein air, dans la deuxième moitié du V <sup>e</sup> millénaire BCE.....	239
IV.3.2.1. Origine des géomatières .....	239
IV.3.2.2. Distribution diachronique des différentes classes de géomatières .....	246
IV.3.2.3. Système d’acquisition .....	248
IV.4. TRANSFORMATIONS ET UTILISATIONS DES MATIÈRES COLORANTES, DU VI <sup>e</sup> AU V <sup>e</sup> MILLÉNAIRE BCE .....	255
IV.4.1. Transformation chimique – traitement thermique.....	255
IV.4.1.1. Traitement thermique à Pendimoun .....	256
IV.4.1.2. Traitement thermique à Giribaldi .....	258
IV.4.1.3. De l’Impressa au Chasséen, bilan sur le traitement thermique .....	261
IV.4.2. Transformation physique – réduction en poudre .....	262
IV.4.2.1. Réduction en poudre à Pendimoun .....	262
IV.4.2.2. Approche tracéologique des blocs de Giribaldi .....	263
IV.4.2.3. Réduction en poudre à Giribaldi .....	267
IV.4.2.4. De l’Impressa au Chasséen, bilan sur la réduction en poudre.....	269
IV.4.3. Fonctions et utilisations : matières colorantes et céramiques.....	270
IV.4.3.1. Matières colorantes et céramiques à Pendimoun .....	270
IV.4.3.2. Matières colorantes et céramiques à Giribaldi .....	279
IV.4.3.3. De l’Impressa au Chasséen, bilan sur l’interaction entre céramique et matières colorantes .....	290
IV.4.4. Fonctions et utilisations : matières colorantes et supports en calcaire.....	291
IV.4.4.1. Pendimoun : rôle symbolique, le cas du bloc AP41689 .....	291
IV.4.4.2. Pendimoun : autres blocs calcaires colorés .....	297
IV.4.4.3. Giribaldi : matières colorantes et galets à extrémités usées.....	298
IV.4.5. Fonctions et utilisations : réflexions sur de potentiels usages non documentés .....	301
<b>CHAPITRE V. GESTION DES MATIÈRES COLORANTES AU NÉOLITHIQUE ANCIEN ET MOYEN DANS L’ARC LIGURO-PROVENÇAL .....</b>	<b>305</b>
V.1. CASTELLAR – PENDIMOUN : BILAN ET RÉFLEXIONS SUR L’USAGE DES MATIÈRES COLORANTES DANS UN SITE SOUS ABRI DU COMPLEXE IMPRESSO-CARDIAL PUIS VBQ.....	307
V.2. NICE – GIRIBALDI : BILAN ET RÉFLEXIONS SUR L’USAGE DES MATIÈRES COLORANTES SUR UN SITE DE PLEIN AIR DANS LES ÉTAPES FORMATIVES DU CHASSEËN .....	315
V.3. LE STATUT DES MATIÈRES COLORANTES DU VI <sup>e</sup> AU V <sup>e</sup> MILLÉNAIRE BCE : REGARDS CROISÉS .....	323
V.4. PERSPECTIVES.....	327
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>329</b>

<b>ANNEXE I. ÉCHELLES DES TEMPS GÉOLOGIQUES .....</b>	<b>335</b>
<b>ANNEXE II. RÉFÉRENTIEL DE MATIÈRES PREMIÈRES COLORANTES – MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS.....</b>	<b>339</b>
II.1. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE.....	341
II.2. GÎTES DE GÉOMATIÈRES COLORANTES IDENTIFIÉS DANS L'ARC LIGURO-PROVENÇAL .....	343
<b>ANNEXE III. EXPÉRIMENTATIONS – PROBLÉMATIQUES, MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS.....</b>	<b>345</b>
III.1. PROTOCOLES OPÉRATOIRES ET VARIABLES TESTÉES.....	347
III.2. MISE EN PLACE D'UN RÉFÉRENTIEL TRACÉOLOGIQUE .....	351
III.3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS .....	353
<b>ANNEXE IV. INVENTAIRES ET DESCRIPTION DE MATÉRIEL ARCHÉOLOGIQUE .....</b>	<b>359</b>
IV.1. INVENTAIRES DE MATÉRIEL ARCHÉOLOGIQUE.....	361
IV.2. DESCRIPTION DU MACRO-OUTILAGE ASSOCIÉ AU TRAVAIL DES MATIÈRES COLORANTES À PENDIMOUN ..	363
<b>ANNEXE V. RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES .....</b>	<b>367</b>
V.1. ANALYSES ÉLÉMENTAIRES PAR MEB-EDS.....	369
V.2. ANALYSES STRUCTURALES PAR DIFFRACTION DES RAYONS X.....	371
V.3. ANALYSES STRUCTURALES PAR MICROSPECTROSCOPIE RAMAN.....	373
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>375</b>
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>411</b>
<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>425</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>426</b>
<b>RIASSUNTO.....</b>	<b>427</b>



*To the happy few*





# Introduction

Pour raisonner sur les sociétés préhistoriques, le chercheur n'a, *a priori*, que bien peu d'éléments à sa disposition. Il doit ainsi recomposer des entités telles que les systèmes économiques<sup>\*1</sup>, techniques, sociaux ou symboliques, à partir des quelques artefacts et écofacts suffisamment résistants aux processus d'altération pour parvenir jusqu'à lui. On pense en premier lieu aux vestiges en silex, en os ou en céramique pour les périodes les plus récentes. Cependant, la préhistoire<sup>2</sup> contemporaine fait appel à de nombreuses disciplines des sciences humaines, de la vie, de la terre et des matériaux pour diversifier son socle documentaire et construire ses interprétations. Ainsi, les sciences cognitives, le séquençage de l'ADN ou la lecture de traces à l'échelle micrométrique font aujourd'hui partie du paysage de la recherche sur l'homme du passé.

En dépit d'indéniables progressions méthodologiques, des lacunes persistent dans le « fonds commun » des productions matérielles que l'on retrouve fréquemment sur de nombreux sites. Et ces lacunes – des angles morts pourrait-on dire – résonnent d'autant plus fort qu'elles font partie du paysage préhistorique depuis longtemps. Ainsi, lorsqu'on brosse le tableau du quotidien des sociétés du passé, il faut bien admettre que celui-ci, paradoxalement, manque d'informations pour ce qui a trait aux matières colorantes<sup>3</sup>.

Pourtant, comme la plupart des matières minérales, les pigments résistent mieux que d'autres matériaux aux processus d'altération post-dépositionnels et constituent une proportion importante du mobilier archéologique. Ce type de vestige se retrouve sous la forme de résidus sur divers supports ou encore de blocs de matière première bruts et semi-transformés. Les matières colorantes ont été mises sur le devant de la scène dès le XIX<sup>e</sup> siècle, dans la « bataille » pour la reconnaissance des représentations pariétales paléolithiques, finalement gagnée par le courant représenté par Henri Breuil et Émile Cartailhac<sup>4</sup> entre autres (Bon, 2009, p. 40-49). Les premières analyses menées ont montré que l'on avait affaire à des oxy(hydroxy)des de fer (goethite jaune, hématite rouge) ou de manganèse (brun à noir) (Moissan, 1902 ; 1903). Les enquêtes ethnographiques contemporaines de ces découvertes montrent la kyrielle d'usages de ces minéraux, qui tirent parti de leurs propriétés colorantes, mais aussi asséchantes et abrasives. En dépit de cette documentation, les nombreuses interprétations proposées par les préhistoriens au début du XX<sup>e</sup> siècle sont entachées d'ethnocentrisme et bornées à l'aspect symbolique ; beaucoup se révèlent farfelues ou invérifiables : pratiques magiques, sanctuaires, etc. Dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, la génération structuraliste vient mettre bon ordre à tout cela : à l'exception de l'ordonnance spatiale des différents signes et figures, les

---

1. Les termes suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire.

2. Ce terme peut désigner à la fois la période et la discipline qui l'étudie. Pour dissocier les deux acceptions, le terme prend une majuscule dans le premier cas mais pas dans le second.

3. On désigne par cette expression les matières exclusivement minérales, susceptibles de procurer aisément leur couleur à un support. Les colorants organiques ne seront pas abordés dans ce travail, car en plus de nécessiter une méthodologie spécifique, leur utilisation n'est pas avérée pour ces périodes reculées ; cf. glossaire.

4. Bien qu'il ait d'abord réfuté l'authenticité des peintures d'Altamira en 1879, Cartailhac se range définitivement du côté de Breuil en 1902 (Cartailhac, 1902).

matières colorantes sont délaissées au profit de documents archéologiques jugés plus univoques. Le dossier n’est finalement rouvert qu’à partir des années 1980 pour nourrir deux problématiques : le mode d’élaboration des peintures pariétales de Lascaux et d’Altamira, puis le rôle de la couleur comme indice d’émergence de comportement moderne (ou *Modern Human Behaviour*) dès le Paléolithique moyen, en Afrique australe, puis au Proche-Orient et en Europe. Ces études focalisées sur les peintures et les pigments sur parure ont en définitive laissé de côté une écrasante majorité du mobilier : blocs de matière première et résidus sur outils. Aussi, ces études se sont surtout concentrées sur l’un des segments terminaux des chaînes opératoires : l’usage de la couleur et du pouvoir colorant relevant de motivations symboliques et esthétiques évidentes. Elles ont omis par là même les phases d’acquisition, de préparation et d’utilisation à vocation plus utilitaire. Malgré tout, les avancées méthodologiques et les référentiels accumulés durant une vingtaine d’années ont ouvert récemment sur des travaux prenant en compte des corpus exhaustifs (Salomon, 2004 ; 2009 ; Dayet, 2012 ; Salomon *et al.*, 2015). Les oxy(hydroxy)des de fer et de manganèse sont désormais appréhendés comme des documents permettant d’accéder à la fois aux systèmes techniques et symboliques. Pour reprendre l’image précédente, les portraits du *Middle Stone Age* africain et du Paléolithique supérieur européen se précisent dans les nuances propres aux matières colorantes.

Qu’en est-il de la Préhistoire récente ? Au Mésolithique, la situation reste confuse. Tant d’un point de vue qualitatif que quantitatif, on dispose à ce jour de peu de témoins colorants ou colorés. Mais la situation s’éclaircit si l’on avance encore dans le temps pour franchir la frontière entre chasseurs-collecteurs et agro-pasteurs.

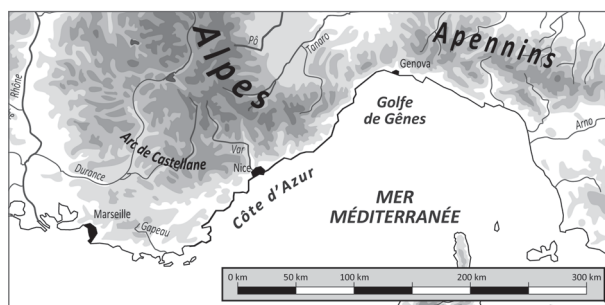
En effet, la littérature du Néolithique fait fréquemment mention d’indices en rapport plus ou moins direct avec les matières colorantes : sépultures « ocrées », peintures pariétales, jeux de couleurs sur divers supports utilitaires (céramiques) ou symboliques (statuettes). La découverte de séries représentatives de plusieurs segments de la chaîne opératoire est parfois évoquée. En dépit de cette accumulation de documents et de connexions avec de nombreuses activités techniques ou symboliques propres au Néolithique (céramique, architecture funéraire), les connaissances sur les matières colorantes dans ce contexte restent très lacunaires. En regard des périodes précédentes, le contexte néolithique présente pourtant des spécificités qui affectent l’ensemble du système technico-économique et symbolique : rapports de l’homme à son environnement renouvelés, exploitation de nouvelles matières<sup>5</sup>, développement des arts du feu, mise en place de réseaux structurés d’échanges sur de longues distances, fragmentation des chaînes opératoires dans le temps et dans l’espace plus importante qu’auparavant, attribution de certaines opérations à risque à des artisans spécialisés, etc. Il est raisonnable d’envisager que ces caractères impactent aussi les actions qui mettent en jeu les matières colorantes.

Pour un tel sujet où tout, ou presque, reste à faire, l’arc liguro-provençal constitue un cadre géologique et archéologique pertinent pour développer des recherches.

---

5. Comme les roches ignées métamorphiques (appelées roches tenaces), mais aussi le cinabre, qui nous intéresse directement (Hunt-Ortiz *et al.*, 2011, par exemple).

Délimité par la mer Méditerranée, le bassin du Rhône, la Durance, l'arc de Castellane, le massif alpin et le bassin de l'Arno, cet espace présente une diversité marquée de paysages, où s'opposent reliefs contrastés et bande côtière, bassins cloisonnés et chaînes abruptes de roches sédimentaires, ignées ou cristallines (figure 1). L'arc liguro-provençal comprend de nombreuses entités géologiques évocatrices des pigments, tant en son sein que sur ses marges : corniche de l'Estérel, Dôme de Barrot, bauxites du Var, mais aussi ocre et « Colorado provençal » de Rustrel et de Roussillon, cinabre de Toscane, terre de Sienne. La diversité génétique et minéralogique de ces contextes suggère une pluralité de matières premières, qui présentent autant de propriétés physico-chimiques exploitables que de caractères contraignants.



**Figure 1.** Contexte géographique dans lequel s'insère l'étude (carte J.-V. Pradeau).

Au cœur de cet espace, la Provence orientale peut se prévaloir d'une solide tradition de recherche sur les premières implantations de sociétés agro-pastorales au début du VI<sup>e</sup> millénaire BCE et sur leurs recompositions successives au cours des deux millénaires qui suivent. Sous l'impulsion de chercheurs comme Jean Courtin ou Didier Binder, des axes de recherche relatifs aux problèmes de territorialité, de circulation de biens et de la contribution de différents facteurs dans les recompositions culturelles, ont été particulièrement bien investis. Ces travaux reposent, d'une part, sur une caractérisation précise de l'ensemble des diverses ressources mobilisées tout au long de la Préhistoire<sup>6</sup> et, d'autre part, sur l'étude synergique des productions matérielles et d'écofacts minutieusement collectés sur des sites eux-mêmes méthodiquement choisis et fouillés. Certains de ces sites-clés, comme Castellar – Pendimoun et Nice – Giribaldi (figure 2), ont livré des corpus conséquents de matières colorantes (plusieurs centaines de blocs de matière première, résidus sur divers supports). Le premier est un site sous abri, qui a fourni l'une des plus anciennes séquences\* du VI<sup>e</sup> millénaire BCE de Méditerranée occidentale : l'Impressa, le Cardial puis la culture des Vases à Bouche Carrée y sont bien représentés (Binder *et al.*, 1993 ; Binder et Maggi, 2001 ; Binder et Sénépart, 2010 ; Binder, 2013). Le second est un établissement de plein air qui a permis de documenter le processus de formation de la culture chasséenne entre 4700 et 4050 cal. BCE (Binder, 2004a ; Binder *et al.*, 2008).

La plupart des types de matériel qui composent les assemblages de Pendimoun et de Giribaldi ont bénéficié d'un examen quasi intégral, si bien que ces deux sites complémentaires sont aujourd'hui incontournables pour aborder les problématiques relatives au VI<sup>e</sup> et au V<sup>e</sup> millénaire BCE en Méditerranée nord-occidentale. Il faut pourtant admettre qu'en dépit des observations de Didier Binder – qui fait figure de précurseur – et d'investigations physico-chimiques préliminaires<sup>7</sup>, les matières colorantes restent, là encore, très en retrait.

6. Engagées dans les années 1980, ces recherches se fondent sur le repérage et la caractérisation des gîtes de matières siliceuses, des roches dites tenaces ou encore des matériaux céramiques (Echallier, 1991 ; Echallier et Courtin, 1994 ; Ricq-de Bouard, 1996 ; Binder, 1998 ; Léa, 2004 ; Basso *et al.*, 2006 ; Ricq-de Bouard, 2008 ; Vaquer, 2012). De 2008 à 2014, ces travaux ont été structurés et soutenus par le Projet Collectif de Recherche « Évolutions, Transferts, Inter-Culturalités dans l'Arc Liguro-Provençal » (PCR ETICALP) dirigé par Didier Binder. Ce projet a permis l'émergence de la base de données/SIG MP-ALP, qui référence et organise l'ensemble des gisements repérés (Tomasso *et al.*, 2013 ; Tomasso, 2014).

7. Une série d'analyses a été menée sur le matériel de Giribaldi à la fin des années 1990 par Philippe Walter du Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (ou LRMH, devenu depuis le Centre de Recherche et de Restauration des Musées de

Années BCE	Castellar – Pendimoun	Nice – Giribaldi
3600		
3650		
3700		
<b>3750</b>		
3800	Chasséen récent	
3850		
3900		
3950		
<b>4000</b>		
4050		
4100		
4150		
4200		
<b>4250</b>		
4300		Chasséen ancien évolué
4350		
4400		
4450		
<b>4500</b>		
4550		
4600		
4650		
4700		
<b>4750</b>		
4800		
4850		
4900		
4950		
<b>5000</b>		
5050		
5100		
5150		
5200		
<b>5250</b>		
5300	VBQ	
5350		
5400		
5450		
<b>5500</b>		
5550		
5600		
5650		
5700		
<b>5750</b>		
5800		

Figure 2. Cadre chronoculturel des sites étudiés.

Dans ce contexte géologique et archéologique, pourtant riche, le dossier des matières colorantes reste donc très mince, pour paraphraser André Leroi-Gourhan (Leroi-Gourhan, 1964, p. 67). Afin de traiter ce sujet pour lequel il y a beaucoup à faire, nous nous proposons d'adopter une approche techno-économique, en déterminant les chaînes opératoires qui mettent en jeu les matières colorantes, mais aussi chronoculturelle, pour appréhender des tendances propres aux différentes entités culturelles. Pour ce faire, chaque assemblage de matières colorantes est considéré dans tout son potentiel heuristique : élément parfaitement intégré au système technique, autant que médium permettant d'accéder au système symbolique des groupes culturels qui ont vu leur exploitation.

L'arc liguro-provençal, au VI<sup>e</sup> et au V<sup>e</sup> millénaire BCE, forme donc le cœur de ce travail, au centre duquel on trouve en bonne place les sociétés qui ont produit les assemblages de Pendimoun et de Giribaldi. Nous sommes évidemment amenés à déborder ces limites spatiales et temporelles pour interroger d'autres contextes : le Paléolithique, qui a concentré la majeure partie des études et des réflexions, est naturellement mis à contribution.

Le premier objectif de notre recherche sera de **baliser notre développement à l'aide d'une terminologie adaptée**. Celle-ci sera élaborée et définie à l'aide d'éléments puisés dans des travaux sur les périodes antérieures ou dans le vocabulaire en vigueur pour d'autres types de matériel. Il s'agira d'éviter toute confusion à partir de ces passerelles temporelles et disciplinaires.

Parallèlement à l'examen du matériel archéologique, il sera nécessaire de **cartographier et de dresser l'inventaire pétrologique des ressources disponibles** dans une perspective économique. L'évaluation des propriétés physico-chimiques des matières premières ainsi inventoriées sera essentielle pour mener une réflexion technologique et fonctionnelle\*.

Ce matériel géologique sera par ailleurs mis à contribution pour les **expérimentations** visant à établir des **référentiels spécifiques au système technique néolithique**.

France, ou C2RMF) et J. Dietrich de l'Institut Méditerranéen des Géosciences. Seule une partie des résultats a été publiée de manière succincte (Binder, 2004a, p. 70-71).

Ensuite, nous pourrions nous pencher sur les séries archéologiques de deux sites complémentaires : Pendimoun et Giribaldi. Comparées aux types de vestiges comme le silex ou la céramique, les matières colorantes souffrent souvent, dans la littérature, d'un manque notable de données qualitatives et surtout quantitatives. Un premier effort d'inventaire exhaustif sera donc conduit, afin de **produire une image nette des assemblages de matières colorantes** en présence.

Forts de cet état des lieux et des acquis précédents, nous entreprendrons la **détermination des chaînes opératoires mettant en jeu des matières colorantes**, au sein des différentes phases d'occupation des deux sites considérés : acquisition de matières premières, modes de transformation et de préparation, modalités d'usage et fonctions, que celles-ci soient d'ordre utilitaire ou symbolique. La méthodologie fréquemment proposée dans la littérature est le déploiement d'une batterie d'analyses chimiques de pointe, appliquées à des séries restreintes d'échantillons de résidus. Cette façon de procéder est particulièrement adaptée à l'étude de prélèvements de peinture, car ceux-ci sont nécessairement peu nombreux et ténus. En revanche, cette approche est difficilement transposable aux corpus exhaustifs de sites d'habitat. Les différentes étapes de transformations applicables aux matières colorantes (traitement thermique, réduction en poudre, mélange de divers minéraux) impliquent en outre qu'il est très difficile de reconstituer la chaîne opératoire à partir des seuls résidus. La multiplicité des matières premières disponibles dans l'arc liguro-provençal suggère cependant une diversité de natures pétrologiques et de paragenèses, qui peuvent être identifiées et discriminées à l'aide d'examen optiques ou chimiques relativement simples. Nous ferons donc le choix de mettre le bloc de matière première, brut ou semi-transformé, au cœur de notre analyse. Celui-ci servira de point de référence pour aborder les autres types de vestiges colorants. Les méthodes pétrologiques, généralement en retrait par rapport aux analyses physico-chimiques, seront aussi mises en avant. Elles nous paraissent d'ailleurs idéales pour éviter les ruptures d'échelle entre les investigations macro- et microscopiques. **La pertinence de cette approche, pour traiter de grandes séries, sera testée.**

Les données économiques, technologiques et fonctionnelles obtenues seront finalement mises à contribution pour **esquisser un tableau diachronique de la gestion des matières colorantes** et évaluer leur place au sein des systèmes techniques et symboliques néolithiques, du VI<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> millénaire. Nos résultats seront confrontés à ceux d'autres gammes de matériel archéologique pour confirmer ou nuancer les schémas interprétatifs en vigueur.

Ce travail constitue sans doute la première étude de corpus exhaustif de matières colorantes en contexte néolithique. L'une de ses vocations premières est de démêler les voies à emprunter et de lever les écueils pour la mise en place de protocoles d'étude applicables couramment. À ce titre, il est probable qu'en dépit des qualités du matériel à notre disposition, nous soyons confrontés à des *gaps* ou des incertitudes dans ce cheminement, au gré de lacunes documentaires ou méthodologiques. Nous n'en tenterons pas moins d'éclairer ce qui peut l'être. Une réflexion sera menée pour **évaluer les solutions permettant de circonscrire les points restés obscurs** à l'issue de notre travail.

La thèse se décline en cinq parties qui suivent, dans les grandes lignes, l'ordre des objectifs fixés.

Le premier chapitre propose une entrée en matière conçue en deux parties : un exposé terminologique et minéralogique des pigments, suivi d'un état des lieux des recherches sur les matières colorantes archéologiques, en particulier néolithiques. En vue de préparer notre propre étude, nous discutons

la pertinence des différents sujets exposés (points de méthode, interprétations) et nous nous positionnons au gré de celle-ci.

Le deuxième chapitre présente le cadre chrono-culturel et géologique de notre travail. C’est ici que sont décrits, d’une part, les sites archéologiques étudiés et, d’autre part, la genèse, la minéralogie et la gîtologie\* des ressources colorantes régionales.

Le troisième chapitre détaille les méthodes et les clefs interprétatives que nous mettons en œuvre pour traiter le matériel archéologique et géologique. Sont ainsi exposés la définition des termes descriptifs employés, les protocoles d’échantillonnage, le *modus operandi* de la préparation des échantillons, les paramètres choisis pour chaque technique d’analyse et enfin les processus interprétatifs pour expliciter les différentes opérations qui scandent la chaîne opératoire.

Dans le quatrième chapitre, sont présentés les résultats analytiques obtenus pour chacun des deux sites, ainsi que les déductions d’ordre économique, technologique et fonctionnel qui en découlent.

Enfin, ces informations sont mobilisées dans le cinquième chapitre pour produire une réflexion à plusieurs niveaux. Une vision diachronique des systèmes techniques et symboliques est proposée pour chaque site. Celle-ci est ensuite intégrée aux dynamiques culturelles qui prennent place dans l’arc liguro-provençal au cours du VI<sup>e</sup> et du V<sup>e</sup> millénaire BCE. Une discussion sur la suite logique à donner à ce travail vient clore ce chapitre.

# Chapitre premier. Les matières colorantes au Néolithique : état des connaissances

*Sur les cotonnades des femmes, les couleurs les plus vives, les plus crues et les plus heurtées, s'affrontaient avec un bonheur constant.*

**Joseph Kessel, *Le Lion***

---

## CONTENU DE CE CHAPITRE

Ce premier chapitre constitue une entrée en matière au sujet de notre thèse. Il est construit en deux sections et se fonde sur un exposé critique de notre recherche bibliographique. La première partie traite de généralités physico-chimiques et minéralogiques des matières colorantes. La seconde est un état des lieux des travaux sur les matières colorantes préhistoriques.

### **1. Matières colorantes, de quoi s'agit-il ?**

Dans ce titre, nous proposons un ensemble de généralités et de définitions indispensables pour figer une terminologie, qui sera exploitée par la suite pour discuter des matériaux de la couleur. Nous abordons successivement (i) des définitions physiques et chimiques de la couleur et des matériaux colorants, (ii) les principaux minéraux chromogènes exploités au Néolithique, (iii) les propriétés de ces minéraux et enfin (iv) leurs modalités de transformations thermiques.

### **2. Les matières colorantes au Néolithique – état de l'art**

Cette deuxième partie fait un état des lieux des études et des connaissances sur les matières colorantes préhistoriques, en particulier en Méditerranée nord-occidentale et en contexte néolithique. Nous décrivons les aspects que revêtent les matières colorantes préhistoriques, puis nous discutons des différentes méthodes précédemment mises en œuvre pour caractériser les trois grands segments de la chaîne opératoire : acquisition, transformation et utilisation. Nous nous positionnons au gré de cette revue critique pour déterminer les choix méthodologiques et interprétatifs qui nous paraissent les plus pertinents.





## I.1. Matières colorantes, de quoi s'agit-il ?

Dans cette première partie, nous donnons quelques définitions fondamentales concernant les matériaux de la couleur, puis nous passons en revue les minéraux pigmentaires susceptibles d'être rencontrés en contexte néolithique et leurs principales propriétés exploitables.

### I.1.1. Couleur, matière colorante, pigment, etc. : définitions essentielles

#### I.1.1.1. Couleur et teinte

Pour décrire l'apparence visuelle macroscopique d'un objet, il est possible de faire appel à deux types de caractéristiques : celles qui définissent sa géométrie (*morphologie, dimensions* et *topographie*) et celles relatives à sa matière (*transparence, brillance* et **couleur**) (Perraudeau, 2004).

Si la couleur semble le plus souvent être un effet de surface (concept de **couleur-matière**), elle peut aussi appartenir à un volume (le bleu du ciel, le rouge du vin, etc.) ou être une caractéristique d'une lumière émise par un objet (**couleur-lumière** : halo bleuté d'une étoile par exemple) (Dupont et Steen, 2004a).

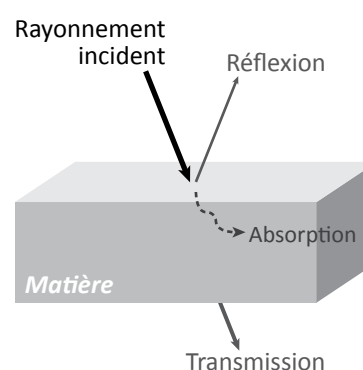
La perception d'une couleur nécessite une source de lumière, c'est-à-dire un rayonnement électromagnétique auquel l'organe visuel est sensible. Dans le cas de l'œil humain, ce rayonnement doit avoir une longueur d'onde  $\lambda$  généralement comprise dans l'intervalle 380-780 nm (les valeurs extrêmes étant 360-830 nm). Cet intervalle constitue le domaine du visible pour l'Homme (tableau 1).

Gamme de longueur d'onde	Couleur
380 à 430 nm	Violet
430 à 460 nm	Indigo
460 à 490 nm	Bleu
490 à 560 nm	Vert
560 à 580 nm	Jaune
580 à 620 nm	Orangé
620 à 780 nm	Rouge

**Tableau 1.** Dénomination des couleurs en fonction de la longueur d'onde.

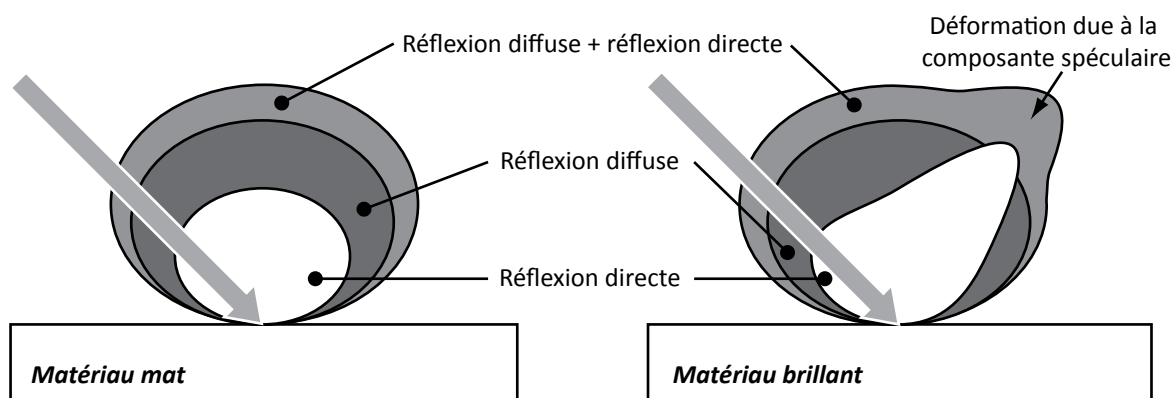
Plusieurs phénomènes interviennent lors de l'interaction lumière-matière (figure 3) :

- le *rayonnement incident*, provenant d'une source lumineuse, éclaire l'objet ;
- le *rayonnement transmis* est la part de rayonnement lumineux qui passe au travers de l'objet. La transmission est inversement proportionnelle à l'opacité de l'objet ;
- le *rayonnement absorbé* correspond à la part d'énergie, généralement transformée en chaleur, absorbée par l'objet ;



**Figure 3.** Phénomènes produits lors de l'interaction lumière-matière.

- le *rayonnement réémis ou renvoyé* est, comme le rayonnement transmis, caractéristique de l’objet qui le renvoie. Il se décompose en deux lobes de diffusion (figure 4) :
  - ◇ la composante diffuse, réémise dans toutes les directions, qui contient l’information liée à la couleur ;
  - ◇ la composante spéculaire, renvoyée symétriquement au rayonnement incident pour un objet brillant, ou dans toutes les directions pour un objet mat.



**Figure 4.** *Phénomène de déformation de la réflexion diffuse lors de l’interaction lumière-surface brillante.*

En définitive, la **perception colorée** résulte de l’interaction de trois composantes (Dupont et Steen, 2004a) : (i) la couleur définie par son rayonnement (caractère intrinsèque de l’objet), (ii) l’ensemble des objets de notre univers physique (les conditions d’éclairage ou encore le fond par exemple, sont des caractères extrinsèques) et (iii) l’observateur, en particulier ses récepteurs visuels (*i.e.* son système œil-cerveau).

Autrement dit, quand, en regardant le rayonnement réémis, l’observateur a une impression de couleur rouge, plusieurs cas sont possibles :

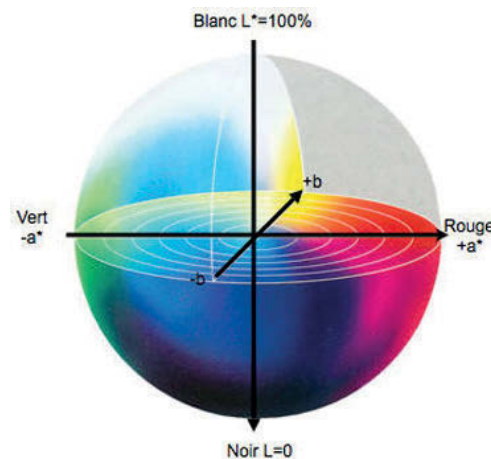
- l’objet est éclairé en lumière blanche, et absorbe dans les domaines du vert et du bleu ; seul le rayonnement rouge est réémis ou transmis ;
- l’objet est blanc et réfléchit (ou transmet) le spectre d’éclairage dans sa totalité, et il est éclairé avec une source rouge ;
- l’objet est blanc et éclairé par une lumière blanche, mais l’observateur est monochromate et ne perçoit que les rouges.

Nous remarquons ici que l’appréciation « à l’œil nu » de la **couleur**, ou **sensation colorée**, est une interprétation subjective des signaux visuels, opérée par le cortex (Perraudeau, 2004, p. 5), conditionnée par des caractères physiologiques (daltonisme par exemple) et culturels. Ainsi, les Inuits vivant dans un environnement neigeux en quasi permanence, distinguent sept sortes de blanc, chacun ayant un terme associé bien défini (Varichon, 2000).

La colorimétrie est la discipline « qui a pour but de quantifier la couleur des objets lumineux et des corps colorés opaques ou transparents, à l'aide de grandeurs physiques mesurables » (Dupont et Steen, 2004a, p. 5).

La **couleur** d'un objet peut être décrite par trois critères (Perraudeau, 2004) :

- la *teinte* est associée à une (alors qualifiée de dominante) ou deux longueurs d'onde. Dans le système CIE  $L^*a^*b^*$ , les quatre teintes élémentaires sont regroupées par paires antagonistes : bleu-jaune et rouge-vert. Les autres teintes (ou teintes binaires) sont obtenues par combinaison de deux prises dans chacune des paires antagonistes (figure 5) ;
- la *saturation* (ou intensité) est la proportion de blanc et de noir de la teinte ;
- la *clarté* (ou luminosité) est le rapport entre blanc et noir.



**Figure 5.** Système CIE  $L^*a^*b^*$  (d'après Dupont et Steen, 2004b).

La saturation et la clarté permettent de qualifier la teinte (tableau 2).

		Saturation		
		Faible	Moyenne	Élevée
Clarté	Élevée	Pâle	Clair	Lumineux
	Moyenne	Gris	Moyen	Vif
	Faible	Sombre	Foncé	Profond

**Tableau 2.** Qualification des teintes en fonction de la saturation et de la clarté.

Enfin, il faut prendre en considération le *métamérisme*, phénomène par lequel différentes couleurs peuvent être perçues comme identiques, ou l'inverse. Le métamérisme est imputable à l'illuminant ou à l'observateur (Perraudeau, 2004). C'est pourquoi la comparaison entre deux objets nécessite des conditions de mesure (illuminant, état de surface, etc.) identiques, et la colorimétrie fait appel à des illuminants standardisés (Dupont et Steen, 2004b).

### 1.1.1.2. Matière colorante, pigment et colorant

Par l'expression **matière colorante**, nous désignons un corps, solide ou fluide, naturel ou issu d'une fabrication anthropique, pouvant transmettre sa couleur à un autre, soit en recouvrant la couleur initiale, soit en la transformant dans la masse.

Nous distinguerons trois composantes dans une matière colorante :

- la **substance colorante** est le constituant chromogène. Nous faisons une distinction entre (Perego, 2005) :

- ◇ les **pigments**, d’origine inorganique. Pour être employé, un pigment doit être finement broyé et mis en suspension dans le milieu colorant. Il recouvre le support à colorer, et n’y pénètre pas. La peinture utilise des matières pigmentaires ;
- ◇ les **colorants**, d’origine organique<sup>1</sup>. À la différence d’un pigment, le colorant est solubilisé dans un milieu fluide. Il est absorbé par le support, pour se mélanger à sa couleur initiale et la modifier. C’est le principe des encres et de la teinture ;
- les **charges** sont des substances solides non miscibles et non colorantes, présentes naturellement dans la matière colorante ou ajoutées pour en diminuer le coût et pour modifier plusieurs propriétés comme la densité ou la siccativité\* par exemple. Ainsi, la présence naturelle de nombreux silicates biogéniques (des frustules de diatomées) dans la véritable « terre de Sienne » de Toscane rend cette matière idéale pour la technique du glacis (Triat, 2010, p. 23) ;
- le **liant** est le milieu qui agglomère la substance colorante et les charges. En peinture, le liant doit former une matrice homogène et plastique, permettre au mélange d’adhérer au support, et d’y rester accroché par réticulation (formation de macromolécules lors du séchage). Dans le cas de géomatière, on emploiera plutôt le terme **ciment\***.

Le pigment n’est donc pas synonyme de colorant ou de matière colorante, comme on le lit souvent, mais une fraction de cette dernière, parfois même minoritaire. Ainsi, 30 % d’hématite dans de la chaux, procure au mélange une couleur très proche de celle de l’hématite pure (Pomiès, 1997). C’est pourquoi nous privilégierons l’emploi de l’expression « **matière colorante** ». « **Matériau colorant** » pourra s’appliquer si une modification physicochimique anthropique<sup>2</sup> est perceptible. Dans le cas d’une roche pouvant être exploitée comme matière colorante, nous pourrions utiliser l’expression « **géomatière colorante** ».

### I.1.2. Minéralogie des pigments

Les matériaux naturels exploités aujourd’hui pour leurs propriétés colorantes sont nombreux, et couvrent l’ensemble de la palette chromatique (Varichon, 2000). Au Néolithique cependant, les teintes observées et les géomatières colorantes dont l’exploitation est attestée, sont relativement restreintes en l’état actuel des connaissances. Nous limiterons donc notre inventaire (tableau 3) aux minéraux dont l’emploi comme pigment est attesté ou très probable à savoir les oxy(hydroxy)des de fer<sup>3</sup>, le cinabre (sulfure de mercure), les oxy(hydroxy)des de manganèse, le charbon et les carbonates (dont les carbonates de cuivre).

---

1. Jusqu’aux années 1980, de nombreux préhistoriens employaient indifféremment les termes « colorant », « pigment » et « matière colorante », dans l’acception du troisième (par exemple, Leroi-Gourhan, 1964 ou Boulinier, 1978).

2. Réduction en poudre, traitement thermique, adjonction de charge ou liant : cf. *infra* titre 2.3. de ce chapitre.

3. Cette famille comprend à la fois des oxydes de fer – comme l’hématite – et des oxyhydroxydes de fer – comme la goéthite. L’expression « oxy(hydroxy)de » comprend les deux types de minéraux.

<i>Minéral</i>	<i>Formule</i>	<i>Couleur</i>	<i>Système cristallin</i>	<i>Habitus</i>	<i>Dureté</i>
Goethite	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	Jaune à brun	Orthorhombique	Aciculaire Botryoïdal	5-5,5
Hématite	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Rouge à lie-de-vin	Hexagonal	Hexagonal Tabulaire Lamellaire	5,5-6,5
Lépidocrocite	$\gamma\text{-FeO(OH)}$	Jaune foncé	Orthorhombique	Granulaire	5
Ferrihydrite	$2(\text{Fe}_2\text{O}_3)\text{H}_2\text{O}$	Jaune à brun	Hexagonal	Agrégats	4-5
Maghémite	$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Brun rouge	Cubique	Massif Octaédrique Aciculaire	5
Magnétite	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Noir	Cubique	Octaédrique Dodécaédrique Rhomboédrique	6
Cinabre	$\alpha\text{-HgS}$	Rouge orangé	Rhomboédrique	Prismatique Tabulaire	2,5
Pyrolusite	$\beta\text{-MnO}_2$	Noir	Tétragonal	Massif Granulaire Botryoïdal Dendritique	6-6,5
Hausmannite	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	Brun noir	Tétragonal	Massif Granulaire Octaédrique	5,5
Manganite	$\gamma\text{-MnOOH}$	Brun noir	Monoclinique	Massif Granulaire Botryoïdal	4
Calcite	$\text{CaCO}_3$	Blanc	Rhomboédrique	Prismatique Tabulaire Rhomboédrique	3
Azurite	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	Bleu	Monoclinique	Prismatique Aciculaire	3,5-4
Malachite	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$	Vert	Monoclinique	Prismatique Aciculaire Massif Botryoïdal	3,5-4

**Tableau 3.** *Propriétés chimiques et physiques de minéraux pigmentaires susceptibles d'être rencontrés en contexte néolithique.*

### *1.1.2.1. Goethite*

Ce minéral a été nommé ainsi en 1806 par le minéralogiste Johann Georg Lenz, en l'honneur du poète et philosophe Johan Wolfgang von Goethe, auteur d'un *Traité des couleurs*<sup>4</sup> (Von Goethe, 2000).

La **goethite  $\alpha\text{-FeO(OH)}$**  est un oxyhydroxyde de fer (de degré d'oxydation + III), du groupe du diaspore  $\alpha\text{-AlO(OH)}$ , qui cristallise dans le système orthorhombique. L'habitus\*, ou forme cristalline la plus répandue, de la goethite, est le cristal aciculaire, c'est-à-dire, en forme d'aiguille, de quelques dizaines de nanomètres ; la goethite est plus rarement botryoïdale (Deer *et al.*, 1966, p. 442 ; Schwertmann et Fitzpatrick, 1992 ; Korbel et Novák, 1999 ; Cornell et Schwertmann, 2006).

4. Si son approche romantique de la couleur a fortement influencé peintres et psychologues, Goethe s'oppose à la théorie newtonienne de la décomposition de la lumière blanche en plusieurs couleurs. Son point de vue s'inscrit dans la pensée aristotélicienne, selon laquelle toutes les couleurs proviennent d'un affaiblissement de la lumière (le blanc) ou de l'obscurité (le noir).

Brune à noire à éclat adamantin à métallique quand elle est bien cristallisée, la goethite produit une poudre brune ou jaune mat, dont les propriétés colorantes s’accroissent avec la finesse des grains (Onorati, 1985).

La cristallogenèse de la goethite se fait dans les roches ou en milieu aqueux, par altération de roches riches en ions Fe II et Fe III, remobilisation de ceux-ci et précipitation. Elle peut être favorisée par la présence de matière organique et un pH faible ou élevé (2-5 et 10-14 : Cudennec et Lecerf, 2006).

L’altération et l’oxydation de la **glauconite**, un phyllosilicate riche en ions Fe II et Fe III, conduisent à la formation de goethite (Deer *et al.*, 1966, p. 207 ; Triat, 1982 ; Korbelt et Novák, 1999 ; Triat, 2010) (cf. titre 4.2.2. du deuxième chapitre).

La goethite peut aussi provenir de l’oxydation de la **pyrite** ou de la **marcassite**, qui sont des disulfures de fer de formule **FeS<sub>2</sub>** (Deer *et al.*, 1966, p. 446 ; Korbelt et Novák, 1999 ; Foucault et Raoult, 2010) (cf. titre 4.2.3. du deuxième chapitre).

### 1.1.2.2. Hématite

L’hématite  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  doit son nom (du grec αιμα [haima] : sang) à la couleur rouge vif de sa poudre.

Cet oxyde de fer (de degré d’oxydation + III), appartient au groupe du corindon  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  ; il cristallise dans le système hexagonal. L’habitus commun est une plaquette hexagonale micrométrique, mais on observe parfois des cristaux tabulaires ou lamellaires. Ces cristaux s’agglomèrent en petites sphères de 2 à 5  $\mu\text{m}$  de diamètre (Deer *et al.*, 1966, p. 409-411 ; Schwertmann et Fitzpatrick, 1992 ; Schwertmann et Cornell, 2000 ; Cornell et Schwertmann, 2006).

Degré de dureté	Minéral typique	Détermination de la dureté
1	Stéatite	Friable sous l’ongle
2	Gypse	Rayable à l’ongle
3	Calcite	Rayable par le cuivre
4	Fluorine	Rayable au couteau
5	Apatite	Rayable au couteau
6	Feldspath	Rayable au verre
7	Quartz	Raye le verre
8	Topaze	Rayable par le carbure de tungstène
9	Corindon	Rayable par le carbure de silicium
10	Diamant	Rayable par un autre diamant

L’hématite est réputée pour sa dureté élevée<sup>5</sup> (5,5 à 6,5 sur l’échelle de Mohs : tableau 4). Pure et bien cristallisée, elle a un aspect gris-noir<sup>6</sup>, à éclat métallique. Le plus souvent, on la trouve dans les sols sous une forme micro ou nanocristallisée, de couleur mauve à rouge. Finement broyée, elle produit une poudre rouge aux propriétés colorantes reconnues, comme nous l’avons évoqué ci-dessus (cf. *supra* titre 1.1.1. de ce chapitre).

**Tableau 4.** Échelle de Mohs et estimation de la dureté.

L’hématite est présente en contexte sédimentaire, magmatique, hydrothermal ou métamorphique\*, ce qui ne facilite pas l’identification de gîtes (Salomon, 2009). Dans la plupart des cas, elle résulte comme la goethite de l’altération de roches et de la remobilisation d’ions Fe II et Fe III. L’hématite

5. Cette propriété a été exploitée au Brésil, où l’hématite bien cristallisée peut servir de matière première pour fabriquer des haches polies ou des lames. Plus facile à façonner que les roches tenaces habituellement employées, elle s’érousse aussi plus vite (Prous *et al.*, 2009).

6. L’hématite bien cristallisée est parfois appelée *oligiste*.

se forme à température élevée (métamorphisme), ou en contexte tropical ou subtropical, à climat contrasté, par *latéritisation*\* des sols. Sa formation est favorisée par un pH neutre (Cudennec et Lecerf, 2006). L'hématite aura tendance à se trouver en oolithes en contexte sédimentaire, en bancs dans les formations\* métamorphisées, ou bien en petites inclusions minoritaires dans les roches magmatiques (ces dernières nous intéressant peu car leur extraction/exploitation n'est pas envisageable sauf dans de très rares contextes : Triat, 2010).

L'hématite peut aussi résulter de l'oxydation de sulfures de fer (tout comme la goethite, cf. *supra*, titre 1.2.1. de ce chapitre), ou de la déshydratation d'oxy-hydroxydes de fer (cf. *infra* titre 1.4.1. de ce chapitre) ; étant l'oxyde de fer le plus stable, elle ne peut pas être « réhydratée » naturellement pour revenir à la goethite (Deer *et al.*, 1966, p. 104 ; Schwertmann et Fitzpatrick, 1992 ; Pomiès, 1997 ; Korbel et Novák, 1999 ; Schwertmann et Cornell, 2000 ; Cornell et Schwertmann, 2006 ; Triat, 2010).

### 1.1.2.3. Autres oxydes de fer

La goethite et l'hématite sont fréquemment associées à d'autres oxy(hydroxy)des de fer.

La **lépidocrocite** est le polymorphe  $\gamma$  de **FeO(OH)**. De la famille de la boémite  $\gamma$ -AlO(OH), elle est moins stable et donc plus rare que la goethite. Elle fournit une poudre jaune foncé (Deer *et al.*, 1966, p. 443 ; Korbel et Novák, 1999 ; Cornell et Schwertmann, 2006).

La **ferrihydrate** **2(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)H<sub>2</sub>O** est un oxyhydroxyde de fer hydraté qui cristallise dans le système hexagonal. Elle se présente sous forme d'agrégats microcristallins, ce qui ne facilite pas son identification par analyse structurale (Cornell et Schwertmann, 2006 ; Cudennec et Lecerf, 2006). La ferrihydrate se déshydrate en goethite ou hématite, suivant les conditions environnementales (température, pH). Elle permet d'obtenir une poudre jaune à brune.

La **maghémite**  $\gamma$ -**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** est un oxyde de fer instable relativement rare de la famille des spinelles<sup>7</sup>. Elle cristallise dans le système cubique et est dotée de propriétés magnétiques. La maghémite se forme par déshydratation partielle de goethite, en présence de matière organique, ou bien par altération de magnétite. Elle est de couleur brun rouge.

La **magnétite** **Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>** est, comme son nom l'indique, un oxyde de fer doté de propriétés magnétiques. Ce spinelle inversé (l'ion Fe<sup>3+</sup> occupe un octaèdre et non un tétraèdre dans le réseau cristallin) qui cristallise dans le système cubique, est bien reconnaissable à ses cristaux octaédriques, dodécaédriques ou rhomboédriques. La magnétite se forme à très haute température, et se trouve donc préférentiellement dans des roches magmatiques ou métamorphiques, ou encore à proximité de failles (Cornell et Schwertmann, 2006 ; Korbel et Novák, 1999 ; Triat, 2010). Ce minéral est gris-noir, à éclat métallique.

La **limonite** a parfois été utilisée en synonyme de goethite, voire d'hématite brune. Elle désigne généralement un mélange naturel d'oxyhydroxydes de fer (goethite, lépidocrocite) et d'oxydes de fer (hématite) formant les « chapeaux de fer » ou des concrétions\* ferrugineuses concentriques argileuses ou non, présentant parfois un litage (Deer *et al.*, 1966, p. 444 ; Foucault et Raoult, 2010).

7. Oxydes minéraux de formule générique (X<sup>2+</sup>)<sub>2</sub>(Y<sup>3+</sup>)(O<sup>2-</sup>)<sub>4</sub>.



#### *I.1.2.4. Cinabre*

Le **cinabre**  $\alpha$ -**HgS** vient des termes grec κιννάβαρι [kinnaban] et latin *cinnabaris*, par lesquels les Anciens désignaient ce minéral. Sa forme synthétique est le **vermillon**.

Ce sulfure de mercure (au degré d’oxydation + II) cristallise dans le système rhomboédrique. Il est très dense (8,09), mais présente une dureté faible (2,5 sur l’échelle de Mohs). Ses cristaux sont prismatiques ou tabulaires (Korbel et Novák, 1999 ; Foucault et Raoult, 2010).

Employé durant l’Antiquité dans un but thérapeutique malgré sa toxicité élevée, le cinabre est un pigment permettant d’obtenir, suivant sa granulométrie, des teintes allant d’un rouge orangé très vif au rouge écarlate profond. Exploité dès le Néolithique en Europe et en Asie (cf. infra titre 2. De ce chapitre), très recherché durant l’Antiquité, il présente pourtant le désagrément de noircir lorsqu’il est exposé à la lumière du soleil (Perego, 2005). Le polymorphe  $\alpha$ -HgS tend à recristalliser en  $\beta$ HgS ou métacinabre, plus stable. Enfin, le cinabre est aussi le principal minéral de mercure, obtenu par traitement thermique (cf. *infra* titre 1.4.2. de ce chapitre).

Le cinabre se trouve dans les filons hydrothermaux, souvent en imprégnation de roches sédimentaires (Korbel et Novák, 1999 ; Foucault et Raoult, 2010).

#### *I.1.2.5. Oxydes de manganèse*

Les **oxydes de manganèse** présentent des phases cristallines variées : oxydes hydratés ou non, pouvant être associés au baryum.

Parmi les oxydes, nous mentionnerons principalement la **pyrolusite**<sup>8</sup>  $\beta$ -**MnO<sub>2</sub>** et l’**hausmannite** **Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>** ; la **manganite**  $\gamma$ -**MnOOH** est un oxyhydroxyde.

L’élément manganèse peut se trouver dans tous les environnements géologiques. Il est parmi les premiers éléments rejetés lors de l’altération des matériaux, et s’oxyde en milieu basique ou neutre. La précipitation des oxydes de manganèse est favorisée par l’activité microbiologique.

Les oxydes et oxyhydroxydes de manganèse bien cristallisés sont bruns à gris-noir à reflets métalliques, mais ils donnent une poudre brune à noire, d’autant plus colorante qu’ils sont mal cristallisés (Chalmin, 2003 ; Korbel et Novák, 1999 ; Salomon, 2009).

#### *I.1.2.6. Charbon*

Le charbon peut être produit par combustion de bois ou d’os, ou avoir une origine géologique.

Le **charbon d’origine géologique** est une roche sédimentaire, produit de la carbonification<sup>9</sup> d’accumulations de débris végétaux. On distingue plusieurs catégories en fonction des proportions de carbone, par ordre croissant : la tourbe (55 % de C), le lignite (70 à 75 % de C), le charbon (85 % de C) ou la houille *sensu lato* (la houille *stricto sensu* est pauvre en matières volatiles), l’anthracite (92

---

8. Du grec πυρ [pyr] « feu » et λουσω [louso] « qui lave », la pyrolusite est aussi appelée « savon des verriers », car elle permet de décolorer le verre.

9. Enrichissement en carbone et perte des éléments hydrogène et oxygène, sous l’effet de l’augmentation de la température et de la pression.

à 95 % de C) et le graphite (carbone pur). En Europe, le charbon est exploité comme combustible depuis la révolution industrielle.

En tant que matière colorante, le charbon permet de réaliser des tracés directement avec le bloc ; il peut aussi être réduit en poudre, de teinte noire ; il a été employé comme pigment pour les représentations pariétales des grottes Chauvet, Cosquer, de Gargas ou de Niaux (Baffier *et al.*, 1999). Hélène Salomon fait la remarque très pertinente qu'une conservation différentielle des charbons dans les sites explique qu'ils sont désormais sous-représentés. Ils sont en effet plus sensibles que d'autres gammes de vestiges archéologiques à diverses contraintes mécaniques qui entraînent une fragmentation accrue<sup>10</sup> (Chravzez, 2013). De plus, leur double qualité de témoins des spectres botaniques et des pratiques du feu tend à occulter leurs qualités colorantes.

Il est permis de penser que le charbon constituait un matériau colorant très facile à obtenir quotidiennement au cœur du foyer, et peut-être bien plus exploité qu'on ne l'imagine aujourd'hui (Salomon, 2009, p. 51).

### *1.1.2.7. Autres minéraux exploitables*

Si le rouge, le noir et le jaune (et leurs dérivés : orange, brun, etc.) sont de loin les teintes les plus représentées tout au long de la préhistoire, on observe ponctuellement d'autres parties du spectre chromatique.

Ainsi, le blanc, le bleu et le vert, ont pu être exploités respectivement à partir de calcite ou de talc, d'azurite et de malachite.

La **calcite**  $\text{CaCO}_3$  est le principal constituant des roches sédimentaires formées en milieu marin. Elle cristallise dans le système rhomboédrique, et peut avoir de nombreuses morphologies : rhomboèdre, prisme, tablettes, etc. (Deer *et al.*, 1966, p. 476-483 ; Dietrich, 1988 ; Korbel et Novák, 1999).

Répandue dans tous les contextes, surtout sédimentaires, elle est l'un des minéraux les plus communs. Incolore à blanchâtre, la calcite produit une poudre blanche.

Le **talc**  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  est un phyllosilicate voisin des micas, qui cristallise dans le système monoclinique pseudohexagonal. Il se présente sous forme de fines paillettes à éclat nacré, dans des roches métamorphiques (calcaires, dolomies, schistes). Très tendre (dureté 1 sur l'échelle de Mohs), il produit aisément une poudre blanche.

L'**azurite**  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  vient de l'arabe *lazhward*, qui veut dire bleu. Ce carbonate de cuivre cristallise dans le système monoclinique. L'habitus de l'azurite est prismatique ou aciculaire. Elle se forme par oxydation de sulfures de cuivre comme la chalcopyrite  $\text{CuFeS}_2$ , souvent associée à

10. Les principaux facteurs d'altération identifiés sont (i) les processus sédimentaires et en particulier le gel/dégel, (ii) le piétinement, (iii) la météorisation, (iv) d'une manière générale, tous les processus mécaniques. Ils sont éventuellement amplifiés/favorisés lorsqu'ils sont couplés avec des altérations diagenétiques\* (il semble qu'un pH basique augmente la proportion de phase amorphe au détriment de la phase cristalline du matériau) et l'immersion des charbons dans l'eau (ramollissement, fragilisation), mais les facteurs mécaniques restent majoritaires (Cohen-Ofri *et al.*, 2006 ; Rebollo *et al.*, 2008 ; Braadaart *et al.*, 2009 ; Théry-Parisot *et al.*, 2010 ; Ascough *et al.*, 2011a ; Ascough *et al.*, 2011b ; Chravzez, 2013).

des roches carbonatées (Deer *et al.*, 1966, p. 455 et 475 ; Korbel et Novák, 1999 ; Foucault et Raoult, 2010).

L'azurite a été très exploitée en tant que pigment bleu à partir de l'Antiquité égyptienne jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle. Elle présente cependant l'inconvénient de verdir car elle s'altère en malachite (Perego, 2005).

La **malachite**  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$  doit son nom au grec  $\mu\omicron\lambda\omicron\chi\eta$  [moloché] : la fleur du genre *Malva* (la mauve en français), dont les feuilles ont une teinte verte proche de celle de la malachite.

Cet autre carbonate de cuivre cristallise aussi dans le système monoclinique et présente un habitus principalement aciculaire ou prismatique, parfois massif ou botryoïdal (formes arrondies regroupées en grappes : Foucault et Raoult, 2010). Sa gîtologie est similaire à celle de l'azurite (Deer *et al.*, 1966, p. 475 ; Korbel et Novák, 1999 ; Foucault et Raoult, 2010).

Indépendamment de leurs propriétés physiques, l'azurite et la malachite ont pu servir à repérer les gisements de minerai de cuivre, dès les premières expérimentations métallurgiques (Renault *et al.*, 2005).

### I.1.3. Propriétés

*Ces trois hommes étaient des Masai.*

*Je pouvais voir maintenant que leurs cheveux flottaient jusqu'aux épaules. Par là, je sus qu'ils étaient des moranes, c'est-à-dire de très jeunes hommes.*

*Eux seuls en effet, dans toute l'Afrique orientale, avaient le privilège de porter leur chevelure entière. Elle les signalait aux yeux des leurs et à leur propre conscience, comme des guerriers sans peur, comme des braves parmi les braves, comme l'espérance virile de la tribu, comme la fleur du sang masai. C'est pourquoi les jeunes hommes donnaient à leur chevelure des soins minutieux. Ils l'arrosaient de suc de plantes destinés à la faire pousser plus vite et plus drue. Ils l'enduisaient de graisse. Enfin, ils la couvraient d'argile rouge.*

*Ils continuèrent de se tenir sans remuer, les bras nonchalamment noués aux javelots. Le vent de brousse creusait des plis dans l'étoffe qui leur couvrait une épaule, mais ne parvenait même pas à dessiner une ride sur le casque massif que formaient leurs cheveux d'or rouge.*

**Joseph Kessel, *La piste fauve***

////////////////////////////////////

Les matières colorantes présentent, suivant leur composition et leur morphologie, des propriétés physiques et chimiques variées. Certaines sont aisément détectables à l'œil nu et l'attention des chercheurs s'est d'emblée focalisée sur celles-ci ; d'autres, moins facilement perceptibles, nécessitent

une certaine expérience pour être repérées et appréciées. Un effort d'illustration<sup>11</sup> sera fait pour ces dernières, afin de rendre compte de toutes les possibilités d'utilisation des matières colorantes. Il apparaît raisonnablement que toutes les qualités et propriétés intrinsèques évoquées ici ont vraisemblablement pu être recherchées et exploitées au sein d'un bagage techno-culturel néolithique.

### *1.1.3.1. Teinte et pouvoir colorant*

Nous l'avons énoncé ci-dessus, il existe quatre teintes élémentaires allant par paires (le bleu et le jaune, le rouge et le vert) et les teintes binaires (cf. *supra* titre 1.1.1. de ce chapitre). Propriété visuelle identifiable au premier regard, la **teinte** dépend de la composition physicochimique de la matière colorante (Perego, 2005). La teinte peut être modulée par le mélange de différents pigments et par la granulométrie de ceux-ci : à Lascaux, la palette chromatique allant du jaune au rouge lie-de-vin, en passant par toutes les nuances d'orange et de brun, est composée à partir de différentes proportions de goethite et d'hématite ; les violets sont un mélange d'hématite et d'oxydes de manganèse (Vignaud *et al.*, 2006 ; Chalmin *et al.*, 2004).

Le **pouvoir colorant** est la faculté d'un pigment (et du matériau colorant qu'il compose) de transmettre durablement sa teinte à ce qui l'entoure.

Cette propriété est souvent confondue avec le pouvoir couvrant (cf. *infra* titre 1.3.2. de ce chapitre), car masquée par celui-ci, mais elle prend tout son sens lorsqu'il est nécessaire d'adjoindre des substances incolores à la matière colorante (comme des charges). Le pouvoir colorant élevé de l'hématite a déjà été évoqué précédemment (cf. *supra* titre 1.1.2. de ce chapitre).

Le pouvoir colorant d'un bloc riche en pigments (oxydes de fer ou de manganèse par exemple) peut être exploité en réduisant celui-ci en poudre, ou bien en le frottant directement sur un support, pour peu que le degré de dureté de ce dernier soit plus élevé.

### *1.1.3.2. Pouvoir couvrant et pouvoir opacifiant*

Le **pouvoir couvrant** n'est pas synonyme du pouvoir colorant. Il caractérise le volume de matière nécessaire pour couvrir une surface donnée. Il dépend de la granulométrie et de la nature du pigment principalement, mais aussi de la nature du liant et des charges : l'ajout de charges blanches ou incolores augmente ou réduit respectivement le pouvoir couvrant du matériau.

Il peut être rapproché du **pouvoir opacifiant**, qui est la faculté d'un mélange pigmentaire d'empêcher la transmission de la lumière, et ainsi de « masquer » durablement la teinte du support qu'il recouvre. Il dépend de la nature du pigment et des charges, et de leurs proportions respectives dans le mélange colorant.

La goethite et l'hématite ne permettent pas la transmission de la lumière et ont un pouvoir couvrant élevé, reconnu et exploité dans de nombreuses cultures. Ainsi, plusieurs groupes amérindiens d'Arizona (Navajo, Walapai et Pima) utilisaient un mélange de « peinture rouge » et de graisse pour

---

11. Nous puiserons pour cela, autant que faire se peut, dans la littérature archéologique ou à défaut, dans les sources ethnographiques.

se protéger les joues du soleil et du vent froid et sec (Peabody, 1927). Un exemple actuel peut être donné avec les femmes Himba de Namibie. Afin de contourner un tabou qui leur refuse de se laver à l’eau, elles s’enduisent fréquemment l’ensemble du corps d’un mélange d’hématite et de graisse ou d’argile appelé *otjize*. Ce cosmétique les protège du soleil et des moustiques (Varichon, 2003 ; Triat, 2010 ; Summers *et al.*, 2012 ; Rifkin *et al.*, 2015).

### *1.1.3.3. Pouvoir siccatif*

Les oxydes de fer et de manganèse, et en particulier l’hématite et la pyrolusite, sont traditionnellement réputés pour leur **pouvoir asséchant** et **siccatif**<sup>12</sup>. Leur origine est imputée à leur structure cristalline et à leur composition (Schwertmann et Fitzpatrick, 1992 ; Salomon, 2009). La structure en feuillet ou en tunnel des oxydes de fer et de manganèse leur confère des propriétés hygroscopiques qui se traduisent par un assèchement des matériaux qui sont à leur contact. Le pouvoir siccatif est attribué à la composition du réseau cristallin : dans l’hématite par exemple, les sites octaédriques sont occupés par des atomes d’oxygène, et non des groupements –OH, comme c’est le cas pour la goëthite ; l’hématite offre donc un apport plus important en oxygène, qui contribue à une meilleure polymérisation.

Bien exploité aujourd’hui dans les domaines industriels<sup>13</sup> et artistiques<sup>14</sup>, le pouvoir asséchant et siccatif des oxydes de fer et de manganèse n’a pas échappé aux sociétés traditionnelles, et permet des applications nombreuses et diversifiées, comme en témoignent l’ethnographie, l’expérimentation et l’archéologie. Pourtant, cette propriété, moins perceptible que le pouvoir colorant, est souvent peu prise en considération dans les raisonnements archéologiques en regard de celui-ci. Nous tenons donc à insister ici sur la potentialité de mise en œuvre du pouvoir siccatif des matières colorantes dans plusieurs domaines, mais aussi à corriger l’idée reçue sur l’utilisation de l’hématite pour tanner les peaux.

#### *1.1.3.3.1. Usages liés au corps*

Nous avons vu précédemment que l’hématite pouvait entrer dans la composition de cosmétiques pour protéger la peau du soleil (cf. *supra*, titre 1.3.1. de ce chapitre). À travers ses propriétés asséchantes, elle peut avoir d’autres bénéfices. Tout d’abord, d’un point de vue strictement technique, de nombreux expérimentateurs ont évoqué l’efficacité de la poudre d’hématite pour se débarrasser des produits

---

12. Bien qu’ils soient parfois employés comme synonymes, *séchage* et *siccation* sont deux phénomènes à bien dissocier, en particulier en art plastique. Le **séchage** désigne la perte de solvant par évaporation, qui donne lieu à la solidification du mélange. La **siccation** désigne le phénomène d’incorporation d’oxygène dans un mélange fluide, entraînant, par polymérisation et réticulation, sa solidification très au-delà de l’évaporation.

13. Dans l’industrie du forage, l’hématite entre dans la composition des « boues de forage » employées pour améliorer le rendement de ces opérations. Par ailleurs, Les oxy(hydroxy)des de fer, les hydroxydes d’aluminium et les oxy(hydroxy)des de manganèse peuvent entrer dans la composition de produits pour réduire les pollutions à l’arsenic (Bowell, 1994 ; Van Der Hoek *et al.*, 1994 ; Manning *et al.*, 1998 ; Sun *et al.*, 1999 ; Farquhar *et al.*, 2002 ; Laperche *et al.*, 2003 ; Deschamps *et al.*, 2005).

14. En art plastique, les oxydes de fer et de manganèse sont réputés pour leur pouvoir siccatif et pour les précautions qu’il faut prendre pour les manipuler. Si l’usage d’un agent siccatif facilite le durcissement du mélange colorant et donc améliore sa durabilité et ses propriétés optiques, il pose parfois des problèmes de dosage pour les peintures à l’huile multicouches. Une couche externe riche en agent(s) siccatif(s) durcira avant celles qu’elle recouvre, entraînant un assèchement différentiel des couches et un craquellement du mélange pictural. Les peintres s’efforcent donc de réserver l’emploi de siccatifs pour les couches profondes, ou d’attendre leur durcissement complet avant tout recouvrement.

gras. Frottée directement sur un support (peau, bois, silex) maculé, elle aide en effet à dégraisser les mains ou les outils (Audouin et Plisson, 1982). De plus, adjointe dans un corps gras, elle en facilite la manipulation et l'application.

On lui prête aussi des vertus prophylactiques dans de nombreuses cultures, dont les Himbas déjà évoqués (cf. *supra*, titre 1.3.2. de ce chapitre). De même, les amérindiens Warran (Venezuela), se couvraient le corps de peinture rouge pour se protéger des moustiques (Peabody, 1927) et dans plusieurs tribus aborigènes, l'hématite est appliquée sur les plaies pour aider à la cicatrisation (Peile, 1999, d'après Salomon, 2009). Dans ces usages, l'hématite est fréquemment associée à d'autres minéraux comme des argiles. Hélène Salomon fait deux remarques à ce sujet. La première, est que cet emploi de l'hématite peut être rapproché de sa couleur : ainsi, on soignera une plaie ou un saignement avec un remède ayant la même teinte, c'est la couleur qui soigne ! La seconde est d'ordre tout aussi symbolique : en appliquant une matière colorante rouge, l'invalidé signale à ses congénères qu'il est en cours de rétablissement<sup>15</sup> (Salomon, 2009).

#### *1.1.3.3.2. L'hématite comme charge dans les matériaux organiques*

Les études fonctionnelles d'outils et d'armatures lithiques\* révèlent fréquemment la présence de résidus rouges. Ils sont parfois répartis sur les parties actives, témoins d'une utilisation conjointe de l'outil et des oxydes de fer (Philibert, 1993) ; mais le plus souvent, ils recouvrent les parties non actives (Wadley *et al.*, 2004a ; Beyries, 1982). De ce constat est née l'hypothèse d'un emploi des oxydes de fer comme charge dans les préparations d'emmanchement (Wadley *et al.*, 2004b). Les expérimentations ont montré empiriquement que l'ajout de poudre d'hématite aux adhésifs à base de « résine » apportait des bénéfices multiples : (i) préparation, manipulation et conservation aisées, (ii) matériau plus homogène et résistant, mais aussi (iii) protection contre l'humidité et meilleure conservation des fibres constituant un éventuel lien (Wadley *et al.*, 2004a ; Wadley, 2005 ; Wadley et Lombard, 2007 ; Salomon, 2009).

Le pouvoir siccatif de l'hématite est aussi utilisé dans l'entretien des peaux. Dans plusieurs cultures – Tehuelches de Patagonie, Tasmaniens, Masai (Sollas, 1911 ; Peabody, 1927) – la graisse additionnée d'hématite est appliquée sur les faces interne ou externe des peaux pour les préserver de l'humidité.

#### *1.1.3.3.3. Assainissement des sols et assèchement des matières organiques*

Les propriétés prophylactiques de l'hématite ont pu être exploitées sur le corps, mais aussi sur le sol. Les épandages de poudre colorée trouvés dans les sédiments archéologiques ont posé la question d'une origine fortuite (vestiges d'aires de production de poudre) ou non. André Leroi-Gourhan a émis l'hypothèse d'un épandage de poudre volontaire à Pincevent pour assainir les sols (Leroi-Gourhan et Brézillon, 1972). Des expérimentations ont été menées sur des fonds de cabanes, les uns laissés bruts, les autres traités saupoudrés d'hématite. Sur ces derniers, le sol a été asséché, ce qui a limité la croissance de champignons et de mauvaises herbes (Zinnen, 2004, d'après Salomon, 2009).

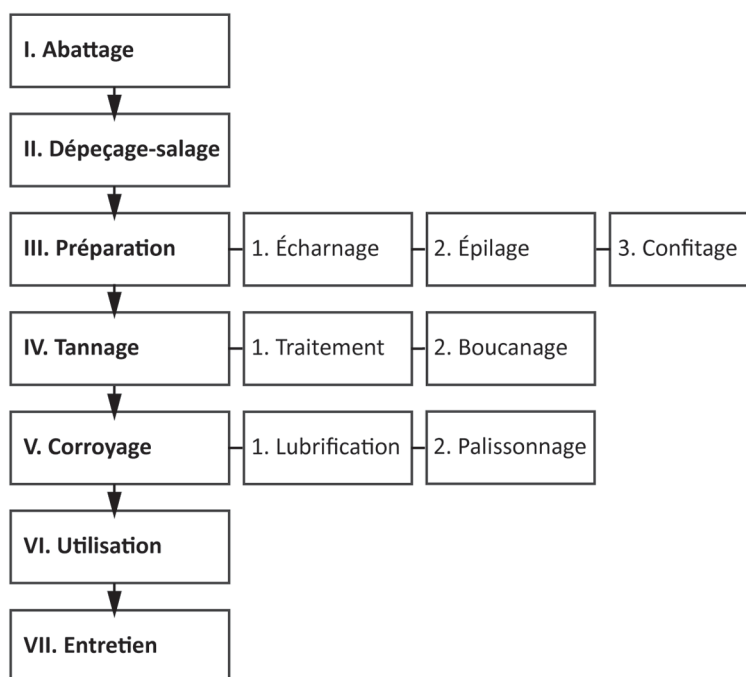
---

15. On trouvera un parallèle trivial entre ces deux remarques et l'enfant égratigné au genou qui était soulagé par l'application de « rouge » (la merbromine du mercurochrome) sur la plaie, réclamant une nouvelle application quand la teinte s'estompe.

La propriété asséchante des oxydes de fer et de manganèse peut aussi être exploitée dans un but de préservation et de conservation. Ainsi les objets ou éléments architecturaux en bois (volets, poteaux) sont traditionnellement traités à « l’ocre » pour les protéger de l’humidité et du pourrissement. Le rouge profond qui recouvre les volets et charpentes des maisons basques, les *rorbu* (maisons traditionnelles norvégiennes) ou les édifices en bois en Amérique du Nord (comme les « ponts de la colonisation »), est appelé rouge « sang de bœuf ». C’est en réalité une peinture composée d’hématite. Sa vocation n’est à l’origine non pas esthétique mais utilitaire, puisqu’elle permet de protéger le bois des insectes xylophages et de la pourriture liée à l’humidité (Guillaume, 1991 ; Beaudin, 2006). L’ethnographie révèle qu’en Australie, la poudre d’hématite a été exploitée par les Aborigènes pour stocker et conserver des fruits durant plusieurs mois (Flood, 1990, d’après Salomon, 2009), mais aussi pour momifier le corps des défunts, dans le but de limiter leur pourrissement et pour les transporter intacts jusqu’à un lieu d’inhumation spécifique (Berndt et Berndt, 1964).

#### I.1.3.3.4. L’hématite et le traitement des peaux

Ayant observé des résidus rouges sur les parties actives d’objets interprétés comme des outils pour travailler les peaux (grattoirs, lissoirs, poinçons), et connaissant le pouvoir antiseptique de « l’ocre », les préhistoriens ont émis l’hypothèse d’une utilisation de ce matériau pour « tanner les peaux ».



**Figure 6.** Chaîne opératoire du traitement des peaux. Les matières colorantes sont susceptibles d’intervenir dans les étapes V, VI et VII.

Le tannage est une étape médiane de la chaîne opératoire du traitement des peaux (figure 6), dont le but est de transformer de manière irréversible la peau en cuir, « un tissu souple, résistant et non altérable » (Beyries, 2008). Cette opération a lieu sur une peau décharnée et parfois épilée, par imprégnation d’agents tannants (végétaux ou minéraux) qui vont pénétrer dans la peau pour séparer les fibrilles de collagène qui constituent le derme (Chahine, 2002).

Contrairement à ce que l’on peut encore trouver dans la littérature récente (Djindjian *et al.*, 1999 ; Domingo *et al.*, 2012), **les oxydes de fer et de manganèse ne permettent pas le tannage des peaux**, et ce à plus d’un titre. Tout

d’abord, à l’inverse des tanins ou de l’alun, qui sont les agents tannants les plus communs, ils sont insolubles dans l’eau. Ils ne peuvent donc pas pénétrer au cœur de la peau. Un traitement d’une peau fraîche à la poudre d’hématite limite bien le pourrissement de celle-ci, mais cet état est réversible si



on rince abondamment la peau à l'eau pour en retirer la poudre rouge<sup>16</sup>. Enfin, le dépôt d'un agent asséchant comme l'hématite ou la pyrolusite sur une peau prête à être tannée va avoir un effet tout à fait inverse à celui recherché : la peau va s'assécher, se durcir, prendre un aspect de carton, et non la souplesse du cuir. Les tanneurs appellent ce phénomène le « roidissement de la peau » (Villon et Thuau, 1889).

Si les oxydes de fer ont pu être exploités en fin de chaîne du traitement des peaux pour des opérations de finition ou encore de préservation (cf. *supra* et *infra*, titres 1.3.3. et 1.3.4. de ce chapitre) comme l'ont montré de nombreux travaux (Audouin et Plisson, 1982 ; Philibert, 2000 ; Rifkin, 2011), ils demeurent donc inaptes au tannage.

#### *1.1.3.4. Pouvoir abrasif*

L'hématite fait partie du groupe structural  $A_2O_3$ , le chef de file de ce groupe étant le corindon (cf. *supra* titre 1.2.2. de ce chapitre). Le corindon est reconnu pour son degré de dureté élevé, 9 sur l'échelle de Mohs ; c'est en effet le deuxième minéral naturel le plus dur après le diamant (lequel a un degré de 10). Le corindon est exploité de longue date pour ses propriétés abrasives (Boleti, 2009 ; Procopiou *et al.*, 2011), parfois pur, mais le plus souvent à partir de l'émeri, une roche composée d'un mélange naturel de corindon, de magnétite et d'hématite.

La présence de cette dernière n'est pas anodine. Nous avons vu ci-dessus que l'hématite présente un degré de dureté élevé (jusqu'à 6,5 sur l'échelle de Mohs), associé à une morphologie de billes micrométriques. Ces caractéristiques font d'elle un véritable acteur dans l'opération d'abrasion.

Tout comme le corindon pur est adapté pour les opérations d'abrasion et de polissage « soutenues » sur des matières dures comme les roches tenaces, l'hématite seule se révèle être un excellent abrasif pour les matériaux tendres, en particulier pour les étapes minutieuses, telles que le polissage de finition.

De nos jours, l'artisanat<sup>17</sup> des métaux et des matières dures animales (os, bois, ivoire), fait appel à un abrasif rouge, appelé « rouge de bijoutier », pour les étapes de finition (White, 1996). Cette pâte d'hématite, car c'est de cela qu'il s'agit le plus souvent<sup>18</sup>, est appliquée sur un morceau de cuir, lequel est ensuite frotté sur l'objet à polir, pour obtenir une surface lisse et homogène.

Si les oxydes de fer ne peuvent pas être employés comme agent tannant (cf. *supra*, titre 1.3.3. de ce chapitre), l'hématite a tout de même pu entrer dans les étapes finales des chaînes opératoires de peausserie. Les expérimentations, analyses tracéologiques et études ethnographiques ont montré que l'hématite est exploitée comme abrasif de finition sur les peaux préalablement tannées. Frottée sur l'ensemble de la peau, elle lui donne un aspect de velours ; appliquée uniquement sur les bords, elle en homogénéise l'épaisseur et la surface, et facilite la couture – cette étape est appelée parage (Philibert, 1993 ; 1994 ; 1995 ; 2000).

16. Au cours de ces actions de rinçage, l'eau agit physiquement, par frottement, et non chimiquement par dissolution.

17. Principalement la bijouterie et la lutherie.

18. La pâte à polir se décline en plusieurs types d'abrasifs, et donc en plusieurs couleurs, chacun répondant à un besoin spécifique (dureté, granulométrie). L'hématite étant très répandue, les noms génériques de *rouge de bijoutier*, *rouge d'Angleterre* ou encore *rouge de Tripoli* (ce dernier étant plus riche en silice), sont les termes qui reviennent le plus souvent sans tenir compte de la teinte réelle, à l'instar des rouge-à-lèvres qui ne sont pas exclusivement rouges...



#### I.1.4. Transformation thermique

Action élevée au rang de symbole d'appartenance à l'humanité, couramment évoquée dans la littérature, la transformation des matériaux par le feu est lourde d'implications techniques et de sens symbolique (Leroi-Gourhan, 1943). Elle souligne la capacité de l'Homme à « maîtriser les éléments » et, fort de sa suprématie technologique, à exploiter ses compétences pour manipuler la matière et créer de nouveaux produits.

Le traitement thermique est un processus qui implique deux principales variables : la température et la durée. Appliqué aux matières colorantes, il permet de moduler leur composition, et par là même l'ensemble de leurs propriétés physico-chimiques (teinte, etc.). L'idée d'une telle mise en œuvre est née de plusieurs observations : (i) la grande variabilité de teintes dans les assemblages de représentations pariétales, et en particulier à Lascaux (Chalmin et al., 2004) ; (ii) la prédominance du rouge, tant dans les blocs de matière première qu'en poudre ou en peinture (Baffier et al., 1991) ; (iii) l'association étroite de blocs et de foyers, par exemple à la grotte du Renne d'Arcy-sur-Cure (gisement châtelperronien : Leroi-Gourhan et Leroi-Gourhan, 1964 ; Higham et al., 2010 ; Hublin et al., 2012), qui a conduit André Leroi-Gourhan à formuler l'hypothèse, reprise après lui, que l'hématite était obtenue à partir « d'ocre jaune à différents états de calcination » (Leroi-Gourhan, 1961).

Si l'on prend l'exemple des oxy(hydroxy)des de fer, le traitement thermique, appliqué à tout type de matière jaune (riche en goethite) permet d'obtenir un bloc d'hématite, d'une teinte comprise entre l'orangé et le mauve, suivant les modalités de l'opération. En résumé, privilégier ce choix technique implique une simplification des modes d'acquisition et un investissement supplémentaire dans les phases de transformation. Par ailleurs un géomatériau colorant chauffé est susceptible de contenir des minéraux datables par thermoluminescence<sup>19</sup>.

La caractérisation fine du traitement thermique des matières colorantes doit renseigner les conditions thermodynamiques (principalement durée et température) et permettre de savoir si celui-ci est intentionnel, accidentel ou post-dépositionnel.

Les différents matériaux pigmentaires soumis ne réagissent pas de manière identique à la chaleur, et les conséquences qui découlent d'une telle action varient en fonction des réactifs et du traitement thermique subi.

Suivant la matière colorante de départ, il sera possible de suivre et de caractériser ce processus par étude de la composition cristalline (par méthodes d'analyses structurales), des stigmates de chauffage (comme des pores de déshydratation), ou encore des conséquences physico-chimiques sur les minéraux présents en inclusion (comme les grains de quartz, dont la thermoluminescence se retrouve perturbée).

Il convient de développer plus avant ces différents points pour les minéraux concernés.

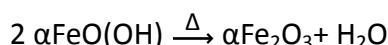
---

19. L'hypothèse de dater directement les représentations pariétales élaborées à base de pigments chauffés a été une des motivations qui ont conduit au développement analytique présenté dans le titre 1.4.1. de ce chapitre. À ce jour, aucune peinture à base d'hématite « artificielle » n'a été révélée. Quand bien même, dater les représentations pariétales par thermoluminescence impliquerait un prélèvement de matière si conséquent, que ces couches picturales ténues seraient définitivement ravagées (Pierre Guibert, communication personnelle).

### I.1.4.1. Oxydes de fer

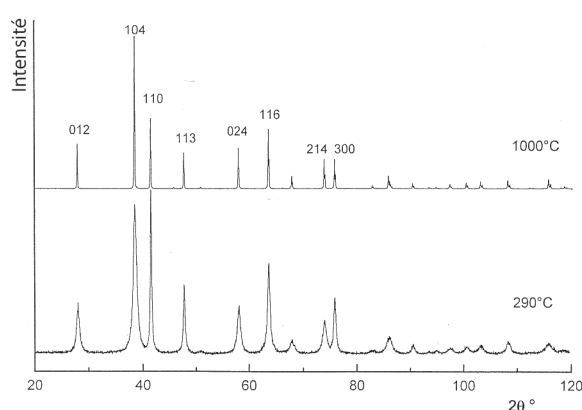
La caractérisation du traitement thermique des oxy(hydroxy)des de fer a été bien circonscrite par Marie-Pierre Pomiès (goethite synthétique et four : Pomiès, 1997). Laure Dayet a poursuivi ces expérimentations en conditions « archéologiques réelles » (goethite naturelle et foyer : Dayet, 2012, p. 182-196). Pour ces minéraux, plusieurs transformations thermiques peuvent avoir lieu. Au vu de la répartition de ces différents minéraux en contextes géologique et archéologique, et de leur intérêt techno-économique, il est possible de décrire le processus de déshydratation à partir de la goethite, soumise progressivement à une température de plus en plus élevée.

À partir de 200 °C, la **goethite**  $\alpha\text{-FeO(OH)}$  va commencer à se déshydroxyler et former de l'**hématite**  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , selon l'équation suivante :



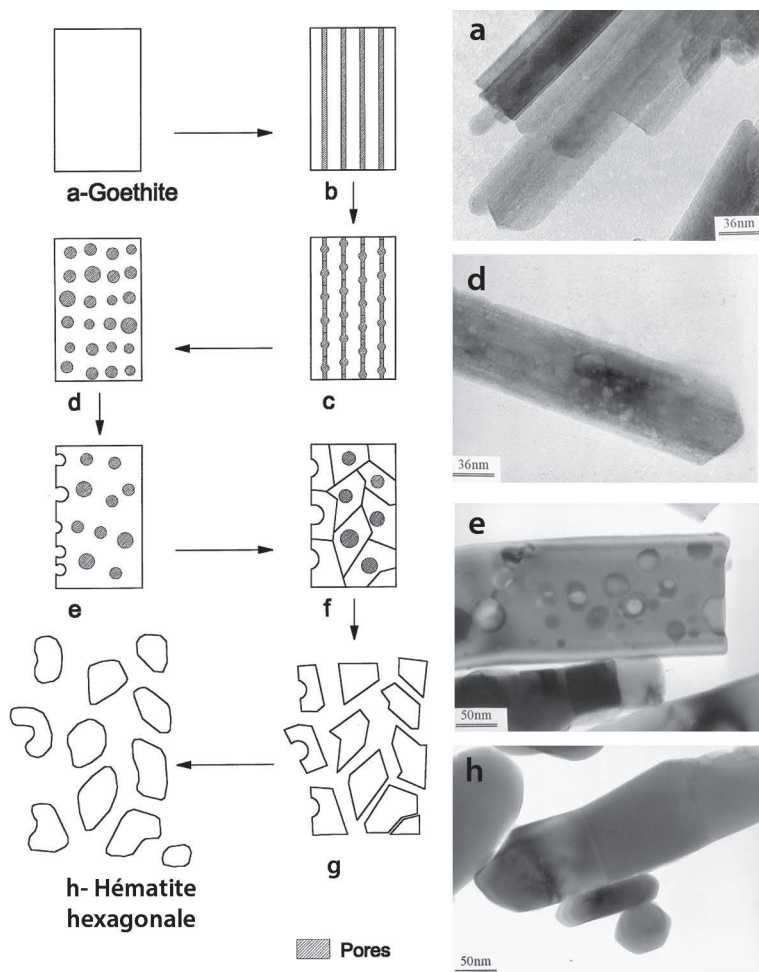
La transformation est totale au-delà de 300 °C, mais elle s'opère sans phase de transition et l'habitus reste inchangé (González *et al.*, 2000). L'hématite obtenue est qualifiée de « désordonnée » (Onoratini, 1985, p. 59 ; Perinet et Onoratini, 1987). Cet état de fait est bien observable en diffraction des rayons X (figure 7) ; en effet, le diffractogramme présente (i) un élargissement différentiel des pics correspondant aux plans (102, 204, 113, 214, 116, 300) jusqu'à 650 °C et (ii) l'inversion en intensité des deux pics majeurs (110 et 104) jusqu'à 400 °C (Onoratini, 1985 ; Pomiès, 1997). Cet aspect cristallin particulier peut aussi être mis en évidence par spectrométrie Raman (De Faria et Lopes, 2007). Il est important de rappeler ici que ces caractéristiques peuvent par ailleurs être observées sur des hématites naturelles (Masson, 1986). Une condition suffisante pour individualiser l'hématite provenant de la goethite chauffée est l'utilisation d'un microscope électronique à transmission, pour observer dans les cristaux, à l'échelle nanométrique, des pores de déshydratation (figure 8), observables jusqu'à 650 °C (Pomiès, 1997 ; Pomiès *et al.*, 1999 ; Gialanella *et al.*, 2011). Au-delà de 650-700 °C, les pores de déshydratation migrent vers la surface des cristaux, qui croissent pour prendre l'habitus hexagonal caractéristique de l'hématite (Watari *et al.*, 1979a ; Watari *et al.*, 1979b ; Watari *et al.*, 1983 ; Pomiès, 1997 ; Gialanella *et al.*, 2010). Les expérimentations en conditions réelles donnent des résultats moins reproductibles que ceux obtenus en laboratoire ; Selon Laure Dayet, « la variabilité de taille des cristaux peut expliquer la variabilité de faciès des pores pour un même échantillon » (Dayet, 2012, p. 191)

Lorsque la **goethite**  $\alpha\text{-FeO(OH)}$  est chauffée en présence de matière organique, elle forme entre 370 et 600 °C de la **maghémite**  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , laquelle se transforme au-delà en hématite, selon le processus classique. La maghémite peut aussi être obtenue à partir de lépidocrocite chauffée, selon un processus



**Figure 7.** *Diffractogrammes d'hématites obtenues à partir de goethite chauffée (Pomiès, 1997) ; en haut, chauffage jusqu'à 1000 °C ; en bas, chauffage jusqu'à 290 °C.*

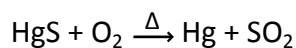
similaire à celui de la goéthite/hématite (Pomiès, 1997 ; Cornell et Schwertmann, 2006). Si le traitement thermique s’opère en atmosphère réductrice, l’hématite se réduira à partir de 800 °C en **magnétite Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>**.



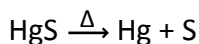
**Figure 8.** Schéma et micrographies TEM des différentes étapes de la transformation de goéthite synthétique en hématite par traitement thermique (Pomiès, 1997) ;  
 a : goéthite de synthèse ;  
 b : chauffage à 230 °C, apparition de pores lamellaires ;  
 c : entre 230 et 300 °C, formation de pores sphériques ;  
 d et e : 300 à 650 °C, augmentation de la taille des pores, qui migrent vers la surface ;  
 f : vers 650 °C, évacuation de l’eau, début de recristallisation ;  
 g : au-delà de 650 °C, recristallisation en hématite ;  
 h : à partir de 800 °C, augmentation de la taille des cristaux hexagonaux d’hématite.

#### 1.1.4.2. Cinabre

Le cinabre est le principal minéral de mercure. Ce dernier s’obtient par chauffage au-delà de 700 °C dans un four sous courant d’air, selon la réaction suivante :



Mais à partir de 583 °C, le cinabre se décompose déjà en mercure liquide et en vapeur de soufre :



Le mercure est un métal argenté brillant à l’état liquide<sup>20</sup> aux conditions normales de pression et de température. Il peut être employé pour amalgamer l’or ou d’autres métaux précieux et faciliter leur application sur un support (dorure au mercure, dépôt de feuille d’étain sur le dessous d’un miroir<sup>21</sup>).

20. Le symbole Hg du mercure provient du grec ὕδωρ [húdôr] : eau et ἄργυρος [árguros] : argent, et du latin *hydrargyrum* : argent liquide.

21. Ces pratiques ne sont presque plus employées de nos jours pour des raisons toxicologiques.

Porter le mélange à une température entre 400 et 500 °C entraîne l'évaporation du mercure (dont le point d'ébullition est fixé à 356,62 °C) et la fixation de l'autre composant au support.

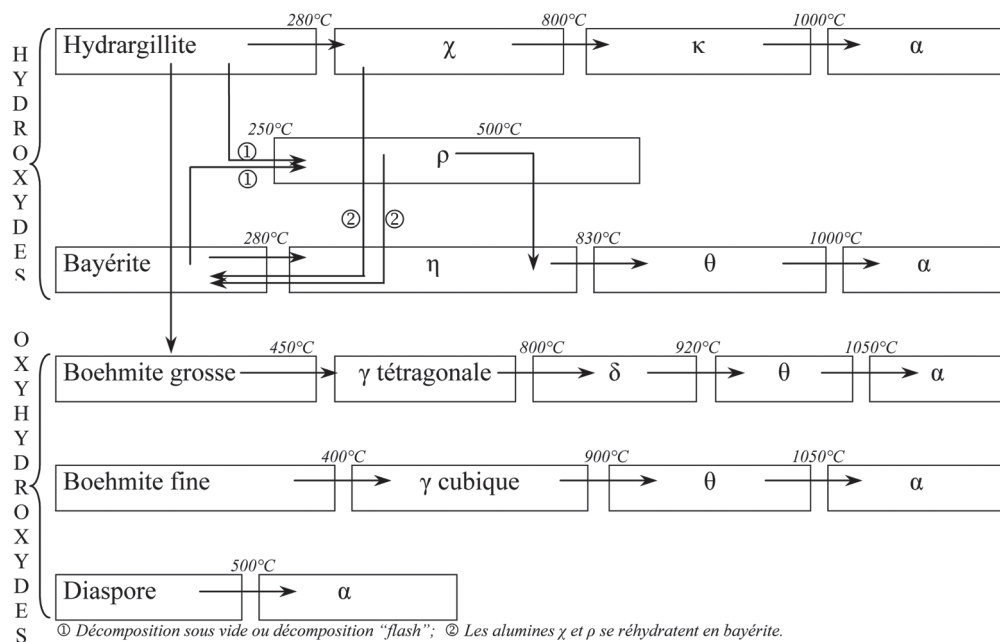
L'amalgame\* et la dorure au mercure semblent maîtrisés aux Âges des métaux, mais certaines observations dans les Balkans (vases dorés de la culture de Vinca), région où l'exploitation de l'or et du cinabre remonte au V<sup>e</sup> millénaire BCE, ont récemment relancé le débat (cf. titre 2.4.2.1. de ce chapitre).

### I.1.4.3. Oxydes d'aluminium

La bauxite est une roche répandue en Provence, qui contient souvent une certaine proportion d'oxy(hydroxy)des de fer. Ceux-ci lui confèrent une couleur orangée à mauve, mais elle est principalement constituée d'oxy(hydroxy)des d'aluminium (Bardossy, 1982), dont les propriétés ont pu être utilisées conjointement à celles des oxy(hydroxy)des de fer. Les principaux oxy(hydroxy)des d'aluminium sont la gibbsite  $\gamma\text{-Al(OH)}_3$ , la boëhmite  $\gamma\text{-AlOOH}$ , la bayérite  $\alpha\text{-Al(OH)}_3$ , le diaspore  $\alpha\text{-AlO(OH)}$  et le corindon  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  (cf. titre 4.2.4 du deuxième chapitre pour un exposé minéralogique et gîtologique plus avancé).

Le seul oxyde d'aluminium qui paraît avoir pu intéresser les néolithiques est le corindon, pour sa dureté. Or le corindon est le stade ultime de la décomposition thermique des différentes phases cristallines. À l'exception du diaspore, chaque phase passe par au moins deux formes de transition au cours du traitement thermique, la première étant bien moins ordonnée que la seconde (Poulon-Quintin, 2002 ; Tisserand, 2007).

L'ensemble des transformations thermiques des principaux oxy(hydroxy)des d'aluminium, et les températures auxquelles elles ont lieu, sont résumés dans la figure 9 (Galwey et Brown, 1999 ; Francke, 2002 ; Klopogge *et al.*, 2002 ; Tisserand, 2007).



**Figure 9.** Schéma des différentes étapes de transformation des oxy(hydroxy)des d'aluminium par traitement thermique (Francke, 2002, p. 29).

L'information la plus importante à retenir ici est que les moyens d'obtenir par transformation thermique le corindon, sont limités. En effet, il ne se forme généralement, en fonction du réactif et selon les auteurs, qu'à partir de 1000 à 1150 °C (Francke, 2002 ; Poulon-Quintin, 2002). Seul le diaspore se transforme en corindon à une température relativement modeste, puisqu'il se déshydrate directement à partir de 500 °C (Feenstra, 1985 ; Urai et Feenstra, 2001 ; Boleti, 2009).

Ainsi, en chauffant à plus de 500 °C une matière bauxitique riche en diaspore et en oxy(hydroxy(des) de fer, on peut obtenir un excellent abrasif riche en corindon et en hématite.

## I.2. Les matières colorantes au Néolithique – état de l’art

*La couleur de la pourpre attire les dieux comme les taureaux.*

**Alfred de Musset, *La Confession d’un enfant du siècle***

L’utilisation des matières colorantes par l’Homme est attestée dès le Paléolithique ancien (de Lumley, 1966, 2009 ; Beyries et Walter, 1996 ; McBearty et Brooks, 2000). En Europe occidentale, l’étude de ce type de vestige s’est cristallisée autour de 1980 et durant une vingtaine d’années sur les pigments employés pour l’élaboration des représentations pariétales et mobilières paléolithiques (Cabrerá-Garido, 1978 ; Ballet *et al.*, 1979 ; Buisson *et al.*, 1989 ; Clottes *et al.*, 1990 ; Menu et Walter, 1992 ; Baffier *et al.*, 1999). Parallèlement, un ensemble de découvertes dans le courant des années 1990 et 2000 a conduit à prendre en considération les matières colorantes du *Middle Stone Age*<sup>22</sup> comme un des indices permettant d’aborder les problématiques relatives à la « modernité culturelle » ou *Modern Human Behaviour*, tant en Afrique australe (D’Errico *et al.*, 2003 ; Kuhn et Stiner, 2006 ; Henshilwood et Dubreuil, 2011) qu’au Proche-Orient (D’Errico *et al.*, 2010 ; Salomon *et al.*, 2012) ou en Europe (D’Errico, 2006 ; Dayet *et al.*, 2014). Ces dernières années témoignent d’une ouverture à la Préhistoire récente et d’un renouvellement des problématiques : modes d’acquisition des matières colorantes, étude fonctionnelle, interaction avec les autres systèmes techniques.

En premier lieu, sont exposés les différents états sous lesquels les matières colorantes néolithiques peuvent être mises au jour, illustrés d’occurrences établies dans le Néolithique provençal (figure 10) ou, à défaut, dans d’autres contextes spatio-culturels. Vient ensuite un état de la recherche sur les trois grands segments de la chaîne opératoire des matières colorantes : provenance et acquisition, modes de préparation et de transformation, usage et fonction.

Si la Préhistoire récente (Mésolithique et Néolithique) et la Protohistoire sont de plus en plus mises à contribution (Pappalardo, 1999 ; Brysbaert *et al.*, 2006), les corpus paléolithiques restent très sollicités (San Juan-Foucher, 2005 ; Salomon, 2009 ; Dayet, 2012 ; Rifkin, 2012) et ont jusqu’à présent produit la majeure partie des avancées méthodologiques et des données. De ce fait, la description de l’usage des matières colorantes au Néolithique pourra nous amener à puiser dans la littérature relative à ce contexte ou encore à l’ethnographie.

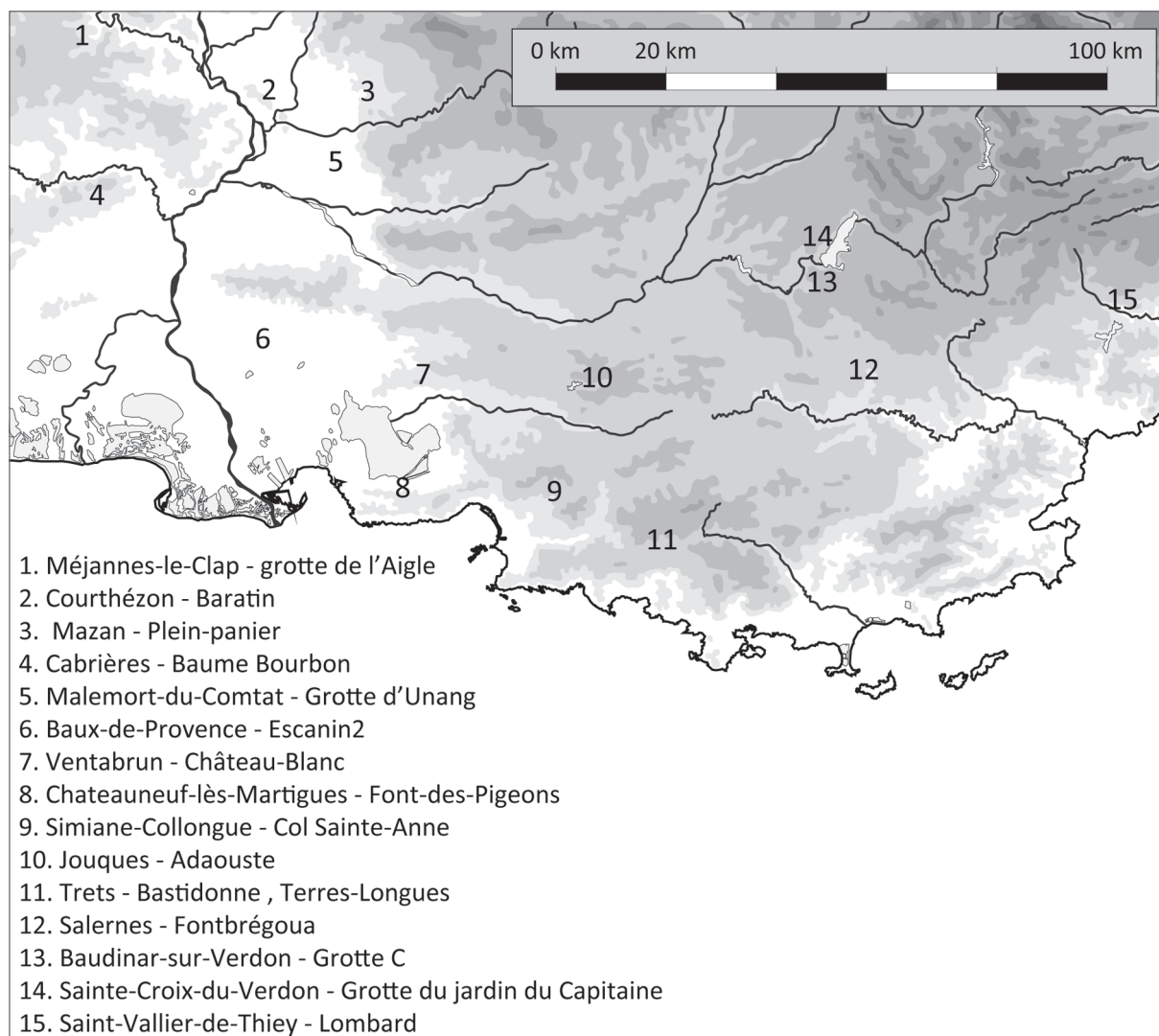
### I.2.1. Aspects archéologiques des matières colorantes néolithiques

#### I.2.1.1. Aires d’exploitation des géomatières

Les formations géologiques susceptibles de fournir des matières colorantes sont diverses (cf. titre 4.2. du deuxième chapitre). Les blocs de matière première peuvent être récoltés directement sur les gîtes d’origine et à proximité (position primaire et subprimaire) ou bien dans les produits d’érosion et les alluvions (position secondaire). L’identification des gisements relevant du second cas nécessite, de toute évidence, de connaître au préalable les premiers, qui les ont alimentés. Par ailleurs, à l’inverse des

22. Le *Middle Stone Age (MSA)* est le pendant africain du Paléolithique moyen européen. Il s’étend de 200 000 à 30 000 BP et est attribué à *Homo sapiens sapiens*, l’Europe étant occupée dans le même temps par *Homo sapiens neandertalensis*.





**Figure 10.** Répartition des sites régionaux pour lesquels des vestiges de matières colorantes sont mentionnés (carte J.-V. Pradeau).

géomatières employées pour la confection des éléments de macro-outillage et d’outillage poli (Ricq-de-Bouard, 1996), la cohésion\* moindre et la composition parfois argileuse des matières colorantes limite la possibilité de les retrouver en gisement alluvionnaire. Seront donc traités en priorité ici des contextes qui ont pu livrer des traces explicites d’une exploitation de matières colorantes : aires de collecte intensive et installations minières<sup>23</sup>.

Une « mine de manganèse » est mentionnée à Chowa, en Afrique du Sud. Elle a livré divers outils (choppers, burins, outils perforés, matériel de broyage, mais aussi une hache polie) dont certains « en manganèse ». Pour évaluer son ancienneté, les auteurs se basent sur les similarités entre ceux-ci et d’autres outils en manganèse trouvés sur un site « voisin de trois *miles*<sup>24</sup> », qui a aussi livré une industrie en quartz attribuée au Paléolithique récent (Dart et Beaumont, 1967). L’hétérogénéité

23. D’après le Dictionnaire de l’Académie française (9<sup>e</sup> édition), une mine est un « gîte de substances minérales ou fossiles, précieuses ou stratégiques, sous terre ou parfois en surface, que l’on peut mettre en exploitation » ; dans le cas de substances de moindre valeur (sables, pierre de taille), on emploie le terme « carrière ». Par extension, le terme désigne les installations permettant l’extraction de ces substances. Dans cette acception, une mine ou carrière peut être à ciel ouvert, en puits ou en galerie.

24. Environ 4 800 m.

de l'assemblage de la « mine » appelle à la prudence. Une « mine d'ocre rouge paléolindienne<sup>25</sup> » a été évoquée en Amérique du Nord pour le gisement de Powars II (Wyoming), mis au jour par des travaux de mise en place d'une ligne de chemin de fer. Hélas, il n'a fait l'objet que de ramassages en 1935 puis d'un test de 2 m<sup>2</sup> en 1986 qui a révélé une forte perturbation des niveaux (Stafford *et al.*, 2003). Des fragments osseux sont interprétés comme des outils d'extraction, mais la relation entre le matériel archéologique et les niveaux riches en oxydes de fer reste sujet à caution.

Plus récemment, une véritable mine d'oxydes de fer datée de la transition Pléistocène/Holocène (10 000-8500 BCE) a été mise au jour à San Ramón, au nord du Chili (Salazar *et al.*, 2011 ; Salazar *et al.*, 2013). Les plus anciens niveaux ont livré de nombreux éléments d'outillage d'extraction (« hammerstones ») qui permettaient d'exploiter un filon contenant des oxydes de fer, dont de la magnétite, mais aussi des oxydes de manganèse (Hélène Salomon, Yvan Coquinot, communication personnelle).

En Méditerranée occidentale, la Grotta della Monaca (Calabre, Italie) a livré un cas bien documenté de mine de matières colorantes. Cette figure karstique\*, riche en minéralisations de fer<sup>26</sup> et dans une moindre mesure de cuivre<sup>27</sup>, se développe toutes galeries incluses sur 355 m, aux dépens de calcaires dolomitiques triasiques. Elle est divisée à partir de l'entrée en trois grandes parties (Larocca, 2005) :

- la *Pregrotta* (galerie d'entrée de 50 m) où sont principalement retrouvés des témoins d'activités domestiques ;
- la *Sala dei pipistrelli* (vaste « salle des chauvessouris » triangulaire, longue de 60 m pour 30 m de largeur) dont les extrémités sont riches en minerai de fer et de cuivre ;
- les *Cunicoli terminali* (cinq couloirs terminaux dont le plus long atteint 80 m) intensément exploités pour les oxy(hydroxy)des de fer.

La cavité a été occupée et exploitée dès 17 000 BCE à l'aide de petites fosses creusées dans la *Pregrotta* (Larocca, 2012). D'après les nombreux tessons décorés de peinture rouge retrouvés dans cette partie, la fréquentation s'intensifie au cours de la deuxième moitié du VI<sup>e</sup> millénaire BCE, mais les ressources minérales ne semblent pas faire l'objet d'une exploitation durant cette première occupation néolithique. En revanche, des datations obtenues sur charbon au fond des *Cunicoli terminali* (4800-4540 BCE) coïncident avec les céramiques rattachées au complexe Serra d'Alto (première moitié du V<sup>e</sup> millénaire BCE) retrouvées à l'entrée (Larocca, 2012). Du Chalcolithique ancien au Bronze moyen (début du III<sup>e</sup> au milieu du II<sup>e</sup> millénaire BCE), l'exploitation des oxy(hydroxy)des de fer se poursuit ; elle se voit complétée par celle des minerais de cuivre et plusieurs épisodes funéraires entre la *Sala dei pipistrelli* et les *Cunicoli terminali* (Arena *et al.*, 2013). Ces espaces ne reçoivent pas suffisamment de lumière du jour, et ont nécessité l'emploi de torches en bois résineux (qui ont fourni les charbons permettant de dater les différentes phases d'exploitation : Larocca, 2012 ; Quarta *et al.*, 2012).

25. Le calage chronologique des assemblages paléo-indiens est à l'heure actuelle fortement limité par le manque de confrontations stratigraphiques entre les différents contextes et l'absence de critères comparatifs dans les industries lithiques, due à une faible évolution des chaînes opératoires de débitage au cours du temps (Nicolas Naudinot, communication personnelle).

26. Principalement des oxy(hydroxy)des comme la goéthite et la lépidocrocite, mais aussi un arséniate de fer et de calcium très rare : la yukonite  $\text{Ca}_2\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_4(\text{OH})\cdot\text{H}_2\text{O}$  (Garavelli *et al.*, 2009).

27. Sous forme de carbonates comme la malachite et l'azurite, de sulfate (brochantite  $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ ), de phosphates (libéthénite  $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$  et sampléite  $\text{NaCaCu}_5(\text{PO}_4)_4\text{Cl}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).



Les niveaux du Chalcolithique et de l'Âge du Bronze ont livré de nombreux outils en roches métamorphiques employés pour l'extraction : des « marteaux-haches », des « maillets » et des « pics » (Larocca, 2010a ; Larocca et Breglia, 2012). Pour le Néolithique, un seul pic en corne de chèvre<sup>28</sup>, daté de 3640-3360 BCE a été mis au jour dans le plus long des *Cunicoli terminali* (Larocca, 2012).

Le filon de goethite meuble et plastique de la *Sala dei pipistrelli* a cependant permis la préservation exceptionnelle de centaines de traces d'outils. Nommé à cet effet *buca delle impronte* (« trou des empreintes ») et daté de 3800-3600 BCE, il a permis d'évaluer la diversité des outils et des gestes employés : impacts profonds et fins de pics en bois de cervidé ou à section ovale de corne de chèvre, empreintes larges de raclage à l'aide de scapula de grand mammifère (Larocca, 2010b).

La Grotta del Tesauro, à deux kilomètres de la Grotta della Monaca, a révélé une aire d'exploitation similaire (minéralisations de fer et de cuivre en karst, outils d'extraction tels que des « marteaux-haches »). Des fouilles sont en cours pour en préciser le contexte archéologique (Garavelli *et al.*, 2012a ; 2012b ; Larocca et Breglia, 2012).

Le Sud-Est de la France n'a pas livré de site néolithique spécialisé dans l'exploitation de matières colorantes. Cependant, la station chasséenne d'Escanin 2 (Baux-de-Provence, Bouches-du-Rhône), prend place au pied de gisements de bauxite (roche riche en oxy(hydroxydes) d'aluminium et en oxy(hydroxydes) de fer, cf. titre 4.2.4. du deuxième chapitre). Ayant identifié de la bauxite en dégraissant dans les pâtes céramiques, Cédric Lepère pose l'hypothèse « d'une exploitation de ce matériau en tant que tel ou dans le cadre d'un système technique impliquant l'utilisation » (Lepère, 2009, p. 226).

### ***1.2.1.2. Blocs bruts et semi-transformés***

Les blocs de matière colorante sont les portions de géomatériau prélevées dans la nature (en position primaire ou secondaire) et exploitées par l'Homme. Ces blocs de matière première peuvent être bruts (sans traces de mise en œuvre apparente) ou semi-transformés (qui portent divers stigmates : cassures nettes, facettes, stries, impacts de percussion, etc.) et sont de dimensions qui permettent leur repérage à l'œil nu et leur manipulation (supérieur au demi-centimètre dans l'idéal). Le terme « fragment » recouvre les individus résultant de la fragmentation des blocs ; ils présentent généralement des cassures « fraîches » et des dimensions infracentimétriques.

Au même titre que les autres matières minérales, la composition des blocs de matière colorante favorise leur conservation et donc une bonne représentation dans les couches archéologiques. Pourtant, l'aspect fruste des matières colorantes a longtemps limité leur prise en considération dans les assemblages archéologiques. Tout au plus était-il fait mention des différentes couleurs (rouge, noir, jaune ou encore blanc) représentées. Le nombre de blocs, leurs dimensions, leur masse étaient en revanche rarement évoqués en dehors des rapports de fouille, si du moins ils étaient conservés à la fouille. Jean Courtin et Serge Pélouard évoquent ainsi que « des morceaux de roches rouges, destinés à fournir un colorant, ont souvent été signalés dans le Chasséen provençal (Grottes du Verdon, Grottes du Destel, Baume<sup>29</sup> Fontbrégoua à Salernes, etc.) » (Courtin et Pélouard, 1971, p. 549).

---

28. La matière cornée, au sens propre, a disparu ; c'est le noyau osseux qui a été préservé.

29. « Baume » est un terme provençal pour « grotte ».

Dans le Néolithique de l'arc liguro-provençal, la documentation des blocs de matière première est favorisée par l'application et l'œil naturaliste de chercheurs comme Jean Courtin ou Didier Binder, qui évoquent systématiquement la présence des blocs de matière première sous le terme de « colorants » ou de « matières colorantes » (Courtin et Erroux, 1974). Leur nature est fréquemment précisée par plusieurs termes, « ocre, bauxite, hématite<sup>30</sup> », qui orientent sur leur composition et leur couleur (jaune ou rouge).

Ainsi, plusieurs dizaines de blocs matières colorantes sont mentionnés dans la halte de chasse cardiale (Néolithique ancien, 5300-5000 BCE) de Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard. D'après les analyses par diffraction des rayons X, il s'agit d'une géomatère riche en calcite et en hématite (Binder, 1991b, p. 189).

Les matières colorantes sont aussi importées sur les habitats de plein-air. De nombreux fragments « de colorant rouge » et des « nodules ferrugineux » sont évoqués dans les niveaux de la station cardiale de Courthézon – Baratin (5380-5080 cal. BCE) (Binder et Sénépart, 2004 ; Sénépart, 2009). La forte fragmentation (« microboulettes ») suggère une préparation de poudre par broyage.

Les couches du Néolithique aussi bien ancien (Cardial 5400-5100 BCE) que moyen (Préchasséen 5100-4800 BCE et Chasséen 4300-3400 BCE) de Salernes – Fontbrégoua (Var) ont livré des blocs de bauxite semi-transformés par abrasion, d'après les facettes qu'ils portent et les nombreux éléments de macro-outillage maculés de rouge (Villa *et al.*, 1985 ; Courtin, 2000).

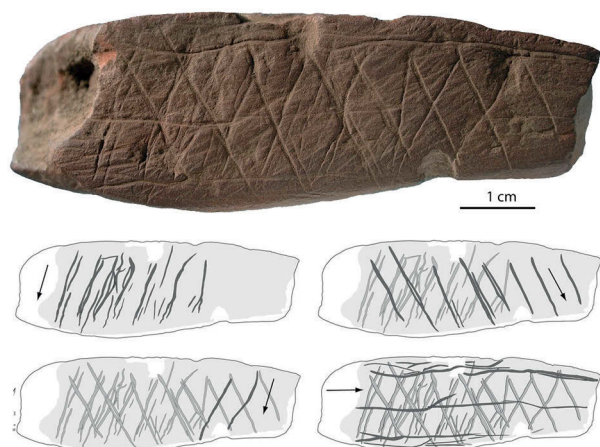
L'occupation de Baudinard-sur-Verdon – Grotte C, attribué au Chasséen récent (Néolithique moyen), a aussi livré plusieurs blocs de « bauxite et hématite ». Ce matériel porte des stigmates qui induisent également une réduction en poudre par abrasion et/ou raclage : « facettes d'usure et traces de raclage » (Courtin et Pélouard, 1971).

Jusqu'à présent, la prise en considération des blocs a principalement bénéficié aux contextes paléolithiques, à travers l'essor des recherches sur les représentations pariétales paléolithiques et l'émergence du *Modern Human Behaviour* au Paléolithique moyen et au *Middle Stone Age*. Elle a nécessité des développements méthodologiques spécifiques, qui comprennent la caractérisation pétrologique et physico-chimique (Salomon, 2009 ; Dayet, 2012), la réalisation de référentiels tracéologiques (Salomon *et al.*, 2008 ; Hodgskiss, 2010 ; Hodgskiss, 2013) et l'étude fonctionnelle (Rifkin, 2011 ; Hodgskiss, 2012 ; Rifkin, 2012 ; Summers *et al.*, 2012).

Ces approches ont permis de préciser la place techno-économique de ce type de matériel, dans plusieurs contextes : Solutréen à Combe Saunière et aux Maîtresaux (Salomon, 2003 ; Salomon, 2004 ; Salomon, 2009 ; Salomon *et al.*, 2015), Châtelperronien à Arcy-sur-Cure (Couraud, 1991 ; Salomon, 2009) ou encore MSA à Diekplouf ou à Dire Dawa (Dayet, 2012 ; Dayet *et al.*, 2013a ; Rosso *et al.*, 2013).

---

30. Si les auteurs comme Jean Courtin, Didier Binder ou Bernard Gassin emploient le terme « bauxite » dans son acception géologique (cf. titre 4.2.4. du deuxième chapitre), leurs emplois des termes « ocre » et « hématite » relèvent plutôt du sens que leur donnent les archéologues, à savoir respectivement (i) une géomatère jaune ou rouge (goethite ou hématite) microcristalline, relativement tendre qui colore par contact et (ii) une géomatère rouge souvent mieux cristallisée, dont le degré de dureté parfois élevé nécessite l'usage de macro-outillage pour produire la poudre colorante. Lorsque le terme « ocre » renvoie aux formations géologiques albiennes du Vaucluse, l'ocre « géologique » *stricto sensu*, cela est explicitement précisé (par exemple, Binder, 1991b, p. 189 ; Gassin, 1993, p. 89 ; ou encore Binder et Sénépart, 2004, p. 159).



**Figure 11.** Bloc gravé et déroulement des étapes de gravure (Henshilwood *et al.*, 2009, p. 35).

Avec la découverte de « blocs d'ocre gravés » à Blombos (Afrique-du-Sud : figure 11), le mode d'élaboration des décors de groupes structurés de stries sur facettes a été décrit (Henshilwood *et al.*, 2009 ; D'Errico *et al.*, 2012) par adaptation d'une méthode préalablement développée sur galets (D'Errico, 1989).

Au Néolithique, les blocs de matière première restent peu étudiés, en regard des poudres imprégnant les céramiques et des résidus et peintures sur divers support (céramique, paroi rocheuse, éléments de parure, etc.).

### ***1.2.1.3. Résidus sur outils imputables à la préparation des matières colorantes***

L'essor du macro-outillage (meule et molette, broyeur et mortier, polissoir) dans les assemblages néolithiques s'inscrit dans la dynamique de fixation au sol des groupes humains, associée à la complexification des activités techniques et à l'augmentation de la part végétale dans l'alimentation. Les matériaux transformés sont d'origines multiples : végétale (céréales et fruits secs, légumineuses, plantes tinctoriales, fibres végétales), animale (cuir, viande séchée, matières dures animales, test\* de coquillages), minérale (dégraissant céramique, roches tenaces, matière colorante, etc.).

L'identification d'outils ayant servi à produire de la poudre colorante est facilitée par l'observation de résidus colorés dans les interstices de ceux-ci. Dans le Néolithique de l'arc liguro-provençal, de tels éléments sont fréquemment mentionnés.

La mise en évidence, à Courthézon – Baratin, d'une « molette à la face active maculée d'ocre » (Binder et Sénépart, 2004, p. 59) peut être rapprochée de la forte fragmentation des blocs d'oxy(hydroxy)des de fer (cf. titre précédent).

Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard a livré un kit de production de poudre colorante, composé d'un galet de quartz et d'un bloc de grès, qui porte une surface « concave et finement polie et colorée en rouge » (Binder, 1991b, p. 63).

À Salernes – Fontbrégoua, plusieurs éléments de macro-outillage (« meules et molettes ») portant des résidus rouges ont été mis au jour, tant dans les couches du Néolithique ancien que moyen (Villa *et al.*, 1985). Les auteurs avancent l'hypothèse que la matière colorante travaillée est de la bauxite, d'après les nombreux blocs de cette géomatière mis au jour.

Des dalles de calcaire « maculées de rouge » sont également signalées en contexte cardial (Néolithique ancien) à l'abri de la Font-des-Pigeons (Châteauneuf-lès-Martigues, Bouches-du-Rhône) et à la grotte de l'Aigle (Méjanès-le-Clap, Gard) (Courtin, 2000, p. 76).

#### ***1.2.1.4. Résidus sur outils imputables à l'utilisation des matières colorantes***

Les résidus colorés sur outils ne proviennent pas uniquement de la production de poudre colorante. Les matières colorantes, aux premières desquelles l'hématite, ont pu être mobilisées au côté de ces outils au sein d'activités diverses, en tant qu'agent colorant, abrasif ou asséchant, pour le travail de matières minérales ou animales.

Le façonnage d'objets en pierre polie (haches et herminettes, bracelets et autres éléments de parure) implique des étapes d'abrasion et de polissage sur grès. À la fin du Néolithique et à l'Âge du Bronze égéen, ces étapes sont facilitées par l'adjonction d'une pâte faite à partir de fragments d'émeri<sup>31</sup> et d'eau (Boleti, 2009 ; Procopiou *et al.*, 2011). À notre connaissance, ce procédé technique n'est pas clairement attesté en Europe occidentale au Néolithique ancien et moyen, mais son utilisation est plausible (Hamon, 2006).

La possibilité de faire intervenir les matières colorantes dans la chaîne opératoire de la peausserie a déjà été évoquée ci-dessus (cf. titre 1.3.3.4. de ce chapitre). Cette association est susceptible de colorer les outils utilisés dans le traitement des peaux (figure 6 chaîne op traitement des peaux FAIT) :

- polissoirs en grès pour l'écharnage et assouplir tout au long de la chaîne, en particulier le palissonnage<sup>32</sup> ;
- grattoirs et racloirs en silex, poinçons et aiguilles en matière dure animale tout au long de l'utilisation de la peau transformée (abrasion, perforation, couture, etc.).

En plus des résidus rouges déposés sur les parties fonctionnelles, l'utilisation conjointe des outils et d'hématite entraîne la formation de stigmates particuliers sur les premiers. L'expérimentation permet de décrire ces indices qui confirment l'emploi des oxydes de fer dans le cas où ceux-ci auraient disparu<sup>33</sup>. Ainsi, les blocs de grès utilisés au cours des étapes d'assouplissement (dont le palissonnage) ont des surfaces polies très développées caractéristiques. L'adjonction d'hématite est bien identifiée par l'apparition de grandes stries sur ces surfaces de travail (Hamon, 2006, p. 99-102).

De même, le traitement d'une peau à la bauxite n'est pas anodin sur les lames employées lors de la découpe. Cela crée des stries supplémentaires, accentue l'éroussé des bords et l'écaillage (enlèvements trapézoïdaux) des outils. Sur une peau recouverte d'ocre<sup>34</sup>, les traces sont encore plus flagrantes et l'usure des tranchants est rapide (Gassin, 1993).

Les exemples archéologiques sont bien représentés au Paléolithique, comme à Saint-Thibaud-de-Couz – Grottes Jean Pierre 1 et 2 (Magdalénien et Azilien : Philibert, 1995) et Poilhes – Régismont-le-Haut (Aurignacien : Bon et Mensan, 2010 ; Salomon, 2010 ; Bon et Mensan, 2011, 2012 ; Pradeau *et al.*, 2014). Des résidus colorés sont également observés sur des lames ayant servi au

31. Roche composée de corindon, de magnétite et d'hématite.

32. Le palissonnage est l'étape d'assouplissement de la peau tannée (Gassin, 1993 ; Hamon, 2006).

33. Les oxy(hydroxy)des de fer sont chimiquement stables et peu sensibles aux phénomènes tels que la dissolution. En revanche, les actions mécaniques comme le ruissellement peuvent avoir une influence sur les blocs comme sur les résidus, en particulier lorsqu'ils présentent une composante argileuse (kaolinite) importante. Le traitement post-fouille parfois rude (lavage à la brosse) a pu contribuer à la disparition des résidus sur outils.

34. Au sens géologique : sable riche en oxy(hydroxy)des de fer (Gassin, 1993, p. 89).

traitement des peaux en contexte PPN<sup>35</sup> au ProcheOrient (Ibáñez *et al.*, 2007). Mais l’utilisation conjointe de matières colorantes et d’outils lithiques servant dans la chaîne opératoire du traitement des peaux n’a pas été mise en évidence dans le Néolithique de l’arc liguro-provençal.

Ce constat amène à deux hypothèses. Soit les activités de peausserie ignorent l’utilisation des oxy(hydroxy)des de fer dans ce contexte spatio-culturel, soit la lacune en outils lithiques est réelle, ce qui suppose que d’autres ustensiles intervenaient dans les phases de préparation des peaux. Les gammes d’outils en matières issues du règne animal (os, corne, malacofaune) apportent plusieurs éléments de réponse.

La grande diversité de morphologies et de dimensions des supports de départ de l’industrie osseuse et les différents modes de mise en forme (percussion, rainurage, sciage, raclage, abrasion, polissage) permettent la production d’outils variés, répondant à de nombreux besoins techniques. Le travail des peaux est bien représenté : aiguilles, poinçons, racloirs sur outils-mousse<sup>36</sup>.

On remarque la présence d’une pointe colorée de rouge (probablement utilisée comme aiguille) en contexte cardial (Châteauneuf-les-Martigues – Font-des-Pigeons : Sénépart, 1991, p. 111). D’autre part, Ingrid Sénépart observe fréquemment des « microtraces » rouges sur plusieurs pointes en os du Chasséen provençal, sans préciser les sites concernés (Sénépart, 1991, p. 191).

Les couches chasséennes de Salernes – Fontbrégoua ont aussi livré des outils sur côte de petits ruminants interprétés comme des estèques<sup>37</sup>, mais les résidus rouges observés évoquent les « navettes » paléolithiques, outils-mousse en os utilisés pour l’écharnage ou l’assouplissement des peaux (Sénépart, 1991, p. 166).

Ces éléments confirment que dans le Néolithique provençal, les matières colorantes riches en hématite étaient exploitées, au moins ponctuellement, dans la chaîne opératoire de peausserie.

Le Néolithique provençal livre en effet un exemple original d’outils sur coquilles de moules (Vigié et Courtin, 1986). Mises au jour sur de nombreux sites chasséens ou campaniformes (Montpezat – Grotte Murée, Esparron-de-Verdon – Vauclare, Baudinard – Grotte de l’Église et Grotte de l’Église supérieure, Salernes – Fontbrégoua, La-Roque-sur-Pernes – Fraischamp), ces coquilles présentent deux principaux aspects de traces :

- des bords émoussés à fines stries, parfois avec des résidus rouges ou oranges ;
- des bords usés voire abrasés avec des stries perpendiculaires, sans résidus colorés.

Ce type de vestige est aussi connu en contexte mésolithique et néolithique sur la côte cantabrique (Cuenca Solana *et al.*, 2010 ; 2011 ; 2013). D’après les expérimentations, ces outils sur coquille ont pu servir à travailler des peaux, des végétaux, des matériaux céramiques ou, dans un cas qui nous intéresse directement, les matières colorantes. Vigié et Courtin avaient proposé un emploi conjoint des coquilles et des matières colorantes pour l’écharnage des peaux fraîches (Vigié et Courtin, 1986), mais cette utilisation combinée n’est pas forcément avérée (Cuenca Solana *et al.*, 2013, p. 103). Il

---

35. Ou *Pre-Pottery Neolithic*, cf. glossaire.

36. Un « outil-mousse » est un outil dont l’extrémité distale n’est ni aigüe, ni tranchante ; il est élaboré à partir d’un os plat (omoplate, mandibule, etc.) ou sur une côte de grand ruminant (Sénépart, 1991, p. 67-68) ; cf. glossaire.

37. Outil utilisé dans la production céramique pour régulariser les parois des vases avant séchage.

semble plutôt que les coquilles portant des résidus aient servi à la réduction de blocs de matière colorante en poudre par raclage – Vigié et Courtin n'avaient pas écarté cette hypothèse.

#### *1.2.1.5. Matières colorantes et mobilier céramique*

Témoignage fréquent de la culture matérielle des sociétés néolithiques, la céramique sert de support dans lequel s'affirment les expressions propres à chaque groupe culturel (Cauwe *et al.*, 2007, p. 20). Ce « marquage identitaire » (Cauwe *et al.*, 2007, p. 264) peut prendre des formes diverses, parfois combinées : impressions ou gravures sur pâte verte\*, sèche ou cuite, traitements de surface (brunissage\*, polissage), peintures à base de bitume (Connan *et al.*, 2004) ou de matières colorantes minérales.

Les associations matière colorante/matériel céramique sont de trois ordres.

Les résidus observés **sur les faces externes** des céramiques sont les mieux documentés. Ils sont interprétés comme des composantes du décor, auquel ils contribuent par les jeux de couleur qui contrastent avec la pâte (rouge/blanc ou blanc/noir par exemple) et leur agencement qui crée des motifs précis (bandes, damiers). Les modes de dépôt (état de la matière colorante et geste) sont multiples : aplat de peinture ou de poudre, incrustation de poudre dans la pâte par brunissage, remplissage de creux (Courtin, 2000, p. 106).

Des résidus colorés sont également observés **sur les parois internes**. Ces enduits de poudre sans organisation dans leur agencement ne procèdent pas d'une volonté décorative (Maniatis et Tsirtsonis, 2002). Ces restes de matière colorante renvoient à la fonction de contenant de la céramique dans laquelle ils sont retrouvés (Courtin, 1984). De tels récipients sont signalés en Provence à Salernes – Fontbrégoua (Cardial et Préchasséen : Sénépart, 1991 ; Courtin, 2000) et en Espagne Beniarrés – Cova de l'Or (García Borja *et al.*, 2004 ; Domingo *et al.*, 2012).

À l'instar d'autres matériaux (glaucosite, calcite, céramique pilée), les géomatières ont pu être incluses **dans les pâtes** comme dégraissant, pour prévenir les chocs thermiques. Au cours de son examen des pâtes de séries céramiques du Néolithique moyen, Cédric Lepère a identifié plusieurs inclusions d'oxydes de fer : pisolithes\* rouges ferrugineux, géomatières microcristallines rouges (« bauxite ou hématite » : Baffier *et al.*, 1999 ; Lepère, 2009 p. 219). Les sites concernés au Néolithique moyen sont Nice – Caucade, Baudinard – Grotte C, Trets – Terres-Longues, Baux-de-Provence – Escanin 2 et Mazan – Plein Panier (Lepère, 2009).

#### *1.2.1.6. Résidus sur éléments de parure*

Parmi les nombreuses pratiques<sup>38</sup> qui habillent et modifient l'aspect du corps, les éléments de parures en matières dures animales ou minérales sont celles qui nous sont le mieux parvenues de la

38. On distingue les pratiques alloplastiques, ajoutées au corps et réversibles – maquillage, bijoux, vêtements – de celles dites autoplastiques, qui retranchent et déforment – scarification, incision, infibulation, perforation, tatouage (Bonnardin, 2009, p. 32). Les éléments de parures archéologiques qui nous parviennent entrent dans la première catégorie, le plus souvent dans les bijoux. Lorsqu'ils sont retrouvés en contexte funéraire, l'étude de leur répartition spatiale par rapport au corps permet cependant de reconstituer en partie la tenue vestimentaire, si les perles et appliques ont été cousues/disposées directement sur le vêtement.



Préhistoire. L’étude typologique et fonctionnelle de ce matériel permet d’apprécier les nombreuses combinaisons d’éléments de parure, associées en bijoux (bracelets, colliers) ou attachées directement sur les vêtements (Bonnardin, 2009).

Des résidus colorés, principalement rouges, sont fréquemment observés sur les petits éléments qui fonctionnent avec un lien (perles, appliques, dents et tests percés). Si l’hypothèse d’une coloration volontaire est la plus couramment évoquée<sup>39</sup>, il faut aussi évoquer une possible coloration par contact avec un matériau recouvert de matière colorante : vêtement en peau ou lien enduits d’oxydes de fer dans un but de préservation et d’entretien (Salomon, 2009, p. 100).

Cette question se pose par exemple pour la sépulture d’Avignon – îlot P (Zemour, 2013, p. 754-755). Des résidus de matière colorante rouge ont été observés sur plusieurs tests de colombelles<sup>40</sup> percés (étude personnelle en cours). L’étude de la répartition spatiale des colombelles sur le corps suggère que celles-ci étaient probablement assemblées en collier ou accrochées sur le pourtour d’une pièce de vêtement enveloppant le torse – comme un gilet (Sandrine Bonnardin, étude en cours). La présence de matière colorante peut relever à la fois de motivations symboliques, esthétiques et techniques, à préciser plus avant (étude en cours, sous la direction d’Aurélié Zemour) : coloration rouge primaire ou secondaire par frottement sur un support souple couvert d’hématite (vêtement ou peau du porteur), agent de préservation du lien assemblant les colombelles, etc.

#### *1.2.1.7. Résidus sur supports immobilier et semi-mobilier*

Les représentations (schématiques ou figuratives, peintes et/ou gravées) sur support immobilier – bloc, paroi rocheuse en plein air, sous abri ou en grotte – se répandent dans l’aire franco-cantabrique à partir de l’Aurignacien, jusqu’à la fin du Paléolithique (Lorblanchet, 1995 ; Balbín Behrmann *et al.*, 2002 ; Balbín Behrmann et Alcolea González, 2009). Au début de l’Holocène, cette pratique ne subsiste que dans les parties orientale et méridionale de la Péninsule ibérique (figure 12).

Cette phase figurative, appelée « **art levantin** » (Dams *et al.*, 1984 ; Domingo Sanz, 2012), rassemble des figures animales<sup>41</sup> et humaines – à l’arrêt ou en mouvement, des végétaux, des objets manufacturés<sup>42</sup>, des scènes de chasse, d’escarmouche ou d’activités « cultuelles<sup>43</sup> » ou quotidiennes<sup>44</sup>. Les signes<sup>45</sup> sont rares<sup>46</sup> (10 % contre environ 45 % au Paléolithique : Dams *et al.*, 1984, p. 259).

---

39. Il est acquis que la parure joue un rôle important dans les relations entre individus et entre groupes, au point d’être qualifiée de « fait social total » (Mauss, 1947). La nature, le nombre et l’agencement des éléments de parure permettent de coder de l’information sous forme de signes (ou symboles, cf. *infra* titre 2.4.1.1.1. de ce chapitre) facilement transmissibles visuellement. Au-delà de la dimension esthétique, le fait de modifier la couleur des différents éléments de parure permet de multiplier les combinaisons de signes, et par là même le nombre d’informations (Kuhn et Stiner, 2006).

40. Ou *Columbella rustica*, mollusque gastropode marin à coquille spiralée, vivant dans les zones rocheuses du littoral.

41. Principalement des cervidés, des caprinés et des bovinés, mais aussi des suinés, oiseaux, insectes et serpents.

42. Des armes et des contenants en matériaux souples ou rigides, suspendus ou non.

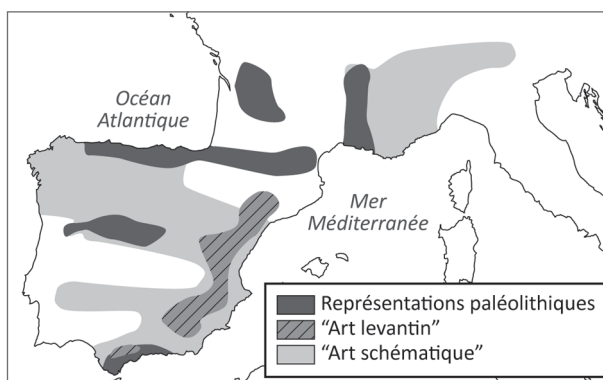
43. Sont rassemblées dans ce groupe les scènes de « sacrifices » et les figures d’humanoïdes dansants ou courbés, cornus ou dotés de masques et coiffes (Dams *et al.*, 1984).

44. Cueillette, récolte de miel avec échelles, agriculture, conduite d’animaux paisibles avec licol.

45. Les préhistoriens ont tendance à dissocier les « signes », qui sont des formes géométriques, des « figures », qui représentent le sujet de manière réaliste. Comme le rappelle François Bon, « parfois, la frontière entre « figures » et « signes » s’estompe et les seconds semblent une transcription abstraite – ou en voie d’abstraction – des premières » (Bon, 2009, p. 280). On se trouve alors dans le champ de l’art schématique.

46. Harponiformes, serpentiformes, méandres, grilles et punctiformes.

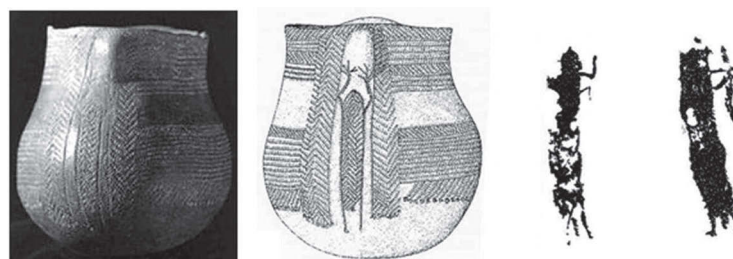
Plusieurs périodisations et datations relatives de l'art levantin ont été proposées en prenant appui sur les thèmes, les superpositions, les analogies avec les représentations sur support mobilier. Si son apparition au X<sup>e</sup> millénaire BCE fait consensus, les conditions dans lesquelles il cède le pas à l'art schématique ibérique sont plus floues (Utrilla, 2012). On observe en effet des scènes réalistes qui évoquent le Néolithique (troupeaux de caprinés, travaux agricoles), voire l'Âge du Bronze (chevaux paisibles menés au licol ou montés).



**Figure 12.** Carte de répartition des différents ensembles de représentations pariétales (carte J.-V. Pradeau).

L'**art schématique ibérique** est postérieur à l'art levantin et traditionnellement attribué aux groupes néolithiques. Il se répand dans l'ensemble de la péninsule ibérique (Hernandez Pérez et Segura Marti, 2002 ; Nuevo *et al.*, 2011). Le passage au mode de représentation schématique reflète une profonde modification des systèmes symboliques, qui souligne elle-même des changements culturels. Certains signes semblent symboliser de nouveaux concepts : la fertilité de la terre, par lignes diagonales attribuées à des chutes de pluie par exemple ou la religion, avec les orants comme ceux de l'abri V de Pla de Petracos (Castell de Castells, Alicante) ou du Barranc de l'Infern (Vall d'Ebo, Alicante). De telles figures sont parfois représentées sur les céramiques, par impression de test de *cardium* (Martí Oliver et Juan-Cabanillas, 2002 p. 45 et 48 ; Viñas *et al.*, 2012, p. 502 : figure 13). Les thèmes sont variés : anthropomorphes<sup>47</sup>, zoomorphes<sup>48</sup>, « idoles<sup>49</sup> » et soléiformes<sup>50</sup>, objets de locomotion<sup>51</sup>, signes divers<sup>52</sup>.

Les premières manifestations schématiques ibériques remontent au VI<sup>e</sup> millénaire BCE (Utrilla, 2012) ; cette pratique semble se poursuivre et évoluer vers différentes formes (gravures sur paroi, peinture et gravures sur mégalithes : Bueno Ramirez *et al.*, 2004, 2007) jusqu'aux Âges des métaux (Hernandez Pérez et Segura Marti, 2002).



**Figure 13.** Figures d'orants dans l'art schématique ibérique (Viñas *et al.*, 2012, p. 502) ; à gauche : céramique de Bienarres – Cova Del Or ; à droite : peinture de l'abric del Mas c'en Gran.

47. Personnages sexués ou non, portant des objets usuels (arc, lance, hache, outils agricoles), dansants ou en positions d'orants (Guilaine, 1994, p. 375 ; Hernandez Pérez et Segura Marti, 2002, p. 45 et 48), en groupes ou en couples interprétés comme hiérogames (union sexuelle à caractère religieux).

48. Bovinés, caprinés, cervidés, oiseaux schématiques (ramiformes) ou figuratifs (cigogne par exemple).

49. Signes structurés verticalement, parfois dotés d'une paire de cercles ou de points interprétée comme des yeux.

50. Signes rayonnants évoquant un culte solaire.

51. Chars, traîneaux, bateaux.

52. Cercles concentriques, méandres, spirales, zig-zag, tectiformes. Ces thèmes sont par la suite très sollicités dans le mégalithisme ibérique.



L'art levantin est un *unicum* en Méditerranée occidentale. L'art schématique, en revanche, est présent, d'une part, sous forme de gravures dans le massif du Mercantour (Alpes-Maritimes, France) et dans le Val Camonica (Lombardie, Italie)<sup>53</sup> et, d'autre part, en peintures pariétales dans le Midi de la France.

Les **peintures schématiques du Sud-Est de la France** (Hameau, 1989), principalement rouges ou orangées, prennent place sur les parois d'abris et de petites grottes du couloir rhodanien, des Préalpes et du Var (d'Anna, 2008, p. 412-413). Les sujets représentés incluent des anthropomorphes, des zoomorphes (cervidés, caprinés, serpents : Hameau, 2006) et des signes (« idoles », soléiformes, lignes brisées : Hameau, 2007, 2009b). Ces thèmes et leur mode d'exécution rappellent fortement l'art schématique ibérique, au point que des recherches ont été menées conjointement sur les deux ensembles géographiques (Hameau, 2009b). L'étude des peintures pariétales s'appuie sur la répartition spatiale des différentes représentations (Leroi-Gourhan, 1964), entre elles (associations, recouvrements, etc.) et au sein du dispositif pariétal, lequel est divisé en plusieurs « espaces emboîtés : paroi, abri, groupe d'abris, territoire de la communauté » (Hameau, 2009b).

Deux faits viennent ébranler cette méthodologie et la validité des résultats qui en découlent :

- La difficulté d'inventorier des représentations et la dégradation des peintures et des supports impliquent que les ensembles actuellement étudiés sont loin de représenter l'exhaustivité des corpus originels. Les études par comparaison et associations sont donc appliquées sur un corpus lacunaire mais tiennent peu compte de ce biais ;
- L'étude iconographique passe par la définition d'ensembles cohérents et donc par le calage dans le temps et la sériation culturelle de chaque figure et de chaque signe. Les essais d'attribution chronologique et culturelle menés jusqu'à présent en Provence s'appuient sur le matériel archéologique retrouvé dans les abris ornés (Hameau, 1989) et/ou la comparaison des recettes pigmentaires (Hameau, 2005). Le contexte géologique provençal étant particulièrement contrasté (cf. *infra* titre 4. du deuxième chapitre), les choix techniques (matières premières utilisées) sont peut-être moins liés à des contraintes culturelles qu'économiques. Le rapprochement opéré entre parois ornées et matériel archéologique présent dans les cavités paraît quant à lui pour le moins audacieux, car peu d'éléments permettent de corréler phases d'occupations et phases d'élaboration des peintures.

Dès lors, les hypothèses avancées par certains chercheurs sur le « rite de passage » de telle figure à une autre (Hameau, 2007), le « territoire symbolique » des différents groupes humains (Hameau, 2009a, 2009b) ou encore les « pratiques rituelles à l'origine de l'expression graphique » (Hameau, 2011) paraissent bien fragiles.

Par « **semi-mobilier** », nous désignons des représentations élaborées sur des supports qui ont été déplacés par l'homme, mais dont les dimensions et la masse suggèrent qu'ils ne sont pas voués à être manipulés quotidiennement. Les stèles employées en contexte funéraire au III<sup>e</sup> millénaire BCE dans les Bouches-du-Rhône relèvent de cet aspect. Elles peuvent être polies ou gravées et sculptées pour représenter des visages et des éléments anatomiques (d'Anna, 2008). Ces stèles ont pu être colorées

---

53. L'élaboration de ces gravures schématiques, aux thèmes variés (dont les orants : Guilaine, 1994, p. 374), s'étale du Néolithique moyen au Bronze récent (Huet, 2012).

en rouge d'après les résidus encore observables dans les creux des gravures ou même sur les surfaces polies. Des matières colorantes de ce type ont été identifiées à Trets – Bastidonne et à Ventabren – Château-Blanc (Walter *et al.*, 1997 ; cf. *infra* titres 2.1.9. et 2.4.2.2. de ce chapitre).

### *1.2.1.8. Autres cas en contexte domestique*

#### *1.2.1.8.1. Stockage*

Des « palettes » en pierre sont fréquemment évoquées en contexte paléolithique (Groenen, 1992 ; Salomon, 2009, p. 73). Un objet de ce type est signalé en contexte cardial à l'abri du Jardin du capitaine (Sainte-Croix-de-Verdon) (Binder, 1987).

À côté des contenants céramiques ou en pierre, plusieurs objets en os du Néolithique provençal ont révélé des résidus colorés qui suggèrent une fonction de stockage de poudre colorante. Pour présenter une surface de réserve suffisante, ces « outils-mousse » peuvent être façonnés sur os plat (omoplate, mandibule, etc.) ou sur côte de grand ruminant (Sénépart, 1991, p. 67-68).

Dans le Sud-Est de la France, des « palettes » sur os plat portant des résidus rouges sont mentionnées dans les couches cardiales de Châteauneuf-lès-Martigues – Font-des-Pigeons et plus au nord, à la Baume d'Oullins (Labastide-de-Virac, Ardèche : Sénépart, 1991, p. 92-93). Salernes – Fontbrégoua a livré un outil préchasséen sur scapula de suiné maculé de rouge (Sénépart, 1991, p. 134).

#### *1.2.1.8.2. Autres utilisations de poudre colorante sur mobilier*

À côté des peintures pariétales, monumentales et bien documentées, il existe des manifestations d'ordre non utilitaire qui prennent pour support des éléments mobiliers tels que des galets. De telles pratiques sont évoquées pour les sites de Sarteano – Grotta dell'Orso (Toscane, Italie, Néolithique ancien), Jouques – Adaouste (Cardial et Préchasséen) et Malemort-du-Comtat – Unang (Cardial récent), les deux derniers étant en contexte funéraire (Grifoni Cremonesi, 2001, p. 428 ; Zémour, 2013).

En Italie centrale, le site de Catignano (5300-4900 cal. BCE) a livré un fragment en os de dimensions 48 x 16 x 2 mm, dont l'une des faces porte des décors gravés de lignes perpendiculaires, dans lesquelles des résidus rouges sont conservés (Colombo, 2006). D'après leur composition élémentaire obtenue par MEB-EDS – mercure et soufre – ces matières colorantes sont constituées de cinabre (Colombo, 2006, p. 981). Marta Colombo interprète cet objet comme un « ustensile manuel » ayant servi à emmancher un outil. Il est difficile de discuter cette hypothèse à partir du peu de données transmises de cette étude préliminaire.

L'emplacement de certains résidus colorés (principalement rouges), sur des parties non actives d'outils lithiques, ne s'accorde pas avec l'hypothèse d'une origine liée à leur utilisation conjointe. Cette observation a été rapprochée du pouvoir siccatif de l'hématite, qui pourrait entrer dans la composition des adhésifs. Les bénéfices d'un tel mélange sont multiples : facilité de manipulation et de conservation, amélioration des propriétés mécaniques (Wadley, 2005 ; Wadley *et al.*, 2004a ; 2004b ; 2009 ; Lombard et Wadley, 2007).

Jusqu'à présent, de tels résidus ont surtout été décrits en contexte MSA en Afrique du Sud (Wadley, 2005 ; Lombard et Wadley, 2007 ; Wadley, 2010), PPNA au Proche-Orient (Shaham, 2010), capsien\* en Afrique du Nord (Inizan, 1976 ; Beyries, 1983), ou paléoindien au Canada (Helwig *et al.*, 2014).

Les résidus rouges associés au matériel en matières dures animales peuvent signer l'utilisation d'hématite en tant qu'agent abrasif, dans les étapes de mise en forme, de façonnage ou de polissage des outils en os, en corne ou en ivoire.

À Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard, les seuls résidus rouges repérés dans l'industrie osseuse se trouvent sur un métatarsien de petit ruminant, dans les rainures de sciage longitudinal (Binder, 1991b, p. 134).

#### *1.2.1.8.3. Sédiments colorés en contexte domestique*

La présence de petites particules de matière colorante dans certaines couches archéologiques leur donne une teinte singulière, qui facilite leur repérage et leur délimitation à la fouille<sup>54</sup>. Sur les sites à vocation domestique, la coloration des sédiments archéologiques peut résulter de deux causes anthropiques<sup>55</sup> :

- Une **origine technique** : la réduction en poudre des blocs favorise la dispersion de nombreux petits fragments sur une certaine surface. L'expérimentation a montré que la granulométrie des déchets et l'extension de l'aire de leur répartition dépendent de la méthode de pulvérisation (abrasion, broyage/concassage), du geste (mouvement linéaire ou circulaire) ou encore de la minutie de l'opérateur (Salomon, 2009, p. 307-326) ;
- Une **origine fonctionnelle** : le saupoudrage d'hématite sur une surface donnée pour l'assainir à travers ses propriétés asséchantes ou encore les traces résultant d'une litière en support périssable recouverte de poudre colorante.

L'étude du contexte (habitation, atelier, aire d'équarrissage entre autres) et du matériel associé (outils de broyage, déchets d'activité de boucherie, étude fonctionnelle des outils lithiques, etc.) permet de caractériser l'une ou l'autre des causes. Ainsi, à Régismont-le-Haut (Hérault), station de plein air aurignacienne, deux types de production de poudre ont été identifiés : (i) une poudre de granulométrie fine dotée de bonnes propriétés colorantes au sein d'une unité domestique où sont travaillées des peaux et (ii) une poudre produite en grandes quantités par broyage, semble-t-il moins « standardisée », sur une aire de boucherie et d'équarrissage. Il est raisonnable de penser que ce produit était exploité ici pour limiter le pourrissement des matières organiques et la prolifération des bactéries, insectes et petits carnivores, ou encore laver et traiter le matériel organique (tendons, os, etc.) obtenu lors du traitement des carcasses (Pradeau, 2010, p. 75-76 ; Pradeau *et al.*, 2014, p. 653).

---

54. La percolation des eaux peut favoriser la diffusion verticale et latérale de ces particules sur de courtes distances de ces unités stratigraphiques colorées, appelées communément « lentilles océrées » ou « lentilles colorées ».

55. Une troisième origine, d'ordre taphonomique, doit être évoquée : quand ils se décomposent, les organismes vivants libèrent des ions fer. Dans les milieux bien aérés et biologiquement actifs, ceux-ci sont susceptibles de former des oxy(hydroxy)des de fer (Duchaufour, 1977). Cependant, cette contribution est trop faible en quantité pour être significative (Jean-Marc Lardeaux, communication personnelle).

### *1.2.1.9. Matières colorantes en contexte funéraire*

L'association matière colorante (rouge)/funéraire est identifiée depuis les prémices de l'archéologie préhistorique à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle (Leroi-Gourhan, 1964 ; Groenen, 1992). Cette pratique s'étale du Paléolithique aux Âges des métaux, avec une certaine variabilité dans le temps et l'espace (Pastoureau, 1999 ; Hovers *et al.*, 2003 ; Pastoureau et Simonnet, 2005 ; D'Errico, 2006 ; Soressi et d'Errico, 2007 ; Henshilwood et Dubreuil, 2011 ; Roebroeks *et al.*, 2012 ; Rogerio-Candelera *et al.*, 2013).

Pour le Néolithique, l'identification de matière colorante est généralement associée à un geste funéraire, qui consisterait à répandre de la poudre sur le corps avant la fermeture de la sépulture. Ainsi, en contexte Rubané, « graphite » et oxy(hydroxy)des de fer sont généralement repérés « sur ou autour du squelette, en saupoudrage localisés ou généraux. Lorsque le saupoudrage est localisé, il se situe en général au niveau du crâne, mais dans les tombes où il se subdivise en deux concentrations couvrant la région du crâne et l'espace compris entre le bassin et les genoux ne sont pas rares » (Jeunesse, 1997, p. 80). La matière colorante est aussi parfois présente à l'état de blocs de matière première ou de poudre dans des vases. Le « saupoudrage de graphite » semble être une particularité régionale des nécropoles bavaroises ; on en trouve aussi ponctuellement en Slovaquie et en Autriche (Jeunesse, 1997, p. 80). Il serait intéressant de comparer la répartition des sépultures à « graphite » et celle des ressources en oxy(hydroxy)des de fer. On pourrait ainsi déterminer si l'existence des premières est liée à une carence des secondes – auquel cas le graphite pourrait être considéré comme un substitut – ou bien s'il s'agit d'un choix délibéré – et donc d'une spécificité culturelle à part entière. Dans tous les cas, les traces que constituent ces accumulations de matière colorante, ont été relevées lors des fouilles et parfois prélevées ; mais leur fragilité et leur fugacité, liées à leur état pulvérulent, implique que dans les études de parure, elles n'ont jamais été prises en compte sur le même pied que les éléments en roches ou en matières dures animales.

Par ailleurs, il faut reconnaître que la matière colorante pulvérulente apportée dans la sépulture peut avoir d'autres origines. Si on prend l'hypothèse d'un corps déposé avec ses vêtements ou emballé dans une couverture et que ces objets en peau ont été quotidiennement entretenus à l'aide d'un mélange de graisse d'hématite, les traces archéologiques résultant d'un tel dispositif seraient un squelette enveloppé de sédiment et de poudre d'hématite. En suivant ce raisonnement, les traces interprétées comme un « saupoudrage localisé en deux concentrations couvrant la région du crâne et l'espace compris entre le bassin et les genoux » pourraient n'être qu'un traitement différentiel des habits (couvre-chef et bas de la tenue). On a aussi précédemment évoqué un exemple ethnographique de traitement funéraire à l'hématite pour conserver le corps (cf. titre 1.3.3.3. de ce chapitre) ; dans ce cas, l'emploi des oxy(hydroxy)des de fer est antérieur à l'inhumation et doit être rapproché de motivations utilitaires et non exclusivement symboliques.

En conclusion, si le fait d'intégrer de la matière colorante, sous quelque forme que ce soit, au système funéraire, peut relever d'intentions symboliques, il convient de reconnaître d'une part, que la poudre n'a pas nécessairement été apportée dans la sépulture par un geste rituel consistant en un saupoudrage sur le corps du défunt ; d'autre part, que la présence de matière colorante en contexte funéraire peut finalement s'avérer fortuite.

Au Levant, le site à vocation funéraire de Hilazon (Israël) a livré dix-neuf éléments de macro-outillage, dont trois outils actifs (« handstone tools ») qui se sont révélés être des polissoirs (Dubreuil et Grosman, 2009). Deux d’entre eux portent d’abondants résidus rouges. Les autres outils ont pu servir, entre autres, au traitement des céréales. L’association de la sphère funéraire et de témoins de ces activités – traitement des céréales et de la peau, interpelle les auteurs.

Les stèles colorées en rouge du Néolithique récent des Bouches-du-Rhône évoquées ci-dessus (cf. *supra* titre 2.1.7. de ce chapitre) présentent un lien plus ou moins clair avec le domaine funéraire. Celles de Trets – Bastidonne ont été retrouvées dans un contexte perturbé, mais près d’une nécropole à incinération (Walter *et al.*, 1997, p. 27). Ventabren – Château-Blanc offre des données plus précises : c’est un ensemble de cinq tertres circulaires, constitués d’une « levée de terre [...] ceinturée à sa base d’une couronne de blocs calcaires ». Trois de ces aménagements disposaient en outre, dans la partie sud-ouest de la couronne extérieure, d’un coffre de dalles calcaires sommaires dans lequel les stèles colorées étaient disposées, associées à des céramiques (Walter *et al.*, 1997, p. 30-31).

Les données suivantes ont trait au contexte spatio-culturel qui nous intéresse directement ; sauf mention contraire, elles sont issues de la thèse d’Aurélié Zémour (Zémour, 2013, p. 974-975). Dans la Méditerranée nord-occidentale néolithique, la présence des matières colorantes en contexte funéraire prend plusieurs aspects.

L’état premier des matières colorantes, le bloc brut, est représenté à Gallipoli – Torre Sabea (Pouilles, Italie, Impressa archaïque) et à la grotte d’Unang. Une fosse sépulcrale du premier site a livré « deux fragments d’ocre » ; un « bloc d’hématite portant des traces de raclage » a été mis au jour près de la tête dans la sépulture G.H-4.5 du second (Zémour, 2013, p. 704).

Des restes humains couverts de résidus ont été relevés à Melfi – Rendina (Basilicata, Italie, Néolithique moyen), Catignano<sup>56</sup> (Abruzzes, Italie), Palata – Palata I (Pouilles, Italie, Impressa évolué), Cerveteri – Grotta Patrizi (Lazio, Italie, Linee incisive<sup>57</sup>), Bonifacio – Araguina-Sennola (Corse, France, Néolithique ancien), Cabrières – Baume Bourbon (Languedoc-Roussillon, France, Néolithique ancien), Simiane-Collongue – Col Sainte Anne (Provence-Alpes-Côte-d’Azur, France, Épicardial) ; les cinq derniers présentent des indices de pathologie. Aurélié Zémour propose une application de matière colorante sur le cadavre (Zémour, 2013, p. 280-281). Au Col Sainte Anne, les résidus colorants pourraient provenir d’un support qui enveloppait le corps (Zémour, 2013, p. 281).

De possibles offrandes, sous forme de poudre colorante contenue dans des vases, ont été trouvées à Trasacco – Continenza (Abruzzes, Italie, Impressa), à Punto di Villa – Settecannelle (Lazio, Italie, Cardial) et à la Grotta Patrizi (Pessina et Tiné, 2008, p. 294).

Comme évoqué ci-avant (cf. titre 2.1.8.2. de ce chapitre), des galets portant des résidus rouges sont connus à la grotte d’Unang (sépulture J-4-8) et à l’Adaouste (respectivement Zémour, 2013, p. 712-713 et p. 668).

---

56. Le site de Catignano a donné son nom à un horizon culturel du Néolithique ancien (Pessina et Tiné, 2008, p. 39-42).

57. Horizon de transition Néolithique ancien-moyen (5300-4700 cal. BCE : Pessina et Tiné, 2008).

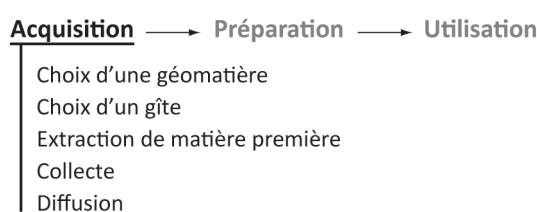
Enfin, la présence de matières colorantes inhabituelles est évoquée à Continenza (vase contenant les restes d'un enfant recouvert d'argile jaune : Zemour, 2013, p. 470) et dans l'espace funéraire de la Grotta Patrizi (« amas d'argile jaune » et « fragments de cinabre », Zemour, 2013, p. 539).

En résumé, l'interaction matières colorantes/domaine funéraire prend plusieurs aspects et peut se lire à travers différents filtres. Le rouge (hématite ou cinabre) est majoritaire mais non exclusif : on retrouve ainsi du jaune (vraisemblablement de la goethite) et du noir (vraisemblablement du graphite). L'aspect des vestiges est varié : blocs de matière première, amas de poudre dans le sédiment ou dans des contenants céramiques, résidus colorés sur divers supports utilitaires (outils, céramiques) ou non (restes du défunt, éléments de parure, dalles et stèles de pierre).

Les motivations symboliques, voire « rituelles » sont fréquemment invoquées. Il convient cependant de s'interroger à la fois sur un possible caractère utilitaire de la matière colorante (agent asséchant ordinairement déposé sur des matières périssables ou sur le corps du défunt pour en limiter un temps la putréfaction) et sur l'éventuelle « vie » des objets (outils, céramiques) colorés avant leur dépôt dans l'espace funéraire.

### 1.2.2. Caractérisation des réseaux d'acquisition

L'étude des réseaux d'acquisition de matières premières permet de renseigner les propriétés recherchées et exploitées, les questions de territorialité, les systèmes de mobilité ou encore les interactions entre différentes sphères culturelles (figure 14). Les informations qui en découlent sont cruciales pour aborder les questions relatives au système techno-fonctionnel, social et culturel dans lequel s'insèrent les réseaux d'échange.



**Figure 14.** *Segments initiaux de la chaîne opératoire des matières colorantes.*

#### 1.2.2.1. Problématiques

Au Néolithique, le « phénomène minier » et le développement de réseaux d'échange structurés sont des composantes importantes du système économique. Certaines géomatières sélectionnées pour leurs propriétés physiques et/ou leur rareté (obsidienne, roches tenaces, silex, variscite) font l'objet d'une valorisation importante et d'une distribution à grandes distances, au point de contribuer parfois à la majeure partie des assemblages, au détriment des produits locaux.

La sédentarisation plus ou moins forte qui accompagne le Néolithique restreint les territoires exploitables et, par effet mécanique, les possibilités techniques offertes par les ressources auxquelles un groupe a directement accès (Perlès, 2012a). Pour autant, il existe de nombreux exemples où les



matières locales non sollicitées auraient pleinement subvenu aux besoins du groupe (par exemple, Binder, 2004). Une motivation sociale importante, pour ne pas dire prépondérante, vient se greffer sur l'intérêt technique : la distribution de biens (matières premières brutes ou préparées, objets finis) sur de longues distances participe à l'entretien des interactions sociales intra- et inter-ensembles culturels (Guilaine, 2012 ; Perlès, 2012a). Elle constitue aussi un moteur pour la spécialisation techno-économique, chaque groupe étant tenté d'orienter sa production vers un bien (matériel ou alimentaire, brut ou transformé) à échanger (Perlès, 2012a).

L'approvisionnement abondant et régulier en matières exotiques nécessite un repérage des sources potentielles et une exploitation raisonnée (ramassage systématique dans les gisements secondaires, extraction minière des formations primaires) ; il implique aussi une organisation renouvelée des contacts entre différents groupes culturels et une compétition sociale accrue pour le contrôle et l'exploitation d'une part, des gîtes de matières premières et de l'autre, des réseaux de distribution.

L'exemple emblématique est l'obsidienne, pour laquelle des réseaux se mettent en place dès le plus ancien Néolithique à partir des quatre grandes régions où ce bien est disponible et circule : la Cappadoce et l'Arménie (qui alimentent l'Anatolie et le Proche-Orient), les Carpates (Balkans), la Mer Égée (sud des Balkans, Péloponnèse, bassin égéen, est de l'Anatolie) et les îles de Méditerranée occidentale (sud de la France, Italie, nord de l'Afrique) (par exemple : Renfrew *et al.*, 1965, 1966 ; Williams-Thorpe et Warren, 1984 ; Williams-Thorpe, 1995 ; Tykot, 1996 ; Poidevin, 1998 ; Vaquer, 2006 ; Luglié, 2009 ; Binder *et al.*, 2012). Si les traces d'exploitation sont peu développées au Néolithique ancien dans la région qui nous concerne, la suprématie de certaines sources sur les autres au Néolithique moyen et l'installation de grands ateliers de taille (Pau, Sardaigne) au plus près des gîtes de matières premières témoignent d'une « première véritable exploitation massive [...] dans la perspective d'un échange systématisé<sup>58</sup> » (Luglié, 2009).

Les silex de bonne qualité font aussi l'objet d'exploitations intensives dès le Néolithique ancien en Italie (la Defensola, 6000-5500 BCE : Tarantini, 2006 ; Tarantini et Galiberti, 2011) et en Espagne (Casa Montero, 5400-5100 BCE : Díaz-Del-Río *et al.*, 2006 ; Capote *et al.*, 2008), puis au Néolithique moyen dans le Sud-Est de la France (Binder, 1991 ; Léa, 2004a ; Vaquer, 2012) et en Lombardie (Pessina, 1988). L'extraction de la variscite<sup>59</sup> au Néolithique ancien en Espagne (Gavà : Camprubi *et al.*, 2003 ; Bosch et Borrell, 2009) et du cuivre à la fin du Néolithique moyen en Italie (Monte Loreto : De Pascale, 2004 ; Maggi et Pearce, 2005) font aussi appel à une forte spécialisation des techniques. Ces différentes excavations sont bien documentées par les outils spécifiques employés (De Pascale, 2004), les galeries creusées pour atteindre les matières recherchées (Tarantini et Galiberti, 2011) ou encore les installations d'atelier au plus près des gisements, où ont lieu les premières étapes des chaînes opératoires de préparation (Léa, 2004a).

La comparaison des différents types de matières premières révèle des disparités fortes en termes de modalités de distribution et de valeur ajoutée (Perlès, 2012a). Ce constat plaide pour l'intégration

---

58. La mainmise d'un groupe sur une ressource n'est pas systématique. L'obsidienne de l'île de Milos (Mer Égée) est exploitée par plusieurs groupes spécialisés et diffusée par des réseaux distincts aux régions limitrophes : Thessalie, Grèce continentale, côte anatolienne, Crète (Perlès, 2012b).

59. La variscite  $AlPO_4 \cdot 2H_2O$  est un phosphate d'aluminium de couleur verte, souvent confondu avec la turquoise. Comme cette dernière, la variscite est aisément polissable (dureté 4,5 sur l'échelle de Mohs) et a servi à produire des éléments de parure : perles et bracelets.

des données de tous les types de matériels archéologiques, y compris les matières colorantes, pour préciser la grille de lecture des systèmes économiques.

### *1.2.2.2. État de l'art*

En regard des matières lithiques taillables (silex, obsidienne, quartz), des roches tenaces ou même des matériaux céramiques (Basso *et al.*, 2006), les connaissances sur les chaînes d'acquisition des matières colorantes restent très lacunaires en contexte néolithique.

L'indigence des données sur les blocs de matière première n'est pas imputable à un manque d'intérêt pour les matières colorantes, mais à une difficulté à extraire des données de ce type de matériel. Deux raisons peuvent être invoquées. La première est qu'à l'inverse des géomatères métamorphiques, volcaniques ou sédimentaires siliceuses, les roches riches en oxydes de fer sont généralement des altérites\*, produits plus ou moins hétérogènes dont la répartition géologique est parfois mal cernée<sup>60</sup>. Cette contrainte en entraîne une autre : les caractères discriminants qui permettent de distinguer la nature et l'origine des matières colorantes exploitées sont difficiles à appréhender.

Par ailleurs, tous contextes confondus, les études de matières colorantes se sont d'abord focalisées sur les peintures pariétales. La préparation de peinture implique de profondes transformations (cf. *infra* titre 2.3. de ce chapitre) qui induisent la perte de la macrostructure (réduction en poudre) et l'altération de la composition minéralogique (adjonction de charges).

Dès lors, les options pour caractériser les matières premières et les replacer dans leur contexte géologique et géographique sont limitées. Par ailleurs, le module importé (dimensions et morphologie) est inconnu.

La principale méthodologie développée s'inspire de la géochimie de la recherche minière. Elle consiste à identifier les éléments traces associés à un élément précis, le fer ou le manganèse, pour obtenir une « empreinte chimique » du matériau. Celle-ci est ensuite comparée à un référentiel chimique.

Cette approche implique : (i) de repérer, d'échantillonner et d'analyser toutes les sources potentielles d'une région donnée ; (ii) d'appréhender l'hétérogénéité des sources de matière première et les phénomènes de convergence ; (iii) d'identifier par traitement statistique une combinaison d'éléments traces discriminants pour dresser une « carte chimique ». Le grand intérêt de ce procédé est qu'il permet de s'affranchir de la variabilité du taux de fer au sein de chaque source (Popelka-Filcoff *et al.*, 2007 ; 2008).

Plusieurs méthodes de quantification des éléments peuvent être employées. Les plus sollicitées jusqu'à présent sont l'activation neutronique<sup>61</sup> (Popelka-Filcoff *et al.*, 2007, 2008 ; Eiselt *et al.*, 2011 ; MacDonald *et al.*, 2011 ; 2012), et la spectrométrie de masse par torche plasma<sup>62</sup> (Green *et al.*, 2007 ; Iriarte *et al.*, 2009). Ces méthodes, au caractère invasif et destructif manifeste, ont cédé le pas

60. À cela s'ajoutent les conditions complexes de genèse (altération *in situ*, démantèlement, nouvelle altération, etc.) et les variations latérales et verticales des formations (cf. titre 4.2. du deuxième chapitre).

61. INAA : Instrumental Neutron Activation Analysis.

62. ICP-MS : Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. Un mode de prélèvement par ablation laser peut être couplé à cette méthode pour limiter son impact invasif (LA-ICP-MS : Laser Ablation-ICP-MS).



à l'analyse par faisceau de particules<sup>63</sup>, qui permet d'opérer en surface des échantillons (Erlandson *et al.*, 1999 ; Creagh *et al.*, 2007 ; Green *et al.*, 2007 ; Bernatchez *et al.*, 2008 ; D'Errico *et al.*, 2010 ; Nel *et al.*, 2010 ; Beck *et al.*, 2011 ; MacDonald *et al.*, 2011). L'analyse par fluorescence des rayons X dispersive à longueurs d'ondes<sup>64</sup> a également été employée (Jercher *et al.*, 1999 ; Gil *et al.*, 2007).

L'étude de provenance par comparaison des éléments traces a donné de bons résultats pour les grandes aires géologiquement homogènes (Australie et Arizona par exemple : Creagh *et al.*, 2007 ; Popelka-Filcoff *et al.*, 2008 ; Nel *et al.*, 2010 ; Eiselt *et al.*, 2011).

Dans un contexte géologique plus contrasté, cette approche se heurte au nombre relativement faible d'analyses qu'il est raisonnablement possible de faire (de l'ordre de quelques dizaines maximum), par rapport à l'importance des corpus archéologiques (centaines à milliers de blocs et d'objets portant des résidus de matière colorante) et de la multiplicité des sources de matière première.

De plus, Laure Dayet a démontré, pour la méthode PIXE, que la concordance entre la composition de surface et celle au cœur des blocs de matière première était plausible pour certains éléments, mais pas systématique (Dayet, 2012, p. 140-145). Le cortège d'éléments discriminants est propre à chaque source ou ensemble de sources. Ce constat plaide pour une approche au cas par cas de chaque corpus, avec une phase systématique de tests préliminaires de l'homogénéité cœur/surface des échantillons.

En replaçant les blocs archéologiques au cœur de l'étude, Hélène Salomon a réussi à traiter exhaustivement de grandes séries comme celle d'Arcy-sur-Cure (Châtelperronien : Salomon, 2009). La première étape a consisté en un inventaire pétrologique de l'ensemble du corpus (2395 blocs). Elle a ainsi été en mesure d'établir les grandes gammes de géomatères introduites sur le site par des caractères discriminants simples (habitus, présence/absence de minéraux). En premier lieu, un échantillonnage raisonné au sein de ces gammes a permis de démontrer la pertinence de celles-ci et de rendre la caractérisation géochimique généralisable à l'ensemble du corpus. Ensuite, les sources d'approvisionnement ont pu être identifiées par comparaison pétrographique et analyses des éléments traces (Salomon, 2009 ; Beck *et al.*, 2012).

Une approche exploitant à la fois la pétrologie et la caractérisation physicochimique a également été employée avec succès sur un corpus de 550 pièces (dont 64 analysées) à Diekploof Rock Shelter (*Middle Stone Age*, Afrique du Sud : Dayet, 2012 ; Dayet *et al.*, 2013a ; 2013b).

L'approche pétrographique, associée à une quantification des éléments majeurs par spectrométrie d'émission optique<sup>65</sup> a été employée pour caractériser les sources disponibles sur des espaces restreints, comme le Mont Carmel, Qafzeh (Israël : Weinstein-Evron et Ilani, 1994 ; Hovers *et al.*, 2003) ou l'île de Malte (Attard Montalto *et al.*, 2012).

Il faut souligner que dans cette dernière étude, la nature pétrologique des sources d'oxydes de fer est clairement définie (terra rossa, oolithes ferrugineuses, glauconie altérée, latérite carbonatée : Attard Montalto *et al.*, 2012, p. 1095). En revanche, tous les échantillons archéologiques pris en compte sont à l'état de poudre, ce qui ne permet pas d'exploiter les données pétrographiques issues des échantillons géologiques.

---

63. PIXE : Particle Induced X-ray Emission

64. WD-XRF : Wavelength Dispersive X-Ray Fluorescence.

65. ICP-AES : Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.

En Australie, « l'ocre » a pu circuler sur des centaines, voire des milliers de kilomètres à partir des sources d'approvisionnement (Jones, 1884, d'après Salomon, 2009). Smith et Pell ont utilisé le rapport des isotopes de l'oxygène  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  contenu dans le quartz, associé aux oxydes de fer, pour discriminer les sources (Smith et Pells, 1997). Cette approche ne fonctionne qu'à grande échelle car le quartz est un minéral ubiquiste.

Le cinabre en revanche, n'est répandu qu'en des points précis, qui sont bien cartographiés. La quantification des éléments traces par XRF et les rapports isotopiques du plomb  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  et  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ont respectivement été employés dans les Balkans (Gajic-Kvasec *et al.*, 2012) et en Espagne (Hunt-Ortiz *et al.* 2011).

Globalement, l'identification des sources d'approvisionnement des roches riches en oxy(hydroxy)des de fer a été étayée ces dernières années par le développement d'une méthodologie plurielle et solide. Elle nécessite cependant, de dresser des référentiels régionaux. Par ailleurs, l'association de l'analyse des éléments traces aux observations pétrographiques, qui permettent d'apporter des informations complémentaires et de traiter de grandes séries, n'est pas encore systématique. Un effort devrait aussi être fait pour extraire les informations relatives aux modalités de diffusion dans l'espace (module, quantité) et dans le temps (régularité).

### **I.2.3. Modes de préparation et de transformation**

#### ***I.2.3.1. Problématiques***

L'étude des chaînes de préparation et de transformation révèle une complexification des systèmes techniques néolithiques à travers plusieurs de leurs composantes : céramique, industrie lithique, architecture, etc.

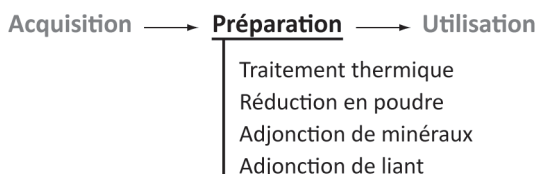
L'ancrage au sol va de pair avec l'essor de productions matérielles et de gammes d'outillage comme la céramique et le macro-outillage. L'organisation de la production est aussi renouvelée, avec un « allongement » des chaînes opératoires, imputable, d'une part, à un investissement technique supplémentaire qui se traduit par l'introduction de phases à risque opérées par des spécialistes, et, d'autre part, à une segmentation des étapes et savoir-faire dans l'espace. Ces différentes productions techniquement et socialement valorisées sont inégalement réparties dans l'espace. Des spécialisations techniques « régionales » s'élaborent en parallèle des spécialisations économiques évoquées précédemment (cf. titre 2.2.1. de ce chapitre).

Au côté des productions spécialisées qui diffusent à l'échelle des grands ensembles culturels, une production domestique moins investie subvient aux besoins usuels (Binder *et al.*, 1990 ; Binder, 2004b).

Les étapes de préparation d'un bloc de matière colorante ont principalement pour but d'en extraire un ou plusieurs matériaux, ici à l'état de poudre, aptes à la consommation.

Les modes de transformation sont d'ordre physique – réduction en poudre – et chimique – mélange à d'autres minéraux et à des matières organiques, traitement thermique (figure 15).

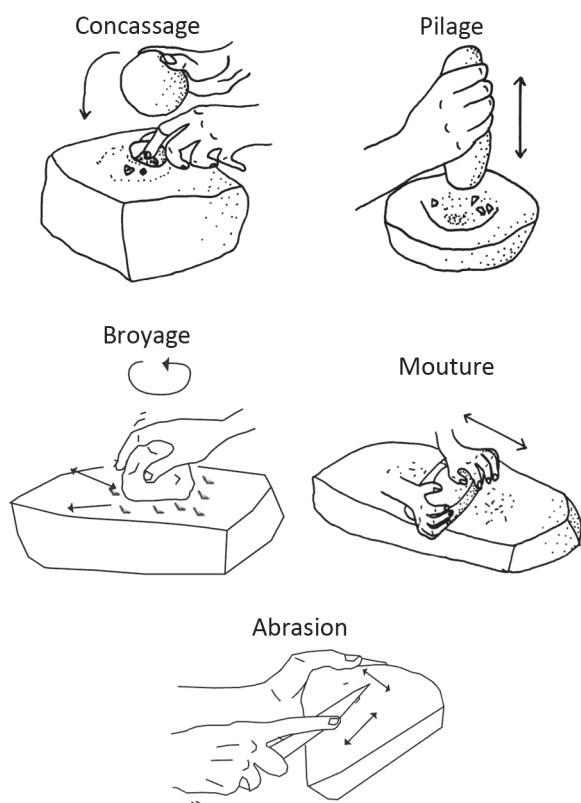
L'ordre et l'intensité de ces différentes actions permettent d'obtenir, à partir d'une unique matière première, toute une gamme de produits aux propriétés (quantité, granulométrie, richesse en agent chromogène/abrasif/siccatif) adaptées aux besoins.



**Figure 15.** Segments médians de la chaîne opératoire des matières colorantes.

### 1.2.3.2. Mode de pulvérisation

Pour être exploitées, les matières colorantes doivent être sous forme de poudre. Face à un bloc de matière première, deux cas de figure se présentent. Soit la géomatière constitutive est microcristalline, tendre et peu cohérente, auquel cas il est possible d'exploiter le bloc par simple frottement sur le support à colorer/traiter. Soit la géomatière est bien cristallisée et présente un degré de dureté élevé ; il est alors nécessaire de faire appel à des outils spécifiques pour réduire le bloc en poudre.



**Figure 16.** Schémas des différents modes de réduction (Hamon, 2006).

Quatre grandes catégories de mode de pulvérisation peuvent faire appel à des outils : concassage/broyage, abrasion, raclage et frottement (figure 16 ; tableau 5). Toutes sont des actions de percussion, selon la terminologie employée par André Leroi-Gourhan (Leroi-Gourhan, 1943) ; elles impliquent l'utilisation de gestes et (à l'exception du frottement) d'outils adaptés.

Par ailleurs, les blocs de matière première portent fréquemment des stigmates issus de leur(s) mode(s) de préparation et/ou d'utilisation. Ces traces diffèrent suivant le support (nature, morphologie, dureté, granulométrie) et le geste (aller simple, aller-retour, etc.) employés, mais le mode de réduction choisi reste la cause la plus influente (Couraud, 1983 ; 1988 ; Hodgskiss, 2010 ; Rifkin, 2012 ; Hodgskiss, 2013).

Toutes ces variables (mode de pulvérisation, outil, compétences de l'opérateur, temps de

travail) influent sur la qualité<sup>66</sup> et la quantité<sup>67</sup> de produit obtenu, donc sur les caractéristiques exploitables et les possibilités d'utilisation (Salomon, 2009).

<i>Mode de pulvérisation</i>	<i>Type de percussion</i>	<i>Outil(s)</i>	<i>Traces sur bloc</i>	<i>Quantité</i>	<i>Qualité</i>
<b>Concassage et pilage</b>	Diffuse lancée perpendiculaire	Un outil actif convexe Un outil passif concave	Impacts et cassures	++++	+
<b>Broyage</b>	Diffuse posée perpendiculaire/oblique	Un outil actif plan ou convexe Un outil passif plan ou concave	Impacts et cassures	+++	++
<b>Mouture</b>	Diffuse posée oblique	Un outil actif plan ou convexe Un outil passif plan ou concave	-	++	+++
<b>Abrasion</b>	Diffuse posée oblique	Un outil passif plan ou convexe, dur et rugueux	Facettes planes et stries	++	+++
<b>Raclage</b>	Transversale posée oblique	Un outil actif tranchant dur	Facettes concaves irrégulières et stries	+	++++
<b>Frottement</b>	Diffuse posée oblique	Aucun	Émoussés et poli	++	+++

**Tableau 5.** *Différentes modalités de réduction en poudre des blocs, implications techniques et caractéristiques du produit obtenu.*

#### *1.2.3.2.1. Broyage, mouture, concassage, pilage*

Le **concassage/broyage** consiste à réduire le bloc en poudre par écrasement entre deux outils par percussion **diffuse**.

Le **concassage/pilage** est une percussion **lancée perpendiculaire** ; la trajectoire de lancement permet d'accroître la force de la percussion ; le pilage est un concassage qui se distingue par la trajectoire verticale du geste et la morphologie des outils actifs et passifs, qui s'emboîtent bien (Hamon, 2006, p. 30).

Le **broyage/mouture** s'effectue par percussion **posée perpendiculaire** ou **oblique** ; la mouture, uniquement oblique, perd en force ce qu'elle gagne en précision. L'homogénéité et la granulométrie du produit dépendent de l'action, de la granulométrie des outils et du temps de travail (Leroi-Gourhan, 1943, p. 48).

Les outillages employés comprennent généralement un outil actif manipulé par l'opérateur et un outil passif sur lequel est récupérée la poudre colorante. La morphologie des outils peut être très variable, mais implique le plus souvent (i) un outil actif convexe, aisément préhensible et manipulable à une ou deux mains et (ii) un outil passif avec une surface plane à concave, de dimensions plus importantes que le premier. De nombreuses géomatières peuvent fournir des outils de broyage/concassage :

66. En physico-chimie, la réactivité est proportionnelle, entre autres, à la surface que les réactifs (ici la matière colorante et le support) ont en commun. À masse équivalente, le rapport surface/volume augmente quand la taille des particules qui composent les réactifs diminue.

Autrement dit, plus la granulométrie d'une poudre colorante est fine, plus la réactivité (et donc la qualité de la teinte, du pouvoir colorant, des propriétés siccatives) est importante.

67. La quantité correspond à la masse de poudre produite en un temps donné. Elle dépend principalement de la productivité de la méthode, mais aussi, dans une moindre mesure, de la rapidité de l'opérateur à renouveler le geste.

calcaire, grès, quartz et quartzite, gneiss, granite\*, etc. Un même outil peut être plurifonctionnel. Ainsi, un broyeur peut servir à concasser/piler sur ses extrémités (traces d'impacts) et à broyer/moudre sur ses faces (développement de surfaces plus ou moins polies) (Hamon, 2006, 2008).

Le concassage/broyage laisse des traces d'impact et des cassures plus ou moins nettes, irrégulières à conchoïdales suivant les propriétés du bloc traité. L'expérimentation a montré que le concassage/broyage permet de produire facilement de grandes quantités de poudre colorante (Salomon, 2009, p. 307-314). La percussion lancée (concassage, pilage) développe un choc plus important, apte à réduire rapidement les blocs de matière première, quand la percussion diffuse (broyage, mouture) offre un meilleur contrôle du geste et de la force imprimée à la matière. Si le temps de travail est suffisamment long, il est possible d'obtenir une granulométrie relativement fine et homogène, en particulier avec la mouture.

#### *I.2.3.2.2. Abrasion*

L'**abrasion** s'apparente à une **percussion posée-oblique-diffuse**, au cours de laquelle le bloc de matière colorante est directement appliqué sur l'outil abrasif (Leroi-Gourhan, 1943).

Les outils employés pour l'abrasion doivent présenter une certaine rugosité et dureté pour accrocher la matière colorante. Ils doivent être relativement plans.

L'abrasion d'un bloc implique pour celui-ci la formation d'une ou de plusieurs facettes régulières planes, plano-convexes ou plano-concaves suivant la morphologie du support. Ces facettes peuvent se recouper. Suivant la granulométrie du support et la cohérence de matière constitutive du bloc, les facettes peuvent porter des plages de stries dont la morphologie, le nombre et la répartition varient en fonction du geste, du support, de l'ajout d'adjuvant, etc. Les expérimentations montrent que l'abrasion permet de produire une poudre homogène de granulométrie fine.

#### *I.2.3.2.3. Raclage*

Le **raclage** consiste à imprimer sur le bloc une percussion **posée-oblique-transversale**.

Il nécessite un outil tranchant (lame, racloir, burin) de dureté supérieure à celle de la géomatière colorante travaillée. Ce mode de pulvérisation est donc adapté aux matières colorantes tendres (Salomon, 2009 ; Dayet, 2012).

Le raclage favorise la formation de facettes concaves, striées et au relief irrégulier. De plus, cette action est encore plus précise et contrôlée que l'abrasion, car elle « correspond au maximum de douceur et de contrôle de l'outil » (Leroi-Gourhan, 1943, p. 55) ; elle est cependant moins productive.

#### *I.2.3.2.4. Frottement*

Le **frottement** consiste à appliquer un bloc peu cohérent directement sur le support pour y déposer une couche de poudre colorante, par percussion **posée-oblique-diffuse**. Aucun outil n'est employé.

Sur support dur (minéral), il s'apparente à l'abrasion. Sur support souple comme la peau, le frottement favorise le développement d'émoussés convexes, polis ou non.

### 1.2.3.3. Adjonction de charges et de liants

La préparation actuelle des mélanges colorants implique d'ajouter au pigment divers matériaux appelés « charges », pour l'économiser et en modifier les propriétés physiques (teinte, texture) et chimiques (temps de séchage entre autres) (Perego, 2005). Cette pratique a été transposée très tôt à l'étude des peintures paléolithiques sur paroi et sur mobilier par l'équipe du C2RMF (Clottes *et al.*, 1990, 1995 ; Menu *et al.*, 1993 ; Menu et Walter, 1995). L'analyse des matériaux constitutifs des peintures a été menée par une batterie de méthodes complémentaires : observations à fort grossissement par microscopie électronique à balayage<sup>68</sup> (microstructure, homogénéité), analyse dispersive en énergie<sup>69</sup> (éléments majeurs et mineurs), diffraction des rayons X<sup>70</sup> (structures minéralogiques) et PIXE (éléments traces).

L'identification de « pots de peintures » (Menu et Walter, 1992), définis par la présence de minéraux spécifiques et la composition élémentaire, a motivé les comparaisons de composition intra- et inter-sites pour définir la complexité des œuvres (Vignaud *et al.*, 2006 ; Chalmin *et al.*, 2004) et des rythmes d'élaboration (Menu et Walter, 1996 ; Menu, 2009).

Les fragments de bois de renne observés dans certains résidus colorés plaident sans doute possible pour un ajout d'origine anthropique<sup>71</sup> (Chadefaux *et al.*, 2008). En revanche, des minéraux comme le quartz, la calcite et la kaolinite, sont très répandus géologiquement et peuvent être naturellement présents dans la géomatériau colorante.

Quant à la recherche de liant organique<sup>72</sup> (Pepe *et al.*, 1991 ; Spades et Russ, 2005 ; Fiore *et al.*, 2008 ; Vasquez *et al.*, 2008 ; Mas *et al.*, 2013), elle n'est pas suffisamment étayée pour apporter des résultats concrets à ce jour. Les principales études menées se sont fondées sur le rapport entre acides gras C<sub>16</sub> (acide palmitique) et C<sub>18</sub> (acide stéarique), pour définir la présence d'un liant d'origine animale ou végétale. Cependant, ces rapports ne constituent pas des indicateurs spécifiques. De plus, leur présence peut être liée à l'activité biologique.

Deux remarques pragmatiques viennent fragiliser les conclusions optimistes. Tout d'abord, il apparaît peu vraisemblable que dans certains contextes (Paléolithique supérieur par exemple), les peintres aient eu accès, que ce soit d'un point de vue environnemental ou technique, à des huiles végétales, comme certains auteurs l'ont proposé (Pepe *et al.*, 1991). Par ailleurs, l'expérimentation a montré que l'eau pouvait constituer un liant idéal, particulièrement résistant à l'altération ; les figures élaborées à l'aide de liants organiques étaient en revanche susceptibles de se dégrader en quelques semaines ou quelques mois (Couraud, 1988).

68. MEB ou SEM : Scanning Electron Microscopy.

69. EDS : Energy Dispersive X-ray Spectroscopy. Cette méthode couplée au MEB exploite l'émission de rayons X produits lors du réarrangement du nuage électronique (Brisset, 2008).

70. DRX ou XRD : X-Ray Diffraction.

71. Les auteurs de l'étude proposent une origine technique : les fragments proviendraient de l'outil en bois de renne qui a servi au broyage de la matière colorante. Un ajout volontaire à vocation symbolique, bien que difficile à démontrer, n'est cependant pas à exclure.

72. Comme pour le traitement thermique des pigments, l'identification de liants organiques ne répond pas qu'à des motivations technologiques. La présence de matières organiques étroitement associées aux recettes des peintures permettraient d'obtenir, par radiocarbone, des datations absolues des différentes phases d'élaboration des figures.

La grande majorité des études réalisées jusqu’à présent en contexte néolithique se sont focalisées sur les peintures, sur support mobilier (céramique) ou non (mégalithes, parois naturelles) (cf. *infra* titre 2.4.2. de ce chapitre).

Pourtant, la description des modifications anthropiques passe nécessairement par une étude comparative de la composition des matières premières et des matériaux transformés.

En Espagne, à Beniarrés – Cova de l’Or (province d’Alicante), une reconstitution de la chaîne opératoire des matières colorantes au Néolithique ancien (5300-5000 cal. BCE) a été menée (García-Borja *et al.*, 2004 ; Domingo *et al.*, 2012). Pour cela, une méthodologie alliant plusieurs approches complémentaires (observations à fort grossissement, analyses élémentaires et structurales) a été appliquée à un corpus varié : bloc de matière première, outils de broyage, poudre contenue dans des coquillages ou des céramiques, résidus rouges sur outils en os, résidus décoratifs sur céramique. Les auteurs mettent en évidence la « préparation de peinture » (Domingo *et al.*, 2012) par ajout de calcite, puis d’argile. Bien qu’elle prenne en compte la grande variabilité des matières colorantes, cette étude n’est pas exempte de points faibles. Tout d’abord, elle ne s’appuie que sur un nombre restreint d’échantillons, dont un seul bloc de matière première, alors même que deux minéraux chromogènes ont été identifiés dans les poudres : l’hématite et le cinabre. La mise en évidence de calcite et de quartz dans certaines poudres est interprétée comme un ajout anthropique, par comparaison avec l’unique bloc analysé. Sans une approche exhaustive du corpus de matières premières importées sur le site, une telle association bloc/résidu issu de préparation/résidu issu d’utilisation paraît bien fragile.

#### *1.2.3.4. Traitement thermique*

La question d’une modification anthropique des matières colorantes par le feu s’est jusqu’à présent surtout posée pour les périodes paléolithiques. Pour caractériser ce procédé, deux méthodologies ont été employées. La première s’appuie sur l’observation de pores de déshydratation par microscopie électronique à transmission (cf. *supra* titre 1.4.1. de ce chapitre). La seconde fait appel à la thermoluminescence<sup>73</sup>. Cette méthode a été employée avec succès à Qafzeh (Moustérien : Hovers *et al.*, 2003 ; Godrey-Smith et Ilani, 2004). Cependant, cette application de la thermoluminescence possède plusieurs limites. Premièrement, l’échantillon analysé doit contenir du quartz en proportion suffisante, ce qui peut nécessiter une quantité importante à prélever. En second lieu, la préparation chimique lourde implique plusieurs attaques acides et séparations par sédimentation des grains, ce qui revient à détruire entièrement cet échantillon. Enfin, la thermoluminescence ne donne aucune information sur les phases cristallines en présence avant le chauffage. L’analyse d’un bloc d’hématite naturelle chauffée donnerait le même résultat que celle de goethite transformée. L’application de la thermoluminescence pour la caractérisation du traitement thermique apparaît comme une alternative à la microscopie électronique à transmission. Mais pour un protocole de préparation tout aussi lourd, les informations fournies ne sont pas aussi complètes.

---

73. La thermoluminescence (TL) est une méthode de datation qui repose sur le traitement thermique subi par des composés cristallisés non conducteurs, tel le quartz, la calcite ou le silicium. À l’aide d’un référentiel bien établi (matériau homogène, différentes durées et différentes températures) obtenu expérimentalement, on peut caractériser le dernier traitement thermique appliqué à un matériau archéologique.



Évoqué dès les temps acheuléens, pour le site de Terra Amata (de Lumley, 1966, 2009) – mais jamais prouvé à ce jour – et identifié clairement dès le *Middle Stone Age* au Proche-Orient (Godrey-Smith et Ilani, 2004 ; D’Errico *et al.*, 2010 ; Salomon *et al.*, 2012), le traitement thermique de la goethite pour produire de l’hématite n’a été mis en évidence en Europe qu’à partir du Solutréen, aux Maîtreaux<sup>74</sup> ; il s’estompe par la suite, pour n’être réexploité que ponctuellement au Magdalénien et à l’Azilien (Pomiès, 1997 ; Pomiès et Vignaud, 2005 ; Salomon, 2009 ; Salomon *et al.*, 2015 ; tableau 6). Il est intéressant de rapprocher ce constat du fait qu’en Europe paléolithique, les Solutréens sont les seuls à avoir introduit le traitement thermique dans les chaînes opératoires du silex, pour améliorer la qualité de leurs productions lithiques (Inizan et Tixier, 2000).

<i>Site</i>	<i>Échantillons analysés</i>	<i>Échantillons chauffés</i>	<i>Traitement thermique</i>
Grotte du Renne (Châtelperronien)	72	1	Accidentel
Combe Saunière (Solutréen)	34	6	Accidentel
Les Peyrugues (Solutréen)	30	2	Douteux
Lascaux (blocs)	9	0	Négatif
Lascaux (peintures)	5	0	Négatif
<b>Les Maîtreaux (Solutréen)</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>Positif</b>
Ekain (Magdalénien)	4	0	Négatif
Pergouset (Magdalénien)	1	0	Négatif
<b>Grotte Blanchard (Magdalénien)</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>Positif</b>
<b>Bois-Ragot (Magdalénien)</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>Très probable</b>
Troubat (Magdalénien)	10	0	Négatif
Troubat (Azilien)	20	5	Douteux
<b>Troubat (Azilien)</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>Très probable</b>

**Tableau 6.** Synthèses des résultats sur la recherche du traitement thermique d’oxy(hydroxy)des de fer au Paléolithique en Europe occidentale (d’après Regert, 1993 ; Pomiès, 1997 ; Chalmin *et al.*, 2004a ; Chalmin *et al.*, 2004b ; Salomon, 2009 ; Salomon *et al.*, 2015).

Au Néolithique, le traitement thermique de la matière fait partie intégrante du bagage technique de l’ensemble des groupes culturels, avec des variations discrètes. On pensera en premier lieu à la chaleur mise en œuvre selon des modalités diverses dans le système technique céramique. Au Néolithique moyen, le traitement thermique s’immisce dans le nord de la Méditerranée occidentale dans la chaîne opératoire des matières siliceuses (principalement le silex blond bédoulien, mais aussi le silex oligocène de Forcalquier : Binder, 1998b), au sein d’ateliers spécialisés (cf. titre 2.2. du deuxième chapitre). Cette innovation appliquée à de petits nucléus de dimensions infradécimétriques permet de faciliter le débitage par pression de supports bien standardisés (lames et lamelles).

Dans le système technique néolithique où le traitement thermique a une part de plus en plus importante, la production d’hématite à partir de goethite chauffée n’a pas été recherchée jusqu’à présent.

74. La station de plein air des Maîtreaux a permis de documenter une importante production de blocs rouges obtenus par chauffage contrôlé de goethite. À ce jour, aucun pigment chauffé n’a été mis en évidence dans les représentations pariétales paléolithiques ni, ironie du sort, à Arcy-sur-Cure, où André Leroi-Gourhan avait formulé son hypothèse.



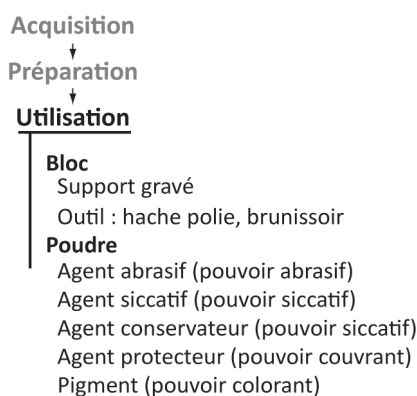
Cette lacune est en partie liée au choix du matériel. En effet, les matières colorantes rouges néolithiques étudiées sont souvent des résidus sur support céramique (contenant ou statuette), considérés comme des éléments de décors.

Capel et ses collaborateurs ont étudié des céramiques *a la almagra*<sup>75</sup> et identifié l’hématite et la maghémite dans les résidus rouges (Capel *et al.*, 2006). Pour expliquer la présence de cette phase inhabituelle, les auteurs proposent l’hypothèse d’une phase apparue au cours de la cuisson des céramiques en certains endroits du four où l’atmosphère réductrice domine ; cela impliquerait que les peintures ont été appliquées sur pâte crue. Un tel « défaut de fabrication » (Capel *et al.*, 2006, p. 1165) paraît plausible, mais l’hypothèse de l’application sur pâte cuite d’une peinture composée d’hématite préalablement obtenue par traitement thermique de goethite, au cours duquel une fraction de maghémite se serait formée, n’est pas discutée par les auteurs.

## I.2.4. Fonction et usage des matières colorantes néolithiques

### I.2.4.1. Problématiques

Nous avons vu dans le titre 1.3. de ce chapitre que l’exploitation de matières colorantes durant la Préhistoire récente peut être motivée par l’utilisation conjointe ou exclusive de trois grands types de propriétés (figure 17) : (i) la teinte, le pouvoir colorant et le pouvoir couvrant, (ii) les propriétés siccatives et prophylactiques et (iii) les propriétés abrasives. L’usage de blocs de matière colorante en tant que support façonné pour produire un outil ou bien réceptacle de représentations n’est à ce jour pas documenté au Néolithique ; il n’est donc pas abordé ici.



**Figure 17.** *Segments terminaux de la chaîne opératoire des matières colorantes.*

75. Mode décoratif identifié sur des céramiques espagnoles.

#### I.2.4.1.1. Exploitation de la teinte et du pouvoir colorant

##### I.2.4.1.1.1. Teinte et symbolisme

*Le texte des prières et des invocations révèle qu'une flèche est peinte en noir, l'autre en rouge, et que cette opposition de couleurs correspond à celle du jour et de la nuit ; le même symbolisme se retrouve dans les couleurs de l'arc rouge sur sa face interne, noir sur sa face externe : tirer à l'arc rouge et noir, en utilisant alternativement une flèche rouge et une flèche noire, c'est exprimer l'être du temps, lui-même mesuré par l'alternance du jour et de la nuit.*

**Lévi-Strauss, *La pensée sauvage*<sup>76</sup>**

Toutes périodes préhistoriques et historiques confondues, l'exploitation de la teinte est le plus souvent rapprochée d'un usage à vocation symbolique.

Un **symbole** est une entité perceptible (objet, image, geste son ou encore odeur), qui est investie d'une certaine valeur, d'une idée ou d'un message ; le symbole devient ainsi un médium dans lequel est encodée cette information, pour être transmise dans l'espace et dans le temps. L'information peut ensuite être décodée en temps voulu par un interlocuteur disposant des clés nécessaires pour interpréter le symbole (Kuhn et Stiner, 2006). De cette définition sommaire découlent trois remarques. Tout d'abord, l'usage de symboles est une forme de méthode d'information, qui permet de communiquer efficacement. Ensuite, un symbole transmet une information codée, qui s'adresse donc à un destinataire pouvant la déchiffrer, la comprendre et le cas échéant y répondre, c'est-à-dire un destinataire disposant du même bagage culturel que le créateur du symbole. Enfin, pour être compris au sein d'une même culture, le symbole doit faire l'objet d'une standardisation, d'une répétition et d'un apprentissage auprès de tous les membres de cette culture<sup>77</sup>.

Par leur capacité à changer l'aspect physique du support qu'elles recouvrent, les matières colorantes peuvent lui transmettre une valeur nouvelle. Les avantages procurés par l'utilisation de symboles fondés sur la couleur sont nombreux (Varichon, 2000 ; Kuhn et Stiner, 2006) :

- les informations peuvent être codifiées selon des critères bien définis en jouant sur le choix des teintes et sur la morphologie de l'aplatissement ou du tracé ;

76. Lévi-Strauss décrit ici les observations faites par La Flesche lors de son enquête auprès des tribus Osage (La Flesche, 1921 et 1925).

77. De même, l'organisation des couleurs, comme tout autre ensemble de codes et de symboles, est régit par des règles propres au système culturel qui le produit : « Quand il entreprit d'étudier la façon dont les Hanunoó des îles Philippines classent les couleurs, Conklin fut d'abord déconcerté par des confusions et des contradictions apparentes ; pourtant, celles-ci disparaissaient dès que l'informateur était prié de définir, non plus des échantillons isolés, mais des oppositions internes à des paires contrastées. Il y avait donc un système cohérent, mais celui-ci ne pouvait ressortir dans les termes de notre propre système, qui utilise deux axes : celui de la valeur et celui du chromatisme. Toutes les équivoques furent levées quand on comprit que le système hanunoó comporte également deux axes, mais autrement définis : il distingue les couleurs, d'une part en relativement claires et relativement foncées, d'autre part selon qu'elles sont habituelles aux plantes fraîches ou aux plantes desséchées ; les indigènes rapprochent ainsi du vert la couleur marron et luisante d'une section de bambou qui vient d'être coupé, alors que nous même la rapprocherions du rouge si nous devions la classer dans les termes de l'opposition simple entre les couleurs rouge et verte qu'on rencontre en hanunoó » (Lévi-Strauss, 1962, p. 73, d'après Conklin, 1955).

- contrairement au langage, la parure ne nécessite pas d’énoncer le message à chaque nouvel interlocuteur, ni de le répéter plusieurs fois ;
- la diffusion peut se faire à distance respectable, et le porteur peut être perçu de suite comme un inconnu, un allié ou un ennemi potentiel, ce qui réduit les tensions anxieuses lors des contacts ;
- par l’intermédiaire d’objets inaltérables (comme les blocs colorants dans les sépultures, ou une peau colorée), l’information encodée peut être transmise durablement.

Comme l’illustrent les observations de la Flesche, évoquées par Lévi-Strauss en ouverture de ce titre, le message injecté dans le symbole coloré peut être modifié ou enrichi en fonction des associations et combinaisons de teintes et de motifs (La Flesche, 1921 ; 1925 ; Lévi-Strauss, 1962). Cette interaction entre les différentes couleurs et autres types de symboles – comme la morphologie de l’aplat et la nature du support – conjuguée à une classification selon un système de valeur propre, contribue à l’élaboration d’un système symbolique cohérent, spécifique à chaque culture.

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, les préhistoriens ont supposé que les matières colorantes, en l’absence d’œuvres pariétales, servaient à faire des peintures corporelles à valeur symbolique<sup>78</sup> (Leroi-Gourhan, 1964). Le débat a été relancé depuis une vingtaine d’années par l’essor des problématiques relatives à l’émergence de la modernité culturelle<sup>79</sup> au cours du Paléolithique moyen d’Afrique australe (D’Errico *et al.*, 2008 ; Henshilwood *et al.*, 2009 ; Wadley *et al.*, 2009), du Proche-Orient (D’Errico et Nowell, 2000 ; D’Errico *et al.*, 2010 ; Salomon *et al.*, 2012), et d’Europe occidentale (Soressi et d’Errico, 2007 ; Banks *et al.*, 2008 ; Higham *et al.*, 2010). Il en ressort que dès le Paléolithique, les sociétés humaines ont conféré aux différentes couleurs qu’elles discernaient un potentiel symbolique fort, indépendant d’une forme de tracé ou d’un type de support.

Le **rouge** en est peut-être le meilleur exemple<sup>80</sup>. Comme le souligne bien Anne Varichon, « la couleur rouge occupe une place particulière dans la palette des teintes destinées à orner les corps et le visage, et ce, quelle que soit la culture envisagée et les matériaux utilisés » (Varichon, 2003). Le succès de la teinte rouge dans la plupart des sociétés humaines peut être lié à plusieurs raisons. Cause physiologique tout d’abord, les radiations rouges sont celles qui « réfractent le plus rapidement sur la rétine » (Varichon, 2003), elles sont plus facilement perçues à distance par l’œil humain<sup>81</sup>. Cet avantage peut expliquer l’attrait universel pour cette teinte. Ensuite, le rouge est la couleur du sang, lui-même chargé d’une forte valeur symbolique, que ce soit comme élément vital composant l’organisme, ou en tant que sang menstruel, lié à l’enfantement (Varichon, 2000 ; Bon, 2009). Le

---

78. Il est légitime de relever que cette unique hypothèse occulte le rôle technique des matières colorantes. Pour autant, une rétrospective ethnologique révèle que la parure corporelle est universelle dans les sociétés humaines. Lorsque les conditions climatiques ou les traditions culturelles ne permettent pas de montrer le corps, ce sont les vêtements ou les éléments de parure (perles, bijoux) qui prennent le relais en tant que supports à colorer (Varichon, 2003).

79. ou *Modern Human Behaviour* (D’Errico *et al.*, 2003 ; Henshilwood et Dubreuil, 2011).

80. Les valeurs et symboles associés aux couleurs, développés ci-après, s’inspirent des tendances les plus communément relevées par les études ethnographiques et historiques, avec des nuances ou même des contradictions possibles dans l’espace et dans le temps. Lévi-Strauss montre ainsi que suivant le groupe humain considéré, le rouge, le noir et le blanc sont employés différemment dans les rites mortuaires, par omniprésence d’une seule de ces couleurs ou bien par jeux d’association ou d’opposition de deux ou trois d’entre elles, en fonction de critères divers, en particulier le lien relationnel avec l’individu célébré (Lévi-Strauss, 1962, p. 83-84).

81. Les humains sont d’ailleurs parmi les rares mammifères à disposer d’une vision trichromatique (Rowe, 2002 ; Petru, 2012).

rouge est ainsi associé à la vie, au succès, à la force ou encore à la victoire – du chasseur qui fait couler le sang de sa proie par exemple (Pastoureau, 1999 ; Varichon, 2000 ; Pastoureau et Simonnet, 2005).

Sur un support clair, le **noir** peut lui aussi être perçu facilement ; *a contrario*, dans un environnement peu lumineux, il permet de dissimuler le support en le camouflant (Varichon, 2000). Cette teinte est synonyme d'obscurité, de ténèbres et de sombre. Ainsi, le noir évoque la mort, le chaos, le néant, mais aussi les origines (Pastoureau, 1999 ; Pastoureau et Simonnet, 2005). Il est raisonnable de penser que l'emploi de charbons provenant de foyers pour réaliser des peintures corporelles noires ait précédé considérablement l'usage de matériaux ferrugineux rouges (Salomon, 2009).

Pendant du noir, le **blanc** est symbole de clarté et de lumière. Tout comme le noir, le blanc renvoie au néant, aux origines<sup>82</sup>, mais aussi à la vie. Le blanc confère aussi à l'objet qu'il recouvre, la pureté et l'uniformité (Varichon, 2000 ; Pastoureau et Simonnet, 2005). De nombreuses matières naturelles très répandues, comme la calcite, la craie ou le kaolin, permettent de produire une poudre blanche très contrastante sur un support foncé.

Le **jaune**, comme le blanc, est une couleur claire. Teinte solaire par excellence, il évoque la lumière et, dans les civilisations européennes post-néolithiques, la richesse avec la moisson et l'or. Paradoxalement, le jaune peut aussi être perçu comme un sous-blanc, ou évoquer l'aridité (Pastoureau, 1999 ; Varichon, 2000 ; Pastoureau et Simonnet, 2005). Malgré leur abondance naturelle, les matières colorantes jaunes ne sont attestées que ponctuellement dans les contextes néolithiques, et encore en faible quantité en regard du rouge.

#### *1.2.4.1.1.2. Pouvoir couvrant et pouvoir colorant*

Dès le *Middle Stone Age*, les oxy(hydroxy)des de fer sont exploités comme pigments en peintures (Henshilwood *et al.*, 2011), puis les oxy(hydroxy)des de fer et de manganèse sont mis en œuvre au Paléolithique supérieur pour l'élaboration des représentations pariétales.

L'étude de l'émergence du *Modern Human Behaviour* (MHB) se développe exponentiellement depuis quelques années. Elle se fonde sur plusieurs facultés définies comme « propres à l'Homme » : « langage, art, pensée religieuse, capacités cognitives supérieures, usages de symboles » (D'Errico *et al.*, 2003 ; D'Errico, 2006 ; Henshilwood et Dubreuil, 2011). L'approche des matières colorantes est souvent associée de celle de la parure, dans le sens où toutes deux peuvent servir de *medium* pour transmettre visuellement des messages codifiés. L'encodage de l'information a pu se faire par la teinte ou encore par des applications différentielles (tracés ou aplats, parties du corps) (Kuhn et Stiner, 2006).

Il faut en outre considérer le caractère opaque de certains minéraux qui constituent les matières colorantes. L'aplat de poudre d'hématite sur la peau permet de colorer celle-ci, tout en la protégeant des rayons UV (Rifkin *et al.*, 2015). La distinction entre l'utilisation symbolique de la couleur et celle utilitaire du pouvoir couvrant est cependant difficile à établir, voire artificielle : les deux fonctions ne sont pas antinomiques.

Le pouvoir colorant a pu être mobilisé pour des actions relevant du domaine technique. Un exemple paléolithique peut être proposé. À Pincevent, l'ensemble des lames obtenues du débitage de deux

82. Par exemple, chez les Luvale (peuple bantou d'Afrique australe), les offrandes aux esprits ancestraux doivent être blanches : farine, kaolin, etc. (White, 1961, p. 46-47).

blocs portent sur le talon des résidus rouges, ne répondant pas à un usage comme abrasif ou charge d’adhésif (évoqués *supra*, cf. titres 1.3.3. et 1.3.4. de ce chapitre). Des expérimentations ont été menées en appliquant de l’hématite sous différentes formes, à plusieurs moments dans la chaîne de débitage. Elles ont montré que la matière colorante avait été déposée « au crayon » sur les talons en deux étapes : une première fois sur le point de frappe avant l’abrasion de préparation, et une seconde fois sur le plan de frappe avant le détachement de la lame ; par ailleurs, le dépôt d’hématite n’apportait aucun avantage mécanique au débitage. La présence de tracés rouges pourrait dans ce cas être imputée à un usage pédagogique (marquage des zones à frapper). Pourtant, le remontage du matériel archéologique permet d’affirmer que l’on a affaire à un unique tailleur de bon niveau, qui maîtrise pleinement les techniques de débitage, et ne commet pas les erreurs classiques d’un novice. De plus, les produits obtenus ont été exploités par la suite, ce qui n’est pas le cas pour ceux obtenus sur un autre poste de débitage de Pincevent, celui-là bien identifié comme pédagogique – mais sans talons ocrés (Baffier *et al.*, 1991).

Les auteurs restent perplexes sur la contradiction des résultats obtenus. Deux pistes d’explication, par ailleurs compatibles, se dessinent préférentiellement. Premièrement, l’hypothèse du marquage pédagogique reste d’actualité, en supposant alors que l’opérateur est un tailleur chevronné qui fait une démonstration de son activité en illustrant bien chaque étape. D’autre part, il faut garder à l’esprit que de nombreuses activités techniques peuvent être investies d’un caractère rituel ou symbolique plus ou moins marqué, auquel pourrait se rattacher cette volonté de colorer systématiquement en rouge le point que l’on abrase ou frappe. Cette dernière hypothèse reste fragile, puisque le rituel est défini comme une répétition systématique de gestes, alors que seulement deux blocs ont été réduits selon ce traitement.

#### *1.2.4.1.2. Exploitation des propriétés siccatives*



**Figure 18.** *Armature en croissant de Gesher, dont les parties dédiées à l’emmanchement portent des résidus rouges (Shaham et al., 2010).*

L’hématite et la pyrolusite sont les principaux minéraux colorants dotés de propriétés asséchantes et siccatives reconnues et encore employées de nos jours. La mise à contribution de ces propriétés par l’homme est principalement étudiée à travers les adhésifs d’emmanchement en contexte capsien (Inizan, 1976 ; Beyries, 1983), MSA (Wadley *et al.*, 2004a ; 2004b ; Wadley, 2005 ; Lombard et Wadley, 2007 ; Wadley *et al.*, 2009 ; Wadley, 2010) ou paléoindien et subactuels (Helwig *et al.*, 2014).

Cette problématique est encore peu abordée en contexte néolithique. Cependant, le site PPNA de Gesher (Israël, 9000 cal. BCE) a livré un élément d’armature en croissant dont les parties potentiellement dédiées à l’emmanchement sont colorées en rouge (figure 18). L’analyse

multi-scalaire (observations par MEB, analyses élémentaires par EDS et structurale par DRX et IRFT, cf. titre 4. du troisième chapitre) amène les auteurs à proposer que l'adhésif était un matériau composite constitué d'argile et d'oxy(hydroxy)des de fer (hématite et goéthite), appliqué à l'aide d'un objet en fibres végétales (feuille), « peut-être pour créer une meilleure friction entre l'adhésif et le silex », puis durci par un léger traitement thermique (Shaham *et al.*, 2010). Si la complexité de certaines interprétations – l'explication de la présence des fibres végétales entre autres, laissent perplexe, l'emploi de matières colorantes dans la composition d'un matériau adhésif paraît clair au vu de la composition chimique analysée<sup>83</sup>.

#### *1.2.4.1.3. Exploitation des propriétés abrasives*

Cette opération trouve son pendant archéologique, puisque de nombreux objets en matière dure animale, qu'ils relèvent du domaine technique ou de la sphère symbolique, présentent une surface polie associée à des résidus rouges dans les anfractuosités : baguettes, poinçons, pointes de sagaie, statuettes, perles, etc. (White, 1996 ; Allard *et al.*, 1997 ; Salomon, 2009).

La présence de « matière colorante rouge » est attestée dans les rainures de mise en forme d'un métatarsien de petit ruminant à Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard (Binder, 1991b, p. 147). La motivation technique paraît très probable.

L'étude tracéologique des deux outils portant des résidus rouges retrouvés en contexte funéraire natoufien\* à Hilazon (Israël : Dubreuil et Grosman, 2009 ; cf. titre 2.1.9. de ce chapitre) révèle que ceux-ci ont été utilisés sur un support en peau, conjointement à de « l'ocre » et, dans un cas, de la graisse. Les auteurs proposent trois causes (Dubreuil et Grosman, 2009, p. 949) :

- une utilisation des propriétés asséchantes pour nettoyer la graisse dans les étapes de préparation ;
- une « application de l'ocre, seule ou mélangée à d'autres substance, pour teindre (sic) ou traiter les peaux » ;
- une opération de broyage de matière colorante dans un réceptacle en cuir.

La première et la troisième hypothèses sont écartées par les auteurs sur des critères tracéologiques. Ces « polissoirs ou abraseurs » ont donc probablement servi dans les étapes de corroyage (cf. figure 6), où leurs propriétés colorantes, mais aussi abrasives, ont pu être mises à profit pour modifier l'aspect des peaux.

#### *1.2.4.2. État de l'art*

L'étude des fonctions dévolues aux matières colorantes néolithiques s'est jusqu'à présent focalisée sur l'exploitation de leur teinte et de leur pouvoir colorant. On remarque que deux matériaux d'étude sont privilégiés : (i) les résidus décorant les céramiques<sup>84</sup> et (ii) les peintures sur support immobilier – paroi d'abri ou de grotte – ou semi-mobilier, qui posent des problèmes similaires pour leur analyse. À de rares exceptions près (García Borja *et al.*, 2004 ; Domingo *et al.*, 2012), les résultats d'analyse

83. Des résidus rouges sur parties dédiées à l'emmanchement, ont été observés dans d'autres sites PPNA, mais n'ont pas encore été étudiés en profondeur (Crassard *et al.*, 2013, par exemple).

84. Qui caractérisent les corpus de matières colorantes du Néolithique vis-à-vis des périodes antérieures.



de ces peintures ne sont pas mis en perspective avec des données provenant des autres gammes de matériel (blocs de matière première ou résidus sur outils de préparation). S'il est regrettable que les problématiques traitées et les matériels mobilisés soient parfois orientés sur des sujets relativement exceptionnels, les différents travaux menés ont permis de reconnaître la prédominance de certains pigments (en particulier l'hématite, la goethite, les oxydes de manganèse et la calcite) et de proposer progressivement une lecture plus « technologique » des données issues des analyses.

#### I.2.4.2.1. Résidus sur mobilier céramique



**Figure 19.** Objets céramiques Cucuteni portant des décors peints (Bugoi *et al.*, 2008, p. 195).

La culture Cucuteni se développe en Roumanie, en Moldavie et en Ukraine occidentale entre le V<sup>e</sup> et le IV<sup>e</sup> millénaire BCE. Les céramiques cucuteni sont reconnues pour la finesse de leurs formes et la richesse de leur décor peint en rouge, noir et blanc (figure 19), qui ont fait l'objet d'études archéométriques poussées.

Une équipe a choisi de travailler sur des microprélèvements (un par tesson) de peinture, analysés par fluorescence des rayons X et par diffraction des rayons X par radiation synchrotron (Constantinescu *et al.*, 2007 ; Bugoi *et al.*, 2008). Les pigments rouge, noir et blanc sont respectivement de l'hématite, de la jacobsite<sup>85</sup> et de la calcite, associées au quartz. Dans un cas, les auteurs identifient la magnétite comme pigment noir ; le diffractogramme publié permet de voir la présence minoritaire de jacobsite (Bugoi *et al.*, 2008, p. 197). Il est donc possible que les résidus colorants de jacobsite et celui de magnétite aient été produits à partir de la même géomatière. Le gisement d'origine proposé pour celle-ci est le massif montagneux de Bistrița, situé à 200 km du site<sup>86</sup>. Certains minéraux identifiés, formés à haute température, permettent de proposer que les peintures étaient appliquées avant cuisson. L'utilisation conjointe d'hématite, de jacobsite et de calcite a permis aux artisans de réaliser des céramiques polychromes en atmosphère oxydante (Bugoi *et al.*, 2008, p. 198).

Une autre série de céramiques cucuteni a été par la suite étudiée par spectroscopie Raman et diffraction des rayons X (Buzgar *et al.*, 2010 ; Buzgar *et al.*, 2013). Certaines données et interprétations remettent fortement en cause les conclusions de l'étude précédente. Le pigment blanc est ici de la kaolinite riche en rutile\* ; la calcite n'est pas détectée. L'anatase\*, qui se transforme en rutile entre 600 et 1000 °C, n'est pas détectée, ce qui induit une température de cuisson élevée. Les peintures rouges sont composées d'hématite et de quartz. La pyrolusite, avec parfois de la jacobsite, est détectée dans

85. Oxyde de fer et de manganèse de formule  $Fe_2MnO_4$ . La jacobsite est fréquemment associée, en contexte métamorphique, à divers oxy(hydroxy)des de fer ou de manganèse : hématite, magnétite, hausmannite, braunite, pyrolusite entre autres.

86. Dans la première publication, les auteurs proposent l'existence d'une économie fondée sur un commerce s'accompagnant d'un transport par voie fluviale, sur un radeau construit en rondins de conifère liés entre eux par des cordes. Ils se fondent pour cela sur le fait que « *in this area, rafting is a traditional means of transporting timber, mentioned in documents as early as the 14<sup>th</sup> century* » (Constantinescu *et al.*, 2007, p. 287). Ces hypothèses et ces arguments paraissent particulièrement incongrus. De plus, après avoir mis en évidence la présence majoritaire de Ca dans les résidus blancs, ils suggèrent que la matière première employée est du kaolin (Constantinescu *et al.*, 2007, p. 285). Le kaolin est composé de kaolinite  $Al_2Si_2O_5$  ; si le calcium peut être présent, c'est en tant qu'impureté. Cette erreur grossière n'a pas été renouvelée dans la seconde publication.

les résidus noirs ; un vase, cuit à moins de 750 °C, est décoré avec du graphite associé à de l'hématite. Une étude minéralogique des gîtes d'oxydes de fer et de manganèse de la région considérée, a permis de montrer que la principale source de matière première, des conglomerats polygéniques du Quaternaire, se trouve au centre du quart nord-est de la Roumanie ; elle est distante de 30 à 120 km de tous les sites archéologiques étudiés dans le cadre des travaux présents et précédents. Selon les auteurs, les matières colorantes déposées avant cuisson sont de la goethite et de la birnessite prélevées dans les couches du Pléistocène, qui vont respectivement donner à la cuisson de l'hématite et de la pyrolusite ou de la jacobsite (en cas de présence de matière organique). À haute température (plus de 900 °C), la pyrolusite et la jacobsite peuvent se transformer en hausmannite et en magnétite (Buzgar *et al.*, 2013, p. 2134).

Plus à l'ouest, en Serbie, la culture de Vinča s'est développée entre 5500 et 3500 BCE. Cette région est riche en cinabre, qui a été exploité intensément dès l'Âge des métaux, comme pigment ou bien comme solvant de l'or pour dorer des objets (cf. titre 1.4.2. de ce chapitre). Les décorations rouges des objets en céramique (vases et statuettes) ont été investies soit par spectroscopie vibrationnelle (infrarouge et Raman) et DRX sur poudre (Mioč *et al.*, 2004), soit par EDS, PIXE et DRX (Gajic-Kvasec *et al.*, 2012). De plus, deux tessons portant des décorations s'apparentant à des dorures ont été investis afin d'en connaître la composition et le mode de dépôt (Gajic-Kvasec *et al.*, 2012). Les résidus rouges ont pour chromogène soit l'hématite, soit le cinabre. Ce dernier devenant noir au-delà de 344 °C, il a été appliqué après la cuisson. Dans la première étude, les phases associées sont diversifiées (quartz, micas, plagioclases, kaolinite, chlorite\*, dolomite, etc. : Mioč *et al.*, 2004) ; plusieurs peuvent provenir de la pâte céramique plutôt que de la matière colorante. Dans la seconde étude, tous les résidus rouges sur vases contiennent de l'hématite : le cinabre est réservé aux décors de figurines (Gajic-Kvasec *et al.*, 2012). Enfin, l'un des tessons dorés contient de l'or mais pas d'élément mercure. L'autre semble coloré avec un oxy(hydroxy)de de fer (goethite ?). La dorure au cinabre n'est donc pas mise en évidence au Néolithique (Gajic-Kvasec *et al.*, 2012).

Une recherche équivalente de l'usage du cinabre a été menée sur la côte orientale de la Péninsule ibérique, dans la province d'Alicante. Une poudre rouge contenue dans un coquillage de Beniarrés – Cova de l'Or s'est révélée être du cinabre, mais tous les vases analysés jusqu'à présent sont décorés à l'hématite. Si l'exploitation du cinabre est donc attestée dès le Néolithique ancien (5300-5000 cal. BCE), sa fonction et son mode d'utilisation dans ce contexte restent inconnus (García Borja *et al.*, 2004 ; Domingo *et al.*, 2012).

Du Néolithique moyen aux Âges des métaux, la Méditerranée nord-occidentale voit le développement de décors gravés incrustés de matière colorante. Ces motifs sont rehaussés par le contraste entre les pâtes céramiques traitées pour être sombres – cuisson réductrice associée à un traitement de surface à chaud – et les matières blanches employées pour le remplissage. Les investigations menées par



spectroscopie LIBS<sup>87</sup> et Raman<sup>88</sup> sur des séries italiennes a montré que cette matière blanche était de la poudre de calcite ; les auteurs suggèrent que cette matière colorante a pu être déposée avant la cuisson des vases (Angeli *et al.*, 2006, p. 6). Les résidus rouges et noirs analysés dans la même étude sont respectivement de l’hématite et des oxydes de manganèse.

Une étude diachronique alliant plusieurs méthodes complémentaires micro-invasives et/ou micro-destructives (SEM-EDS, FT-IR, DRX<sup>89</sup>, spectroscopie Raman) a été appliquée récemment sur plusieurs séries d’Italie du nord, allant du Néolithique moyen à l’Âge du fer (4600-675 cal. BCE) (Giustetto *et al.*, 2013). Deux chromogènes principaux sont identifiés : le talc et l’hydroxyapatite ; la calcite, la kaolinite et l’hydrocérusite (carbonate de plomb hydraté) sont anecdotiques. Le talc et l’hydroxyapatite sont souvent utilisés mélangés, dans des proportions qui évoluent dans le temps (figure 20). Ainsi à Castello di Annone, le talc domine au Néolithique moyen, mais l’hydroxyapatite dans les phases récente et progresse au point d’être souvent utilisée seule au Néolithique final. Les mêmes variations sont observées au Chalcolithique puis à l’Âge du bronze. En revanche, les occupations de l’Âge du fer de Fossano et de Castelletto Ticino montrent un usage majoritaire, mais non exhaustif, du talc.

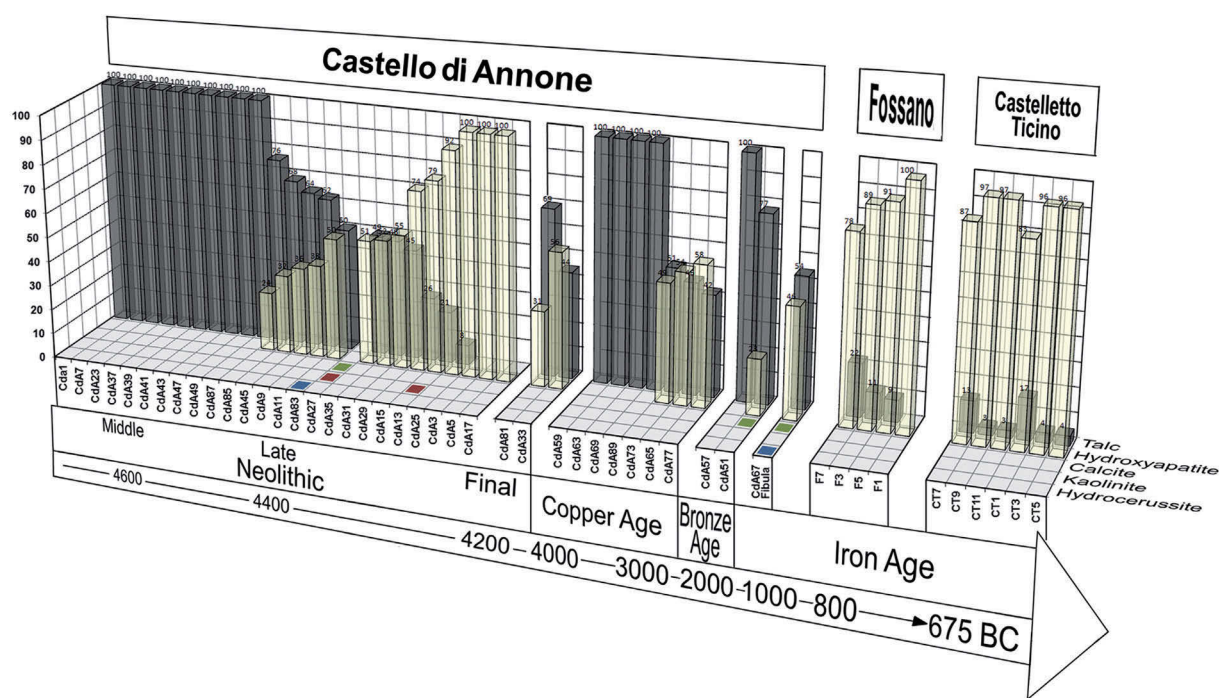


Figure 20. Évolution de la composition des incrustations blanches sur céramique, en Italie du Nord (Giustetto *et al.*, 2013).

87. Laser Inductive Breakdown Spectroscopy ou spectroscopie sur plasma induit par laser. Cette méthode d’analyse élémentaire concurrente de l’EDS est micro-invasive et ne nécessite pas de préparation. Compacte et rapide, elle reste moins représentée que l’EDS et l’ICP-MS ; la reproductibilité des mesures doit encore faire l’objet d’améliorations.

88. Méthode d’analyse structurale, cf. titre 4.4.2.1. du troisième chapitre.

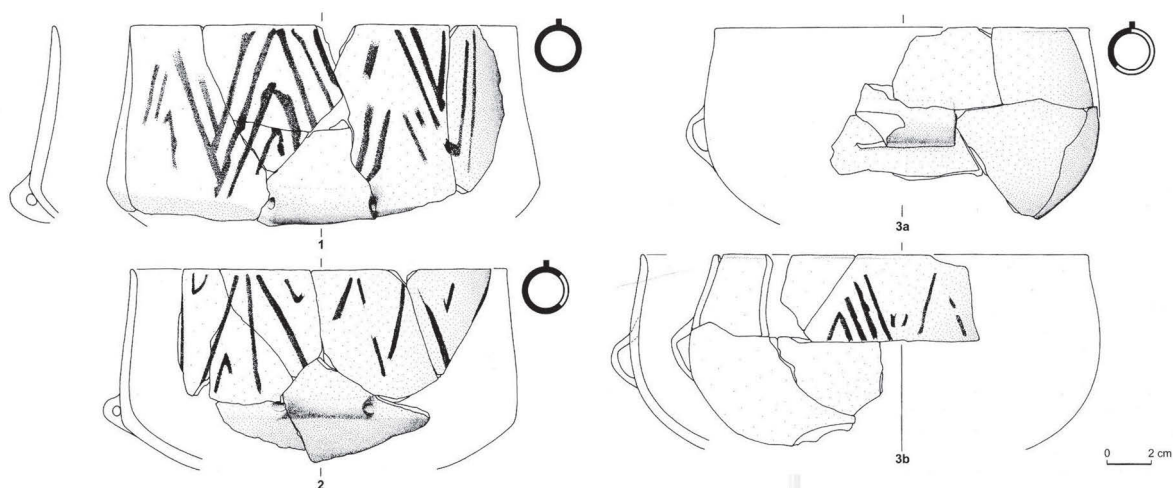
89. Respectivement spectroscopie par dispersion d’énergie des rayons X couplée à un microscope électronique à balayage (analyse élémentaire), spectroscopie infra-rouge à transformée de Fourier (analyse structurale) et diffraction des rayons X (analyse structurale).

Dans la Péninsule italienne toujours et en particulier dans la partie centrale et méridionale, on trouve plusieurs exemples de productions céramiques, décorées de rouge et de noir, principalement de la deuxième moitié du VI<sup>e</sup> à la fin du V<sup>e</sup> millénaire BCE – par exemple les faciès *tricromiche* et Catignano puis Serra d'Alto et Ripoli (Grifoni Cremonesi, 2001 ; Radi, 2001 ; Pessina et Tiné, 2008). La *figulina* est une céramique fine à pâte claire épurée et décorée de peintures rouges et noires, caractéristique de ces productions ; les premières occurrences de ce type proviennent du groupe de Masseria la Quercia (5400 BCE). Dans les Abruzzes, les sites de Catignano et de Loreto Aprutino – Colle Cera (groupe Catignano) ont livré de nombreux vases qui portent des motifs géométriques rouges : chevrons, lignes, losanges, points et triangles (Colombo, 2008 ; 2012a ; 2012b ; 2012c). Ces différents motifs sont parfois assemblés pour représenter des visages anthropomorphes (Colombo, 2012b, p. 169-170) ou bien observés sur des vases zoomorphiques (Colombo, 2012b, p. 171-172 ; 2012c, p. 244). D'après l'observation à fort grossissement et l'expérimentation, ces peintures sont appliquées au pochoir (Colombo, 2010, p. 82). Un examen par observations pétrographiques, par MEB et par analyses MEB-EDS et LIBS a été conduit sur les peintures de *figuline* de Catignano et de Masseria la Quercia, afin de déterminer les matières premières et les modes d'élaboration (Colombo et Boschian, 2009). L'observation de fines stries suggère que les peintures étaient appliquées à l'aide d'un pinceau ou d'une brosse. Les aplats rouges étaient appliqués avant les noirs, qui les recouvrent par endroits. Les bandes noires appliquées sur la céramique de Masseria la Quercia sont constituées d'oxy(hydroxy)des de manganèse, peut-être de la pyrolusite d'après les observations pétrographiques, appliqués avant cuisson (Colombo et Boschian, 2009, p. 930-931). À Catignano, la peinture rouge est fine mais brillante et bien conservée, le chromogène est un oxy(hydroxy)de de fer – probablement l'hématite – déposé après brunissage et avant cuisson (des bulles de vitrification sont observées : Colombo et Boschian, 2009, p. 932). Les résidus noirs sont moins bien conservés ; d'après les auteurs, le manganèse faiblement détecté dans les analyses élémentaires provient du sédiment du site. Selon eux, les aplats noirs sont réalisés à l'aide d'un composé de Fe<sup>2+</sup> – comme la magnétite – appliqué avant la cuisson des vases (Colombo et Boschian, 2009, p. 932).

En Corse, le site de plein air d'A Guaita a livré un matériel céramique qui renvoie aux productions médio-tyrrhéniennes italiennes, mais qui est de production locale (Gabriele et Lorenzi, 2014). Deux tessons à pâte brune, provenant de deux vases différents, portent des bandes noires (Serradimigni *et al.*, 2014). Serradimigni et ses collaboratrices proposent une description de ces peintures à travers un traitement numérique de photographies à haute résolution de ces deux tessons. La pertinence de cette approche paraît assez limitée dans ce contexte. En effet, l'ensemble des données présentées, intrinsèquement intéressantes au demeurant, est, d'après les clichés non retouchés, aisément discernable à l'œil nu. La manipulation numérique n'apporte pas de valeur ajoutée ici.

Enfin, toujours dans les marges de notre cadre d'étude, le site d'Isle-sur-la-Sorgue – Bagnoles, dans le Vaucluse, a permis de documenter des peintures sur vases en contexte chasséen (Sargiano *et al.*, 2010). Ce site est constitué d'une centaine de structures en creux ou d'anomalies mises au jour au cours d'un diagnostic en 2006. Faute de matériaux datables par radiocarbone, l'attribution chronoculturelle est fondée sur les industries lithiques et céramiques issues de ces différentes unités stratigraphiques : toutes sont attribuées au Néolithique moyen (indifférencié, Chasséen ou « post-Chasséen » : Sargiano *et al.*, 2010, p. 195). Deux structures ont livré un matériel typiquement chasséen abondant dont (i) des tessons à pâte rouge ou noire décorés de losanges et de chevrons gravés et incrustés de matière

blanche ainsi que (ii) trois vases à panses droites décorées de chevrons peints en brun ou en noir, sur fond beige (figure 21). Selon les auteurs, ces peintures sont appliquées avant cuisson d’après les surfaces céramiques sous-jacentes, qui sont plus claires que les parties qui ont été « directement exposées au feu » (Sargiano *et al.*, 2010, p. 208). La caractérisation physico-chimique appliquée comprend des analyses élémentaires (XRF), structurales (spectroscopie Raman) et des investigations préliminaires pour les matières organiques (ATR-FTIR) – pour tester une éventuelle application de brai de bouleau. Le seul composant identifié avec certitude sur les trois vases est l’hématite. Les auteurs précisent qu’ils n’ont pas identifié de bauxite, mais leur protocole paraît peu adapté pour trancher sur ce point : en XRF, l’élément aluminium peut être confondu avec le signal du support argileux ; en spectroscopie Raman, les oxy(hydroxy)des d’aluminium sont difficilement détectés. Les incrustations blanches sont une poudre de carbonate de calcium, probablement de la calcite (Sargiano *et al.*, 2010, p. 219). Les analyses organiques se sont révélées négatives. En définitive et en dépit de lacunes persistantes sur les premiers maillons de la chaîne opératoire (matières premières), cette étude montre que les matières colorantes participent selon des modalités diverses au langage décoratif du Chasséen.



**Figure 21.** *Céramiques peintes d’Isle-sur-la-Sorgue – Bagnoles (Sargiano et al., p. 211).*

#### 1.2.4.2.2. Résidus sur supports immobilier et semi-mobilier

Bien que leur monumentalité<sup>90</sup> et leur popularité les rendent attrayantes pour l’archéomètre, les représentations pariétales constituent un défi analytique. Il faut en effet concilier la difficulté d’accès à ce type de matériel d’étude et son aspect ténu et fragile – l’épaisseur des couches picturales est souvent inférieure au millimètre. Deux approches sont généralement proposées :

- l’introduction, sur le site orné à étudier, d’un appareillage portable, qui tend à sacrifier la qualité de résolution d’analyse au profit d’une réduction de volume et de masse des différents composants. Cette stratégie *in situ* permet, en théorie, une acquisition de données très large.

90. Le terme « monument » s’entend ici au sens d’édifice imposant par sa taille et remarquable par son intérêt historique ou esthétique et par sa valeur symbolique (Dictionnaire de l’Académie française, 9<sup>e</sup> édition).

Elle est cependant limitée aux méthodes non destructives, non invasives et pour lesquelles les appareillages portables ou, du moins, transportables<sup>91</sup>, existent ;

- la mise en place d'une stratégie de prélèvements, définitivement invasives, qui seront étudiés par la suite en laboratoire. Cette méthode permet une plus grande latitude d'approche – plus de méthodes applicables et sur un même échantillon – mais elle implique de détériorer irrémédiablement l'œuvre étudiée. Le développement des protocoles de micro-prélèvement permet de réduire l'impact macroscopique.

Les représentations de la péninsule ibérique (cf. titre 2.1.7. de ce chapitre) ont préférentiellement fait l'objet d'études *in situ*, parfois couplées à des analyses en laboratoires. Les peintures des abris de la Sierra de las Cuerdas (Province de Cuenca, Espagne) ont ainsi été analysées par microspectroscopie Raman portable (Hernanz *et al.*, 2006), puis par observations pétrographiques et MEB-EDS sur micro-prélèvement (Hernanz *et al.*, 2008). Le pigment rouge est l'hématite, associée à la muscovite\*, à l'anatase, au gypse ou encore à l'apatite. Un mélange de quartz, d'anatase, de muscovite, d'illite\* et d'apatite est identifié dans les figures blanches. Les auteurs suggèrent que l'apatite provient d'os calciné et suggèrent une origine rituelle (Hernanz *et al.*, 2008, p. 982). Ils excluent une origine pétrologique sous prétexte qu'aucun autre phosphate n'a été mis en évidence dans les matières colorantes ou dans la roche support. Hors, il est tout à fait possible d'envisager que l'apatite provienne d'oolithes phosphatées associées à une géomatière ferrugineuse (cf. titre 2.1. du quatrième chapitre). En l'absence actuelle d'analyse des blocs de matière première, cette hypothèse sur d'origine anthropique de l'apatite et cette attribution « rituelle » doivent être remises en cause. La whewellite et la weddellite<sup>92</sup> sont aussi détectées mais aucune trace de liant organique n'a été mise en évidence. Enfin, des fragments de charbon de bois observés entre la couche picturale et la roche support sont interprétés comme un dessin préparatoire<sup>93</sup>.

À Castellón – Valltorta (Espagne), les peintures rouges et noires attribuées au Néolithique ont été étudiées à l'aide d'un appareillage EDXRF portable (Roldán *et al.*, 2010). Elles sont respectivement composées d'oxyde de fer (hématite très probable) et de manganèse. La comparaison qualitative et quantitative des compositions de la roche support et des peintures entre elles, permet (i) d'apprécier la contribution de la première au signal acquis et (ii) de proposer que plusieurs matières premières ont été employées.

Aux grottes de l'Abrigo dos Gaivões et l'Igreja dos Mouros (Portugal), les peintures rouges et noires ont été étudiées selon les mêmes méthodes (Nuevo *et al.*, 2011). Le fer est ici aussi le composant majoritaire des matières colorantes rouges. En revanche, le manganèse n'est pas détecté dans les résidus noirs, qui ont probablement pour chromogène du charbon.

91. Derrière le qualificatif « portable », transparait souvent l'image du pistolet manipulé d'une seule main. Certains appareillages mobiles sont composés de nombreux modules qui pèsent chacun plusieurs kilogrammes à dizaines de kilogrammes. Leur fonctionnement nécessite en parallèle un ordinateur et un générateur électrique de type groupe électrogène pour en assurer le pilotage et l'alimentation (Tournié *et al.*, 2011 ; Lahil *et al.*, 2012). En dépit de la logistique lourde qu'ils impliquent, ils sont généralement plus performants et plus adaptables que les appareillages de type pistolet.

92. Ces oxalates de calcium proviennent de l'activité biologique (bactéries, lichens). Ils sont parfois responsables de la formation d'une couche brune à noire qui peut recouvrir les œuvres (Watchman, 1990).

93. Ce type d'interprétation a préalablement été proposé en contexte paléolithique (Clottes *et al.*, 1990 ; Menu et Walter, 1996).

La méthode du micro-prélèvement a été appliquée aux peintures des abris de Minateda (Province d'Albacete, Espagne), dont les figures appartiennent soit à la phase figurative, soit à l'art schématique (Mas *et al.*, 2013). Le panel de techniques d'investigation employées est donc plus conséquent : observations mésoscopiques\*, observations par microscopie électronique à balayage et analyse élémentaire par dispersion d'énergie de rayons X couplée, diffraction des rayons X, microspectroscopie Raman et chromatographie en phase gazeuse<sup>94</sup>. Le principal apport vis-à-vis des études précédemment citées est la mise en évidence de processus taphonomiques complexes, qui se traduisent par la présence de gypse et d'oxalates de calcium au cœur de la couche picturale (Mas *et al.*, 2013, p. 4646). Les échantillons analysés en GC se sont révélés trop pauvres en matière organique (Mas *et al.*, 2013, p. 4645), ce qui est peu étonnant au vu du contexte de conservation et de l'âge des représentations (cf. titre 2.3.3. de ce chapitre).

Les figures schématiques provençales, attribuées au Néolithique, ont été étudiées par microprélèvement, microscopie électronique à balayage et analyse élémentaire par dispersion d'énergie de rayons X couplée (Hameau *et al.*, 1995, 2001 ; Hameau, 2005). Dix ensembles pariétaux, répartis sur les départements des Bouches-du-Rhône, de la Drôme et du Var, ont été pris en considération, dans une perspective régionale. En fonction de la morphologie (feuillet, grains, sphères) et de la composition des matières colorantes (oxyde fer ou d'aluminium, quartz, argile, etc.), les auteurs suggèrent l'existence de trois matières premières : de l'ocre<sup>95</sup>, de la bauxite ou de l'hématite (ce mélange des genres entre minéraux et roches n'est pas limpide). Les résidus de la première sont de couleur orangée, les autres ont un rouge plus prononcé. Le talc est identifié (semble-t-il par association des éléments magnésium et silicium) sur plusieurs échantillons rouges ; dans un cas, il est utilisé seul sur une figure blanche. L'occurrence fréquente d'apatite ou d'hydroxyapatite est interprétée hâtivement comme un ajout d'os voire d'os brûlé dans les figures sombres. Enfin, certaines figures semblent avoir subi un avivage récent à l'aide de pigments modernes : minium  $Pb_3O_4$  et oxyde de zinc (Hameau *et al.*, 1995).

La présence des minéraux non colorants (talc, apatite, quartz, aluminosilicate) est interprétée comme un ajout anthropique à vocation technique ou symbolique. Cette diversité de matières premières et de « charges » est exploitée pour dresser une carte des matières premières employées suivant les régions (Hameau, 2005). Dans cette publication, Philippe Hameau montre la dichotomie qui semble exister de part et d'autre de la Durance. La bauxite et « l'ocre » semblent respectivement réparties dans le Var et dans la région d'Apt. Cette approche originale est cependant adossée à des approximations et des digressions sur le « système graphique », la « personnalité ethnique » des peintres ou encore une analogie entre les charges des peintures et les dégraissants céramiques « qui ne sont pas donnés à voir ». Quand il « compare les pigments utilisés en peinture et ceux ramassés au pied des parois peintes », Philippe Hameau avance que ceux-ci ne sont pas toujours les matières premières utilisées pour les peintures. Pour illustrer cela, il prend l'exemple de « l'ocre jaune trouvée dans des abris peints en rouge » (Hameau, 2005, p. 208), tout en assurant que le traitement thermique n'a pas été employé – alors qu'aucune analyse n'a été amenée en ce sens. En réalité, il est possible que la géomatière orangée que les auteurs appellent « ocre » (argile en feuillets de 1 à 3  $\mu m$  et fer) soit un

94. Ou *Gaz Chromatography* (GC). Cette technique vise à identifier les composants organiques.

95. Les auteurs désignent par « ocre » une association naturelle d'oxyde de fer et d'argile, en se fondant sur l'habitus en feuillet (Hameau *et al.*, 1995, p. 359).



faciès\* de bauxite allochtone<sup>96</sup> comme celles que l'on trouve dans l'ouest et dans le nord du Var (cf. titre 4.2.4.3. du deuxième chapitre). D'après les analyses des auteurs, cette « ocre » ne semble pas contenir systématiquement du quartz (Hameau *et al.*, 1995), alors que c'en est le minéral majoritaire dans les ocres du Vaucluse (cf. titre 4.2.2. du deuxième chapitre). L'interprétation d'os brûlé attribuée à l'apatite est affaiblie par le fait que des phosphates sont fréquemment mis en évidence dans des roches ferrugineuses d'origine marine (cf. titre 2.1. du quatrième chapitre). Enfin, l'utilisation de telle ou telle géomatériau dans une région donnée relève peut-être moins d'un « choix identitaire » que de l'accès facilité à une ressource plutôt qu'à l'autre.

L'étude des résidus colorés sur supports semi-mobiliers est à notre connaissance représenté par une seule étude menée sur les stèles anthropomorphes funéraires de Trets – Bastidonne et de Ventabren – Château-Blanc (Walter *et al.*, 1997). Ces documents ont été appréhendés dans un premier temps par des observations à l'échelle macro- et mésoscopique, qui ont permis de repérer des traces de matière colorante rouge, vraisemblablement déposée en aplat ou dans les creux des gravures pour rehausser les reliefs (Walter *et al.*, 1997, p. 30-31). Des microprélèvements ont dans un second temps été observés à fort grossissement et analysés à l'aide d'un microscope électronique à balayage avec analyse élémentaire couplée. Les trois stèles de Trets – Bastidonne échantillonnées se sont révélées être colorées au cinabre, d'après la composition caractéristique de mercure et de soufre, associé à des aluminosilicates (Walter *et al.*, 1997, p. 30). Les auteurs proposent pour origines possibles les gisements suivants (Walter *et al.*, 1997, p. 33) : Cucugnan (Aude, 230 km environ à vol d'oiseau), Réalmont (Tarn, 255 km) ou encore Aulp (Isère, 330 km). Dans ce rayon, il existe cependant aussi des sources en Ariège (Castelnau-Durban), en Isère (Prunières, Saint-Arey) ou même en Corse à Ajaccio (Thomassin *et al.*, 2003, p. 107). Les cinq prélèvements faits sur les stèles de Ventabren – Château-Blanc présentent une composition similaire d'oxy(hydroxy)des de fer associés à des silicates (quartz), des aluminosilicates et des oxy(hydroxy)des d'aluminium ; la matière première semble donc être dans ce cas de la bauxite (Walter *et al.*, 1997, p. 32), dont les gisements les plus proches sont à environ dix kilomètres.

---

96. La bauxite allochtone se distingue par sa haute teneur en alumino-silicates, plutôt qu'en oxy(hydroxy)des d'aluminium (cf. titre 4.2.4. du deuxième chapitre).



### I.3. En résumé

Les matières colorantes sont constituées de plusieurs minéraux, qui leur procurent des propriétés physico-chimiques variées, la plus aisément repérable étant leur faculté à modifier l'aspect coloré d'un support.

Leur pleine intégration au système technique des premiers agro-pasteurs est mise en lumière par la grande diversité des assemblages archéologiques : aires d'exploitation, blocs bruts ou semi-transformés, résidus liés à la préparation ou à l'utilisation, cette dernière pouvant relever de motivations techniques et symboliques.

Jusqu'à présent, les gammes de matériel étudiées et les problématiques traitées sont très hétérogènes. Le matériel issu d'utilisations à caractère esthétique ou symbolique, qui représentent l'une des franges terminales de la chaîne opératoire, est de loin le plus investi et le mieux documenté ; les témoins directs des premières étapes de la chaîne opératoire n'ont été que très peu sollicités et les connaissances liées à l'économie et la technologie des matières colorantes restent lacunaires.

Il est pourtant trivial de dire que l'exploitation des blocs de matières colorantes fait appel à un certain nombre de transformations qui altèrent profondément les propriétés physico-chimiques originelles : traitement thermique, réduction en poudre, ajout de minéraux-charges.

L'étude pétrologique et physico-chimique des blocs de matière première peut donc se révéler fructueuse pour renseigner l'ensemble de la chaîne opératoire des matières colorantes (figure 22).

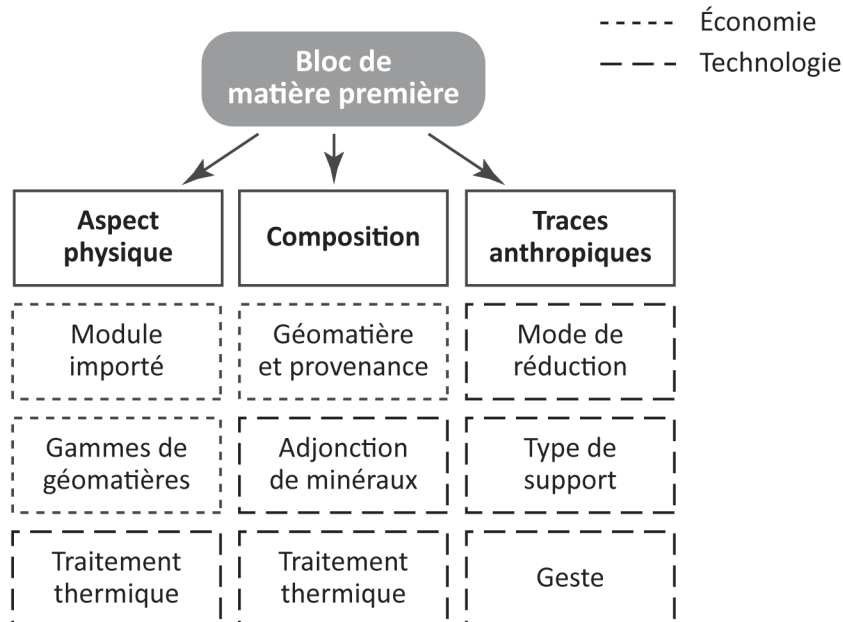


Figure 22. Potentiel informatif des blocs de matière première colorante.





# Chapitre II. Contexte archéologique et géologique

*Quand vos yeux découvrent pour la première fois la Méditerranée, vous comprenez instantanément pourquoi c'est ici que l'homme s'est redressé pour la première fois et a écarté les bras en direction du soleil. C'est une mer bleue – ou plutôt elle est trop bleue pour ce cliché qui sert à décrire la moindre flaque d'eau boueuse d'un pôle à l'autre. C'est le bleu féérique des tableaux de Maxwell Parrish, le bleu des cahiers bleus, du bleu pétrole, des yeux bleus, et à l'ombre des montagnes court, sur cinquante kilomètres, une bande de terre verte qui en fait un terrain de jeu pour le monde entier.*

**Francis Scott Fitzgerald, *Un livre à soi*, « Comment vivre de rien ou presque à l'année »**

---

## CONTENU DE CE CHAPITRE

Ce chapitre expose le cadre géographique, chronoculturel, archéologique et géologique dans lequel notre travail s'inscrit.

### **1. Cadre géographique : l'arc liguro-provençal**

L'arc liguro-provençal, en tant qu'entité géographique, est défini dans cette partie.

### **2. Contexte chrono-culturel de l'arc liguro-provençal**

Dans cette section, nous proposons un résumé des dynamiques culturelles et environnementales à l'œuvre dans l'arc-liguro-provençal, de 6000 BCE à 4000 BCE. Sont ainsi présentés, du VI<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> millénaire BCE, les courants Impressa, Cardial, VBQ et Chasséen, ainsi que leurs caractéristiques économiques, techniques et sociales.

### **3. Sites archéologiques considérés**

Nous présentons dans ce troisième titre les deux sites qui constituent le corpus de notre étude : (i) Castellar – Pendimoun, abri sous roche qui a permis d'établir une séquence particulièrement bien documentée de l'Impressa aux VBQ et (ii) Nice – Giribaldi, habitat de plein air qui a permis de décrire les étapes formatives du Chasséen méridional.

### **4. Contexte géologique de l'arc liguro-provençal**

Cette quatrième partie pose le cadre géologique de notre étude. Elle propose d'abord une brève histoire géologique de la Provence et de la mise en place du paysage régional et des géoressources actuelles. Par la suite, la genèse, la minéralogie et la gîtologie des géomatières colorantes susceptibles d'avoir été exploitées au Néolithique sont décrites.



## II.1. Cadre géographique : l'arc liguro-provençal

L'arc liguro-provençal (Binder *et al.*, 2008a ; Binder, 2012) est un ensemble géographique transfrontalier défini *sensu lato* par la bande littorale comprise entre deux cours d'eau qui se jettent dans la Mer Méditerranée (figure 23) : à l'ouest, le Gapeau (près d'Hyères, Var, France) et à l'est, l'Arno (près de Livourne, Toscane, Italie).



**Figure 23.** Carte physique de l'arc liguro-provençal *sensu lato* (carte J.-V. Pradeau).

Dans le cadre de nos recherches, l'aire géographique prise en compte est en partie modifiée. Elle est délimitée au sud par la mer Méditerranée, à l'ouest par le Rhône, au nord-ouest par la Durance, au nord par le Verdon et l'arc de Castellane, au nord-est par le massif du Mercantour/Argentera<sup>1</sup>, et à l'est par la bande côtière ligure (figure 24).

Pour « l'arc liguro-provençal étendu » ainsi délimité, il convient dans un premier temps d'exposer les sites pris en considération et le cadre chronoculturel dans lequel ils s'insèrent puis, dans un second temps, de décrire le contexte géologique régional et ses ressources potentielles en matières colorantes.

1. Ce massif est dit « du Mercantour » pour sa partie française, et « de l'Argentera » pour sa partie italienne. Cette seconde dénomination est la plus juste, puisque la cime de l'Argentera culmine à 3297 m et celle du Mercantour à seulement 2772 m. Nous emploierons la dénomination double pour faciliter la compréhension du lecteur.



Figure 24. Carte physique du cadre resserré de l'étude (carte J.-V. Pradeau).

## II.2. Contexte chrono-culturel de l'arc liguro-provençal

Fruit d'une élaboration et d'une maturation progressives ayant eu pour cadre le Levant et l'Anatolie du X<sup>e</sup> millénaire, le *package* néolithique<sup>2</sup> atteint au VII<sup>e</sup> millénaire l'Égée et les Balkans, où le « courant pionnier » se scinde en deux. Il remonte le Danube jusqu'au Bassin parisien (complexe LBK<sup>3</sup>) d'un côté et, de l'autre, progresse le long de la Méditerranée vers l'ouest (complexe de la céramique imprimée, ou impresso-cardial).

L'apparition de techniques originales, de modes de subsistance inédits et la redéfinition des rapports sociaux et des relations Homme/milieu dans la partie nord-occidentale du bassin méditerranéen vers 6000 BCE procèdent donc de la diffusion de divers groupes pionniers, sans lien avec le fond autochtone mésolithique<sup>4</sup> (Binder, 2013, p. 343).

Aux alentours de 5000 BCE, le fonds culturel se diversifie dans l'arc liguro-provençal (Binder et Lepère, 2014). Le mode de vie agro-pastoral est bien implanté, généralisé, et gagne définitivement l'intérieur des terres, sous l'impulsion de groupes des VBQ\* ou du Préchasséen. À partir de la moitié du V<sup>e</sup> millénaire BCE, cette emprise s'accompagne dans le Sud-Est de la France de l'émergence du Chasséen, qui se distingue des groupes antérieurs par la complexité de son réseau techno-économique et par son mégalithisme<sup>5</sup>.

### II.2.1. Premières implantations néolithiques et complexe impresso-cardial

Le Cardial n'est aujourd'hui plus considéré exclusivement comme la culture à l'origine de la néolithisation du Sud-Est de la France. La stratigraphie et/ou les datations des sites de Portiragnes – Peiro-Signado, Portiragnes – Pont-de-Roque-Haute, Nice – Caucade et Castellar – Pendimoun montrent que le courant cardinal a été précédé par divers mouvements humains opérés à la fin du VII<sup>e</sup> et au début du VI<sup>e</sup> millénaires BCE à partir des Balkans. On distingue différents faciès céramiques, qui définissent plusieurs groupes culturels dans ce premier Néolithique ancien dit « à **céramique imprimée** » ou **Impresso-cardial**.

En l'état actuel de la recherche, la diffusion des techniques et des modes de vie agro-pastoraux en Languedoc et en Provence semble rapide et foisonnante. Rapide car les premières occupations de Castellar – Pendimoun remontent à 5800-5600 BCE et présentent des affinités stylistiques avec le sud de la Péninsule italienne, où le Néolithique ne s'implante qu'à partir de 6100-5900 BCE, et surtout dans l'intervalle 5850-5700 BCE (Binder et Guilaine, 1999). Foisonnante aussi par la diversité

- 
2. Cette expression controversée recouvre au départ l'ensemble des innovations techniques et des productions matérielles et symboliques qui définissent les premiers groupes néolithiques du Levant et d'Anatolie (Çilingiroglu, 2005), par opposition aux complexes culturels précédents (Kébarien, Natoufien, Khiamien\*, etc. : Cauvin, 1997). À l'échelle de l'Europe, le *package* néolithique comprend dans une acception moins restrictive l'ensemble des phénomènes techniques, sociaux et environnementaux qui caractérisent l'implantation de la « Neolithic way of life » : domestication et importation d'espèces animales et végétales, technique céramique, sédentarisation, hiérarchisation sociale, anthropisation de l'environnement, etc.
  3. De l'allemand *Linearbandkeramik* ou *Linienbandkeramische Kultur*, cf. glossaire.
  4. L'hypothèse d'un élevage autochtone du mouton et d'une proto-agriculture des légumineuses par les castelnoviens, un temps évoquée, est aujourd'hui tout à fait réfutée (respectivement Helmer, 1984 et Binder, 1989). Le chien fait exception. Il a été domestiqué en plusieurs foyers à partir du Paléolithique supérieur, sans ambiguïté au Magdalénien, peut-être plus tôt (Vigne, 2005).
  5. Bien que la région qui nous intéresse constitue peut-être le foyer de la culture chasséenne, elle ne semble pas avoir produit de mégalithisme. Les manifestations les plus proches se trouvent en Provence occidentale (d'Anna, 2008, p. 405).

des faciès culturels identifiés sur la façade languedoc-provençale : si Pendimoun évoque l’Impressa italo-adriatique (cf. *infra* titre 3.2. de ce chapitre), l’occupation de Nice – Caucade entretient des similitudes avec l’Impressa ligure ; Peiro-Signano et Pont-de-Roque-Haute se rapprochent des groupes tyrrhéniens (Guilaine *et al.*, 2007).

Plusieurs indices permettent d’évoquer un déplacement par mer. Tous les sites *princeps* présentent en effet une forte affinité avec la façade maritime, suggérée par leur lieu d’installation (Ambert, 2007) et les produits de la mer consommés (malacofaune et ichtyofaune : Prieur, 2007 ; Binder *et al.*, 2008b). De plus, l’obsidienne, verre volcanique d’origine insulaire<sup>6</sup>, est importée à Finale – Arene Candide et à Portiragnes – Pont-de-Roque-Haute. Elle provient de Palmarola<sup>7</sup> et plus rarement de Sardaigne<sup>8</sup> (Briois, 2000 ; De Francesco et Crisci, 2007 ; Binder *et al.*, 2012).

Les groupes impressa s’installent dans un environnement de chênaie caducifoliée, qui reste stable jusqu’au Cardial récent (Thiébault, 2001). Ainsi, le début du « Néolithique ancien semble avoir eu un faible impact sur les formations forestières » (Leroyer *et al.*, 2008, p. 61). Les premiers migrants importent l’agriculture (blé amidonnier et orge) et l’élevage (mouton et bœuf). Les brebis sont déjà exploitées pour leur lait ; les profils d’abattage suggèrent des surplus pouvant faire l’objet d’échanges entre différentes communautés<sup>9</sup> (Helmer et Vigne, 2004). La chasse et la collecte restent pratiquées au second plan et fournissent un complément alimentaire ainsi que des matières premières (fourrures, matières dures animales).

Le **Cardial<sup>10</sup> ancien** proprement dit apparaît en Provence orientale au milieu du VI<sup>e</sup> millénaire BCE à Pendimoun, avec un style « géométrique » proche de celui de Basi, Pienza et Filiestru – chevrons et triangles –, qui évolue vers un faciès présent aux Arene Candide – bandes horizontales (Binder *et al.*, 2008b). L’archéozoologie témoigne de l’introduction de la chèvre domestique, spécifiquement à des fins de production laitière (Helmer et Vigne, 2004).

Au **Cardial récent** (5350-5200 BCE), l’ensemble de la Provence et de la moyenne vallée du Rhône est colonisé et l’on observe des changements dans le système technique céramique, avec l’apparition du colombin<sup>11</sup> et d’un décor tangentiel et pivotant à la coquille (Binder, 1991b ; Echallier et Courtin, 1994a ; 1994b). L’occupation pérenne du cœur de la Provence occidentale favorise l’émergence de réseaux de distribution de silex bédoulien<sup>12</sup> à longue distance, qui alimentent Salernes – Fontbrégoua,

---

6. En Méditerranée occidentale, quatre sources d’obsidienne, toutes insulaires, sont connues (par ordre croissant de distance des côtes niçoises) : le Monte Arci, sur la côte occidentale de la Sardaigne (470 km), Palmarola (560 km), Lipari (800 km) et Pantelleria (850 km). On trouve bien en Auvergne de l’obsidienne, mais elle est impropre à la taille et n’a jamais été exploitée. Chaque gîte d’obsidienne possède des propriétés physiques (couleur, transparence, brillance, etc.) et une signature chimique (éléments traces) qui lui sont propres, ce qui permet de tracer aisément l’origine de cette géomatière (Poupeau *et al.*, 2007 ; Luglié, 2009).

7. Palmarola est la deuxième île des Pontines, après Ponza. Cet archipel volcanique se trouve dans la mer Tyrrhénienne, à environ 30 km de la côte du Latium, 530 km des côtes de Finale Ligure et 830 km du Languedoc.

8. L’obsidienne sarde provient du Monte Arci, qui a produit quatre principales coulées nommées SA, SB1, SB2 et SC, qu’il est possible de discriminer par leur aspect et leur signature chimique (Le Bourdonnec *et al.*, 2006). Le type SA présente les meilleures aptitudes à la taille de par sa bonne homogénéité (Luglié, 2009).

9. Les plus anciennes traces avérées de produits laitiers remontent actuellement à 5200-4800 BCE, en contexte LBK en Pologne (Salque *et al.*, 2013).

10. Cet ensemble culturel doit son nom à la décoration des parois céramiques par impressions à la coquille de *Cardium*.

11. Les pâtes étaient au préalable mises en forme par étirement et par battage (Binder et Sénépart, 2010).

12. Le Bédoulien est une subdivision de l’Aptien (cf. annexe I, tableau 46). L’Aptien (de la ville d’Apt, sous-préfecture du Vaucluse), est l’avant-dernier étage du Crétacé inférieur. Il est divisé en trois sous-étages (du plus ancien au plus récent) : Bédoulien,



Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard et Castellar – Pendimoun, respectivement distants de 80, 120 et 170 km environ des gîtes de matière première<sup>13</sup>. L'économie est marquée par la recrudescence de la chasse (Rowley-Conwy *et al.*, 2013), illustrée par des occupations de halte de chasse au cerf (Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard : Courtin, 1976 ; Binder, 1991b) et des niveaux riches en rejets de cerf et de suinés dans les séries stratigraphiques (Salernes – Fontbrégoua et Castellar – Pendimoun entre autres : Villa *et al.*, 1985 ; Binder, 2005b ; Rowley-Conwy *et al.*, 2013). Didier Binder a rapproché ce retour à l'économie cynégétique d'une péjoration climatique, peut-être « moins favorable aux pratiques agro-pastorales » (Binder *et al.*, 2008b), mise en évidence vers 5400-5200 BCE (Berger, 2005).

La concomitance de ces observations – changements dans le système technique céramique, densification des sites cardiaux, amélioration des réseaux de distribution, regain de la chasse au détriment du pastoralisme – conduit à plusieurs hypothèses qui doivent être testées plus avant : ces transformations sont-elles le fait d'un processus endogène, d'une nouvelle vague de migrants ou encore d'une perméabilité avec les groupes mésolithiques (Guilaine *et al.*, 2007, p. 312 ; Binder *et al.*, 2008b ; Rowley-Conwy *et al.*, 2013) ? Cette dernière hypothèse est particulièrement mise en avant par plusieurs chercheurs (Vigne, 1998 ; Guilaine *et al.*, 2007 ; Rowley-Conwy *et al.*, 2013), qui voient « une sensible opposition entre des sites impressa côtiers d'affinités italiennes à forte économie productrice et le Cardial méridional qui n'a pas entièrement rompu les ponts avec des activités de prédation » (Guilaine *et al.*, 2007, p. 29).

La **fin du Cardial et du Néolithique ancien** voit l'apparition d'un morcellement et d'un brassage culturels encore mal déterminés, avec une disparition graduelle des décors en Languedoc (*Épicardial*), un maintien du décor à la coquille en Provence occidentale (*Cardial final*) et l'émergence de la culture des Vases à Bouche Carrée<sup>14</sup> en Ligurie.

### II.2.2. Complexe VBQ et Chasséen méridional – développement du Néolithique

Durant la première moitié du V<sup>e</sup> millénaire BCE, l'*Épicardial* et les **VBQ** se développent respectivement dans la vallée du Rhône et dans le nord de l'Italie. Castellar – Pendimoun, Finale – Arene Candide et Pollera montrent une transition simultanée mais progressive : on observe des vases à ouverture quadrilobée dans le Cardial et des éléments des VBQ décorés par impression pivotante de coquille lisse (5200-4850 cal. BCE environ : Binder et Lepère, 2014, p. 22). Un basculement économique vers l'est s'opère au cours de la phase initiale des VBQ : l'essentiel du silex importé en Provence orientale provient désormais de Monte Lessini (Lombardie). Dans le même temps, le Cardial perdure à Salernes – Fontbrégoua (5050-4950 cal. BCE) et vraisemblablement à Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard (Binder et Lepère, 2014, p. 23).

Par la suite, Salernes – Fontbrégoua livre un pendant original aux VBQ : le **Préchasséen**, établi sur des bases céramiques (Luzi et Courtin, 2001) et lithiques (Binder, 1991a). La céramique entretient des liens morphologiques ténus avec la fin du Néolithique ancien (moyens de préhension) et le début du Néolithique moyen du Languedoc (céramiques lisses à col dégagé), tout en se dissociant

---

Gargasien et Clansayésien (des villages de la Bédoule, Gargas et Clansayes).

13. Les circuits de distribution sont cependant probablement plus complexes en termes d'itinéraires (vallée de l'Argens et/ou bord de mer) et de modalités de diffusion (acquisition indirecte par échange de proche en proche).

14. Ou VBQ, de l'italien *Vasi a Bocca Quadrata*, cf. glossaire.



de l'un et de l'autre ; le petit assemblage céramique issu de la structure 1 de Nice – Giribaldi (4700-4550 cal. BCE) peut être rattaché à cet aspect (Binder *et al.*, 2008b ; Binder et Lepère, 2014). Deux phases sont distinguées dans l'industrie lithique de Fontbrégoua : la première se rapporte au Cardial récent mais la seconde est sans équivalent régional (Binder et Lepère, 2014, p. 23). Le matériel de la grotte de Saint-Benoît, révisé dans le cadre du PCR ETICALP, comprend des éléments attribuables à la transition Cardial/VBQ et d'autres aux VBQ ou au Préchasséen ; deux tessons de *figuline* et un troisième évoquant les productions du *Fiorano*\* témoignent d'un tropisme vers l'est. Enfin, le site de Peillon – abri du Rastel (4700-4550 cal. BCE) a aussi livré un matériel de type VBQ. En l'état des révisions récentes, la Provence orientale semble donc fortement influencée par ce complexe dans la première moitié voire les deux premiers tiers du V<sup>e</sup> millénaire BCE.

La situation est plus nette à partir de 4500 BCE, avec l'émergence à Nice – Giribaldi, sur un fond commun de VBQ 2 (céramique), de Préchasséen (céramique et lithique) et d'éléments chasséens (assiettes décorées de méandres), d'un **Protochasséen/VBQ2** (4550-4350 BCE), peut-être imputable à « un syncrétisme entre le Préchasséen et les VBQ2 » (Binder et Lepère, 2014, p. 25). Le **Chasséen ancien** proprement dit succède rapidement à cette phase, par exemple à Giribaldi (4350-4050 cal. BCE), Berriac – Les Plots (4200-3960 cal. BCE) ou Chassey-le-camp – La Redoute (4330-4050 cal. BCE) (Binder et Lepère, 2014, p. 26). Giribaldi et d'autres assemblages (Alpicella en Ligurie) ont permis d'affirmer que la culture chasséenne « prend bien le relai des VBQ qui contribuent fortement à sa formation » (Crepaldi, 2001 ; Binder *et al.*, 2008b ; Binder et Lepère, 2014 ; Lepère, 2012) et que ces deux cultures ne sont pas simplement contemporaines et limitrophes. Le « traitement thermique contrôlé du silex bédoulien<sup>15</sup>, qui facilite le débitage par pression et en généralise la pratique » se développe (Binder, 1998b ; Léa, 2005 ; Binder *et al.*, 2008b). Le **Chasséen récent** (4000-3600 BCE) voit la généralisation du chauffage des matières siliceuses avant 4000 BCE puis l'émergence du débitage par pression au levier, qui fournit de grandes lames standardisées. Ces différentes innovations lithiques sont mises en œuvre dans des ateliers spécialisés (Léa, 2004a ; Binder et Lepère, 2014, p. 26).

Le **Chasséen** et ses différents avatars constituent un vaste ensemble culturel qui recouvre le nord-est de la péninsule ibérique, le nord-ouest de la péninsule italienne et le territoire français (à l'exception de la plaine armoricaine et du Bas-Rhin). La grande homogénéité qui prévalait sous la plume de Jean Arnal, inventeur du Chasséen méridional (Arnal, 1947 ; Arnal et Benazet, 1951), a depuis été revue et fragmentée en plusieurs faciès régionaux (Beeching *et al.*, 1991), mais de grandes caractéristiques communes d'ordre écologique, social, et techno-économique se dessinent, pour la Provence et parfois au-delà.

Le Chasséen se distingue par une **mutation progressive du paysage** : ouverture du milieu, retrait de la chênaie caducifoliée au profit d'espèces sempervirentes de type garrigue, en particulier du pin d'Alep et du chêne *sempervirent* (Thiébaud, 2001 ; Delhon, 2005). Celle-ci est attribuée pour partie aux changements climatiques (aridification) mais aussi et surtout à un plus fort impact anthropique sur le milieu (essartage pour favoriser la mise en culture : Thiébaud *et al.*, 2004 ; Leroyer *et al.*, 2008). Certaines occupations témoignent d'une exploitation extensive du milieu, tandis que d'autres

---

15. Le silex bédoulien est la matière lithique chauffée la plus exploitée et diffusée, mais elle n'est pas exclusive. Une partie de la production en silex oligocène de Forcalquier a aussi fait l'objet de traitement thermique pour en sublimer les propriétés mécaniques (Binder, 1998b).

montrent des sélections en rapport avec la pratique de la feuillée pour les troupeaux (Thiébaud, 2001 ; 2004 ; Thiébaud *et al.*, 2004). En parallèle a lieu une densification du peuplement, l'implantation de grands sites de plaine dans le Languedoc (Beeching *et al.*, 2000) et peut-être un resserrement du maillage territorial en Provence orientale. Cette ***emprise accrue sur le territoire*** s'accompagne d'une accentuation de l'organisation de l'espace, marquée par la spécialisation et la complémentarité des occupations. Ainsi, les grottes et les abris sont quasi exclusivement dévolues au pastoralisme (grottes-bergeries : Helmer, 1984 ; Binder *et al.*, 1993 ; Brochier *et al.*, 1999 ; Beeching *et al.*, 2000 ; Helmer *et al.*, 2005 ; Rowley-Conwy *et al.*, 2013). Des « systèmes de gestion très structurés des ressources animales » favorisent une production excédentaire de lait (mouton et chèvre) et de poils (mouton), dont les surplus sont sans doute mobilisés par les réseaux d'échange (Helmer et Vigne, 2004). Bien qu'en retrait, la chasse n'est pas absente (Binder, 1991a ; Gassin, 1993, 1996 ; Rowley-Conwy *et al.*, 2013).

La spécialisation touche aussi les productions matérielles. La mise en ***circulation de matières premières lithiques*** d'une grande diversité (silex, obsidienne et autres roches taillables, jadéites, écolgites et autres roches mises en forme par polissage), déjà importante aux périodes précédentes, s'intensifie, au sein de réseaux bien structurés. Diffusé dès le Cardial récent, le silex blond bédoulien fait l'objet au Chasséen d'une intense distribution dans le Midi, le bassin rhodanien, le Languedoc, la Provence, la Ligurie et même, dans une moindre mesure en Catalogne, Auvergne et Toscane (Binder, 1991a ; Binder, 1998b ; Léa, 2004b ; Léa *et al.*, 2004). Le silex rubané oligocène de Forcalquier (Alpes-de-Haute-Provence) subit aussi une diffusion importante, quoique plus restreinte (principalement Provence et Ligurie, mais aussi Languedoc : Binder, 1998b ; 2004). L'importation de l'obsidienne est croissante au cours du Chasséen en Provence (Courtin et Pélouard, 1971 ; Vaquer 2006 ; 2007 ; Binder *et al.*, 2012). Lipari<sup>16</sup>, principal fournisseur au cours du Chasséen ancien, cède ensuite le pas aux sources sardes du Monte Arci au cours des phases récentes (Binder et Courtin, 1994 ; Luglié, 2009 ; Binder *et al.*, 2012). Le quartz hyalin circule dans tout le domaine alpin, jusqu'aux côtes niçoises (Brisotto, 1999). Les outils en pierre polie – haches, herminettes – sont produits à partir de géomatères provenant des versants alpins italiens (jadéite et écolgite du mont Viso dans le Piémont et du massif du Voltri), du Massif central (cinérite du Ségala), de Provence occidentale (glaucophanite) et de Languedoc occidental (amphibolite calcique) (Ricq-de-Bouard, 1996 ; Servelle et Vaquer, 2000). Les objets en roche alpine sont distribués dans le nord de l'Italie, en Savoie, dans l'arc liguro-provençal, la vallée du Rhône et plus sporadiquement dans le Midi ; les produits du Massif central circulent dans tout le Midi, mais ne franchissent qu'exceptionnellement le Rhône et les Pyrénées. Les sphères provençales et languedociennes s'alimentent mutuellement en outils polis (Ricq-de-Bouard, 1996 ; 2008).

L'***organisation de la production*** et les ***modalités de distribution*** sont elles aussi soumises à une spécialisation accrue. La pluralité des produits diffusés à partir des gîtes de silex bédoulien est éloquente : préformes chauffées ou non (nucléus à lamelles), produits finis divers tels que lamelles chauffées débitées par pression, éclats et lames robustes non chauffés débités par pression ou percussion indirecte (Binder, 1998b ; Gassin *et al.*, 2006 ; Léa, 2004a, 2004b ; Léa *et al.*, 2012). On distingue donc, pour le silex comme pour les autres matières, des sites producteurs concentrant l'ensemble des

16. Lipari est la plus grande des îles Éoliennes. Cet archipel volcanique se trouve dans la mer Tyrrhénienne, à quelques dizaines de kilomètres au nord de la Sicile.

étapes à risques ou à forte spécialisation technique et des sites consommateurs sur lesquels n’ont lieu que des étapes finales de transformation, d’utilisation et d’entretien (Léa, 2004b ; Gassin *et al.*, 2006). Si les sites producteurs sont souvent installés près des gîtes, cela n’est pas systématique. On observe parfois des « sites-relais » qui nécessitent un approvisionnement régulier en matières premières (Léa *et al.*, 2004 ; Léa, 2004a, 2012 ; Vaquer, 2007, 2012).

Cette dichotomie suggère tout d’abord une compétence technique élevée sur les sites producteurs, et donc une **forte spécialisation artisanale régionale**. Cette spécialisation se fait au détriment d’autres activités (Lepère, 2009, p. 43), pour lesquelles l’approvisionnement repose alors sur une production domestique de qualité ordinaire et l’importation des biens à valeur ajoutée.

La fragmentation dans le temps et dans l’espace des chaînes opératoires implique aussi de tisser un réseau de liens entre chaque nœud pour assurer la distribution des différentes productions. Le Chasséen méridional semble développer dans ce sens une véritable **mobilité structurelle**, fondée sur le pastoralisme, qui permet de relier côtes, plaines alluviales et contreforts montagneux (Beeching *et al.*, 2000).

Enfin, cette spécialisation techno-économique, la double dichotomie production domestique/spécialisée (Gassin et Binder, 2004, p. 177-178) et sites producteurs/consommateurs et la « perméabilité des espaces sociaux » (Binder, 2004b) suggérée par la circulation de matières à très longue distance (silex bédoulien, roches alpines et surtout obsidienne) accréditent la thèse d’une « **compétition sociale accrue** où les échanges entre élites pouvaient faire transiter les produits valorisés sur de grandes distances, sans participer aux échanges imaginés de proche en proche » (Pétrequin *et al.*, 2002, p. 73). La compétition sociale est aussi favorisée par la nécessité de contrôler les gîtes de matières premières et les réseaux de distribution. L’obsidienne illustre bien ce fait, avec un basculement brutal de la prédominance de Lipari dans les assemblages à celle des sources sardes, en particulier la source A, qui domine l’approvisionnement de la Méditerranée occidentale à partir des phases récentes (Binder *et al.*, 2012). Cette suprématie sur les autres gisements, y compris sardes, est peut-être « due à ses propriétés esthétiques » (Tykot, 1996) ou plus probablement à son homogénéité et à ses propriétés mécaniques qui favorisent le débitage par pression et donc l’exportation de préformes (Vaquer, 2007).

La fin du complexe chasséen et du Néolithique moyen dans l’arc liguro-provençal est marquée par l’émergence d’une nouvelle innovation technique : les premières exploitations de cuivre<sup>17</sup> apparaissent en Ligurie orientale (Monte Loreto : Maggi et Pearce, 2005 ; Maggi et Campana, 2008), au milieu du IV<sup>e</sup> millénaire BCE et dès le dernier tiers du V<sup>e</sup> millénaire BCE dans la plaine du Pô<sup>18</sup> (Mazzieri et Dal Santo, 2007 ; Dolfini, 2014). Des activités similaires ont peut-être eu lieu dans le massif du Mercantour/Argentera et dans le massif des Maures, riches en minéralisations de cuivre (azurite et malachite), mais aucune trace anthropique n’a été décelée jusqu’à présent (Renault *et al.*, 2005). Seuls quelques artefacts ont été retrouvés, comme deux alènes sur le site de plein air de Montélimar – Daurelle (Chasséen récent rhodanien : Thiercelin-Ferber, 2013).

---

17. La production de poignards en alliage cuivreux à partir du début du IV<sup>e</sup> millénaire, diffusée à partir des Alpes, est illustrée dans les Alpes-Maritimes par les gravures piquetées du mont Bego (Vallée des Merveilles). Thomas Huet a proposé, pour les représentations de poignards, une élaboration dans l’intervalle 3600-2100/1800 BCE (Huet, 2012).

18. Dans les Balkans, la métallurgie du cuivre remonte au dernier tiers du VI<sup>e</sup> millénaire BCE (Radivojević et Kuzmanović-Cvetković, 2014).

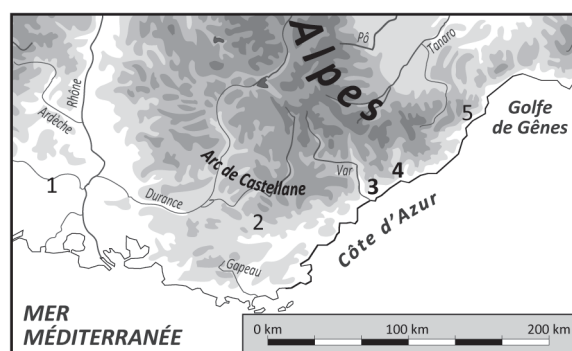
## II.3. Sites archéologiques considérés

### II.3.1. Choix des sites

Pour traiter au mieux des problématiques quasi-vierges en Méditerranée nord-occidentale, que sont l'appréhension des modes de gestion des matières colorantes et la détermination de leur valeur économique et symbolique, le choix a été fait de centrer ces recherches sur des corpus qualitativement et quantitativement bien pourvus, au sein desquels plusieurs segments de chaîne opératoire sont bien représentés.

Pour cela, plusieurs sites-clés constituaient des candidats idéaux, d'est en ouest (figure 25) : Finale – Arene Candide (6000-5100 BCE), Castellar – Pendimoun (5750-4850 BCE), Nice – Giribaldi (4700-4050 BCE), Salernes – Fontbrégoua (5400-4800/4300-3400 BCE), Nîmes – Mas de Vignoles X (5200-5000 BCE). L'étude exhaustive de cet ensemble de sites est cependant empêchée par le temps imparti pour un travail de thèse.

Les observations préliminaires ont permis d'apprécier la qualité de conservation et le fort potentiel heuristique de deux de ces séries, Pendimoun et Giribaldi, qui présentent par ailleurs l'avantage d'être rattachées à des contextes topographiques (abri sous roche/établissement de plein air) et culturels (Impresso-cardial-VBQ/Chasséen) bien différenciés.



1. Nîmes – Mas de Vignoles X (5200-5000 BCE)
2. Salernes – Fontbrégoua (5400-4800/4300-3400 BCE)
3. Nice – Giribaldi (4700-4050 BCE)
4. Castellar – Pendimoun (5750-4850 BCE)
5. Finale – Candide (6000-5100 BCE)

**Figure 25.** Répartition des sites pressentis (carte J.-V. Pradeau).

### II.3.2. Castellar – Pendimoun, site impresso-cardial et VBQ en abri sous-roche

Castellar – Pendimoun est un site en abri sous roche présentant une séquence stratigraphique relativement complète de l'Holocène. Sa position géographique, entre Finale – Arene Candide à l'est et Salernes – Fontbrégoua à l'ouest, et l'abondant matériel néolithique qu'il a livré en font un jalon de premier plan dans la Néolithisation de la partie nord-occidentale du bassin méditerranéen.

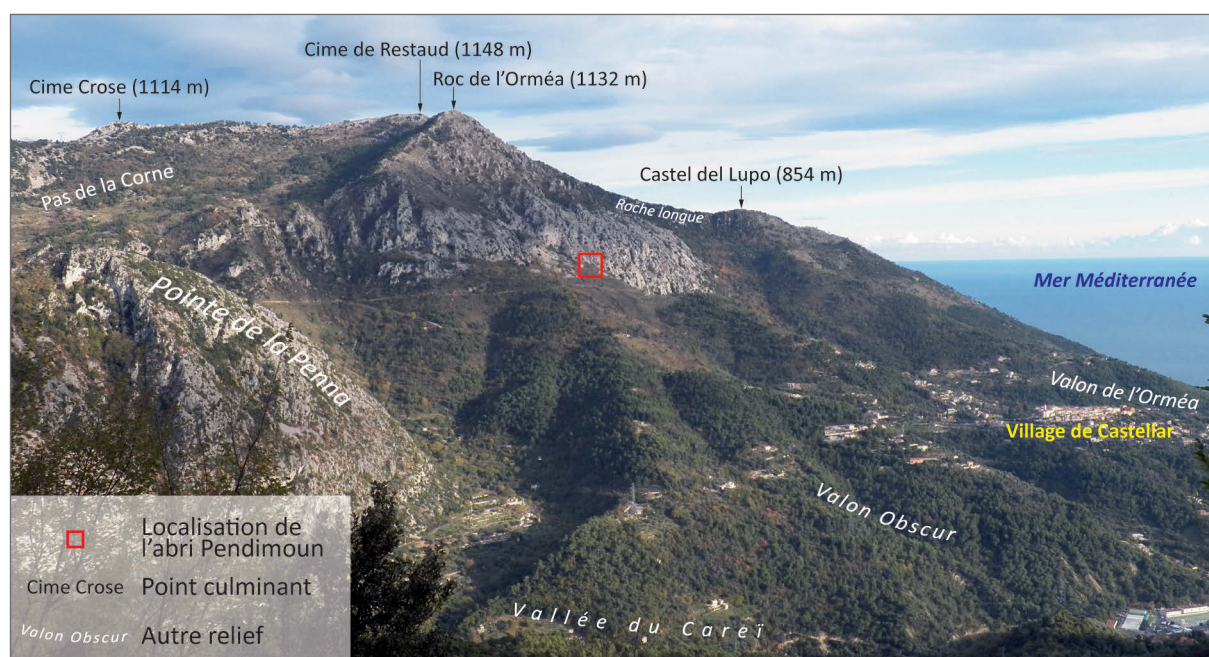
Les informations présentées ici sont issues des références bibliographiques suivantes : Binder *et al.*, 1993 ; Binder, 1997 ; 1998a ; 1999 ; 2000 ; 2003 ; 2006 ; Binder *et al.*, 2008b ; Binder et Sénépart, 2010 ; Binder et Lepère, 2014.

#### II.3.2.1. Contexte, historique et méthodologie de fouille

L'abri de Pendimoun est très ouvert sur l'extérieur car peu profond et son toit\* s'élève selon un angle aigu par rapport à la verticale. Il s'ouvre sur la façade ouest du massif de l'Orméa, à 691 m d'altitude. Le relief très accusé crée des paysages cloisonnés et abrupts, articulés autour de chaînons d'extension nord-sud ou nord-ouest/sud-est (mont Agel, cime de Baudon, mont Ours, pointe de la Penna, roc



de l’Orméa). Distant de moins d’1 km de la frontière franco-italienne et d’environ 4 km du bord de mer<sup>19</sup>, l’abri exposé à l’ouest domine le vallon de l’Orméa, le vallon Obscur et la vallée du Careï – un petit affluent qui constitue un axe de pénétration vers le nord (figure 26). Le substrat géologique est à dominante carbonatée, avec des calcaires blancs massifs du Jurassique supérieur qui constituent le toit de l’abri. Son plancher repose sur des bancs marno-calcaires et marnes jaunes à passées glauconieuses du Crétacé inférieur. Des dolomies cargneulisées<sup>20</sup> du Trias affleurent sur la corniche qui surplombe le site. L’environnement géologique est particulièrement riche en matériaux propices à la fabrication de céramiques : argiles de bonne qualité plastique et dégraissants fréquemment employés tout au long du Néolithique dans la région (glauconie, calcite spathique).



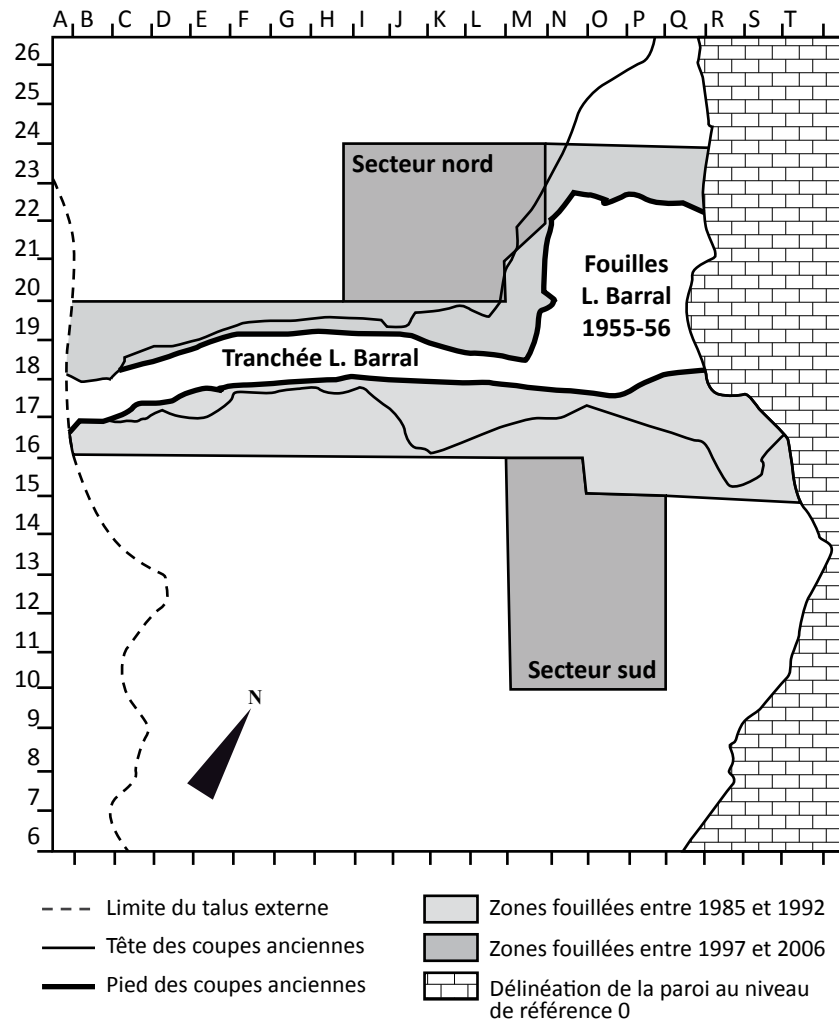
**Figure 26.** Contexte géographique et topographique du site de Pendimoun (cliché J.-V. Pradeau).

Le gisement de Pendimoun a d’abord été fouillé en 1955 et 1956 par Louis Barral et l’équipe du Musée d’anthropologie préhistorique de Monaco qui ont réalisé une tranchée de 15x1 m perpendiculaire à l’entrée de l’abri, et fouillé une surface quadrangulaire de 25 m<sup>2</sup> environ, sur une épaisseur de 2 à 3 m. L’abondant mobilier du Néolithique ancien mis au jour par cette opération a été attribué au « Cardial » et la séquence stratigraphique a été subdivisée en quatre niveaux archéologiques, allant du Néolithique au Gallo-romain et notés de A à D (Barral, 1958). Ces relatives imprécisions ont motivé la reprise des fouilles pour (i) comprendre la fonction au cours des différentes occupations et (ii) redéfinir sa chronologie et l’insérer dans une perspective régionale (comparaison entre sites de plein air, sous abri et en grotte). Deux programmes d’étude (figure 27), de 1985 à 1992 – concernant l’ensemble de l’occupation – puis de 1997 à 2006 – focalisé sur les dépôts de l’Impresso-cardial, ont eu lieu sous la direction de Didier Binder (Binder *et al.*, 1993 ; Binder, 1997, 1998a, 1999, 2000, 2003, 2006).

19. L’abri Pendimoun bénéficie d’un large panorama sur la baie de Roquebrune mais aussi sur la vallée qu’il surplombe. Cet aspect n’est peut-être pas étranger au choix des Néolithiques.

20. C’est-à-dire transformées en cargneule\*.

Au cours des campagnes récentes, un effort considérable a été fait pour décrire les différentes phases d'occupation, documenter les productions matérielles, comprendre les processus de formation et d'évolution du site et l'appréhender dans son contexte paléo-environnemental. Pour cela, une méthodologie de fouille axée sur l'enregistrement systématique des artefacts et écofacts a été privilégiée<sup>21</sup>. Chaque témoin a été soigneusement coté en trois dimensions et enregistré dans un SIG comprenant les structures mises au jour<sup>22</sup>. L'ensemble des sédiments a été tamisé à l'eau (jusqu'à la maille de 0,05 mm) et les différentes fractions triées à l'œil ou sous loupe binoculaire. Une attention particulière a été portée à la sélection de matériaux à vie brève (graines, charbons de rameaux terminaux ou d'arbustes) bien contextualisés (scellés entre les pierres brûlées constituant les foyers) pour affiner au mieux la sériation chronologique (Binder *et al.*, 1993 ; Binder, 2006).



**Figure 27.** Plan du site, déroulement et emprise des différentes étapes de fouille de Pendimoun (d'après, Binder *et al.*, 2006).

### II.3.2.2. Stratigraphie générale

La séquence stratigraphique de Pendimoun s'échelonne de l'Épipaléolithique récent à l'Antiquité tardive<sup>23</sup> (tableau 7). Certaines phases chrono-culturelles n'ont cependant pas été observées. Ainsi, en ce qui concerne la Préhistoire récente, aucune occupation n'a été décelée au Castelnovien, au

21. Il était en particulier nécessaire d'accumuler une documentation de qualité en carporesses pour tracer l'apparition de l'agriculture au sein du gisement.

22. À partir de 1997, chaque couche, US, structure, témoin et prélèvement a reçu un identifiant unique pour faciliter la mise en place d'une base de données.

23. Les traces d'occupation attribuées à l'Âge du Bronze proviennent des fouilles Barral.

<i>Période</i>	<i>Époque chronoculturelle</i>	<i>Phase</i>	<i>Chronologie</i>
<b>Moderne</b>	-	-	-
<b>Antiquité tardive</b>	-	-	200-600 AD
<b>Âge du Bronze</b>	-	-	1200-800 BCE
<b>Chalcolithique campaniforme</b>	Remedello puis rhodano-provençal	-	2350-2000 BCE
-	-	-	-
<b>Néolithique moyen</b>	Chasséen récent	-	4350-4100 BCE
	Chasséen ancien	-	
	-	-	-
<b>Transition Néo ancien/moyen</b>	VBQ	Pendimoun 4	5200-4850 BCE
	Transition Cardial/VBQ	-	-
<b>Néolithique ancien</b>	Cardial évolué	Pendimoun 3	5350-5200 BCE
	Cardial ancien	Pendimoun 2	5500-5350 BCE
	Impressa	Pendimoun 1	5750-5500 BCE
<b>Épipaléolithique</b>	-	-	8800-8400 BCE
	Sauveterrien	-	

**Tableau 7.** *Stratigraphie et chronologie de Pendimoun*

Néolithique récent, ni au début du Néolithique final. Les autres périodes sont représentées de manière inégale.

La périodisation de la séquence s'appuie sur des données radiochronologiques précises et des productions matérielles bien discriminantes. Les premières ont été obtenues en privilégiant la combinaison de datations par AMS (*Accelerator mass spectrometry*) de matériaux à vie brève bien associés aux structures. Quant à la sériation typologique, elle a été facilitée par l'abondance des productions céramiques<sup>24</sup> et aussi par les industries lithiques, bien que ces dernières soient plus frustes (Binder et Sénépart, 2010).

Du sommet à la base du remplissage, la séquence stratigraphique de l'abri Pendimoun se décline en quatre grands ensembles. L'**ensemble I**, qui clôt la séquence, est un éboulis dont une partie envahit l'intérieur de l'abri au nord-est. Il livre successivement du matériel moderne, antique (période augustéenne), du Bronze récent puis du Campaniforme – vases d'accompagnement de style international (décor au peigne) et rhodano-provençal (décor incisé-estampé) – et du Remedello (Binder *et al.*, 1993 ; Binder, 2006).

L'**ensemble II** est une séquence homogène de limons jaunes « plus ou moins riches en blocs et cailloux » avec, dans le secteur nord, « une alternance de limons à rares ou très rares petits cailloux et d'épandages blancs plus ou moins indurés<sup>25</sup> » (Binder *et al.*, 1993, p. 184). Cet ensemble comprend les occupations du début du IV<sup>e</sup>, du V<sup>e</sup> et de la fin du VI<sup>e</sup> millénaires BCE. Dans la première partie, le matériel archéologique s'apparente bien au Néolithique moyen et supérieur, avec des « influences du Chasséen méridional et de la culture des Vases à Bouche Carrée » (Binder, 1997). On remarque qu'une partie de l'espace est strictement dévolue au parcage (grotte bergerie) de petits ruminants, notamment des juvéniles d'après la présence de nombreuses dents de chute et la forte contribution du fumier à

24. Les niveaux attribués au Néolithique ancien ont livré « plus de 5 000 tessons distribués sur moins de 50 m<sup>2</sup>, avec un fort potentiel de remontage » (Binder et Sénépart, 2010).

25. Ces épandages blancs sont des restes de brulis d'excréments de petits ruminants.

la sédimentation (Helmer, 1984 ; Helmer *et al.*, 2005). Cette spécialisation économique de l'abri, accompagnée d'une anthropisation croissante de l'environnement (les données environnementales témoignent d'une ouverture du milieu : Thiébault, 2001) est conforme à ce que l'on observe à cette période dans l'ensemble de l'arc liguro-provençal (cf. titre 2.2. de ce chapitre). Cet ensemble a aussi livré, dans sa partie inférieure, des dépôts du Cardial évolué et de la transition Cardial/VBQ (Binder, 2003, p. 18) – exposés ci-après (cf. titre suivant).

La séquence du Néolithique ancien est représentée par l'**ensemble III**. Les niveaux de limons gris intercalés de blocs et de cailloux ont révélé un riche matériel de l'Impressa et du Cardial ancien (Binder et Sénépart, 2010) – décrit en détail *infra* (cf. titre suivant).

Les plus anciennes traces d'occupations de l'abri, repérées dans les dépôts de cailloutis de l'**ensemble IV**, sont à rattacher à l'Épipaléolithique. Datés des environs de 9000 B.P., ces couches ont livré de grandes quantités de silex taillés très sommairement. Certains caractères de ce matériel ont permis d'identifier une phase avancée du Sauveterrien (Binder *et al.*, 1993, p. 200). Le spectre faunique est dominé par les restes de suinés et de mollusques marins.

### II.3.2.3. Statut du site de l'Impressa aux VBQ

L'étude des aménagements anthropiques et des productions matérielles, en particulier céramiques, a permis de dresser un portrait précis du statut de Pendimoun, des premières installations Impressa au début du VI<sup>e</sup> millénaire BCE à la phase initiale VBQ au début du V<sup>e</sup> millénaire BCE (Binder *et al.*, 2008 ; Binder et Sénépart, 2010 ; Binder et Lepère, 2014). Celles-ci constituent le cœur de notre travail sur le corpus de ce site et, à ce titre, méritent un développement spécifique (tableau 8).

Attribution culturelle	Stratigraphie	Période	Stratigraphie	Attribution culturelle
Campaniforme	S1	Néolithique final	-	-
-	-	Néolithique moyen	N1	Chasséen récent
VBQ	S2		N2 à N2e	Chasséen ancien
			N2f à N3c	VBQ initial
Cardial	S3	Néolithique ancien	N3d à N3l	Cardial
Impressa	S4		N4a	Cardial initial ?
			N4	Impressa
Sauveterrien	S5	Épipaléolithique	N5	Sauveterrien

**Tableau 8.** Stratigraphie et chronologie des phases préhistoriques de Pendimoun.

L'épisode **Pendimoun 1** (5750-5500 BCE) correspond à la base **Impressa**, qui a livré des « épandages extrêmement denses de matériel céramique<sup>26</sup> » dans le secteur sud et plusieurs « structures de combustion polyphasées » dans le secteur nord (Binder et Sénépart, 2010). La céréaliculture (orge et blé amidonnier) est précoce et le mouton et le bœuf sont les seules espèces domestiques présentes. La consommation de coquillages atteste des affinités que les colons néolithiques entretiennent avec la façade maritime. La chasse (cerf, chat, lièvre) joue un rôle très marginal (Binder, 2006, p. 55). Des glands semblent avoir été collectés vers la fin de cette phase. La céramique est « en grande

26. Le mobilier céramique est en effet abondant, peu fragmenté et présente un fort potentiel de remontage (Binder *et al.*, 1993).



majorité fabriquée à partir des matériaux affleurant au sein de l'abri » (Binder et Sénépart, 2010) ou à quelques centaines de mètres (eau, argile, glauconie utilisée en dégraissant : Gèze et Nesteroff, 1996) ; elle présente de fortes connexions stylistiques avec les faciès de l'Est et du Sud-Est de la péninsule italienne (Marches, Abruzzes, Pouilles, Calabre) et des Balkans (Binder, 1997 ; Binder et Maggi, 2001).

Au cours de l'épisode **Pendimoun 2 (Cardial ancien, 5500-5350 BCE)**, trois sépultures en fosse avec dispositif de fermeture et de signalisation, témoignent d'une évolution partielle de la fonction de l'abri. Le site n'est cependant pas exempt d'activités plus « triviales » : artisanat de l'os et parcage de petits ruminants. La chèvre fait son apparition dans le spectre de l'élevage. Par ailleurs, les rapports isotopiques mesurés sur les os dans les sépultures ne montrent pas une consommation importante des produits de la mer, malgré la proximité de celle-ci (Binder, 2003, p. 140). Le matériel céramique, ici plutôt rare, évoque le Cardial géométrique tyrrhénien (style Basi-Pienza-Filiestru).

L'épisode **Pendimoun 3 (5350-5200 BCE)** représente une **phase évoluée du Cardial**. Du point de vue économique, la chasse (suinés) connaît comme ailleurs un regain d'intérêt (cf. titre 2.1. de ce chapitre). Le matériel lithique provient majoritairement de Haute-Provence (silex bédoulien) et circule sous forme d'outils ou de préformes (Binder *et al.*, 2008b). Le spectre morphologique et le registre décoratif de la céramique s'insèrent bien dans le cadre des productions du Cardial récent provençal (Binder et Sénépart, 2010).

La fin du Cardial n'est pas précisément datée à Pendimoun. L'épisode **Pendimoun 4 (5200-4850 BCE)** représente la **transition sans heurt du Cardial aux VBQ** ainsi que la **phase initiale de cet horizon culturel**. La structure de l'élevage se complexifie avec l'apparition du porc et la production des produits secondaires (lait et poils) en surplus. En outre, les ressources lithiques d'origine orientale (jadéites piémontaises, silex du Monte Lessini) sont plus sollicitées, aux dépens des réseaux occidentaux (silex bédoulien). L'assemblage céramique montre un maintien de certaines traditions techniques (décor par impressions pivotantes à la coquille de *cardium*) associé à des traits nouveaux (bords quadrilobés).

En définitive, Castellar – Pendimoun évolue donc tout au long du VI<sup>e</sup> millénaire BCE, du statut d'enclave pionnière à celui de site à forte vocation artisanale et pastorale – avec un épisode funéraire au Cardial ancien. Bien inséré dans son environnement naturel, économique, culturel et social, il montre des signes d'appartenance tantôt au Cardial provençal, tantôt aux groupes culturels nord-italiques.

### II.3.3. Nice – Giribaldi, établissement chasséen en plein-air

Le site de Nice – Giribaldi a fait l'objet d'une fouille de sauvetage en 1985. Le matériel issu de plusieurs structures non contemporaines a permis de documenter les étapes formatives de la culture chasséenne.

Les données présentées ici sont extraites des références bibliographiques suivantes : Binder *et al.*, 1994 ; Binder, 1998 ; 2004a ; Gassin et Binder, 2004 ; Binder *et al.*, 2008b ; Binder et Lepère, 2014.

### II.3.3.1. Contexte, historique et méthodologie de fouille

Le gisement a été découvert sur la colline de Cimiez-Carabacel, dans le parc de la Villa Giribaldi<sup>27</sup>, un espace compris dans le territoire de la cité antique *Cemenelum*<sup>28</sup>. Au cours de travaux de terrassement, une coupe a livré des tessons de céramiques attribués au V<sup>e</sup> millénaires BCE. Le site, conservé sur une surface de 100 m<sup>2</sup>, a été fouillé de février à juin 1985, sous la direction de Didier Binder. Deux secteurs ont été dégagés (figure 28), révélant une structure de combustion (structure 1, secteur nord) et plusieurs structures en creux aménagées dans une dépression (structures 3, 6 et 7, secteur sud : figure 29).

Le substrat géologique est complexe. Nice – Giribaldi est implanté sur des formations limono-argileuses tertiaires (secteur nord) ou bien sur des poches marneuses et gypseuses triasiques (secteur sud) ; toutes reposent sur des calcaires à glauconie du Crétacé supérieur.

Astreints à une durée d'intervention et des moyens humains limités, les fouilleurs ont été contraints à des choix méthodologiques drastiques. Les documents archéologiques, répartis dans des dépotoirs ou bien dispersés entre ceux-ci, ont été prélevés par petites unités au sein des différentes couches et structures. Dans le but de documenter au mieux les systèmes techniques, les prélèvements ont été systématiquement tamisés à l'eau. Malgré tout, les structures n'ont été que partiellement fouillées et leur profondeur n'a pu être qu'évaluée à la tarière (Binder, 2004a).

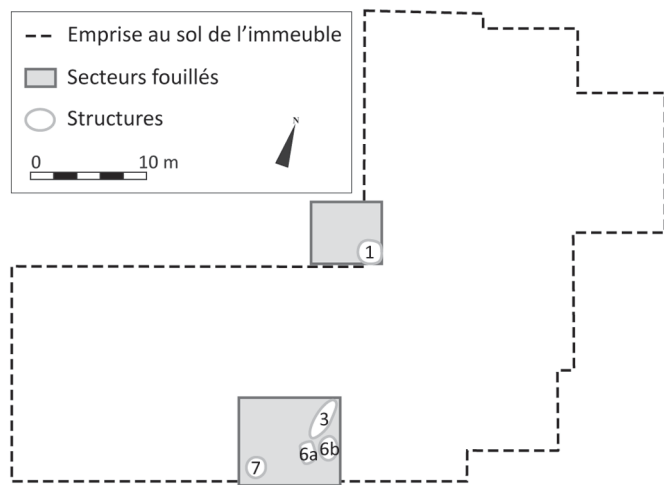


Figure 28. Plan du site de Giribaldi (d'après Binder, 2004a, p. 5).

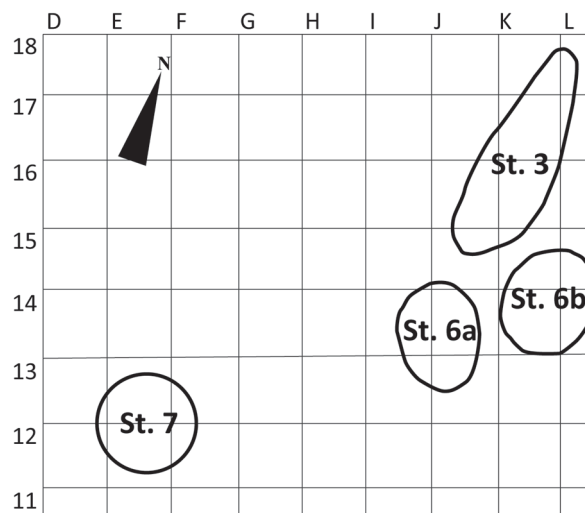


Figure 29. Plan du secteur sud à Giribaldi.

27. La propriété a depuis été renommée Villa Ratti, du nom de l'avenue qui la borde.

28. Cette cité gallo-romaine a donné son nom à la colline et au quartier de Cimiez. C'est la surveillance de cette zone par l'équipe du musée de Cimiez qui a permis de découvrir le site de Giribaldi.

### II.3.3.2. Stratigraphie générale

Comme évoqué cidessus, les conditions d’intervention n’ont pas favorisé une lecture fine des dépôts archéologiques et de leur mode de formation. Sur le terrain, seules les plus grandes phases de remplissage ont pu être mises en évidence. Par la suite, l’examen des datations et les études typo-technologiques des productions matérielles ont permis de mieux appréhender l’histoire du site.

Une coupe du secteur sud et les différentes structures en creux ont révélé plusieurs strates de remplissage bien différenciées (tableau 9). Les **couches 1, 2 et 3** sont respectivement un dépôt de terre végétale contenant quelques vestiges modernes, un niveau de sol caillouteux attribuable au gallo-romain et un épais dépôt sablo-limoneux brun jaune stérile. La **couche 4** correspond à des dépôts argileux brun gris qui ont livré une grande quantité de matériel archéologique du Néolithique moyen. Dans cette couche, la subdivision **4a** se démarque par une « grande abondance de végétaux carbonisés » (Binder, 2004a, p. 13) ; aucune distinction géomorphologique n’a été détectée pour les autres niveaux (**4b** à **4b**), qui correspondent à différentes passes au cours de la fouille. Les niveaux du Néolithique moyen reposent sur la **couche 5**, composée d’argile brune présentant une bonne plasticité. Elle surmonte une strate argileuse brun noir ayant livré quelques témoins céramiques du Néolithique ancien<sup>29</sup> (**couche 6**).

<i>Couche archéologique</i>	<i>Période</i>	<i>Époque chronoculturelle</i>	<i>Phase Giribaldi</i>	<i>Chronologie (BCE)</i>	<i>Structures</i>
<b>Couche 1</b>	Moderne	-	-	-	-
<b>Couche 2</b>	Antiquité	-	-	-	-
<b>Couche 3</b>	Stérile	-	-	-	-
<b>Couche 4</b>	Néolithique moyen	Chasséen ancien évolué	Phase C2	4050-4350	St. 3
		Chasséen ancien	Phase C1		St. 7
		Palimpseste	Phase B2	-	St. 6a
<b>Couche 5</b>	Base Néo. moyen	Protochasséen/VBQ 2	Phase B1	4350-4550	St. 6b
		Préchasséen/VBQ 1	Phase A	4550-4700	St. 1
<b>Couche 6</b>	Néolithique ancien	-	-	-	-

**Tableau 9.** *Stratigraphie et chronologie de Giribaldi*

### II.3.3.3. Statut du site dans les deux derniers tiers du V<sup>e</sup> millénaire BCE

D’après l’observation des remplissages, les datations obtenues et l’étude des productions matérielles, Nice – Giribaldi a été occupé dans les deux derniers tiers du V<sup>e</sup> millénaire BCE. À Nice – Giribaldi, les niveaux de sols néolithiques ont été détruits par les aménagements postérieurs. Cependant, les différentes structures ne sont pas contemporaines entre elles et définissent autant d’assemblages chronoculturels distincts. Nous présentons dans un premier temps les caractères persistants tout au long de l’occupation. Un exposé diachronique est proposé dans un second temps.

Nice – Giribaldi est un habitat de plein air constitué d’aménagements pérennes : bâtiments en pisé, foyer culinaire. Si certaines activités impliquent que les habitants soient sédentaires (agriculture

29. Cette couche 6 n’a été atteinte qu’en fin d’intervention, dans le comblement de la structure 6b, dont le fond n’a pas pu être documenté correctement.

orientée vers les céréales, extraction d'argile et artisanat spécialisé), d'autres témoignent de relations à longue distance.

L'étude de 918 carporestes montre que le froment est la céréale dominante tout au long de l'occupation du site, associé au blé amidonnier, à l'orge et peut-être à l'engrain. Ont aussi été introduits des pois, des lentilles, des fruits charnus (mûres, prunes, raisin sauvage) ou secs (glands, noisettes). Les restes fauniques, relativement peu nombreux, attestent la présence de porcs en abondance, de bovins de grande taille, de caprinés (chèvre et mouton), tous domestiques, du cerf, du lièvre et de peu de carnivores (chien, chat, renard, blaireau). On note la présence d'un important outillage en os, dont certains éléments sont encore enduits d'adhésif<sup>30</sup>.

Les matières premières siliceuses locales ne représentent qu'une petite part de l'outillage lithique (éclats utilisés bruts, gros raclours). On observe, avec des variations quantitatives, l'introduction de matériaux exogènes tout au long de l'occupation. Les chaînes opératoires de ces géomatières sont éclatées dans le temps et dans l'espace. Ainsi, l'obsidienne liparote et les quartz subalpin et alpin circulent sous forme de nucléus bruts : l'ensemble des étapes de débitage est maîtrisé et assuré à Giribaldi. Le silex bédoulien circule en préformes préparées dans les ateliers de Haute-Provence ; seules les étapes simples de fin de débitage et d'entretien ont lieu à Giribaldi. En revanche, les haches et herminettes en roches tenaces provenant des versants italiens des Alpes<sup>31</sup> sont introduites sous forme de produits finis, seul le réaffutage a lieu sur place. Toutes les structures ont livré de grandes quantités de fragments de meules, de broyeurs et de polissoirs en grès<sup>32</sup>.

Le matériel céramique montre – comme l'outillage lithique – une forte dichotomie entre les productions domestiques et les productions spécialisées, à fort investissement technique, décrites en détail ci-après.

Ces points communs étant exposés, il est possible de discerner des nuances pour chaque phase et chaque structure. D'après l'observation des remplissages, les datations obtenues et l'étude des productions matérielles, Nice – Giribaldi a été occupé dans les deux derniers tiers du V<sup>e</sup> millénaire BCE (Binder *et al.*, 2008b) (tableau 9).

La **structure 1 (4700-4550 BCE)** est la seule à avoir été mise au jour dans le secteur nord et appartient à la **phase A (Préchasséen/VBQ Finale-Quinzano)**. Cette cuvette est un foyer culinaire rempli de sédiments charbonneux et de pierres brûlées<sup>33</sup>. Une grande quantité de coquilles marines (patelles, monodontes, gibbules et moules) a été exhumée dans la partie supérieure de la fosse.

Les aménagements associés à la phase B sont deux fosses à ouverture circulaire qui se recoupent pour donner l'aménagement 6<sup>34</sup>. La **phase B1 (4550-4350 BCE)** est représentée par la **structure 6b**. La

30. L'industrie osseuse est représentée par plus de 200 outils ou débris d'outils (surtout des pointes et bipointes). L'adhésif identifié est le brai de bouleau (Binder, 2004a, p. 51-53).

31. Les galets de jadéite et d'éclodite ayant servi au façonnage de ces haches et herminettes peuvent provenir de gîtes secondaires du mont Viso (culminant à 3 841 m dans le Piémont) ou du massif du Voltri (Ligurie) (Ricq-de-Bouard, 1996).

32. Plus de 1100 fragments.

33. Ces blocs proviennent du recyclage du mobilier de broyage, ce qui explique leur fragmentation.

34. À l'origine, les fouilleurs désignent par « structure 6 » soit la partie sommitale, soit les trois parties. Afin d'éviter les confusions, nous choisissons de réserver le qualificatif « structure 6 » à la partie sommitale et d'employer l'expression « aménagement 6 » ou « ensemble 6 » pour l'ensemble des trois parties (sommets, 6a et 6b).

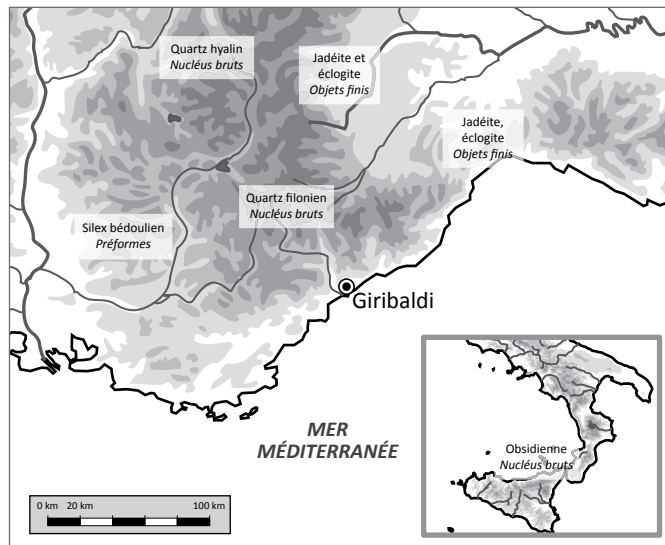
structure 6a était initialement considérée comme une phase B2. La multiplication récente de dates sur matériaux à durée de vie brève et l'étude fine du matériel ont permis d'envisager que le remplissage de cet aménagement serait un mélange de ceux qui l'entourent, 6b et 7 (Didier Binder, communication personnelle). L'assemblage de la structure 6b comprend à la fois des caractères préchasséens (industrie lithique), VBQ 2 (décor des céramiques : impressions au poinçon et incisions en *filò spinato*) et chasséens (morphologie des céramiques : formes carénées et assiettes). Ce **Protochasséen/VBQ 2** voit l'introduction de silex bédoulien sous forme d'éclats épais, débités par percussion pour fournir de petites pièces bifaciales transformées en flèches foliacées ou pédonculées. Deux brunissoirs sur galet très usés témoignent de l'intense production céramique (Binder *et al.*, 1994).

**La phase C (4350-4050 BCE)** est représentée par la **structure 7 (Chasséen ancien)** et la **structure 3 (Chasséen ancien évolué)**. Ces aménagements de dimensions importantes ont été interprétés comme des puits d'extraction d'argile. Cette argile a servi comme matériau de construction et à une intense production céramique, où les formes fines sont inhabituellement bien représentées (Binder *et al.*, 1994) : assiettes à rebord, coupes à socle ajouré, écuelles carénées, fusaïoles et céramiques percées. Les surfaces sont abondamment couvertes de décors fins complexes, gravés sur pâte verte : triangles, losanges, chevrons, quadrillages, tous rehaussés de matière blanche. Dans l'ensemble, le mobilier céramique présente un fort investissement technique et traduit une véritable spécialisation artisanale ; une partie est vraisemblablement dédiée à la diffusion. L'industrie lithique de la phase C est représentée par des lames prismatiques en silex bédoulien. Ces lames bien standardisées ont été obtenues par percussion indirecte, sur les sites à proximité des gîtes de matières premières. Importées sous forme de produits semi-finis, elles ont été transformées à Giribaldi en grattoirs et en racloirs, pour le traitement des peaux ou comme faucilles. Les nombreuses retouches témoignent de leurs réutilisations successives (Binder, 2004a). Le mobilier issu de la structure 3 se démarque par l'abondance de lamelles brutes en quartz. Dans un premier temps, les assemblages 3 et 7 étaient considérés comme relativement contemporains. Une reprise récente des datations permet d'envisager que le premier est postérieur au second (Didier Binder, communication personnelle).

Nice – Giribaldi est un habitat de plein air qui témoigne (i) d'une spécialisation techno-économique – ce trait est particulièrement perceptible dans le domaine céramique – et (ii) d'une segmentation dans l'espace des chaînes opératoires et des savoir-faire. Le site est bien inséré dans un réseau d'échanges structuré et multidirectionnel (figure 30) :

- depuis la Provence occidentale, le silex bédoulien est importé selon des modalités qui se complexifient au cours du temps. Il a pu transiter par la mer ou par la vallée de l'Argens ;
- un deuxième réseau d'échange parcourant les Alpes (Mercantour/Argentera, Hautes-Alpes, Alpes ligures) a pu fournir de nombreux matériaux (quartz hyalin et filonien, roches vertes, brai de bouleau). Cette interaction peut être rapprochée d'une part, des influences stylistiques perçues dans la céramique (VBQ de la plaine de Pô) et, d'autre part, de l'exploitation des petits ruminants qui suggère des remues saisonnières en altitude ;

- enfin, un troisième axe, nécessairement maritime, assurait l'approvisionnement depuis Lipari<sup>35</sup> en obsidienne et en pierre ponce. Les côtes ligures, sur lesquelles se trouvent des gîtes de roches vertes, ont pu constituer une étape sur cet axe d'échange.



**Figure 30.** *Provenance et état des différents biens lithiques importés à Giribaldi – l'obsidienne provient de l'île de Lipari, près de Sicile, située à plus de 800 km du site (d'après Binder, 2004a, p. 20, modifié).*

#### II.3.3.4. Premier repérage des matières colorantes

le corpus de matières colorantes de Giribaldi a fait l'objet d'une étude préliminaire, dont nous rapportons ici les principaux résultats.

Au cours de la fouille, les archéologues ont d'emblée souligné la présence, en plus des objets lithiques et des tessons céramiques, de « substances colorantes » (Binder, 2004a, p. 70) dans toutes les structures du secteur sud. Trois types de matières premières sont évoqués :

- de la « goethite jaune, assez répandue dans l'environnement local » ;
- des « bauxites orangées à rouge violacé, qui sont les mieux représentées », pour lesquelles une origine nord-varoise est avancée : les gîtes d'Ampus sont distants de 80 km, ce qui en ferait un jalon sur l'axe d'échange avec le Vaucluse ;
- enfin un unique « colorant bleu intense », un grain d'azurite « minéral dont les gîtes les plus proches se trouvent dans le dôme de Barrot ».

Didier Binder évoque deux modes de transformation. La « goethite » a pu être chauffée pour fournir de « l'hématite ». Quant aux « bauxites », elles « permettent d'obtenir une poudre très fine par frottement sur un grès » (Binder, 2004a, p. 70).

Plusieurs fonctions liées au symbolisme de la couleur sont évoquées : « peintures corporelles ou pour décorer des vêtements ou divers objets » (Binder, 2004a, p. 70).

35. L'île de Lipari se trouve à plus de 800 km des côtes niçoises.



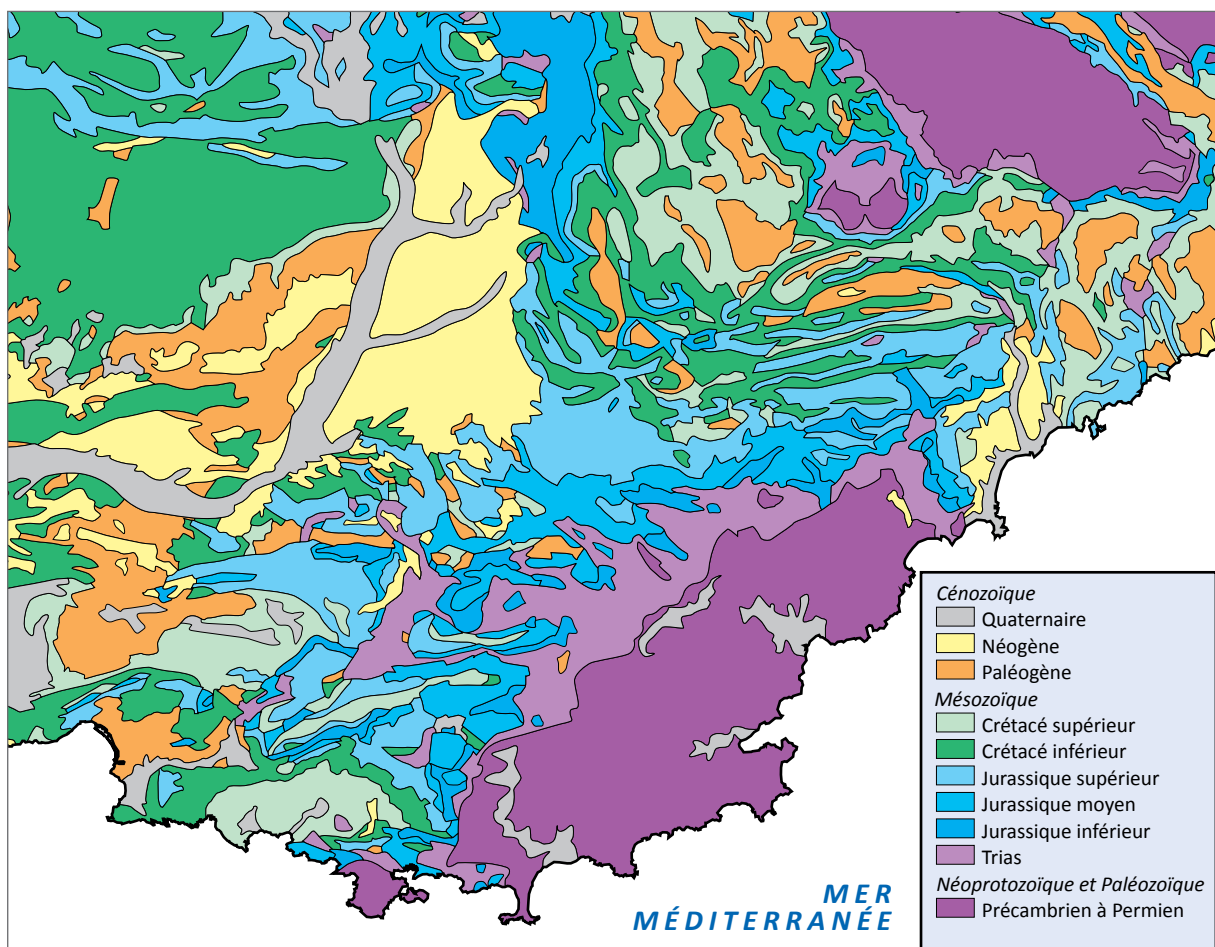


## II.4. Contexte géologique de l'arc liguro-provençal

Pour bien cerner les potentialités d'approvisionnement en géomatières colorantes dans la région et les possibilités économiques qui en découlent, nous brossons ici à grands traits les processus qui ont mené à la mise en place du terroir\* géologique provençal, en insistant sur les conditions qui favorisent la genèse de formations ferrugineuses. Puis, en nous focalisant sur l'espace qui correspond aux départements des Alpes-Maritimes et du Var, nous dressons un inventaire des principaux types de formations ayant pu faire l'objet d'une exploitation au Néolithique pour leur richesse en oxydes de fer.

### II.4.1. Brève histoire géologique de l'arc liguro-provençal

Le paysage géologique provençal tel que nous l'observons aujourd'hui est le produit d'une suite de dépôts de roches formées par refroidissement de magma ou par accumulation de sédiments, ayant subi différentes étapes d'érosion, de destruction, de déformations, de recouvrements et de remises au jour. Ce que nous avons sous les yeux n'est qu'un instantané en devenir, somme de nombreux processus faisant intervenir des mécanismes lents sur des temps très longs (cf. figure 31 et annexe I, tableaux 45 et 46), dont nous allons exposer les grandes lignes, puis l'état actuel qui en résulte.



**Figure 31.** Carte géologique du Sud-Est de la France (carte J.-V. Pradeau, d'après Debrand-Passard et Courbouleix, 1984).

#### II.4.1.1. Néoprotozoïque et Paléozoïque

Les plus anciens terrains\* datés (550-600 M.A.) en Provence remontent à la fin du **Néoprotozoïque**. Principalement identifiés dans la partie est des massifs des Maures et du Tanneron, ces orthogneiss proviennent du métamorphisme de granites alumineux (comme ceux de Bormes) mis en place lors de l'orogénèse\* cadomienne (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 22 ; Toutin-Morin *et al.*, 1994, p. 2-3).

Les terrains du **Paléozoïque**<sup>36</sup> inférieur, plutôt observés dans la partie ouest des Maures et du Tanneron, sont marqués par une forte sédimentation (**Cambrien**), un épisode magmatique (**Cambrien/Ordovicien**), puis par le métamorphisme barrovien et le début du cycle orogénique hercynien (**Dévonien/Carbonifère** inférieur) (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 22-50 ; Toutin-Morin *et al.*, 1994, p. 7).

Le **Carbonifère** voit la formation d'importants dépôts lacustres houillers et la poursuite de l'orogénèse hercynienne dans les Maures et le Tanneron, avec la déformation des terrains cristallins, puis la mise en place de granitoïdes : Prignonet, Plan-de-la-Tour, Rouet, l'Hermitan, Tanneron et les Maures (Aubouin, 1974, p. 349-350 ; Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 27-28 et 49-51 ; Toutin-Morin *et al.*, 1994, p. 7-8).

Le **Permien** est la dernière période géologique du Paléozoïque. Il est caractérisé par un climat chaud et humide et coïncide avec la fin de l'épisode orogénique hercynien ainsi que le début de la distension téthysienne<sup>37</sup>. Il s'ensuit une phase d'érosion et d'accumulation considérable de dépôts de granulométrie variable (argiles, sables, conglomérats) résultant de la destruction de la chaîne hercynienne. En Provence, ces formations gréseuses affleurent dans le rift orienté est-ouest, qui résulte de la formation de la Téthys. Les témoins actuels de ce fossé correspondent à la dépression qui entoure le massif des Maures (bassins de Toulon, du Luc et du Bas-Argens) et au Dôme de Barrot (bassins de Barrot, de Tinée et de Vésubie). La fin du Paléozoïque, marquée par une activité volcanique intense ponctuée de phases d'érosion, est aisément reconnaissable dans l'Estérel, grâce aux coulées de rhyolite\* rouge intercalées avec les formations détritiques (Aubouin, 1974, p. 349-352 ; Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 49-50 ; Glintzboeckel et Horon, 1985, p. 2-5 ; Toutin-Morin *et al.*, 1994, p. 7-9).

#### II.4.1.2. Mésozoïque et Cénozoïque

Le **Mésozoïque** voit globalement l'immersion d'une grande partie de la Provence, une sédimentation marine à dominante carbonatée, puis une émergence graduelle des terrains ainsi formés.

Au cours du **Trias**, le continent hercynien est progressivement recouvert à l'est et au sud par la mer Téthys. Caractérisée par un climat aride, cette période est aussi marquée par un paysage très usé par l'érosion permienne, qui se traduit par un système hydrique en tresse. Ce réseau hydrologique très

---

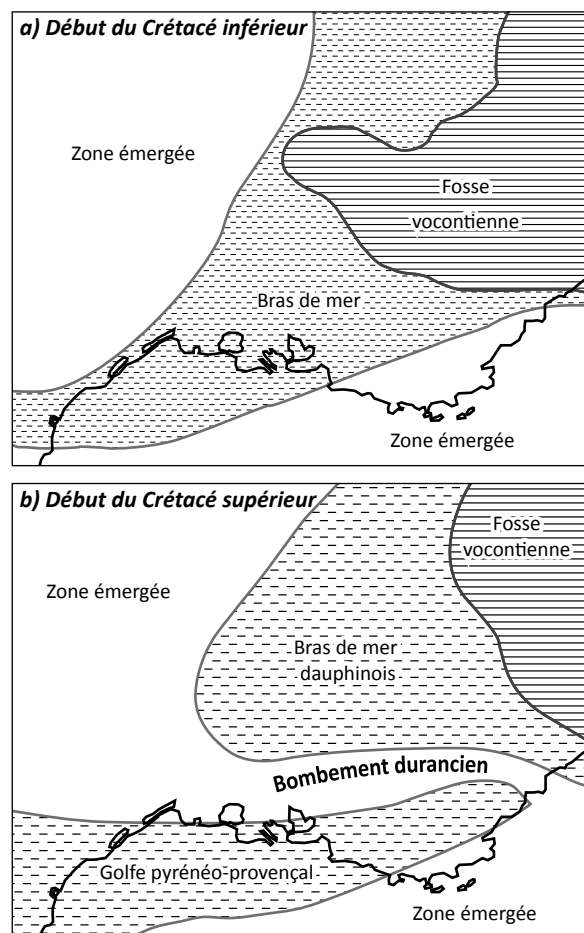
36. Le terme d'ère primaire qui désignait anciennement le Paléozoïque, n'est plus usité. De même, le Mésozoïque correspond à l'ère secondaire et le Cénozoïque à l'ère tertiaire.

37. La Téthys est un paléo-océan qui s'est ouvert d'est en ouest entre le Permien supérieur et le Jurassique moyen. Cet océan va séparer la Pangée en deux continents – Laurasia au nord et Gondwana au sud – avant de se refermer à partir du Crétacé supérieur. La mer Méditerranée est un vestige, en cours de fermeture, de la Téthys.

étalé favorise la sédimentation fluviale des produits de l'érosion et entraîne la formation de « grès bigarré »<sup>38</sup> sur de vastes surfaces, surtout dans la région de Toulon et à la bordure des dépôts permien qui ceignent les Maures, comme à Gonfaron (Menessier et Bordet, 1969, p. 4 ; Aubouin, 1974, p. 353). Vient ensuite une phase marine dite de « Trias carbonaté » (*Trias moyen*), plus développée à l'est et composée de calcaires et de dolomies parfois cargneulisées par la présence de gypse formé au cours du *Trias supérieur*<sup>39</sup> évaporitique\* ; des niveaux de tuf et de basalte sont aussi formés à cette époque (Aubouin, 1974, p. 353 ; Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 99-100 et 105 ; Gèze et Nesteroff, 1996, p. 3).

Au *Jurassique*, la mise en place de dépôts carbonatés en contexte marin téthysien domine. Les affleurements actuels du Jurassique se retrouvent dans l'arc de Castellane et de Nice, ou bien entourent l'auréole des terrains formés autour du socle\* aux périodes précédentes. Au *Lias* (Jurassique inférieur), la transgression marine se poursuit ; la sédimentation est d'abord à tendance dolomitique, puis calcaire à bioclastes\*. On remarque la formation d'oolithes ferrugineuses dans les régions de plates-formes de faible profondeur au Toarcien (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 218-219). Les apports détritiques du *Dogger* (Jurassique moyen) favorisent la formation de marnes et de marno-calcaires, communément connus sous le nom de « Terres noires » ; la transgression marine atteint son apogée. Le *Malm* (Jurassique supérieur) est marqué par une régression marine et par des dépôts successifs de calcaires néritiques puis récifaux (tels ceux des gorges du Verdon) formés respectivement en contexte de plateau continental et de haut-fond. Au nord de l'Estéron, la sédimentation reste marno-calcaire ; dans l'arc de Nice, on observe des faciès glauconieux puis dolomitiques (Aubouin, 1974, p. 353-356 ; Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 152-158, 162-166, 198-204, 215-220, 252-255 ; Gèze et Nesteroff, 1996, p. 3).

Le climat se réchauffe et la sédimentation marine se poursuit au *Crétacé inférieur*, dont les formations affleurent actuellement dans l'arc de Castellane et entre Toulon et Marseille. À l'est, le bras de mer téthysien, appelé mer alpine ou « fosse vocontienne », reste profond et plonge à plus de 1000 m



**Figure 32.** Paléogéographie du Sud-Est de la France au début du Crétacé inférieur puis au début du Crétacé supérieur (d'après Aubouin, 1974, modifié).

38. Le grès bigarré est la formation emblématique du *Trias inférieur*, d'où le terme *Bundsandstein* qui désigne cette époque en allemand.

39. Ces périodes correspondent respectivement aux *Muschelkalk* (« calcaire coquillier ») et *Keuper* (« marne ») allemands.

(figure 32-a). Au niveau de la Provence, la mer demeure peu profonde et favorise la formation de puissants dépôts de calcaires récifaux (faciès urgonien<sup>40</sup>) ou de marno-calcaires, avec un détritisme de plus en plus accentué, à l'origine des marnes sableuses glauconieuses. Au cours de l'Albien, dernier étage du Crétacé inférieur, une surrection s'opère selon un axe ouest-est, au niveau de l'actuelle basse Durance. Cet « isthme ou bombement durancien<sup>41</sup> » sépare la mer alpine du golfe pyrénéo-provençal (figure 32-b) (Aubouin, 1974, p. 356-357 ; Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 317-323, 328-330). Au début du *Crétacé supérieur*, la région est sujette à de fortes variations bathymétriques. Dans le Vaucluse peu profond, les sables glauconieux subissent des émerSIONS fréquentes et sont « ocrifiés » sous l'effet du climat chaud et humide (cf. *infra*, titre 4.2.2 de ce chapitre) (Triat, 1982 ; Triat, 2010, p. 80-145). L'isthme à dominante calcaire est soumis à l'érosion qui y produit des dépressions karstiques, dans lesquelles s'accumulent des argiles et des débris de la cuirasse latéritique recouvrant le vieux continent désormais immergé au sud de l'actuelle Provence. Le climat tropical entraîne une désilicification de ces dépôts et leur altération en bauxite (cf. *infra*, titre 4.2.4 de ce chapitre) (Aubouin, 1974, p. 357-358 ; Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 358-367, 380-384). Dans l'arc de Castellane, le Crétacé supérieur est bien représenté par des calcaires parfois marneux. Dans l'ouest de la Provence, les calcaires s'intercalent avec des dépôts de conglomérats (la Ciotat).

À la fin du Crétacé, des mouvements tectoniques conduisent à l'émerSION de la Provence, ébauchent le plissement du paysage actuel et accentuent la régression de la mer alpine, pour laisser place à des lacs dans lesquels s'accumulent argiles et lignites (Gardanne). La limite entre la fin du Paléozoïque et le Cénozoïque se révèle assez nette, avec un passage de formations marines à des faciès continentaux (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 375-376 ; Glintzboeckel et Horon, 1985, p. 9).

Le **Cénozoïque** comprend, en l'état de la nomenclature officielle<sup>42</sup>, trois périodes : le **Paléogène**, le **Néogène** et le **Quaternaire**. Le Cénozoïque provençal est marqué par la remontée de l'Afrique vers le nord, qui conduit à la fermeture de l'océan Téthys et aux plissements pyrénéo-provençaux<sup>43</sup>.

---

40. Le nom de ce faciès provient de la commune d'Orgon (Bouches-du-Rhône), réputée pour ses calcaires blancs.

41. Le deuxième terme est préféré au premier, car si l'existence de ce relief fait aujourd'hui consensus, il n'est pas certain qu'il ait pris la forme d'un isthme (Philip, 2012).

42. Un débat à plusieurs volets anime actuellement la communauté scientifique. Il fait suite à la proposition en 2000 de de Paul Crutzen, prix Nobel de chimie en 1995, de reconnaître et d'inclure l'Anthropocène comme époque géologique contemporaine à part entière dans l'échelle des temps géologiques. Il est défini comme période à partir de laquelle l'influence de l'homme est devenue prédominante sur le système terrestre.

Le deuxième sujet à discussions est le calage du commencement de cette période, entre le Dryas récent qui a vu la disparition progressive des grands herbivores, le Néolithique, l'Antiquité, 1754, date de l'invention de la machine à vapeur, qui marque le début de la révolution industrielle (suggestion de Paul Crutzen) ou encore 1945. Dans tous les cas, la plupart des défenseurs de l'Anthropocène admettent une accélération du processus à partir de 1950 (Crutzen *et al.*, 2007 ; Steffen *et al.*, 2015).

Le troisième point concerne le réarrangement de l'échelle des temps géologiques : si l'on admet l'existence de l'Anthropocène, il serait la première période d'une nouvelle ère quaternaire ou bien du Cosmozoïque (qui commencerait en 1957, début de la conquête spatiale) ; le Pléistocène et l'Holocène seraient inclus dans le Néogène, dernière période du Cénozoïque.

L'année 2014 a vu la création d'une revue dédiée spécifiquement à ce sujet : *the Anthropocene Review*, éditée par Frank Oldfield chez Sage Publications. Bien que les références à l'Anthropocène soient de plus en plus répandues depuis le début des années 2000, il n'a pas été officiellement reconnu par la Commission internationale de stratigraphie au 34<sup>e</sup> Congrès de Géologie, qui a eu lieu en 2012. Les réticences ont pour cause l'anthropocentrisme de la terminologie et du concept. La prochaine réunion aura lieu en 2016.

43. La collision continentale entre l'Afrique, l'Arabie et le sous-continent indien d'une part et l'Eurasie d'autre part, entraîne la formation de nombreuses chaînes montagneuses du Maghreb à la péninsule indochinoise, en passant par l'Europe du sud, l'Anatolie et l'Asie méridionale : Pyrénées, Alpes, Carpates, Caucase, Zagros, Hindou Kouch et Himalaya entre autres.

L'orogénèse des Alpes et le démantèlement de plusieurs terrains formés précédemment<sup>44</sup> résultent de cette activité tectonique importante, pour conduire à la mise en place de la structure actuelle.

Dans la première moitié du **Paléogène** (*Paléocène* et *Éocène*), le climat devient de plus en plus chaud, puis laisse place à un lent refroidissement tout au long du Cénozoïque. Sédimentation et érosion (surtout à l'*Oligocène*) alternent pour donner des dépôts variés : marnes et calcaires fluvio-lacustres ou marins (calcaires nummulitiques), et dépôts détritiques en milieu continental (« sables bleutés »), marin ou deltaïque profond (grès d'Annot) (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 425-435).

La surrection des Alpes commencée à l'*Éocène* se poursuit au *Miocène*, première époque du **Néogène**. Une transgression marine à l'ouest de la Provence entraîne la formation d'une molasse à ciment calcaire riche en fossiles (Aubouin, 1974, p. 359-367). La mer se retire à la fin du Miocène, la Provence s'élève et le massif des Maures est émergé. Au cours du *Pliocène*, des argiles sont déposées et des poudingues sont formés dans les basses plaines actuelles lors d'incursions marines qui accentuent ponctuellement l'érosion (plateau de Valensole), laquelle se poursuit durant le **Quaternaire** pour modeler le paysage que l'on observe aujourd'hui.

#### II.4.1.3. Paysage géologique actuel

L'histoire pétrologique et tectonique complexe de la Provence a produit une diversité marquée de faciès géographiques et géologiques, que nous pouvons rassembler en quelques grandes unités (figure 33).

La **Provence cristalline** (Aubouin, 1974, p. 346-347) est constituée de trois massifs orientés ouest-est, reliquats de l'ensemble pyrénéo-provençal édifié par l'orogénèse hercynienne. Ce sont, du sud-ouest au nord-est, le massif du Cap Sicié (352 m), le massif des Maures (710 m) et le massif du Tanneron (519 m). Composés de granitoïdes et de gneiss du socle primaire, ils sont ceinturés par une dépression de terrains permien de Toulon à Saint-Raphaël et par le massif de l'Estérel (618 m au Mont Vinaigre).

Au-delà de la dépression permienne, la **Provence calcaire** s'étend sur les départements actuels du Var et des Bouches-du-Rhône. Cette unité peut être scindée en deux à hauteur de Barjols. La partie occidentale est composée de bassins cloisonnés par de puissantes chaînes de calcaires blancs urgoniens comme la Sainte-Baume (1147 m) ou la Sainte-Victoire (1011 m). La Provence calcaire orientale est représentée par des chaînons plus modestes qui séparent de petites cuvettes.

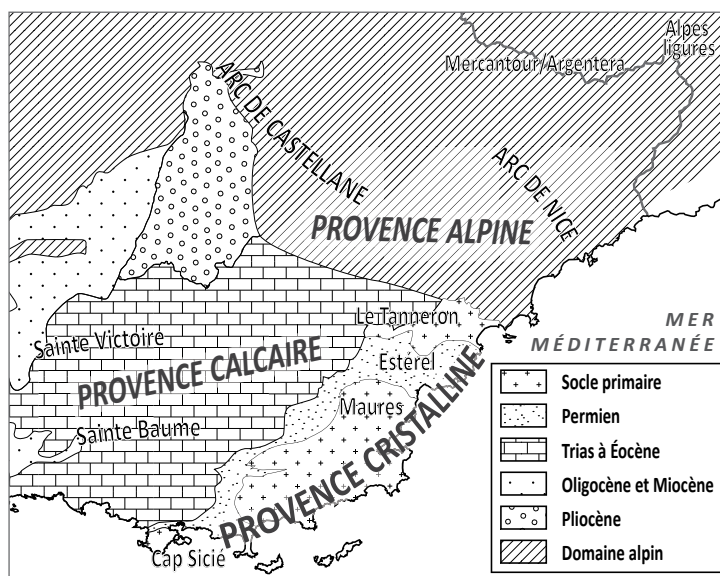
La partie nord orientale de la région étudiée est constituée des marges méridionales de la **Provence alpine**. Elle comprend :

- le massif du Mercantour/Argentera composé de granitoïdes et de gneiss primaires ; le point culminant de la partie française est la cime du Gélas (3143 m) ;
- Les préalpes de Castellane, orientées ouest-est ; cet ensemble de chaînons et plateaux dont le point culminant est le Puy de Rent (1996 m), est formé de calcaires marneux ou dolomitiques du Jurassique et du Crétacé, élevés au cours du Cénozoïque suite à la collision entre la plaque africaine et la plaque eurasiennne ;

44. Dont les bauxites dites allochtones, évoquées *infra* aux titres 4.2.4.1. et 4.2.4.3. de ce chapitre.



- les préalpes de Nice enfin, plutôt orientées nord-sud ou sud-ouest/nord-est, sont composées de chaînons abrupts de calcaires formés au Jurassique supérieur et au Crétacé. Ces reliefs contrastés créent des paysages cloisonnés, typiques du comté de Nice.



**Figure 33.** *Grandes unités géologiques et géographiques de Provence (d'après Aubouin, 1974)*

## II.4.2. Géomatières disponibles

Le paysage géologique provençal que nous venons d'esquisser est réputé pour ses noms évocateurs de lieux hauts en couleur, tels que la corniche de l'Estérel, le Dôme de Barrot, le « Colorado provençal » de Rustrel, la ville de Roussillon ou encore les Baux-de-Provence. Ces « images d'Épinal » ont une composante chromogène commune : l'hématite et la goethite. Il reste à décrire pétrologiquement les principales formations géologiques qui contiennent ces oxy(hydroxy)des de fer.

La bauxite, bien reconnue et évoquée en contexte archéologique provençal (cf. *supra* titres 2.1. du chapitre premier et 2.3.5. de celui-ci), bénéficie d'un développement détaillé.

### II.4.2.1. Grès du Permien

Le Permien provençal est marqué par la pénéplation\* des principaux reliefs hercyniens (les Maures et le Tanneron), qui alimente d'importants dépôts détritiques dans les vallées. Les conditions de diagenèse favorisent la formation de terrains gréseux rubéfiés, parfois riches en oxy(hydroxy)des de fer. Les grands bassins de sédimentation permien provençaux sont, du sud-ouest au nord-est : **Toulon-Solliès-Pont Cuers**, le **Luc**, le **Bas-Argens-Estérel** (ces trois unités sont regroupées dans le « Permien de Provence orientale » selon Toutin, 1980), le **Barrot** et la **Tinée-Vesubie** (dans le massif du Mercantour/Argentera, en Provence alpine. Vinchon et Toutin-Morin, 1987). Les trois grandes conditions qui régissent le détritisme sont (i) la tectonique qui entraîne une subsidence\* des bassins, (ii) le volcanisme et (iii) le climat tropical (Toutin-Morin et Delfaud, 1987). Cela se traduit, dans les cycles de remplissages successifs, par des caractéristiques communes (transport par cours

d'eau qui a favorisé la formation de psammites\*, sédimentation continentale), mais aussi par des variations minéralogiques (tableau 10), granulométriques et chimiques importantes qui permettent d'individualiser plusieurs faciès dans la séquence\* permienne et de raccorder les bassins de Provence orientale, du Barrot et de la Tinée-Vésubie. Ainsi, plusieurs formations identifiées et décrites dans les bassins de Provence orientale (Toutin, 1980 ; Toutin-Morin *et al.*, 1994) et de la Provence alpine (Vinchon, 1984) ont été confrontées et mises en corrélation (tableau 11, Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 49-52 et Vinchon et Toutin-Morin, 1987). En isolant certains critères (richesse en minéraux pigmentaires, nature et granulométrie des inclusions et de la matrice), il est possible d'identifier parmi ces différents faciès ceux susceptibles de fournir des géomatières colorantes.

<b>Formation</b>	<b>Caractères pétrographiques</b>	<b>Granulométries</b>	<b>Minéraux lourds</b>
<b>Les Arcs</b>	Grès à ciment calcaire	Sables moyens très bien classés	Zircon, disthène, dolomite
<b>La Motte</b>	Argiles à passées calcaires	Sables fins à très fins très bien classés	Zircon, apatite, disthène, grenat, hématite, hornblende, prehnite, céladonite
<b>Le Muy</b>	Grès, psammites*, argiles	Sables fins	Micas, apatite, zircon, grenat, hornblende, prehnite
<b>La Serre</b>	Conglomérats	Épandages	Micas
<b>La Valette</b>	Conglomérats	Épandages	Micas
<b>Le Mitan</b>	Grès, argiles	Épandages	Zircon, apatite, grenat, hornblende, micas
<b>La Paro</b>	Conglomérats	Épandages	Micas, pyrite
<b>Les Pradineaux</b>	Grès, argiles, calcaires	Sables moyens	Zircon, apatite, grenat, hornblende, micas
<b>Intercalations volcano-sédimentaires A<sub>7</sub></b>	Grès, conglomérats	Sables moyens	Zircon, disthène, hornblende, grenat
<b>Bayonne</b>	Grès feldspathiques, conglomérats	Sables grossiers et fins	Micas, apatite, hornblende
<b>Ambon</b>	Argiles, grès, brèches	Sables plurinodaux	Olivine, micas

**Tableau 10.** Composition pétrominéralogique des différentes formations de grès du Permien dans le bassin du bas-Argens-Estérel.

<b>Bassin Toulon-Solliès-Pont Cuers</b>	<b>Bassin du Luc</b>	<b>Bassin du Bas-Argens-Estérel</b>
		F. des Arcs
F. de Gonfaron	F. pélimitique	F. de la Motte
		F. du Muy
F. de Gigery	F. Rouge supérieure	F. du Mitan
		Rhyolite A <sub>7</sub>
		F. des Pradineaux
F. de Bouisse	F. Rouge inférieure	F. de Bayonne
F. de Bron	F. Tuffique	
F. de Transy		
F. de Pellegrin	F. Claire	F. de l'Ambon

**Tableau 11.** Corrélations entre les différentes séquences stratigraphiques du Permien de Provence (d'après Debrand Passard *et al.*, 1985, p. 49-52 et Vinchon et Toutin Morin, 1987).

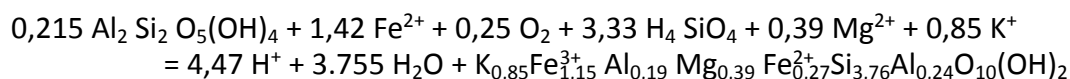


#### II.4.2.2. *Concrétions ferrugineuses issues de l’altération de glauconie et oolites ferrugineuses du Mésozoïque*

La géographie du Mésozoïque a favorisé la sédimentation en milieu marin de dépôts détritiques, argileux ou carbonatés, mais aussi de minéraux riches en fer. Les grès, marnes et calcaires concernés présentent alors, suivant leurs conditions de diagenèse, une composante plus ou moins importante de glauconie ou d’oolites ferrugineuses. Les roches à oolithes ferrugineuses sont très répandues à l’est et au nord-est de la France<sup>45</sup>, mais relativement rares en Provence. Elles seront traitées brièvement après les formations glauconieuses.

Le terme **glauconie** désigne une association de minéraux phylliteux, à forte teneur en Fe<sup>2+</sup>, principalement composée de glauconite, d’illite et de smectite.

La **glauconite** (du grec *glaukos* : vert) est un phyllosilicate dans lequel des atomes de fer remplacent fréquemment l’aluminium au cœur des octaèdres. Elle se forme en contexte marin à faible bathymétrie (50 à 500 m de profondeur, mais surtout entre 200 et 300 m), à l’interface sédiment/eau de mer (donc lors des périodes où la sédimentation marine est faible ou nulle), par transformation en milieu réducteur de coprolithes ou d’éléments calcaires biodétritiques (foraminifères, fragments de tests). D’après l’étude des lieux de formation actuelle de la glauconite, la présence de micas (pour l’apport en K et Mg) et de kaolinite (Al et Si)<sup>46</sup> est aussi nécessaire à la glauconitisation :

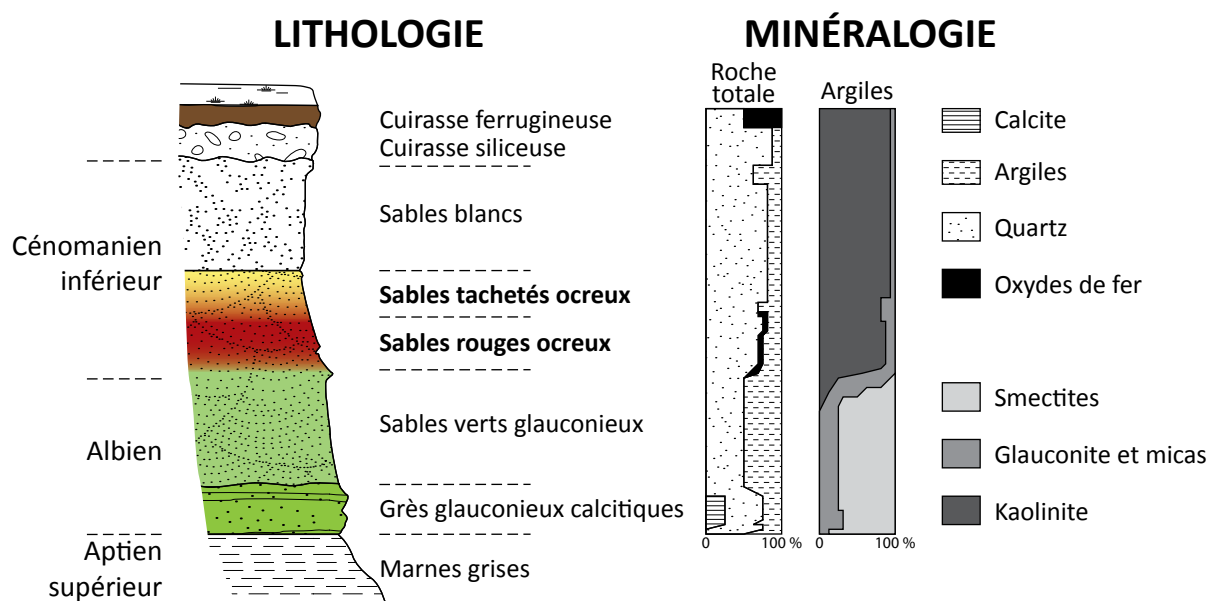


La glauconite forme de petits grains ou fragments émoussés de couleur verte, de dimensions inframillimétriques à millimétriques (Deer *et al.*, 1966, p. 207 ; Odin et Matter, 1981 ; Triat, 1982 ; Kimberley, 1989, p. 92-94 ; Korbel et Novák, 1999 ; Cornell et Schwertmann, 2006 ; Triat, 2010, p. 82). Lorsqu’elle est soumise à un milieu oxydant (air libre et surtout climat chaud), la glauconite se transforme en oxy(hydroxy)des de fer : hématite et goethite. La glauconie est ubiquiste dans les formations du Mésozoïque et peut être trouvée dans toutes sortes de terrains sédimentaires : grès, marnes ou encore calcaires ; autant de formations susceptibles de contenir des concrétions ferrugineuses, produits de l’altération des grains de glauconite.

Ainsi, les fameuses **ocres** du Pays d’Apt (Vaucluse) sont constituées d’apports détritiques sédimentés en milieu marin au cours de l’Albien et du Cénomaniens. Ces formations ont été soumises à deux types d’altération. Le premier, dit *de surface*, résulte de leur mise au jour au cours du Cénomaniens supérieur, en climat tropical (chaud et humide, à fortes précipitations). Un second type d’altération, dite *latérale sous couverture*, procède par pénétration de la roche mère non pas verticalement, mais par les formations perméables adjacentes (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 382-383). L’un et l’autre ont entraîné l’hydrolyse de la glauconite, de l’illite et de la smectite, en kaolinite. Le fer libéré a formé la goethite, laquelle s’est déshydratée par endroits en hématite (figure 34).

45. Les formations à oolithes ferrugineuses constituent un minerai de fer qui a été intensivement exploité dans ces régions sidérurgiques sous le nom de « minette de Lorraine » pour la goethite, « oligiste oolithique » dans le cas de l’hématite.

46. La glauconite se forme aujourd’hui dans des milieux marins riches en kaolinite (côte du Venezuela par exemple) ; les micas altérés sont systématiquement observés.



**Figure 34.** *Évolution lithologique et minéralogique de la coupe stratigraphique des ocres du Vaucluse (d'après Triat, 2010, p. 117).*

Les ocres du Vaucluse sont réputées pour leur richesse en oxy(hydroxy)des de fer faiblement cristallisés – associés au quartz et à des argiles – exploités comme pigments depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle<sup>47</sup>. Cependant, le terroir géologique provençal comprend de nombreuses autres formations riches en niveaux glauconieux ; elles sont souvent évoquées dans les notices des cartes géologiques. Ces niveaux glauconieux sont susceptibles de s'être oxydés lors de leur émergence et donc de contenir une part non négligeable de goéthite et d'hématite. Pour autant, ces potentielles sources de géomatériau colorant sont rarement mentionnées dans la littérature, en regard des autres types de faciès (oolites ferrugineuses, ocres ou encore bauxites).

Pourquoi une telle lacune ? Premièrement, à l'échelle terrestre, les roches ferrugineuses d'origine glauconitique représentent moins de 1 % de tous les faciès riches en fer (Kimberley, 1989, p. 92). Deuxièmement, il faut reconnaître que l'intérêt historique pour la glauconite est limité, puisqu'elle ne constitue pas un minerai de fer rentable.

Pourtant, une prospection systématique des terrains formés au Crétacé révèle la présence régulière de concrétions ferrugineuses issues de l'altération de la glauconite, aptes à être utilisées pour leur richesse en goéthite ou hématite (cf. annexe II). Si les niveaux suffisamment riches pour être exploités de manière industrielle (comme les ocres du Pays d'Apt) sont rares, tous ont pu faire l'objet de ramassages ou grattages pour fournir aisément quelques kilogrammes à dizaines de kilogrammes de matière colorante.

Si les formations ferrugineuses glauconitiques sont rares à l'échelle terrestre et présentent peu d'intérêt de nos jours, il n'en va pas de même pour les **roches à oolites ferrugineuses**. Celles-ci sont bien

47. En France, on rencontre également des formations ocreuses renommées dans le Berry et la Bourgogne. Les premières ont été exploitées exclusivement de la Protohistoire à l'époque moderne ; les secondes, plus riches mais recouvertes d'un toit, ont été exploitées en galeries puis en carrières à partir du XIX<sup>e</sup> siècle (Guillaume, 1991 ; Triat, 2010).

plus répandues (Kimberley, 1989, p. 20) et constituent une source essentielle de minerai de fer (Denayer *et al.*, 2011, p. 30-35).

Une **oolithe** (du grec *ôon* : œuf, et *lithos* : pierre) est une sphère de dimensions inframillimétriques à centimétriques. Le nucléus est un débris<sup>48</sup>, le cortex une enveloppe de minces couches concentriques. La structure finale de l'oolithe est concentrique et parfois radiaire.

La formation des oolithes est complexe. Elle a lieu en contexte marin, le plus souvent dans des environnements dits « de haute énergie », dans une eau chaude et saturée en sel. Les conditions idéales sont donc un contexte marin de plate-forme superficielle (0 à 12 m de profondeur), agité et un climat chaud ; la faune associée est benthique\*. Il peut y avoir formation d'oolithes ferrugineuses en milieu calme, sur des plates formes plus profondes. Les formations sont alors moins épaisses et contiennent une faune nectonique\* et benthique. Il est possible que l'activité biologique favorise la fixation des couches corticales, bien que ce point fasse débat. L'agitation permet la mise en suspension des grains, sur lesquels s'opère la précipitation des couches constituant le cortex ; lorsque l'oolithe atteint une certaine masse, elle se dépose et sédimente. Dans le cas des oolithes ferrugineuses, le minéral cortical initial est la berthiérine  $(\text{Fe}^{2+}.\text{Fe}^{3+}.\text{Al}.\text{Mg})_2(\text{Si}.\text{Al})_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , qui va se transformer par diagenèse en chamosite  $(\text{Fe}^{2+}.\text{Mg}.\text{Fe}^{3+})_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}.\text{O})_8$  puis en sidérite  $\text{FeCO}_3$  et enfin en goethite ou en hématite (Kimberley, 1989 ; Denayer *et al.*, 2011).

En Europe occidentale, les roches à oolithes ferrugineuses se sont surtout formées au cours du Dévonien (Belgique) et du Jurassique (France). En Provence, les formations à oolithes ferrugineuses sont bien plus rares, mais pas inexistantes. Des niveaux de très faible extension sont mentionnés dans les formations du Toarcien moyen et supérieur près de Brignoles et de Cuers (Debrand-Passard *et al.*, 1984, p. 152-154 et 218-220) et dans la première moitié du Crétacé inférieur de l'arrière-pays niçois (Debrand-Passard *et al.*, 1984, p. 318-319 ; Gèze et Nesteroff, 1996). D'après la faune associée (benthique et pélagique\*), ces oolithes ferrugineuses se sont formées en milieu calme relativement profond.

#### *II.4.2.3. Concrétions ferrugineuses issues de l'oxydation de sulfures de fer dans des marno-calcaires du Mésozoïque*

Le milieu réducteur marin qui caractérise le Mésozoïque provençal est aussi propice à la formation de sulfures de fer, tels que la pyrite ou son polymorphe<sup>49</sup>, la marcassite.

La **pyrite**  $\text{FeS}_2$  (du grec *πυρίτης* [pyrītēs] : feu, parce qu'elle produit facilement des étincelles) est un disulfure de fer qui cristallise dans le système cubique. Ce minéral à éclat jaune brillant<sup>50</sup> présente un habitus cubique ou dodécaédrique, voire « framboïdal<sup>51</sup> », souvent maclé\*. La pyrite peut être rencontrée dans les filons hydrothermaux, en contexte magmatique, métamorphique ou encore sédimentaire. Dans ce dernier cas, elle est principalement trouvée dans les roches argileuses

48. Ce débris peut être un bioclaste (fragment de test par exemple), un lithoclaste (fragment de roche) ou un grain micritique (calcite finement cristalline).

49. Les différentes structures que peut prendre une même substance, suivant les conditions du milieu, sont appelées polymorphes. Par exemple, la calcite et l'aragonite sont deux polymorphes du carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$ .

50. Cette propriété est à l'origine de son surnom, « l'or des fous ».

51. Ce terme (framboise) traduit bien la structure en agglomérat de petites sphères que la pyrite prend parfois.

ou carbonatées riches en matière organique, souvent associée à la glauconie, toutes deux se formant par diagenèse dans les sédiments marins de faible profondeur, en milieu réducteur (Deer *et al.*, 1966, p. 445-449 ; Korbel et Novák, 1999 ; Foucault et Raoult, 2010).

La **marcassite**  $\text{FeS}_2$  (de l'arabe *marqachita*, qui désigne l'ensemble des sulfures de fer) cristallise dans le système orthorhombique. Elle se présente en sphères centimétriques à structure radiale, avec des cristaux octaédriques en surface. La marcassite se forme à basse température, en milieu très acide, en contexte sédimentaire ou hydrothermal ; elle est souvent associée à la dolomite, la calcite, la pyrite et à des composés plombifères comme la galène ou la cérusite (Deer *et al.*, 1966, p. 446 ; Korbel et Novák, 1999 ; Foucault et Raoult, 2010).

En contexte sédimentaire, la pyrite et la marcassite se présentent dans les milieux carbonatés (marnes et calcaires) sous forme de nodules\* à structure radiaire et ou concentrique, avec des cristaux pyramidaux en surface. Soumises à une atmosphère oxydante, elles s'oxydent et forment l'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  et des oxy(hydroxy)des de fer conservant la structure originelle. Le repérage et la récolte des nodules résultant de cette altération sont facilités par leur nature, très différente de la roche encaissante.

Enfin, il faut noter qu'en plus de leur capacité à s'altérer en oxy(hydroxy)des de fer, la pyrite et la marcassite produisent aisément de grandes quantités d'étincelles quand elles sont percutées tangentiellement. Ces deux minéraux font traditionnellement partie des panoplies servant à allumer un feu, au même titre que l'amadou et la lame de silex (Collina-Girard, 1998).

#### II.4.2.4. Bauxites du Crétacé

Certaines altérites telles que les ocres, nous l'avons vu, se sont formées au Crétacé en contexte marin. Avec l'émergence du bombement durancien au milieu du Crétacé, des conditions similaires (climat chaud et humide) en contexte continental conduisent à la formation de bauxite. Si les altérites bauxitiques sont répandues sur toute la surface du globe (Amérique du nord, Méditerranée septentrionale et sur l'ensemble de la zone intertropicale : Valeton, 1996, p. 3-14), historiquement, c'est en Provence qu'elles ont été décrites et exploitées pour la première fois<sup>52</sup>.

##### II.4.2.4.1. Pétrologie des bauxites : définition et conditions de genèse

Au sens strict du terme, la bauxite est une roche sédimentaire contenant des oxy(hydroxy)des d'aluminium, souvent associés à des oxy(hydroxy)des de fer (goethite et surtout hématite) et, en plus faible proportion, à des minéraux argileux (kaolinite), des silicates (quartz), des carbonates (calcite) et des minéraux titanés (anatase, rutile). Roche tendre, elle présente généralement une structure de pisolithes pris dans un ciment cryptocristallin\* (composé de petits cristaux, de l'ordre de quelques micromètres maximum). 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).

52. L'intérêt économique important de la bauxite (c'est le principal minerai d'aluminium) est relativement récent. Jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle, elle est considérée comme une roche trop pauvre en fer pour être exploitée en sidérurgie. Mais en 1821, Pierre Berthier identifie l'alumine dans un échantillon provenant de la commune des Baux-de-Provence, qui donne son nom à la roche. Le premier site de production d'aluminium est installé dans le Var en 1860 et la France en reste le premier exportateur mondial jusqu'à la première guerre mondiale (Fischer, 1962 ; Castel, 1990 ; Bardossy, 1997).

La littérature anglo-saxonne emploie deux termes : (i) *bauxite*, qui recouvre l'ensemble des géomatières contenant des minéraux alumineux formés selon les conditions explicitées ci-dessous, (ii) et *bauxite ore*, pour désigner les matériaux contenant au moins 45 % d'alumine  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , moins de 20 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et 3-5 % de silicates, ce qui rend leur exploitation économiquement rentable<sup>53</sup> (Valeton, 1996, p. 1). La littérature francophone est plus floue. Le terme *bauxite* renvoie généralement au minerai exploité pour en extraire l'aluminium<sup>54</sup> ; les autres matériaux sont souvent appelés *latérites*, *altérites* ou encore « produits/matériaux de formations bauxitiques » (Lajoinie et Laville, 1979, p. 7). Les deux premières appellations sont trop imprécises<sup>55</sup>. La dernière présente l'avantage d'englober certains faciès parfois presque exclusivement composés de kaolinite (à l'abond du toit par exemple) ; mais elle est d'un emploi indigeste. Dès lors, nous privilégierons l'emploi des expressions *matériau bauxitique* et *bauxite*, dans leur acception anglo-saxonne.

Les formations bauxitiques peuvent être latéritiques ou karstiques. Quant aux formations métamorphosées, elles sont rassemblées sous le terme de metabauxites.

Les *bauxites latéritiques* se forment au détriment de roches aluminosilicatées<sup>56</sup> qui ont été altérées par un climat tropical avec alternance de saisons sèches et humides<sup>57</sup>. Cette altération pédogénétique implique que les bauxites latéritiques se sont formées à l'endroit où on les trouve actuellement ; elles n'ont pas été démantelées ni transportées par érosion. Le principal facteur d'altération est l'hydrolyse, engendrée par de fortes précipitations d'eau. Les premiers éléments lessivés sont les alcalins et les alcalino-terreux (potassium, magnésium, ou encore calcium). Les éléments silicium et aluminium se recombinaient, pour former la kaolinite  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Si le lessivage persiste, le silicium est évacué à son tour<sup>58</sup> par allitisation\* (George, 1964). Un bon drainage est essentiel pour une hydrolyse intense, c'est pourquoi les formations se trouvent souvent sur des reliefs. Le lessivage de la silice  $\text{SiO}_2$ , favorisé par une température supérieure à 20 °C, entraîne la formation de gibbsite  $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$  (cf. *infra* titre 4.2.4.2. de ce chapitre pour un exposé minéralogique des oxy(hydroxy)des d'aluminium) et de goéthite puis d'hématite (Beauvais et Tardy, 1991 ; Tardy, 1993 ; Achtuythan, 1996). Les bauxites latéritiques les plus récentes (Cénozoïque et Quaternaire) se trouvent principalement dans la zone intertropicale. D'autres datent du Carbonifère et sont dotées d'une couverture, (Russie).

La genèse des *bauxites karstiques*<sup>59</sup> est moins bien cernée que celle des formations latéritiques<sup>60</sup>. Au début du XX<sup>e</sup> siècle, Gustave Dolfuss fait une analogie entre les deux types et suggère que les bauxites de karst proviennent de l'altération des terrains carbonatés (calcaires et dolomies) plus ou moins érodés sur lesquels elles reposent (Bardossy, 1997). Cette théorie de « l'autochtonie absolue » est reprise par Jacques de Lapparent : d'après lui, les formations bauxitiques de karst seraient formées sur

53. En France, dans les départements du Var, des Bouches-du-Rhône et de l'Hérault, le minerai rentable ne représente que 39 % de la formation bauxitique totale. Par ailleurs, seul 13 % de ce minerai s'avère exploitable, soit, au final, 5 % de la formation totale (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 382).

54. Encore que certains auteurs francophones l'emploient dans le sens anglo-saxon, comme : de Lapparent, 1930 ; Lajoinie et Laville, 1979 ; Bardossy, 1997.

55. Les ocres, et certaines formations de kaolinite comme les *terra rossa*, sont des altérites.

56. Principalement constituées de quartz, de feldspaths et de micas, comme les granites ou les basaltes.

57. Un climat uniquement humide mène à la formation de kaolinite.

58. Malgré la perte de la plupart des atomes constitutifs, la roche garde peu ou prou son volume initial et s'ameublit, du fait de l'affaiblissement du réseau cristallin. On parle « d'altération isovolume » (Georges et Bonifas, 1955).

59. Comme leur nom l'indique, ces formations reposent sur un substrat carbonaté karstifié, qui n'est pas nécessairement latérisé.

60. L'évolution des débats visant à cerner l'origine des bauxites provençales est décrite en détail dans Philip, 2012, p. 144-148.

place à partir de la « terra rossa », une argile libérée par la décalcification des calcaires qui composent le mur\* (de Lapparent, 1930, p. 142-146). Cependant, les volumes de marnes et de calcaires nécessaires paraissent démesurés. À l'inverse, certains auteurs ont proposé une origine allochtone en se fondant sur l'observation de nodules ferrugineux interprétés comme des graviers roulés d'origine alluviale et en observant des minéraux allochtones (quartz rhyolitiques par exemple) dans les bauxites (Valeton, 1966, 1996). Il s'avère que les nodules ferrugineux ont pu se former *in situ* et ne sont en rien un indice de transport. Nonobstant ce fait, il a été démontré que certaines bauxites s'étaient formées de l'altération de matériaux préalablement corrodés, érodés et transportés. Plusieurs hypothèses sont proposées pour expliquer le mode de déplacement : éluvial (figure 35 : Valeton, 1966) ou détritique et sédimentaire (figure 36 : Nicolas, 1968). Une étude plus récente menée dans les Alpilles a conduit au retour nuancé à l'hypothèse de genèse autochtone, à partir de l'altération des marnes aptiennes riches en glauconie ; le karst semble jouer un rôle non négligeable dans les modalités d'accumulation et d'altération post-déposition (Guendon et Parron, 1985)<sup>61</sup>. Ces auteurs ont démontré que « chaque dépression karstique avec sa couverture bauxitique constitue une unité géochimique évolutive élémentaire » (Guendon et Parron, 1985, p. 92). La réalité emprunte au final aux différentes théories et les chercheurs ont, dans l'ensemble, adopté l'hypothèse de « l'autochtonie relative » ou « parautochtonie » (Nicolas, 1968 ; Bardossy, 1982 ; Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 381), c'est-à-dire que certaines bauxites proviennent de l'altération *in situ* d'un matériau allochtone préalablement altéré. Trois cas de figure peuvent être envisagés, voire combinés, pour chaque formation bauxitique karstique (Lajoinie et Laville, 1979) :

- premier cas : certains faciès proviennent de l'altération *in situ* d'un paléosubstrat riche en glauconite (autochtonie) ;
- l'altération *in situ* d'un matériel plus ou moins allochtone, qui avait été préalablement altéré avant démantèlement et remaniement, constitue le deuxième cas (parallochtonie) ;
- un troisième cas, enfin, est le dépôt d'une altérite allochtone.

La présence de fossiles a permis de démontrer que le dépôt détritique et la sédimentation ont parfois eu lieu en milieu aqueux : marigots, lacs, ou lagunes (Nicolas, 1968).

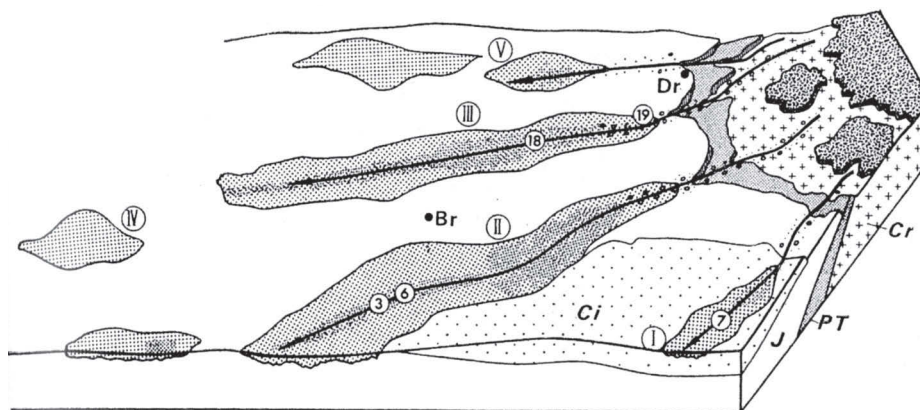
Les **métabauxites** sont des formations bauxitiques qui ont subi un métamorphisme plus ou moins prononcé. Reposant sur des terrains métamorphisés (marbre par exemple), elles sont caractérisées par leur richesse en diaspore et en corindon, qui se forment à haute température par déshydratation de gibbsite et de boémite ; lorsque la goëthite est présente initialement, elle est alors transformée en hématite. On rencontre principalement les metabauxites dans les Balkans, en Grèce septentrionale, dans de nombreuses îles de la Mer Égée, en Anatolie et en Asie centrale (Feenstra, 1985, p. 15-19 ; Urai et Feenstra, 2001 ; Feenstra et Wunder, 2002 ; Hatipoglu *et al.*, 2010).

Enfin, quand elle est démantelée par dissolution de son mur, la bauxite peut former un faciès d'altérite litée appelé **aramonite**<sup>62</sup> (Lajoinie et Laville, 1979, p. 7).

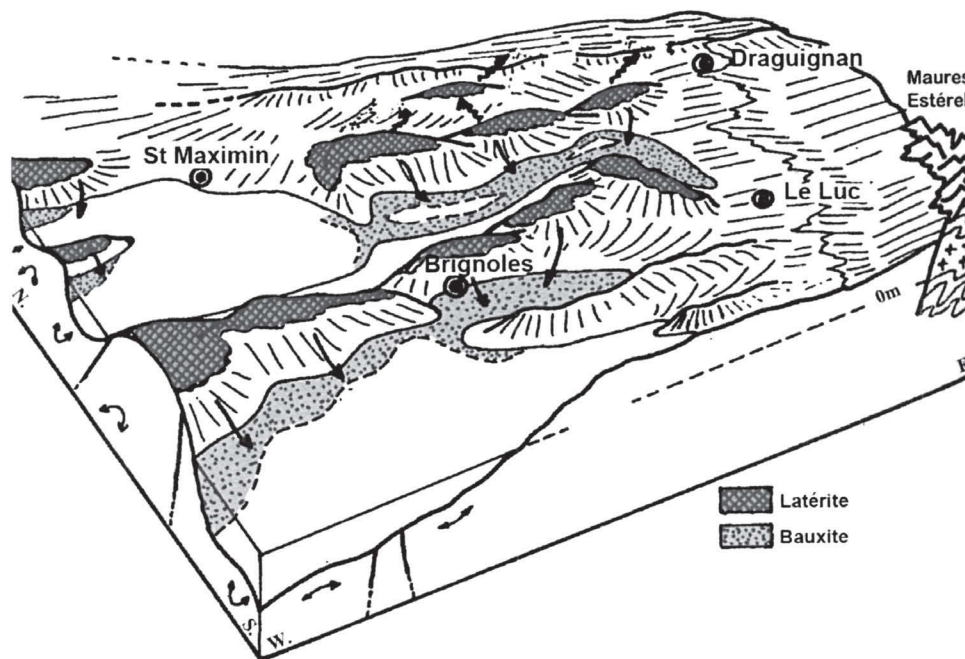
61. Les méthodes développées par Guendon et Parron dans les Alpilles n'ont à ce jour pas été testées sur les gisements du Var pour confronter leurs conclusions à celles de Valeton et Nicolas (Philip, 2012, p. 147-148). Une telle étude pourrait potentiellement démontrer que les différents faciès de gîtes observés dans le Var (cf. titre 4.2.4.3. de ce chapitre) dépendent non seulement des conditions d'évolution, mais aussi des karsts-réceptacles.

62. D'après la commune d'Aramon (Gard et non Bouches-du-Rhône, comme cela est mentionné dans Toutin-Morin *et al.*, 1994, p. 71), où ce faciès a été décrit en 1924-26 par Marcellin et Brun.





**Figure 35.** *Recomposition paléogéographique du contexte de genèse des bauxites allochtones selon Ida Valeton ; les produits de démantèlement de la croûte latéritique élaborée sur les Maures et sur l'Estérel sont drainés par des courants sur l'avant pays mésozoïque émergé ; Dr : Draguignan ; Br : Brignoles ; Cr : socle cristallin ; PT : Permien-Trias ; J : Jurassique ; Ci : Crétacé inférieur ; I à V : « cuvettes bauxitiques » (Valeton, 1966).*



**Figure 36.** *Recomposition paléogéographique du contexte de genèse des bauxites parautochtones ou parallochtones (Nicolas, 1968).*

#### II.4.2.4.2. Minéralogie des bauxites

La nature et les proportions des différents minéraux constitutifs des matériaux bauxitiques sont influencées par leur position lithostratigraphique et par leurs conditions de formation et d'évolution (tableau 12).

La **gibbsite**, ou **hydrargillite**  $\gamma\text{-Al(OH)}_3$ , cristallise dans le système monoclinique. On peut la trouver en petits cristaux (2 à 4  $\mu\text{m}$ ) hexagonaux, souvent maclés. La gibbsite est abondante dans les bauxites latéritiques et parfois présente dans les bauxites de karst (Renaudin, 1998, p. 33-35).



La **bayérite**  $\alpha\text{-Al(OH)}_3$  est un autre oxyhydroxyde d'aluminium monoclinique, polymorphe de la gibbsite. Les cristaux ont la forme de pyramides à trois pans. Moins répandue, elle est surtout décrite dans les formations karstiques et associée à la boémite (Renaudin, 1998, p. 33-35).

Cristallisant dans le système orthorhombique, la **boémite**  $\gamma\text{-AlOOH}$  forme des cristaux trop petits pour être visibles au microscope, mais elle peut être identifiée par des méthodes d'analyses structurales (diffraction des rayons X). La boémite est le principal constituant des formations de bauxites karstiques et est connue dans les formations latéritiques, où elle est peut-être un produit secondaire de l'évolution de la gibbsite.

Le **diaspore**  $\alpha\text{-AlO(OH)}$  cristallise dans le système orthorhombique, en petites écailles de dimensions micrométriques. Il est reconnu dans les formations de karst avec la boémite et dans les metabauxites aux côtés du corindon. Sa présence en contexte latéritique est exceptionnelle.

Minéral reconnu pour sa dureté, le **corindon**  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  cristallise dans le système trigonal. Il se présente en petits cristaux grenus ou prismatiques. C'est avant tout un composant des metabauxites, mais il a été identifié dans des bauxites de karst comme minéral détritique ou authigène.

La **kaolinite**  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  est un phyllosilicate du système triclinique, résultant de l'altération des roches aluminosilicatées. La kaolinite est souvent concentrée aux extrémités de la formation bauxitique, aux abords du mur et du toit.

Les **oxy(hydroxy)des de fer** que l'on rencontre le plus souvent dans les matériaux bauxitiques sont la **goethite** et l'**hématite**. Les deux espèces peuvent être diffusées dans la matrice alumineuse et/ou constituer des pisolithes de dimensions variables (inframillimétriques à centimétriques). Les oxy(hydroxy)des de fer sont observés sur l'ensemble du profil de la formation bauxitique, sauf parfois au sommet.

Enfin, il est possible de reconnaître dans les formations bauxitiques de nombreux minéraux attribuables à des pollutions provenant du toit ou transportés avec les altérites allochtones : **silicates** (quartz), **carbonates** (calcite), **minéraux titanés** et autres **ubiquistes** très résistants à l'altération (zircon\* par exemple).

<i>Minéral</i>	<i>Réseau cristallin</i>	<i>Formule</i>	<i>Dureté</i>
<b>Gibbsite</b>	Monoclinique	$\gamma\text{-Al(OH)}_3$	2,5 - 3
<b>Bayerite</b>	Monoclinique	$\alpha\text{-Al(OH)}_3$	2,5 - 3,5
<b>Boehmite</b>	Orthorhombique	$\gamma\text{-AlOOH}$	3
<b>Diaspore</b>	Orthorhombique	$\alpha\text{-AlO(OH)}$	6,5 - 7
<b>Corindon</b>	Trigonal	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	9

**Tableau 12.** *Propriétés chimiques et physiques des oxy(hydroxy)des d'aluminium courants.*

#### II.4.2.4.3. *Gîtologie des bauxites provençales : différents faciès et extension*

Dans le Sud-Est de la France, les formations bauxitiques se sont constituées au cours de l’Aptien-Albien-Cénomaniens inférieur et sont exclusivement karstiques. Au niveau du Rhône, elles peuvent être scindées en deux groupes géographiques : le Languedoc et la Provence.

Les bauxites provençales occupent des lentilles orientées ouest-est dans les Bouches-du-Rhône et le Var et des petites poches dispersées, de dimensions réduites, dans le Haut-Var (Nicolas, 1968). Les gisements peuvent occuper des dépressions très étendues mais peu profondes (cas de la formation de Mazaugues qui atteint 30 km de large pour environ 10 m d’épaisseur) ou bien remplir des poches plus ou moins isolées, très karstifiées et d’extension limitée mais dont la profondeur atteint 50 m.

Si les bauxites provençales sont toutes contemporaines, leur mur a parfois pu être émergé et érodé préalablement à leur genèse. Toutes ne reposent donc pas sur les mêmes terrains. On observe d’est en ouest un vieillissement des terrains, entre le Barrémien (Crétacé inférieur) et le Bathonien (Jurassique moyen)<sup>63</sup>.

La paragenèse\* dominante est boémite-hématite-kaolinite, avec parfois de la gibbsite et de la goéthite ; les minéraux détritiques, dont le quartz, sont surtout présents dans les gîtes du nord-ouest (plus proches du Massif central) (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 382). 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.

Les trois cas de genèse évoqués *supra* au titre 4.2.4.1 de ce chapitre sont représentés en Provence (figure 37) :

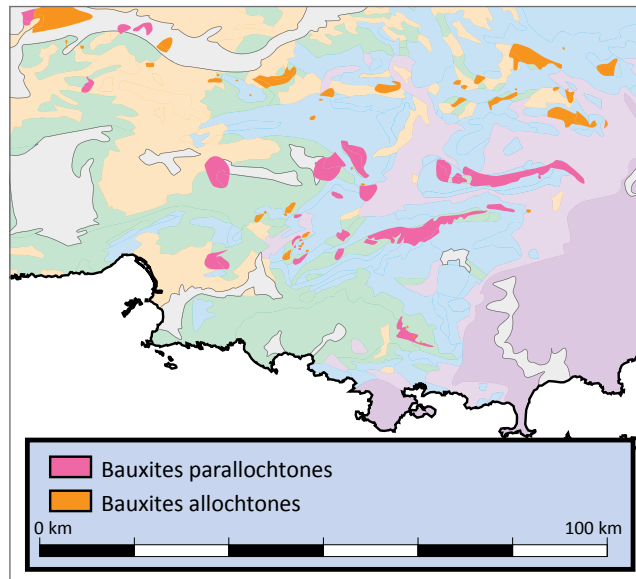
- dans les Alpilles et ponctuellement dans le Var, les bauxites autochtones ont été formées sur place au détriment de marnes aptiennes glauconieuses (premier cas de genèse : autochtone) ;
- dans le Centre-Var, les grands gisements proviennent de l’altération *in situ* d’altérites allochtones (deuxième cas de genèse : parallochtone) ; préalablement altérées en zones hautes, ces roches ont été démantelées et déposées dans les dépressions synclinales où elles subissent une nouvelle altération. 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 ;
- les petites poches des marges occidentale du Var et septentrionale de Provence sont constituées de matériel remanié, altéré avant dépôt (troisième cas de genèse : allochtone).

Des poches d’aramonite sont mentionnées à l’est de Draguignan (Var), au vallon des Tuilières et au bois de Saint-Val. Ce faciès est « fréquemment lité, plus ou moins riche en fragments de bauxite et de calcaires mésozoïques emballés dans une matrice kaolinique, hématitique, parfois quartzreuse et carbonatée » (Toutin-Morin *et al.*, 1994, p. 71). Nous avons pu apprécier les caractéristiques de cette géomatière suite à nos prospections : elle paraît trop riche en silice pour permettre une exploitation des oxy(hydroxy)des de fer.

Il n’y a pas de metabauxites en Provence, mais du diaspore a été mentionné dans les gisements de Brauch-Combecave, situés près du lac de Carcès, sur les communes de Carcès et de Cabasse.

---

63. En Languedoc, certains gisements reposent même sur un mur de l’Hettangien, premier étage du Jurassique inférieur (Alabouvette *et al.*, 1982).



**Figure 37.** *Affleurements des différents faciès de bauxites en Provence (carte J.-V. Pradeau).*

Les ressources bauxitiques italiennes se sont formées au cours du Crétacé inférieur ou supérieur. Elles affleurent en Campanie (Mondillo *et al.*, 2011), en Sardaigne (Oggiano et Mameli, 2001), dans les Abruzzes et dans les Pouilles (Petrascheck, 1989 ; Mongelli et Acquafredda, 1999). Les faciès de Campanie (Caserta, Montese) sont de type parallochtone (Mondillo *et al.*, 2011) ; les autres sont principalement de type allochtone : oolithiques et riches en kaolinite. Ils ont été exploités à Olmedo (Sardaigne), à Spinazzola et à Otranto (Pouilles). Le nord de l'Italie n'offre pas de ressources équivalentes (Compagnoni *et al.*, 2011).

Ces gisements ont été considérés comme trop lointains par rapport à ceux du Var (350 km à vol d'oiseau pour la Sardaigne, 700 km au minimum pour ceux de la péninsule italienne) et n'ont pas été échantillonnés.



## II.5. En résumé

La revue de l'environnement géologique montre qu'en regard d'autres entités géographiques<sup>64</sup>, l'arc liguroprovençal offre une grande variété de gammes de géomatières riches en oxy(hydroxy)des de fer : ocres et oolithes ferrugineuses bien sûr, mais aussi bauxites, grès permien, marcassites oxydées et concrétions issues de l'altération de roches glauconieuses.

Ces différentes géomatières présentent des propriétés pétrologiques (matrice, inclusions, cohérence, habitus, etc.) propres, qui permettent de bien les discriminer entre elles et dans l'espace. Par ailleurs, cette diversité suggère aussi une variabilité des qualités physico-chimiques intrinsèques (couleur, composition, dureté, granulométrie, richesse en chromogène) et, donc, des choix de préparation et des propriétés exploitables.

Par ailleurs, le contexte spatio-culturel considéré témoigne d'une complexification et d'une diversification des chaînes opératoires, des modes d'implantation au sol et des rapports sociaux, à mesure que le mode de vie néolithique s'implante en Méditerranée nord-occidentale. Il s'agira d'appréhender l'impact de cette dynamique sur les systèmes économique et technique des matières colorantes dans toute leur diversité : matières premières sélectionnées, modalités de préparation et d'utilisation, supports décorés.

---

64. L'Australie, la Normandie ou l'aire ardenno-mosane, par exemple, présentent une relative monotonie de géomatières colorantes : des ocres (Jercher *et al.*, 1998) et des oolithes ferrugineuses (Billard *et al.*, 2014 ; Billard *et al.*, sous presse).



# Chapitre III. Pour une méthodologie adaptée aux matières colorantes du Néolithique

*Ces enfants s'étaient procuré quelques petites clefs, et quand la nuit était bien noire, ils essayaient d'ouvrir les cadenas de ces chaînes qui attachent les bateaux à quelque grosse pierre ou à quelque arbre voisin du rivage.*

*Stendhal, la Chartreuse de Parme*

---

## CONTENU DE CE CHAPITRE

Ce troisième chapitre décrit les méthodes et les clefs interprétatives retenues dans le cadre de ce travail pour aborder les documents archéologiques et géologiques.

### **1. Réflexions préliminaires**

La première section rassemble une réflexion terminologique et interprétative sur les vestiges de matières colorantes cohérents (blocs de matière première) et non cohérents (résidus sur support et poudres libres), ainsi que sur les relations qu'ils entretiennent.

### **2. Méthodologie transdisciplinaire, intérêt de croiser les regards**

Dans cette partie, nous présentons le cheminement méthodologique employé dans le cadre de notre travail, en fonction des documents en présence et des problématiques à traiter.

### **3. Premières étapes incontournables pour une vision globale**

Le troisième titre décrit le *modus operandi* des premières étapes obligatoires pour aborder les séries archéologiques : l'inventaire des vestiges, la distinction et la classification des différentes gammes de matière première en présence, indispensables pour établir un échantillonnage représentatif en vue de passer aux étapes suivantes.

### **4. Caractérisation des matériaux/5. Détermination des modes de mise en œuvre des blocs**

Nous présentons dans ces quatrième et cinquième parties les protocoles de préparation ainsi que les principes et les paramètres d'analyse employés pour les différentes méthodes de caractérisation : pétrographie, observation à fort grossissement (MEB), analyses élémentaires et structurales dans le titre 4 ; expérimentation et analyse tracéologique dans le titre 5.



**6. Caractérisation des réseaux d'acquisition/7. Description des modes de préparation/**

**8. Définition des fonctions et usages dévolus aux matières colorantes**

Dans les titres 6, 7 et 8, nous décrivons les différents processus méthodologiques et interprétatifs mis à contribution pour traiter les problématiques liées respectivement (i) à l'acquisition de matières premières colorantes, (ii) à la préparation et à la transformation de ces matières et (iii) à leur utilisation et aux fonctions qui leur sont dévolues.

## III.1. Réflexions préliminaires

### III.1.1. Différents aspects des matières colorantes

Les matières colorantes archéologiques se présentent, suivant leur cohésion macroscopique, sous deux principaux états – cohérent<sup>1</sup> et non cohérent – qui ne sont pas sans effet sur leur potentiel informatif.

Les **restes cohérents** sont les *blocs de matière première*. Semi-transformés ou non, les blocs ont conservé leur structure pétrologique et, en majeure partie, leur composition originelle. Ce type de matériel est généralement présent en grandes quantités en termes de masse et de nombre dans les assemblages archéologiques. Nous avons vu que des moyens d'investigation simples comme l'observation macro- et mésoscopique peuvent fournir, sans aucune préparation préalable, des renseignements d'ordre économique, technique et fonctionnel (cf. titre 2.5. du chapitre premier). La description pétrologique et la caractérisation physico-chimique apportent des précisions à ces premières données et des informations complémentaires (microstructure, composition élémentaire et cristalline).

Les **restes non cohérents** comprennent les poudres colorantes « libres » et les résidus colorés sur mobilier et immobilier. Les *poudres « libres<sup>2</sup> »* peuvent être retrouvées stockées dans des contenants céramiques, osseux ou autres, ainsi que répandues dans les sédiments (cf. titre 2.1. du chapitre premier).

À l'inverse de la poudre dite libre, les *résidus* sont solidaires de leur support, qu'ils aient été déposés volontairement (décoration par exemple) ou non (stockage de poudre dont une partie adhère à la surface du contenant).

Exception faite de leur couleur et de leur répartition sur les supports, les restes non cohérents offrent peu d'information si l'on ne fait pas appel à des préparations et/ou des moyens d'investigation lourds : microscopie électronique, analyses élémentaires et structurales. Par ailleurs, l'enchaînement des modes de préparation constitue une succession d'étapes qui altèrent au fur et à mesure les indices de la géomatière originelle et des actions techniques précédentes (figure 38). Chaque nouvelle étape entraîne donc la perte d'informations sur les états antérieurs.

Concentrer la recherche d'information sur les segments terminaux de la chaîne opératoire que sont les restes non cohérents représente donc un défi analytique et interprétatif, qu'il est possible de réduire en traçant progressivement toutes les étapes à partir de la matière première.

### III.1.2. Relations entre matières colorantes cohérentes et non cohérentes

Caractériser les restes non cohérents (résidus issus de la préparation ou de l'utilisation) et les comparer entre eux pour reconstituer le système technique est une tâche complexe, *a fortiori* quand

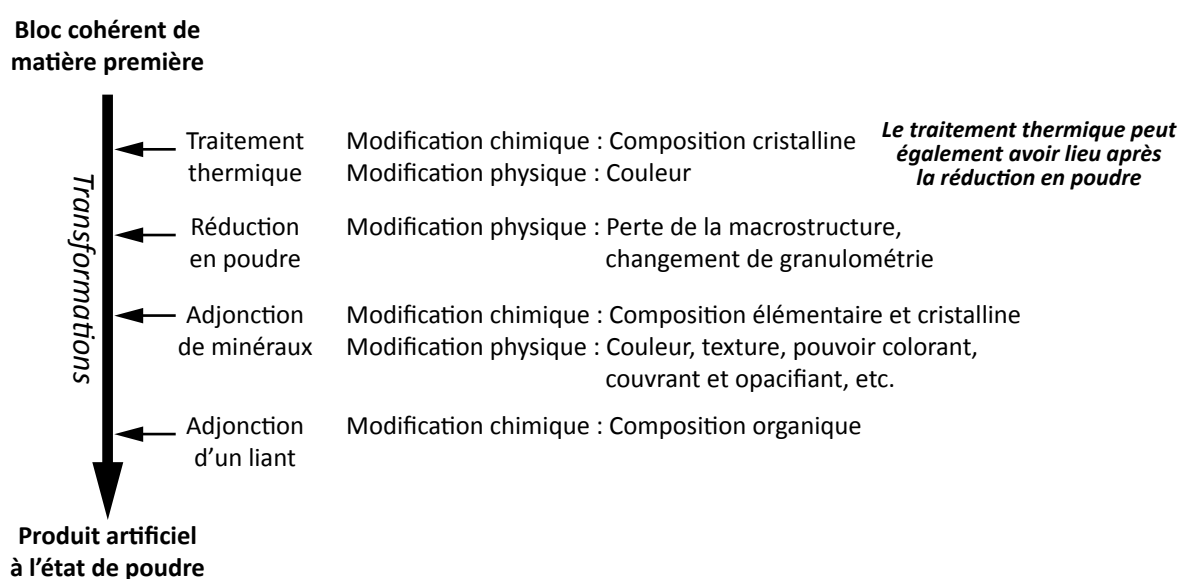
---

1. Cf. glossaire : « cohésion ».

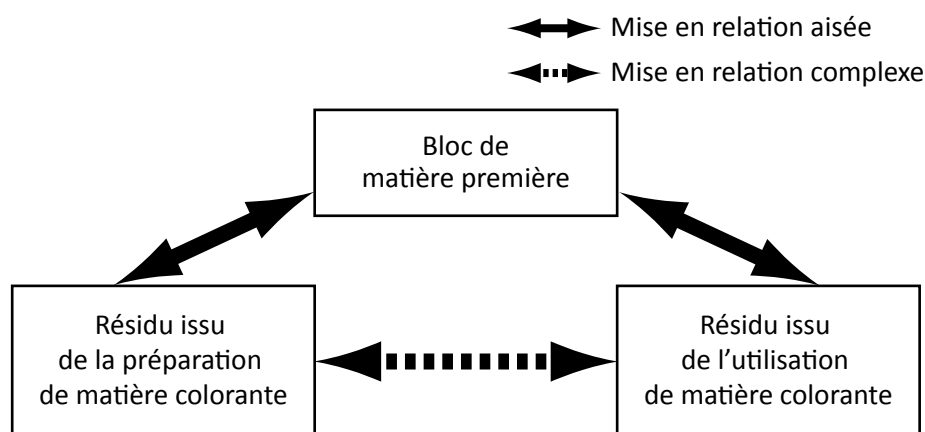
2. Certaines poudres retrouvées dans les sédiments peuvent avoir été à l'origine déposées sur un support non conservé – peau, bois ou autre ; mais les problèmes d'étude posés par ce matériel s'apparentent à celui des poudres « libres ».

diverses ressources sont exploitées ; l’observation à l’œil nu et sous loupe binoculaire sont quasiment inopérantes pour discriminer les matières premières qui constituent les poudres et les résidus<sup>3</sup>.

Là aussi, la prise en considération des blocs de matière première permet de contourner les obstacles. Une fois les gammes de matière première distinguées à l’échelle macroscopique, il est possible de rechercher pour chacune d’elles une signature pétrologique et/ou chimique fiable et discriminante, non modifiée au cours des différentes étapes de transformations possibles : présence/absence d’une phase structurale ou d’un élément chimique précis, rapport d’éléments traces associés au fer, etc. (Beck *et al.*, 2011 ; Salomon *et al.*, 2014). Cette signature peut ensuite être recherchée sur les résidus et les épandages de poudre attribuables à la préparation et à l’utilisation, pour renseigner respectivement le mode de transformation et les fonctions dévolues à chaque gamme (figure 39).



**Figure 38.** *Modifications physico-chimiques impliquées par les différentes actions techniques susceptibles d’être appliquées à un bloc de matière colorante.*

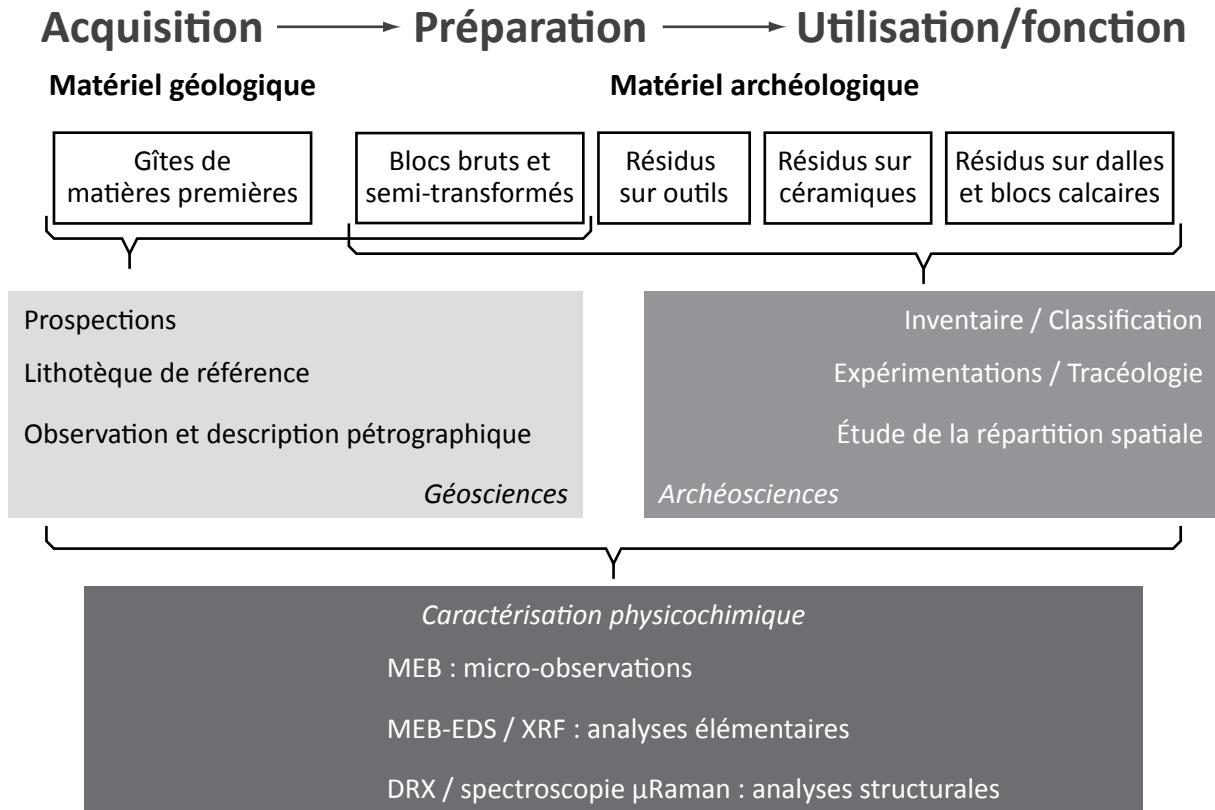


**Figure 39.** *Schémas des relations qui existent entre les différents types de vestiges de matière colorante.*

3. Une fois broyées, une hématite oolithique et une hématite provenant d’une marcassite oxydée donneront une poudre rouge sans caractère macroscopique distinctif entre elles.

### III.2. Méthodologie transdisciplinaire, intérêt de croiser les regards

La pluralité des problématiques et la diversité qualitative et quantitative du matériel pris en compte pour les traiter ne peuvent être abordées sans faire appel à des méthodes relevant de différents champs disciplinaires (figure 40).



**Figure 40.** *Méthodologie générale : vestiges et disciplines sollicités pour renseigner les différents segments de la chaîne opératoire des matières colorantes.*

Ainsi, les différentes approches des archéosciences, appliquées à l'ensemble du matériel archéologique, permettent d'apprécier la gestion anthropique des matières colorantes à l'échelle inter- et intra-sites.

Les méthodes issues des géosciences\* sont quant à elles mises à contribution pour replacer ces données anthropiques dans une perspective environnementale. Cette étape repose sur la confrontation des géomatières archéologiques avec une lithothèque de référence adaptée.

La caractérisation physicochimique fine des matériaux est exploitée pour, d'une part, extraire de l'information à l'échelle micro- et nanométrique et, d'autre part, mettre en relation les différentes gammes de matériaux géologiques et archéologiques.

La combinaison des différentes échelles d'étude permet de faire le lien entre les propriétés appréciables à l'œil nu et les caractères microscopiques qui en sont à l'origine (figure 41).

Échelle	Observations	Apports analytiques
cm	Macroscopiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inventaire, classification</li><li>• Étude de la répartition spatiale</li><li>• Propriétés physiques</li></ul>
mm	Mésoscopiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Macrostructure</li><li>• Minéraux en présence</li><li>• Propriétés physiques</li></ul>
μm	Microscopiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Microstructure</li><li>• Morphologie des cristaux</li><li>• Évaluation de l'homogénéité</li></ul>

**Figure 41.** *Différentes échelles d'observation et apports de chacune d'elles.*

### III.3. Premières étapes incontournables pour une vision globale

Fréquemment évoquées dans les rapports de fouille et les monographies, les matières colorantes ne bénéficient que rarement d'une description aussi claire et précise que celle des autres gammes de matériel archéologique. Dès lors, il est difficile d'évaluer leur contribution aux assemblages et la pertinence des échantillonnages réalisés dans les études thématiques.

Les premières étapes de l'étude ont donc consisté à cerner la variabilité, d'un point de vue qualitatif et quantitatif, des deux séries de matières colorantes, objets de nos recherches.

#### III.3.1. Inventaire et classification

##### III.3.1.1. Inventaire de l'ensemble du matériel

Un inventaire exhaustif du matériel archéologique (blocs de matière première, macro-outillage, céramique, etc.) a été mené à l'œil nu et sous loupe binoculaire, dans le but de recenser l'ensemble des matières colorantes (restes cohérents et incohérents). Seuls les refus de tamis les plus petits n'ont pas été pris en compte, en raison de la confusion possible entre géomatères colorantes et terre cuite pour de si petites surfaces d'observation.

Chaque objet archéologique inventorié a reçu un numéro d'inventaire unique noté « JVP-[acronyme du site<sup>4</sup>]-[type de matériel]-[numéro unique] » (tableau 13), par exemple, « JVP-AP-Bloc-1200 » ou bien « JVP-VG-Céram-24 ».

Certains fragments de matière première, retrouvés « en connexion » lors de la fouille, ont pu être prélevés et côtés ensemble, en un unique lot. Ils ont reçu un unique numéro d'inventaire, pour faciliter les interactions et les compilations avec la base de données déjà existante pour chaque site ; le nombre de fragments par lot est cependant précisé et pris en considération pour chaque étape ultérieure.

Au cours de l'observation des blocs, plusieurs propriétés physiques et informations pétrologiques ont été renseignées de manière systématique, par la mise en place d'une grille de lecture adaptée à chaque corpus (tableau 14). Les caractéristiques relevées sont :

- La couleur ou les couleurs du bloc : rouge, rouge lie-de-vin, orangé, brun, bicolore rouge et brun, bicolore rouge et jaune, jaune, jaune-brun, noir, bleu<sup>5</sup> ;

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
<b>AP</b>	Site : Castellar – Pendimoun
<b>VG</b>	Site : Nice – Giribaldi
<b>Bloc</b>	Matériel : blocs et fragments de matière première
<b>Céram</b>	Matériel : résidus sur tesson céramique
<b>Meul</b>	Matériel : résidus sur outil (actif ou passif)
<b>Galet</b>	Matériel : résidus sur galet (moins de 10 cm)
<b>Autre</b>	Matériel : autre gamme de matériel archéologique (bloc peint par exemple)

**Tableau 13.** Signification des acronymes et des abréviations employés dans la numérotation d'inventaire.

4. AP pour « Abri Pendimoun » ou bien VG pour « Villa Giribaldi ».

5. La charte Munsell est l'outil le plus répandu pour évaluer et qualifier la teinte des sols (Collectif, 1975). Elle n'a pas été employée dans ce travail car la teinte des blocs de matière colorante est rarement assez uniforme pour entrer dans une case précise de la codification très stricte de la charte. Son usage aurait entraîné la l'emploi de dizaines de références de teintes différentes (de fait, toutes celles présentant une pureté, ou *chroma*, 3 à 8 sur les pages 10R, 2.5YR, 5YR, 7.5YR, 10YR et 2.5 YR). Dans un souci de clarté, nous avons privilégié les descriptifs simples.

<b>Caractéristique</b>	<b>Appréciation</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Critères</b>
<b>Couleur</b>	Observations macro et mésoscopique	Rouge	
		Rouge lie-de-vin	
		Orangé	
		Brun	
		Rouge et brun	
		Rouge et jaune	
		Jaune	
		Jaune-brun	
		Noir	
<b>Concentration en chromogène</b>	Test empirique	Faible	Ne colore pas par contact
		Moyenne	Colore la peau ou tout autre support par contact
		Forte	La peau colorée colore à son tour par simple contact
<b>Dimensions</b>	Observation macroscopique	T1	Inférieures à 5 mm
		T2	Entre 5 et 10 mm
		T3	Entre 10 et 30 mm
		T4	Supérieures à 30 mm
<b>Dureté (Mohs)</b>	Test empirique	1	Friable
		2	Rayable à l'ongle
		3 et +	Non rayable à l'ongle
<b>Masse</b>	Balance de précision	Mesure à 0,1 mg près	
<b>Granulométrie</b>	Observation mésoscopique	Lutite	Inférieure à 1/16 mm
		Arénite fine	Entre 1/16 et 0,5 mm
		Arénite-Rudite	Supérieur à 0,5 mm
<b>Matrice – homogénéité</b>	Observation mésoscopique	Homogène	
		Hétérogène	
<b>Structure</b>	Observation mésoscopique	Massive	
		Litée	
		Caverneuse	
		Radiale	
		Hétérogène	
<b>Inclusions</b>	Observation mésoscopique	Calcite	
		Muscovite/biotite	
		Quartz	
		Feldspath	
		Glauconite	
		Etc.	
<b>Minéralisations métalliques remarquables</b>	Observation mésoscopique	Oolithes	
		Pisolithes	
		Octaédres	
		Filons bien cristallisés	
		Inclusions noires (ox. de Mn)	
		Etc.	

**Tableau 14.** Grille synthétique de lecture des blocs de matière première : caractéristiques renseignées, mode d'appréciation de celles-ci, liste fermée ou non de valeurs pour chacune d'elles.



- Les propriétés colorantes de la géomatière : cette caractéristique est évaluée lors de la manipulation du bloc. Elle est liée à plusieurs facteurs (richesse en chromogène, état de cristallinité de celui-ci, etc.) et peut être faible (ne colore pas par contact), moyenne (colore abondamment la peau ou tout autre support par contact) ou forte (la peau colorée colore abondamment à son tour par simple contact) ;
- Les dimensions (ou calibre) : l'expérience montre qu'en dessous de 5 mm, la manipulation des blocs n'est plus possible. Quatre catégories de dimensions ont été retenues : T1 < 5 mm < T2 < 10 mm < T3 < 30 mm < T4 ;
- Le degré de dureté<sup>6</sup> : exprimé sur l'échelle de Mohs, il est évalué à l'ongle sur la surface de blocs-tests sélectionnés (petits fragments au sein de lots, blocs portant des stigmates de fouilles) pour limiter l'impact invasif sur le corpus archéologique. Un degré de dureté 1 implique que le bloc est aisément pulvérisable entre deux doigts. Un bloc de dureté 2 peut fournir une poudre colorante par contact, mais devra préférentiellement être frotté sur un support plus dur pour fournir de la matière. La catégorie de dureté « 3 et + » nécessite un traitement à l'aide d'outils adaptés ;
- La masse des fragments ou des lots : elle est mesurée à 0,1 mg près à l'aide d'une balance de précision Denver Instrument APX-200 ;
- La granulométrie : elle a été évaluée en s'appuyant sur la classification internationale (tableau 15) : lutite<sup>7</sup>, arénite fine<sup>8</sup>, arénite-rudite<sup>9</sup>. La classe des arénites comprend normalement les grains de 62,5 µm à 2 mm. Un intervalle intermédiaire a été fixé à 0,5 mm pour mieux tenir compte de la variabilité du matériel géologique pris en considération dans cette étude ;
- La matrice : homogène ou hétérogène, en termes de composition, de couleur, de cohésion, etc. ;
- La structure à l'échelle pétrographique<sup>10</sup>, ou habitus : cette caractéristique décrit l'arrangement des minéraux, la géométrie des joints de grains. Elle est massive, litée, caverneuse, radiale ou hétérogène ;
- Enfin, les différentes espèces minérales observées sont relevées. Elles comprennent les inclusions de carbonates (calcite) et de silicates (quartz, muscovite, feldspath, glauconite), qu'elles soient détritiques ou authigènes, et les minéralisations métalliques remarquables (oolithe, pisolithe, marcassite, petits filons bien cristallisés).

---

6. On mesure ici le degré de dureté non pas d'un minéral mais d'une roche. Le degré de dureté d'une roche représente sa résistance à l'usure, qui se fait surtout par arrachement de grain (Foucault et Raoult, 2010). C'est pour cette raison qu'un grès composé de grains de quartz (degré de dureté 7) peut se révéler tendre (degré de dureté 1 ou 2).

7. Du latin *lutum* : boue. Certains auteurs emploient « lutite » pour désigner les roches meubles et « pélite » pour les roches consolidées (Foucault et Raoult, 2010). Le terme « lutite » est employé ici au sens granulométrique *stricto sensu*. Une roche entrant dans cette catégorie granulométrique est une argilite (inférieure à 1/256 mm ou 3,9 µm) ou une siltite (entre 1/256 et 1/16 mm).

8. Du latin *arena* : sable. Selon la même remarque que la note précédente, le terme « arénite » est ici dépourvu de la connotation pétrologique de certains auteurs (proportion de ciment inférieure à 15 %). La classe des arénites comprend normalement les grains de 62,5 µm à 2 mm. Sa borne supérieure est fixée ici à 0,5 mm pour mieux tenir compte de la variabilité des collections étudiées.

9. La classe granulométrique qui vient normalement au-delà des arénites est celle des rudites (du latin *rudus* : gravats). Sa borne inférieure est fixée à 2 mm.

10. Parfois appelée « fabriqué » ou « pétrofabrique » (Foucault et Raoult, 2010).

<i>Classe</i>	<i>Borne (mm)</i>	<i>SI</i>	<i>Roche</i>
<b>Arénite- rudite</b>	20	Rudite	Gravier, conglomérat
		-----	
<b>Arénite fine</b>	0,5	Arénite	Sable, arénite, grès
		-----	
<b>Lutite</b>	1/16	-----	
		Lutite	Siltite
1/256	Argilite		

**Tableau 15.** *Granulométrie employée (à gauche), bornes en millimètres, équivalent dans le système international (SI) et nom des roches.*

Une grille de description similaire a été mise en place pour les résidus sur objets (outils, céramiques, blocs peints, autres). Plusieurs informations ont été compilées (tableau 16) :

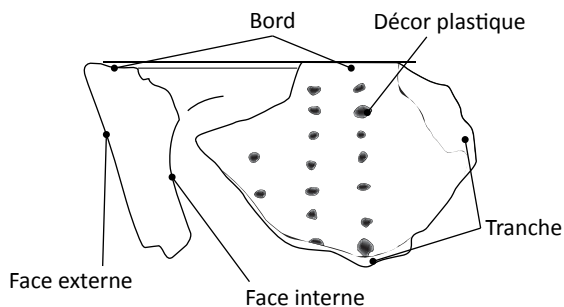
- la couleur des résidus : rouge, rouge lie-de-vin, orangé, brun, bicolore rouge et jaune, jaune ;
- la quantité relative de matière colorante conservée, selon trois degrés : degré 1, le repérage des résidus n'est possible que sous loupe binoculaire ; degré 2, une ou deux occurrences peuvent être repérées à l'œil nu ; degré 3, de nombreuses occurrences sont visibles à l'œil nu. Dans ce dernier cas, les prélèvements et les analyses *in situ* sont facilités ;
- la répartition des résidus. Pour les céramiques, les différents lieux de répartition sont le bord, la tranche, dans le décor plastique, sur la face interne ou externe (figure 42) ; pour les outils de préparation, les résidus peuvent être présents sur une surface<sup>11</sup> de travail ou autre ;
- pour les résidus sur céramique, l'état de la matière colorante : poudre, grain, peinture, pâte ;
- pour les résidus sur céramique, le type de décor, s'il y en a un : imprimé, gravé, excisé, etc.
- pour les résidus sur outil, le fonctionnement\* de l'outil : actif ou passif ;
- pour les résidus sur outil, la fonction de l'outil support est renseignée, suivant l'évaluation de Caroline Hamon (Hamon, 2006, p. 31-33) : broyeur, table de broyage, concasseur à cupule, polissoir, etc.
- pour les résidus sur petits galets à extrémités usées (Bonilauri, 2001 ; cf. titres 1.2.4. du quatrième chapitre), nous avons repris la terminologie développée par Stéphanie Bonilauri en la complétant (Bonilauri, 2001, p. 4). Les qualificatifs « distal » et « proximal » sont ainsi employés pour désigner les extrémités et leur abord immédiat, en considérant que le pôle distal est celui qui est usé, ou le plus usé dans le cas de galets à double usure. Si les résidus ne se trouvent pas aux extrémités, on adopte une localisation verticale (par zone) et horizontale (par aire). Dans le sens de la longueur, chaque galet est divisé en trois zones équidistantes : « zone proximale », « zone médiane » et « zone distale ». On ajoute à chacune de ces zones un qualificatif suivant si le résidu se trouve sur une face ou un bord (respectivement les

11. Selon la terminologie de Caroline Hamon, on distinguera les termes *face* et *surface*, « soit les face d'un outil et la surface de travail. Les dimensions de la surface de travail peuvent parfois correspondre à celles de la face de l'outil » (Hamon, 2006, p. 27).

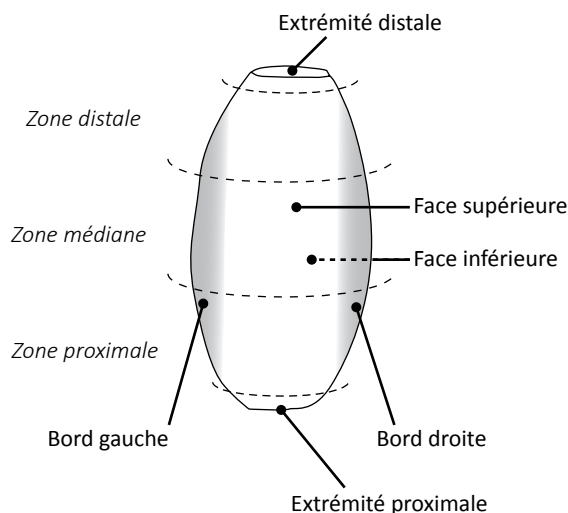
aires les plus grandes ou les plus étroites) : la face marquée est dite « inférieure », l'autre est « supérieure » ; les bords « gauche » et « droite » sont désignés ainsi selon la terminologie en vigueur en technologie lithique – le bord est qualifié en tenant le galet face supérieure face à soi et extrémité proximale vers le bas (figure 43).

<b>Caractéristiques</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Critères</b>
<b>Couleur</b>	Rouge	
	Lie-de-vin	
	Orangé	
	Jaune	
	Brun	
	Noir	
	Blanc	
<b>Quantité</b>	1	Repérage à la loupe binoculaire uniquement
	2	Une ou deux occurrences repérées à l'œil nu
	3	Nombreuses occurrences aisément repérées à l'œil nu
<b>Résidu sur céramique – état</b>	Poudre	
	Grain	
	Peinture	
	Pâte	
<b>Céramique – interface</b>	Dans la pâte	
	Inclusion superficielle	
	Sur la pâte	
<b>Céramique – répartition</b>	Face interne	
	Face externe	
	Bord	
	Dans décor plastique	
	Tranche	
<b>Céramique – décor plastique</b>	Imprimé	
	Gravé	
	Excisé	
<b>Outil – fonction</b>	Broyeur, table de broyage, etc.	Évaluation Caroline Hamon
<b>Outil – fonctionnement</b>	Actif	
	Passif	
<b>Outil – répartition</b>	Surface active	
	Autre	
<b>Galet – répartition</b>	-	Pour détail, cf. titre 4.4.3. du quatrième chapitre

**Tableau 16.** Grille synthétique de lecture des résidus sur céramique ou outil : caractéristiques renseignées, liste fermée ou non de valeurs pour chacune d'elles.



**Figure 42.** Détermination de la répartition spatiale des résidus sur céramique (Dessin Didier Binder, DAO Sabine Sorin, modifié).



**Figure 43.** Détermination de la répartition spatiale des résidus sur galet à usures.

### III.3.1.2. Classification des blocs de matière première

Les différentes caractéristiques physiques et pétrologiques relevées sur les blocs permettent d'identifier les grandes **classes** (ou **gammes**) de géomatières présentes au sein de chaque corpus.

Cette classification s'appuie sur un faisceau de critères pertinents, qui permettent de définir plusieurs gammes de géomatières et de les distinguer entre elles.

Le nombre et le type de critères suffisants peut varier d'une classe à l'autre (tableau 17). Par exemple, en se fondant uniquement sur l'observation macro- et mésoscopique, une bauxite peut être identifiée par sa structure massive et sa matrice très finement cristallisée et peu dure, qui englobe des pisolithes ferrugineux. Un bloc de marcassite présente généralement un degré de dureté important et une structure radiale typique. La couleur est un critère rarement pertinent pour l'élaboration d'une classification à caractère économique, car la nature des oxy(hydroxy)des de fer peut être tributaire d'une action technique (traitement thermique de géomatière riche en goéthite).

L'homogénéité de chaque classe est variable et liée à celle de chaque type de roche. Ainsi, les altérites de calcaire glauconieux présentent souvent une plus grande hétérogénéité de faciès que les blocs de marcassite ou les calcaires à oolithes ferrugineuses.

Les individus qui ne correspondent à aucune des gammes sont rassemblés dans une catégorie « divers ».

<i>Géomatériau</i>	<i>Dureté</i>	<i>Granulométrie</i>	<i>Matrice</i>	<i>Structure</i>	<i>Inclusions</i>	<i>Minéralisations ferrugineuses</i>
<b>Grès du Permien</b>	1-2	Lutite	Homogène	Massive	Quartz	
		Arénite fine	Hétérogène	Caverneuse	Muscovite	
		Arénite-rudite		Litée Hétérogène		
<b>Calcaire glauconieux altéré</b>	1-3+	Lutite	Homogène	Massive	Glauconie	Concrétions, filons bien cristallisés
		Arénite fine	Hétérogène	Caverneuse	Calcite	
		Arénite-rudite		Litée Hétérogène	Phosphates	
<b>Ocre du Médio-Crétacé</b>	1-2	Lutite	Homogène	Massive	Quartz	
		Arénite fine			Glauconie	
		Arénite-rudite				
<b>Calcaire à oolites ferrugineuses</b>	3+	Arénite fine	Homogène	Massive	Calcite	Oolites
		Arénite-rudite		Hétérogène		
<b>Nodule de marcassite oxydée</b>	3+	Lutite	Homogène	Radiale		Marcassite
<b>Bauxite</b>	2-3+	Lutite	Homogène	Massive	Quartz	Pisolites
					Calcite	

**Tableau 17.** Exposé synthétique des caractéristiques des grandes gammes de matières premières régionales ; en souligné, les critères déterminants qui permettent de les distinguer entre elles.

### III.3.2. Vision globale de la répartition quantitative et spatiale

La classification des matières premières, associée aux coordonnées spatiales de chaque individu ou lot, permet d'apprécier l'homogénéité ou la distribution spatiale des différentes gammes de matière colorante.

La précision des coordonnées spatiales dépend des stratégies de fouille mises en œuvre. Sur le plan horizontal, elle peut correspondre à la position précise au centimètre près, ou au prélèvement par mètre-carré ou quart de mètre-carré. La précision verticale varie aussi en fonction du mode de relevé (pièce par pièce ou par décapage).

À l'échelle du site, l'étude diachronique (ou « verticale ») qualitative et quantitative met en exergue l'évolution du spectre de matières colorantes exploitées en fonction du statut culturel et fonctionnel des occupations.

L'étude « horizontale » de la répartition spatiale permet, quant à elle, d'identifier des concentrations ou bien des lacunes des différents types de matière colorante : blocs, sédiments colorés, outils maculés, céramiques décorées, etc. La prise en compte de l'ensemble de ces témoins, confrontés à ceux d'autres activités associées (travail des peaux, production céramique, activités funéraires par exemple), doit permettre d'appréhender l'organisation spatiale des activités et de contribuer à la compréhension du statut des sites.

### **III.3.3. Vers un échantillonnage raisonné**

En termes de coût et de temps, la caractérisation physico-chimique des matériaux ne peut pas être exhaustivement appliquée à des corpus de grande ampleur (centaines à milliers d’individus). La représentativité des échantillons analysés est donc un enjeu primordial pour extrapoler les résultats obtenus à l’ensemble des séries.

Suite à la reconnaissance de la contribution de chaque gamme de matériel et de chaque classe de matière première à l’assemblage, il est possible de mettre en place un échantillonnage adapté aux problématiques traitées. La sélection des échantillons doit aussi tenir compte de l’aspect invasif et/ou destructif de la préparation et de l’analyse. Les individus retenus pour la préparation et les analyses doivent répondre à plusieurs critères :

- provenir d’un contexte archéologique bien défini ;
- être représentatifs du matériel qu’ils permettent de caractériser.

Les blocs de matière première sélectionnés pour être préparés doivent répondre à des conditions supplémentaires :

- ne pas porter de traces d’utilisation de type facette, strie, etc. ;
- être suffisamment volumineux pour qu’une fraction en soit conservée, à titre de fragment témoin.

## III.4. Caractérisation des matériaux

### III.4.1. Préparation des échantillons

#### III.4.1.1. Considérations préliminaires

Les oxy(hydroxy)des de fer, principaux chromogènes présents dans la région considérée (cf. titre 4.2. du deuxième chapitre), sont opaques. Cette propriété leur confère un pouvoir couvrant et opacifiant important, mais restreint aussi les apports de l'observation par lumière transmise en pétrographie. Pour cette raison, la préparation de sections polies a été privilégiée à celle de lames minces, plus longue et fastidieuse.

Les blocs – de même que les résidus sur tesson ou autre – sélectionnés pour la préparation et les investigations physico-chimiques répondent à plusieurs critères. Nous avons privilégié les individus bien représentatifs de la gamme de matière colorante ou du type de résidu à décrire mais aussi, dans certains cas explicités, ceux qui permettraient de documenter des aspects particuliers. Le nombre d'échantillons analysés varie en fonction de l'homogénéité des gammes caractérisées. En moyenne, les blocs sélectionnés ont au départ un volume minimal de 1 cm<sup>3</sup>. Un fragment correspondant à un tiers de ce volume initial est conservé à titre de témoin, un fragment équivalent est préparé en section polie (cf. infra titre 4.1.1. de ce chapitre), le dernier tiers est réduit en poudre (cf. infra titre 4.1.2. de ce chapitre).

La préparation de sections polies et de poudres a un impact invasif<sup>12</sup> important sur les blocs préparés : fragmentation, induration irréversible, sciage et polissage pour les premières, broyage pour les secondes. Elle permet cependant d'obtenir des supports durables et aisément manipulables pour diverses analyses non destructives. Les sections polies, comme les poudres, peuvent être facilement conservées sur le long terme pour constituer une « échantillothèque » et être reprises au gré des avancées théoriques, techniques et méthodologiques.

Pour atténuer la perte définitive d'informations suite à la préparation des échantillons, chaque bloc sélectionné est préalablement photographié sous plusieurs angles.

#### III.4.1.2. Préparation des sections polies

Les fragments de bloc sont placés dans des moules cubiques de 19 mm de côté (soit un volume de 6,9 ml environ) et indurés à froid et sous vide, avec une résine époxyde Araldite AY 103.

12. Les caractères invasif et destructif d'une préparation ou d'une analyse sont deux notions à ne pas confondre.

Le caractère **invasif** d'une action est lié au degré d'altération irrémédiable de la morphologie et/ou de la nature intrinsèque de l'échantillon. Cette altération peut avoir lieu à une échelle indétectable à l'œil nu (**micro-invasif**). Le broyage est invasif ; l'ablation par laser est micro-invasive.

Une méthode d'analyse est qualifiée de **destructive** quand l'échantillon analysé, quel que soit son volume ou sa masse, est irrémédiablement détruit lors de l'analyse et ne peut pas faire l'objet d'une nouvelle mesure. La datation radiocarbone et l'ICP-MS sont destructives. Dans une certaine mesure, la DRX est destructive, car si elle permet un nombre infini d'analyses structurales sur un même échantillon, le réarrangement électronique induit implique qu'il est impossible de faire une mesure de luminescence (TL ou OSL) après la première exposition aux rayons X.

Une technique peut être invasive mais non destructive – l'échantillon est altéré mais récupéré à la fin et peut à nouveau être analysé (DRX sur poudre), ou bien réciproquement, destructive et seulement micro-invasive (LA-ICP-MS par exemple).



Une tranche est faite par sciage des cubes obtenus. Pour les échantillons poreux et peu cohérents, Une induration par application de résine époxyde sur la section est parfois nécessaire pour consolider la structure et « combler la porosité ». Cette opération peut être répétée une à deux fois.

La section est ensuite polie sur des disques de carbure de silicium de trois granulométries : P600, P1200, puis P2500, avec un passage de 2 fois 30 minutes au bain à ultrasons après chaque opération.

Malgré l’induration, certaines géomatières ou fractions de géomatières restent pulvérulentes et se désagrègent lors des étapes de polissage ou de bain aux ultrasons. Dans ce cas, le polissage a été limité à la granulométrie P600 ou P1200. À fort grossissement, la section polie des blocs concernés peut présenter par endroits une surface striée (polissage non abouti) ou au relief granuleux (arrachement ou désagrégation au cours du polissage/bain à ultrasons). Ces imperfections ne constituent pas un biais majeur pour les analyses et l’interprétation des observations.

### III.4.1.3. Préparation de poudres

Pour limiter les pollutions, les portions sélectionnées pour la préparation de poudre sont tout d’abord débarrassées de leur partie externe, qui comprend parfois un peu de sédiment, à l’aide d’un scalpel.

Les fragments sont ensuite broyés dans un mortier en agate, jusqu’à fournir une poudre à la consistance de farine. Pour les analyses par diffraction des rayons X, une portion de poudre est déposée sur une lame de verre avec un peu d’eau distillée. Cette méthode a été privilégiée au godet, car elle favorise la détection des argiles.

### III.4.2. Analyse pétrographique des géomatériaux

La pétrographie est la discipline consistant à décrire la composition des roches. En déterminant la composition en minéraux, leurs caractéristiques (mélange, évolution) et leur agencement, on peut ainsi documenter les processus de genèse et d’évolution des roches (Foucault et Raoul, 2010). Non destructive, cette méthode se fonde sur les propriétés optiques des minéraux, généralement observés par lumière transmise naturelle ou polarisée à travers une tranche de roche épaisse de 30  $\mu\text{m}$  (Kerr, 1959).

Du fait de l’opacité des oxy(hydroxy)des de fer, la description des roches a principalement été réalisée par observations sous loupe binoculaire, en lumière réfléchie. La totalité des blocs archéologiques a été observée en surface ou sur cassures lors de l’inventaire. Les blocs archéologiques et géologiques préparés en section polie ont aussi été décrits. Une charte d’abondance est utilisée pour évaluer la quantité des inclusions fréquentes comme les pisolithes (figure 44).

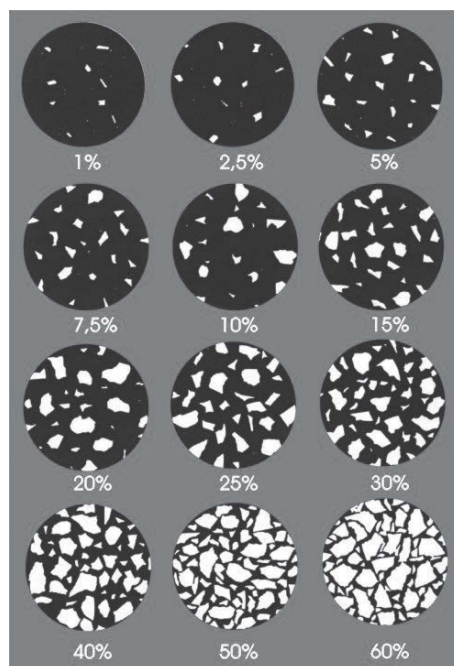
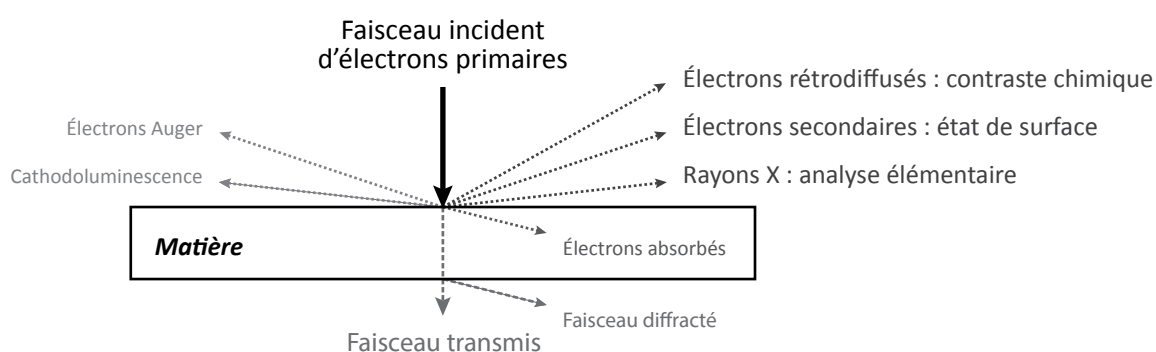


Figure 44. Charte d’abondance employée.

### III.4.3. Observations à fort grossissement

La microscopie électronique à balayage (MEB ou SEM, pour *Scanning Electron Microscopy*), non invasive et non destructive, permet de documenter par observations à l'échelle micrométrique l'état de surface, la microstructure et la morphologie et l'homogénéité des cristaux. De plus, il est possible de coupler un système d'analyse pour obtenir la composition élémentaire des constituants observés (cf. *infra* titre 4.4.1. de ce chapitre).

Le principe fondamental de la microscopie électronique (Eberhart, 1989 ; Brisset, 2008) réside dans l'interaction d'un faisceau d'électrons dits primaires avec quelques  $\mu\text{m}^3$  de l'échantillon (figure 45). Il en résulte, entre autres, la rétrodiffusion d'une partie des électrons primaires, l'émission d'électrons secondaires, ou encore de rayons X (sollicités pour l'analyse élémentaire, cf. titre 4.4.1. de ce chapitre).



**Figure 45.** Phénomènes produits lors de l'interaction matière-faisceau d'électrons et applications analytiques.

Chacune des résultantes de l'interaction faisceau/matière est porteuse d'une information spécifique, récupérée par un capteur adapté et traitée pour fournir une image interprétable, en niveaux de gris. Les principaux modes d'imagerie sont les suivants :

- l'imagerie en électrons secondaires qui s'appuie sur les particules émises depuis la surface de l'échantillon (environ 10 nm de profondeur) ; elle présente le **contraste topographique** (*i.e.* le relief) de la surface visualisée ;
- l'imagerie en électrons rétrodiffusés qui est obtenue à partir des électrons primaires qui ont pénétré dans l'échantillon (jusqu'à une profondeur de 300 nm environ), mais ont été renvoyés par la densité du nuage électronique des atomes constituant celui-ci ; l'intensité de la rétrodiffusion augmente avec le numéro atomique des éléments balayés (*i.e.* un milieu riche en éléments lourds est plus clair qu'un autre composé d'atomes légers). On peut ainsi visualiser le **contraste chimique**, pour apprécier l'homogénéité de composition.

Il est possible de combiner ces deux modes sur une même image.

Les observations en microscopie électronique à balayage ont été effectuées à l'IRAMAT-CRP2A, CNRS – Université Bordeaux Montaigne, sous la direction de Yannick Lefrais.

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 échantillons observés par microscopie électronique à balayage sont le plus souvent préparés en section polie, mais des investigations préliminaires ont été menées sur des cassures fraîches de blocs archéologiques. Le dépôt d'une couche conductrice (carbone, argent ou or) n'étant pas indispensable, aucun traitement de surface n'a mis en œuvre afin de limiter l'aspect invasif.

### **III.4.4. Composition chimique**

#### *III.4.4.1. Analyses élémentaires*

L'analyse élémentaire permet de connaître la composition chimique d'un composé en éléments majeurs (dont la teneur est supérieure à 1 %), mineurs (teneur comprise entre 1 et 0,1 %) et traces (dont la teneur est inférieure à 0,1 %).

##### *III.4.4.1.1. MEB-EDS*

L'analyse par dispersion d'énergie (ou EDS pour *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*) est couplée au MEB (d'où l'acronyme MEB-EDS) ; elle exploite les rayons X émis lors de l'interaction entre le faisceau d'électrons et les éléments composant l'échantillon analysé. En effet, l'émission d'électrons par les atomes constitutifs de la surface balayée entraîne un réarrangement du cortège électronique. La relaxation d'électrons changeant de couche produit des rayons X d'énergie bien définie, laquelle est caractéristique de l'élément chimique et de la couche électronique atteinte.

Cette méthode permet de connaître la composition élémentaire qualitative et quantitative ponctuellement ou sur une aire définie par le manipulateur. Il est aussi possible d'établir des cartes de répartition des éléments chimiques, pour révéler des corrélations et avoir une idée des composés en présence. Il est à noter que pour les éléments les plus légers (comme le carbone), la concentration mesurée est sous-estimée. La sensibilité de la méthode ne permet pas de détecter les éléments traces.

Pour notre étude, les analyses élémentaires sont effectuées sur section polie pour la plupart des blocs archéologiques et géologiques et directement, sans préparation, sur les objets pour les autres gammes de matériels (résidus sur outils ou tessons, rares blocs archéologiques lors d'investigations préliminaires). Elles sont donc semi-quantitatives et requièrent de rester prudent dans les comparaisons entre différentes acquisitions. Par exemple, les possibles différences entre les résultats issus des cassures fraîches et ceux des sections polies peuvent trouver leur origine dans la contribution du sédiment.

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 ( $Z = 5$ ). La distance de travail est de 8 millimètres. Les résultats sont traités avec le logiciel Inca : ils sont présentés en pourcentages atomiques, exprimés en oxydes et normalisés à 100 %.

### III.4.4.2. Analyses structurales

L'analyse structurale permet de caractériser la composition moléculaire, c'est-à-dire la manière dont les atomes, identifiés par analyse élémentaire, sont structurés entre eux. Pour exemple, l'hématite et la magnétite ont une composition élémentaire proche (fer et oxygène). L'analyse structurale permet de les différencier.

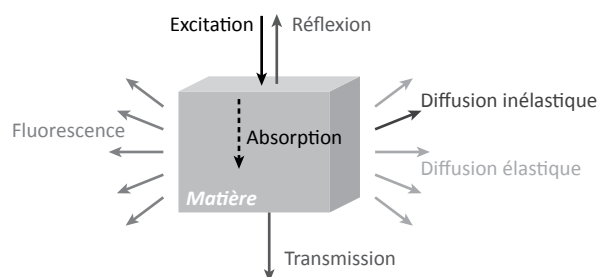
#### III.4.4.2.1. Spectroscopie Raman

La spectroscopie Raman est une méthode vibrationnelle de plus en plus employée dans l'étude des matériaux du patrimoine. Non destructive et peu invasive, elle ne nécessite pas de préparation de l'échantillon. Elle dispose par ailleurs de nombreuses déclinaisons de configuration, qui permettent la portabilité, le couplage à un microscope optique ou encore l'analyse de matériaux organiques ou inorganiques.

Lorsqu'un rayonnement interagit avec la matière, il se produit différents phénomènes physiques mesurables et quantifiables (figure 46). La spectroscopie consiste à envoyer un faisceau de lumière monochromatique choisie, qui joue le rôle d'excitatrice, sur un échantillon. Il en résulte :

- (i) une désexcitation de même fréquence que l'excitation (diffusion Rayleigh élastique),
- (ii) une désexcitation à une fréquence inférieure (diffusion Raman inélastique Stokes) et
- (iii) une désexcitation à une fréquence supérieure (diffusion Raman inélastique anti-Stokes).

La diffusion Raman correspond à un écart d'énergie vibrationnelle, caractéristique de la composition moléculaire et de la structure externe.



**Figure 46.** Phénomènes produits lors de l'interaction rayonnement-matière.

À l'inverse de méthodes comme la spectroscopie infrarouge ou la diffraction des rayons X, la spectroscopie Raman ne dispose pas de banques de donnée de référence interrogeable par logiciel informatique. Chaque spectre doit être traité manuellement et comparé à des références expérimentales ou disponibles dans la littérature.

Les analyses en spectroscopie Raman ont eu lieu au LADIR, CNRS – Université Pierre et Marie-Curie, UPMC Paris 6, sous la direction de Ludovic Bellot-Gurlet.

Les deux microspectromètres Raman Horiba Jobin-Yvon employés sont (i) un LabRam Infinity, longueur 300 mm, avec filtre Notch<sup>13</sup> et (ii) un HR800, longueur 800 mm, filtre Edge. Pour les deux appareillages, le signal est récupéré par un détecteur CCD refroidi par effet Peltier. Les excitatrices sont émises par un laser à argon ionisé. Pour limiter au maximum le phénomène de fluorescence, trois longueurs d'ondes peuvent être choisies en fonction des séries d'échantillons : 458, 514 ou

13. Ce filtre élimine la composante Rayleigh.

532 nm. La sélection de la zone analysée est faite au moyen d’un objectif x100, x50 LWD<sup>14</sup> ou x100 LWD, suivant la topographie des aires étudiées (section polie, résidu sur céramique ou sur bloc calcaire, etc.).

Le nombre d’acquisitions (1 à 10) et le temps de chacune d’elles (30 à 600 s) dépendent de chaque zone analysée. Les références que nous employons sont disponibles dans les publications suivantes : De Faria *et al.*, 1997 ; Burgio et Clark, 2001 ; Neff *et al.*, 2004 ; Froment *et al.*, 2008 ; Bellot-Gurlet *et al.*, 2009 ; Gialanella *et al.*, 2011.

#### III.4.4.2.2. XRD

La diffraction de rayons X (ou DRX) est une méthode d’analyse structurale non invasive et non destructive courante, qui permet d’identifier des phases cristallines pures ou à l’état de mélange<sup>15</sup>. Elle est applicable directement sur un objet s’il présente une surface plane, mais est plus généralement employée sur des échantillons en poudre.

Lorsqu’on envoie sur l’échantillon des rayons X, ceux-ci sont réfléchis par les différents plans (hkl) des structures cristallines selon la loi de Bragg (figure 47), où  $d_{hkl}$  est la distance interréticulaire (i.e. la distance entre deux plans cristallographique),  $\lambda$  la longueur d’onde du faisceau incident,  $n$  l’ordre de réflexion (nombre entier) et  $\theta$  l’angle du faisceau incident par rapport à la normale.

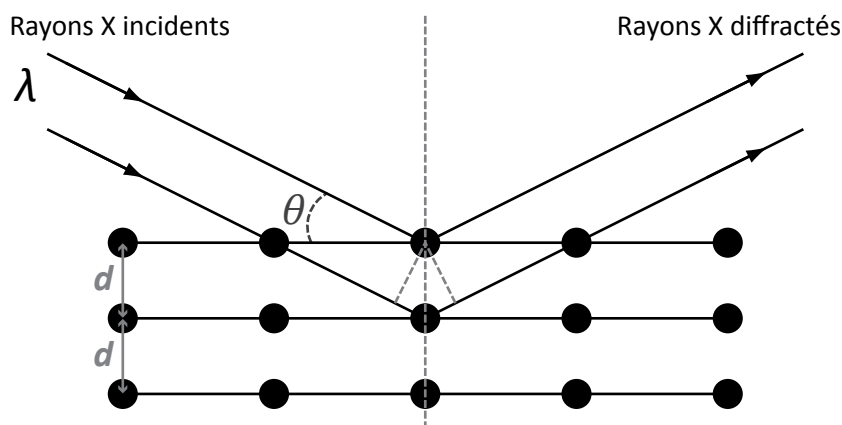


Figure 47. Illustration de la loi de Bragg.

L’analyse consiste à balayer l’échantillon avec un faisceau de rayons X sur une fourchette angulaire connue. On obtient un diffractogramme, où chaque pic correspond à une famille de plans, et qui peut être indexé grâce aux indices de Miller (hkl). Il est ensuite possible d’interroger une base de données pour identifier les phases cristallines en présence.

14. *Long Work Distance*, ou grande distance de travail. Ces objectifs peuvent se trouver à plusieurs millimètres voire centimètres de la zone analysée, pour étudier les échantillons non plans.

15. Pour être identifiée au sein d’un mélange, une phase minérale doit idéalement y contribuer à hauteur de 5 % minimum, mais ce taux est variable : le quartz a un signal particulièrement intense, tandis que les substances microcristallines ou mal cristallisée (argiles, oxydes de manganèse) répondent plutôt mal.

Dans une certaine mesure, la DRX fournit aussi des informations sur la cristallinité des échantillons (taille des cristaux, degré de cristallisation).

Les analyses en diffraction des rayons X ont été effectuées à l'IRAMAT-CRP2A, CNRS – Université Bordeaux Montaigne, sous la direction de Stéphane Dubernet.

Les phases cristallines en présence ont été identifiées par diffraction des rayons X sur poudre appliquée sur lame de verre. Cette préparation est plus efficace que le dépôt de poudre en godet pour détecter les argiles.

L'analyse a été effectuée avec un diffractomètre Bruker D8 Advance, équipé d'une anticathode en cuivre émettant à 1.54 Å 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. Les paramètres d'acquisition sont les suivants : la valeur de  $2\theta$  est comprise entre 3 et 60 ° (soit 29.4-1.54 Å), pour un pas de 0,02 ° et un temps d'acquisition de 4 s.pas<sup>-1</sup>.

Les diffractogrammes obtenus sont traités à l'aide du logiciel EVA.





### III.5. Détermination des modes de mise en œuvre des blocs

L'apparence visuelle d'un objet, tel qu'un bloc de matière première, est renseignée par deux types de caractères (cf. titre 1.1.1. du premier chapitre) : l'aspect physique de sa matière et sa géométrie. Les caractères du premier type – transparence, brillance, couleur – sont principalement liés à la matière première qui constitue le bloc<sup>16</sup> ; ceux du second type – morphologie, dimension, topographie – peuvent être liés à la façon dont le bloc est travaillé. Cette partie décrit les méthodes employées pour extraire et interpréter les données liées aux traces que portent les restes cohérents.

Les blocs portent fréquemment des stigmates imputables aux efforts qui leur sont imprimés au cours de leur réduction en poudre ou de leur utilisation. Ces traces renseignent donc sur leur mode de mise en œuvre, mais dépendent aussi du geste et du support employés, et des compétences de l'opérateur. Comprendre et justifier tel ou tel choix technique nécessite d'en connaître les tenants et aboutissants sur les matières travaillées, sur les outils impliqués et sur les produits obtenus.

L'expérimentation permet de tester les différentes hypothèses d'interaction entre les matières colorantes et les supports, que ceux-ci relèvent de la préparation (outillage de broyage) ou de l'utilisation (céramique décorée). Il en découle un référentiel de stigmates, en fonction de plusieurs critères. Celui-ci peut être mis à profit pour l'étude tracéologique proprement dite.

#### III.5.1. Expérimentation

L'expérimentation consiste à tester différentes hypothèses au sein d'un cadre bien contrôlé, pour évaluer leur pertinence (Baffier *et al.*, 1991 ; Beyries, 1993 ; Bourguignon *et al.*, 2001 ; Chesnaux, 2014). Elle se fonde sur les observations faites sur le matériel archéologique et les différentes solutions proposées pour les expliquer. L'expérimentation permet de confirmer, infirmer, nuancer ou encore rectifier ce cadre théorique préétabli.

L'expérimentation peut être abordée par deux angles : la **tentative de reproduction à l'identique** d'une opération ou d'un objet précis, en traitant progressivement chaque hypothèse, jusqu'à être en mesure de décrire l'élaboration la plus probable ; ou au contraire l'**expérimentation plus « foisonnante »**, où plusieurs variables, y compris celles qui ne sont pas observées en contexte archéologique, sont testées dans le but d'évaluer leur intérêt et l'implication de chacune d'elles au système technique global. Ces deux approches tendent à se rejoindre dans la pratique.

Jusqu'à présent, l'expérimentation sur matières colorantes a principalement concerné :

- l'élaboration des peintures (Couraud 1983, 1988) ;
- l'utilisation des oxy(hydroxy)des de fer dans le traitement des peaux (Audouin et Plisson, 1982 ; Rifkin, 2011) et leur impact sur les outils lithiques (Baffier *et al.*, 1991 ; Gassin, 1996 ; Philibert, 1993 ; 1994 ; 2000) ;
- la description des stigmates des blocs en fonction du mode de réduction (Soressi et D'Errico, 2007 ; Salomon, 2009 ; Hodgskiss, 2010, 2013 ; Rifkin, 2012).

---

16. Le traitement thermique peut cependant modifier la composition chimique et par là, la couleur du bloc.

La grande diversité pétrologique des matières colorantes suggère des propriétés mécaniques variables. Il apparaissait donc nécessaire de produire un référentiel adapté au terroir géologique de l’arc liguro-provençal et aux problématiques spécifiques au système technique néolithique.

Les différentes opérations documentées et les variables testées au sein de chacune d’elles sont définies ci-après (cf. titres 7.1.2. et 8.2. de ce chapitre).

### III.5.2. Tracéologie

Issus d’une élaboration dont chaque étape est maîtrisée, les produits de l’expérimentation constituent un référentiel qui peut être décrit puis confronté au matériel archéologique.

Historiquement, la tracéologie, autrement appelée analyse fonctionnelle, a pour but de déterminer le fonctionnement des outils, en particulier lithiques, à partir des traces produites lors de leur utilisation (Semenov, 1964 ; Plisson, 1985). Elle s’est étendue depuis à l’ensemble des gammes de matériaux archéologiques – os, bois, métaux, test, etc. – et de la chaîne opératoire – manufacture, manipulation, emmanchement, recyclage, etc. (Claud et Plisson, 2006 ; Beyries et Cattin, 2014).

Elle se fonde sur l’observation et la description des traces de manufacture et d’usure du matériel archéologique, comparées à un référentiel préalablement établi sur des matières aux propriétés mécaniques similaires.

La discipline tracéologique est donc tributaire (i) d’une étude préliminaire des matières premières, (ii) d’une revue complète des potentialités de mise en œuvre du matériel traité lors de l’expérimentation dans le cadre de l’opération étudiée et (iii) de la mise en place d’une grille de description standardisée, qui doit permettre la lecture précise des stigmates et l’identification de critères distinctifs pour les différentes variables testées.

Plusieurs hypothèses découlent de l’étude morphologique des assemblages archéologiques de matières colorantes (restes cohérents et non cohérents). Elles ont été testées à l’aide d’expérimentations ciblées puis documentées au sein d’un référentiel tracéologique adapté pour, d’une part, évaluer la pertinence des résultats préalablement obtenus dans d’autres contextes d’expérimentation et, d’autre part, **ouvrir de nouvelles pistes de recherches, spécifiques au cadre spatio-culturel considéré.**

Les expérimentations ont permis de produire un ensemble de blocs de matière colorante et de supports, qui portent des traces en fonction de paramètres maîtrisés (les différentes variables testées). Ce référentiel a été systématiquement (i) documenté par observations à l’œil nu, à la loupe binoculaire (x 40) et au microscope (jusqu’à x 180) et (ii) décrit dans le détail à l’aide d’une fiche type (cf. annexe III). Le vocabulaire descriptif a été adapté de travaux tracéologiques antérieurs portant sur différents matériaux (Maigrot, 1997 ; Hamon, 2006 ; Lepère, 2009 ; Hodgskiss, 2010 ; Rifkin, 2012), en retenant ceux qui étaient les plus pertinents.

### III.6. Caractérisation des réseaux d'acquisition

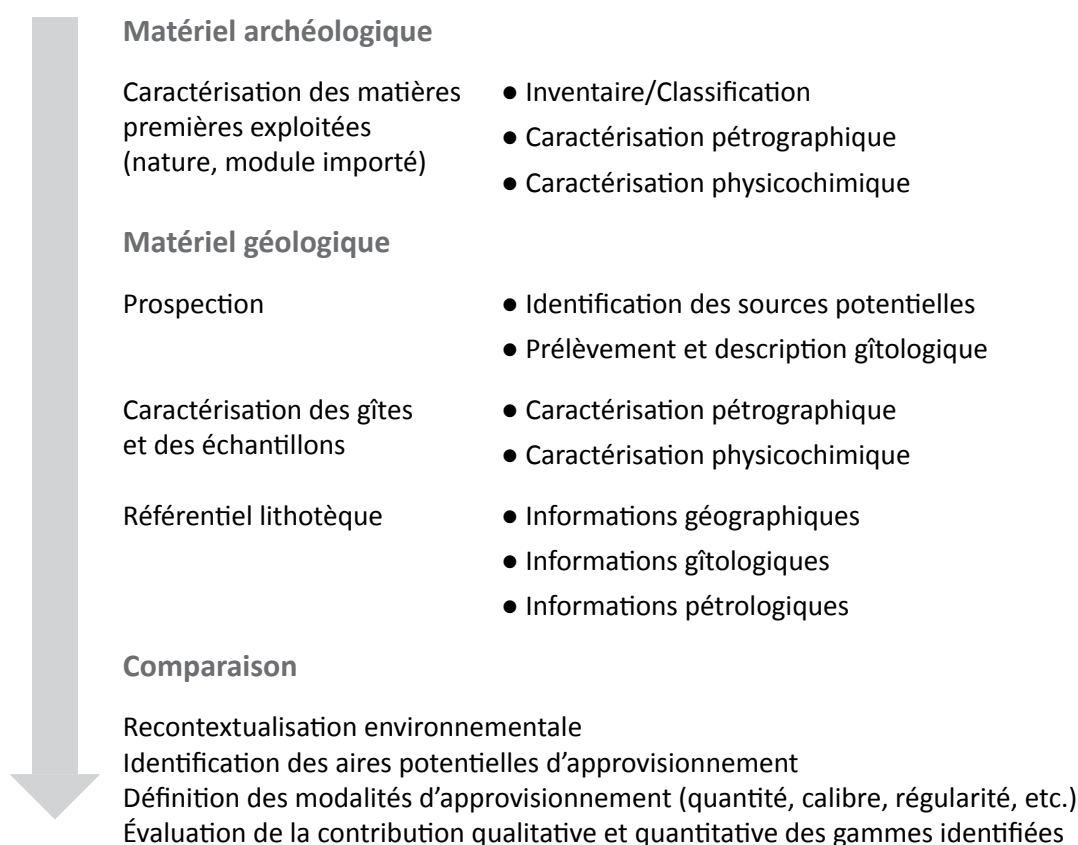
L'arc liguro-provençal offre un cadre géographique et géologique particulièrement pertinent pour étudier le système économique des matières colorantes, de par la grande diversité et la localisation contrastée des matières premières disponibles (cf. titre 4.2. du deuxième chapitre). Cette particularité permet de mettre en œuvre une stratégie moins dépendante des techniques « lourdes » (analyse des éléments-traces), au profit des méthodes naturalistes des géosciences, comme la prospection et l'observation pétrographique.

La détermination des réseaux d'acquisition passe par trois grandes étapes : (i) identifier la nature des blocs exploités, (ii) préciser les sources potentielles à l'échelle régionale et (iii) réinsérer chaque géomatériau archéologique identifiée dans le paysage géologique provençal et évaluer sa contribution quantitative et qualitative à l'assemblage (figure 48).

#### Caractériser les modalités d'acquisition

**Matériel pris en considération :**

- Blocs archéologiques bruts et semi-transformés
- Blocs et gîtes géologiques



**Figure 48.** *Méthodologie pour caractériser les modalités d'acquisition des matières colorantes.*

### III.6.1. Détermination de l'économie des matières colorantes à l'échelle du site

Dans l'inventaire des productions matérielles lithiques et céramiques, une large part est traditionnellement consacrée à l'identification des matières premières mises en œuvre, mobilisées par la suite dans les réflexions d'ordre techno-fonctionnel et socio-culturel. Quand les matières colorantes sont évoquées, les détails se limitent généralement aux couleurs présentes, sans autre précision sur leur nature pétrologique, leur composition chimique ou leurs propriétés physiques. Il est dès lors difficile de se faire une idée du nombre et du type de géoressources introduites et exploitées.

La première étape consiste, à l'échelle de l'occupation, à reconnaître le type de géomatères exploitées, à identifier leur nature et leur variabilité et, enfin, à cerner leur contribution relative au corpus total des matières colorantes.

#### III.6.1.1. Matières premières exploitées : approche qualitative

L'inventaire préliminaire des blocs archéologiques a permis de relever de manière systématique plusieurs caractéristiques, qui ont été mises à profit pour classer les types de géomatères en présence (cf. *supra* titre 3.1.2. de ce chapitre).

L'identification de chacune de ces matières premières est opérée par une double caractérisation pétrologique et physico-chimique.

L'observation à l'échelle mésoscopique (loupe binoculaire et microscope pétrographique) sur cassures et sections polies est exploitée pour décrire au sein de chaque gamme :

- la matrice ;
- les différentes inclusions détritiques ou authigènes ;
- les minéralisations métalliques remarquables.

Cette grille de lecture est sensiblement proche de celle adoptée lors de l'inventaire, mais son application à des échantillons préparés permet une plus grande précision des données relevées.

De plus, ces observations sont confrontées à plusieurs informations obtenues par caractérisation physico-chimique :

- l'observation en microscopie électronique à balayage pour la description de la microstructure et l'identification de petits minéraux comme les grains de zircon<sup>17</sup>.
- l'analyse élémentaire par dispersion d'énergie couplée au MEB pour évaluer (i) la composition en éléments majeurs des différents composés observés (matrice, grains et minéralisations) et (ii) les éléments minoritaires associés à chacun d'eux.
- l'analyse structurale par diffraction des rayons X et par spectroscopie Raman pour identifier les phases cristallines en présence.

---

17. Néosilicate de formule  $ZrSiO_4$  et d'habitus prismatique, le zircon est un minéral dur (6,5 à 7,5 sur l'échelle de Mohs), formé pendant la genèse des roches plutoniques. Sa grande résistance à l'altération fait qu'il n'est pas rare dans les roches détritiques.

### *III.6.1.2. Approche quantitative*

Une fois les gammes de matières premières distinguées et identifiées, la contribution de chacune d'elles au corpus général est évaluée en nombre et en masse. Il faut cependant garder à l'esprit que les matières colorantes sont utilisées sous forme de poudre. Les blocs constituent soit des réserves de matière première à exploiter ou en cours d'exploitation, soit des déchets rejetés, dont la composition ne correspond plus aux besoins<sup>18</sup>. Autrement dit, la gamme de poudre colorante la plus exploitée n'est pas nécessairement celle qui fournit le plus de blocs à l'assemblage archéologique.

La morphologie et les dimensions des blocs renseignent sur les modules importés.

### **III.6.2. Constitution d'une lithothèque de référence**

Replacer les matières colorantes dans leur contexte géologique nécessite, au préalable, de déterminer précisément l'emplacement des sources et de les discriminer entre elles. Cette étape permet par ailleurs d'évaluer l'accessibilité des différents gîtes et donc, l'effort nécessaire à fournir pour les exploiter.

#### *III.6.2.1. Prospection et caractérisation des sources de matière première*

Le repérage des sources de matières colorantes passe en premier lieu par le dépouillement de la littérature géologique et minière, afin d'identifier les formations potentiellement riches en oxy(hydroxy)des de fer. Les indices sont nombreux : indications directes (*hard-ground* ferrugineux, bauxite, limonite, etc.), conditions paléogéographiques idéales (milieux marins à haute énergie pour les oolithes ou encore climat tropical), toponymes (Roussillon ou Camparoux par exemple). 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.

Les formations géologiques mises en évidence sont prospectées par campagnes thématiques, qui comprennent des relevés à l'aide d'appareillages GPS, des pointages des zones visitées sur les cartes géologiques et d'une couverture photographique abondante. Ce travail de terrain relève de deux motivations.

La première est d'évaluer qualitativement et quantitativement **les gîtes** supposés à trois niveaux :

- le renseignement du **cadre géographique** comprend (i) le relevé des coordonnées spatiales précises et des données administratives correspondantes, (ii) la description des paysages et des reliefs environnants, ainsi que (iii) l'accessibilité au gîte<sup>19</sup>.
- le **contexte lithostratigraphique** est précisé : carte géologique correspondante, formation échantillonnée, extension et variabilité du gisement, formations au mur et au toit.

---

18. Une analogie simple consisterait à aborder l'industrie lithique d'un site uniquement à travers les nucleus et les sous-produits, sans prendre en considération les produits recherchés.

19. L'observation sur le terrain prend en considération le fait que le cadre géographique (et par là même l'accès aux ressources) a pu évoluer à la faveur de phases de sédimentation ou d'érosion.

- à l’échelle *pétrologique*, l’abondance relative en matières colorantes et leur richesse en chromogènes, la possibilité de leur extraction et la potentialité d’exploitation du gîte sont renseignées.

La prospection répond aussi au besoin d’échantillonner les différentes sources. La quantité de matière (de l’ordre de quelques centaines de grammes à plusieurs kilogrammes) et le module (nodules centimétriques, blocs décimétriques) récoltés dépendent de l’abondance et de la variabilité du gîte. Certains gîtes visités offrent parfois plusieurs types de géomatières. Les différents faciès sont échantillonnés dans des sacs séparés, mais réunis sous une même entité « gîte ».

Ce prélèvement doit permettre de constituer une lithothèque de référence des faciès de roches susceptibles de fournir des matières colorantes, mais aussi de disposer de *matériel pour mener des expérimentations*.

Au laboratoire, les blocs prélevés sont réduits pour fournir des échantillons des différentes géomatières et produire des supports aptes à leur *caractérisation pétrologique et physico-chimique* : cassures fraîches, sections polies, poudres.

L’ensemble de toutes les informations obtenues est centralisé au sein d’une base de données, selon le processus détaillé ci-après.

### III.6.2.2. *Compilation des données dans la base MP-ALP*

L’arc liguro-provençal 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 des premiers agro-pasteurs. Engagées dans les années 1980 et accélérées à partir de 1991, ces recherches ont principalement été appliquées au silex bédoulien et oligocène (Binder, 1998b ; Léa, 2004a ; Gassin *et al.*, 2006), à l’obsidienne (Binder et Courtin, 1994 ; Vaquer, 2007 ; Binder *et al.*, 2012 ; Léa, 2012), aux roches tenaces (Ricq-de-Bouard, 1996 ; 2008) ou encore aux matériaux céramiques (Echallier, 1991 ; Echallier et Courtin, 1994 ; Basso, Binder *et al.*, 2006). Elles 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. Ce programme transfrontalier a pour bornes chrono-culturelles le Paléolithique supérieur et l’Âge du Bronze ancien. Ses principales intentions sont (i) l’inventaire et le récolement d’informations des sites et collections archéologiques, (ii) la mise à jour et la mutualisation des collections de référence de géomatières et (iii) l’étude systémique des productions de quelques sites référentiels archéologiques majeurs (Binder, 2012). La constitution d’une lithothèque de géomatières colorantes s’inscrit pleinement dans le deuxième objectif.

Le programme comprend l’élaboration d’une base de données ETICALP rassemblant l’ensemble des informations collectées. Elle inclut un volet dédié aux géoressources, la base de données MP-ALP (Matières Premières – Arc Liguro-Provençal). À l’origine dédiée aux matières lithiques taillables (Tomasso, *et al.*, 2013 ; Tomasso, 2014), la base MP-ALP a fait l’objet d’un enrichissement au cours

du temps, avec la mise en place de formulaires dédiés aux roches tenaces, aux matériaux céramiques (argiles et dégraissants) et enfin aux géomatières colorantes<sup>20</sup>.

Chaque gîte prospecté reçoit un nom inspiré de la géographie locale et un identifiant unique noté « [code de la carte géologique au 50 000<sup>e</sup> ou au 100 000<sup>e21</sup>]-[numéro de gîte sur cette carte] ». Par exemple, la « Colle Rousse » est le quatorzième gîte de la carte « Fréjus-Cannes 1024 » (Toutin-Morin *et al.*, 1994) enregistré dans la base MP-ALP ; son code de référence est « 1024-14 ».

Les différents échantillons de chaque gîte sont notés « [code de référence]-[lettre : a, puis b, c, etc.] » et décrits indépendamment les uns des autres, selon le mode opératoire développé pour ceux d'origine archéologique (cf. *supra* titre 6.1.1. de ce chapitre).

Différents **faciès de géomatière** sont définis (cf. annexe II). Un même faciès peut être réparti, identifié et décrit sur des gîtes différents. Ainsi, plusieurs gisements nord-varois contiennent un matériel bauxitique orangé riche en aluminosilicates, contenant une petite proportion (de l'ordre de quelques pourcents du volume total) de pisolithes ferrugineux bien circulaires de petites dimensions (1 ou 2 mm au maximum).

### III.6.3. Reconstruction du système économique

La sélection de telle ou telle matière, opérée par les occupants et les artisans d'un site pour leurs besoins, régit l'approvisionnement en matières premières ; cette sélection relève d'intérêts techniques, sociaux et culturels. L'évaluation de ces motivations nécessite de définir le système économique, soit, en premier lieu, trouver l'origine des matières premières et, en second lieu, définir dans quelles conditions elles ont transité jusqu'au site (qui transporte, sous quelle forme, en quelle quantité).

#### III.6.3.1. Identifier la provenance des matières premières...

La recontextualisation environnementale de chacune des gammes de matières premières identifiées dans les corpus archéologiques passe par deux étapes.

La détermination du type de roche (grès, bauxite, etc.) à partir de l'examen visuel des blocs archéologiques, contribue à faire un premier resserrage autour d'un contexte géologique précis (formations gréseuses permienes ou bien carbonatées du Mésozoïque par exemple).

L'étude pétrochimique approfondie (structure, qualité et quantité relative des minéraux, etc.), confrontée à la lithothèque-référentielle préétablie, permet d'associer à chaque matière première un faciès de géomatière.

L'identification des aires potentielles d'approvisionnement consiste à croiser les contextes géologiques susceptibles de fournir tel ou tel faciès au cadre spatio-économique du site archéologique. En effet, certains gîtes de matière colorante *a priori* éloignés peuvent s'avérer proches d'une ressource (silex ou autre matière colorante par exemple) dont l'exploitation est attestée, ou encore d'un itinéraire avec lequel les habitants ont des connections (transhumance, circulation de biens ou de personnes).

---

20. L'optimisation de la structure de MP-ALP et du mode d'enregistrement est essentiellement l'œuvre d'Antonin Tomasso. La partie dédiée aux matières colorantes a été dévolue à nos propres travaux.

21. Respectivement côté français ou italien.



### III.6.3.1.1. Terminologie de zonation territoriale et économique

Dans un effort de lisibilité, nous calquerons notre terminologie sur celle qui est traditionnellement employée pour d'autres gammes de matériel archéologique, en particulier les ressources siliceuses. La partition économique du territoire employée en archéologie préhistorique se fonde en grande partie sur les modèles ethnographiques. Les enquêtes ont permis de définir plusieurs rayons et aires significatifs à partir du site ou camp principal (Higgs et Vita-Finzi, 1972) : (i) le *foraging radius* est la limite maximale pour laquelle on peut faire l'aller-retour dans la journée ; (ii) le *logistical radius* correspond à un déplacement de plusieurs jours avec haltes dans des camps secondaires ; (iii) le *camp range* ou *site territory*, est délimité par le *foraging radius* ; (iv) l'*extended range* est le domaine connu et surveillé depuis le site ; (v) le *home range* est le domaine dans lequel le groupe se déplace annuellement pour ses activités de subsistance et (vi) le *visiting range*, l'espace occupé dans un même temps par des groupes liés d'une manière ou d'une autre.

Ces modèles ont été adaptés par les archéologues pour correspondre aux différentes réalités chronoculturelles. Pour l'étude de l'économie des matières siliceuses au Moustérien, trois aires de provenance dont le rayon est fonction du temps nécessaire pour aller du site au gîte, imbriquées les unes dans les autres, sont définies par Jean-Michel Geneste (Geneste, 1988 ; 1991). Jusqu'à une heure de marche, soit 5 km autour du site fréquenté, les matières sont considérées comme *proches* ou *locales* – cette aire est qualifiée de « zone domestiques étendue » (*espace local*). L'*espace intermédiaire* s'étend au-delà de 5 km et jusqu'à 20 km autour du site, ce qui correspond à environ quatre heures de marche pour atteindre le gîte – cette expédition peut théoriquement se faire en une journée. Les gîtes situés à plus de 20 km du site nécessitent au moins une halte et sont qualifiés d'éloignés (*espace lointain*). Ce modèle a été extrapolé au Paléolithique dans son ensemble, voire à la Préhistoire récente, avec des nuances : certains auteurs distinguent en-deçà et au-delà du seuil de 50 ou 80 km, les matières « régionales » et « exotiques » (par exemple : Bostyn, 1997 ; Denis, 2014).

Pour le Néolithique provençal, quatre aires imbriquées sont définies par Didier Binder pour les matières siliceuses (Binder, 1998b, p. 116). L'*espace local*, ou *aire d'acquisition*, est identique (5 km). Le second seuil, qui borne l'*espace intermédiaire* ou *aire de diffusion voisine*, est fixé à 30 km, ce qui correspond peu ou prou à un parcours de six heures et au *Home Range* de groupes agro-pastoraux (Higgs, 1972). Entre 30 et 100 km, on se situe dans l'*aire de diffusion lointaine* et au-delà de 100 km, dans l'*aire de diffusion très lointaine*.

### III.6.3.1.2. Méthodologie de traitement cartographique

La délimitation de périmètres circulaires concentriques, fondés sur des distances « à vol d'oiseau », a pour défaut majeur de ne pas prendre en compte la difficulté de traverser certains obstacles naturels qui peuvent ralentir la progression : cours d'eau, fortes déclivités, accidents du relief, etc. L'arc liguro-provençal est particulièrement concerné par cette analyse, car il 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.

Cette difficulté peut être contournée en mettant en place un modèle numérique de terrain, ou MNT, qui attribue à chaque unité de terrain qui le compose une valeur (altitude, terrain infranchissable, etc.). Un MNT permet de dresser une carte des contraintes et d'intégrer le temps nécessaire pour traverser chaque type de terrain ainsi que le temps nécessaire pour passer d'un terrain à un autre (en fonction de la différence d'altitude ou pente entre eux). On peut ainsi produire, pour chaque point composant le MNT, une carte distance-coût qui modélise le temps nécessaire pour atteindre un autre point (Eastman, 2001).

La carte distance-coût n'est pas dénuée d'imperfections, car les aires délimitées se fondent sur des déplacements en ligne droite (ou par un contournement au plus près des terrains infranchissables), en supposant que chaque limite entre deux aires correspond à l'emplacement précis des camps secondaires, où les haltes ont lieu. Il est pourtant raisonnable d'envisager, pour un groupe effectuant un déplacement de plusieurs jours vers un gîte, d'une part, une déviation du trajet direct pour diverses motivations (pour récolter une autre matière première, pour éviter ou pour entrer en contact avec un autre groupe par exemple) et, d'autre part, un investissement de temps dans des activités parallèles (chasse, remue de bétail). Dans la mesure où l'emplacement des camps secondaires est difficile à appréhender en archéologie et où l'on ne connaît pas les modalités précises de déplacement et d'interaction, il faut considérer que la carte distance-coût ne présente que les bornes temporelles minimales des parcours.

Dans le cadre de notre travail, une carte distance-coût a été dressée pour chaque site et les sources des différentes matières premières exploitées ont été ajoutées pour comparer leur éloignement respectif.

La carte distance-coût proposée s'appuie sur le MNT développé par Antonin Tomasso dans ses travaux de thèse (Tomasso, 2014, p. 66). Élaboré et traité à l'aide du logiciel ArcGis 10.1, le modèle numérique de terrain est constitué d'unités de terrain – et donc d'une précision – de 200 m de côté, soit 40 km<sup>2</sup>. Une valeur de pente exprimée en degrés a été attribuée à chacune de ces unités. Les unités dotées d'une pente supérieure à 40 ° et les plans d'eau sont considérés comme inaccessibles et exclus de l'espace parcourable. Cette carte des pentes permet d'établir une carte des contraintes qui donne, pour chaque unité de terrain, le coût pour la traverser ; ce coût, exprimé en kilomètres, représente la distance théoriquement parcourue sur un terrain de pente nulle, pour un effort équivalent (Eastman, 1999 d'après Tomasso, 2014, p. 66). Il est ensuite possible d'éditer, pour chaque point du MNT, une carte distance-coût qui donne, pour chaque autre point, le coût cumulé depuis le point de départ, exprimé en kilomètres ; le contournement des unités inaccessibles est compris dans ce cumul (Tomasso, 2014, p. 66). Dès lors, il est possible, en spécifiant une vitesse de déplacement, d'éditer les aires couvertes en une durée définie à partir du point de départ.

La vitesse de déplacement retenue dans ce travail est une vitesse de marche moyenne de 5 km.h<sup>-1</sup>. La distance parcourue est exprimée en journées de marche, en considérant qu'une journée correspond à 7 heures de marche (Tomasso, 2014, P. 66).

Pour chaque site, les différentes entités représentées sur les cartes correspondent :

- Au *site territory*, autrement dit l'espace local ou l'aire d'acquisition directe, délimité par le *foraging radius*, soit une distance correspondant à une demi-journée de marche, pour permettre l'aller-retour dans la journée ;

- Aux rayons correspondant à une, deux, trois, quatre puis cinq journées de marche à partir du site.

Ces distances ne prennent pas en compte d’éventuels arrêts ou détours et impliquent un temps de retour équivalent si le parcours est effectué par les habitants du site. En réalité, la diffusion des matières premières peut impliquer plusieurs acteurs, dont certains extérieurs au site, selon des modalités diversifiées...

### *III.6.3.2... et cerner les modalités de leur circulation*

L’identification, au sein d’un même assemblage, de matières premières aux propriétés physico-chimiques hétérogènes suppose une exploitation différentielle de ces matières. L’approvisionnement est fait en fonction de l’intérêt de chacune au sein du système qui la mobilise. Il en résulte des variations en termes de nombre d’individus et de masse au sein des assemblages de blocs de matière première.

Au sein d’un même assemblage, il est donc possible de distinguer les matières **principales** ou **majoritaires**, de celles qui sont **secondaires** ou **minoritaires**. Cette distinction dépend du nombre de classes de matières premières et de la contribution de chacune au total. Il ne faut pas réduire une matière minoritaire à un rôle négligeable. La rareté peut au contraire souligner un aspect exotique<sup>22</sup> et aller de pair avec un investissement technique et symbolique supplémentaire.

L’aspect sous lequel les matières colorantes circulent comprend la **morphologie** des blocs et leur **calibre**. Le vocabulaire technoéconomique des industries lithiques est riche des différentes occurrences observées : nucléus bruts, préformes, supports, outils finis, etc. Le remontage des blocs originels de matière colorante est rendu difficile par leur cohérence plus faible, l’absence de cortex et leur mode d’utilisation, qui consiste à les réduire en poudre (ce qui, par définition, gomme les contours d’origine).

Enfin, les biens peuvent être acquis par *diffusion directe* (sans intermédiaire) ou *indirecte* (un ou plusieurs intermédiaires). Dans ce second cas, le transfert de proche en proche se fait selon des modalités diverses (Testart, 2007 ; Perlès, 2012a) :

- tous les acteurs ne parcourent pas une portion équivalente du trajet ;
- les matières peuvent circuler brutes, semi-transformées ou sous forme de produits finis ou semi-finis<sup>23</sup>. Un changement d’état peut avoir lieu entre deux segments du parcours de diffusion (Léa, 2012, pour l’obsidienne par exemple) ;
- le transfert d’une matière ou d’un bien peut induire une contrepartie (échange), immédiate ou différée, ou non (don). Si contrepartie il y a, celle-ci peut prendre diverses formes et être libre ou imposée par le récipiendaire.

En fonction des contextes spatio-culturels et des gammes de matériel, plusieurs indices permettent de reconnaître et de caractériser la diffusion indirecte :

---

22. Exotique : qui appartient à un pays généralement lointain et peu connu ; qui a un caractère naturellement original dû à sa provenance (Dictionnaire de l’Académie française, 9<sup>e</sup> édition).

23. Dans le cas des matières colorantes, ce serait de la poudre par exemple.

- la distance entre gîtes et site d'utilisation, au Paléolithique en particulier, ainsi que la multiplicité des sources lointaines d'approvisionnement (Bordes *et al.*, 2005 ; Perlès, 2007) ;
- la très faible quantité d'objets d'une matière donnée et leur état (parfois un seul objet fini : Perlès, 2007) ;
- la différence d'investissement technique entre produits en matière lointaine et ceux en matière locale (Binder, 1998b, p. 123-126) ;
- la production locale en grande quantité d'objets finis dépassant le cadre des besoins du groupe, qui impliquent que ceux-ci sont dédiés à l'exportation (Perlès, 2012b).

Il est plus délicat d'identifier les **vecteurs de circulation** : expédition directe de la part des habitants du site, charge d'un groupe itinérant ou encore diffusion de proche en proche. Cette tâche a pu être réalisée pour certaines géomatières dont les sources sont très ponctuelles, comme l'obsidienne (Perlès, 2012b, p. 586-587). Pour les matières colorantes, nous pourrions mener une réflexion à partir de plusieurs éléments :

- les données préalablement évoquées (quantités transportées, proximité avec d'autres circuits de distribution, etc.) ;
- la compatibilité des distances à parcourir et du temps de trajet avec la capacité de projection des habitants du site (un artisan potier est *a priori* moins amené à se déplacer qu'un berger) ;
- l'adéquation entre les propriétés des blocs importés et celles effectivement exploitées.



### III.7. Description des modes de préparation

Les modes de préparation des matières colorantes sont de trois ordres :

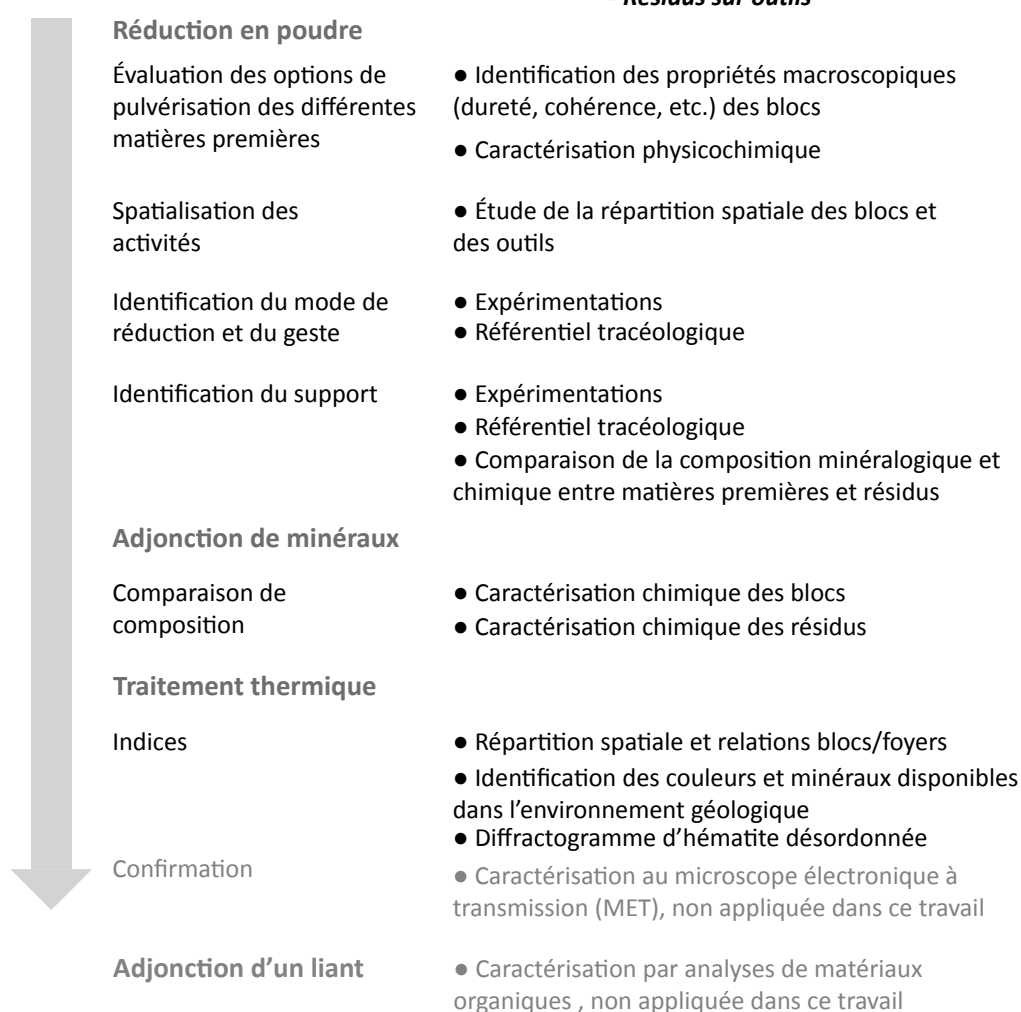
- la réduction de blocs de matière première afin d'en extraire une poudre colorante ; cette étape est incontournable ;
- la possibilité d'adjoindre des minéraux divers à la poudre colorante pour en modifier les propriétés et l'économiser : calcite, argiles, quartz, autre matière colorante, etc. ;
- la préparation de matière colorante hématitique rouge à partir du traitement thermique de blocs ou de poudres riches en goethite jaune. Cette action peut répondre à la fois à une motivation symbolique (production artificielle d'une nouvelle matière) et économique (pour palier un manque en ressources d'hématite).

L'étude de ces différents segments fait appel à des approches et des méthodologies spécifiques (figure 49).

#### Caractériser les modalités de préparation

**Matériel archéologique pris en considération :**

**- Blocs bruts et semi-transformés  
- Résidus sur outils**



**Figure 49.** Méthodologie pour caractériser les modalités de préparation des matières colorantes.

### III.7.1. Décrire les modalités de production de poudre colorante

Caractériser le mode de réduction consiste à déterminer le mode de pulvérisation, le type de geste employé et le type de support (tableau 18).

<i>Caractéristiques</i>	<i>Valeurs</i>
<b>Mode de pulvérisation</b>	Concassage/pilage
	Broyage/mouture
	Abrasion
	Raclage
	Frottement
<b>Geste</b>	Aller simple
	Aller-retour
<b>Support – type</b>	Outil primaire/secondaire
<b>Support – matière</b>	Roche : grès, calcaire, roche tenace, etc.
	Céramique
	Matière dure animale
	Organique : bois, peau humide ou sèche, cuir, etc.
<b>Support – granulométrie</b>	
<b>Support – morphologie et dimensions</b>	

**Tableau 18.** Variables à caractériser dans le cadre de la réduction des blocs de matière colorante.

#### III.7.1.1. Quel bloc pour quel mode de réduction ?

À nouveau, les informations relevées au cours de l’inventaire des blocs et des outils sont cruciales pour définir le cadre dans lequel la production de poudre peut avoir lieu.

La présence ou l’absence d’éléments de macro-outillage portant des résidus colorés dans l’assemblage apporte un premier indice des modes de pulvérisation avérés sur le site<sup>24</sup>.

La dureté, la cohérence et la composition des géomatières sont autant de paramètres qui régissent les choix de pulvérisation : un bloc tendre riche en kaolinite peut être frotté directement sur un support souple comme la peau pour l’imprégner d’oxy(hydroxy)des de fer, tandis qu’un nodule de marcassite oxydée, bien cristallisé, demande de faire appel à des outils relativement massifs.

Le broyage/concassage de matière colorante favorise la dispersion de petits fragments autour des postes de réduction. L’étude du calibre des blocs, associé à la répartition spatiale, permet de mettre en évidence ces aires de concentration de petits déchets, pour comprendre **la spatialisation des activités** au sein de l’occupation.

24. Cet argument reste un indice non suffisant, à vérifier plus avant en croisant plusieurs données, car les sites fouillés exhaustivement sont rares.



### ***III.7.1.2. L'expérimentation pour déterminer le mode de réduction des bauxites***

De l'observation des stigmates des blocs découle plusieurs hypothèses de mise en œuvre de ceux-ci. L'expérimentation permet de tester et d'évaluer le potentiel de chacune d'elle ; la tracéologie est mise à profit pour confronter les résultats expérimentaux et les observations sur les blocs archéologiques.

Deux types d'activités peuvent être à l'origine des facettes planes striées observées sur les blocs de matière colorante bauxitique : la production de poudre à l'aide d'un outil par percussion posée oblique (abrasion ou raclage) et le frottement sur un matériau céramique. Cette expérimentation traite du premier point, le second étant développé ci-après (cf. titre. 8.2.3. de ce chapitre).

Ce pan de recherche a récemment été bien investi avec les travaux d'Hélène Salomon et de Tammy Hodgkiss (cf. titres 5.1. de ce chapitre et 2.3.2. du premier chapitre). La prétention de cette expérimentation n'est pas de remettre en cause les travaux précédents mais bien de l'adapter à une géomatière spécifique du cadre de notre étude : la bauxite. Cette dernière possède en effet des propriétés physico-chimiques (cohérence, faible dureté) qui suggère des possibilités d'exploitation particulières et la faculté d'imprimer des traces spécifiques sur le bloc.

Cette expérimentation a pour objectif d'évaluer, pour plusieurs variables, d'une part, le rôle de chacune d'elles dans la formation des traces observables sur les blocs de matière première et, d'autre part, leur impact sur les propriétés du produit obtenu – quantité, granulométrie, etc. Quatre variables ont donc été testées :

- la composition des matières premières bauxitiques (plus ou moins riches en quartz, en argile, en pisolithes ferrugineux) ;
- les différents modes de pulvérisation aptes à former des facettes (raclage et abrasion) ;
- dans le cadre de l'abrasion, la granulométrie du support gréseux ;
- dans le cadre de l'abrasion toujours, l'ajout ou non d'un adjuvant tel que l'eau.

L'ensemble du protocole opératoire est développé dans l'annexe III, qui rassemble aussi le mode de lecture des traces et les principales interprétations qui en ont été déduites.

### ***III.7.1.3. Quel outil pour réduire quelle matière première ?***

Les relations matière première/type d'outil contribuent à la compréhension des modalités de gestion des matières colorantes mais aussi des éléments de macro-outillage.

L'identification de la classe de matière colorante travaillée sur un outil donné peut être facilitée par la teinte des résidus ou encore par la répartition spatiale au sein du site, mais seule la caractérisation physico-chimique apporte des preuves suffisantes.

Une signature propre à chaque matière première est obtenue par analyse de leur composition chimique (cf. titre 6.1.1. de ce chapitre). Les différences observées entre deux gammes de géomatières s'étendent aux poudres obtenues à partir de chacune d'elles. Dès lors, la composition des résidus issus de la préparation des matières colorantes est qualitativement comparable à celle des matières premières (cf. *supra* titre 1.2. de ce chapitre).

Il est donc envisageable, sous réserve de parvenir à établir un solide comparatif chimique (phases minérales, éléments minoritaires associés) entre blocs et résidus sur outils, de reconstruire la gestion de l'outillage de réduction des matières colorantes.

### III.7.2. Tracer l'adjonction de minéraux : comparaison chimique géomatière/résidu

L'adjonction de minéraux relève de motivations diverses (cf. titre 2.3.3. du chapitre premier). Quelle que soit la propriété des oxy(hydroxy)des de fer recherchée (pouvoir colorant, abrasif ou siccatif), elle a pour effet de modifier les propriétés initiales des matières exploitées.

Cette opération peut être suivie tout au long de la chaîne opératoire en traçant l'évolution de la composition des différentes classes de matière colorante. Comme évoqué précédemment, la difficulté réside dans la possibilité de bien dissocier au départ les différentes gammes de l'assemblage étudié (cf. titre 1.2.2. de ce chapitre).

Caractériser et expliquer l'ajout anthropique de minéraux s'avère cependant être un défi interprétatif plus difficile qu'il n'y paraît. Si l'on se réfère aux études des « pots de peinture » (Menu et Walter, 1992 ; Menu, 2009 ; Domingo *et al.*, 2010)<sup>25</sup>, le quartz, la calcite ou encore les argiles tels que la kaolinite sont les minéraux les plus communément ajoutés ; or les roches provençales riches en oxy(hydroxy)des de fer contiennent fréquemment une proportion plus ou moins importante de minéraux annexes, en particulier ces trois-là<sup>26</sup>. Les composants « allochtones » peuvent être imputables à un ajout volontaire, mais aussi provenir des outils ayant servi à la préparation de la poudre. Ainsi, la détection de fragments de matière dure animale dans un mélange pigmentaire peut avoir pour origine un hypothétique andouiller en bois de renne utilisé comme broyeur (Chadefaux *et al.*, 2008).

De plus, les supports sur lesquels sont déposés les résidus (dalle calcaire, galet de grès, tesson céramique) peuvent contribuer au signal obtenu à l'analyse, ce qui nécessite donc une prudence accrue lors de l'acquisition et de l'interprétation des résultats. Pour caractériser cette étape technique, il s'agira donc de comparer la composition minéralogique des résidus – que ceux-ci soient liés à la préparation ou à l'utilisation – à celle des gammes de matière première, en prenant en compte l'ensemble des biais évoqués ci-dessus.

### III.7.3. Détecter la production d'hématite par traitement thermique

La principale méthode employée actuellement pour identifier et caractériser le traitement thermique anthropique des oxy(hydroxy)des de fer est l'observation à très fort grossissement par microscopie électronique par transmission, qui est invasive, destructive et nécessite une préparation lourde des échantillons.

Au vu des systèmes techniques considérés, la mise en œuvre du traitement thermique pour produire de l'hématite à partir de goëthite apparaît, pour des productions matérielles néolithiques, moins

---

25. Avec des réserves précédemment évoquées pour Domingo *et al.*, 2012 (cf. titre 2.3.3. du chapitre premier).

26. Ce constat suggère que l'ajout n'est donc pas nécessairement indispensable : une sélection au sein des matières premières disponibles permet de privilégier une combinaison naturelle d'hématite et de kaolinite par exemple.

exclusive que dans un contexte de préparation de pigments paléolithiques<sup>27</sup>. Cette constatation, combinée à la diversité pétrologique des matières premières de la région prise en considération dans cette étude, nous a conduits à prioriser des aspects méthodologiques encore vierges de connaissance et à privilégier une approche fondée sur la recherche d'indices convergents pour traiter cette problématique.

### III.7.3.1. Indices macro, méso et microscopiques

Une revue des géomatières offertes par l'environnement géologique et de celles qui sont exploitées en contexte archéologique permet d'identifier celles qui sont composées de goethite. À l'échelle de l'arc liguro-provençal, ce sont les grès permien, les roches glauconitiques altérées et les marcassites oxydées. Les bauxites sont de couleur rouge à orangé en fonction de leur teneur en hématite.

Lorsque les couleurs jaunes et rouges coexistent dans les corpus de blocs archéologiques, l'hypothèse du chauffage anthropique est fréquemment proposée (Perrin *et al.*, 2011). Elle repose sur le fait que le rouge est traditionnellement considéré comme la principale teinte utilisée avec le noir ; la goethite est alors vue comme une matière dédiée à la production d'hématite et les blocs bicolores sont interprétés comme des blocs semi-transformés. Cet argument est *a priori* fragile car du fait de la pédogenèse, l'association naturelle de goethite et d'hématite est fréquente.

Cependant, il est vrai aussi que certains faciès de géomatières sont exclusivement composés de goethite. Ainsi, un bloc de glauconie altérée est constitué de grains verts à jaunes (glauconite altérée en goethite), pris dans un ciment jaune à brun-orangé (goethite plus ou moins concrétionnée, avec parfois un peu d'hématite). En revanche, nos prospections ne nous ont pas permis de repérer de glauconite directement altérée en hématite. Un bloc archéologique présentant cette composition (glauconite et hématite) pourrait donc être un indice tangible de transformation thermique.

Les analyses structurales apportent aussi des éléments de discussion (cf. titre 1.4.1. du premier chapitre) : la goethite chauffée à moins de 650 °C produit une hématite désordonnée dont le diffractogramme est aisément reconnaissable. Si elle est chauffée en présence de matière organique, elle peut produire de la maghémite. *A contrario*, la présence de certains minéraux peut permettre d'affirmer qu'une hématite est naturelle. Ainsi, l'anatase est un oxyde de titane qui se transforme irréversiblement en rutile au-delà de 600 °C (Hanaor et Sorrell, 2011, p. 858). La mise en évidence d'anatase dans une matière colorante permettrait d'affirmer que celle-ci n'a pas subi de traitement thermique intense.

Considérés de manière isolée, ces différents arguments ne sont pas suffisants. Leur corrélation peut en revanche constituer une base de discussion plus solide, qui ne peut être définitivement tranchée que par observations au microscope électronique à transmission.

---

27. Rappelons que dans le cas des peintures paléolithiques, la volonté de les dater directement, qui motivait la découverte de pigments chauffés, s'est avérée être une impasse. Restent les implications économiques et techniques, ainsi que l'aspect symbolique de la création d'un matériau artificiel par l'Homme (Salomon, 2009). Mais si le feu fait partie intégrante du système technique néolithique (à travers les productions céramiques notamment), il est aussi bien présent dès le Paléolithique moyen avec la fabrication de brai de bouleau (Koller *et al.*, 2001 ; Grünberg, 2002). En ce sens, notre point de vue rejoint celui d'Hélène Salomon (2009), selon lequel l'absence de production d'hématite par traitement thermique relève moins d'un manque technique ou conceptuel que d'un choix culturel.

### *III.7.3.2. Confirmation par observation à très fort grossissement ?*

La seule méthode permettant de caractériser finement le traitement thermique (température et durée) des oxy(hydroxy)des de fer reste l'observation, à l'échelle nanométrique, de pores de déshydratation dans les cristaux (cf. titre 1.4.1. du chapitre premier).

La microscopie électronique par transmission demande cependant une préparation lourde des échantillons, pour permettre la transmission du faisceau d'électrons : prélèvement d'une lamelle de 3 mm amincie à au moins 300 nm ou bien dépôt d'une poudre traitée chimiquement sur une grille.

Cette méthode n'a pas été appliquée au corpus traité dans le cadre de nos recherches. Dans ce travail à vocation exploratoire, nous nous fondons sur un ensemble d'indices pétrologiques et physico-chimiques pour évaluer si certaines gammes de matières premières ont pu faire l'objet de ce traitement. Afin de faciliter les examens ultérieurs par microscopie électronique à transmission, notre objectif est d'une part, de cibler les géomatières susceptibles d'avoir fait l'objet d'un traitement thermique et, d'autre part, de préparer l'échantillonnage pour de futures vérifications.

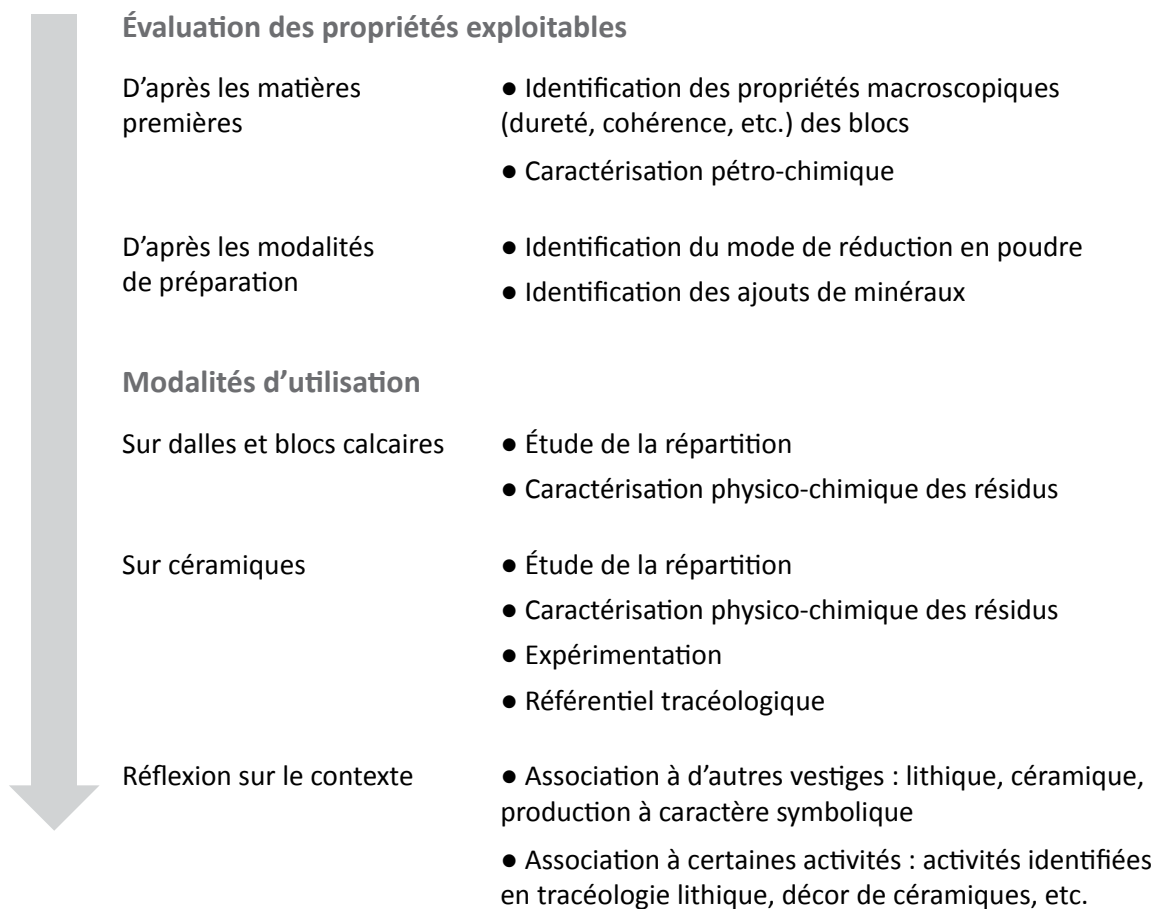
### III.8. Définition des fonctions et usages dévolus aux matières colorantes

Appréhender les modalités d'utilisation des matières colorantes consiste à déterminer, pour chaque gamme, les propriétés recherchées et exploitées, la ou les fonctions qui lui sont dévolues et les systèmes techniques avec lesquels elle entre en interaction. Il est ensuite possible de décrire l'organisation fonctionnelle à l'échelle de l'occupation (figure 50).

#### Caractériser les modalités d'utilisation

**Matériel archéologique pris en considération :**

- Blocs bruts et semi-transformés
- Résidus sur outils
- Résidus sur céramiques
- Résidus sur dalles/blocs calcaires



**Figure 50.** *Méthodologie pour caractériser les modalités d'utilisation des matières colorantes.*

#### III.8.1. Évaluation des propriétés exploitables

Reconnaître les propriétés exploitables de chaque poudre colorante permet d'évaluer le cadre au sein duquel elle peut être utilisée. Cette réflexion est menée à la fois sur les matières premières et sur les matériaux qui sont obtenus à partir d'elles.

### *III.8.1.1. D’après les classes de matière premières*

L’introduction, au sein des sites, de plusieurs géomatières diversifiées aux propriétés optiques, mécaniques et chimiques variables, suggère que différents produits étaient recherchés.

Les caractéristiques macroscopiques apportent les premiers indices sur les qualités recherchées (couleur, pouvoir colorant, dureté). La pétrologie et l’analyse chimique fournissent des informations qualitatives et quantitatives sur les minéraux en présence, ainsi que leur structure.

Ainsi, un pigment jaune peut être obtenu à partir de glauconie altérée réduite en poudre, quand une matière colorante tendre et cohérente comme une bauxite riche en aluminosilicate est idéale pour le frottement direct. Les grès permien, qui associent oxy(hydroxy)des de fer et quartz, semblent adaptés pour un usage en tant qu’abrasif. Mais ces exemples ne sont pas exclusifs...

### *III.8.1.2. D’après les modalités de préparation*

Les modalités de préparation dépendent de la matière première, mais elles ont aussi pour but de produire un matériau colorant en mettant en exergue telle ou telle propriété.

#### *III.8.1.2.1. Mode de réduction en poudre*

L’influence du mode de production choisi sur la qualité de la poudre obtenue a déjà été évoquée (cf. titre 2.3.2. du chapitre premier).

Le concassage et le broyage peu contrôlé favorisent la production de poudre à la granulométrie non uniforme mais en quantité, pour un usage à grande échelle (épandage pour assainir une surface par exemple). Le broyage « fin » et la mouture, plus méticuleux, produisent une poudre homogène, pouvant servir d’agent colorant ou abrasif. L’abrasion et le raclage sont des opérations plus laborieuses, mais la poudre obtenue, très fine et régulière, représente un pigment doté de propriétés colorantes supérieures (Salomon, 2009).

#### *III.8.1.2.2. Adjonction de minéraux*

La modification chimique du matériau colorant répond à la volonté de modifier la teneur et donc l’effet des différentes propriétés de ses composants.

S’il est avéré, l’ajout de minéraux au matériau colorant doit être expliqué en termes de modifications pour en comprendre l’intérêt et les motivations. Les silicates sont susceptibles de permettre d’économiser le pigment et de modifier sensiblement le rendu visuel d’une peinture. Utilisée dans les mêmes desseins, la calcite, blanche, tendrait à éclaircir la couleur. La kaolinite apporte au matériau les propriétés propres aux argiles : fluidité à l’état humide, imperméabilité, etc. L’ajout de quartz peut renforcer les propriétés abrasives d’une poudre d’hématite.

### III.8.2. Modalités d'utilisation

#### III.8.2.1. *Quelle matière colorante...*

L'identification de la gamme de matière première employée pour chaque type de résidu (poudre stockée, décoration, etc.) repose, une fois encore, sur un comparatif de la composition chimique, en particulier le cortège d'éléments minoritaires ou traces, pour reconnaître la signature chimique propre à chaque gamme de géomatère colorante (cf. titre 1.2. et 6.1.1. de ce chapitre).

#### III.8.2.2. *... et comment ?*

La détermination des modalités d'utilisation et de dépôt des matières colorantes non cohérentes, qu'elles soient observées sur céramique ou sur des blocs de calcaire, passe par le croisement de différentes observations, à l'œil nu, sous loupe binoculaire et par microscopie électronique.

Pour les résidus colorés **sur blocs et dalles de calcaire**, qui relèvent d'une volonté décorative, il importe de décrire leur *répartition spatiale* sur les pièces (associés à un autre type de décor, comme la gravure, ou non), ainsi que leur *mode de dépôt*.

Les matières colorantes appliquées à l'état liquide (peinture), que le médium soit un pinceau ou le doigt, tendraient à former un dépôt d'épaisseur fine et uniforme, avec de possibles traces parallèles caractéristiques du geste de badigeonnage. Le matériau colorant appliqué à l'état solide (poudre) tend à former un dépôt d'épaisseur plus variable, d'aspect pulvérulent.

L'investigation des résidus colorés sur **céramique** repose sur une approche similaire de ceux sur blocs de calcaire, avec un champ de variables plus vaste.

Il convient en premier lieu d'évaluer la *répartition* des matières colorantes sur les pièces céramiques, qui renseigne sur l'interaction :

- insérées dans la pâte, en tant qu'inclusion (vocation technique) ;
- déposées sur la pâte, face interne, en tant que matière stockée dans le contenant céramique (vocation techno-économique).
- déposées sur la pâte, en tant qu'élément décoratif seul – aplat de poudre ou peinture (vocation symbolique) ;
- incrustées dans les creux, en tant qu'élément décoratif (vocation symbolique).

Dans les trois derniers cas, il importe de définir les *conditions de dépôt*, régies par l'état du matériau colorant (poudre ou peinture), l'état hydrique de la pâte (humide, verte, sèche ou cuite), et l'interaction matière colorante/céramique (mélange dans la masse, incrustation superficielle ou dépôt en surface).

Une expérimentation ciblée a été menée pour appréhender, documenter et décrire les tenants et aboutissants des différentes opérations techniques pouvant mettre en jeu le système technique céramique et une géomatère particulière au domaine provençal, la bauxite.



### ***III.8.2.3. L'expérimentation pour déterminer les interactions bauxite-céramique***

Dans la sphère préhistorique, les blocs de matières colorantes ont jusqu'à présent été principalement abordés dans un contexte technique paléolithique, soit comme supports de gravure, soit comme matière première à transformer par pulvérisation avant usage. Ils n'ont que rarement été envisagés comme « outil » actif exploité pour autre chose que ses propriétés colorantes (Baffier *et al.*, 1991).

Ces lacunes ont motivé la réalisation d'expérimentations adaptées aux problématiques et au cadre chrono-culturel et géologique pris en considération.

Les implications technologiques, esthétiques et culturelles de différents traitements de surfaces sur céramiques ont été documentées par Cédric Lepère par des expérimentations mettant en œuvre des galets, du cuir et de la laine de mouton (Lepère, 2014). La cohésion associée à la dureté moyenne des bauxites est frappante par rapport aux autres gammes de matériaux. Ces propriétés facilitent le maniement des blocs et suggèrent des possibilités techniques élargies. Cette particularité peut être rapprochée des observations faites en Provence (blocs facettés fréquemment rencontrés en contexte Chasséen : cf. titre 2.1.1. du chapitre premier).

L'hypothèse du frottement d'un bloc de bauxite sur un matériau céramique a été évoquée suite à l'observation sur plusieurs vases de surfaces rouges brillantes ou de décors gravés rehaussés de matière blanche ou rouge (Binder *et al.*, 1993, 1996). L'interaction bauxite-céramique peut relever de plusieurs motivations techniques, en fonction de l'état hydrique de la pâte :

- sur pâte verte : brunissage et coloration ;
- sur pâte sèche ou cuite : abrasion et coloration ;
- sur décor gravé sur pâte cuite : incrustation de poudre rouge.

Au total, six variables ont été testées au cours de l'expérimentation visant à documenter ces différents aspects (cf. annexe III pour le protocole détaillé) :

- la composition des matières premières bauxitiques (plus ou moins riches en quartz, en argile, en pisolithes ferrugineux) ;
- l'état hydrique de la pâte céramique (verte molle, verte ferme, sèche, cuite) ;
- l'état de surface des blocs de bauxite (préalablement facettés ou utilisés bruts sur le support céramique) ;
- les différentes actions techniques sur céramique (brunissage/abrasion<sup>28</sup>, incrustation de poudre dans les décors gravés) ;
- le geste de frottement (aller-retour ou aller simple) ;
- dans le cadre des actions sur terre cuite (abrasion et incrustation de poudre), l'ajout ou non d'un adjuvant tel que l'eau.

---

28. Le brunissage est un traitement de surface qui s'applique sur des pâtes vertes à l'aide d'un outil dur ; dans le cas d'un traitement sur pâte sèche ou cuite, on parlera d'abrasion.

### **III.9. En résumé**

Les matières colorantes sont difficiles à « faire parler », car elles n'enregistrent pas les indices de provenance, technologiques ou fonctionnels aussi bien que les industries céramiques, osseuses ou lithiques taillées. La perte de la macrostructure induite par la réduction en poudre et l'altération de la composition minéralogique et chimique dues au mélange avec d'autres matières colorantes ou minéraux, contrarient l'identification de la matière première et l'attribution de provenance.

Au sein des assemblages de matières colorantes, les blocs de matière première sont à la fois la composante majoritaire et la mieux préservée des modifications successives. Certaines de leurs caractéristiques (éléments traces, minéraux spécifiques) peuvent rester intacts tout au long de leur cycle d'utilisation et servir d'éléments discriminants.

En plus de ces données précieuses pour renseigner le système économique des matières colorantes, les blocs de matière première permettent de bien documenter les phases de transformation et de préparation, qu'elles soient mécaniques (réduction en poudre) ou chimiques (mélange et traitement thermique). Déterminer les propriétés physiques des blocs de matière première (degré de dureté, cohérence, richesse en oxy(hydroxy)des de fer, en argile ou en quartz) permet de dresser un premier inventaire des potentialités d'utilisation (propriétés exploitables, nécessité d'employer des outils, etc.).

Cette gamme de vestiges sera investie à travers un ensemble de méthodes propres aux archéosciences (expérimentation et tracéologie), aux géosciences (pétrographie) et aux sciences des matériaux (observations à fort grossissement, analyses élémentaires et structurales), pour extraire le maximum d'informations. Ces données pourront être corrélées et confrontées à celles produites par l'étude (observations et analyses chimiques) des restes colorants incohérents sur tous types de supports (outils, céramiques, etc.) ainsi qu'aux autres gammes de matériel archéologique, pour cerner les systèmes techniques et symboliques dans lesquels s'insèrent les matières colorantes.



# **Chapitre IV. Résultats de l'étude des matières colorantes de Castellar – Pendimoun et de Nice – Giribaldi**

## **CONTENU DE CE CHAPITRE**

Les résultats analytiques obtenus pour les assemblages des deux sites, ainsi que les déductions d'ordre économique, technologique et fonctionnel qui en découlent directement, sont exposés dans ce chapitre. Pour faciliter la lecture, les figures et les tableaux les plus volumineux n'ont pas été insérés au fil du texte, mais rassemblés en annexe (annexe IV pour les inventaires et les descriptions de matériel archéologique, annexe V pour les résultats d'analyses élémentaires et structurales).

### **1. Inventaire et vue d'ensemble des assemblages de matières colorantes**

Cette première partie comprend l'inventaire de l'ensemble des vestiges colorants – blocs de matière première et résidus sur divers supports – pour chacun des deux sites. L'état des lieux ainsi produit montre que les restes cohérents sont largement dominants au sein des assemblages, par rapport aux restes incohérents sur outils, céramiques ou autres supports.

### **2. Castellar – Pendimoun : économie des matières colorantes de l'Impressa aux premières phases des *Vasi a Bocca Quadrata*/3. Nice – Giribaldi : économie des matières colorantes au sein des étapes formatives de la culture de Chassey**

Ces deux titres, présentent, respectivement pour les deux sites étudiés : (i) les différentes gammes de matières premières identifiées, (ii) la caractérisation pétrologique et physico-chimique de chacune de ces gammes, (iii) leur provenance et, enfin, (iv) une reconstitution des systèmes d'acquisition de géomatières colorantes ainsi que (v) leur évolution au cours du temps.

### **4. Transformations et utilisations des matières colorantes, du VI<sup>e</sup> au Ve millénaire BCE**

Les résultats obtenus pour les segments médians et terminaux de la chaîne opératoire sont présentés dans cette section : (i) transformation par traitement thermique, (ii) transformations physiques par réduction en poudre, (iii) usages et fonctions des vestiges colorants associés au matériel céramique, (iv) usages et fonctions des matières colorantes associées à divers supports minéraux – blocs en calcaire sculpté ou non, galets.



## IV.1. Inventaire et vue d'ensemble des assemblages de matières colorantes

*« J'en viens donc à dire que la valeur essentielle accordée à l'artiste nous masque l'un des pôles de la vie de l'œuvre d'art : l'état de la civilisation qui la considère. On dirait qu'en art, le temps n'existe pas. Ce qui m'intéresse, comprenez-vous, c'est la décomposition, la transformation de ces œuvres, leur vie la plus profonde, qui est faite de la mort des hommes. Toute œuvre d'art, en somme, tend à devenir mythe. Les musées sont pour moi des lieux où les œuvres du passé, devenues mythes, dorment – vivent d'une vie historique – en attendant que les artistes les rappellent à une existence réelle. »*

**André Malraux, *La Voie royale***

////////////////////////////////////

### IV.1.1. Résultats de l'inventaire du matériel de Castellar – Pendimoun

Le corpus de matières colorantes de Castellar – Pendimoun comprend des blocs de matière première, un cylindre de pâte reconstituée et des résidus sur supports divers : éléments de macro-outillage, céramiques, blocs de calcaire bruts ou mis en forme par sculpture et gravure.

#### *IV.1.1.1. Blocs bruts et semi-transformés*

La revue de l'assemblage de blocs de matière colorante de Castellar – Pendimoun a permis d'inventorier 730 lots, pour un nombre total de 1710 blocs et une masse de 4915 grammes (annexe IV, tableau 55).

Il faut souligner la grande proportion de blocs jaunes<sup>1</sup>, 48 %, sachant que dans la littérature, cette teinte est généralement négligée en regard du rouge et du noir<sup>2</sup> (cf. titre 2. du premier chapitre). Les blocs rouges<sup>3</sup> représentent 45 % du corpus de matières premières ; les 7 % restant sont bicolores jaune-rouge.

#### *IV.1.1.2. Outils de préparation des matières colorantes*

Castellar – Pendimoun a livré de nombreux blocs calcaires ou gréseux de grandes dimensions. Plusieurs ont été interprétés, d'après leur morphologie, leur mise en forme ou leurs traces d'usure, comme des éléments de macro-outillage. L'étude en cours de ce matériel, menée par Caroline Hamon, a déjà permis d'inventorier, toutes phases d'occupation confondues, quatre-vingt-dix pièces.

- 
1. La teinte varie en fonction de l'état de cristallinité du chromogène (cf. titres 1.2.1. et 1.2.2. du premier chapitre). L'expression « blocs jaunes » comprend donc ceux qui sont exclusivement jaunes, mais aussi les bicolores jaune et brun ou encore ceux dont la teinte se situe entre le jaune et le brun (qualifiées de « poil-de-chameau » ou « Terre-de-Sienne » dans le langage des pigments. Cela correspond peu ou prou, dans la charte Munsell, aux teintes des pages 7.5YR, 10YR et 2.5Y (Collectif, 1975).
  2. Deux raisons peuvent être invoquées : soit le jaune est, de manière générale, moins représenté que le rouge et le noir en contexte archéologique ; soit cette teinte, qui se confond avec le marron et le beige, a moins frappé les archéologues que les autres.
  3. Les teintes incluses dans la catégorie « blocs rouges » vont de l'orangé au rouge profond (« sang-de-bœuf »), en passant par le rouge anglais, le brun-rouge (« rouge grenat », « rouge Bismarck ») ou encore le violet-rouge (« lie-de-vin »/pourpre). Dans la charte Munsell, les teintes correspondantes sont comprises dans les pages 10R, 2.5YR et en partie 5YR (Collectif, 1975).

<i>Identifiant</i>	<i>Attribution</i>	<i>Résidu – couleur</i>	<i>Résidu – Quantité</i>	<i>Outil – fonctionnement</i>	<i>Outil – fonction</i>	<i>Outil – répartition</i>
AP-Meul-01	HS	Rouge	3	Passif	Table de broyage	Surface de travail
AP-Meul-02	Cardial ancien	Rouge	3	Actif	Broyeur	Surface de travail + autre
AP-Meul-03	Impressa	Rouge	3	Actif	Broyeur	Surface de travail + autre
AP-Meul-04	Impressa	Rouge	1	Actif	Concasseur à cup.	Autre
AP-Meul-05	Impressa	Rouge	2	Actif	Broyeur	Surface de travail + autre
AP-Meul-06	Impressa	Rouge et jaune	2	Actif	Broyeur à cupule	Surface de travail + autre
AP-Meul-07	Impressa	Rouge	2	Actif	Broyeur	Surface de travail
AP-Meul-08	Impressa	Rouge	3	Actif	Broyeur	Surface de travail + autre
AP-Meul-09	HS	Rouge	3	Actif	Broyeur	Surface de travail + autre
AP-Meul-10	HS	Rouge	3	Inconnu	Fgt de galet	Surface de travail + autre
AP-Meul-11	HS	Rouge	3	Inconnu	Fgt de galet	Surface de travail
AP-Meul-12	Impressa	Rouge	2	Inconnu	Fgt de galet	Surface de travail
AP-Meul-13	HS	Rouge	3	Inconnu	Fgt de galet	Surface de travail
AP-Meul-14	HS	Rouge	3	Inconnu	Fgt de galet	Surface de travail
AP-Meul-15	HS	Rouge	3	Inconnu	Fgt de galet	Surface de travail
AP-Meul-16	Impressa	Rouge	2	Inconnu	Fgt de galet	Surface de travail
AP-Meul-17	Cardial ancien	Rouge	3	Actif	Broyeur	Surface de travail
AP-Meul-18	Cardial ancien	Rouge	3	Passif	Table de broyage	Surface de travail
AP-Meul-19	Impressa	Rouge	3	Actif	Broyeur à cupule	Surface de travail
AP-Meul-20	Cardial ancien	Rouge	3	Inconnu	Broyeur	Autre

**Tableau 19.** *Inventaire du macro-outillage de Pendimoun portant des résidus colorés.*

Ce matériel a fait l’objet d’observations macro- et mésoscopique dans le cadre de la présente étude, pour repérer des résidus de matière colorante sur les faces des outils. Cette étape, réalisée en concertation avec Caroline Hamon, a permis de mettre en lumière l’ambiguïté des indices visuels traditionnellement attribués à de la matière colorante : traces d’aspect jaune, brun, rouge, violet, etc. Le cas de résidus colorés<sup>4</sup> poudreux sur un bloc de calcaire est généralement assez clair pour considérer que l’on a bien affaire à des traces de matière colorante déposées sur un support. Il n’en va pas de même avec des outils élaborés sur des galets gréseux dont le ciment peut être ferrugineux. Dans certains cas, les oxy(hydroxy)des de fer peuvent être naturellement présents dans la géomatière constitutive de ces galets ; c’est le cas des grès dits « d’Annot »<sup>5</sup> par exemple. Les critères pour caractériser les indices – traces jaunes, orangées ou rouges – sont multiples :

- l’aspect des traces : un résidu colorant a souvent un aspect poudreux et recouvre les grains de la géomatière du support. À l’inverse, un constituant de la géomatière de l’outil est bien cristallisé et pénètre entre les grains ;
- l’emplacement des traces jaunes et rouges : si elles se trouvent dans les cassures mais pas sur les surfaces actives d’outil et que ces cassures n’ont pas été réutilisées par la suite, il est probable qu’elles soient intrinsèques à la géomatière constitutive de celui-ci ;

4. Par « coloré », on entend que le résidu est doté d’une couleur dont n’est pas naturellement pourvu son support.

5. La formation des grès d’Annot est une accumulation de turbidites (couches de sédiments déposés en milieu marin ou lacustre par turbidité) d’âge éocène.

- la répartition des traces : les résidus colorés forment généralement une ou plusieurs plages colorées sur les parties actives de l'outil ; la répartition des inclusions naturelles est anarchique ou bien suit les diaclases\* de la matière première.

Suite à notre observation, à l'œil nu et sous loupe binoculaire, de l'ensemble du matériel de macro-outillage produit lors des fouilles récentes de Pendimoun, de potentiels résidus colorants ont été repérés sur vingt pièces (outils entiers ou fragments), qui ont été isolés et inventoriés (tableau 19). Un cas reste douteux (AP-Meul-04). Parmi les pièces qui portent indéniablement des résidus colorés, deux sont des tables de broyage (outils passifs), neuf des broyeurs (outils actifs) et huit des fragments de galet dont le mode de fonctionnement n'a pas pu être établi par Caroline Hamon. À l'exception de la pièce AP-Meul-04 dont les traces colorées sont très succinctes, les résidus sont répartis sur les surfaces de travail avec en plus, parfois, quelques occurrences sur des surfaces qui n'ont pas travaillé.

### IV.1.1.3. Céramiques colorées

Nous avons vu précédemment que Pendimoun a livré des épandages très denses de matériel céramique, doté d'un fort potentiel de remontage, dans les phases du Néolithique ancien (Binder et Sénépart, 2010, p. 154 ; cf. titre 3.2. du deuxième chapitre). Plusieurs formes ont ainsi pu être reconstituées (Binder et Sénépart, 2010, p. 159-161) :

- le corpus de l'Impressa (Pendimoun 1 : 5750-5500 cal. BCE) comprend principalement des pots à fond plat ou aplati, des coupes, de petites bouteilles ou jarres à col étroit, mais aussi des ustensiles à puiser et de grandes jarres à parois droites ;
- le registre typologique du Cardial ancien (Pendimoun 2 : 5500-5350 cal. BCE) comprend des bols, des pots et des marmites à fond rond et à parois droites ou légèrement refermées, des bouteilles ou des jarres à col droit ;
- les principales formes du Cardial évolué (Pendimoun 3 : 5350-5200 cal. BCE) sont des marmites ovoïdes ou à parois droites, des jarres, des bols et des coupes ;
- dans la transition Cardial/VBQ (Pendimoun 4 : 5150-4900 cal. BCE), les quelques formes reconnues dans un assemblage très fragmenté sont des bols, des marmites, des jarres et quelques formes segmentées (vase biconique, vase à piédestal).

Au sein de cet assemblage de plusieurs dizaines d'individus, quatre vases présentent des résidus colorants ; ils ont été isolés au cours de l'étude céramologique menée par Marzia Gabriele, Didier Binder et Fabrice Nicolle (Binder, 2003).

Le « vase 44 » provient des couches Impressa du secteur sud (US 25465 et 26884 ; carré M11) ; les douze tessons retrouvés ont permis de remonter un quart de l'objet initial. Ce vase à col distinct a une hauteur de 20 cm environ, pour un diamètre qui oscille entre 17-18 et 20-21 cm (respectivement col et panse). Le bord est régulier et le fond, peut-être rond, n'est pas conservé. Il est doté de quatre languettes de préhension à perforation verticale (Binder, 2003, p. 102). Le seul élément décoratif relevé sur cette céramique est une coloration rouge sur les deux faces des tessons (figure 51).

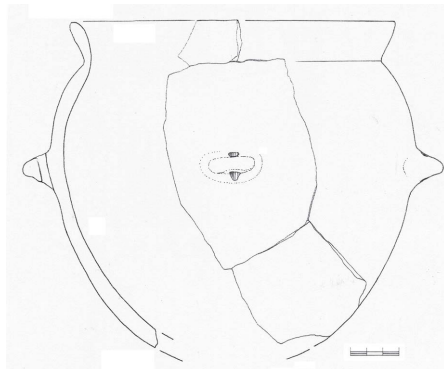
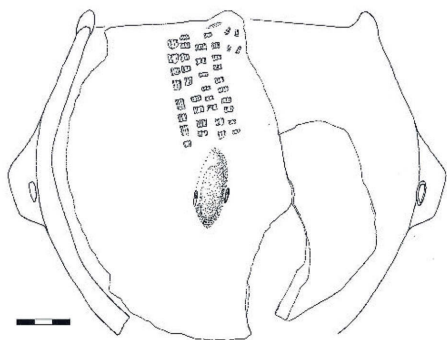


Figure 51. Remontage du vase 44 (d'après Binder, 2003).

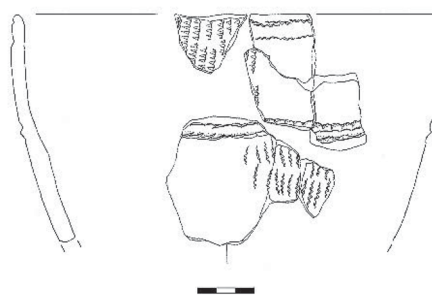




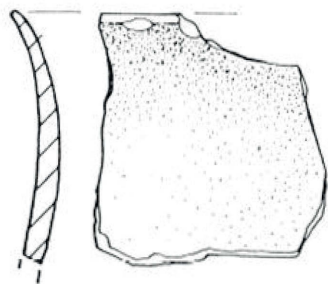
**Figure 52.** Remontage du vase 1 (d'après Binder, 2003).

Les couches du Cardial récent du secteur sud ont livré deux céramiques portant des résidus colorés. Le profil du « vase 1 » (US 24102 et 23588) a pu être reconstitué à l'aide de huit tessons. C'est une marmite sphérique à bouche quadrilobée – bord arrondi – et à parois épaisses (7 à 12 mm), d'un diamètre de 22 cm. Entre le bord et l'oreille à passage horizontal, elle est décorée de lignes verticales imprimées à la branchette (Binder, 2003, p. 75). Des résidus de matière colorante rouge sont relevés sur les deux faces de la paroi (figure 52).

La seconde céramique colorée du Cardial récent est le « vase 6 », composé d'onze tessons (US 5374, 21466, 21697, 22111 ; carré N 15). Cette jatte fait 13 cm de haut pour 23 cm de diamètre. Elle est décorée de panneaux d'impressions verticales courtes exécutées au cardium de part et d'autre d'un cordon pincé, ainsi que d'une double ligne d'impressions horizontales au cardium sous la lèvre. Le bord est rond, festonné et légèrement évasé (Binder, 2003, p. 78). Des résidus de matière colorante rouge ont été repérés sur le bord et dans les décors en creux (figure 53).



**Figure 53.** Remontage du vase 6 (d'après Binder, 2003).



**Figure 54.** Tesson du « vase rouge » (d'après Binder et al., 1993).

Enfin, le « vase rouge » a été mis au jour dans les couches VBQ du secteur nord. Il est composé de seize tessons distribués au sein des US 13692, 14228, 14460 et 14550. Ce petit récipient a une paroi fine 5 à 7 mm et présente une carène à mi-hauteur. Ses parois interne et externe ont subi un traitement de surface intense qui les a rendues lisses et brillantes. Une coloration rouge non continue apparaît sur la paroi externe (figure 54).

#### **IV.1.1.4. Autre matériel : blocs calcaires colorés et cylindre imprimé**

##### **IV.1.1.4.1. Bloc calcaire sculpté coloré AP41689**

Le bloc 41689 a été trouvé dans le carré J23, dans la partie supérieure du remplissage d'une fosse peu profonde rattachée à la phase impressa (unité stratigraphique 41678), datée de 5640-5480 cal. BCE. Cette fosse a également livré des tessons céramiques, des restes fauniques, des charbons de bois, des graines de céréales et d'autres blocs calcaires de dimensions variées (centimétriques à décimétriques).

C'est le repérage de résidus rouges, en cours de fouille, sur l'une de ses faces qui a conduit à l'isoler, en vue d'étudier ces traces colorantes (figure 55).

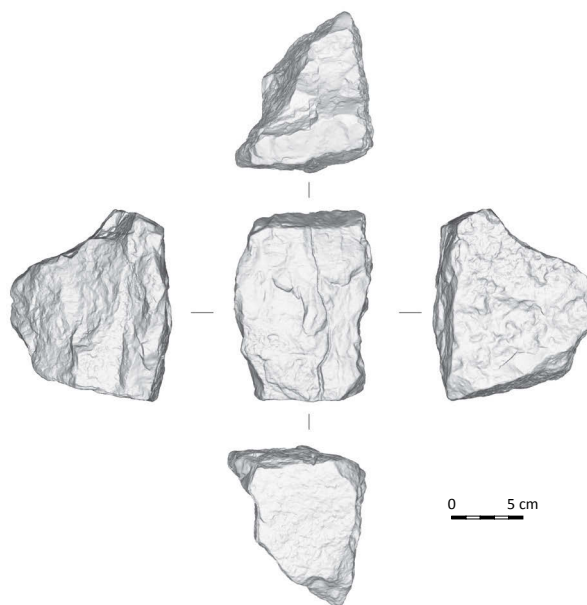
**Figure 55.** Cliché du contexte de mise au jour du bloc gravé (cliché Didier Binder) ; entouré en rouge : le bloc AP41689 ; en pointillés noirs : limite de la fosse.



Dans le but de préserver les résidus de matière colorante, le bloc n'a subi aucun traitement post-fouille (brossage ou lavage). Une séance d'étude visant à définir la répartition de ces résidus, en présence de Caroline Hamon et de Didier Binder, a permis de mettre en évidence que la face plane avait été mise en forme par sculpture et gravure pour représenter un visage anthropomorphe (figure 56).

La description et l'interprétation de cette pièce ont fait l'objet d'une publication, où sont développés en détail les éléments évoqués ci-après (Binder *et al.*, 2014).

Elle se présente comme un prisme à base trapézoïdale grossière, tronqué diagonalement. Ses dimensions sont 14 x 10 x 11 cm, pour une masse de 1,7 kg. La géomatière constitutive est un calcaire fin et tendre, parcouru de fines veines de calcite. Il provient peut-être des barres calcaires tithoniques qui surplombent le site de Pendimoun. Le bloc calcaire a été mis en forme pour représenter un visage tenant dressé sur sa base aplanie. La composition est relativement grossière : le nez n'est pas au centre, les yeux ne sont ni symétriques, ni au même niveau, les proportions entre les différents éléments anatomiques ne sont pas respectées, etc.



**Figure 56.** Déroulé du scan laser 3D du bloc AP41689 (acquisition Franck Vautier et Olivier Voldoire ; composition Sabine Sorin).

Cependant, la détermination des modes de mise en forme, menée par Sylvie Beyries et Caroline Hamon, a montré la pluralité et la diversité des opérations : piquetage de la face inférieure, enlèvements importants par percussion, éléments anatomiques figurés par incision, gravure ou sculpture (Binder *et al.*, 2014, p. 5-8).

On note que l'ensemble de la face est parcouru par une faille verticale sinueuse qui traverse les éléments antérieurs ; peut-être naturelle, cette « cicatrice » a visiblement été accentuée à l'aide d'un outil qui a laissé de longues stries fines et verticale sur ses flancs (Binder *et al.*, 2014, p. 7).

Concernant les matières colorantes, des résidus rouges et jaunes ont été aisément repérés à l'œil nu, sur la partie haute de la face gauche du bloc. Ces résidus sont d'autant mieux conservés qu'ils se trouvent dans des anfractuosités de la surface calcaire et qu'ils sont recouverts de sédiment. Un examen minutieux a permis de repérer des traces rouges plus fugaces sur la face avant (visage), dont le relief est moins accusé.

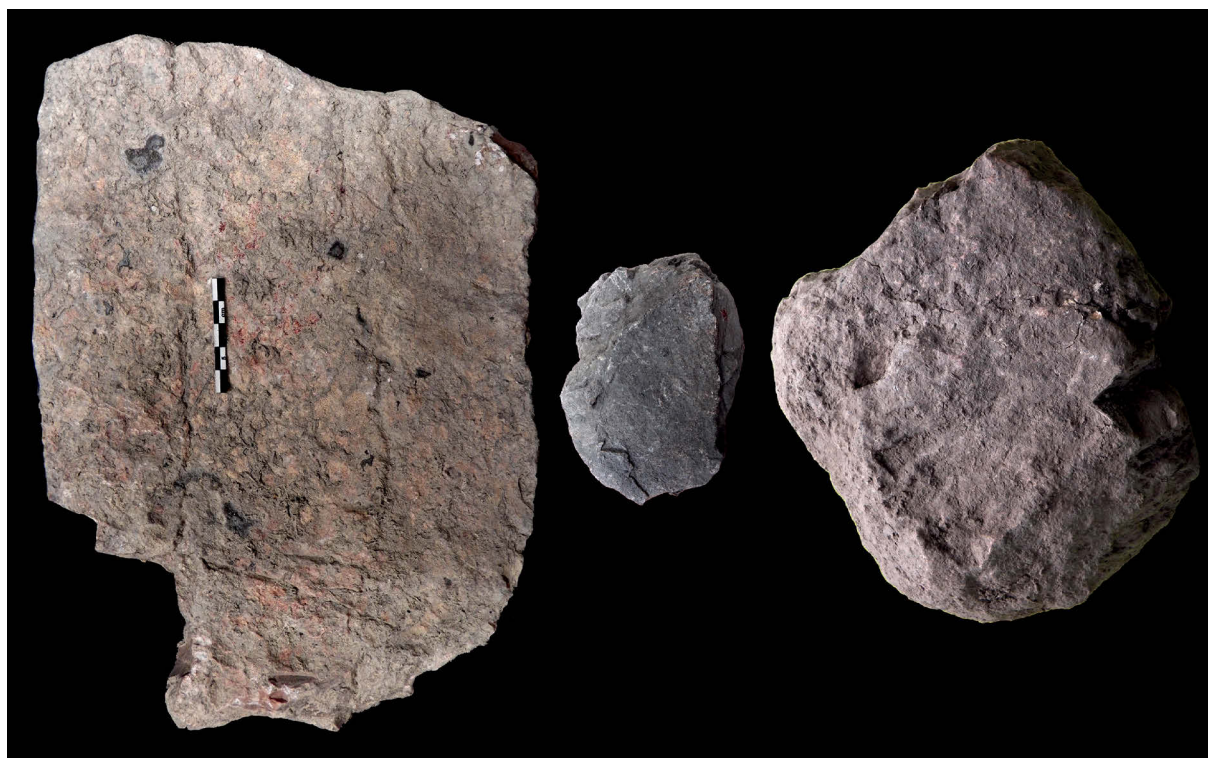
#### *IV.1.1.4.2. Blocs calcaires colorés*

Des résidus de matière colorante rouge ont été repérés sur trois autres blocs du secteur nord (figure 57). Ils proviennent vraisemblablement des formations calcaires tithoniques en surplomb de l'abri. Aucune surface de travail n'a été repérée sur ces blocs : ce ne sont pas des éléments de macro-outillage (meules par exemple).

Les blocs 19902 et 42244 ont tous deux été mis au jour dans les niveaux du Cardial ancien (unité stratigraphique 19011, phase N3g), respectivement dans les carrés L21 et K21. Le premier est un parallélépipède rectangle irrégulier, de dimensions 30 x 21 x 15 cm ; sa plus grande face est maculée de résidus rouges.

Le second bloc est un prisme à base triangulaire irrégulier de dimensions 18 x 13,5 x 8,5 cm. La matière colorante est représentée par un unique gros résidu rouge poudreux.

Le bloc 42309 provient de la sépulture H2 (figure 57), datée du Cardial ancien (unité stratigraphique 40549, phase N3i1). Il participait au système de fermeture en servant de calage à



**Figure 57.** Photographies de blocs de calcaire portant des résidus de matière colorante rouge ; de gauche à droite : AP19902, 42244 et 42309 (clichés J.-V. Pradeau).

un élément en matériau périssable, comme un plancher de bois (Binder, 2005a ; Zémour, 2013, p. 627). Ce bloc a pour dimensions 25 x 21 x 18 cm. Les colorations rouges, ténues, sont observées sur plusieurs faces.

#### *IV.1.1.4.3. Cylindre imprimé AP 281*

L'objet 281 provient du carré P17 (secteur sud). Il a été retrouvé à la base des niveaux de la phase S2. Il est donc rattaché à la fin du Cardial ou à l'occupation VBQ initiale.

Cet artefact est un fragment de cylindre droit de 40 mm de longueur, dont la base fait 31 x 29 mm (figure 58).



**Figure 58.** Photographies du fragment de cylindre AP 281 (clichés J.-V. Pradeau).

### **IV.1.2. Résultats de l'inventaire du matériel de Nice – Giribaldi**

La revue de l'assemblage de matières colorantes de Nice – Giribaldi a permis d'inventorier des restes cohérents (blocs de matière première) et non cohérents. Ces derniers sont observés sur trois types de support : éléments de macro-outillage, tessons de céramique et petits galets à usure distale.

#### *IV.1.2.1. Blocs bruts et semi-transformés*

Le corpus de blocs de matières colorantes de Nice – Giribaldi comprend 444 blocs répartis en 312 lots. La masse totale atteint 1900 grammes. Cependant, un fragment massif (JVP-VG-bloc-310 : 734 grammes) contribue à près de 39 % de cette valeur (annexe IV, tableau 56).

À l'échelle de l'assemblage, la couleur rouge/orange<sup>6</sup> domine : 83 % des blocs sont de cette teinte. Les blocs exclusivement jaunes et les bicolores jaune/rouge représentent respectivement 12 % et 5 % du corpus.

6. Les teintes orangées correspondent aux nuances ayant une pureté, ou *chroma*, de 8 des pages 2.5YR et 5YR de la charte Munsell (Collectif, 1975).



### IV.1.2.2. Outils de préparation des matières colorantes

Le macro-outillage de Nice – Giribaldi (étudié par Annick Schoumacker et en cours de reprise par Caroline Hamon) est représenté par plus de 1100 objets, dont 55 % sont répartis dans les structures (cf. titre 3.3. du deuxième chapitre).

<i>Identifiant</i>	<i>Carré</i>	<i>Structure</i>	<i>Résidu – couleur</i>	<i>Résidu – quantité</i>	<i>Outil – fonctionnement</i>	<i>Outil – répartition</i>
VG meul 001	EF12		Rouge	1	Inconnu	Surface active
VG meul 002		3	Rouge	1	Outil actif	Surface active
VG meul 003	D12	7	Rouge	1	Outil actif	Surface active
VG meul 004	KL17	3	Rouge	1	Inconnu	Surface active
VG meul 005	J13	6b	Rouge	3	Outil passif	Surface active
VG meul 011	F14		Rouge	2	Inconnu	Surface active
VG meul 012		3	Rouge	2	Outil actif	Surface active
VG meul 014	K16	3	Rouge	1	Outil passif	Surface active
VG meul 016		6	Rouge	1	Outil passif	Surface active
VG meul 017	E12	7	Rouge	1	Outil passif	Surface active
VG meul 019	KL19-20		Rouge	1	Outil actif	Surface active
VG meul 020	EF13	7	Rouge	3	Outil actif	Surface active
VG meul 022	F11		Rouge	1	Inconnu	Surface active
VG meul 024		3	Rouge	3	Outil passif	Surface active
VG meul 025	G15		Rouge	2	Outil passif	Surface active
VG meul 028	K15	6B	Rouge	2	Outil actif	Surface active
VG meul 030	H12		Jaune	3	Outil passif	Surface active
VG meul 031	F11		Rouge	3	Outil passif	Surface active
VG meul 032		3	Rouge + jaune	3	Outil passif	Surface active

**Tableau 20.** Inventaire du macro-outillage de Giribaldi portant des résidus colorés.

Contrairement au matériel de Pendimoun, les éléments de macro-outillage de Giribaldi ont été lavés pour en faciliter l’étude des modes de fabrication et d’utilisation<sup>7</sup>. La plupart de ces outils sont réalisés sur galet ou fragment de galet de grès d’Annot (Schoumacker, 2004). Le grès d’Annot est constitué de grains de quartz et de feldspath de différentes granulométries, pris dans un ciment calcaire. Ce dernier peut être naturellement coloré en jaune, en orangé ou en rouge par la présence d’oxy(hydroxy)des de fer<sup>8</sup>. Il en résulte une grande difficulté à discerner ce qui relève du résidu de matière colorante de ce qui correspond aux particules fines de ciment compressées à la surface<sup>9</sup> de l’outil lors du travail de celui-ci.

7. L’approche techno-fonctionnelle du matériel de macro-outillage par observation méso- et microscopique ne s’est pleinement développée qu’au milieu des années 1990 (Hamon, 2003, p. 102).

8. La diversité de phases cristallines des oxy(hydroxy)des de fer et de couleur peut être mise sur le compte d’un éventuel passage au feu de ces outils. Cette hypothèse mériterait d’être testée plus avant. L’étude de la thermoluminescence des grains de quartz constitue une possible méthode pour cela.

9. Le terme *surface* s’entend ici au sens premier, à savoir la partie extérieure d’un objet, qui circonscrit le volume occupé par celui-ci (Dictionnaire de l’Académie française, 9<sup>e</sup> édition).

En prenant en compte ces deux biais (traitement post-fouille et géomatière équivoque), l'examen macro- et mésoscopique de l'ensemble du corpus nous a permis de repérer des résidus de matières colorantes sur dix-neuf individus<sup>10</sup>, dont deux proviennent de la structure 6B, trois de la structure 7 et six de la structure 3 ; les huit autres sont sans attribution chronoculturelle précise (tableau 20).

D'après l'étude de Caroline Hamon, cet assemblage comprend six outils actifs (broyeurs) et neuf outils passifs (tables de broyage ou d'abrasion). Pour quatre fragments, la détermination du fonctionnement n'a pas été possible.

Sur dix-sept outils, les résidus sont rouge-orangé. Dans deux uniques cas, ils sont soit de couleur jaune (JVP-VG-Meul-30) soit bicolores rouges et jaunes (JVP-VG-Meul-32).

### *IV.1.2.3. Céramiques colorées*

Le matériel céramique de Nice – Giribaldi offre un riche registre décoratif : motifs à *filo spinato*<sup>11</sup>, impressions tangentielles au poinçon, décors excisés en triangles ou en méandres, décors gravés en motifs radiaux et losangiques. Les décorations en creux sont rehaussées de matière colorante blanche. Ces incrustations ressortent d'autant mieux que les pâtes ont parfois été assombries par un traitement à chaud<sup>12</sup>, après une cuisson réductrice<sup>13</sup> (Binder *et al.*, 1994, p. 265 ; Binder, 2004b, p. 44 ; Lepère, 2012, p. 524).

Dans le cadre de notre étude, les tessons qui présentaient des indices assimilables à de la matière colorante – sous forme de peinture, de résidus de poudre ou de charge dans la pâte – ont été observés sous loupe binoculaire, pour apprécier la contribution des matières colorantes au langage décoratif céramique produit à Giribaldi. Soixante-quatorze tessons ont été inventoriés de la sorte (annexe IV, tableau 57).

Cinq types d'interaction céramique/matière colorante ont pu être observés : poudre et peinture de couleur rouge-orangé (vingt-cinq occurrences), matière blanche sur pâte sombre (vingt-sept occurrences), aplats noirs superficiels sur pâte claire (onze occurrences), inclusions rouges (vingt-et-un occurrences) et colorations rouges superficielles sur pâtes claires (treize occurrences). Certains tessons cumulent deux aspects d'interaction.

10. Quatorze autres outils ont été inventoriés à titre préventif. Les traces d'oxy(hydroxy)des de fer observés à leur surface semblent incluses dans la géomatière constitutive (grès d'Annot par exemple). Ils ne sont pas pris en considération dans les réflexions ultérieures.

11. En italien : fil barbelé. Ce motif décoratif correspond à des lignes avec de petits traits perpendiculaires à intervalles réguliers.

12. Ce traitement post-cuisson peut être un enfumage ou une enduction – application superficielle – de matière carbonée, comme de la graisse. Le principal critère de distinction entre ces deux traitements est la meilleure pénétration du second (Lepère, 2012, p. 517).

13. Selon Cédric Lepère, « le nombre d'individus cuits en atmosphère réductrice ayant subi des aménagements à chaud est probablement sous-estimé » (Lepère, 2009, p. 454).

#### **IV.1.2.4. Galets à extrémités usées**

En parallèle des grandes quantités de fragments de macro-outillage, de nombreux galets de petites dimensions ont été mis au jour dans toutes les couches de Giribaldi. Certains d’entre eux ont attiré l’attention par leurs pôles remarquablement usés<sup>14</sup> (Bonilauri, 2001).

Ces cinquante-trois pièces inhabituelles<sup>15</sup> sont de dimensions réduites : la longueur, la largeur et l’épaisseur sont respectivement comprises entre 9 et 54 mm, 6 et 27 mm, 2 et 18 mm. Ils sont intensément usés sur au moins une extrémité, qualifiée de « distale »<sup>16</sup> ; 16 pièces ont aussi une seconde usure. Ces plages d’usure sont le plus souvent perpendiculaires à l’axe du galet ; elles sont constituées d’une ou de plusieurs facettes obliques se recoupant (Bonilauri, 2001, p. 6). Les facettes, parfois concaves, portent des stries longues, fines ou larges, organisées parallèlement. Les bords des usures présentent fréquemment des dépôts rouge orangé, qui s’apparentent *a priori* à des résidus de matière colorante. Le mode d’utilisation et la fonction de ces objets reste à ce jour problématique.

Dans tous les cas, comme le conclut Stéphanie Bonilauri, il est « impossible d’affirmer [que les résidus sont de l’argile et non la matière colorante par observations macro et mésoscopiques]. Seules des analyses minéralogiques permettraient de trancher cette éventualité » (Bonilauri, 2001, p. 14).

Dans cette perspective, le corpus de galets à extrémités usées a fait l’objet d’un inventaire par observations macro- et mésoscopiques. Trente-six individus portant des résidus jaunes, orangés ou rouges ont été isolés en vue d’une étude dédiée (annexe IV, tableau 58).

#### **IV.1.3. Bilan préliminaire**

Les disparités qui ressortent de cet exposé sont considérables. Au sein de chaque site, les vestiges cohérents – blocs de matière première, bruts ou semi-transformés – dominant numériquement, parfois de beaucoup, les restes non cohérents – résidus colorés sur tous supports, liés à la préparation ou à l’utilisation. On compte ainsi plusieurs centaines de blocs pour quelques dizaines de supports colorés, toutes origines confondues.

On observe aussi que les documents qui permettent d’accéder aux segments terminaux de la chaîne opératoire, les supports colorés, sont inégalement représentés sur les deux sites. La présence ou absence de certains supports, comme le bloc sculpté, peut évidemment être imputée aux différences chronoculturelles et fonctionnelles qui résident entre les sites.

Dans tous les cas, nous disposons d’une masse documentaire idéale pour appréhender la caractérisation des matières premières exploitées et des systèmes d’acquisition, tandis que le matériau d’étude pour déterminer les modalités de transformation et surtout d’utilisation est plus hétérogène.

---

14. Les galets à usure distale de Giribaldi ont fait l’objet d’une étude technofonctionnelle dans le cadre d’un mémoire de master, non publié. La diffusion de ce type de document étant relativement restreinte, nous en présentons quelques grandes lignes.

15. Des galets à usure distale sont aussi connus à Finale – Arene Candide (Bernabo Brea, 1946, d’après Bonilauri, 2001, p. 1).

16. L’auteure adapte la terminologie en vigueur en technologie lithique pour faciliter le repérage dans l’espace (Inizan *et al.*, 1995). La face dite « ventrale » est désignée arbitrairement par une pastille. Lorsque les deux extrémités sont travaillées, le terme « distal » est attribué à celle qui est la plus usée (Bonilauri, 2001, p. 4).

Ce constat, associé aux qualités informatives pressenties des blocs de matières premières (cf. titre 1.1. du troisième chapitre), plaide pour axer notre étude autour de cette gamme de vestiges. Il s'agira, de proposer pour chacun des sites un tableau précis de gestion des matières colorantes.

Les étapes de transformations et d'utilisations sont moins bien représentées et plus difficiles à décrire. Elles seront abordées dans un second temps et exposées de façon linéaire, de l'Impressa au Chasséen, en fonction des activités effectivement mises en évidence dans les corpus archéologiques.





## IV.2. Castellar – Pendimoun : économie des matières colorantes de l'Impressa aux premières phases des *Vasi a Bocca Quadrata*

*So we sailed up to the sun*

*Till we found the sea of green*

*And we lived beneath the waves*

*In our yellow submarine*

**John Lennon et Paul McCartney, *Yellow Submarine***

////////////////////////////////////

### IV.2.1. Classification des restes cohérents et caractérisation des gammes de matières colorantes introduites à Pendimoun

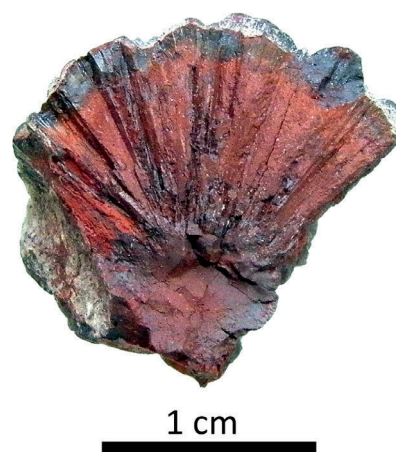
Trois gammes de matières premières ont été déterminées dans le corpus de blocs de Pendimoun : (i) des marcassites oxydées, (ii) des types d'altérations de roche carbonatée glauconieuse, l'une à oolithes ferrugineuses, (iii) l'autre avec des produits de détritisme. Ces trois classes ont toutes pour composants chromogènes des oxy(hydroxy)des de fer : hématite et/ou goethite.

#### IV.2.1.1. Marcassites oxydées

Les blocs de marcassite oxydée ne représentent que 7 % du nombre total de blocs (114 individus), mais leurs grandes dimensions associées à leur densité portent leur contribution massique à 1390 grammes (soit 28 % de la masse totale). Ils sont jaune-brun, violet-rouge lie-de-vin ou bicolores (respectivement 24 %, 73 % et 3 % d'entre eux).

Six échantillons<sup>17</sup> ont été étudiés par microscopie électronique à balayage et par analyses élémentaires par dispersion d'énergie. Les analyses structurales par diffraction des rayons X et par spectroscopie Raman ont respectivement été réalisées sur quatre et six blocs (tableau 21).

La marcassite a un habitus interne radial et externe pyramidal. Cette caractéristique facilite grandement la détermination à l'œil nu des blocs de cette classe (figure 59). La périphérie des nodules est bien cristallisée et très dense. Cette caractéristique a permis de les repérer aisément dès les opérations de fouille. Le cœur est plus poreux, rarement pulvérulent ; la structure est



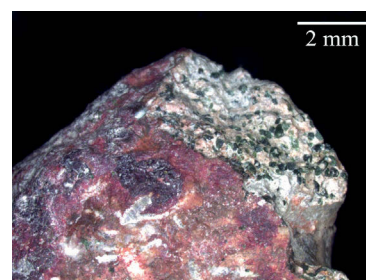
**Figure 59.** *JVP-AP-Bloc-636 : habitus de marcassite (cliché J.-V. Pradeau).*

17. Les échantillons préparés et analysés sont sélectionnés en fonction de divers critères explicités dans le titre 4.1.1. du troisième chapitre.

<i>Bloc</i>	<i>Classe</i>	<i>MEB</i>	<i>Analyses élémentaires EDS</i>	<i>Analyses structurales DRX</i>	<i>Analyses structurales spectrométrie Raman</i>
JVP_AP_Bloc_178	Alt. glauc.	X	X		X
JVP_AP_Bloc_182	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_185	Alt. glauc.	X	X		X
JVP_AP_Bloc_291	Alt. glauc.	X	X	X	X
JVP_AP_Bloc_454	Alt. glauc.	X	X	X	X
JVP_AP_Bloc_476	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_528	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_548	Alt. glauc.	X	X		
JVP_AP_Bloc_581	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_600	Alt. glauc.	X	X		
JVP_AP_Bloc_655	Alt. glauc.	X	X		
JVP_AP_Bloc_668	Alt. glauc.	X	X	X	X
JVP_AP_Bloc_704	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_732	Alt. glauc.	X	X	X	X
JVP_AP_Bloc_735	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_744	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_767	Alt. glauc.	X	X		
JVP_AP_Bloc_071	Alt. micacée	X	X		
JVP_AP_Bloc_181	Alt. micacée	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_284	Alt. micacée	X	X		X
JVP_AP_Bloc_472	Alt. micacée	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_499	Alt. micacée	X	X		
JVP_AP_Bloc_718	Alt. micacée	X	X		X
JVP_AP_Bloc_723A	Alt. micacée	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_723B	Alt. micacée	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_194	Autre	X	X		X
JVP_AP_Bloc_054	Marc. ox.	X	X		X
JVP_AP_Bloc_221	Marc. ox.				X
JVP_AP_Bloc_251	Marc. ox.				X
JVP_AP_Bloc_286	Marc. ox.				X
JVP_AP_Bloc_491	Marc. ox.	X	X	X	X
JVP_AP_Bloc_633	Marc. ox.	X	X		
JVP_AP_Bloc_636	Marc. ox.	X	X	X	X
JVP_AP_Bloc_639	Marc. ox.	X	X	X	
JVP_AP_Bloc_709	Marc. ox.	X	X	X	

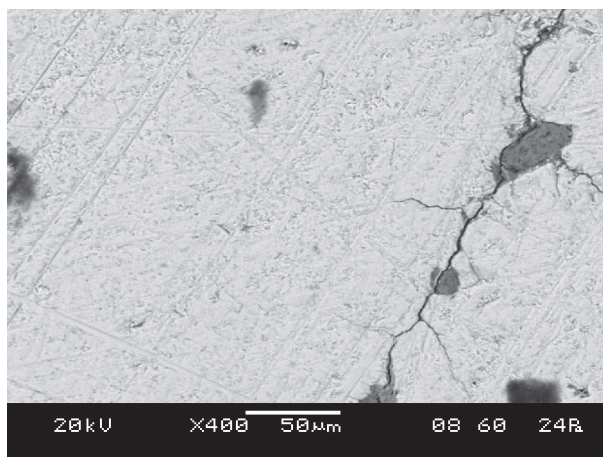
**Tableau 21.** *Échantillons de blocs de matière première analysés pour caractériser les différentes gammes importées à Pendimoun.*

parfois massive plutôt que radiale. Les seules inclusions identifiées au cours de l’examen pétrographique sont de rares petits micas blancs (muscovites). Dans un unique cas, des grains de glauconite saine ont été observés (figure 60).



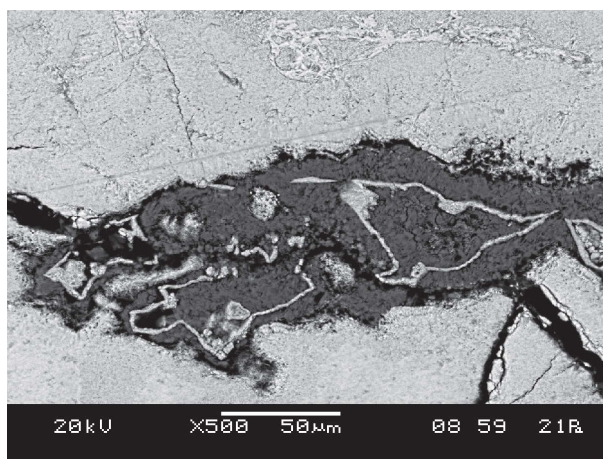
**Figure 60.** *JVP-AP-Bloc-772 : marcassite (fraction à gauche) et glauconite saine (grains verts en haut à droite (cliché J.-V. Pradeau).*

Les observations par imagerie en contraste chimique révèlent la grande homogénéité du ciment composé d'éléments lourds, qui apparaît en gris très clair sur les micrographies. Il englobe des inclusions, de couleur gris foncé, donc constituées d'éléments plus légers. Ces inclusions prennent la forme de prismes arrondis (figure 61) ou bien épousent le volume offert par la porosité de la marcassite (figure 62).



**Figure 61.** *Micrographie de l'échantillon JVP-AP-Bloc-633 ; le ciment gris clair hémattique englobe des inclusions grises de silicates et de carbonates (cliché J.-V. Pradeau).*

Les analyses élémentaires MEB-EDS (annexe V, tableau 59) montrent que cette roche est très majoritairement composée d'oxy(hydroxy)des de fer. Les inclusions gris foncé sont des silicates (JVP-AP-Bloc-633) et des carbonates. Le cortège d'éléments minoritaires est relativement hétérogène. Les éléments souvent détectés avec le fer sont le magnésium, l'aluminium, le silicium, le phosphore, le calcium et le nickel. Cependant, les associations d'éléments varient pour chaque échantillon. Ainsi, dans JVP-AP-Bloc-491, le fer est associé au nickel ; dans JVP-AP-Bloc-639, il est corrélé au phosphore ; dans JVP-AP-Bloc-633, le nickel et le phosphore sont détectés avec le fer. Enfin, l'élément soufre est parfois détecté en très petite quantité, mais tout de même bien identifié par sa raie  $K\alpha_1$  d'énergie de 2,308 KeV. Les échantillons concernés sont JVP-AP-Bloc-633, 636 et 709.



**Figure 62.** *Micrographie de l'échantillon JVP-AP-Bloc-709 ; les inclusions grises épousent parfois le volume offert par la porosité de la marcassite (cliché J.-V. Pradeau).*

Les analyses structurales (tableau 22) montrent que les blocs jaune-brun et ceux de couleur rouge lie-de-vin sont respectivement composés de goethite et d'hématite ; le bloc JVP-AP-Bloc-709 est composé en quantités équivalentes d'hématite et de maghémite. L'hématite désordonnée est identifiée sur certains spectres des échantillons JVP-AP-Bloc-221 et 286 en spectroscopie Raman. Les pics sont intenses et fins, aussi bien en diffraction des rayons X qu'en spectroscopie Raman. Cette bonne définition des diffractogrammes et des spectres témoigne de la cristallinité élevée du minéral. Parmi les inclusions observées sous loupe binoculaire et au MEB, seuls le quartz et la calcite ont été détectés, en diffraction des rayons X (annexe V).

Cette gamme de blocs provient de l'oxydation et de la fragmentation (naturelle ou anthropique) de nodules de marcassite. D'un jaune-brun sombre ou violet-rouge lie-de-vin, ils sont très riches en oxy(hydroxy)des de fer (goethite, hématite ou les deux) bien cristallisés, avec un peu de quartz et

Éch.	Classe	Ox. de fer				Phyllosilicates			Autres		
		Hémat.	Hém. désord.	Maghém.	Goeth.	Kaol.	Glauc.	Muscov.	Quartz	Calcite	Fluorapat.
AP_182	Alt. glauc. Concrétion				+++				+	++	
AP_291	Alt. glauc. Concrétion				+++				++	+	
AP_454	Alt. glauc. Concrétion				+++++						
AP_581	Alt. glauc. Concrétion				+++				+		
AP_744	Alt. glauc. Concrétion				++					+++	+
AP_476	Alt. glauc. Glauconie			+			++		+++		+
AP_668	Alt. glauc. Glauconie	+					++	++	+++	++	+
AP_735	Alt. glauc. Glauconie				++		++		++	++	+
A0_704	Alt. glauc. mixte				+				+++	+	
AP_528	Alt. glauc. Oolithes		++	++			+				+
AP_732	Alt. glauc. Oolithes				+++				++		?
AP_472	Alt. mic.		+++						++	++	
AP_723a	Alt. mic.		+						?	+++	
AP_723b	Alt. mic.		+					+	?	+++	
AP181	Alt. mic.		+	++						+++	
AP_491	Marcassite				+++				+	+	
AP_636	Marcassite	+++++									
AP_639	Marcassite		+++						++	+	
AP_709	Marcassite		+++	++					+	+	

**Tableau 22.** Résultats des analyses structurales par diffraction des rayons X sur blocs de matière première à Pendimoun.

de carbonates. Ces blocs de marcassite oxydée sont très durs (85 % des blocs de cette gamme ont une dureté de 3+). Cependant, la préparation des sections polies et des poudres pour les analyses (cf. titre 4.1. du troisième chapitre) a montré que cette géomatière, une fois réduite, est dotée de propriétés colorantes exceptionnelles.

#### IV.2.1.2. Altérations de roche carbonatée glauconieuse

La grande majorité des blocs de Pendimoun provient d'une roche carbonatée glauconieuse altérée, qui contient parfois des oolithes ferrugineuses. Cette gamme représente 70 % du nombre de blocs (1212 individus), pour 37 % de la masse totale (1799 grammes). Ces blocs sont principalement jaune-brun (63 % de cette classe) ; des blocs rouges ou bicolores sont respectivement présents à 30 et 7 %.

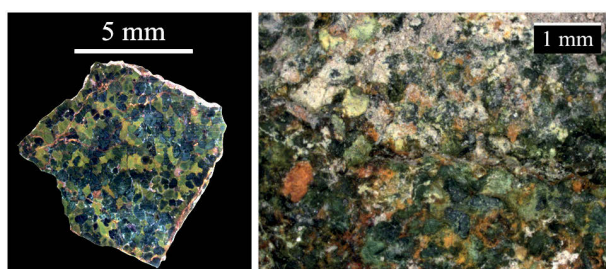
Afin d'appréhender la variabilité de cette classe, dix-sept blocs ont été sélectionnés pour les observations par microscopie électronique à balayage et les analyses élémentaires par dispersion d'énergie. Les analyses structurales par diffraction des rayons X ont été réalisées sur onze blocs, dont six ont aussi été étudiés par spectrométrie Raman (tableau 21).

Cette roche peut présenter trois aspects :

- un faciès de glauconie (JVP-AP-Bloc-476, 668, 735) ;
- un faciès de concrétion (JVP-AP-Bloc-182, 291, 454, 581, 744) ;
- un faciès de roche à oolithes ferrugineuses (JVP-AP-Bloc-548, 655, 732, 767).

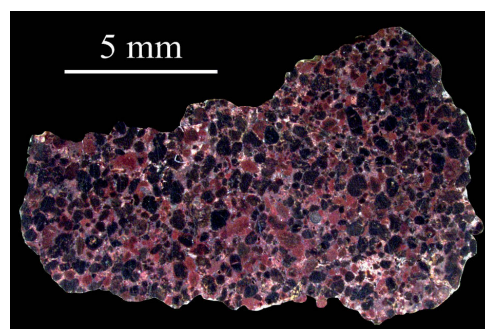
Certains blocs cumulent deux aspects (JVP-AP-Bloc-600, 704). On remarque parfois une fraction carbonatée non ferrugineuse (JVP-AP-Bloc-704). Les inclusions observées dans les trois faciès sont de petits grains de muscovite, des fragments de glauconite saine, de la calcite et des oolithes blanches phosphatées.

Les **blocs de glauconie** sont des arénites fines ou des lutites, à structure massive, de dureté faible ou moyenne (degré 1 ou 2). Elles sont constituées de fragments verts de glauconite saine ; on observe une décoloration vers le jaune à partir de la périphérie de certains grains en cours d'altération (figure 63). Dans certains blocs, les fragments sains et altérés sont respectivement brun-noir et rouge (figure 64).

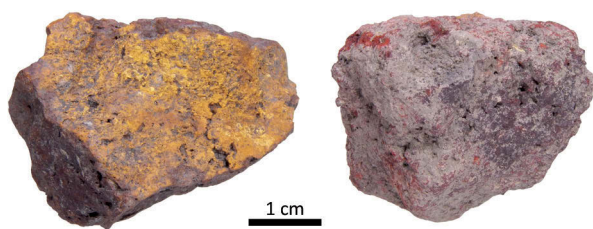


**Figure 63.** Photographies de blocs d'altérites de roche glauconieuse – faciès glauconie ; à gauche, section polie de JVP-AP-Bloc-735 ; à droite, surface de JVP-AP-Bloc-744 (clichés J.-V. Pradeau).

**Figure 64.** Photographie de sections polies du bloc d'altérite de roche glauconieuse – faciès glauconie ; JVP-AP-Bloc-476, vraisemblablement composé d'hématite (cliché J.-V. Pradeau).



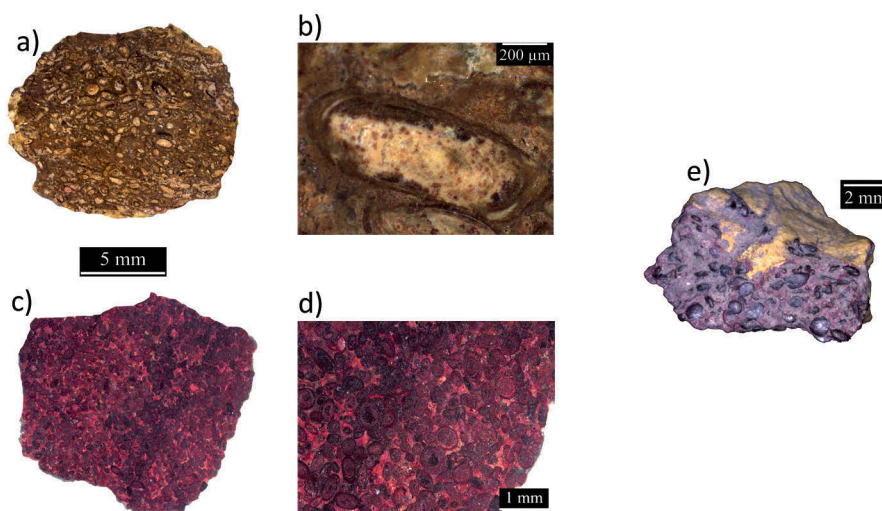




**Figure 65.** Photographies de blocs d’altérites de roche glauconieuse – faciès concrétion ; à gauche, JVP-AP-Bloc-249 ; à droite, JVP-AP-Bloc-252 (clichés J.-V. Pradeau).

Les blocs à aspect de **concrétion** sont des lutites à structure massive, caverneuse ou litée, constituées de deux fractions aisément discernables (figure 65). La première est de couleur marron ou brun-rouge, cohérente, à éclat brillant, parfois très dure (degré 3+). La seconde, jaune ou rouge, est souvent la partie exposée à l’air libre. Elle a une cohésion moindre et un reflet mat ; sa dureté faible (1 ou 2) implique qu’elle peut être pulvérulente.

Le troisième faciès est une géomatériau arénitique fine, à structure massive (figure 66). Le ciment cryptocristallin englobe des **oolithes** ferrugineuses, au contour parfois mal défini (JVP-AP-Bloc-600). Les oolithes ferrugineuses ne sont pas des altérites au sens pétrologique du terme. Elles sont pourtant rassemblées dans cette gamme, car elles sont intrinsèquement liées aux faciès de glauconie en cours d’altération et de concrétions ferrugineuses (figure 66-e). Elles sont hétérogènes : les différentes couches concentriques sont plus ou moins ferrugineuses et cristallisées. Le degré de dureté de ce faciès est moyen (degré 2).

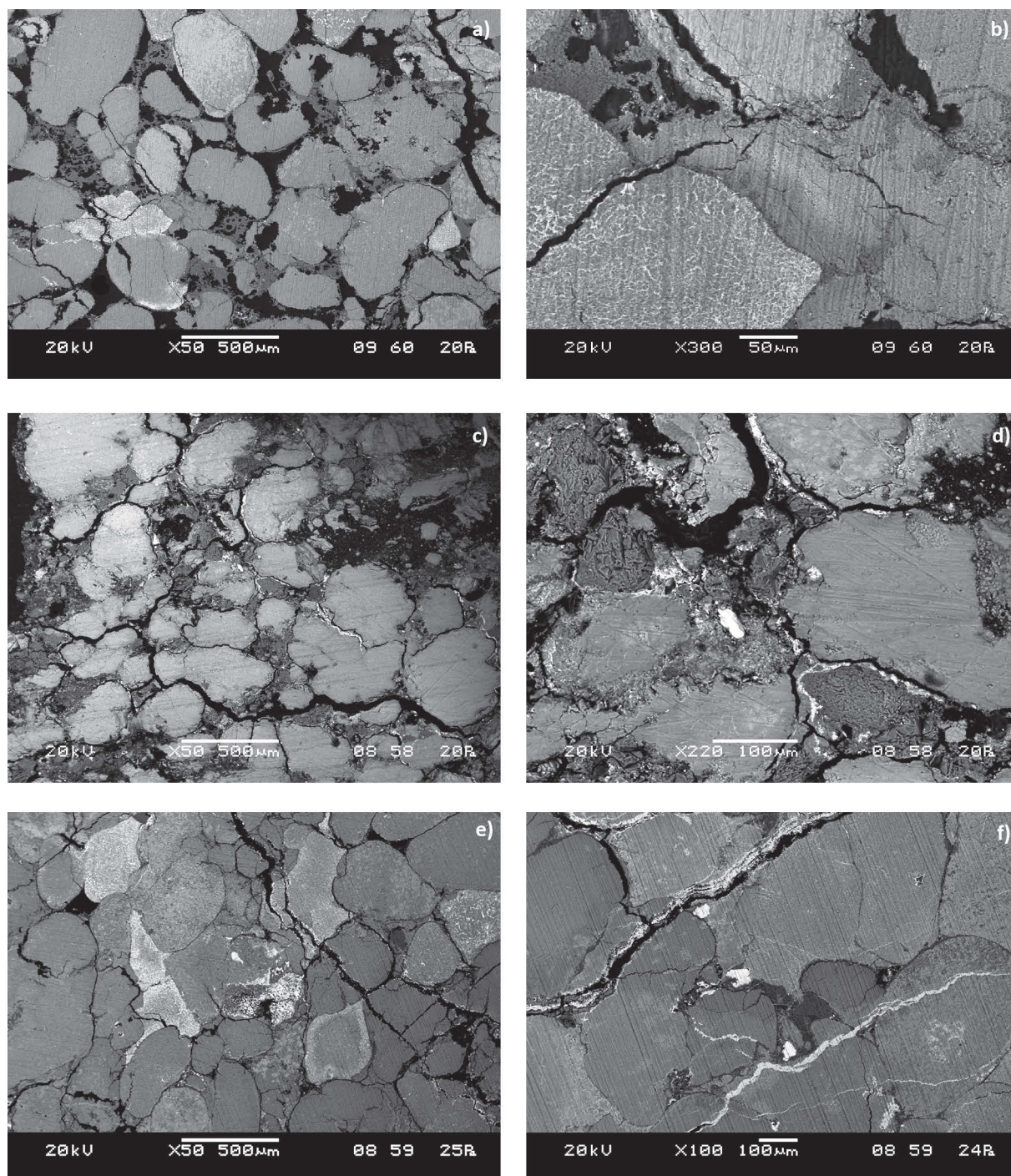


**Figure 66.** Photographies de blocs d’altérites de roche glauconieuse – faciès oolithes ; a et b : JVP-AP-Bloc-655 ; c et d : JVP-AP-Bloc-767 ; e : JVP-AP-Bloc-024 (clichés J.-V. Pradeau).

La caractérisation physicochimique permet de mettre en lumière les points communs et les différences entre ces trois faciès (annexe V, tableau 59).

Les blocs de **glauconie** sont constitués (i) d’un ciment apparaissant en gris foncé au MEB, riche en silice et (ii) de grains arrondis, d’une circonférence de l’ordre de 500 µm – quelques grands individus dépassent le millimètre, les plus petits font 100 µm environ (figure 67 a, c, e). Ils sont composés, d’après les analyses élémentaires et structurales, soit de glauconite (éléments magnésium, aluminium,





**Figure 67.** *Micrographies d'altérites de roche glauconieuse – faciès glauconie (clichés J.-V. Pradeau) ;  
a et b : JVP-AP-Bloc-476, grains de glauconite et ciment siliceux ;  
c et d : JVP-AP-Bloc-668, grains de glauconite, grain blanc anguleux de zircon, filons ferrugineux  
dans le ciment siliceux ;  
e et f : JVP-AP-Bloc-735, grains de glauconite en cours d'altération, concentration du fer dans le ciment.*

silicium, potassium et fer) contenant un peu de phosphore et de calcium, soit de fluorapatite\* (éléments fluor, phosphore et calcium).

Des zonations plus claires apparaissent en marbrures dans ces grains, le plus souvent en périphérie mais aussi parfois au centre de certains grains (figure 67 b). Cette couleur plus claire est due à leur

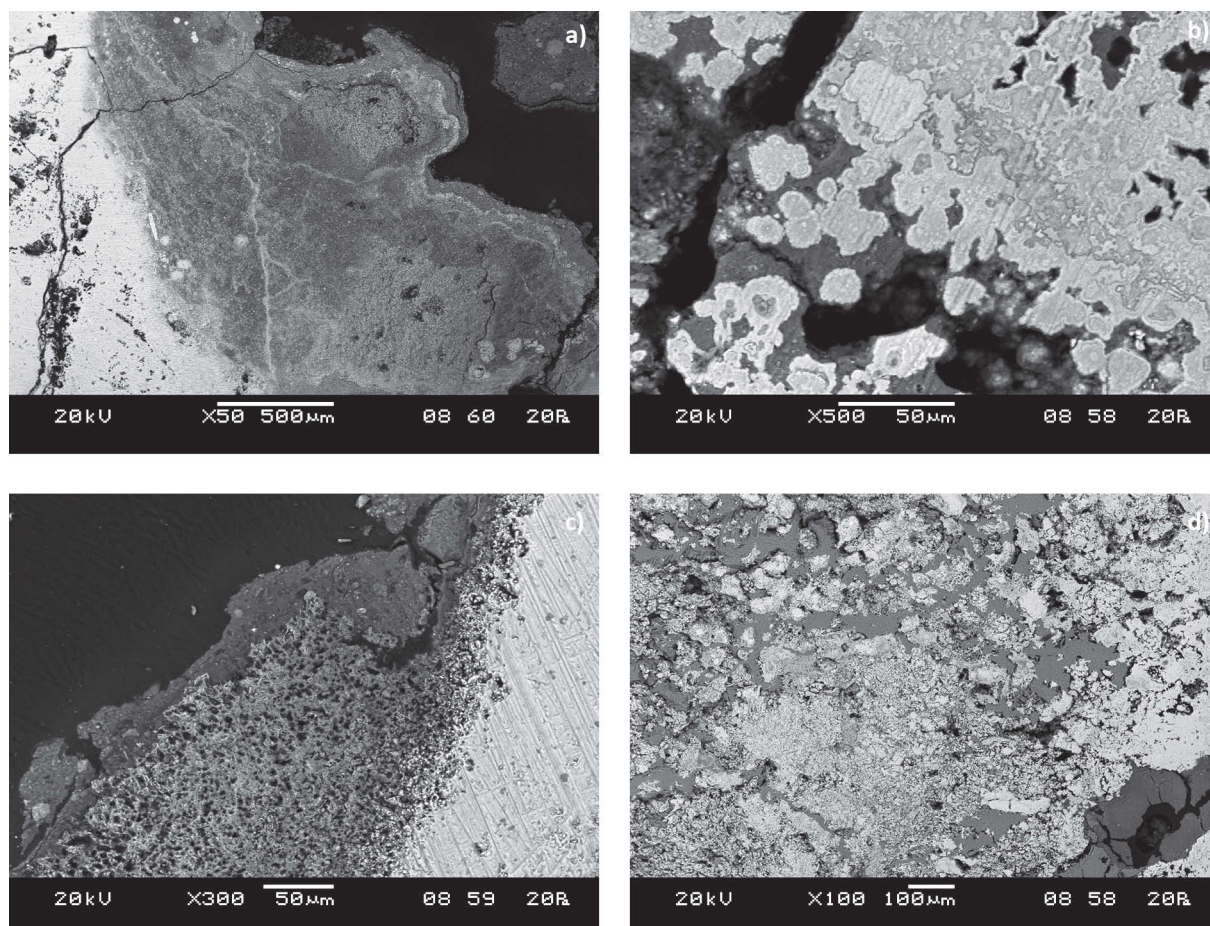
concentration en fer plus importante ; le titane est aussi détecté en élément minoritaire. Des filons et de rares grains d’environ 30-40  $\mu\text{m}$ , riches en éléments lourds, sont observés dans le ciment. Les premiers sont des oxydes de fer contenant parfois du titane (figure 67 d, f). Les seconds sont riches en éléments silicium et zirconium, avec un peu de hafnium : ce sont des grains de zircon. Les oxy(hydroxy)des de fer identifiés en analyses structurales sont la goethite (JVP-AP-Bloc-735), l’hématite (JVP-AP-Bloc-668) et la maghémite (JVP-AP-Bloc-476 et 668). Les autres phases associées sont le quartz, la calcite, la muscovite, la fluorapatite et la glauconite (tableaux 22 et 23, annexe V).

Éch.	Classe	Ox. de fer				Autres			
		Hémat.	Hém. désord.	Maghém.	Goeth.	Muscov.	Quartz	Calcite	Anatase
AP_178	Alt. glauc. concr.				+++				
AP_185	Alt. glauc. concr.				+++				
AP_291	Alt. glauc. concr.				+++				
AP_454	Alt. glauc. concr.				+++				
AP_668	Alt. glauc. glauc.			+		?	+	+	+
AP_732	Alt. glauc. oolithes				+++				
AP_284	Alt. mic.	+++							
AP_718	Alt. mic.	+		+				+++	
AP_054	Marcassite	+++							
AP_221	Marcassite	+++	+						
AP_251	Marcassite				+++				
AP_286	Marcassite	+++	+						
AP_491	Marcassite	+			+++				
AP_636	Marcassite	+++							

**Tableau 23.** Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman sur blocs de matière première à Pendimoun.

L’observation des **concrétions** révèle la présence au sein de ces blocs de deux matières finement cristallisées, qui peuvent être mélangées (JVP-AP-Bloc-291, 581 : figure 68 a, c) ou non (JVP-AP-Bloc-454, 744 : figure 68 b, d). La première est riche en fer, avec de l’arsenic (sauf dans l’échantillon JVP-AP-Bloc-581). La seconde matière cryptocristalline est constituée d’éléments moins lourds. Le silicium et le calcium sont mieux représentés. Le potassium, le soufre et le titane sont détectés dans cette fraction de la roche. L’arsenic en revanche, est absent. L’échantillon JVP-AP-Bloc-291 contient aussi un type d’inclusion particulier : des fragments de 100-200  $\mu\text{m}$ , de composition différente des deux principales matières. Ces oxydes de fer contiennent de l’arsenic, mais aussi du zinc. Les autres éléments minoritaires présents dans l’ensemble de la roche sont le magnésium, l’aluminium, le phosphore et le calcium. Les blocs jaunes sont très riches en goethite (environ 80 % en volume), à laquelle sont associés le quartz et la calcite (tableau 22).

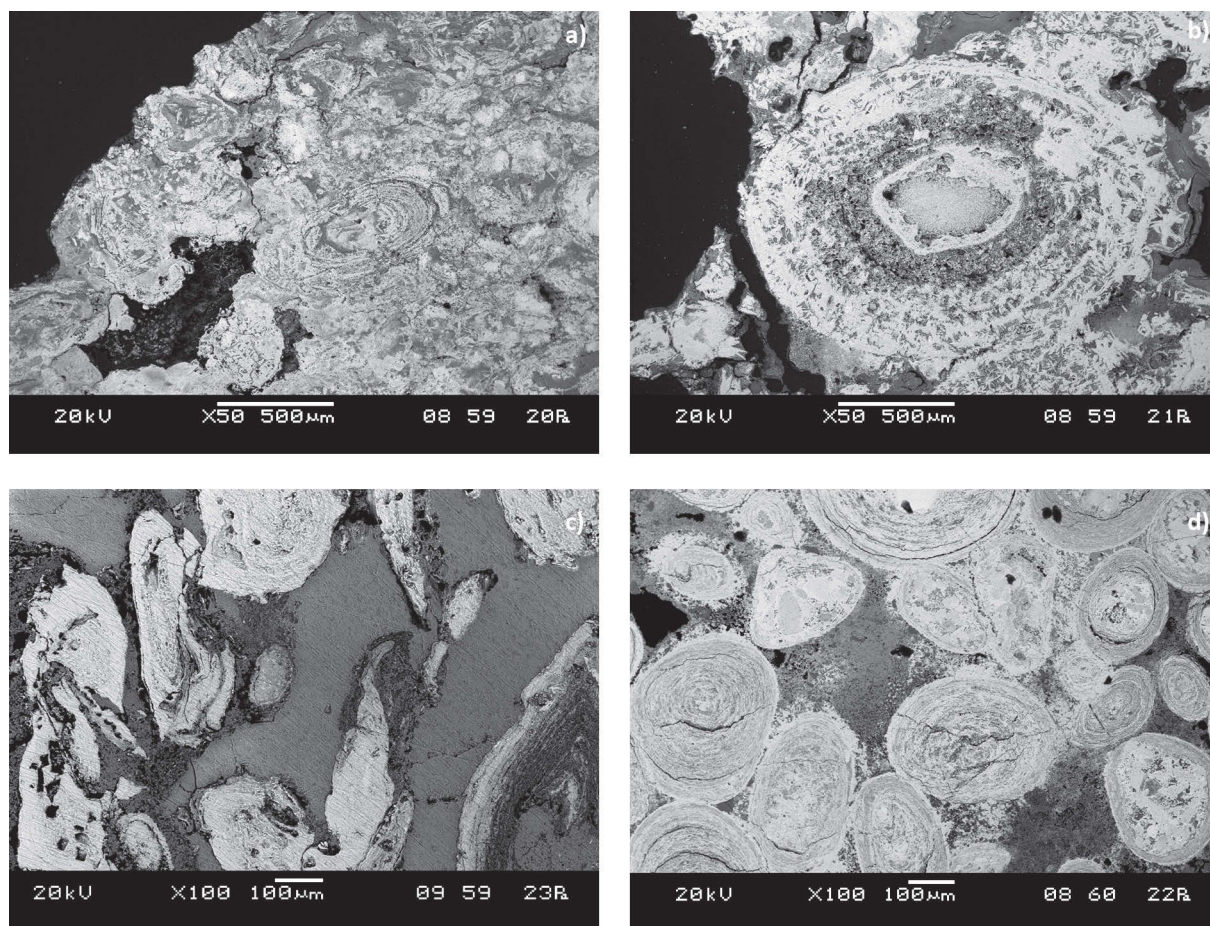




**Figure 68.** *Micrographies d'altérites de roche glauconieuse – faciès concrétion ; l'interface entre fractions ferrugineuse et siliceuse-carbonatée est plus ou moins nette ; a : JVP-AP-Bloc-291 ; b : JVP-AP-Bloc-454 ; c : JVP-AP-Bloc-581 ; d : JVP-AP-Bloc-744 (clichés J.-V. Pradeau).*

Le ciment des blocs à **oolithes** est composé d'éléments légers : calcium (carbonate), aluminium et silicium (aluminosilicate) ou encore fluor, phosphore et calcium (fluorapatite). Par opposition, les oolithes sont constituées de fer, lequel est associé à l'arsenic ou au titane ; les éléments vanadium et chrome sont fréquemment détectés avec le mélange fer/titane. Les oolithes présentent plusieurs morphologies différentes. Elles peuvent être presque entièrement blanches et très déformées (JVP-AP-Bloc-704 : figure 69 c), constituées de cristaux anguleux blancs répartis en amas ou en couches concentriques (JVP-AP-Bloc-528, 548 : figure 69 a, b) ou encore montrer des zonations blanches ou grises concentriques (JVP-AP-Bloc-655, 767 : figures 69 d et 70 a, c). Pour ces dernières, les éléments lourds (fer, titane, arsenic, strontium minoritaire) se concentrent le plus souvent au centre et/ou en périphérie. Le magnésium et le potassium sont minoritaires dans l'ensemble de la roche. Les phases minérales identifiées en diffraction des rayons X sont la goéthite (blocs jaunes), l'hématite (blocs rouges), la maghémite associée à de l'hématite à inversion d'intensité des pics majoritaires (JVP-AP-Bloc-528), le quartz, la calcite et la fluorapatite (tableau 22).

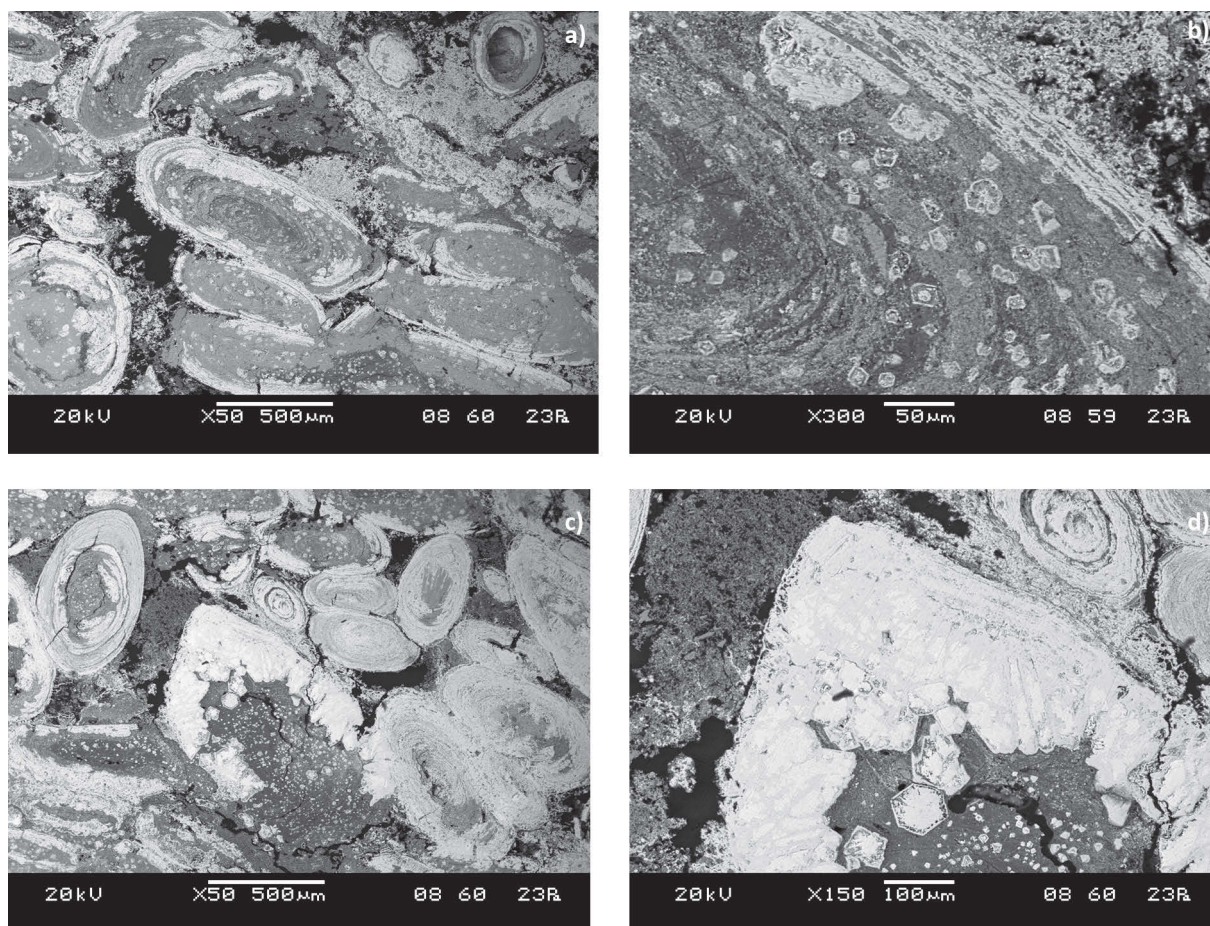
La gamme d'altérations de roche carbonatée glauconieuse rassemble trois faciès, associés à des oolithes de fluorapatite. Les fractions à oolithes ferrugineuses se distinguent bien des « blocs-concrétions » par leurs caractéristiques pétrologiques et des « blocs-glauconie » par leur composition chimique.



**Figure 69.** *Micrographies d'altérites de roche glauconieuse – faciès oolithes ; oolithes ferrugineuses, prises dans un ciment carbonaté ; a : JVP-AP-Bloc-528 ; b : JVP-AP-Bloc-548 ; c : JVP-AP-Bloc-704 ; d : JVP-AP-Bloc-767 (clichés J.-V. Pradeau).*

Cependant, certains blocs cumulant deux ou trois faciès suggèrent un contexte de formation proche et donc une origine géologique commune. Ils ont donc été traités comme une unique classe de matière première. Il a été possible d'observer, au cœur de plusieurs oolithes du bloc JVP-AP-Bloc-655, plusieurs stades de formation et de croissance (de 10 à 100 µm) de cristaux blancs hexagonaux, ainsi que leur accumulation progressive à la surface des oolithes (figure 70 b, d).





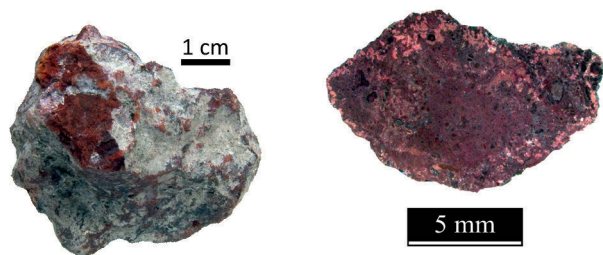
**Figure 70.** *Micrographies d'altérites de roche glauconieuse – faciès oolithes ; formation de cristaux hexagonaux dans les oolithes ferrugineuses ; a à d : JVP-AP-Bloc-655 (clichés J.-V. Pradeau).*

#### ***IV.2.1.3. Altérations de roche carbonatée glauconieuse micacée***

La troisième classe de matières premières est constituée de calcaires gréseux ferrugineux. Elle comprend 371 blocs (22 % du nombre total), pour 1633 grammes (33 % de la masse totale). Les blocs jaun-brun et bicolores sont présents, mais les nuances de rouge sont majoritaires (respectivement 9, 6 et 85 % de cette classe).

Les observations par microscopie électronique et les analyses élémentaires ont été appliquées sur huit blocs. Les analyses structurales par diffraction des rayons X et par spectroscopie Raman ont concerné respectivement quatre et deux échantillons (tableau 21).

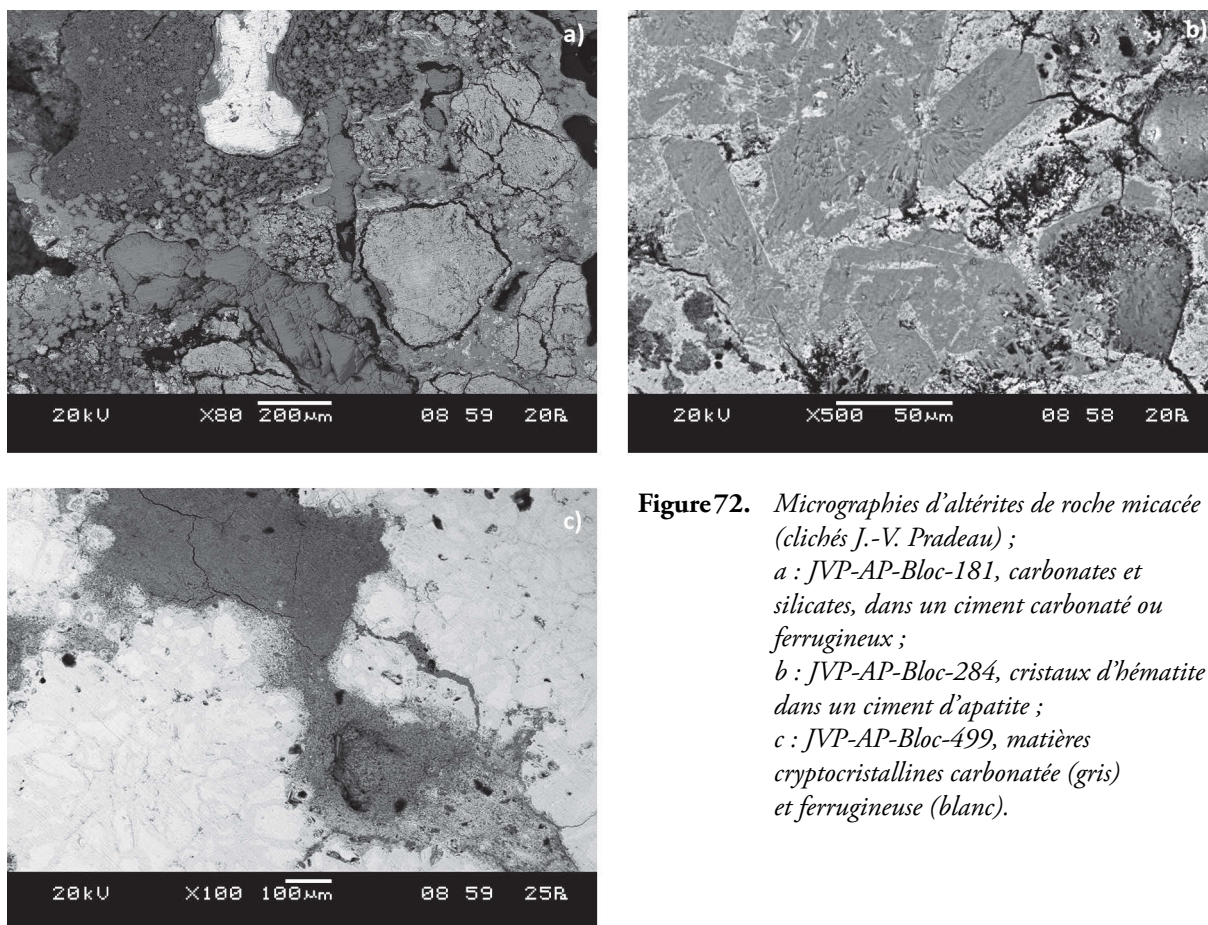
Les blocs de cette classe ont généralement une structure massive, plus rarement hétérogène, cavernuse ou litée (figure 71). La plupart des blocs entre dans la classe granulométrique des lutites (76 %). Les inclusions observées sont des carbonates (calcite), des silicates (glauconite, muscovite, quartz, feldspaths) et des oolithes blanches phosphatées. De petits filons ferrugineux sont relevés fréquemment.



**Figure 71.** Photographies de blocs d'altérites de roche glauconieuse micacée (clichés J.-V. Pradeau) ; à gauche, JVP-AP-Bloc-382 ; à droite, section polie de JVP-AP-Bloc-723.

L'observation en microscopie électronique à balayage révèle deux matières cryptocristallines (figure 72 c). La première est composée d'éléments légers : le calcium peut être très majoritaire (JVP-AP-Bloc-718, 723b) ou être accompagné du phosphore (JVP-AP-Bloc-71, 181), du fluor (JVP-AP-Bloc-472, 723a), de ces deux éléments (JVP-AP-Bloc-284) ou de l'aluminium, du silicium et du phosphore (JVP-AP-Bloc-499, 528) ; les éléments minoritaires associés sont le magnésium, l'aluminium, le silicium, le soufre et le potassium (annexe V, tableau 59).

La seconde matière est constituée d'éléments plus lourds (figure 72 b) : le fer principalement, auquel sont fréquemment associés le titane, le vanadium et le chrome (JVP-AP-Bloc-284, 723a et b) ou bien le phosphore (JVP-AP-Bloc-71, 181, 499) ; comparé à la gamme précédente, l'arsenic est absent. Ces deux matières englobent des grains de silicates ou de carbonates (probablement du quartz et de la calcite). Ces grains sont parfois bien cristallisés (figure 72 a).



**Figure 72.** Micrographies d'altérites de roche micacée (clichés J.-V. Pradeau) ;  
*a* : JVP-AP-Bloc-181, carbonates et silicates, dans un ciment carbonaté ou ferrugineux ;  
*b* : JVP-AP-Bloc-284, cristaux d'hématite dans un ciment d'apatite ;  
*c* : JVP-AP-Bloc-499, matières cryptocristallines carbonatée (gris) et ferrugineuse (blanc).



Les phases cristallines identifiées (tableaux 22 et 23, annexe V) sont l'hématite dont les pics majoritaires sont systématiquement inverses en intensité, la maghémite (JVP-AP-Bloc-181) le quartz, la calcite et la muscovite (JVP-AP-Bloc-723b).

Par sa composition pétrologique et chimique, cette roche est proche de la classe précédente, en particulier les blocs à oolithes ferrugineuses (éléments vanadium et chrome associés au fer/titane). Elle s'en distingue aussi par plusieurs points :

- sa structure est plus homogène et principalement massive. Elle est aussi plus riche en inclusions de silicates (muscovite, quartz) ;
- l'analyse élémentaire n'a pas détecté l'arsenic avec le fer. Elle révèle en revanche des grains de phosphate de calcium et de fluor (probable fluorapatite) ;
- elle présente des propriétés colorantes équivalentes, tout en étant plus homogène.

#### IV.2.1.4. Autres géomatières

Un petit groupe de treize blocs n'a pas pu être rattaché aux grandes gammes décrites ci-dessus ; cela représente une masse de 93 grammes.

Dans cet ensemble, le bloc JVP-AP-bloc-194 s'individualise par son aspect jaune pâle, homogène et finement cristallisé (figure 73). Il a fait l'objet d'investigations MEB et MEB-EDS sur cassure fraîche, sans autre préparation (tableau 21).

L'imagerie en contraste chimique révèle l'homogénéité de sa microstructure, faite de petits cristaux cubiques ou tabulaires (figure 74).

La composition chimique (annexe V) est dominée par le fer, le soufre et le potassium (respectivement 18, 13 et 3 % environ). D'après la microspectroscopie Raman, cette phase majoritaire est la jarosite  $KFe_3(OH)_6(SO_4)_2$ . Ce minéral du système cristallin trigonal, de couleur jaune pâle, se forme naturellement par oxydation des sulfures de fer qu'il recouvre d'une pellicule jaune microcristalline (Korbel et Novák, 1999, p. 141). Sa présence au sein de l'abri peut logiquement être rapprochée de celles des marcassites. Les éléments minoritaires associés sont le sodium, le phosphore, le zinc, le calcium et le silicium.



Figure 73. JVP-AP-Bloc-194 (cliché J.-V. Pradeau).

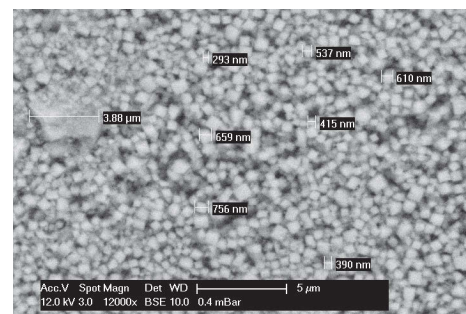


Figure 74. Micrographie du bloc sans attribution de classe JVP-AP-Bloc-194 ; petits cristaux cubiques ou tabulaires de jarosite (cliché J.-V. Pradeau).



**IV.2.1.5. Bilan**

L’examen pétrologique et physicochimique a permis de distinguer trois gammes dans la panoplie de matières premières colorantes de Pendimoun (tableaux 24 et 25) :

- des nodules de marcassite oxydée ;
- des altérites de roche carbonatée glauconieuse qui se déclinent en trois faciès – glauconie, concrétions et oolithes ferrugineuses ;
- des altérites de roche glauconieuse homogènes, avec des silicates en inclusion.

Classe	Couleur	Par colorant	Sous-classe	Dureté	Texture	Structure (habitus)	Inclusions	Minéralisations remarquables
Marcassites oxydées	Rouge lie-de-vin	Fort	-	3+	Lutite	Radiale	Rares micas	Ox. de fer en octaèdres
	Jaune-brun Bicolore					Massive		
Altérations de roche carbonatée glauconieuse avec oolithes	Jaune	Moyen	<b>Glauconie altérée</b>	1-2	Lutite	Massive	Glauconite	Filons bien cristallisés
	Rouge	Fort			Arénite fine		Muscovite Calcite Phosphates	
	Bicolore							
Altérations de roche carbonatée glauconieuse micacée	Rouge	Moyen	-	2-3	Lutite	Massive	Muscovite	Filons bien cristallisés
	Jaune	Fort			Arénite fine	Caverneuse	Quartz Calcite	
	Bicolore					Litée	Phosphates	
Altérations de roche carbonatée glauconieuse micacée	Rouge	Moyen	-	2-3	Lutite	Massive	Muscovite	Filons bien cristallisés
	Jaune	Fort			Arénite fine	Caverneuse	Quartz Calcite	
	Bicolore					Litée	Phosphates	
Altérations de roche carbonatée glauconieuse micacée	Rouge	Moyen	-	2-3	Lutite	Massive	Muscovite	Filons bien cristallisés
	Jaune	Fort			Arénite fine	Caverneuse	Quartz Calcite	
	Bicolore					Litée	Phosphates	

**Tableau 24.** Classes de matières premières de Pendimoun et éléments discriminants pétrographiques (ci-contre, à gauche).

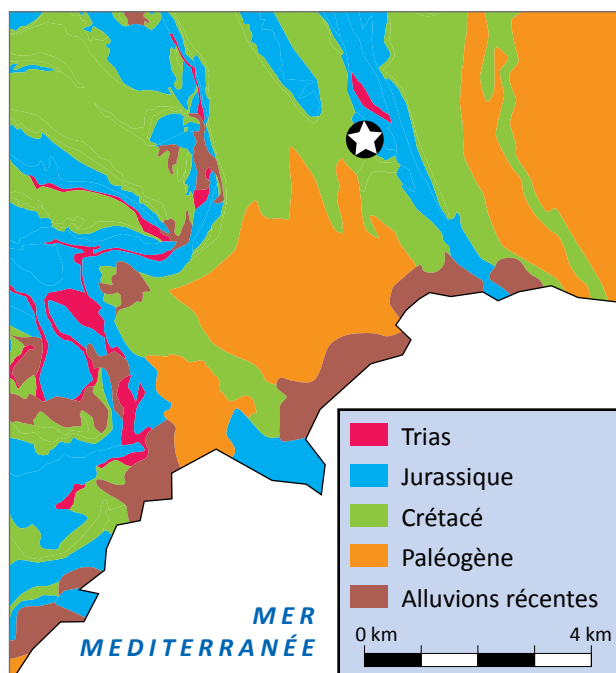
**Tableau 25.** Classes de matières premières de Pendimoun et éléments discriminants physico-chimiques (ci-contre, à droite).

Classe	Sous-classe	Observations		Analyses élémentaires			Analyses structurales	
		Pétrologie	MBB en contraste chimique	EBS Principaux constituants	EIS Élts minorit. associés	DRX	Spectroscopie Raman	
Marcassites oxydées		Périphérie des nodules bien cristallisée Cœur plus poreux Rares muscovites	Ciment gris clair à blanc	Ox. de fer très majoritaires	Ni et/ou P, S	Goethite ou hémattite, bien cristallisées Quartz	Goethite ou hémattite, bien cristallisées	
			Inclusions grises comblant la porosité	Silicates et carbonates				
		Ciment jaune (ou rouge)	Ciment gris	Silicates et carbonates		Hémattite, quartz, calcite, muscovite		
Altérations de roche carbonatée glauconieuse		Grains verts (sains) à périphérie jaune (en cours d'altération) (grains noirs dans blocs rouges)	Grains gris de 500 µm, à zonations périphériques et marbrures gris clair	Glauconite : Mg, Al, Si, K, Fe Fluorapatite : F, P, Ca	Ti			
			Filons blancs	Fe	Ti			
			Grains blancs de 30-40 µm	Zr	Hf			
			Matière cryptocristalline blanche soyeux/brillant	Fe	As Mg, Al, P, Ca	Goethite Calcite		
			Fraction peu cohérente à relet mal	Fe, Si, Ca	K, S, Ti Mg, Al, P			
Roche à oolithes ferrugineuses		Oolithes à couches concentriques +/- bien cristallisées Ciment carbonaté	Blanches et très déformées à zonations concentriques Cristaux hexagonaux	Fe	As ou Ti, V et Cr Mg et K	Goethite Quartz		
			Matière cryptocristalline grise	Carbonates, aluminosilicates, fluorapatite (F, P, Ca)	Mg et K			
			Ciment ferrugineux	Fe	Ti, V, Cr	Hémattite Muscovite ?		
			Grains gris Carbonates, quartz, muscovite, glauconite, phosphates	Carbonates ou silicates				
Altérations de roche carbonatée glauconieuse micacée		Filons ferrug. bien cristallisés Fraction de roche grise	Fe	P				
			Matière cryptocristalline grise	Ca avec F et P Ca avec Al, Si et P	Mg, Al, Si, S et K			

#### IV.2.2. Acquisition des matières premières dans un site en abri sous roche, du VI<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> millénaire BCE

La reconstitution des modalités d’acquisition de ces matières premières colorantes et leur évolution au cours du temps s’appuie sur l’identification des aires d’origines potentielles et sur la contribution relative de chaque gamme au corpus.

##### IV.2.2.1. Origine des géomatières



Si l’abri de Pendimoun s’insère dans une topographie contrastée (cf. titre 3.2.1. du deuxième chapitre), l’environnement géologique local est en revanche organisé en compartiments assez homogènes. À dominante marine, il comprend des dolomies cargneulisées du Trias, des calcaires blancs massifs du Jurassique supérieur, des bancs marno-calcaires et marnes jaunes à passées glauconieuses du Crétacé et des marno-calcaires et des formations détritiques du Paléogène (figure 75).

Figure 75. Carte géologique simplifiée de la région de Pendimoun (carte J.-V. Pradeau).

##### IV.2.2.1.1. Marcassites oxydées

L’une des principales gammes de matières colorantes mises en évidence à Pendimoun est composée de fragments et de nodules entiers, de dimensions centimétriques, d’un sulfure de fer : la marcassite  $FeS_2$ . Avec le temps, l’oxygène s’est substitué au soufre, pour former des nodules denses d’oxy(hydroxy)des de fer : la goethite et l’hématite sont les minéraux majoritaires de ces blocs. Cependant, l’habitus radial à cœur et pyramidal, ou octaédrique, en périphérie ne laisse pas de doute sur le minéral d’origine. La glauconite saine observée sur le bloc 772 pourrait indiquer qu’au moins un gîte d’approvisionnement est proche d’une formation riche en glauconite.

Les nodules de marcassites sont fréquents dans la première moitié du Crétacé inférieur local. Des blocs similaires aux blocs archéologiques ont été observés dans les formations situées en contrebas de l’abri, au gîte MP-ALP-973-10. La récolte actuelle de ces nodules n’est pas facilitée par le recouvrement des marnocalcaires en place par des colluvions ou par des aménagements récents.

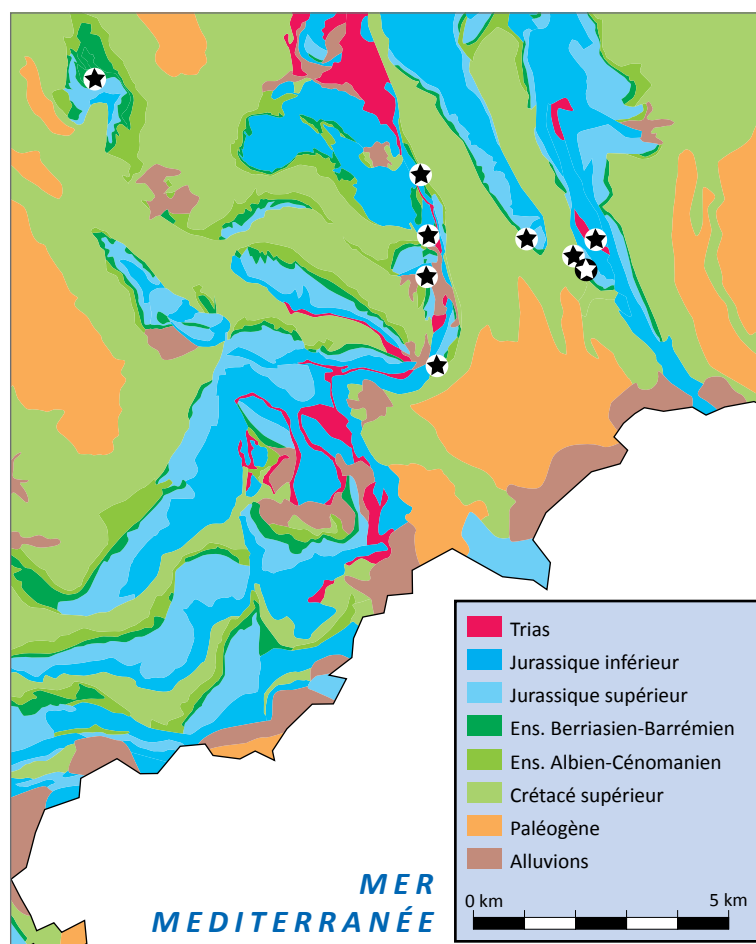
Des gîtes potentiels de marcassite oxydée ont aussi été identifiés au Col de Verroux, entre la Pointe de Siricocca et le Pic de Garuche, sur les communes de Sainte-Agnès et de Castellon (MP-ALP-973-25 et 973-26). Cette zone fait face à l’ouverture de l’abri, à quatre kilomètres vers l’ouest.

En s'éloignant du Careï mais toujours sur la feuille 973, nous avons pu prélever un nodule de pyrite, non altéré et probablement cénomanien (c2), en position sub-primaire au gîte 973-21 l'Escarène – Saint-Laurent. Dans tous les cas, les nodules de sulfures de fer (pyrite et marcassite) sont observés dans les formations du Crétacé inférieur et du début du Crétacé supérieur, lesquels sont relativement mal dissociés sur la carte Nice-Menton 973 (Gèze et Nesteroff, 1996). Les étages ou ensembles d'étages distingués et décrits par les auteurs dans les environs de Pendimoun sont (annexe I, tableau 46) :

- un ensemble allant du Berriasien au Barrémien, noté n1-4 ;
- l'Albien c1<sup>18</sup> ;
- le Cénomanien c2 ;
- le Turonien c3.

Les nodules de marcassite oxydée de Pendimoun ont pu être prélevés dans des formations des deux premiers tiers du Crétacé, dont les affleurements sont nombreux dans l'environnement proche – moins de cinq kilomètres – du site (figure 76).

Il faut préciser que lorsque ces nodules sont en position primaire, ils sont englobés dans la roche calcaire encaissante. Cette configuration rend complexe l'extraction de nodules entiers ou débarrassés de leur gangue calcaire, comme ceux de Pendimoun. En revanche, la marcassite, oxydée ou non, est peu sensible aux phénomènes d'altération chimique comme la dissolution, qui affectent les calcaires. Ainsi, au cours du démantèlement des formations crétacées, les nodules de marcassites sont extraits de l'encaissant et, par leur grande densité, tendent à se concentrer à la base des dépôts de pente, en position sub-primaire ou secondaire par rapport à leur lieu de formation. La récolte d'une grande quantité de blocs retrouvés à Pendimoun (114 individus, soit probablement autant de nodules différents) a pu être favorisée par ce type d'accumulation. En définitive, les nodules de marcassite introduits dans l'abri de Pendimoun ont pu faire l'objet d'une acquisition directe dans l'espace local du site – moins de cinq kilomètres.



**Figure 76.** *Géologie locale de Pendimoun ; étoile blanche : site de Pendimoun ; étoiles noires : aires prospectées et caractérisées dans le cadre de la base MP-ALP (carte J.-V. Pradeau).*

18. En notation chronostratigraphique française, l'Albien est normalement noté n6, en tant que sixième et dernier étage du Crétacé inférieur. De même, le Cénomanien et le Turonien, premiers étage du Crétacé supérieur, devraient être notés c1 et c2. La raison de ce décalage apparemment volontaire n'est pas explicitée par les auteurs de la carte de Menton-Nice.

La description du gabarit et de la morphologie des blocs introduits à Pendimoun apporte des données cruciales pour reconstituer et comprendre l’économie des matières colorantes.

Pour les marcassites oxydées, cette étape est relativement facilitée par le fait que ce type de matière première se trouve non pas sous forme de filon ou de couche, mais de nodules plus ou moins sphériques.

Les dimensions originelles des blocs peuvent être facilement évaluées à partir des blocs entiers ou du diamètre des blocs-fragments. Le calibre des marcassites introduites à Pendimoun semble ainsi situé entre 1 et moins de 10 cm. Bien que la marcassite oxydée soit très dense, la masse d’un nodule n’excède pas les 100 g : le bloc le plus lourd inventorié, JVP-AP-Bloc-567, pèse 89 g.

#### *IV.2.2.1.2. Altérations de roche carbonatée glauconieuse*

Les blocs de roche carbonatée glauconieuse altérée dominant, en termes de nombre et de masse (respectivement 60 et 36 % du total), l’assemblage de géomatières colorantes de Pendimoun. Cette gamme recouvre trois faciès : glauconieux, concrétionné et à oolithes. Ils sont associés à des oolithes de fluorapatite. Toutes ces caractéristiques indiquent une origine marine de faible bathymétrie (moins de 500 m : cf. titre 4.2.2. du deuxième chapitre).

Cette association de géomatières correspond en tous points à un ensemble bien identifié dans le Crétacé inférieur local, nommé « Néocomien<sup>19</sup> » et noté « n1-4 » par les auteurs de la carte géologique de Nice-Menton (Gèze et Nesteroff, 1996, p. 9). Allant du Berriasien au Barrémien, il est décrit dans la notice géologique comme contenant des « marno-calcaires, avec bancs glauconieux » et des « niveaux corrodés et ferrugineux, parfois à oolithes ferrugineuses » (Gèze et Nesteroff, 1996, p. 9).

Aux alentours de Pendimoun, cet ensemble est mince (moins d’un mètre d’extension verticale), mais dans la partie nord-ouest de la feuille de Nice-Menton, il est suffisamment épais pour être scindé en deux sous-ensembles : Berriasien et Valanginien d’une part (noté n1-2), Hauterivien et Barrémien de l’autre (noté n3-4). Cette dilatation permet une lecture stratigraphique plus fine et une description détaillée du Crétacé inférieur à Saint-Laurent-de-l’Escarène (Debrand-Passard *et al.*, 1985, p. 318-319). Cette coupe montre, de bas en haut :

- peu ou pas d’indices de géomatières colorantes dans le Berriasien et le Valanginien ;
- un « banc d’oolithes ferrugineuses » à la base de l’étage hauterivien, surmonté d’un « sédiment très glauconieux » ;
- un « banc riche en glauconie très altérée, riche en ammonites » dans le Barrémien.

Des phosphates, des bancs verts de glauconie et des calcaires grés-glauconieux sont fréquemment évoqués dans l’ensemble de la séquence.

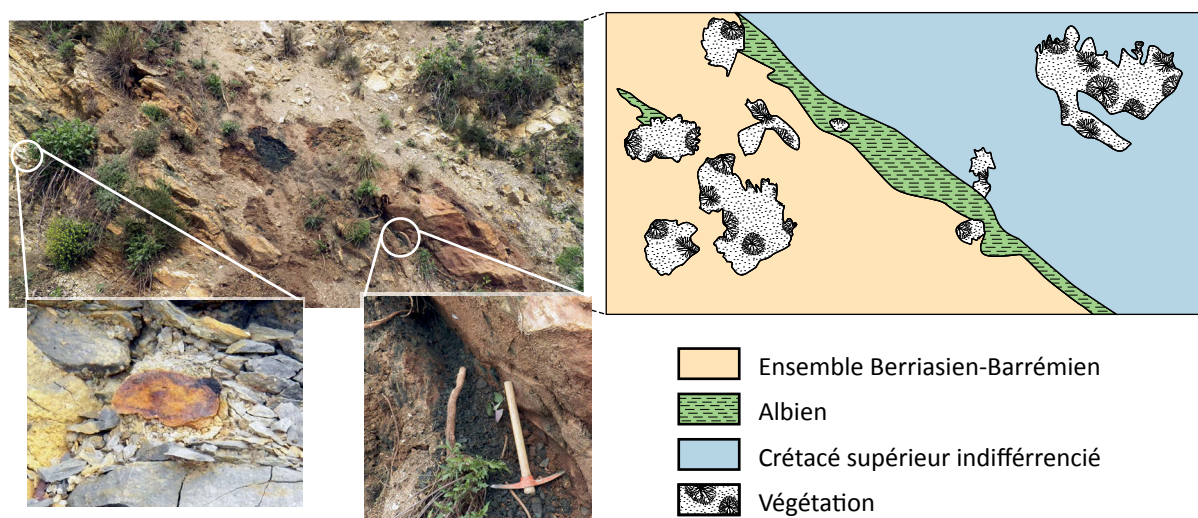
---

19. Le Néocomien est à l’origine le premier étage chronologiquement, du Crétacé inférieur, décrit en 1835 par Jules Thurmann, à Neuchâtel (*Neocomium* en latin). Il englobait plusieurs sous-étages, devenus des étages à part entière depuis : Hauterivien, Valanginien et une partie du Berriasien. La définition du Néocomien a fluctué au gré des auteurs, la plupart du temps entre la première moitié et les deux premiers tiers du Crétacé inférieur. Par conséquent, il a été retiré de la nouvelle nomenclature de l’échelle des temps géologiques et son usage n’est plus recommandé.

Le Hauterivien et le Barrémien locaux constituent donc de bons candidats pour l'origine des blocs d'altérations de roche carbonatée glauconieuse de Pendimoun. De nombreux affleurements de ces étages sont identifiés dans l'environnement du site, y compris en contrebas et à l'intérieur même de l'abri de Pendimoun (figure 76 ; sur cette carte, le Hauterivien est inclus dans l'ensemble Berriasien-Barrémien, cf. annexe I, tableau 46).

Il faut noter que l'ensemble indifférencié n1-4 est mitoyen de l'étage albien, qui a pu fournir la glauconie saine exploitée comme dégraissant dans l'industrie céramique. Bien qu'il affleure en plusieurs points, l'Albien n'est pas représenté sur la carte géologique au 50000<sup>e</sup> dans la région de Pendimoun à cause de sa minceur (30 à 80 cm : figure 77). La gamme majoritaire de l'assemblage de Pendimoun a donc pu être récoltée en plusieurs gisements dans l'environnement local du site.

Comme pour les marcssites, le calibre des altérites de roche carbonatée glauconieuse importées à Pendimoun correspond à des blocs aisément manipulables. Là encore, les dimensions maximales sont de l'ordre de quelques centimètres et les plus hautes masses unitaires mesurées sont inférieures à 60 g. La structure de certains blocs archéologiques (oolithes phosphatées à cœur, concrétion ferrugineuses en périphéries, pour le bloc 548) laisse à penser qu'ils ont pu être récoltés sous forme de nodules irréguliers n'excédant pas le décimètre.



**Figure 77.** *Gîte de Fin de loge, à environ 600 m de l'abri de Pendimoun ; clichés de marcssites oxydées et de glauconite saine respectivement identifiées dans les affleurements du Berriasien-Barrémien et de l'Albien (clichés J.-V. Pradeau).*

#### IV.2.2.1.3. Altérations de roche carbonatée glauconieuse micacée

La troisième classe de géomatière identifiée à Pendimoun est, comme la précédente, une altérite de roche carbonatée glauconieuse. Elle présente cependant des caractères détritiques plus prononcés (inclusions de silicates : petits grains de muscovite principalement). L'élément arsenic, associé au fer dans les blocs à oolithes ferrugineuses, n'est pas détecté.

Définir la place de cette géomatière au sein du contexte géologique pose plusieurs problèmes. Par certains aspects, cette gamme présente de fortes correspondances pétrologiques avec la précédente. La concentration relative de certains constituants (ciment carbonaté, glauconie, oolithes de fluorapatite)



plaide en effet pour une origine génétique commune. Cependant, l'homogénéité de structure et la richesse en silicates de la présente gamme restent des caractères antinomiques, qui justifient d'en faire une classe à part entière.

Deux cas de figure peuvent être proposés :

- soit on a affaire à deux faciès issus d'un même gîte, de l'environnement local du site – 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 (Debrand-Passard, 1984, p. 318-319) ;
- soit ce sont deux matières premières distinctes, ce qui implique que les formations d'origine sont différentes. Si cette distinction lithostratigraphique s'avère juste, elle n'infirme pas une origine géographique commune, car les deux formations (avec et sans micas) peuvent être superposées ou latéralement proches.

En l'état actuel, il est difficile de trancher. Ce faciès micacé n'a pas été précisément identifié lors des prospections, mais les affleurements de la première moitié du Crétacé sont nombreux et de faible extension dans la région (figure 76). Ils n'ont pas pu être tous repérés, prospectés et décrits dans le détail. Il est donc possible que cette altérite micacée provienne d'un gisement de l'environnement local du site.

Au contraire des marcassites et des altérites de roche glauconieuse, le calibre des blocs de cette gamme ne se limite pas à des blocs tenant dans une main. Le bloc JVP-AP-Bloc-776, mis au jour en contexte impressa, présente des dimensions exceptionnelles au sein de ce corpus (9,3 x 8 x 6,2 cm), pour une masse de 450 grammes. Le bloc 664 présente également un volume important (dimensions, pour une masse de 139 g).

#### *IV.2.2.1.4. Autres géomatières*

Le petit bloc 194 de roche jaune pâle est un fragment de jarosite, minéral provenant de l'oxydation de sulfures de fer comme la marcassite ou la pyrite (cf. *supra* titre 2.1.4. de ce chapitre). La pyrite se trouve fréquemment dans les évaporites, comme celles qui se trouvent dans les formations triassiques qui affleurent au Pas de la Corne – à quelques centaines de mètres en surplomb de l'abri, au mont Ours ou à Sainte Agnès – distants de moins de quatre kilomètres à l'ouest du site (figure 76).



#### IV.2.2.2. Distribution diachronique des différentes classes de géomatières

À Pendimoun, la quasi-totalité des blocs de matière colorante inventoriés a pu être rattachée à une phase chronoculturelle – 1624 blocs soit 95 % du corpus, pour 4314 g soit 88 % de la masse ; l'ensemble restant est considéré comme hors stratigraphie (figure 78 ; tableau 26). Dans les données présentées ci-dessous, les couples de pourcentages présentés correspondent respectivement aux taux de nombres de blocs et de la masse totale de chaque assemblage.

Phase	Nombre de blocs					Masse en grammes				
	Total	Marc.	Alt glauc.	Alt. glauc. mica	Divers	Total	Marc.	Alt glauc.	Alt. glauc. mica	Divers
1) Campan.	14	3	6	5	0	98	36	24	38	0
2) Chasséen	101	4	93	4	0	133	94	26	13	0
3) VBQ	494	27	331	132	4	1150	346	497	289	18
3) Cardial	950	52	756	137	5	2167	456	1197	479	34
4) Impressa	31	7	12	12	0	634	148	18	469	0
5) Epipal.	24	1	3	20	0	96	1	7	89	0
6) Indét.	86	15	11	55	5	601	278	30	251	41
TOTAL	1710	113	1212	371	14	4915	1390	1799	1633	93

**Tableau 26.** Distribution diachronique en nombre de blocs et en masse des différentes gammes de matière première à Pendimoun.

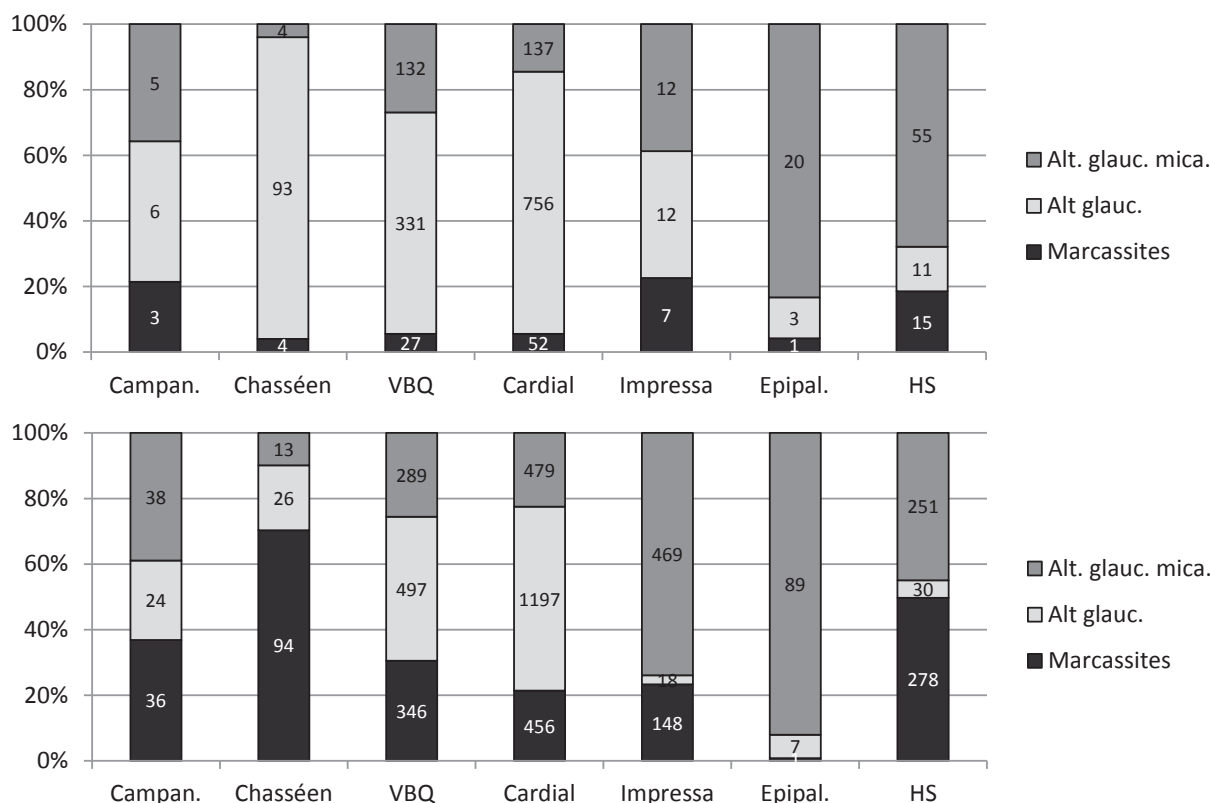
Le lot de matières colorantes rattachées à la période **épipaléolithique** (phase 5 des deux secteurs) est assez réduit : 24 blocs pour 96 grammes, où les altérites micacées dominent (respectivement 83 et 92 %). Les altérites non micacées sont minoritaires (13 et 7 %). Un unique petit nodule de marcassite oxydée a été identifié.

L'ensemble formé par les occupations de l'Impressa, du Cardial et des phases VBQ a livré une grande majorité du corpus : 1413 blocs pour une masse de 3774 grammes (respectivement 83 % et 77 % du total). L'assemblage des couches **Impressa** est composé de 31 blocs : 7 marcassites (23 et 23 %), 12 altérites (39 et 3 %), 12 altérites micacées (39 et 74 %). La masse totale est tout de même très importante (634 grammes) à cause de la présence de gros nodules de marcassite et d'un imposant bloc d'altérite micacée – l'individu JVP-AP-Bloc-776 pèse 450 grammes.

Les **premières occupations cardiales** – à vocation funéraire – n'ont livré que 10 blocs de matière colorante (36 grammes) : 4 marcassites et 6 altérites micacées. En termes de masse, les marcassites dominent à cause de leur densité. La représentativité de cet assemblage est contestable, d'autant qu'il provient en partie du comblement des sépultures.

Le **Cardial récent** de Pendimoun livre en revanche le plus grand assemblage de l'ensemble du site, 950 individus pour une masse totale de 2167 grammes, répartis ainsi : 52 marcassites, 756 altérites, 137 altérites micacées et 5 non-classés (respectivement 456, 1197, 137, 479 et 34 grammes).

L'assemblage des **occupations VBQ** reste conséquent avec 494 blocs de matière première, représentant une masse de 1150 grammes. Il comprend 27 marcassites, 331 altérites, 132 altérites micacées et 4 individus qui n'ont pu être rattachés à aucune classe spécifique – la masse de ces différentes gammes s'élève respectivement à 346, 498, 290 et 18 grammes.



**Figure 78.** Schéma de distribution diachronique des différentes gammes de matières premières à Pendimoun ; en haut : par nombre de blocs ; en bas : par masse (en grammes).

Les couches du **Chasséen** ancien puis récent, principalement représenté par le dans le secteur nord, comprennent un corpus un peu plus restreint, 101 blocs pour 133 grammes, répartis de la façon suivante : 4 marcassites, 93 altérites et 4 altérites micacées ; soit en termes de masse : 95, 26,4 et 13 grammes. Le **Campaniforme** a livré un assemblage réduit de 14 blocs – 98 grammes – comprenant 3 marcassites, 6 altérites et 5 altérites micacées – 6, 24 et 38 grammes.

Les assemblages du **Cardial récent**, des **premières manifestations VBQ**, puis du **Néolithique moyen et récent** présentent tous un spectre de matières premières colorantes, relativement similaires. En termes de nombres de blocs, ils sont tous dominés par les altérites, puis par les altérites micacées. Les marcassites peuvent paraître marginales, mais si l’on se penche sur les taux massiques, leur contribution se révèle aussi consistante que celle des autres gammes – voire supérieure à celles des altérites au Néolithique moyen.

#### IV.2.2.3. Système d’acquisition

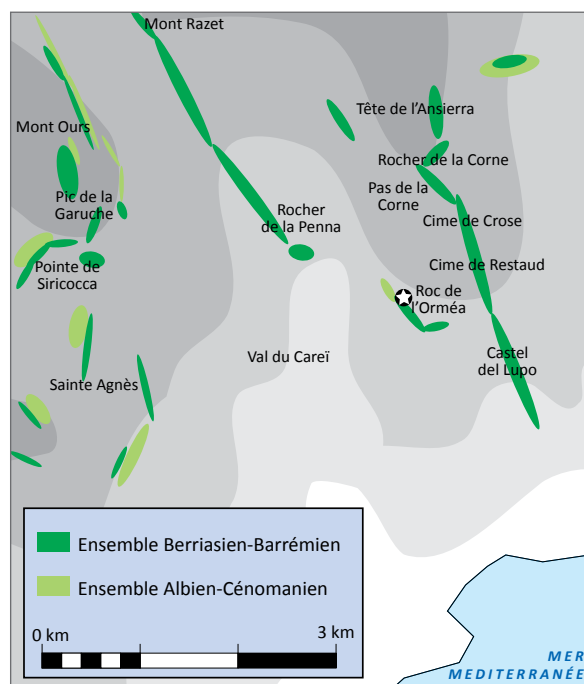
À l’échelle de l’occupation, l’économie des matières colorantes est exclusivement fondée sur des roches ayant pour chromogènes des oxy(hydroxy)des de fer : goethite jaune et hématite rouge. Le corpus comprend trois grandes gammes de matières premières :

- des nodules de marcassite, un sulfure de fer qui s’est oxydé et transformé en goethite et en hématite. Le minéral originel est déduit de la préservation de son habitus caractéristique, qui est radial à cœur et pyramidal en périphérie ;

- une altérite de roche carbonatée à oolithes de phosphate (fluorapatite) majoritairement goethitique ; elle se décline en trois principaux faciès, qui cohabitent parfois sur un même bloc, d'où leur rassemblement au sein d'une unique classe, pour une seule origine :
  - ◇ une fraction glauconieuse qui contient parfois des grains de glauconite saine ou en cours d'altération, pris dans un ciment ferrugineux ;
  - ◇ une concrétion microcristalline goethitique, à structure massive, caverneuse ou litée, plus ou moins bien cristallisée ;
  - ◇ des oolithes ferrugineuses (goethite ou hématite) ;
- une altérite de roche carbonatée glauconieuse micacée homogène contenant des oolithes phosphatées et des produits de détritisme (quartz, muscovite) ; elle est majoritairement hématitique. Les blocs de cette gamme présentent un certain nombre de caractères discriminants qui nous ont conduits à la considérer comme un faciès différent du précédent.

Toutes ces géomatières sont vraisemblablement disponibles dans des formations calcaires et marno-calcaires de la première moitié du Crétacé régional (figure 79) – l'altérite micacée reste à localiser précisément. L'environnement local – moins de cinq kilomètres – de Pendimoun renferme de nombreux affleurements du Crétacé inférieur, y compris au sein même de l'abri. Ils sont tous de faible extension (de l'ordre d'un mètre maximum<sup>20</sup>).

On remarque aussi la proximité lithostratigraphique des ensembles Berriasien-Barrémien et des formations glauconieuses albiennes, qui ont été exploitées pour fournir un dégraissant abondamment exploité dans l'industrie céramique (Binder et Sénépart, 2010). S'il est impossible de pointer une source précise, nous pouvons avancer que les nombreux gîtes locaux constituent un solide socle de candidats pour fournir l'une ou l'autre des altérites. L'approvisionnement en matières colorantes de Pendimoun a donc pu être, dans sa totalité, le fait d'une acquisition directe, par les occupants de l'abri.



**Figure 79.** Répartition des gîtes locaux de matière colorante, susceptibles d'avoir fourni la quasi-totalité des blocs exploités à Pendimoun (carte J.-V. Pradeau).

20. Cela implique que tous n'ont pas pu être représentés sur la carte géologique au 50 000<sup>e</sup>.

Il s'agit à présent de cerner le type de matières premières recherchées et exploitées. On a vu qu'elles ont toutes pour chromogène l'hématite rouge et la goethite jaune. En dépit de ce trait commun et d'une origine géologique proche, leurs caractéristiques physiques sont diversifiées :

- les nodules de marcassite oxydée sont presque exclusivement constitués d'oxy(hydroxy)des de fer bien cristallisés. Cette matière première possède donc une densité et une dureté élevées. Une fois réduite, elle offre une poudre de pigment pur aux propriétés colorantes exceptionnelles<sup>21</sup> ;
- en fonction du faciès, l'altérite de roche glauconieuse majoritairement goethitique peut fournir une poudre de bonnes propriétés colorantes soit par simple contact sur un support souple (faciès à glauconie et fraction jaune mal cristallisée de concrétion), soit nécessiter une réduction par broyage (faciès à oolithes et fraction brune bien cristallisée de concrétion) ;
- la gamme d'altérations de roche gréséo-carbonatée est homogène et principalement composée de blocs d'hématite. Sa réduction en poudre est facilitée par sa dureté moyenne.

On observe une grande variabilité des caractéristiques physiques des matières premières, y compris au sein de la gamme la plus représentée en terme de masse comme de nombre de blocs (respectivement 38 et 70 % du total). Si les principales gammes de matière colorante exploitées à Pendimoun sont toutes d'origine locale et proviennent de gisements mitoyens, elles n'en sont pas pour autant uniformisées ni équivalentes en termes de composition chimique ou de propriétés physiques. Il apparaît que la récolte était peu sélective.

En substance, l'économie des matières colorantes témoigne d'une **exploitation à large spectre de roches localement répandues** et la variabilité qualitative (dureté, degré de cristallisation, richesse en oxy(hydroxy)des de fer) des blocs plaide pour un **approvisionnement peu normalisé**. Cette acquisition a pu être **effectuée directement par les occupants** de l'abri.

À Pendimoun, l'étude de l'évolution au cours du temps, des contributions de chaque gamme de matière première colorante, se heurte à l'écueil de la représentativité de l'assemblage de chaque phase. En effet, si les dépôts de la deuxième partie du Néolithique ancien et du Néolithique moyen ont livré des assemblages conséquents – aussi bien en termes de nombres de blocs que de masse cumulée –, ceux qui proviennent des occupations précédentes et suivantes<sup>22</sup> sont bien plus restreints.

Il faut aussi prendre en compte les caractéristiques physiques inhérentes à chaque géomatière, en particulier les marcassites, pour leur densité. Les nodules de marcassite oxydée sont relativement peu nombreux. Mais leur densité, associée à un volume parfois important, implique que cette géomatière est mieux représentée en termes de masse que de nombres de blocs. L'assemblage des premières occupations VBQ fournit un exemple éloquent : si l'on se concentre sur les blocs, les marcassites oxydées représentent moins de 4 % et peuvent être considérées comme une géomatière minoritaire ;

---

21. Ces observations et celles proposées en suivant ont été faites lors de la préparation de nos échantillons : coupe de lame mince, préparation de poudre pour la diffraction des rayons X, etc.

22. En gardant en considération que les phases sauveterrienne et campaniforme s'éloignent sensiblement du cadre de ce travail.

en revanche, leur contribution massive s'élève à plus de 28 % du total pour cet assemblage, ce qui en fait la deuxième gamme majoritaire.

Les tendances évolutives qui ressortent de la distribution diachronique des différentes gammes de matières premières sont les suivantes :

- les premiers colons Impressa exploitent un panel diversifié de matières premières ;
- après l'épisode discret du Cardial ancien sur lequel il est difficile de tirer des conclusions, la quantité de matières colorantes explose au Cardial récent puis s'atténue progressivement. Les grandes lignes qui se dessinent durant cette phase varient peu tout au long du Néolithique. L'exploitation repose sur trois gammes principales de géomatières, toutes répandues dans l'aire d'acquisition directe du site : marcassites oxydées, altérites et altérites micacées.

Qu'en déduire, pour les chaînes opératoires des matières colorantes au Néolithique ancien à Pendimoun, sur les segments ayant trait à l'acquisition ?

Tout d'abord, l'approvisionnement est, selon toutes probabilités, le fait des occupants de l'abri, qui ont effectué leur récolte. Tout au long de la Préhistoire, les ressources disponibles dans l'aire d'acquisition directe ont satisfait aux nécessités des occupants ; ces derniers n'ont pas eu recours à des matières premières exogènes, comme cela a pu être le cas dans d'autres industries (lithique notamment). Le site est pourtant principalement dédié à des activités saisonnières et capte des géomatières exogènes (silex bédoulien, jadéite du Piémont, silex de Lombardie), des contacts avec d'autres aires géologiques sont donc effectives (cf. titre 3.2. du deuxième chapitre). Les occupants de Pendimoun ont cependant fait le choix de recourir aux ressources locales pour les matières colorantes.

La grande disparité des caractéristiques physico-chimiques – densité, dureté, état de cristallinité – observables à l'échelle inter et intra-classes<sup>23</sup> suggère une récolte opportuniste. Les accumulations de marcassites en dépôts de pente nécessitent une recherche plus approfondie que les niveaux concrétionnés du Crétacé inférieur, mais leur nombre relativement faible par phase paraît facile à rassembler (le Cardial récent fait exception avec son corpus de 52 blocs).

---

23. Cette dernière remarque concerne principalement les altérites non micacées, où trois faciès ont été discernés.



### **IV.3. Nice – Giribaldi : économie des matières colorantes au sein des étapes formatives de la culture de Chassey**

*C'était une petite ville rouge, construite tout au bord de la mer, avec de jolies maisons aux toits rouges et une ambiance de carnaval un peu contenue, carnaval qui envahissait les rues un peu avant la nuit.*

**Francis Scott Fitzgerald, *Un livre à soi*, « Comment vivre de rien ou presque à l'année »**

////////////////////////////////////

#### **IV.3.1. Classification des restes cohérents et caractérisation des gammes de matières colorantes introduites à Giribaldi**

Trois principales classes de géomatères colorantes, riches en oxy(hydroxy)des de fer, ont pu être distinguées sur des critères pétrographiques et physico-chimiques : des bauxites riches en aluminosilicates, des grès psammitiques et des altérites de roche carbonatée glauconieuse. À ces trois gammes s'ajoutent des roches et des minéralisations aisément identifiables mais représentées par un ou deux individus : bauxite riche en oxy(hydroxy)des d'aluminium, hématite oolithique et azurite.

Le bloc massif JVP-VG-Bloc-310, d'une masse de 734 grammes, n'entre dans aucune des classes énoncées ci-dessus. Pour cette raison et pour restreindre les disproportions numériques, il a été, sauf mention contraire, écarté des données présentées ci-après, qui se fondent sur une masse de 1166 grammes et non 1900.

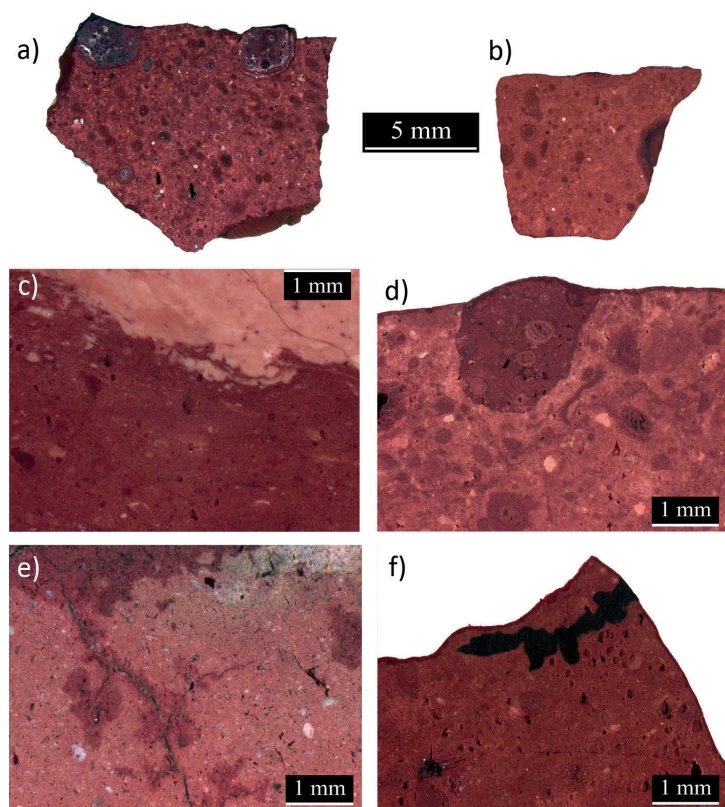
##### ***IV.3.1.1. Roches bauxitiques***

La principale classe de roche colorante introduite à Nice – Giribaldi est constituée de blocs de bauxite orange à rouge lie-de-vin : elle représente de 207 blocs (47 % du nombre total), pour une masse de 216 grammes (19 % de la masse totale). À quelques rares exceptions près développées ci-après, l'assemblage de matières bauxitiques est particulièrement homogène, tant par ses propriétés physiques que par sa composition chimique.

L'identification macroscopique et mésoscopique de cette classe de matière première est facilitée par ses caractères pétrographiques. La bauxite introduite est une roche massive parsemée de pisolithes (figure 80). Ces derniers sont, pour la plupart, sphériques, de dimensions inframillimétriques, d'un rouge foncé, avec parfois des zonations concentriques plus claires (JVP-VG-Bloc-91, 230, 263 : figure 80 a, b) ; ils sont moins uniformes au sein de certains blocs (JVP-VG-Bloc-151 et 267).

Ces pisolithes représentent moins d'un quart du volume de la roche et sont régulièrement répartis dans un ciment cryptocristallin (lutite) qui peut présenter plusieurs nuances orangées, avec pour extrêmes le blanc et le rouge foncé. La fraction blanche peut être bien individualisée (JVP-VG-Bloc-51, 230, 267 : figure 80 c). Dans les blocs 151 et 287, ce ciment représente un volume faible, en regard des pisolithes (figure 80 a, d).





**Figure 80.** Photographies de sections polies de bauxites allochtones (clichés J.-V. Pradeau) ;  
 a : JVP-VG-Bloc-151 ;  
 b : JVP-VG-Bloc-62 ;  
 c : JVP-VG-Bloc-230 ;  
 d : JVP-VG-Bloc-287 ;  
 e : JVP-VG-Bloc-171 ;  
 f : JVP-VG-Bloc-263.

On observe parfois, à l’œil nu ou sous binoculaire, des fractions de roche non ferrugineuse (JVP-VG-Bloc-171 : figure 80 e) et des inclusions noires néoformées (JVP-VG-Bloc-260, 263 : figure 80 f).

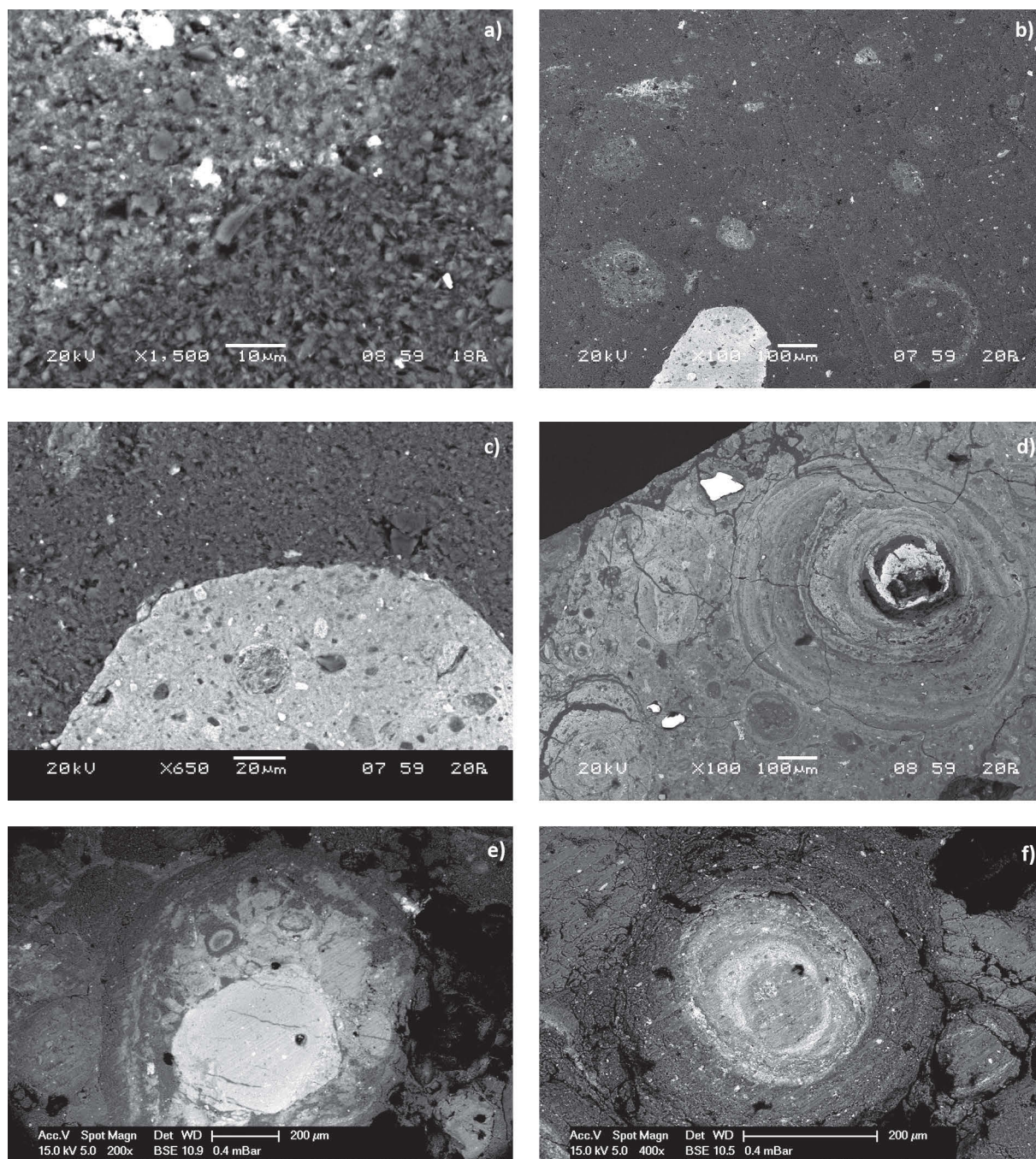
L’investigation physico-chimique a porté sur onze échantillons pour les observations à fort grossissement et les analyses élémentaires, six pour les analyses structurales en diffraction des rayons X et quatre en spectroscopie Raman – dont trois communs avec la DRX (tableau 27).

Dans la plupart des échantillons (51, 91, 230, 260,267) l’observation par électrons rétrodiffusés montre un fort contraste chimique entre le ciment et les pisolithes. Le premier, cryptocristallin et homogène (figure 81 a), est composé d’éléments légers : aluminium et silicium en proportions équivalentes, auxquels sont associés le calcium et un peu de fer (annexe V, tableau 63). Les pisolithes ferrugineuses (plusieurs centaines de micromètres)

de JVP-VG-Bloc-91 contiennent des inclusions très riches en fer et des fragments d’aluminosilicates ferromagnésiens (figure 81 b, c). D’après la diffraction des rayons X, cet aluminosilicate majoritaire est la kaolinite  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . La calcite est identifiée à plusieurs reprises par les analyses structurales (diffraction des rayons X et spectroscopie Raman). Le seul oxy(hydroxy)de d’aluminium mis en évidence en diffraction est la boémite, présente dans les échantillons 263 et surtout 151. Dans ce dernier, la boémite est majoritaire, la kaolinite minoritaire et la calcite non détectée.

On observe aisément par contraste de nombreux petits clastes composés d’éléments plus lourds : oxydes de fer (échantillons JVP-VG-Bloc-91, 230 et 263 par exemple) ou grains anguleux de zircon (JVP-VG-Bloc-51, 62, 151, 171, 260) (figure 81 d).

En proportions, les pisolithes sont constitués d’éléments plus lourds et apparaissent en gris plus clair ou en blanc. Bien que les éléments aluminium, silicium et calcium soient détectés, le fer est prépondérant : ces pisolithes sont majoritairement constitués d’hématite, bien identifiée par spectroscopie Raman et par diffraction des rayons X (tableaux 28 et 29, annexe V). Le titane est systématiquement détecté en corrélation avec le fer. Le cortège des autres éléments minoritaires varie en fonction des échantillons analysés. Le phosphore, plus rarement le manganèse, le cobalt, le zinc et l’arsenic, sont détectés dans les échantillons 51, 91, 151, 260, et 263.



**Figure 81.** *Micrographies de bauxites (clichés J.-V. Pradeau) ;  
a : JVP-VG-Bloc-51, ciment kaolinitique ;  
b et c : JVP-AP-Bloc-91, pisolithe contenant des inclusions ferrugineuses ou des aluminosilicates ferromagnésiens ;  
d : JVP-VG-Bloc-151, pisolithe et grains de zircon ;  
e et f : JVP-AP-Bloc-250, faciès parallochtone, pisolithes composées d'accumulations concentriques d'hématite (cœur) et de bohémite (périphérie), ciment rare.*

Des grains d'oxydes de titane d'environ 50 µm sont observés dans les échantillons JVP-VG-Bloc-51, 62, 260 et 267. Ces fragments sont présents à la fois dans le ciment et dans les pisolithes (JVP-VG-Bloc-260). L'anatase est détectée par diffraction des rayons X dans l'ensemble des échantillons. Le



<i>Bloc</i>	<i>Classe</i>	<i>MEB</i>	<i>Analyses élémentaires EDS</i>	<i>Analyses structurales DRX</i>	<i>Analyses structurales Spectrométrie Raman</i>
JVP_VG_Bloc_126	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_VG_Bloc_128	Alt. glauc.	X	X		
JVP_VG_Bloc_145	Alt. glauc.	X	X	X	
JVP_VG_Bloc_161	Alt. glauc.	X	X		X
JVP_VG_Bloc_162	Alt. glauc.	X	X	X	X
JVP_VG_Bloc_257	Alt. glauc.	X	X	X	X
JVP_VG_Bloc_268	Alt. glauc.	X	X	X	X
JVP_VG_Bloc_051	Bauxite	X	X		
JVP_VG_Bloc_062	Bauxite	X	X		
JVP_VG_Bloc_091	Bauxite	X	X	X	
JVP_VG_Bloc_151	Bauxite	X	X	X	
JVP_VG_Bloc_171	Bauxite	X	X		
JVP_VG_Bloc_230	Bauxite	X	X		X
JVP_VG_Bloc_250	Bauxite	X	X	X	X
JVP_VG_Bloc_260	Bauxite	X	X	X	
JVP_VG_Bloc_263	Bauxite	X	X	X	X
JVP_VG_Bloc_267	Bauxite	X	X	X	X
JVP_VG_Bloc_287	Bauxite	X	X		
JVP_VG_Bloc_234	Grès	X	X	X	
JVP_VG_Bloc_100	Grès	X	X		
JVP_VG_Bloc_101	Grès	X	X		
JVP_VG_Bloc_127	Grès	X	X	X	
JVP_VG_Bloc_157	Grès	X	X	X	X
JVP_VG_Bloc_201	Grès	X	X	X	
JVP_VG_Bloc_309	Grès	X	X	X	X

**Tableau 27.** *Échantillons de blocs de matière première analysés pour caractériser les différentes gammes importées à Giribaldi.*

rutile est peut-être aussi présent, en petite quantité : les bandes qui correspondent à cette phase se dégagent peu du bruit de fond.

Dans l'échantillon JVP-VG-Bloc-171, la fraction et les grains non ferrugineux, de couleur grise à l'œil nu, sont composés d'aluminosilicates riches en sodium, magnésium et potassium.

Les inclusions noires (JVP-VG-Bloc-263) sont riches en élément manganèse, auquel sont associés le magnésium, le fer, le cobalt et le nickel.

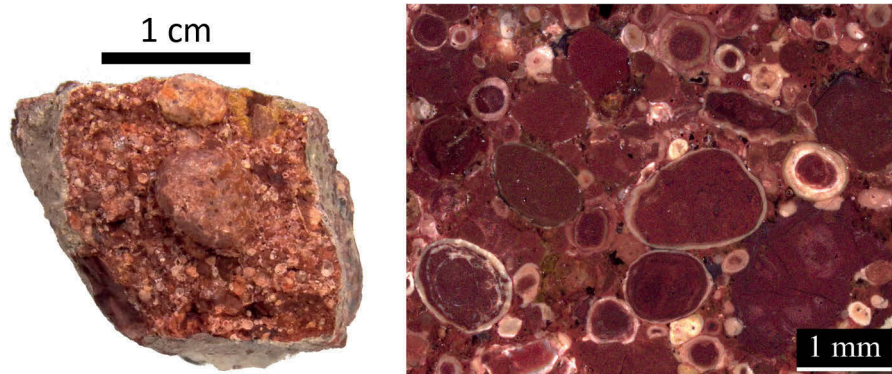
Le bloc de bauxite JVP-VG-Bloc-250 constitue un cas particulier, qui s'est distingué de l'ensemble dès l'examen macroscopique (figure 82). La roche est constituée à plus de 50 % de pisolithes plus ou moins régulières, bien cristallisées et de dimensions variables (quelques dizaines à 500 µm). Elles présentent des zonations concentriques de couleur blanche en périphérie et rouge foncé (sang-de-bœuf ou lie-de-vin) au cœur ; cette disposition est inversée sur quelques pisolithes. Le ciment cryptocristallin est ici quasiment absent (figure 81 e, f). La roche est donc peu cohérente et se désagrège en petites sphérules.

Éch.	Classe	Ox. de fer				Phyllosilicates					Autres						
		Hémat.	Hém. désord.	Maghém.	Goeth.	Kaolin.	Claucon.	Ill.	Biol.	Muscov.	Quartz	Calcite	Boém.	Fluorapat.	Sonidine	Analase	Rutile
VG_091	Bauxite	+				+++					+	+				+	?
VG_151	Bauxite	++				++					+	+++				+	
VG_250	Bauxite	++				++						?	+++		+	?	
VG_260	Bauxite	++				+++					+				+	?	
VG_263	Bauxite	+				+++					+	++			+	?	
VG_267	Bauxite	++				+++					+	+			+	?	
VG_126	All. glauc.			++	?						++	++					
VG_145	All. glauc.			+						+	++	+++					
VG_162	All. glauc.				+					+	++	+++					
VG_257	All. glauc.		++								+	+++					
VG_268	All. glauc.		+								+	+++					
VG_127	Psammite		+			?					++				++		
VG_157	Psammite				+					+	++	+++			?		
VG_201	Psammite		+							+	++	+++			++		
VG_234	Psammite		+							++	++	++					
VG_309	Psammite		?							?	++	+++			?		

**Tableau 28.** Résultats des analyses structurales par diffraction des rayons X sur blocs de matière première à Giribaldi (ci-contre).

**Tableau 29.** Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman sur blocs de matière première à Giribaldi (ci-dessous).

Échantillon	Classe	Hémat.	Goeth.	Calcite
VG_230	Bauxite	++		++
VG_250	Bauxite	+++		
VG_263	Bauxite	+++		
VG_267	Bauxite	+++		
VG_161	All. glauc.	++	++	
VG_162	All. glauc.		+++	+
VG_257	All. glauc.	+++		
VG_268	All. glauc.	+++		
VG_157	Psammite		++	
VG_309	Psammite	++		



**Figure 82.** Photographies du bloc de bauxite parallochtone JVP-VG-Bloc-250 ;  
à gauche : cassure fraîche ; à droite : section polie (clichés J.-V. Pradeau)

Les fractions rouges sont riches en hématite (annexe V). La matière blanche est un oxy(hydroxy)de d’aluminium, la boémite. Sont aussi identifiées, en plus faible proportion, la calcite, la kaolinite et l’anatase. Les éléments soufre, phosphore et calcium sont minoritairement détectés dans l’ensemble de l’échantillon.

Par ses propriétés pétrologiques et physico-chimiques, l’échantillon 250 s’éloigne sensiblement de la majorité de l’assemblage de bauxites de couleur rouge/orangé introduit à Nice – Giribaldi ; cette distinction paraît suffisamment accusée pour suggérer qu’il pourrait provenir d’une géomatière bauxitique différente du point de vue génétique et donc géographique. Par ailleurs, un comparatif proportionnel des phases minérales nous conduit à nous interroger sur le bloc 151, dont la composition est aussi dominée (i) du point de vue pétrologique par les pisolithes, dont certains de dimensions millimétriques et de morphologie irrégulière, ainsi que (ii) par leur haute teneur en boémite au détriment de la kaolinite. Les individus 151 et 250 entretiennent donc des similitudes probantes, qui justifient de les considérer comme une sous-classe de matière première spécifique.

Ainsi, la bauxite introduite à Nice – Giribaldi est majoritairement orangée à rouge, riche en kaolinite, en calcite et en pisolithes sphériques ferrugineux et inframillimétriques.

Elle présente une dureté moyenne (2 sur l’échelle de Mohs), mais associée à une grande cohésion qui limite sa pulvérulence lorsqu’elle est manipulée. La majorité des blocs (99 % de cette classe) présente de bonnes propriétés colorantes. Les bauxites les plus foncées semblent plus cohérentes, malgré une composition élémentaire et pétrologique identique. Cette dernière observation plaide pour une recristallisation.

#### ***IV.3.1.2. Grès psammitiques***

La seconde gamme remarquable de matière première est une roche sédimentaire psammitique. Elle comprend 56 blocs (13 % du nombre total), soit 319 grammes<sup>24</sup> (27 % de la masse totale). Les blocs sont d’un jaune vif (38 % des blocs de cette classe), orangés à rouges (58 %) ou bicolores (4 %).

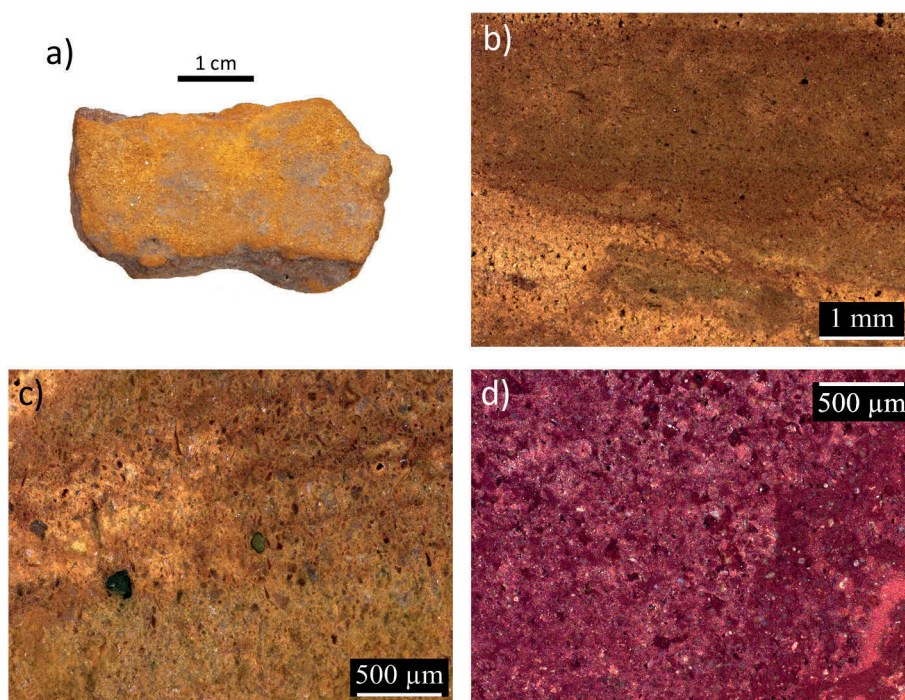
24. Dont le bloc JVP-VG-bloc-309 qui représente à lui seul 216 grammes, soit 18,5 % de 1166 grammes.

Cette roche relativement homogène est une arénite fine, à structure litée (figure 83 a). Poreuse et peu cohérente, elle s'effrite facilement par simple contact sous le doigt. Ces propriétés ont sensiblement affecté la préparation des sections polies : malgré plusieurs indurations successives, le polissage n'a pas pu être mené à terme sur les échantillons de cette classe.

Elle est constituée de nombreuses inclusions dont les dimensions varient de quelques dizaines à quelques centaines de micromètres (figure 83 b, c, d) : des micas blancs (muscovite), des grains translucides incolores ou blanchâtres de quartz, de rares minéraux tabulaires marrons-noirs (biotites et amphiboles<sup>25</sup>), des grains arrondis à zonation périphérique vert sombre (chlorite), des feldspaths.

Ces silicates sont englobés par un ciment ferrugineux mal cristallisé. L'agencement des grains suggère que la roche a subi des actions de compaction (recouvrement, tassement, tectonique, etc.) plus ou moins prononcées, après le processus de diagenèse.

Des inclusions noires néoformées (JVP-VG-Bloc-127, 201, 234) et des infiltrations de calcite (JVP-VG-Bloc-309) sont ponctuellement observées.



**Figure 83.** *Figure 83. Photographies d'un bloc et de sections polies de grès psammitiques (clichés J.-V. Pradeau) ;  
a : JVP-VG-Bloc-103 ;  
b : JVP-VG-Bloc-100 ;  
c : JVP-VG-Bloc-101 ;  
d : JVP-VG-Bloc-234.*

25. L'étymologie (du grec *amphibolos* : ambigu) du nom de cette famille d'inosilicates ferromagnésiens traduit les confusions possibles avec d'autres minéraux.

Les analyses physicochimiques ont été appliquées sur sept échantillons pour la microscopie électronique à balayage et les analyses élémentaires par dispersion d'énergie, puis sur cinq en diffraction des rayons X, dont deux ont aussi été étudiés par spectroscopie Raman (tableau 29).

Les observations sous microscope électronique à balayage (figure 84 b, c, d) en contraste chimique mettent en lumière (i) un ciment gris clair (éléments lourds), (ii) des grains anguleux de plusieurs nuances de gris (éléments plus légers) qui représentent jusqu'à 80 % du volume de la roche et (iii) de petites inclusions blanches (éléments lourds).

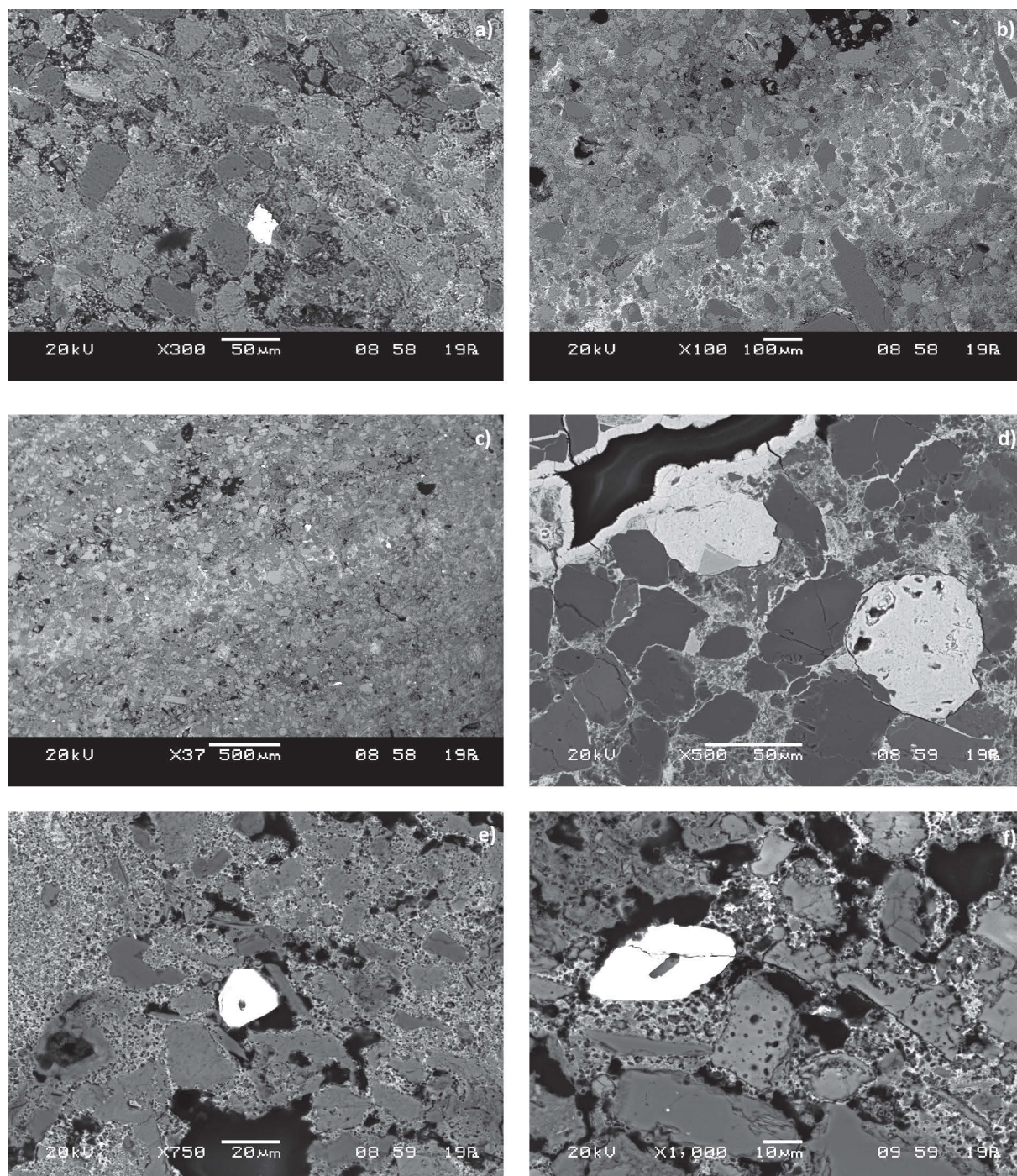
Le ciment est poreux et cryptocristallin. Les éléments qui le composent majoritairement sont le fer et le calcium (annexe V, tableau 63). Les éléments constitutifs des grains (magnésium, aluminium, silicium, potassium, calcium) sont détectés en petites quantités. Dans les échantillons JVP-VG-Bloc-127 et 201, les joints de grains sont occupés par une matière ferrugineuse finement cristallisée, sans pores, qui contient une part plus importante de calcium, avec un peu de titane. Les oxy(hydroxy)des de fer détectés en diffraction des rayons X sont la goethite et l'hématite (dont l'intensité des pics majoritaires est inversée : annexe V).

Une grande partie du volume de la roche est occupée par des grains anguleux dont les dimensions varient entre 10 et 500  $\mu\text{m}$ . Parmi ces inclusions qui contiennent toujours un peu de fer (0,5 à 10 % en EDS), plusieurs types de carbonates et de silicates ont pu être déterminés (tableaux 28 et 29) :

- la calcite, identifiée dans quatre échantillons en diffraction des rayons X (JVP-VG-Bloc-157, 201, 234 et 309) se présente en grains allongés. De la calcite magnésienne (où 5 à 15 % des ions  $\text{Ca}^{2+}$  sont remplacés par des  $\text{Mg}^{2+}$ ) est également identifiée sur le diffractogramme de l'échantillon JVP-VG-Bloc-234 ;
- la plupart des grains gris observés en imagerie par électrons rétrodiffusés sont des silicates contenant du magnésium, de l'aluminium, du potassium et du fer, ainsi que du titane en élément minoritaire (JVP-VG-Bloc-101, 157). Plusieurs de ces minéraux ont un habitus en feuillet, qui permet de les identifier comme des micas. Par ailleurs, la muscovite, préalablement observée à l'œil nu et sous loupe binoculaire, est bien identifiée sur les diffractogrammes ;
- de nombreux grains de  $\text{SiO}_2$  sont observés dans tous les échantillons. Le quartz est bien représenté en diffraction des rayons X (JVP-VG-Bloc-157, 201, 309) ;
- l'illite et la sanidine ont été identifiées sur le diffractogramme des échantillons JVP-VG-Bloc-127 et 201. La première est une argile provenant de l'altération des micas et des feldspaths. La seconde est un feldspath potassique de formule  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ , fréquent dans les rhyolites ;
- la kaolinite est présente en petite quantité dans JVP-VG-Bloc-201. Cet échantillon contient aussi un mica qui pourrait être de la biotite.

Les grains blancs de quelques dizaines de micromètres sont (i) des grains de zircon contenant un peu de hafnium (JVP-VG-Bloc-100, 101, 234 : figure 84 e), (ii) des grains d'oxyde de titane avec du silicium et du fer (JVP-VG-Bloc-101, 127, 201, 234) ou encore (iii) des fragments de phosphates contenant de l'argent et des lanthanides : lanthane, cérium, praséodyme, néodyme, samarium et





**Figure 84.** *Micrographies de grès psammitiques (clichés J.-V. Pradeau) ;  
a : JVP-VG-Bloc-100, grain de monazite ;  
b et c : JVP-AP-Bloc-101, carbonates et silicates dans un ciment ferrugineux carbonaté ;  
d : JVP-VG-Bloc-127, divers silicates dans un ciment ferrugineux ;  
e et f : JVP-AP-Bloc-234, grains gris foncés de silicates, grains gris clair de carbonates,  
grains blancs de zircon et de monazite, dans un ciment ferrugineux.*

gadolinium. Ces derniers sont des grains de monazite\* (figure 84 a, f) ; comme le zircon, la monazite est un minéral résistant à l'altération, provenant de granites et de pegmatites\*.

L'élément manganèse est fréquemment détecté en teneur minoritaire dans l'ensemble des échantillons à inclusions noires néoformées.

Cette matière première est donc un grès lité, constitué de produits d'altération de granitoïdes (quartz, muscovite, illite, chlorite, monazite, zircon) pris dans un ciment ferrugineux. Au cours du temps, cette psammite a été alimentée par des produits de volcanisme (sanidine) et affectée par des compactions. Les chromogènes présents sont la goethite et l'hématite. Leur faible degré de cristallinité contribue à apporter de bonnes propriétés colorantes.

La présence de nombreux grains de quartz, qui tendrait à donner un degré de dureté élevé, est contrebalancée par la faible cohésion du ciment ferrugineux mal cristallisé. Il en découle que les blocs les plus riches en fer sont dans certains cas très friables (dureté 1). Cette caractéristique, associée à leur richesse en chromogène, suggère la possibilité d'obtenir facilement une poudre colorante, y compris par simple frottement sur un support souple comme le cuir ou la peau.

#### *IV.3.1.3. Altérations de roche glauconieuse*

La troisième grande classe déterminée à Nice – Giribaldi, relativement hétérogène de prime abord, est une altérite de roche carbonatée glauconieuse. Elle comprend 124 blocs (28 % du nombre total), pour une masse de 400 grammes (34 % de la masse totale). Cette gamme rassemble (i) des blocs jaunes ou bruns (21 %), (ii) des blocs rouges, rouge-brun, lie-de-vin (66 %) ou (iii) des bicolores (13 %).

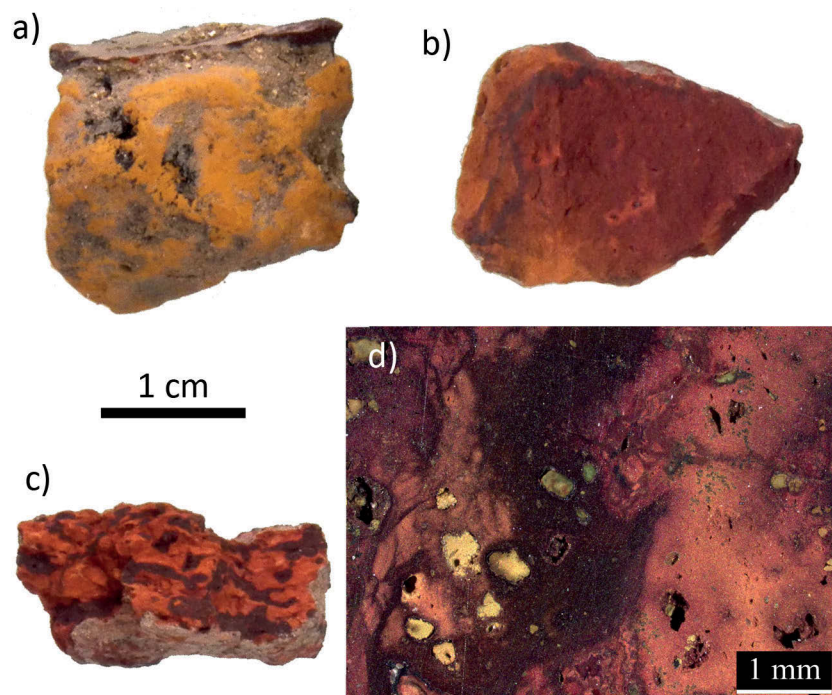
Le ciment ferrugineux, à structure massive ou litée, est souvent microcristallin. Il englobe (figure 85) :

- des grains de glauconite de couleur verte (saine) ou à teinte jaunissante (en cours d'altération) (blocs JVP-VG-Bloc-128 et 228). Ces inclusions donnent une information précise sur la nature glauconieuse de la roche d'origine ;
- des grains de micas blancs (bloc JVP-VG-Bloc-145), qui témoignent d'un sensible apport détritique au cours de la sédimentation ;
- des minéralisations ferrugineuses qui se présentent sous trois aspects :
  - ◇ en petits filons bien cristallisés (aspect concrétionné : JVP-VG-Bloc-126, 128, 145, 257 par exemple) de couleur rouge lie-de-vin (hématite) ou marron (goethite) ;
  - ◇ ou en canaux ou de tubes, creux et à section circulaire ou ovale. Ces minéralisations sont de couleur lie-de-vin ou pourpre ;
  - ◇ des cristaux pyramidaux en surface.

Des veines de calcite et des inclusions néoformées d'oxydes de manganèse sont ponctuellement relevées (bloc JVP-VG-Bloc-161). Des grains octaédriques de marcassite oxydée sont observés sur la surface naturelle des blocs 131, 207 et 232.

La microscopie électronique à balayage et les analyses élémentaires par dispersion d'énergie ont porté sur sept échantillons, dont cinq ont ensuite été étudiés par diffraction des rayons X et quatre en spectroscopie Raman (dont trois communs avec la DRX) (tableau 27).

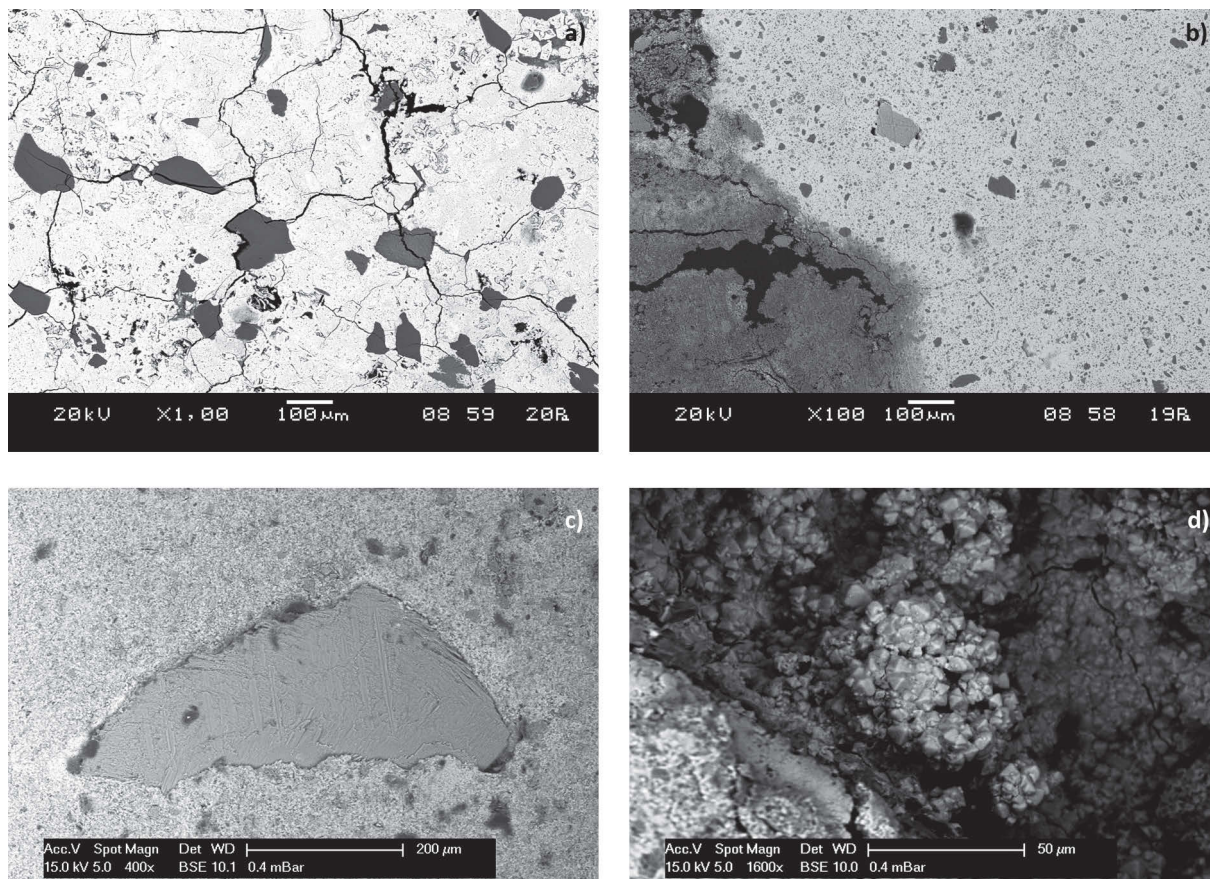




**Figure 85.** Photographies de trois blocs et d'une section polie d'altérations de roche glauconieuse (clichés J.-V. Pradeau) ;  
*a* : JVP-VG-Bloc-117 ;  
*b* : JVP-VG-Bloc-145 ;  
*c* : JVP-VG-Bloc-257 ;  
*d* : JVP-VG-Bloc-128.

L'imagerie en contraste chimique montre clairement la différence de composition entre des inclusions grises et un ciment gris clair à blanc (figure 86 a, b). Ce dernier (fractions jaunes ou rouges à l'œil nu) est majoritairement constitué d'oxy(hydroxy)des de fer, avec des proportions relativement équivalentes de magnésium, d'aluminium, de silicium et de calcium (annexe V, tableau 63) ; le phosphore est fréquemment détecté, mais sa présence n'est pas systématique. Dans les zones où la couleur tire vers le gris en contraste chimique, qui correspond aux fractions calcitiques en observations macro- et mésoscopiques, on observe sans surprise une hausse du taux de calcium, mais aussi du phosphore (JVP-VG-Bloc-128, 257). Les oxy(hydroxy)des de fer détectés sont la goethite (JVP-VG-Bloc-162), la maghémite (JVP-VG-Bloc-145 et peut-être 126) et l'hématite désordonnée (JVP-VG-Bloc-126, 145, 257 et 268).

Plusieurs types d'inclusions sont distingués. Un fragment carbonaté – de la calcite d'après la spectroscopie Raman – est présent dans l'échantillon JVP-VG-Bloc-162 (figure 86 c). C'est très probablement un fragment bioclastique. Des phyllosilicates de potassium, contenant un peu de sodium, de magnésium, de calcium et de titane sont relevés dans les échantillons JVP-VG-Bloc-126, 128, 145, 161 et 162 ; ces grains de muscovite, détectés en diffraction des rayons X dans JVP-VG-Bloc-145 et 162, font quelques dizaines de micromètres. La présence de quartz et de calcite est aussi attestée (tableaux 28 et 29, annexe V).



**Figure 86.** *Micrographies d'altérations de roche carbonatée glauconieuse (clichés J.-V. Pradeau) ;  
a : JVP-VG-Bloc-126, silicates dans un ciment ferrugineux ;  
b : JVP-AP-Bloc-128, fraction carbonatée et carbonates et silicates dans un ciment ferrugineux ;  
c : JVP-VG-Bloc-162, bioclaste dans un ciment ferrugineux ;  
d : cristaux bipyramidaux d'oxy(hydroxy)des de fer.*

L'altérite de roche carbonatée glauconieuse identifiée à Giribaldi provient probablement d'un milieu de sédimentation peu profond, d'après les produits de détritisme qu'elle contient (muscovite, quartz) ; elle est aussi composée de plusieurs minéralisations ferrugineuses remarquables (filons, canaux, cristaux pyramidaux : figure 86 d).

À l'exception des fractions bien minéralisées, les blocs sont généralement tendres. Le ciment cryptocristallin offre des propriétés colorantes élevées (en particulier pour 23 % d'entre eux). Malgré une relative hétérogénéité, cette gamme de matière première est donc, comme les grès psammitiques, relativement facile à travailler pour produire de la poudre colorante.

#### **IV.3.1.4. Autres géomatières**

La part d'individus qui n'ont pas pu être classés dans les trois grandes gammes définies ci-dessus correspond à 57 blocs (13 % du nombre total) pour 231 grammes (20 % de la masse totale), auxquels il faut ajouter les 734 grammes du bloc JVP-VG-bloc-310.

Au sein de ce groupe « Divers », deux matières premières ont été remarquées et, par leur nature minéralogique et leur origine pétrologique, méritent un développement particulier.

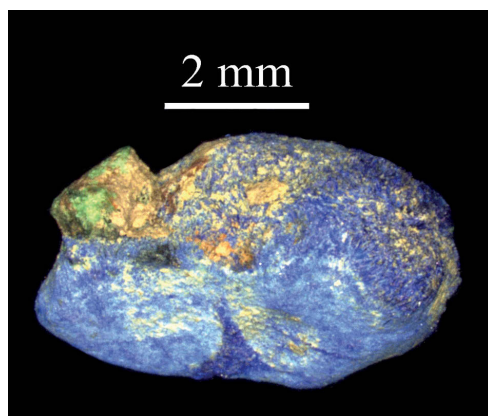


La première est représentée par un bloc d'**hématite oolithique** : JVP-VG-bloc-227 (figure 87). Cette matière colorante très dure (dureté 3+) et dense est constituée de petites oolithes ferrugineuses violettes, probablement de l'hématite bien cristallisée, prises dans un ciment carbonaté.

Le bloc a pour dimensions approximatives 4 x 3,5 x 1,7 cm. Quatre de ses faces géométriques sont des facettes, au sens tracéologique du terme. Pour cette raison, aucun prélèvement et aucune préparation (section polie ou coupe) n'ont été réalisés sur le bloc 227.



**Figure 87.** Bloc d'oolithes ferrugineuses (cliché J.-V. Pradeau).



**Figure 88.** Bloc d'azurite (cliché J.-V. Pradeau).

La seconde de ces géomatières remarquables est un nodule bleu, de dimensions millimétriques, inventorié sous le numéro JVP-VG-bloc-179 (figure 88). D'après les analyses élémentaires (MEB-EDS) et structurales (DRX) menées au Laboratoire de Recherche des Musées de France (LRMF) par Philippe Walter, ce petit bloc est constitué d'**azurite**, un carbonate de cuivre de formule  $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$  (Binder, 2004b). Ce nodule est l'unique indice de chromogène bleu de Nice – Giribaldi inventorié<sup>26</sup>, ce qui limite les possibilités de déterminer les modalités de son exploitation. C'est pourquoi il n'a pas été jugé nécessaire de mener une nouvelle série d'analyses physico-chimiques.

#### IV.3.1.5. Bilan

L'examen pétrologique et physicochimique a permis de distinguer trois gammes majoritaires dans la panoplie de matières premières colorantes de Giribaldi (tableaux 30 et 31) :

- des bauxites de faciès allochtone et parallochtone ;
- des grès psammitiques ;
- des altérites de roche carbonatée glauconieuse.

On remarque également la présence d'oolithes ferrugineuses et d'azurite.

26. Un second grain bleu d'azurite, semble-t-il perdu, n'a pas été inventorié. Ses caractéristiques morphologiques (dimensions, masse, forme) sont similaires à celles du bloc 179. Il avait été retrouvé hors contexte, lors des premières phases de décapage (Didier Binder, communication personnelle).

Classe	Observations		Analyses élémentaires			Analyses structurales	
	Pétrologie	MBE en contraste chimique	EDS Principaux constituants	EDS Éléments minoritaires associés	DRX	Raman	
<b>Bauxites allochtones</b>	Pisolithes ferrugineux, parfois à zonations concentriques	Gris clair à blanc	Ox. de fer majoritaires, avec Al, Si et Ca	Ti P, Mn, Co, Zn, As	Hématite Kaolinite Calcite Quartz	Hématite	
	Ciment orangé à rouge	Cryptocristallin, gris, homogène	Al et Si avec Ca et Fe				
	Fraction cryptocristalline blanchâtre	Cryptocristallin, gris plus foncé, homogène	Al et Si, avec Ca Al et Si, avec Na, Mg et K				
	Inclusions noires néoformées	Cryptocristallines, blanches	Mn	Mg, Fe, Co, Ni			
		Grains anguleux blancs dans ciment	Zr	Hf			
		Grains en bâton	Ti				
		Ciment ferrugineux	Ciment cryptocristallin et poreux gris clair à blanc	Fe et Ca		Hématite Goethite	
		Muscovites	Grains en feuillets	Phyllosilicates de potassium	Ti	Calcite Calcite magnésienne	
		Quartz	Grains gris	Si		Illite	
		Chlorite	Grains à zonations périphériques	Mg, Al, Si, K, Fe	Ti	Sanidine	
<b>Grès psammitiques</b>	Rares biotites et amphiboles						
	Inclusions noires néoformées	Cryptocristallines, blanches	Mn	Fe			
	Infiltrations de calcite	Grains allongés	Ca, Mg				
		Grains anguleux blancs dans ciment	Zr + Hf ou Ti + Fe ou P + La, Ce, Pd, Nd, Sa, Gd				
		Ciment ferrugineux	Ciment cryptocristallin gris clair	Fe avec Mg, Al, Si et Ca	P fréquent	Hématite Goethite Quartz Muscovite	
		Glauconite en cours d'altération					
		Muscovite, quartz	Grains gris	Phyllosilicates de potassium avec Na, Mg, Ca et Ti			
		Ox(hydroxy)des de fer cristallisés en filons, canaux, octaèdres	Cristaux blancs octaédriques	Fe avec Mg, Al, Si et Ca	P fréquent		
		Infiltrations de calcite		Ca			
		Inclusions noires néoformées	Cryptocristallines, blanches	Mn			
		Bioclaste	Ca				

Tableau 30. Classes de matières premières de Giiribaldi et éléments discriminants physico-chimiques.

<i>Classe</i>	<i>Couleur</i>	<i>Pvr colorant</i>	<i>Dureté</i>	<i>Texture</i>	<i>Structure (habitus)</i>	<i>Inclusions</i>	<i>Minéralisations remarquables</i>
<b>Bauxites allochtones</b>	Orangé Rouge	Moyen	2	Lutite	Massive	Calcite	Pisolithes Inclusions noires néoformées
<b>Grès psammitiques</b>	Jaune Rouge Bicolore	Moyen Fort	1-2	Arénite fine	Massive, litée	Muscovite Quartz Chlorite Biotites Amphiboles Calcite	Inclusions noires néoformées
<b>Altérations de roche carbonatée glauconieuse</b>	Rouge Jaune Bicolore	Moyen Fort	2-3	Lutite Arénite fine	Massive Caverneuse Litée Hétérogène	Muscovite Quartz Calcite Glauconite	Ox. de fer bien cristallisés : en filons, en canaux, en octaèdres

**Tableau 31.** *Classes de matières premières de Giribaldi et éléments discriminants pétrographiques.*

### **IV.3.2. Acquisition des matières premières dans un site de plein air, dans la deuxième moitié du V<sup>e</sup> millénaire BCE**

La reconstitution de l'économie des matières colorantes de Giribaldi et son évolution diachronique sont fondées sur (i) l'identification des aires d'origines potentielles et (ii) la distribution relative des gammes de matières premières dans chaque phase d'occupation.

Ces données sont ensuite mobilisées pour décrire l'évolution des modalités d'acquisition des matières colorantes au cours de la deuxième moitié du cinquième millénaire.

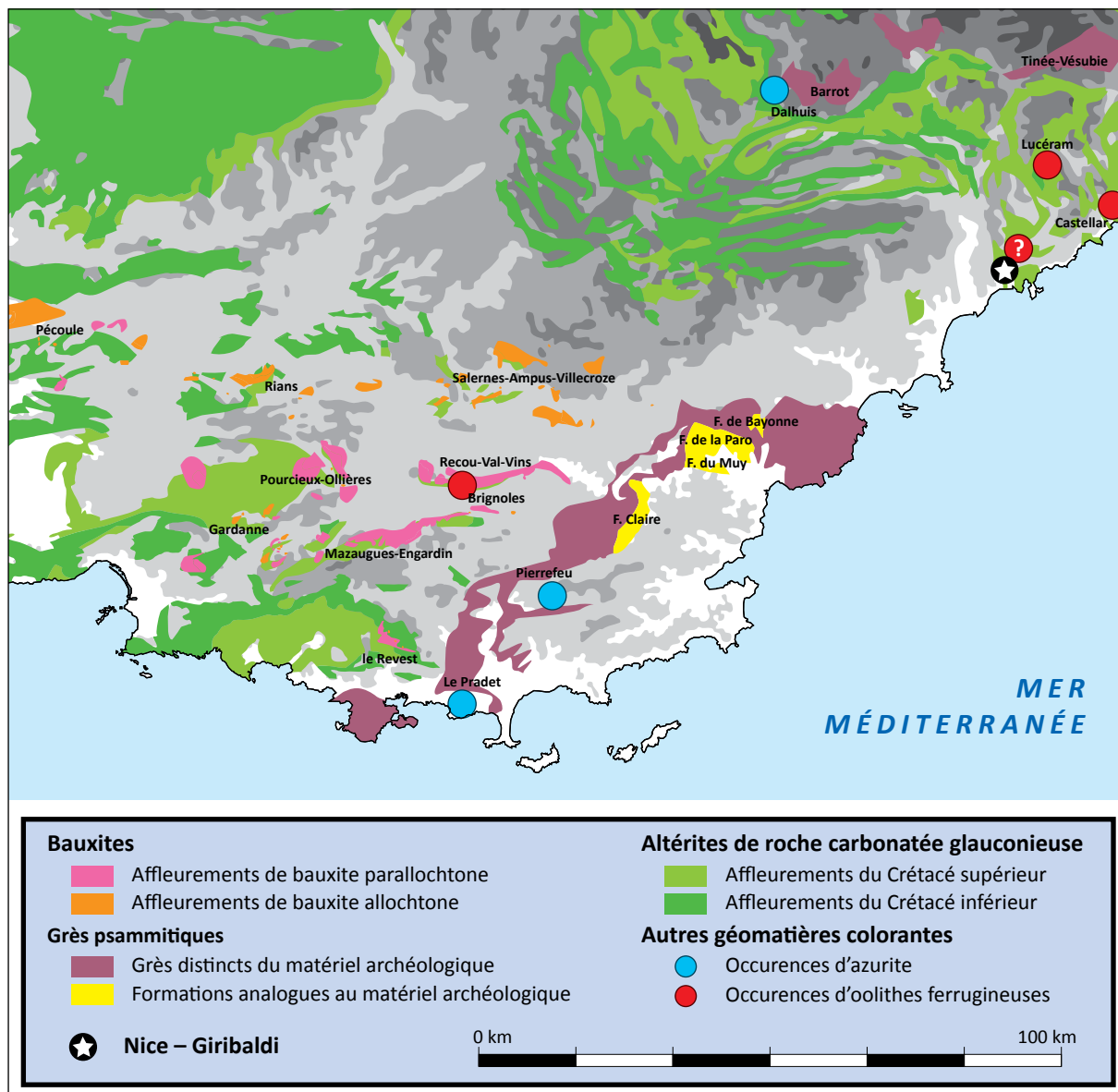
#### *IV.3.2.1. Origine des géomatières*

La composition des roches identifiées dans le corpus de Giribaldi – bauxites riches en aluminosilicates ou en oxy(hydroxy)des d'aluminium, grès psammitiques, altérites de roche glauconieuse, oolithes ferrugineuses, azurite – indique des conditions de genèse et d'évolution diversifiées. Certaines de ces conditions sont incompatibles entre elles et suggèrent que les géomatières proviennent de contextes lithostratigraphiques et géographiques distincts.

##### *IV.3.2.1.1. Roches bauxitiques*

La bauxite est sujette à plusieurs modes de genèse, qui sont tous représentés dans le Var (cf. titre 4.2.4.3. du deuxième chapitre). À partir du site de Giribaldi, de nombreux gisements de bauxite se trouvent entre 70 et 100 km à l'ouest et à l'ouest-sud-ouest (figure 89). Un récapitulatif de la distribution géographique des différents faciès bauxitiques est d'abord proposé. Les deux aspects de bauxites relevés lors de l'étude pétro-chimique – bauxite orangée riche en kaolinite et roche alumineuse à pisolithes – sont ensuite affectés aux gisements potentiels. Cette partie se clôt par une réflexion sur le module des blocs diffusés.





**Figure 89.** Carte de répartition des affleurements régionaux des différents types de géomatières identifiées à Giribaldi (carte J.-V. Pradeau).

Les gîtes de Pourcieux-Ollières, de Bras-Val-Vins, du Recou-Brauch-Combecave, de Mazaugues-Engardin et du Revest-Évenos ont été formées par altération *in situ*, sur le mur actuel, d'un matériel plus ou moins altéré avant son transport<sup>27</sup> (parallochtonie : deuxième cas de genèse développé dans le titre 4.2.4.1. du deuxième chapitre). Ces formations de grande extension, riches en hydrates d'aluminium, ont été intensément exploitées comme minerai. D'après nos prospections, notre étude pétrologique et la littérature, elles sont constituées de pisolithes ferrugineux (hématite et parfois aussi goethite) irréguliers, de dimensions millimétriques à centimétriques, pris dans un ciment cryptocristallin de boémite, de kaolinite et de diaspore (Lajoinie et Laville, 1979). La couleur de ce ciment peut aller du blanc au violet, suivant sa teneur en hématite.

27. Transport géologique, donc naturel.

Les formations du Haut-Var (dont Salernes, Ampus ou encore Villecroze), de la Gardanne, de Nans-les-Pins et d'Allauch remplissent de petites poches. Elles sont constituées de matériel altéré avant dépôt (allochtone : troisième cas de genèse développé dans le titre 4.2.4.1. du deuxième chapitre). Ces formations se caractérisent par des pisolithes plus petits, pris dans un ciment orangé, qui contient plus de kaolinite que d'hydrates d'aluminium (boémite).

Enfin, le matériel bauxitique des Tuillières-Saint-Val, présent en petites poches à l'est de Draguignan, est décrit comme « fibreux, riche en quartz et fissuré ; ses fentes sont colmatées par des oxydes et hydroxydes de fer opaques ou des encroûtements de calcite » (Toutin-Morin *et al.*, 1994, p. 71). Cette aramonite est composée de quartz, de kaolinite et d'hématite (respectivement 16 à 28 %, 60 à 71 % et environ 8 % : Toutin-Morin *et al.*, 1994, p. 70-73). Les poches dans le bois de Saint-Val, sont aujourd'hui difficiles d'accès à cause de l'anthropisation : de nombreuses restanques<sup>28</sup> ont été aménagées pour soutenir des terrasses de culture, des terrains à bâtir ou bien des chemins. Les aires de présence d'altérite sont cependant indiquées par un brusque changement de coloration du sol. La faible amplitude de ces taches rouges (quelques mètres tout au plus) et l'étude des échantillons prélevés, qui sont très riches en quartz, permettent d'avancer que la géomatière de ce gîte n'a probablement pas pu être employée comme matière colorante.

Le principal faciès de bauxite introduite à Nice – Giribaldi est orangé à rouge. Il est constitué de petits pisolithes sphériques ferrugineux, pris dans un ciment d'aluminosilicates (kaolinite) et de carbonates (calcite). Les oxy(hydroxy)des d'aluminium (boémite) sont minoritaires. On cherchera donc en priorité des formations remaniées, où les silicates d'alumines sont prépondérants par rapport aux hydrates d'alumines.

Par ses propriétés pétrologiques et chimiques, la matière première bauxitique de Giribaldi présente de grandes similitudes avec les formations de bauxite allochtone. La teneur élevée en kaolinite de cette géomatière permet une mise en œuvre plus aisée que les gros pisolithes ferrugineux irréguliers des bauxites parallochtones.

Le nord du Var (Salernes, Ampus, Villecrozes) constitue l'aire d'origine la plus probable des blocs de bauxite de Giribaldi, pour plusieurs raisons (figure 89) :

- géographique : si on excepte les petites poches de Draguignan, l'ensemble de Salernes-Ampus est le plus proche de Nice – Giribaldi (environ 80 km). Les aires de Rians et de Gardanne se situent quant à elles à 120-130 km ;
- pétroarchéologique : La géomatière prélevée à Salernes est, parmi les différentes bauxites allochtones prospectées dans le cadre de la lithothèque MP-ALP, celle qui correspond le mieux à celle de Giribaldi, en termes de teneur en quartz, en argile, etc. Ce gîte se trouve d'ailleurs en contrebas de l'occupation préchasséenne puis chasséenne de Salernes – Fontbrégoua, dont les occupants ont exploité la bauxite environnante.

---

28. Du provençal *restanco*, mur de retenue. Mur en pierres sèches initialement à deux parements, ayant permis d'aménager les flancs de collines, lits de torrents et ravins en terrasses cultivables. Dès lors, la restanque ne présente plus qu'un parement, comme n'importe quel mur de soutènement.

Les blocs 250 et 151 se distinguent sensiblement du faciès de bauxite allochtone. Ils sont constitués de pisolithes de boémite et d'hématite, peu cimentées pour le premier. Ces caractéristiques particulières suggèrent qu'ils sont issus d'une géomatière différente de la bauxite majoritaire de Giribaldi. Les conditions qui favorisent la formation de ce type de pisolithe ont été décrites à partir de bauxites des Pouilles : alternance de milieu aqueux, de drainage et d'évaporations (Mongelli et Acquafredda, 1999). Le type de géomatière du bloc 250 n'a pas été observé au cours de nos prospections. Cependant, la littérature rend compte de la grande diversité verticale des formations bauxitiques parallochtones (Nicolas, 1968, p. 25-27). Au sein de celle de Mazaugues, une « couche presque uniquement oolithique<sup>29</sup> », celles-ci constituées « d'auréoles successives de boémite et de goëthite<sup>30</sup> », est décrite (Nicolas, 1968, p. 26). Ce niveau mince en regard du reste de la formation (25 cm pour plusieurs mètres) est aussi observé à Ollières (Nicolas, 1968, p. 27). Les formations du Recou et de Vins ne sont pas traitées dans l'article, mais les modalités de leur mise en place et de leur évolution sont similaires à celles des formations précédemment citées. Il est donc probable qu'elles comprennent cet aspect. Les formations parallochtones du centre-Var, riches en hydrates d'aluminium, sont les plus à même de fournir le faciès où ont été récoltés les blocs 151 et 250. Les trois grands ensembles d'affleurements du Recou-Val-Vins, de Mazaugues-Engardin et de Pourcieux-Ollières se situent respectivement à environ 85, 90 et 115 km de Nice-Giribaldi.

Dans la perspective de décrire au plus près les modalités de diffusion de cette géomatière lointaine, il convient de cerner l'aspect et le calibre des blocs qui ont circulé.

Le bloc JVP-VG-bloc-23 est le plus volumineux des blocs de bauxite mis au jour. Il présente des caractéristiques pétrologiques des bauxites allochtones. Il porte pour seule trace de transformation une facette, alors que la plupart des blocs de bauxite orange ont été réduits en poudre à l'extrême. Ce polyèdre convexe à sept faces « naturelles » a pour dimensions 3,9 x 2,9 x 2 cm et une masse de 20,8 g.

Il est difficile de savoir si le bloc 23 a circulé sous cette forme ou s'il résulte de la fragmentation d'un bloc plus gros, qui aurait lui-même été importé dans son intégralité ou non. À défaut de certifier le calibre des blocs diffusés, il représente du moins un exemple de module de bauxite au tout début de l'étape de réduction en poudre.

#### *IV.3.2.1.2. Grès psammitiques*

Les blocs de cette gamme proviennent d'une géomatière arénitique fine constituée de produits d'altération de granitoïdes (quartz, muscovite, illite, chlorite, monazite, zircon) pris dans un ciment ferrugineux (goëthite et hématite). Plusieurs indices permettent d'évoquer un transport fluvial des éléments détritiques de cette roche :

---

29. Dans le temps, les termes « oolithe » et « pisolithe » faisaient référence soit au mode de formation des concrétions globulaires, soit à leurs dimensions (respectivement 0,5 à 2 mm et 2 mm à 1 cm). La rigueur terminologique actuelle ne conserve que le sens générique. Par « oolithique », l'auteur décrit donc une bauxite riche en petits pisolithes.

30. L'hématite du bloc 250 peut être liée à des conditions de formation différentes ou à une altération de la goëthite.

- le faciès psammitique, identifié d'après la structure litée et la paragenèse (nombreuses muscovites, quartz) ;
- les indices d'une accumulation sédimentaire de type « placer\* » : minéraux lourds tels que monazite et zircon.

La diagenèse de cette psammite comprend des compactions et une alimentation en produits de volcanisme (sanidine).

Dans l'arc liguro-provençal, la période qui rassemble les conditions favorables à la formation de grès psammitiques ferrugineux est le Permien, dont les formations affleurent dans deux aires géographiques (figure 31) : (i) le Barrot et la Tinée-Vésubie dans le domaine alpin, au nord du site et (ii) l'ensemble Toulon-Solliès-Pont-Cuers- Luc-Bas-Argens-Estérel, qui ceinture le massif des Maures, au sud-ouest (cf. titre 4.2.1. du deuxième chapitre).

Dans le bassin du Barrot et de la Tinée-Vésubie, la dernière période du Paléozoïque est représentée par trois cycles de dépôt (Vinchon, 1984 ; Vinchon et Toutin-Morin, 1987) : conglomérats et pélites (respectivement la formation de l'Inferno et la formation de Meraviglie : Faure-Muret et Fallot, 1957 ; Bigot *et al.*, 1967), 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 Roudoule et de Léouvé).

Les dépôts du bas-Argens-Estérel comprennent des alternances de grès et argiles, à passées psammitiques ou feldspathiques (Toutin, 1980 ; Toutin-Morin et Delfaud, 1987 ; Toutin-Morin *et al.*, 1994). Ces dépôts sont plus récents que ceux du Barrot-Tinée-Vésubie à partir de la formation des Pradineaux (rPr).

Les formations Barrot-Tinée-Vésubie ne semblent pas être exploitables pour produire des matières colorantes car d'après nos prospections, elles ne colorent pas par contact. En revanche, 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. En fonction des conditions de transport, d'accumulation, de diagenèse, ainsi que des apports volcaniques, les variations verticales et horizontales sont multiples (Toutin-Morin et Delfaud, 1987 : tableau 32). Pourtant, en croisant les sources bibliographiques et les données issues des prospections, il est possible d'isoler certaines formations qui présentent le plus de caractères communs avec la matière première décrite au titre 3.1.2. de ce chapitre. Ainsi, la formation du Muy, la formation de la Paro, la formation de Bayonne et la formation Claire sont autant de gîtes potentiels pour l'origine de la géomatière psammitique importée à Nice – Giribaldi (figure 89). Les formations Claire et de la Paro sont composées de goethite, les deux autres d'hématite.

Plusieurs blocs de grès permien de Giribaldi ont une morphologie de plaquette (figure cliché bloc 103, 104, 136 ou 163), conforme à la structure litée des psammites. Les plus gros fragments sont les blocs 156, 157 et 309 (respectivement 14, 26 et 216 g).

<b>Formation</b>	<b>Caractères pétrographiques</b>	<b>Granulométries</b>	<b>Minéraux lourds</b>	<b>Argiles</b>	<b>Milieu de dépôt</b>
<b>Les Arcs</b>	Grès à ciment calcaire	Sables moyens très bien classés	Zircon, disthène, dolomite	Illite ++	Playa confinée
<b>La Motte</b>	Argiles à passées calcaires	Sables fins à très fins très bien classés	Zircon, apatite, disthène, grenat, hématite, hornblende, prehnite, céladonite	Illite ++ Chlorite + Kaolinite +	Playa confinée
<b>Le Muy</b>	Grès, psammites, argiles	Sables fins	Micas, apatite, zircon, grenat, hornblende, prehnite	Illite ++ Chlorite + Kaolinite +	Fluviatile aval
<b>La Serre</b>	Conglomérats	Épandages			Fluviatile aval/cône
<b>La Valette</b>	Conglomérats	Épandages			Fluviatile aval/cône
<b>Le Mitan</b>	Grès, argiles	Épandages	Zircon, apatite, grenat, hornblende, micas, pyrite	Illite ++ Chlorite + Kaolinite +	Fluviatile en tresse
<b>La Paro</b>	Conglomérats	Épandages			Fluviatile en tresse/cône
<b>Les Pradineaux</b>	Grès, argiles, calcaires	Sables moyens	Zircon, apatite, grenat, hornblende, micas	Illite +++	Fluviatile amont
<b>Intercalations volcano-sédimentaires A<sub>7</sub></b>	Grès, conglomérats	Sables moyens	Zircon, or, disthène, hornblende, grenat	Illite ++ Chlorite traces Kaolinite traces	-
<b>Bayonne</b>	Grès feldspathiques, conglomérats	Sables grossiers et fins	Micas, apatite, hornblende, grenat, disthène	Illite +++ Chlorite + Kaolinite +	Fluviatile/coulées boueuses
<b>Ambon</b>	Argiles, grès, brèches	Sables plurinodaux	Olivine, micas, grenat, apatite	Illite +++	Cône/coulées boueuses

**Tableau 32.** *Caractéristiques pétrologiques et minéralogiques des différentes formations de grès du Permien du bassin du bas-Argens-Estérel.*

#### IV.3.2.1.3. Altérations de roche glauconieuse

Cette troisième gamme de géomatière provient de l'altération d'une roche carbonatée. Elle contient des produits de détritisme (muscovite, quartz) ainsi que plusieurs minéralisations ferrugineuses remarquables (filons, canaux, cristaux pyramidaux). Il s'agit d'un faciès plus concrétionné que celui qui a été mis en évidence à Castellar – Pendimoun (cf. titres 2.1.2. et 2.1.3. de ce chapitre).

Les conditions de genèse et d'évolution de la roche d'origine sont cependant similaires dans les grandes lignes : sédimentation majoritairement carbonatée avec un petit apport détritique silicaté (quartz, muscovite), glauconitisation puis altération. Les gisements de cette géomatière sont donc à rechercher dans les formations de la première moitié du Crétacé inférieur et, en particulier, le Hauterivien et le Barrémien.

Dans l'environnement local de Giribaldi, les affleurements du Crétacé inférieur, bien que de faible extension, abondent dans toutes les directions : Saint-Jeannet à l'ouest, Falicon au nord, Nice – mont Gros à l'est (figure VG 89). De plus, les travaux de terrassement qui ont permis le repérage du site de Giribaldi ont aussi mis au jour plusieurs faciès crétacés dont un aurait pu fournir cette

géomatère colorante (Binder, 2004, p. 33 et 70). Ces formations, aujourd'hui recouvertes, n'ont pas pu être échantillonnées et il n'a donc pas été possible de comparer ces sources au matériel archéologique.

Dans tous les cas de figure, les blocs de concrétions ferrugineuses issues de l'altération de roche carbonatée glauconieuse de Giribaldi semblent avoir une origine locale car de nombreux gîtes potentiels peuvent être pointés dans un rayon de moins de cinq kilomètres autour du site et à son abord immédiat (quelques dizaines de mètres maximum).

Les blocs d'altérite de Giribaldi les plus massifs sont JVP-VG-Bloc-225 (10 g), 102 et 204 (environ 14 g), 232 (33 g), 140 et 202 (environ 39 g), 146 (45 g) et 251 (72 g). Ils sont de morphologie globulaire et leurs dimensions centimétriques les rendent aisément manipulables.

#### *IV.3.2.1.4. Autres géomatères*

Le bloc d'hématite oolithique JVP-VG-Bloc-227 est unique dans l'assemblage de Nice – Giribaldi. Pourtant, il a été l'objet d'une mise en œuvre complexe (cf. titre 4.2.1.2. de ce chapitre) qui suggère que sa présence n'est ni fortuite ni d'insignifiante.

Les formations prospectées dans l'arrière-pays niçois, qui se trouvent à la base du Hauterivien à Lucéram – Saint-Laurent (gîte MP-ALP 973.22) ou à Castellar – Condamine (MP-ALP 973.12), contiennent des oolithes de couleur jaune à brun orangé (donc constituées de goethite) ; elles sont peu cohérentes. Celles qui proviennent de l'affleurement de l'abri Pendimoun sont violettes et prises dans un ciment qui en assure une bonne cohésion.

Les niveaux d'oolithes ferrugineuses signalés dans les calcaires jurassiques varois de Brignoles et de Cuers, de faible extension d'après la bibliographie (Debrand-Passard *et al.*, 1984, p. 318-319), n'ont pas été repérés au cours de nos prospections.

La matière première du bloc de Giribaldi est dense et cohérente, composées d'oolithes violettes. Il faut remarquer que les formations à oolithes ferrugineuses crétacées sont moyennes de roches carbonatées glauconieuses altérées (figure 89). Quant aux calcaires toarciens du Var, ils sont voisins de gîtes bauxitiques constitués de matériel remanié altéré avant dépôt (5 à 15 km environ).

Volumineux (4 x 2,5 x 1,7 cm) et massif (20,7 grammes) en regard du reste du corpus, ce bloc n'en a pas moins subi une réduction conséquente. Il est difficile de se prononcer sur le gabarit initial importé, mais celui-ci peut avoir été, au minimum, de l'ordre d'un demi-poing.

Par sa couleur bleue qui la rend aisément identifiable à l'œil nu, l'**azurite** est un indice idéal pour repérer les gîtes de minerai de cuivre. Elle est à ce titre bien documentée. D'après la littérature géologique et minière, plusieurs sources potentielles peuvent être proposées dans l'arc liguro-provençal (figure 89) :

- des minéralisations de cuivre ont été repérées et parfois exploitées dès le Néolithique final, 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 dans la partie extrême ouest du dôme de Barrot, à Daluis – Roua ou encore à Daluis – l’Hubac du Jourdan (Mari, 2002 ; Mari, 2008).

Sans étude comparative de la composition en éléments-traces du bloc et des différents gisements, il n’est pas possible de proposer une origine plus précise.

Décrire les modalités de l’introduction d’azurite à Giribaldi est problématique. Le site n’a livré aucun indice d’utilisation directe (résidu bleu) ou indirecte (métallurgie du cuivre par exemple) et la quantité de matière retrouvée est infime.

#### *IV.3.2.2. Distribution diachronique des différentes classes de géomatères*

À Nice – Giribaldi, 36 % des blocs de matière colorante ont été mis au jour dans l’un des aménagements néolithiques que représentent les structures 1 (secteur nord), 3, 6 et 7 (secteur sud)<sup>31</sup> ; d’après l’étude de leur comblement, ces aménagements ne sont pas contemporains entre eux et sont rattachées différents contextes culturels (cf. titres 3.3.2. du deuxième chapitre). Les deux-tiers restants de l’assemblage de blocs (64 %, tant en termes de lots que de blocs) ont été trouvés en dehors de ces structures (tableau 33 et figure 90).

L’**assemblage hors-structure** constitue une nappe de matériel non uniforme, provenant du ravinement des différents aménagements néolithiques. Comme aucune distinction géomorphologique n’a pu être faite dans ce remplissage, il n’est pas possible d’attribuer directement le matériel trouvé dans tel ou tel carré à l’une ou l’autre des phases d’occupation du site. Par ailleurs, le remplissage de la partie **sommitale de la structure 6 et de la structure 6a** est aujourd’hui considéré comme un probable mélange des sommets tronqués des aménagements 6b et 7. Par souci de rigueur, l’assemblage des parties 6a et 6 sommitale a été regroupé à celui mis au jour hors structures. Cet ensemble est traité comme un tout hors stratigraphie. L’assemblage de 297 blocs de matières colorantes hors-structure se répartit au sein des différentes gammes de géomatères de la manière suivante :

- 46 % des blocs, soit 136 individus, sont constitués de bauxite ;
- 12 % des blocs, soit 35 individus, sont des fragments de grès psammitique ;
- 28 % des blocs, soit 85 individus, proviennent d’altération de roche carbonatée glauconieuse ;
- enfin, 14 % des blocs, soit 41 individus, n’ont pas reçu d’attribution de classe, faute d’éléments discriminants suffisants.

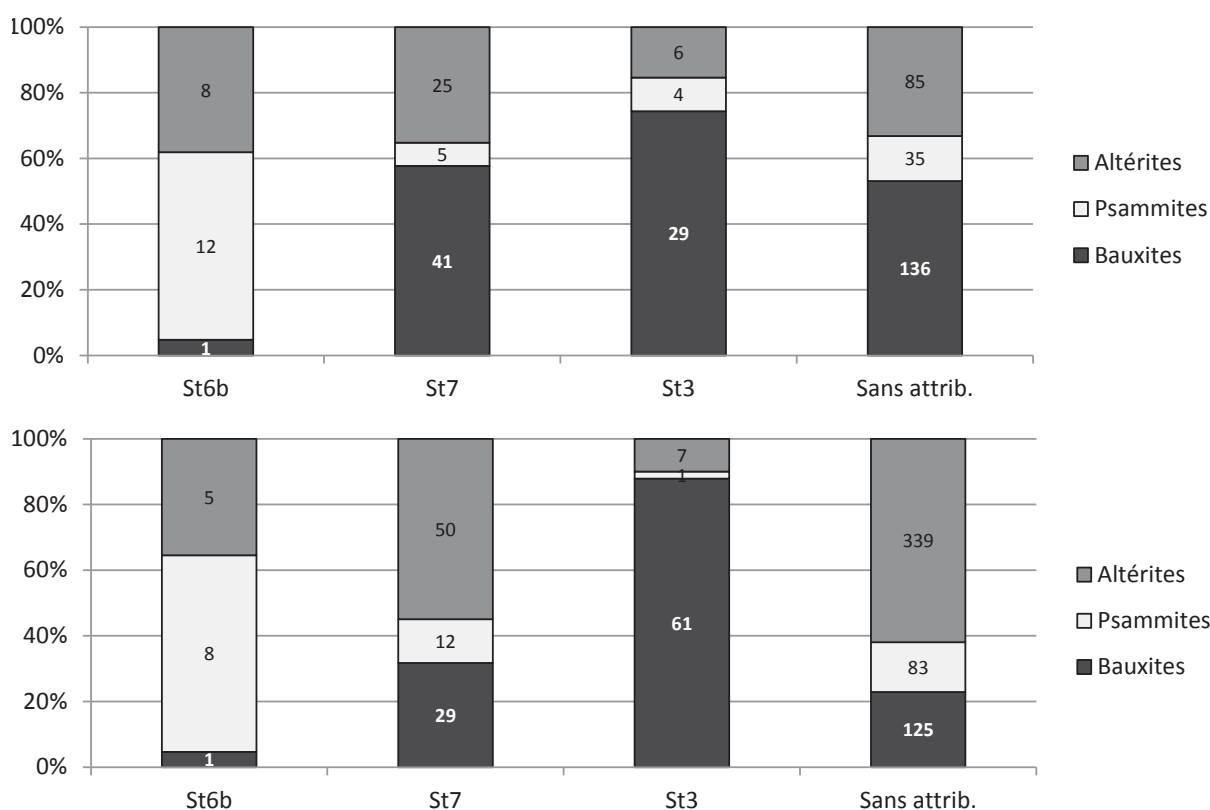
La **structure 1 (phase A, Préchasséen/VBQ 1, 4700-4550 cal. BCE)**, unique aménagement identifié dans le sondage nord, est la plus ancienne occupation de Giribaldi fouillée avec précision<sup>32</sup>. La faible qualité et quantité du matériel associé, évoquée précédemment (cf. titre 3.3. du deuxième chapitre), est flagrante en ce qui concerne les matières colorantes : aucun bloc de matière première ou résidu n’a été mis en évidence dans l’ensemble du sondage. Cette absence est peut-être imputable à la fonction très spécialisée de cet espace. La structure 1 est en effet un foyer culinaire dédié à la préparation de coquillages marins (patelles, monodontes, gibbules).

31. La « structure 8 » est l’expression employée par les fouilleurs pour désigner la coupe de référence du site, située dans le sondage sud. Ce n’est pas à proprement parler un aménagement néolithique circonscrit dans l’espace et calé dans le temps.

32. Rappelons que des indices du Néolithique ancien ont été mis en évidence dans la couche 6 (cf. titre 3.3.2. du deuxième chapitre).

Phase	Nombre de blocs					Masse en grammes				
	Total	Bauxites	Psammites	Altérites	Divers	Total	Bauxites	Psammites	Altérites	divers
Str. 6b	25	1	12	8	4	16.5	0.6	7.9	4.7	3.3
Str. 7	77	41	5	25	6	119	28.8	12.1	49.9	28.1
Str. 3	45	29	4	6	6	149	61	1.5	6.9	79.6
St6 et 6a	14	6	3	3	2	15	2.9	6.1	3.3	2.7
Sans Str	283	130	32	82	39	652.9	122.3	76.7	335.3	118.6
<b>TOTAL</b>	<b>444</b>	<b>207</b>	<b>56</b>	<b>124</b>	<b>57</b>	<b>952.4</b>	<b>215.7</b>	<b>104.2</b>	<b>400.1</b>	<b>232.3</b>

**Tableau 33.** Distribution des différentes gammes au sein de chaque structure, en nombre de blocs et en masse, à Giribaldi.



**Figure 90.** Schéma de distribution diachronique des différentes gammes de matières premières à Giribaldi ; en haut : par nombre de blocs ; en bas : par masse (en grammes).

L'aménagement 6b (phase B1, Protochasséen/VBQ 2, 4550-4350 cal. BCE) est le plus ancien du secteur sud. Il a livré 25 blocs colorants, dont 1 de bauxite, 20 de grès psammitiques (dont le bloc 309 de 216 g), 8 d'altérite de roche glauconieuse et 4 non-classés. En termes de masse, la contribution des grès est écrasante : 95 %. Cela est imputable à la présence du bloc 309, qui a une masse de 216 g, soit 88 % du total de la structure. Si l'on retire ce bloc et se réfère à une masse totale de 17 grammes, les grès psammitiques restent majoritaires en termes de masse.

La structure 7 (phase C1, Chasséen ancien (4350-4050 cal. BCE) a livré l'assemblage le plus important, tant en nombre (77 blocs) qu'en masse (852 g avec le bloc 310 qui n'a pas d'attribution de classe précise, 118 g sans ce dernier). Il y a 41 blocs de bauxite, 8 de grès psammitiques, 22

d'altérations de roche glauconieuse et 6 non-classés. Si on extrait le bloc 310, les mêmes gammes contribuent respectivement à hauteur de 25 %, 14 %, 38 % et 23 % de la masse.

La **structure 3 (phase C2, Chasséen ancien (4350-4050 cal. BCE))** contenait un assemblage de 35 blocs, répartis comme suit : 29 blocs de bauxite (64 %), 4 de grès psammitiques (9 %), 6 d'altérations de roche glauconieuse (13 %) et 6 non-classés (13 %). En termes de masse, si on ne tient pas compte des blocs sans attribution de classe<sup>33</sup>, la gamme bauxitique reste dominante.

### *IV.3.2.3. Système d'acquisition*

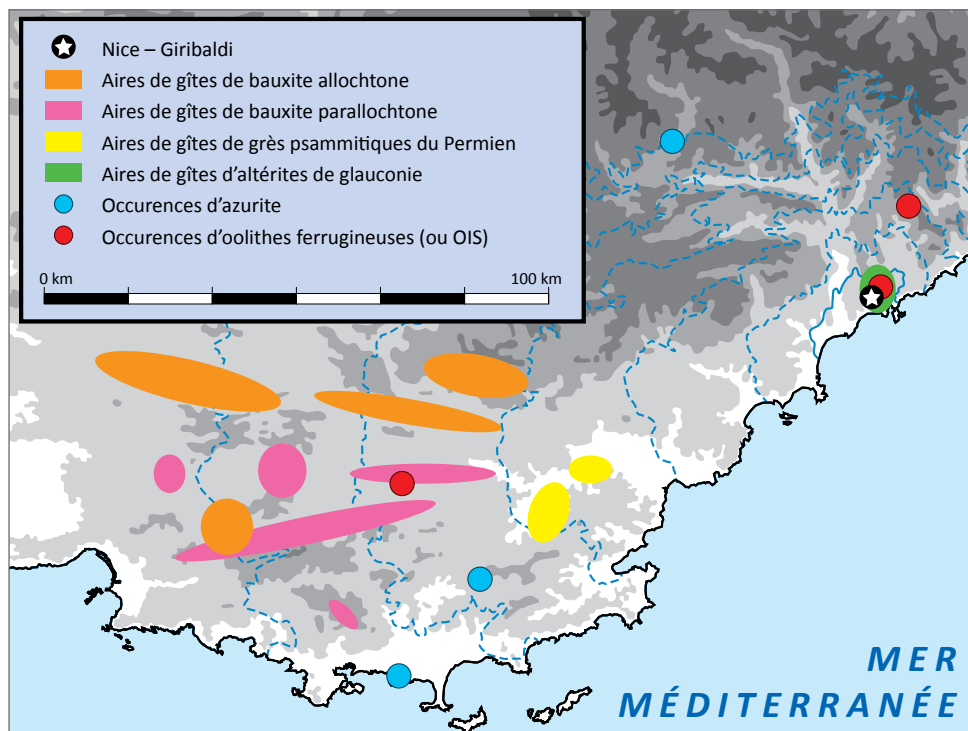
#### *IV.3.2.3.1. Vision globale*

L'examen pétrologique et gîtologique des blocs de matière première a permis de préciser les gammes de géomatères colorantes introduites à Nice – Giribaldi et leurs aires de provenance (figures 91 et 92). L'assemblage se compose de :

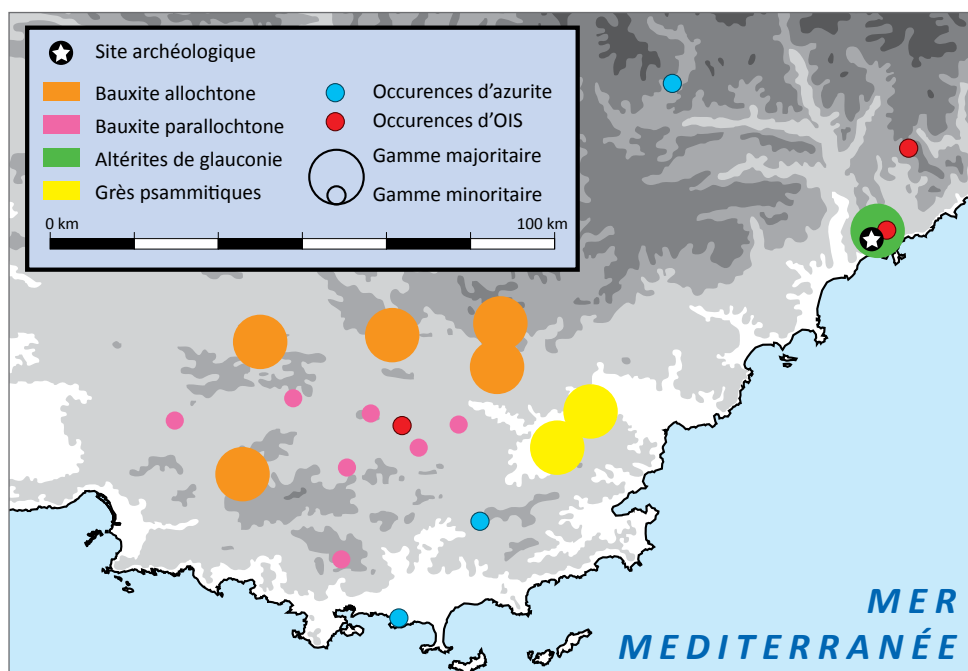
- trois gammes principales :
  - ◇ une roche bauxitique de genèse allochtone, riche en aluminosilicates. Cette géomatère orangée à rouge, cohérente et tendre provient de gisements du nord du Var, distants de 80 km environ (Salernes, Ampus, Villecrozes, etc.) ;
  - ◇ une roche gréseuse psammitique jaune à rouge. L'origine permienne de cette géomatère peu cohérente est attestée par sa paragenèse qui évoque l'altération de granitoïdes (muscovite, illite, chlorite, monazite, zircon). Les formations susceptibles de fournir cette psammite goethitique sont cantonnées dans les bassins du Luc et du bas-Argens-Estérel, à 60-75 km du site (formations Claire, de Bayonne, du Muy et de la Paro-Mitan) ;
  - ◇ une altérite de roche carbonatée glauconieuse parfois très concrétionnée, qui affleurerait à proximité directe du site et est actuellement recouverte par l'anthropisation ;
- trois roches secondaires, représentées par un ou deux individus seulement, mais dont l'origine peut aisément être tracée :
  - ◇ une roche bauxitique de genèse parallochtone, composée de pisolithes peu consolidés, à zonations concentriques blanches et rouge foncé – respectivement de la boéhmite et de l'hématite. Plusieurs formations distantes de 85 à 115 km peuvent être proposées comme origine. Cette matière est représentée par un unique bloc de matière première ;
  - ◇ une roche oolithique ferrugineuse dense et cohérente qui provient soit (i) du Crétacé inférieur de Nice et de ses environs, dont les affleurements aujourd'hui recouverts fournissaient les altérites de roche carbonatées glauconieuses, soit (ii) de calcaires toarciens situés au milieu des formations bauxitiques du Var, à 105 km de Nice ;
  - ◇ de l'azurite, dont les gisements potentiels se trouvent dans le massif des Maures ou dans la partie occidentale du dôme de Barrot, respectivement à 100-120 km au sud-ouest et à 50 km au nord-nord-ouest.

---

33. Là encore, un unique bloc de 72 g (soit 48 % de la masse totale de l'assemblage de blocs de matières colorantes de la structure 3) tend à nuire à la lecture des résultats.



**Figure 91.** Carte de répartition des différents gîtes de matières colorantes exploités par Giribaldi (carte J.-V. Pradeau) ; les traits bleus correspondent à une échelle de coût-distance (paramètres décrits au titre 6.3.1.2. du troisième chapitre) : le trait plein est le foraging radius, qui enferme le site territory (aller-retour possible en une journée) ; les différents rayons en pointillés correspondent aux aires respectivement accessibles en une, deux, trois, quatre ou cinq journées de marche.



**Figure 92.** Carte de répartition des différents gîtes de matières colorantes exploités par Giribaldi, avec leur contribution relative à l'ensemble du corpus (carte J.-V. Pradeau).

Les sources locales de Nice – Giribaldi ne permettent d'exploiter, au mieux, que deux des six gammes de géomatières identifiées dans l'assemblage du site : les altérations de roche glauconieuse et la roche oolithique ferrugineuse. Les autres matières premières peuvent toutes être considérées par leur nature, par leur provenance (supérieure à 50 km) ou encore par leur milieu d'origine, comme exogènes. À cette distance s'ajoute parfois l'obstacle naturel du relief, en particulier pour l'azurite qui ne se trouve qu'en gîtes ponctuels dans des lieux accidentés.

Parmi les **trois gammes principales**, les altérites de roche glauconieuse abondent dans l'environnement local du site et dominant, en termes de masse, l'assemblage de matières premières colorantes de Giribaldi (28 % du nombre de blocs pour 42 % de la masse totale). Les bauxites et les grès psammitiques n'en demeurent pas moins importants en nombres de blocs comme en masse (respectivement 47 et 23 % pour les premières, 13 et 11 % pour les seconds).

D'après la reconstitution des dimensions maximales des blocs bruts importés, les blocs de bauxite et d'altérites de roche glauconieuse sont introduits sous forme de modules inférieurs au volume d'un poing et dont la masse n'excède pas les cent grammes. Seuls les blocs de grès psammitiques semblent avoir circulé sous forme de gabarits moins aisément manipulables.

À côté de ces classes majoritaires, **trois géomatières secondaires**, dont deux au moins sont d'origine lointaine, sont chacune représentées par un ou deux blocs : une hématite oolithique, une bauxite de genèse allochtone et de l'azurite. Ces trois apports ponctuels ne semblent pas relever des mêmes motivations.

Le bloc d'hématite oolithique a été intensément exploité (cf. titre 4.2.1.2. de ce chapitre). Il est étonnant que Giribaldi n'ait pas livré plus de « déchets » (petits fragments) de cette géomatière.

Les blocs de bauxite allochtone sont volumineux (dimensions supérieures à 3 cm, pour une masse de 11,7 g) mais ne portent pas les traces de réduction des bauxites riches en aluminosilicates (cf. titre 4.2.1.1. de ce chapitre). Cette gamme n'a pas été importée en plus grand nombre suggère que ses caractéristiques répondent moins aux besoins des occupants de Giribaldi.

Le petit nodule d'azurite, enfin, soulève le plus de questions. Aucun résidu bleu n'a été repéré. En l'état actuel des connaissances, les premières traces d'exploitation minière de cuivre remontent, en Ligurie orientale, au milieu du IV<sup>e</sup> millénaire BCE (Maggi et Pearce, 2005 ; Maggi et Campana, 2008). Un site précoce de réduction du cuivre, daté de 4300 cal. BCE, est identifié dans la région de Parme (Mazzieri et Dal Santo, 2007 ; Dolfini, 2014). Enfin, le site de plein air de Montélimar – Daurelle (Chasséen récent rhodanien : 3950-3700 cal. BCE) a livré deux alènes en cuivre (Thiercelin-Ferber, 2013). La mise en place de ces productions a dû passer par une phase de repérage des gîtes et l'exemple de Daurelle suggère qu'elles sont destinées à des sites centraux. Ce faisceau d'indices tend donc à rapprocher la présence d'azurite de Giribaldi à la sphère archéométallurgique plutôt qu'à celle des matériaux de la couleur.

À l'échelle de toute la durée de l'occupation, l'approvisionnement en matières colorantes de Nice – Giribaldi est donc fondée sur deux logiques d'acquisition. D'une part, on observe l'exploitation de géomatères d'origine locale (inférieure à 5 km) : altérations concrétionnées de roche carbonatée glauconieuse et peut-être hématite oolithique ; ces matières proviennent de l'*aire d'acquisition du site* et ont pu être visités *directement* par les occupants de Giribaldi au cours d'expéditions journalières.

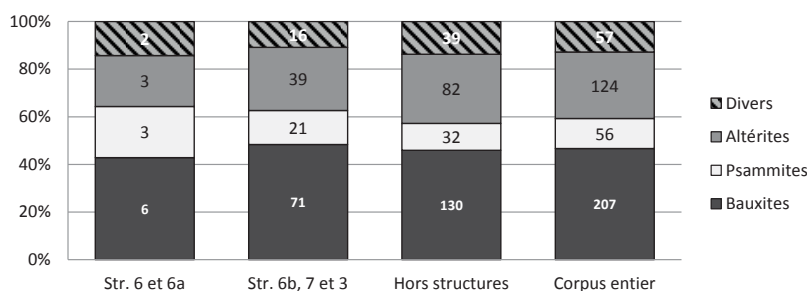
D'autre part, plusieurs gammes de matières exogènes, aux propriétés spécifiques, sont importées : (i) les bauxites allochtones rouge orangé du haut Var (80-90 km), (ii) les grès psammitiques de Provence orientale (60-75 km), (iii) la bauxite parallochtonne du centre Var (85-115 km) et (iv) l'azurite, pour laquelle plusieurs sources ont été évoquées (50 à 120 km). Toutes ces matières proviennent de l'*aire de diffusion lointaine* ou *très lointaine*. L'état brut de la documentation ne permet pas de savoir si leur diffusion relève d'expéditions menées par les habitants de Giribaldi, d'un groupe itinérant ou bien s'il s'agit d'un transfert indirect (par échange ou don). Cependant, la proximité des aires de répartition et des axes de provenance soulèvent l'hypothèse d'une possible mise en circulation en commun de certaines matières (bauxite et silex bédoulien par exemple). Par ailleurs, les formations bauxitiques et psammitiques permienes constituent un possible jalon entre Giribaldi et les gisements de silex bédoulien du Vaucluse, qui alimentent l'occupation en préformes ou en produits semi-finis entre 4550 et 4050 BCE (Pradeau *et al.*, sous presse). L'*acquisition indirecte* est donc très probable.

Aucun gîte n'a clairement été mis en évidence dans l'aire de diffusion voisine.

Il convient à présent de mener une comparaison des assemblages des différentes phases chronoculturelles, pour apprécier les persistances ou au contraire les changements, qui ont pu affecter le système économique des matières colorantes en sept siècles d'occupation.

#### IV.3.2.3.2. Évolution diachronique

Cette étude comparative se fonde sur trois ensembles bien calés dans le temps (du plus ancien au plus récent) : les assemblages de blocs de matière première des structures 6b, 7 et 3. L'ensemble des blocs mis au jour dans les parties 6a et sommitale de la structure 6 sont probablement un mélange, aux proportions mal définies, de 6b et de 7. On remarque que l'ensemble 6/6a, la somme des groupes « structures 6b, 7 et 3 », l'ensemble « blocs hors structures » et le total du corpus (soit respectivement 14, 147, 283 et 444 individus) présentent des similarités dans leur profil de distribution des classes – les psammites sont un peu mieux représentées dans l'ensemble 6/6a (figure 93).



**Figure 93.** Comparaison des assemblages structurés ou non de Giribaldi, en nombre de blocs de matière première.



La qualité de cette comparaison est tributaire de la représentativité des ensembles comparés. Il faut reconnaître que dans le cas présent, on s'appuie sur des séries de données relativement restreintes (tableau 33).

L'assemblage du **Protochasséen/VBQ 2 (structure 6b)** comprend deux gammes majoritaires : (i) les grès psammitiques – qui représentent 48 % du nombre et de la masse totale – et (ii) Les altérites de roche glauconieuse – environ un tiers du corpus. Un seul bloc de bauxite allochtone a été mis au jour dans cette structure.

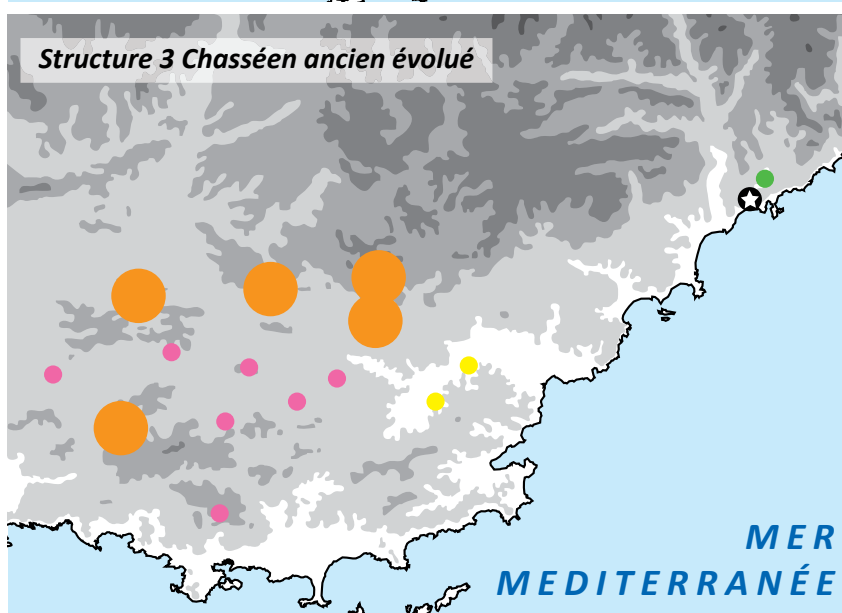
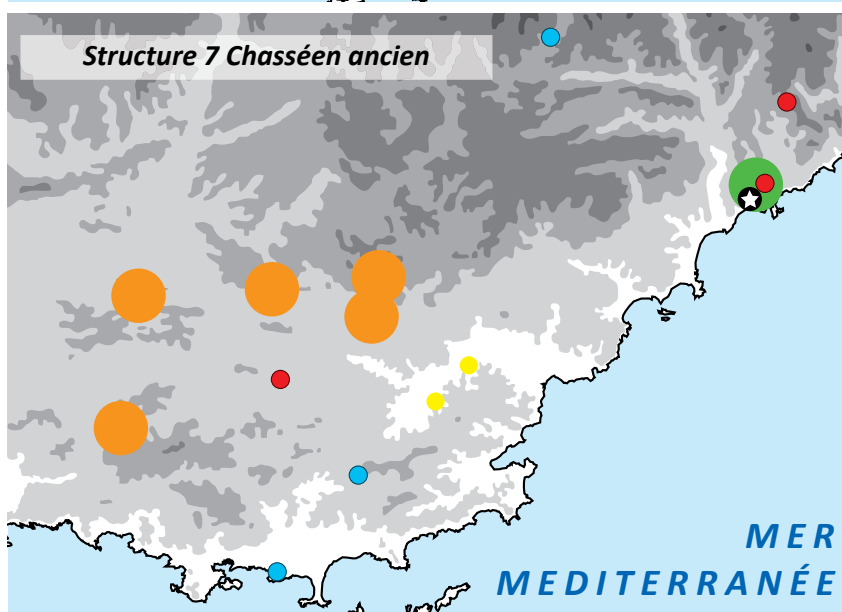
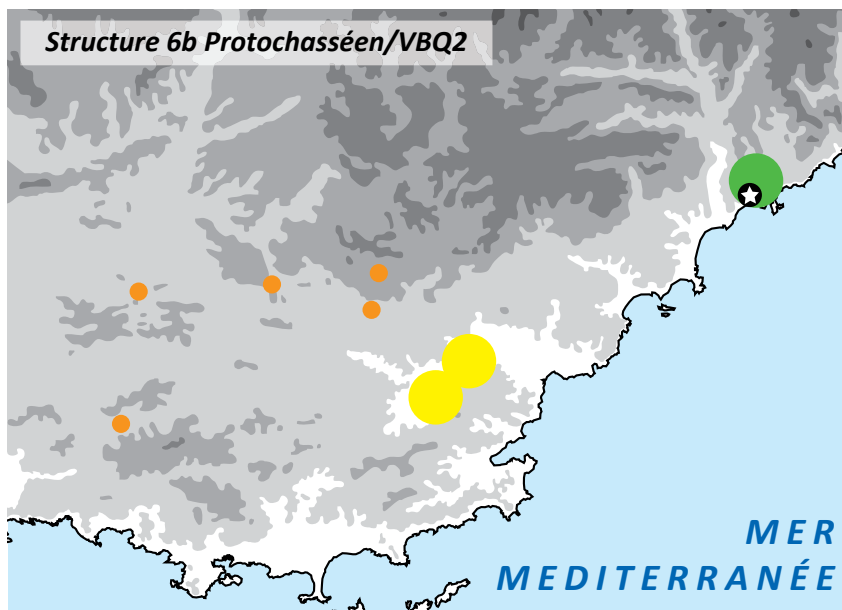
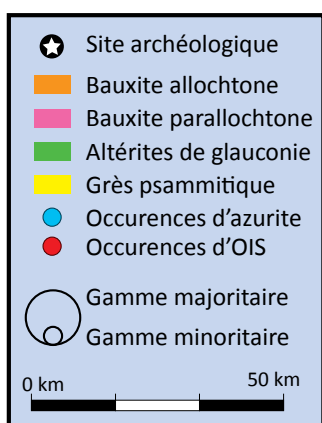
Au **début du Chasséen ancien (structure 7)**, le taux de bauxite croît au point que cette gamme devient majoritaire en nombre de blocs (41 sur 77, soit 53 %). Les altérites de roche glauconieuse dominent en termes de masse (42 % de la masse totale de l'ensemble de cette structure). Les grès psammitiques sont devenus minoritaires. Il faut préciser que le bloc d'hématite oolithique appartient à cet ensemble. De plus, le petit fragment d'azurite provient du carré E12 qui est aux abords directs de l'aménagement 7. Nous proposons donc de le rattacher à cet ensemble.

Dans la **phase évoluée du Chasséen ancien** représentée par l'assemblage de la **structure 3**, l'exploitation des matières colorantes est définitivement axée sur les roches bauxitiques. Les fragments de bauxite parallochtone ont été mis au jour dans cet aménagement ou à son abord proche (carré K 18). Les autres gammes de matières premières ne sont pas totalement abandonnées pour autant : quelques blocs d'altérites et de grès psammitiques sont identifiés ; ces derniers sont tous de même marginaux avec seulement quatre petits fragments, pour une masse totale de 1,5 gramme.

Ces résultats diachroniques (figure 94) permettent de nuancer le tableau qui ressortait du corpus pris dans sa totalité. Les trois gammes principales s'avèrent effectivement présentes sur toute la durée que couvrent les trois structures 6b, 7 et 3. On serait tenté d'y voir, de prime abord, une perpétuation ou une tradition économique. Mais l'approvisionnement ne se révèle pas si monotone quand on se penche sur la distribution quantitative des gammes au sein de chaque phase d'occupation. D'une part, on observe entre le Protochasséen/VBQ 2 (structure 6b) et le Chasséen ancien (structures 7 puis 3), un délaissement progressif des blocs de grès psammitiques, au profit des bauxites allochtones. Cela représente à la fois un changement de géomatière avec de fortes répercussions technoéconomiques, vu les propriétés intrinsèques très différentes, mais aussi une modification des aires de récolte : les gisements exploités ne sont plus situés dans les vallées qui ceinturent l'Estérel, facilement accessibles par la mer puis en remontant l'Argens, mais dans le nord du Var, à 50 km du bord de mer. Il est intéressant de noter que ce changement de gamme privilégiée, en phase avec l'évolution culturelle de l'occupation, s'accompagne d'une grande diversité qualitative : à cette époque, Giribaldi capte aussi de l'hématite oolithique et de l'azurite. D'autre part, l'exploitation des matières colorantes s'appuie, tout au long de l'occupation, sur une matière première locale : des altérations de roche carbonatée glauconieuse. La contribution de cette roche aisément disponible mais aux qualités moins marquées que les matières exotiques, diminue à mesure que l'on progresse dans le plein Chasséen (structure 3).

Il est donc possible de reconstituer trois étapes dans l'économie des matières premières colorantes de Nice – Giribaldi :

- l'approvisionnement protochasséen repose sur deux roches à goethite et à inclusions silicatées, peu cohérentes. La première abonde aux environs du site et des formations glauconieuses qui ont pu fournir des composants pour la production de céramique (glauconite saine). La



**Figure 94.** *Évolution diachronique des gîtes de matières colorantes susceptibles d'avoir fourni les matières colorantes de Giribaldi (cartes J.-V. Pradeau).*

seconde est en revanche d’origine lointaine – 60 à 75 km. La bauxite allochtone est présente en petite quantité. Dans la mesure où l’industrie lithique est dominée par l’emploi du silex bédoulien et où Giribaldi présente des similitudes techno-culturelles avec Salernes – Fontbrégoua<sup>34</sup>, on peut supposer que les occupants avaient accès aux bauxites du Var. Ils ont cependant privilégié d’autres géomatières ;

- au début du Chasséen ancien, l’économie des matières colorantes se diversifie en s’orientant vers la bauxite allochtone et l’hématite oolithique. La part d’altérites et de psammites diminue à la faveur de ces nouvelles géomatières aux caractéristiques pétrologiques et physicochimiques différentes (blocs provenant d’un contexte carbonaté, cohérents et composés d’hématite). On a donc affaire à une diversification et à un renouvellement des axes de provenance ;
- le basculement entamé au début du Chasséen ancien se poursuit : l’exploitation des bauxites varoises se consolide au point de devenir presque exclusive (près de 75 % du nombre de blocs et de 90 % de la masse, si l’on ne prend pas en compte les indéterminés). L’économie des matières colorantes est focalisée sur plusieurs sous-gammes de cette roche, qui provient d’au moins 80 km ; les psammites permienes deviennent marginales.

---

34. En particulier, la taille de pièces bifaciales en silex bédoulien (Binder, 2004a, p. 22 ; Binder et Lepère, 2014, p. 25).

#### **IV.4. Transformations et utilisations des matières colorantes, du VI<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> millénaire BCE**

*The apples of the valley hold the seeds of happiness*

*The ground is rich from tender care, repay, do not forget*

*Dance in the dark of night, sing to the morning light*

*The apples turn to brown and black, the tyrant's face is red*

**Robert Plant, *the Battle of Evermore***

////////////////////////////////////

En regard des premiers segments de la chaîne opératoire des matières colorantes, les deux sites ont livré relativement peu de matériel pour les étapes de transformation et d'utilisation (cf. titre 1.3. de ce chapitre).

Les résultats obtenus pour les deux sites sont rassemblés ici autour de quatre aspects dont deux relèvent d'actions de transformation – le traitement thermique<sup>35</sup> et la réduction en poudre – et deux autres de l'utilisation, conjointe à la sphère céramique ou aux supports lithiques *sensu lato*. Une réflexion est ensuite menée sur les éventuels usages pour lesquels aucun élément matériel ne nous serait parvenu.

##### **IV.4.1. Transformation chimique – traitement thermique**

Le protocole courant pour appréhender la production d'hématite à partir de goethite chauffée est fondé sur l'observation de pores de déshydratation à très fort grossissement ; il n'a pas été employé durant ce travail (cf. titre 7.3. du troisième chapitre).

Pour les corpus des deux sites, une réflexion appuyée sur plusieurs indices convergents apporte tout de même des éléments de réflexion pour circonscrire les hypothèses. Ces déductions préliminaires restent à corroborer ultérieurement par microscopie électronique à transmission.

Pour rappel, les principaux caractères recherchés sont les suivants :

- la goethite chauffée au-delà de 250 °C produit une hématite dite désordonnée, dont le diffractogramme présente deux caractéristiques aisément identifiables : un élargissement différentiel des pics et une inversion d'intensité des deux pics majoritaires. Ces indices cristallographiques s'estompent respectivement à partir de 650 °C et de 400 °C. Dans tous les cas, l'existence naturelle d'hématite désordonnée impose de considérer ces indices comme non suffisants pour démontrer un traitement thermique anthropique ;
- la maghémite peut se former par chauffage de goethite à faible température (entre 370 °C et 600 °C), en présence de matière organique. Ces conditions induisent un noircissement de

---

35. Par rapport aux autres aspects traités dans ce titre, la problématique du traitement thermique bénéficie d'une masse documentaire considérable – les blocs de matière première. Nos résultats et nos conclusions restent cependant soumis au conditionnel en raison de nos choix méthodologiques, c'est pourquoi ils sont présentés ici.

la surface du bloc. La présence de maghémite est donc fréquemment interprétée comme un indice de chauffage accidentel (bloc tombé dans un foyer par exemple) ;

- certaines observations minéralogiques peuvent fournir des informations supplémentaires. L’anatase, par exemple, est un oxyde de titane qui se transforme irréversible en rutile au-delà de 600 °C (Hanaor et Sorrell, 2011, p. 858) ; sa présence dans un bloc permet d’infirmier un chauffage intense.

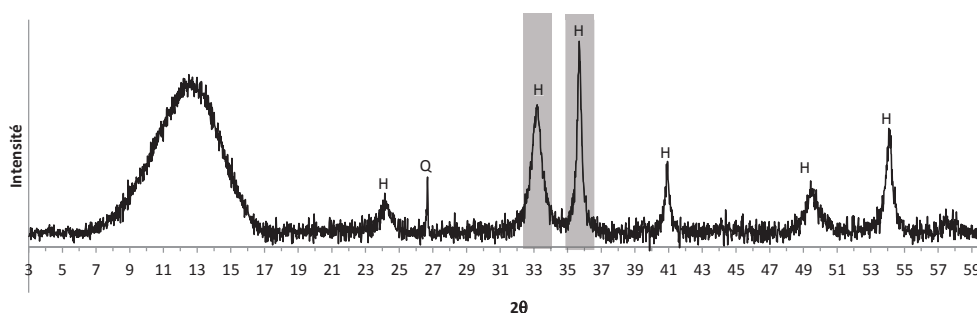
#### *IV.4.1.1. Traitement thermique à Pendimoun*

À Pendimoun, hématite et goethite sont toutes deux bien représentées : il y a respectivement 45, 48 et 7 % de blocs rouges, jaunes et bicolores. La question de l’obtention d’hématite par chauffage de goethite est pertinente pour deux raisons : (i) la double coloration jaune et rouge sur un même bloc, avec une démarcation nette qui ne suit pas la structure (comme le litage) de la géomatière, est observée dans chaque gamme<sup>36</sup> et (ii) la proportion de blocs jaunes est particulièrement importante alors que les résidus sur objets sont quasi exclusivement rouges, ce qui sous-entend que l’hématite était intensément exploitée dans ce contexte géologique où la goethite domine.

##### *IV.4.1.1.1. Marcassites*

Les blocs de marcassite oxydée de l’assemblage de Pendimoun sont jaune à brun (24 %), rouge à mauve (73 %) ou bicolores (4 %). La teinte des nodules observés en contexte géologique varie du jaune au rouge.

Les analyses par diffraction des rayons X ont été appliquées à trois blocs rouges (JVP-AP-Bloc-636, 639 et 709) et un bloc jaune (JVP-AP-Bloc-491). Ce dernier est constitué de goethite bien cristallisée, tout comme l’hématite détectée dans l’échantillon 636. On observe sur le diffractogramme du bloc 639 que l’intensité des deux pics majeurs de l’hématite (110 et 104) est inversée, ce qui constitue un indice, non suffisant, d’un possible traitement thermique (cf. titre 1.4.1. du premier chapitre). Enfin, le bloc 709 contient vraisemblablement de la maghémite (figure 95).



**Figure 95.** *Diffractogramme du bloc JVP-AP-Bloc-639 ; en grisé, les pics majeurs inversés (110 et 104).*

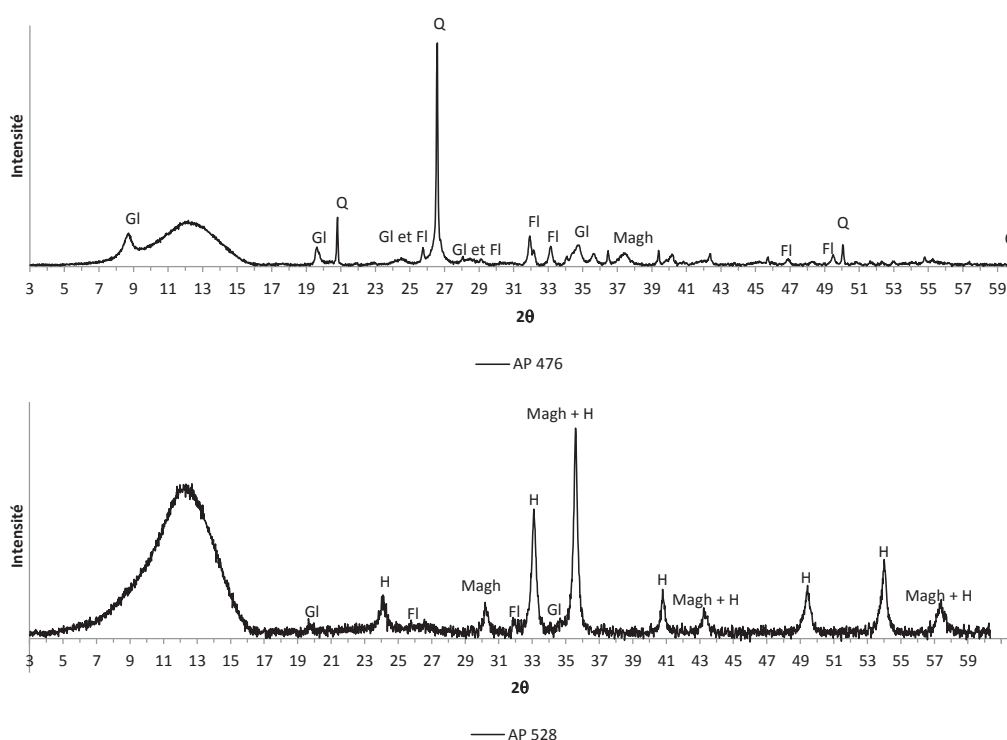
36. La littérature montre qu’un traitement thermique, la plupart du temps involontaire, est souvent à l’origine de la bicoloration franche jaune et rouge des blocs analysés qui partagent cette caractéristique (par exemple : Salomon, 2009, p. 262 ; D’Errico *et al.*, 2010, p. 3105). Mais des contre-exemples existent (Salomon, 2009, p. 262).

#### IV.4.1.1.2. Altérations de roche carbonatée glauconieuse

La gamme qui réunit les altérites de glauconie, les concrétions et les oolithes ferrugineuses comprend des blocs de couleur jaune à brun (63 %), rouge (30 %) et bicolores (7 %). Si on retire de cet ensemble les individus à oolithes qui sont majoritairement rouges (162 blocs sur 186), la distribution donne respectivement 72, 19 et 8 %. Les faciès de glauconie altérée et de concrétions apparaissent donc comme les principaux contributeurs à la grande proportion de blocs jaunes dans le corpus de blocs de matière colorante de Pendimoun.

Parmi les fragments de glauconie altérée, on remarque des individus dont les grains de glauconite saine ne sont pas verts mais brun-rouge foncé et pris dans un ciment rouge (figure 64). L'altération naturelle de la glauconite mène ordinairement à la formation de goéthite. La teinte brun rouge des grains de glauconite ne correspond pas à une altération par oxydation naturelle. Elle n'a pu avoir lieu que par chauffage.

Le diffractogramme du bloc 476 et le spectre Raman du bloc 668 révèlent la présence de maghémite. Dans l'échantillon 668, c'est l'hématite qui est détectée. Le bloc 528, qui est à l'interface des deux faciès de glauconie et d'oolithes offre deux indices forts<sup>37</sup> de traitement thermique : une hématite à pics majoritaires inversés et élargissement différentiel des pics, ainsi que de la maghémite (figure 96).



**Figure 96.** *Diffractogrammes des blocs JVP-AP-Bloc-476 (en haut) et 528 (en bas).*

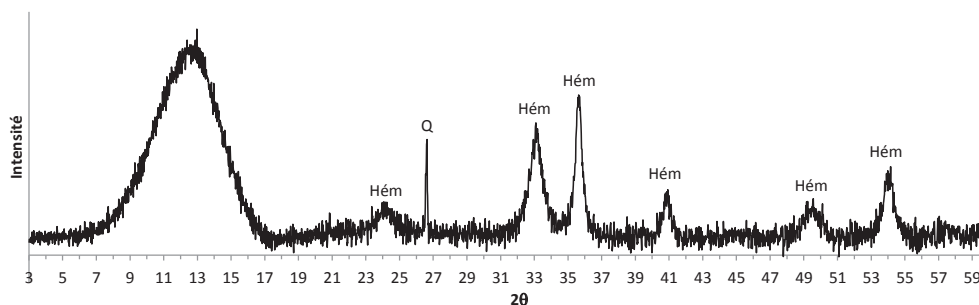
37. Mais, une fois encore, non suffisants.



#### *IV.4.1.1.3. Altérations de roche carbonatée glauconieuse micacée*

La distribution des teintes dans la gamme des altérations de roche carbonatée avec silicates est la suivante : 10 % de jaunes, 5 % de bicolores, 85 % de rouge et brun-rouge.

Pour les quatre blocs analysés par diffraction des rayons X (JVP-AP-Bloc-181, 472, 723a et 723b), l’hématite détectée présente un élargissement différentiel des pics ainsi qu’une inversion d’intensité des pics majoritaires (figure 97). En plus de cela, les blocs 181 et 718 contiennent de la maghémite, respectivement identifiée par diffraction des rayons X et par microspectroscopie Raman.



**Figure 97.** *Diffractogramme du bloc JVP-AP-Bloc-472.*

#### *IV.4.1.2. Traitement thermique à Giribaldi*

L’assemblage de matières colorantes découvertes à Giribaldi présente une grande variabilité de teintes, allant du jaune au mauve, en passant par l’orangé, le rouge, le brun<sup>38</sup>. Hématite et goethite sont les deux principaux chromogènes. La bauxite introduite sur le site est naturellement orangée. En revanche, les fragments de grès psammitiques et d’altérites glauconieuses peuvent contenir les deux minéraux : hématite et goethite. Il s’agit de définir si la première a été produite par traitement thermique de la seconde, ainsi que les répercussions en termes économiques et techniques.

##### *IV.4.1.2.1. Bauxites*

La bauxite exploitée à Giribaldi présente une teinte allant de l’orangé (26 % des blocs de bauxite) au rouge lie-de-vin (2 %), en passant par le rouge (58 %) et le rouge foncé (13 %).

Les six échantillons analysés en diffraction des rayons X appartiennent à l’ensemble orangé/rouge. Les diffractogrammes montrent que l’hématite est bien cristallisée (tableau 28). L’autre caractère intéressant pour la problématique discutée ici est la présence de l’anatase. L’ensemble de ces données suggère que les blocs de bauxite majoritairement exploités à Giribaldi n’ont pas subi de traitement thermique avant leur réduction.

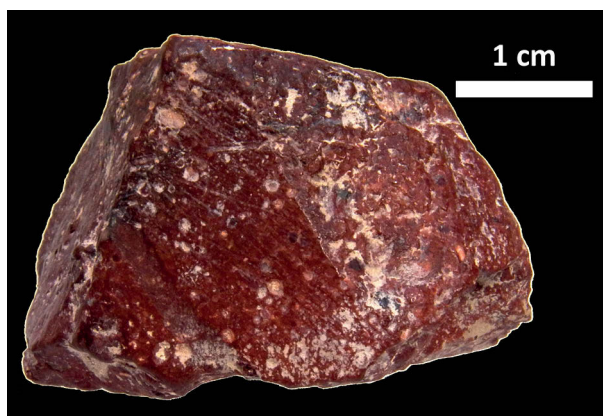
Malgré des jalons quelque peu artificiels pour rendre compte d’une évolution discrète, la distribution des teintes montre bien que les nuances les plus foncées ne sont pas communes et donc moins recherchées. L’étude pétrographique montre que la plupart des caractéristiques pétrologiques (inclusions, ciment, propriétés physiques autres que la couleur) des blocs de couleur brun/rouge

38. Lazurite ne sera pas évoquée dans ce titre.

foncé ne diffèrent pas de celles des blocs de bauxite allochtone : la géomatière d'origine, ainsi que la provenance, sont donc similaires à celles de l'ensemble du corpus. Dès lors, il s'agit de déterminer l'origine du caractère plus foncé de ces individus, qui n'a pas été observée en contexte géologique.

Certains de ces blocs rouge foncé semblent avoir subi une recristallisation partielle et ont pu être qualifiés de « metabauxites » (Chrystèle Vérati et Jean-Marc Lardeaux, communication personnelle). Or, aucun indice de métamorphisme de bauxites provençales n'a été décrit dans la littérature. Il apparaît très probable qu'un chauffage ait affecté certains blocs de bauxites de Giribaldi, en particulier les individus JVP-VG-Bloc-23, 42, 203, 209, 223, 269 et 272. Il s'agit dès lors d'appréhender l'intentionnalité de ce fait.

On remarque parmi les « metabauxites », l'individu JVP-VG-Bloc-23 (figure 98). Trouvé dans la structure 3, il est remarquable par le fait qu'il est le plus volumineux des blocs de bauxite de Giribaldi, toute phase confondue. Ce bloc porte une unique facette triangulaire striée, qui témoigne de la volonté de l'exploiter ; mais à l'inverse des blocs orangé/rouge réduits à l'extrême, celui-ci a été abandonné peu de temps après le début de sa réduction en poudre. Si l'on excepte sa teinte et sa cohérence plus élevée due à sa cristallisation accrue, le bloc 23 présente des caractéristiques qui permettent de le rattacher aux bauxites allochtones.



**Figure 98.** Photographie du bloc de bauxite JVP-VG-Bloc-23 (cliché J.-V. Pradeau).

Nous avançons donc l'hypothèse que ce bloc 23 est à l'origine un fragment de bauxite orangé/rouge, qui devait être exploité selon le même schéma que les autres blocs de sa gamme et que, pour une raison inconnue, il a subi un chauffage relativement intense puis a été abandonné.

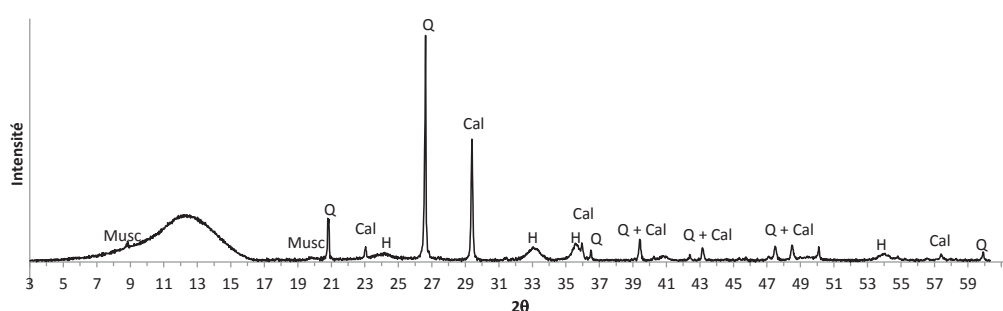
En premier lieu, si le bloc n'est plus exploité après chauffage, ce dernier n'est donc pas volontaire mais probablement accidentel, ce qui expliquerait la faible représentation des « metabauxites » (7 blocs sur 207). Il convient en second lieu de s'interroger sur ce qui a motivé cet abandon. Manifestement, les metabauxites ne possèdent plus les critères recherchés. Au-delà de la teinte, on peut s'interroger sur le fait que le chauffage a pu cuire et durcir la fraction kaolinitique des blocs, auquel cas, l'introduction d'eau dans le processus d'utilisation serait devenu inopérant.

Nos travaux d'expérimentation montrent en effet que l'ajout d'eau affaiblit la cohérence des bauxites riches en aluminosilicates, ce qui facilite l'arrachage des particules de matière colorante. En outre, le produit obtenu est moins volatile que la poudre provenant d'une abrasion sans adjuvant, sa manipulation est donc facilitée (cf. annexe III).

#### IV.4.1.2.2. Grès psammitiques

Les fragments de grès psammitique sont principalement jaune-orangé (45 %), bicolores rouge et jaune (4 %) ou rouge (52 %). Dans les bassins qui ceignent le massif de l'Estérel, la plupart des formations sont rouges, mais quelques faciès à goethite sont décrits.

Trois des cinq échantillons ayant été soumis à une analyse DRX sont rouges (JVP-VG-Bloc-127, 201, 234), un est orangé (JVP-VG-Bloc-309), le cinquième est jaune (JVP-VG-Bloc-157). La goethite est le seul oxy(hydroxy)de de fer détecté dans ce dernier. Le diffractogramme des quatre autres blocs présente un élargissement différentiel de la base des pics correspondant à l'hématite ; l'intensité des deux pics majoritaires est inversée (figure 99). Ces résultats permettent d'avoir de fortes présomptions sur un traitement thermique des blocs de grès psammitiques, qui doit être caractérisé plus avant selon le protocole développé par Marie-Pierre Pomiès (Pomiès, 1997).

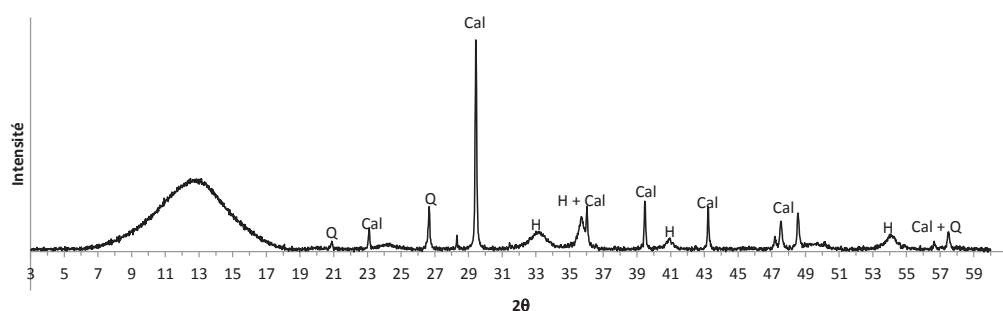


**Figure 99.** *Diffractogramme du bloc JVP-VG-Bloc-234.*

#### IV.4.1.2.3. Altérations de roche glauconieuse

Les blocs issus d'altérations de roche carbonatée glauconieuse sont de couleur jaune (18 %), bicolore jaune et rouge (13 %), rouge brun (17 %) ou rouge (52 %).

Les analyses en diffraction des rayons X ont été appliquées à un échantillon jaune (JVP-VG-Bloc-162), deux rouges (JVP-VG-Bloc-257 et 268) et deux bicolores rouge-brun (JVP-VG-Bloc-126 et 145). Les résultats obtenus sont proches de ceux des psammites (le bloc jaune contient de la goethite et les rouges de l'hématite dont certains pics présentent un élargissement à leur base) avec une information supplémentaire : de la maghémite est détectée dans l'échantillon 145 et peut-être aussi dans le 126 (figure 100).



**Figure 100.** *Diffractogramme du bloc JVP-VG-Bloc-257.*

La maghémite se forme à partir de goethite chauffée entre 360 et 600 °C, en présence de matière organique (Schwertmann et Fitzpatrick, 1992). La présence de cette phase minérale dans les matières colorantes ferrugineuses archéologiques est généralement attribuée à un chauffage peu ou pas contrôlé, donc accidentel (Salomon, 2009, p. 265).

#### *IV.4.1.3. De l'Impressa au Chasséen, bilan sur le traitement thermique*

Nous avons vu que si la proportion de goethite est importante dans le corpus de blocs de matière première de **Pendimoun** (environ la moitié), peu de résidus jaunes ont été mis en évidence. Les restes non cohérents sont de loin majoritairement rouges.

Certains blocs – 668 dans le faciès de glauconie altérée et 636 dans les marcassites – sont composés d'hématite normalement cristallisée. Pour autant, la nature pétrologique du premier (grains de glauconite « saine », qui est jaune-vert et non rouge-noir à l'état naturel) suggère un très probable traitement thermique de celui-ci.

L'hématite désordonnée est observée dans les trois classes. Il faut souligner que pour la gamme d'altérites de roche carbonatée à silicates où la teinte dominante est le rouge, les quatre blocs analysés en diffraction des rayons X révèlent la présence d'hématite désordonnée. Si cette classe de géomatère semble principalement composée d'hématite désordonnée, il faut en définir l'origine (naturelle ou bien anthropique, par chauffage). Dans un cas (JVP-AP-Bloc-181), la maghémite est également détectée, ce qui tendrait à faire penser que l'hématite provient du chauffage de goethite. La combinaison maghémite et hématite inversée est aussi identifiée dans la gamme de marcassites oxydées (JVP-AP-Bloc-709) et dans le faciès d'oolithes ferrugineuses (JVP-AP-Bloc-528).

Au final, **à Pendimoun, la teinte rouge et la composition hématitique de plusieurs blocs, issus des trois gammes majoritaires, semble due à un chauffage de goethite**, dont il conviendra de déterminer l'intentionnalité et les conditions de traitement.

Voyons ce qu'il en est à **Giribaldi**. Ici, les blocs de bauxites sont exclusivement constitués d'hématite ordonnée, bien cristallisée (pisolithes) ou non (matrice). La maghémite et l'hématite désordonnée ne sont jamais détectées. À ce stade, deux hypothèses peuvent être formulées : (i) les blocs de bauxites sont naturellement constitués d'hématite ordonnée et réduits sans modification chimique préalable ou bien (ii) s'ils ont contenu de la goethite, ils ont subi un traitement thermique important (au-delà de 650 °C pendant plusieurs minutes) qui en a effacé toute trace originelle. Sans investigation par microscope électronique à transmission, il n'est pas possible d'exploiter les résultats des analyses physico-chimiques plus avant. Une autre observation nous permet cependant d'écarter la deuxième hypothèse : un bloc semble avoir été retiré de la chaîne d'exploitation après avoir subi une recristallisation par chauffage, probablement accidentelle. On peut donc en déduire qu'à Giribaldi, le traitement thermique n'intervient pas dans l'exploitation des blocs de bauxite.

Pour les deux autres principales gammes de matière première – grès psammitiques permien et altérites de roche carbonatée glauconieuse, la part plus ou moins importante de blocs goethitiques au sein de chacune d'elles permet d'envisager leur chauffage en vue de produire deux matériaux hématitiques. En effet, les blocs rouges sont systématiquement constitués d'hématite désordonnée.

De la maghémite est également détectée dans l’échantillon 145, qui provient de la classe des altérations de roche glauconieuse. En l’état de l’investigation, le chauffage des grès psammitiques et des altérites de roche carbonatée glauconieuse est donc très probable.

En cumulant différentes sources d’indices, **deux cas de figure ont été mis en évidence à Giribaldi pour les oxy(hydroxy)des de fer : le chauffage semble être une action technique rédhibitoire pour l’exploitation des bauxites allochtones ; en revanche, les grès psammitiques et les altérites de roche glauconieuses ont vraisemblablement été traitées thermiquement pour produire de l’hématite.**

#### IV.4.2. Transformation physique – réduction en poudre

##### *IV.4.2.1. Réduction en poudre à Pendimoun*

À Pendimoun, cette étape de transformation peut être appréhendée à partir des traces des blocs de matière première et à travers le fonctionnement des outils qui portent des résidus colorés.

###### *IV.4.2.1.1. Stigmates des blocs de matière première*

L’ensemble du corpus de blocs de matières colorantes de Pendimoun a fait l’objet d’un examen minutieux sous loupe binoculaire lors de l’inventaire. Les seuls stigmates physiques anthropiques mis en évidence lors de cette investigation sont des cassures fraîches ou anciennes. Aucune facette, concave ou plane, n’a été repérée.

###### *IV.4.2.1.2. Outillage*

La revue de l’ensemble du macro-outillage a permis de repérer des traces colorantes sur vingt éléments, qui ont été isolés. Ces résidus sont en majorité rouges, seul l’individu AP-Meul-06 porte à la fois des résidus rouges et jaunes, sur deux surfaces de travail distinctes (cf. annexe IV pour une description détaillée).

Plusieurs modes de fonctionnement complémentaires sont représentés dans l’outillage inventorié : deux tables de broyage (AP-Meul-01 et 18), un concasseur à cupule (AP-Meul-04<sup>39</sup>), neuf broyeurs (AP-Meul-02, 03, 05, 07 à 09, 17 et 20) et deux outils multifonctionnels, qui portent à la fois une cupule et des plages usées associables respectivement à des actions de concassage et de mouture (AP-Meul-06 et 19) ; on recense aussi sept fragments au fonctionnement indéterminé, dont certains proviennent peut-être du même outil.

Une lecture diachronique montre que ces différentes opérations ne sont pas uniformément réparties. Les couches de l’Impressa livrent cinq broyeurs dont deux à cupule, le concasseur à cupule douteux et trois fragments d’outil ; celles du Cardial, quatre broyeurs et une table de broyage. Les six autres éléments – un broyeur, une table de broyage et quatre fragments d’outil – sont hors stratigraphie.

---

39. La répartition des résidus sur cet outil (sur les cassures et non sur les surfaces de travail) laissent à penser que les oxy(hydroxy)des de fer sont inclus dans la géomatière constitutive.

Nous ne disposons pas d'outils de transformation pour l'Épépallolithique ni pour les phases VBQ et chasséenne.

L'étude fonctionnelle des outils apporte les informations suivantes :

- d'après la couleur des résidus, la quasi-totalité des blocs travaillés est rouge – un unique outil porte à la fois des traces rouges et jaunes (AP-Meul-06) ;
- tous les outils identifiés comme dédiés à la production de poudre sont relativement massifs : galets, gros blocs calcaires, etc. il n'y a pas de lame ou de petite meule aisément transportable ;
- les modes de fonctionnement mis en évidence, avec l'aide de Caroline Hamon, par observation des stigmates, sont la percussion perpendiculaire posée ou lancée (broyage/concassage) et la percussion posée oblique (mouture). Ces actions nécessitent un kit comprenant un outil passif (meule/table de broyage) et un autre actif (broyeur/concasseur à cupule) ;
- Les différents degrés d'action (concassage puissant et mouture douce) peuvent coexister sur un même élément d'outillage.

#### *IV.4.2.2. Approche tracéologique des blocs de Giribaldi*

Certains blocs de Giribaldi sont dotés de propriétés intrinsèques (microcristallinité, cohésion) qui ont favorisé la conservation des traces de transformations physiques. Plusieurs hypothèses ont été émises pour les blocs de bauxites, bien représentés dans le corpus, en particulier la production en poudre par abrasion et le traitement de surfaces céramiques (brunissage et coloration) par frottement direct (respectivement Binder, 2004b, p. 71 et Cédric Lepère, communication personnelle). Nous traitons ici la première possibilité. La seconde est abordée ci-après au titre 4.3.2. de ce chapitre.

##### *IV.4.2.2.1. Bauxites allochtones*

Plus de la moitié des bauxites de Giribaldi, 84 lots<sup>40</sup> soit 56 % du nombre total de bauxites, porte des traces dont l'origine anthropique est sans appel (tableau 34).

Sur ces quatre-vingt-quatre lots identifiés, un provient de la structure 6b, dix-sept de la structure 7 et sept de la structure 3. La physionomie de ces stigmates est relativement homogène. Le ciment microcristallin homogène de la bauxite allochtone constitue un milieu semi-isotrope. Cette propriété se décline, sur les blocs qui contiennent peu de pisolithes, en cassures conchoïdales, sur lesquelles les actions ultérieures se sont imprimées facilement et se sont bien conservées.

On remarque fréquemment sur certains blocs (JVP-VG-Bloc 23, 28, 37, 65, 66, 175, 176) que la préhension est facilitée par leur morphologie prismatique et leurs faces naturelles légèrement concaves (figure 101). Les fractions riches en pisolithes adoptent quant à elles une cassure granuleuse ou irrégulière. La plupart des blocs de bauxite orange ont été réduits en poudre à l'extrême – certains individus de moins de 0,5 cm<sup>3</sup> portent plusieurs facettes d'abrasions (figure 102).

Tous les blocs isolés pour l'étude tracéologique présentent des facettes planes et très régulières, qui sont principalement planes (79 %) ou plano-convexes (14 %). Sur un même bloc, elles peuvent être

---

40. Le nombre de lots a été préféré au nombre de blocs, car les fragments qui composent un même lot peuvent être remontés en un unique individu, dans le cas des bauxites facettées.



<b>Blocs facettés</b>	<b>Nombre de facettes</b>		
	Une	Deux	trois ou plus
84	52	20	12

<b>Courbure des facettes</b>			
Convexe	Plano-convexe	Plane	Plano-concave
5	12	66	1

<b>Forme en plan des facettes</b>		
Rectangulaire	Triangulaire	Autre
43	37	4

<b>Facettes striées</b>	<b>Organisation des stries</b>	
	Anarchique	Parallèle
67	17	50

**Tableau 34.** *Distribution des différents stigmates portés par les bauxites à Giribaldi.*

uniques (62 %), au nombre de deux (24 %) ou trois et plus (14 %). Ces facettes sont très régulières et leur microtopographie est lisse, ce qui suggère une grande surface de contact avec le support. Elles sont généralement rectangulaires ou triangulaires (43 et 37 %) et aménagées sur les plus grandes faces du bloc, ce qui favorise la production en grande quantité.

Des stries sont observées sur 67 des 84 blocs facettés, soit 80 % d'entre eux. Ces stries sont fines et droites, parfois profondes ; elles se développent sur toute la facette. L'organisation dominante est parallèle (60 %, les autres ne présentent pas d'organisation particulière). On observe parfois deux groupes, subparallèles entre eux, qui témoignent d'une légère déviation de direction fréquente (figure 103).

Sur certains blocs, les stries les plus profondes sont parfois les seules repérées ; elles sont dispersées en quelques endroits de la facette ; les stries moyennes qui se développent normalement en plage continue sur la facette, ne sont pas observées. Ce point met en lumière une possible usure taphonomique relativement homogène, qui a mené à un « gommage » partiel ou total des stries sur certains blocs, qui pourrait expliquer l'absence de stries sur 20 % des individus facettés. Le facteur érodant pourrait être l'action mécanique du lessivage, accentuée par les propriétés intrinsèques des blocs (cohérence, richesse en aluminosilicates, etc.).

Un lustre est fréquemment observé sur les différentes surfaces des blocs de bauxite, facettes comme cassures. Sur le matériel lithique, la présence du lustre est parfois rapprochée d'une interaction avec une matière tendre et humide, comme le cuir (Mansur-Franchomme, 1986, p. 71-72). Un examen plus critique permet de remarquer que dans notre cas, le lustre est généralement développé sur les parties les mieux débarrassées du sédiment qui emballait les blocs. La préparation des échantillons (sections, poudres) a montré que l'eau pouvait altérer la morphologie de ces blocs riches en argile. Il est donc probable qu'ils n'aient pas été lavés à la brosse en traitement post-fouille. Un coup de doigt permet de retirer le sédiment qui adhère à la surface lisse et peu poreuse des bauxites. Or, sur les blocs expérimentaux, nous avons pu remarquer que le simple fait de frotter deux ou trois fois la peau sur une

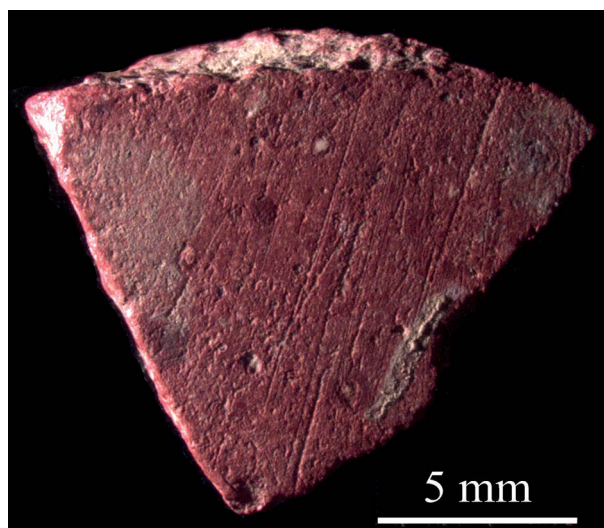


**Figure 101.** *Préhension de blocs de bauxites (clichés J.-V. Pradeau) ; en haut, JVP-VG-Bloc-65 ; en bas, JVP-VG-Bloc-175.*



**Figure 102.** *Blocs de bauxite réduits à l'extrême par abrasion (clichés J.-V. Pradeau) ; en haut, JVP-VG-Bloc-26 ; en bas, JVP-VG-Bloc-152.*

**Figure 103.** *Bloc de bauxite JVP-VG-Bloc-52, avec deux groupes de stries subparallèles (cliché J.-V. Pradeau).*



facette ou sur une cassure<sup>41</sup>, suffisait à développer un lustre équivalent. Il est donc possible que le lustre des blocs archéologiques procède de manipulations ayant eu lieu après leur mise au jour. Le lustre des facettes et de l'intérieur des stries n'est donc pas retenu comme un critère suffisant dans la comparaison tracéologique.

41. Pour retirer la poudre excédentaire et en apprécier le pouvoir colorant.

Les stigmates observés sur les blocs archéologiques de matière première permettent d’infirmier une production de poudre par raclage : les facettes sont planes et régulières, les stries fines et droites. Les blocs ont donc été utilisés en percussion posée oblique diffuse sur un support plan.

En l’absence de stries bien conservées, la nature et la granulométrie de l’outil est plus difficile à appréhender. L’éventualité d’un frottement sur un support céramique est discutée ci-dessous au titre 4.3.2. de ce chapitre. Dans l’optique d’une abrasion sur galet de grès, des considérations d’ordre technique nous orientent vers un support dur et cohérent, de granulométrie moyenne (cf. annexe III).

Dans tous les cas, les caractères discriminants mis en lumière par certains critères (développement du poli, morphologie des stries) sont difficiles à décrire sur les blocs archéologiques, pour lesquels l’état de conservation des traces est en deçà de celui des blocs expérimentaux.

#### *IV.4.2.2.2. Grès psammitiques et altérites de roche glauconieuse*

L’examen macro- et mésoscopique des blocs de grès psammitiques et d’altérites de roche carbonatée glauconieuse n’a pas révélé de blocs facettés ou striés. Ces deux gammes ont vraisemblablement été travaillées par percussion diffuse perpendiculaire lancée – concassage et pilage broyage – ou posée – broyage et mouture.

La faible dureté, la morphologie de plaquette et de possibles plages usées de certains blocs de psammite suggèrent que certains de ces blocs ont pu être utilisés directement par frottement sur support souple ou abrasif (figure 83 a). La faible cohésion de leur matière constitutive n’a pas permis d’imprimer et de conserver d’éventuelles traces de ce type d’activité.

#### *IV.4.2.2.3. Cas du bloc d’hématite oolithique*

Les gisements d’hématite oolithique que nous avons prospectés au cours de notre étude n’ont pas fourni de géomatière identique à celle du bloc JVP-VG-Bloc-223. Dans ces conditions, il n’a pas été possible de mettre en place un protocole expérimental ciblé sur ce type de roche ferrugineuse.

Comme pour les blocs de bauxite, les multiples faces planes et régulières du fragment d’hématite oolithique JVP-VG-Bloc-223 témoignent d’une réduction par percussion posée diffuse oblique sur un support d’abrasion. L’hématite oolithique est une roche bien cristallisée, dense et dure. De ce fait, là où la plupart des blocs de bauxite a été réduit au maximum, le bloc-déchet qui nous est parvenu reste volumineux malgré une utilisation intense. Cela nous permet d’en extraire de nombreuses informations.

Le bloc 223 comporte quatre facettes planes, régulières, à topographie lisse et à contour franc. Deux d’entre elles sont jointes par une arête non pas franche mais lâche, qui induit un léger changement de geste. Ces facettes portent des stries droites parallèles ou subparallèles.

Les stigmates du bloc 223 évoquent à plusieurs titres les fragments d’hématite oolithiques mis au jour en contexte rubanée en Hesbaye (Belgique). Cent-dix-neuf blocs ont été mis au jour sur six sites : Fexhe-le-Haut-Clocher – Podrî l’Cortri, Oleye – Al Zèpe, Remicourt – En Bia Flo II, Waremme – Vinàve et Waremme – Longchamps. Ce nombre peut paraître relativement faible en regard de nos propres corpus, mais certains sites ont livré jusqu’à trente-quatre blocs d’hématite oolithique (Oleye

– Al Zèpe : Hamon, 2007, p. 108). Le fonctionnement de ces blocs a été esquissé par Caroline Hamon. Selon elle, « d'après la nature et la disposition des traces d'utilisation, l'hématite aurait servi à orner un support semi-dur de nature indéterminée : peau, matière végétale, etc... » (Hamon, 2007, p. 108).

#### *IV.4.2.3. Réduction en poudre à Giribaldi*

##### *IV.4.2.3.1. Outillage*

L'observation des éléments de macro-outillage de Giribaldi a permis de repérer des résidus de matière colorante sur dix-neuf d'entre eux. Deux de ces outils ou fragments d'outils proviennent de la structure 6b, trois de l'aménagement 7 et six de la structure 3. Les sept objets restant ne sont pas pourvus d'une attribution chrono-culturelle claire. On remarque six outils actifs, neuf passifs et quatre dont le fonctionnement n'a pas pu être précisé.

Les résidus sont observés sur les faces actives des outils. Dans dix-sept cas, ils sont rouges, dans un cas jaunes (JVP-VG-Meul-30, hors structure), et dans un autre cas, des résidus jaunes et rouges sont présents sur la même pièce (JVP-VG-Meul 32, structure 3).

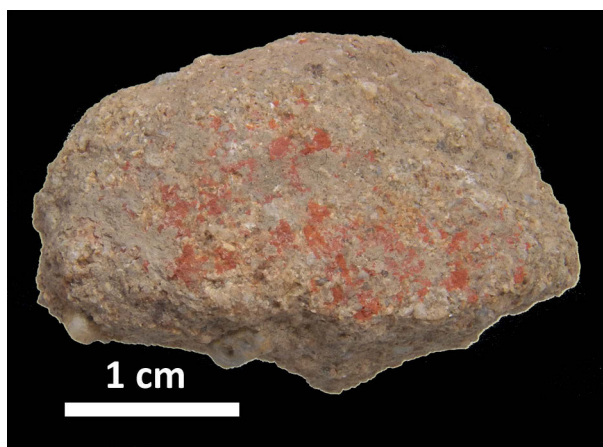
##### *IV.4.2.3.2. Analyse de résidus de matière colorante sur fragment d'outil*

La plupart des dix-neuf éléments de macro-outillage inventoriés présentent des caractéristiques qui limitent voire proscrivent l'examen au microscope électronique à balayage : une très faible quantité de résidus de matière colorante entre les grains de quartz de l'outil et/ou des dimensions trop importantes pour la chambre d'analyse. Le fragment JVP-VG-Meul-31 est une exception, il est doté à la fois des dimensions réduites (3 cm de long) et de résidus aisément discernables à l'échelle macroscopique.

Ce fragment d'outil a été mis au jour dans le carré F11 (près de la coupe au sud-est de la structure 7). L'outil originel est un galet de grès à grains anguleux, sur lequel a été exploitée une plage sub-convexe. Cette surface de travail est bien identifiée sur le fragment 31, car elle est maculée de résidus de matière colorante orange (figure 104). Ces restes de poudre colmatent les interstices des grains.

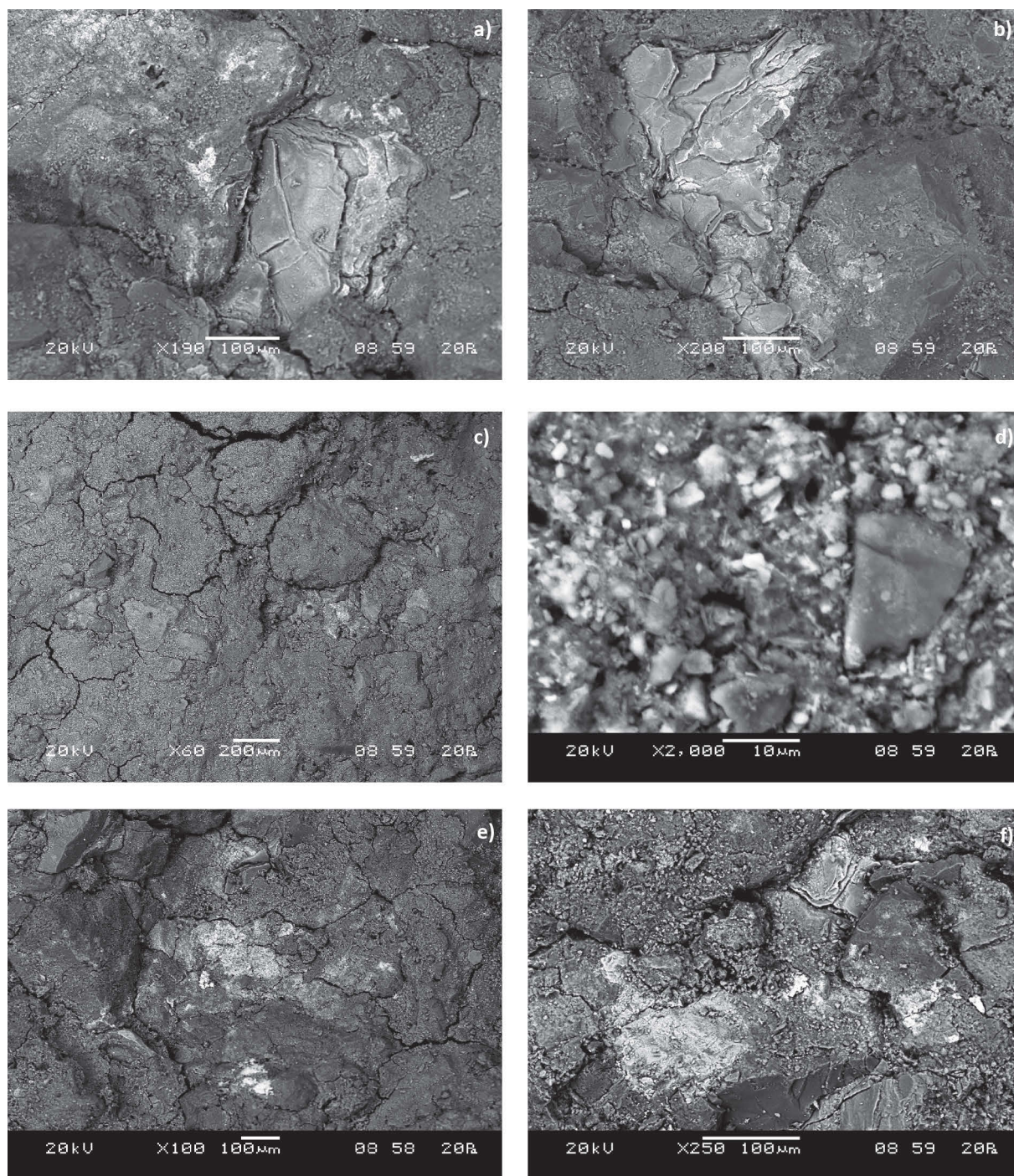
Les résultats issus de l'investigation par microscopie électronique à balayage, qui cumulent observations et analyses élémentaires, sont peu probants (annexe V, tableau 64). D'une part, il a été difficile, voire impossible,

d'identifier clairement les résidus en imagerie en contraste chimique (figure 105). L'indice directeur habituellement employé (les zones riches en fer sont plus claires que celles riches en aluminium,



**Figure 104.** *Fragment d'outil JVP-VG-Meul-31 (cliché J.-V. Pradeau)*





**Figure 105.** *Micrographies du fragment d'outil JVP-VG-Meul-31 (clichés J.-V. Pradeau) ; a : site 1 ; b : site 2 ; c : site 3 ; d : site 5 ; e : site 6 ; f : site 7.*

calcaire ou silicium par exemple) n'a pas été efficient ici. Plusieurs aires gris clair apparaissent. Cela peut être dû au fait que les résidus ne sont pas exclusivement constitués d'oxy(hydroxy)des de fer (on a vu précédemment qu'ils sont aussi constitués d'argiles, de calcite et de divers silicates). L'analyse élémentaire semble quant à elle perturbée par l'environnement direct de chaque zone analysée. Ainsi, la composition donnée pour certains amas de grains gris clair est dominée par le silicium des grains de quartz environnants (cf. premier spot d'analyse du septième site d'intérêt par exemple). Les seules interprétations solides que l'on peut en tirer sont les suivantes. Les clastes anguleux gris foncé riches en

silicium sont les grains de quartz qui constituent le grès. On remarque aussi fréquemment des grains feuilletés gris clair (sites d'intérêt 1, 2 et 7). Leur morphologie de phyllosilicate et leur composition (éléments magnésium, aluminium, silicium et fer) évoque une chlorite comme la chamosite<sup>42</sup> ou la berthiérine<sup>43</sup>. Les masses amorphes grises (site d'intérêt 3) sont probablement des fractions de sédiment ; le grain gris à macles semble être une orthose<sup>44</sup>. Au final, les résidus de matière colorante se présentent sous forme d'amas de cristaux micrométriques blancs (sites d'intérêt 1, 2 et 6). Il est difficile de dissocier les éléments effectivement dans la matière colorante, de ceux qui peuvent être présents dans l'environnement proche de chaque zone analysée. Le seul trait commun aux matières colorantes semble être la présence de l'élément titane, en quantités minoritaires voire à l'état de traces. Le manganèse est aussi détecté, dans des proportions équivalentes. Il n'est cependant pas retenu, car il provient peut-être des chlorites proches.

#### *IV.4.2.4. De l'Impressa au Chasséen, bilan sur la réduction en poudre*

L'examen de la morphologie des blocs de matière première et de leurs stigmates apporte des indices sur les actions physiques auxquelles ils ont été soumis. La mise en perspective de ces observations et du fonctionnement des éléments de macro-outillage qui portent des résidus colorés permettent d'identifier, au sein de chaque site et pour chaque gamme de matière première, les modes de pulvérisation appliqués et les propriétés des produits colorants obtenus.

L'abrasion et le raclage de bloc de matière première colorante n'ont pas été repérés à **Pendimoun**. Les seuls modes de réduction mis en œuvre sont (i) le concassage/broyage, idéal pour fragmenter facilement les blocs de matière première, puis (ii) la mouture, apte à réduire de manière uniforme ces petits fragments en une poudre, de granulométrie fine et homogène. Ces différentes actions impliquent la préparation de surfaces de travail spécifiques (cupule, surface lisse, plage concave), dont certaines se cumulent sur une même pièce. **Ces actions simples permettent de préparer une large gamme de produits, dont la granulométrie est fonction du temps de chaque opération.**

Il faut remarquer que les modes de réductions privilégiés à Pendimoun sont adaptés aux propriétés physiques des blocs de matière première, en particulier les nodules de marcassite oxydée et les fragments de concrétion ferrugineuse, dont le degré de dureté peut être élevé.

On a vu que les blocs de bauxites et d'oolithes ferrugineuses de **Giribaldi** portent des traces qui induisent une percussion posée diffuse oblique. Les autres gammes de matières premières – psammites et altérites – ont fait l'objet d'une mise en œuvre par concassage/broyage, voire peut-être par frottement direct pour les blocs les plus tendres. On remarque donc ici un **traitement dichotomique suivant les caractéristiques physiques des géomatères, dichotomie qui peut se retrouver dans les propriétés des produits obtenus.**

42. Chlorite de formule  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_5 \text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8$ .

43. Chlorite de formule  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Mg})_2 (\text{Si}, \text{Al})_2 \text{O}_5 (\text{OH})_4$ .

44. Feldspath de formule  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ .



### IV.4.3. Fonctions et utilisations : matières colorantes et céramiques

#### IV.4.3.1. Matières colorantes et céramiques à Pendimoun

En dépit du faible nombre de vases portant des résidus colorés, ces derniers présentent des morphologies diverses : (i) coloration et amas de poudre rouge (vases 1, 6 et 44), (ii) poudre dans les décors (vase 6) ou encore (iii) zonations rouges dans la pâte sur la paroi externe (vase dit « rouge »). Ces différents aspects ont été étudiés par observations macro-, méso- et microscopiques, par analyses élémentaires et par analyses structurales en microspectroscopie Raman (tableau 35).

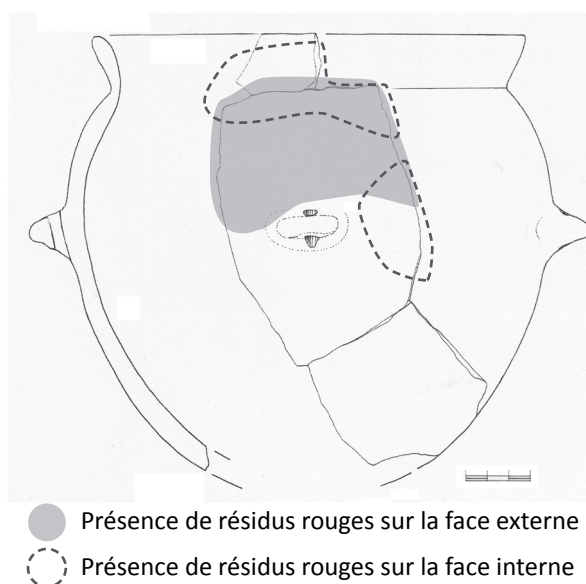
De plus, les dépôts de la fin du Cardial ou du début de la phase VBQ ont livré un fragment de cylindre imprimé, façonné dans un matériau composite d’argile et d’oxy(hydroxy)des de fer.

Céramique	Observations binoculaire	Tesson	MEB	Analyses EDS	Analyses Raman
Vase 44	X	AP 25614	X	X	
		AP 26880	X	X	X
		AP 30099	X	X	X
Vase 1	X	Aucun			
Vase 6	X	AP 5634	X	X	X
		AP 23054	X	X	X
Vase rouge	X	AP 51	X	X	X
		Ap14681	X	X	X
		AP 14483	X	X	X

**Tableau 35.** Échantillons analysés pour caractériser les différentes interactions céramique-matière colorante à Pendimoun.

##### IV.4.3.1.1. Vase 44

Le vase 44 provient des couches de l’Impressa. C’est un contenant à pâte brun-noir, partiellement recouverte de sédiment gris clair. Cette configuration facilite l’identification de matières colorantes. À l’œil nu comme sous loupe binoculaire, des résidus rouges sont aisément repérés sur plusieurs tessons, sur les faces internes ainsi que sur les faces externes. Ces restes non cohérents se présentent sous formes de plages étales ou d’accumulations ponctuelles de poudre rouge. Les résidus sont rarement observés sur les surfaces céramiques mises à nu ; en revanche, ils sont bien préservés dans les zones qui n’ont pas été débarrassées des concrétions ou du sédiment qui les recouvrent (figures 106 et 107).



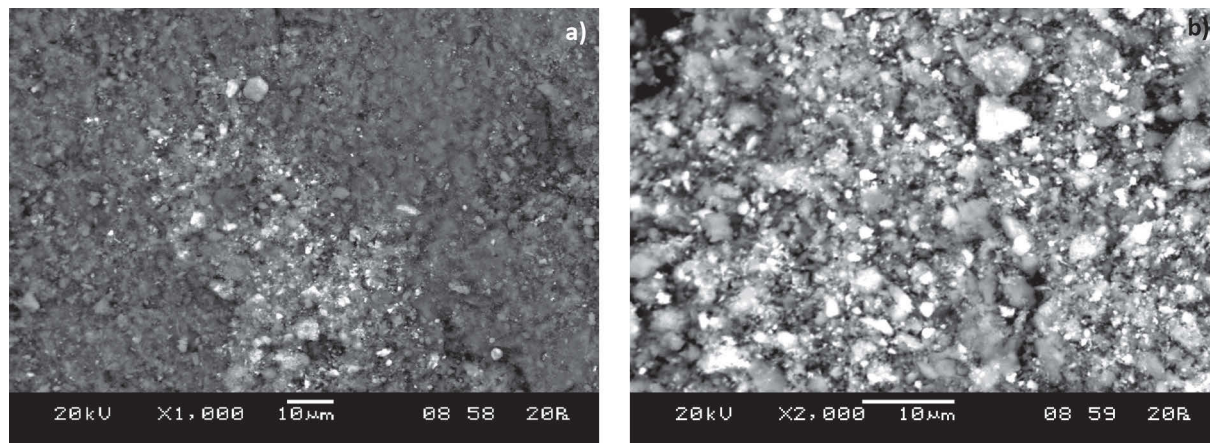
**Figure 106.** Répartition des résidus rouges sur le vase 44 (dessin Didier Binder, modifié).



**Figure 107.** Résidus de matière colorante observés sur des tessons du vase 44 (clichés J.-V. Pradeau) ;  
à gauche : face interne des tessons AP 25614 et AP26880 ;  
à droite : face externe du tesson AP 30099.

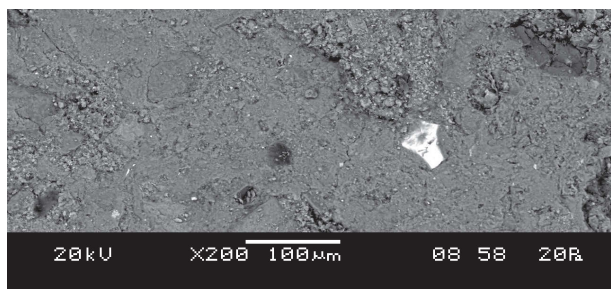
Trois tessons, riches en amas épais de poudre, ont été sélectionnés pour l'investigation par microscope électronique et pour les analyses chimiques : AP25614, AP26880 et AP30099.

À l'échelle microscopique, ces résidus prennent l'aspect d'amas de grains de couleur blanche à gris clairs. Ces grains sont souvent de dimensions inférieures au micromètre (figure 108).



**Figure 108.** Micrographies du tesson AP25614, du vase 44 ; les résidus rouges apparaissent ici sous forme d'amas de cristaux blancs (clichés J.-V. Pradeau).

Les analyses élémentaires montrent une présence du fer à hauteur de 10 % environ ; l'élément soufre est strictement corrélé à la présence du fer, ce qui n'est pas le cas du titane (annexe V, tableau 60). Un fragment anguleux isolé de 50 µm a été repéré (figure 109) ; c'est un grain de zircon, qui ne semble pas associé aux matières colorantes. En microspectroscopie Raman, les résidus analysés ont révélé la présence d'hématite. Un unique résidu brun constitué de goëthite a été remarqué, mais celui-ci est situé au-dessus du sédiment et non au contact de la céramique.



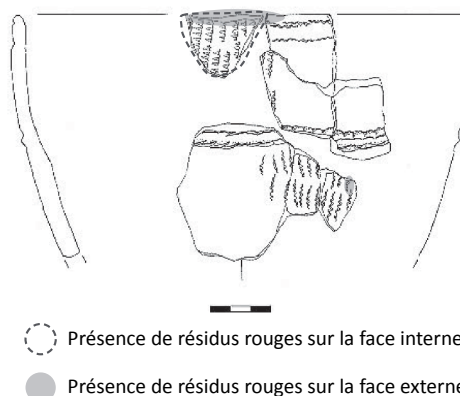
**Figure 109.** *Micrographie du tesson AP30099, du vase 44 ; grain blanc anguleux de zircon (cliché J.-V. Pradeau).*

#### IV.4.3.1.2. Vase 6

Le vase 6 présente une pâte brune riche en dégraissant glauconieux, sur laquelle est appliqué un riche registre décoratif : cordon pincé avec lignes d'impressions verticales réalisées au cardium.

L'observation à l'échelle macro- et mésoscopique a permis de repérer ponctuellement des résidus, exclusivement rouges, sur le bord et sur la paroi externe – dont l'intérieur d'un décor en creux (figures 110 et 111).

Aux abords de la lèvre supérieure, les plages colorées sont ténues mais de grande extension (AP5634-3). Elles débordent sur la face interne sous forme d'amas de poudre plus épais ; certains de ces amas se situent sur le sédiment et sont probablement post-dépositionnels, mais la plupart sont bien observés au contact de la surface céramique (AP5634-1). Enfin, sur la paroi externe et dans les décors, seuls quelques résidus épais sont ponctuellement observés, alors que les anfractuosités des décors devraient offrir, *a priori*, de bonnes conditions pour préserver les matières colorantes des phénomènes d'altération. Sur la majorité de la surface céramique – face interne et externe, décors imprimés ou pincés, bord –, aucun résidu n'a été observé.



**Figure 110.** *Répartition des résidus rouges sur le vase 6 (dessin Didier Binder, modifié).*



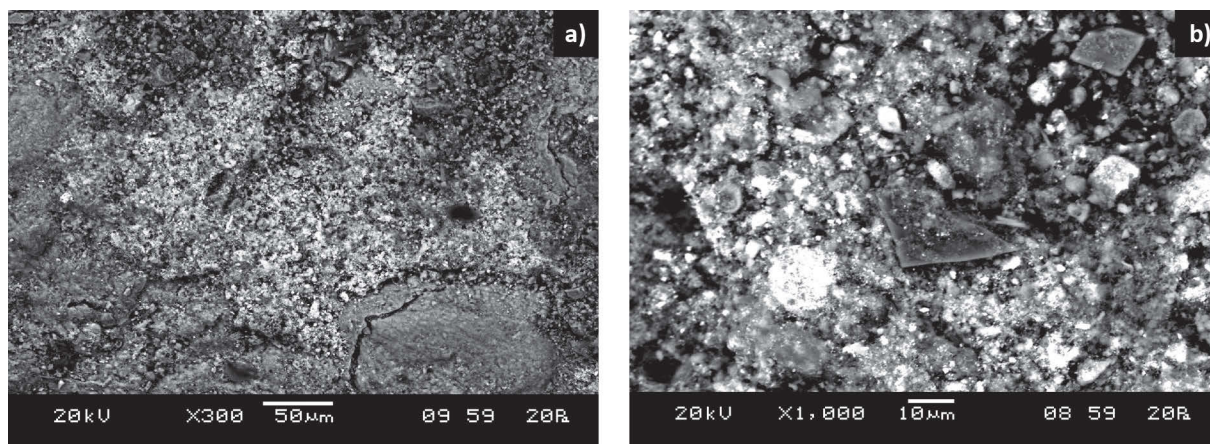
**Figure 111.** *Résidus de matière colorante observés sur des tessons du vase 6 (clichés J.-V. Pradeau) ; à gauche : face interne du tesson AP5634 ; à droite : face externe du tesson AP23054.*

La distribution des traces rouges sur le vase 6, s'accorde mal avec l'hypothèse d'un usage à vocation décorative : la paroi externe est quasi exempte de coloration et seul un creux contient un peu de poudre rouge.

Les tessons AP5634 et AP23054 présentent les plus grandes quantités de matière et n'ont pas été collés lors du remontage ; ils ont donc été sélectionnés pour les analyses physico-chimiques.



Au microscope électronique à balayage, ces résidus de poudre se présentent sous forme d'amas de grains micro- ou nanométriques gris clair à blanc. Cependant, ils sont ici plus étendus, plus denses et mieux circonscrits que ceux du vase 44 (figure 112 a).



**Figure 112.** *Micrographies du vase 6 ; amas de cristaux blancs (résidus rouges) partiellement recouverts de carbonates (sédiment ou concrétion) ; a : tesson AP23054 ; b : tesson AP5634 (clichés J.-V. Pradeau).*

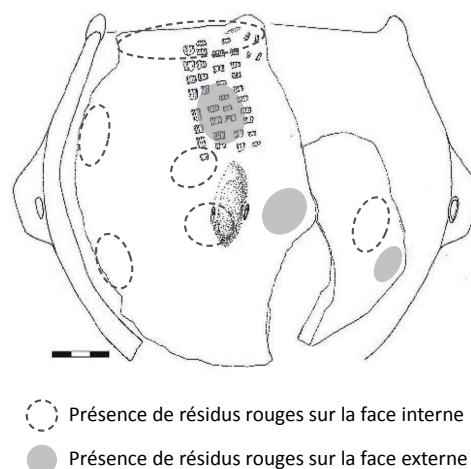
La cause de cette meilleure définition spatiale peut être due à une meilleure préservation. L'élément fer est mieux représenté dans les analyses EDS : son taux atomique varie entre 7 et 25 % dans les résidus (annexe V, tableau 61). Il n'a pas été possible de mettre en lumière une corrélation nette entre le fer et d'autres éléments chimiques. Les grains anguleux de quartz et de calcite présents sur les résidus peuvent provenir du sédiment qui les recouvrait au préalable de l'étude (figure 112 b).

La seule phase minérale identifiée en microspectroscopie Raman est l'hématite. Une fluorescence relativement importante se manifeste pour les aires d'analyses proches du sédiment calcaire.

#### IV.4.3.1.3. Vase 1

Le remontage du vase 1 est constitué de tessons relativement grands et épais, qui ont été collés lors de l'étude céramologique. La portion de forme ainsi reconstituée présente à la fois une morphologie bombée et des dimensions dépassant le décimètre, qui proscrivent l'approche par microscopie électronique à balayage et l'analyse élémentaire couplée.

L'examen de ce vase s'est limité à l'observation macro- et mésoscopique. Les résidus, tous rouges, ont été repérés à la fois sur le bord et sur les deux faces de la céramique ; aucune trace de matière colorante n'a été relevée dans le décor imprimé (figures 112 et 113). S'il n'a pas été possible de mener d'observations à l'échelle microscopique ni d'analyses chimiques des résidus, aucune distinction



**Figure 113.** *Répartition des résidus rouges sur le vase 1 (dessin Didier Binder, modifié).*



**Figure 114.** *Résidus de matière colorante observés sur des tessons du vase 1 (cliché J.-V. Pradeau).*

morphologique flagrante n'a pu être mise en évidence entre les résidus du vase 1 et ceux du vase 6. Les traces colorées de la paroi externe sont peu nombreuses. Elles prennent la forme de petites plages peu épaisses et de faible extension. Elles se trouvent la plupart du temps au contact ou sous les restes de sédiments. Aucun résidu ne semble avoir été incrusté dans les décors imprimés à la branchette dans la partie supérieure du vase. Sur la paroi interne, les plages colorées sont plus nombreuses, plus épaisses et plus grandes. Elles sont d'autant mieux conservées qu'elles sont recouvertes d'une concrétion calcaire. Cette dernière a probablement contribué à leur préservation des

phénomènes taphonomiques mécaniques tels que le lessivage. La distribution spatiale des résidus sur le vase 1 n'est donc pas similaire à celle des traces du vase 6 : la majorité des matières colorantes est observée à l'intérieur de celui-ci, mais jamais dans les impressions. Cette observation écarte l'usage à vocation décorative. Le vase 1 a plus probablement servi de contenant à de la poudre d'hématite.

#### *IV.4.3.1.4. Vase rouge*

Mis au jour dans les couches VBQ du secteur nord, le « vase rouge » est très différent et se démarque nettement des précédents : c'est un petit pot à parois fines, ayant subi un intense traitement en vue de rendre sa surface régulière et brillante.

Par ailleurs, cette céramique se distingue aussi par sa coloration rouge uniforme. Celle-ci n'est pas totale :

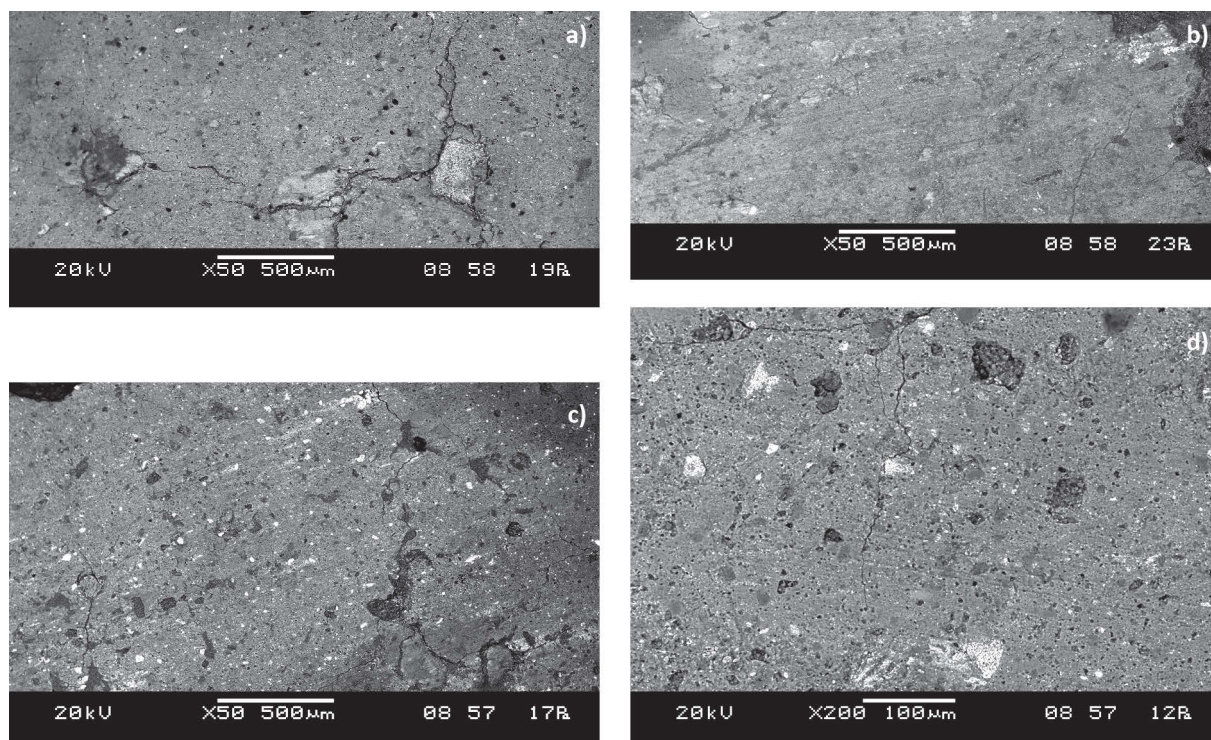
- la paroi interne est rouge-brun à noir ;
- la face externe brune à rouge vif ;
- à cœur, c'est-à-dire dans la tranche et dans les zones où la surface brunie a sauté, la pâte céramique est rouge brune et laisse apparaître un riche dégraissant glauconieux.



**Figure 115.** *Photographies du « vase rouge » (clichés J.-V. Pradeau) ; à gauche, tesson AP51 ; à droite, tesson AP12092.*

Les observations sous loupe binoculaire n'ont pas permis de mettre en évidence d'épais amas de poudre, comme sur les vases précédents. D'autre part, il n'est pas possible de poser une délimitation nette entre la surface céramique colorée en rouge et celle qui a une teinte brune (figure 115). La pâte semble ainsi colorée « dans la masse ».





**Figure 116.** *Micrographies du « vase rouge » (clichés J.-V. Pradeau) ; les grains blancs d'hématite bien cristallisée sont écrasés et répartis dans la même direction que les stries de brunissage ;  
 a : tesson AP51, face interne ;  
 b et c : tesson AP14483, face externe ;  
 d : tesson AP14681, face externe.*

Pour appréhender l'origine de la coloration rouge, trois tessons ont été étudiés sur leurs deux faces : AP51, AP14483 et AP14681.

L'observation à fort grossissement, en imagerie en contraste chimique, révèle l'état des matières colorantes à l'échelle microscopique : de nombreux petits grains composés d'éléments lourds sont disséminés dans la pâte céramique. Ces grains anguleux ont un diamètre maximal de 50  $\mu\text{m}$  (figure 97 d). Leur distribution sur l'ensemble de la surface céramique est plus ou moins dispersée ; ils sont observés sur les faces des tessons qui correspondent à la paroi interne (qui ne présente pas de coloration rouge) comme sur les zones de paroi externe qui sont brunes à l'œil nu (figure 97 a).

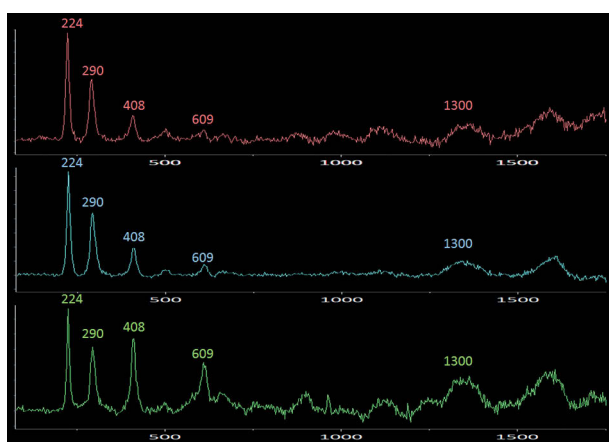
De plus, ces grains semblent avoir été fragmentés par écrasement oblique au cours des étapes de traitement de surface, car des sillages blancs parallèles aux stries de brunissage partent des grains les plus gros (figure 97 c, d). Ces grains sont riches en fer (jusqu'à 40 % : annexe V, tableau 62), cristallisé sous forme d'hématite d'après la microspectroscopie Raman. L'élément fer est également repéré dans les zones correspondant à la fraction argileuse. Comme pour le vase 6, aucune corrélation nette n'a pu être mise en évidence entre le taux de fer et celui d'autres éléments chimiques. Enfin, des grains noirs de carbone sont présents en quantité sur la surface céramique, dans les aires qui apparaissent brun-noir à l'œil nu (figure 97 a).

Deux observations méritent d'être soulignées pour les spectres Raman (annexe V, tableau 67). La première est la fluorescence qui affecte les analyses du tesson AP14445 ; ce phénomène trouve probablement son origine dans la présence de concrétions calcaires sur la surface du tesson. L'autre



fait remarquable est l'intensité différentielle des pics de l'hématite. Ainsi, les pics à 408 et 610  $\text{cm}^{-1}$  sont plus intenses qu'à l'accoutumée (figure 117). En comparaison avec les spectres issus de résidus poudreux ou de blocs de matière première, les zones du vase rouge, réparties sur 3 tessons, présentent toutes ce faciès inhabituel. Trois hypothèses peuvent être proposées et discuter pour expliquer cette anomalie structurale :

- on a affaire à une gamme de matière première spécifique. Ce cas de figure est peu satisfaisant car les spectres d'hématite issus des trois gammes de matières premières principales – parfois très différents en terme de composition élémentaire et de degré de cristallinité – sont tous semblables entre eux et correspondent à ceux des résidus de poudre ;
- un traitement thermique (cuisson du vase), car la morphologie du spectre (résolution, intensité des pics) peut varier en fonction de la température (De Faria *et al.*, 1997, p. 876-877 ; De Faria *et al.*, 2007, p. 119). Mais aucune publication relative à cet aspect ne présente de spectre dont les pics à 408 et 610  $\text{cm}^{-1}$  seraient plus ou aussi intenses celui à 290  $\text{cm}^{-1}$  ;
- une orientation préférentielle des plans de phase. Cette dernière éventualité mérite d'être retenue car d'une part, le « vase rouge » a subi un intense traitement de surface et, d'autre part, les observations à fort grossissement montrent que les grains d'hématite subissent un écrasement et un déplacement selon une direction parallèle aux stries de ce traitement.
- enfin, il est possible qu'une combinaison de deux ou trois de ces facteurs soit à l'origine de la morphologie inhabituelle des spectres d'hématite des zonations rouges de cette céramique.



**Figure 117.** Comparatif de spectres Raman de résidus d'hématite sur céramique ;  
en haut et au centre : tessons du vase 44 ;  
en bas : « vase rouge ».

Vis-à-vis des cas précédents, la coloration rouge de ce vase fait appel à une élaboration relativement complexe. Elle est due à de petites particules d'hématite réparties sur l'ensemble de la surface céramique. Ces particules ont pu être soit incorporées à la pâte avant montage, au même titre que les dégraissants, soit appliquées après sur la surface sous forme de poudre. La répartition relativement homogène des grains d'hématite, y compris sur la paroi interne, nous fait pencher pour la première proposition ; l'étude d'une lame mince permettra de trancher. L'étape suivante a consisté en un brunissage intense qui a enfoncé les éléments dégraissants, fait remonter les particules fines d'argile ; cette

action a aussi permis d'écraser et de répandre l'hématite sur l'ensemble de la surface – de fait, en analyse élémentaire, le fer s'élève toujours au moins à quelques pourcents, y compris dans les zones qui paraissent dépourvues de grains d'hématite. Le vase a ensuite été cuit, dans une atmosphère oxydante pour favoriser la coloration en rouge de la paroi. Cependant, certaines parties de la surface céramique – bord, majorité de la paroi interne, et certaines parties de la paroi externe – présentent des nuances brun-noir. Ce « défaut de production » peut être expliqué par un contact entre les parties brun-noir et de la matière organique. Ces conditions entraînent à la fois un brunissement par formation de maghémite et un assombrissement par dépôt de matière carbonée, d'où les nuances

observées (Capel *et al.*, 2006, p. 1165). Jusqu'à présent l'hématite est le seul oxyde de fer détecté, par spectroscopie Raman, à la surface du vase rouge. Si la maghémite venait à être identifiée sur les zones brunes, cela signifierait que la poudre colorante incorporée à la pâte ou appliquée sur la panse avant traitement de surface, était de la goethite et non de l'hématite<sup>45</sup>.

#### IV.4.3.1.5. *Cylindre imprimé*

Le caractère exceptionnel du fragment de cylindre AP281 a plaidé pour, dans un premier temps, ne pas faire de prélèvements et privilégier les investigations par observations à l'échelle macro- et mésoscopique. Pour en faciliter la manipulation, Sabine Sorin a réalisé une numérisation de cet objet, à l'aide d'un scanner 3D Artec Spider. Les acquisitions ont été traitées avec le logiciel 3DReshaper produit par la société TECHNODIGIT Part Of HEXAGON METROLOGY (figure 118 a).

Le fragment AP281 est plus précisément un quart de cylindre, dont la teinte et l'aspect particulier ont justifié un traitement spécifique vis-à-vis des blocs de matière première.

La morphologie de cet objet est marquée par sa plus grande face, qui est lisse et présente une courbure régulière. Deux origines peuvent être invoquées :

- soit on a affaire à un fragment de cylindre entier ;
- soit la face courbe de l'objet AP281, initialement parallélépipédique, a été obtenue par façonnage ou usure progressive.

La régularité de la face courbe et le motif tronqué d'impressions plaident pour la première hypothèse. Le traitement numérique permet d'inscrire le fragment dans un cylindre parfait de 43 mm de diamètre environ (figure 118 b, c).

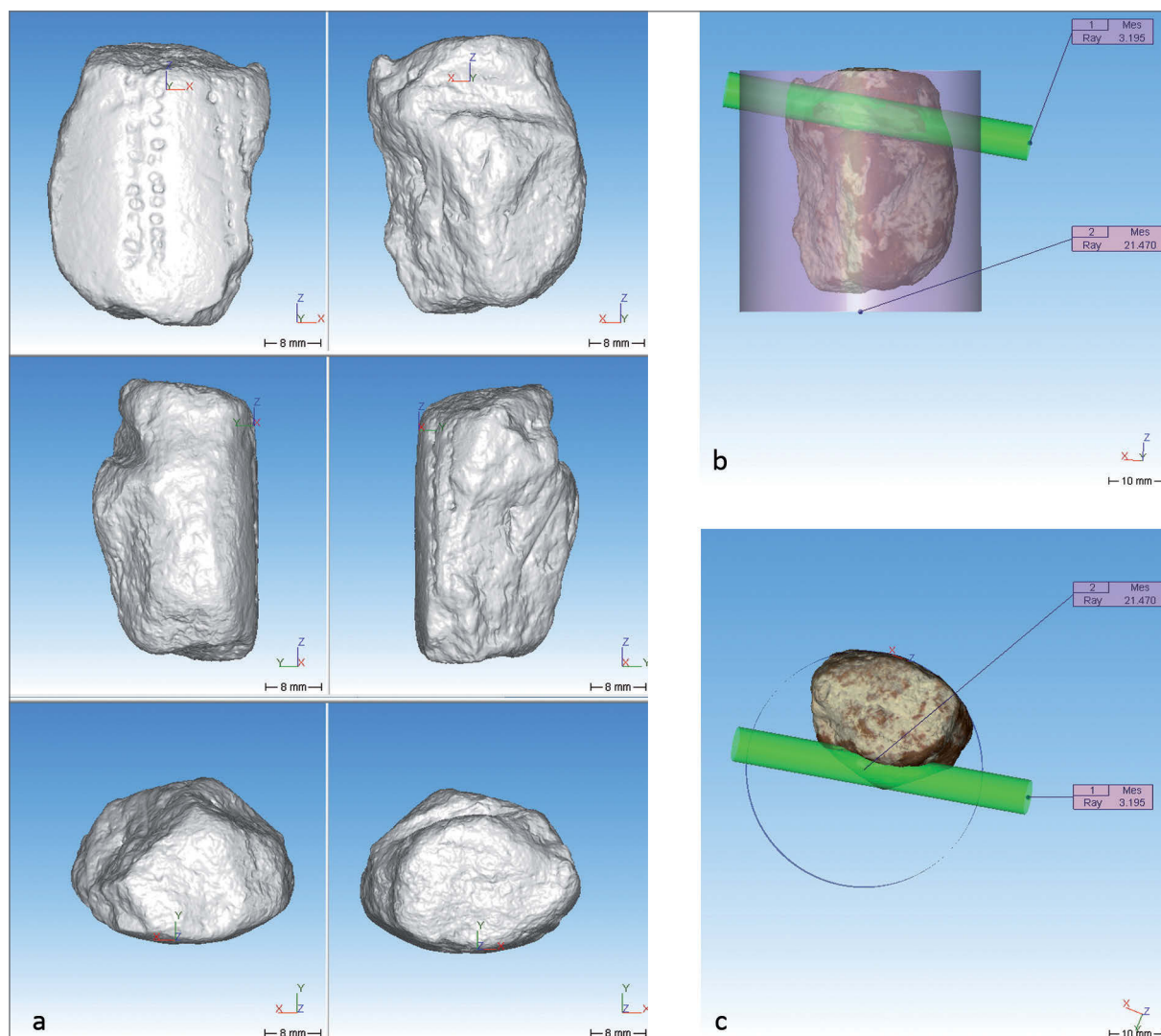
La face courbe est imprimée de motifs circulaires réalisés à l'aide d'un objet creux, comme une paille. Ces impressions sont organisées en doubles rangées parallèles. La partie opposée, composée de deux faces rectangulaires qui se recoupent en angle droit, a aussi été imprimée. Un objet tubulaire bifide d'environ 6,4 mm de diamètre a été inséré longitudinalement (figure 118 b, c). On remarque aussi des traces grossières sur les faces ; il est difficile de définir une forme ou d'identifier un outil.

La matière qui compose l'objet AP281 est homogène, microcristalline, à toucher gras et pulvérulente. Elle présente une teinte brun-rouge à rouge et une dureté faible (2 sur l'échelle de Mohs). La poudre rouge provenant du cylindre est dotée de bonnes propriétés colorantes. La trace de possible végétal à l'intérieur de l'objet initial évoque les végétaux ajoutés aux clayonnages et torchis, pour jouer un rôle structurant. Ces caractéristiques et la morphologie permettent de supposer qu'il a été obtenu par modelage d'une matière plastique argileuse adjointe de poudre d'oxy(hydroxy)des de fer.

La cohérence relative de ce matériau suggère qu'un chauffage a été appliqué (Cédric Lepère, communication personnelle). Les analyses par spectroscopie Raman n'ont permis de n'identifier que de la calcite et de l'hématite (annexe V, tableau 67). Cette dernière est parfois bien cristallisée, ce qui suggère encore que sa présence procède d'un ajout.

---

45. Lors des analyses en microspectroscopie Raman, il a généralement été facile de repérer des points rouges sur la pâte céramique brune. La maghémite n'a pas été repérée jusqu'à présent, probablement parce que sa teinte se confond avec celle du support.



**Figure 118.** Scan 3D du fragment de cylindre (numérisation et traitement Sabine Sorin) ;  
*a* : déroulé orthonormé ;  
*b* : vue zénithale ;  
*c* : vue longitudinale, avec reconstitution d'un cylindre parfait en bleu et d'un élément tubulaire en vert.

En l'absence de la forme originale de l'objet dont ce fragment de cylindre est issu, il est difficile de raisonner sur son usage et sa fonction.

Si l'objet entier était un cylindre, Didier Binder a proposé l'hypothèse d'un fonctionnement empruntant à la fois au sceau-cylindre<sup>46</sup> et à la *pintadera*<sup>47</sup> : ce cylindre aurait pu être employé par geste déroulé sur un support souple (tissu ou peau par exemple, car sa faible dureté ne permet pas d'imprimer des matériaux comme l'argile), pour déposer des plages de matière colorante rouge avec

46. Les sceaux-cylindres, principalement utilisés du IV<sup>e</sup> au I<sup>er</sup> millénaire BCE, se retrouvent majoritairement au Proche-Orient. Façonnés à partir de matériaux communs (marbre, stéatite, bronze, etc.) ou précieux (calcédoine, agate, cornaline, or, argent, etc.), ils sont décorés de scènes ou de textes, obtenus par retrait de matière. Utilisés en guise de signature, ils sont déroulés sur un support d'argile crue (tablettes, vases, etc.).

47. Les *pintadere* sont des objets en terre cuite dont la partie à apposer, généralement circulaire, comporte des motifs géométriques qui sont imprimés sur différentes matières avant cuisson (céramiques et pains) et/ou servent de tampons à matières colorantes sur tissus. De tels outils sont connus en contexte VBQ (Odetti, 2001 ; Skeates, 2007, p. 186-188).

décors de points en négatifs. L'hypothèse d'un fragment de statuette, élaborée par modelage d'une matière plastique puis durcie par chauffage, n'est cependant pas écartée.

#### IV.4.3.2. *Matières colorantes et céramiques à Giribaldi*

L'inventaire des restes colorants associés au matériel céramique a permis d'identifier cinq aspects, qui sont les suivants (Binder *et al.*, 1994) :

- des résidus de peinture (homogène, surface lisse et reflet parfois brillant) de couleur orangée, rouge ou lie-de-vin ;
- des incrustations de matière blanche dans des décors en creux, sur pâte sombre (brun foncé à noir) ;
- des bandes ou des aplats noirs superficiels sur pâte claire ;
- des inclusions rouges, aisément visibles à l'œil nu ;
- des colorations rouges superficielles, sur pâte claire.

Des tessons ont été sélectionnés dans chacun de ces groupes pour les décrire et les caractériser (tableau 36). Le nombre d'échantillons retenus varie en fonction de la quantité et de la variabilité interne de chaque type d'interaction. Les objets provenant de structures ont été privilégiés.

<i>Céramique</i>	<i>Matière colorante</i>	<i>Observation binoculaire</i>	<i>Observation MEB et Analyses MEB-EDS</i>	<i>Analyses structurales Spectrométrie Raman</i>
JVP_VG_Céram_02	Résidus bruns	X	X	
JVP_VG_Céram_03	Inclusions rouges	X	X	
JVP_VG_Céram_04	Résidu rouge	X	X	X
JVP_VG_Céram_41	Incrustations blanches	X	X	X
JVP_VG_Céram_43	Incrustations blanches	X		X
JVP_VG_Céram_49	Bandes noires	X	X	
JVP_VG_Céram_50	Résidus rouges	X	X	
JVP_VG_Céram_51	Bandes noires et résidus rouges	X	X	X
JVP_VG_Céram_54	Inclusions rouges	X	X	
JVP_VG_Céram_61	Bandes noires	X	X	
JVP_VG_Céram_63	Résidus rouges sur deux faces	X	X	
JVP_VG_Céram_66	Résidus noirs	X	X	
JVP_VG_Céram_67	Bande rouge en négatif sur pâte noire	X	X	
JVP_VG_Céram_68	Inclusions rouges	X	X	
JVP_VG_Céram_69	Résidus rouges	X	X	

**Tableau 36.** *Échantillons analysés pour caractériser les différentes interactions céramique-matière colorante à Giribaldi.*

L'hypothèse d'une utilisation des blocs de bauxite pour brunir et colorer des parois céramiques est discutée à la fin de ce titre.

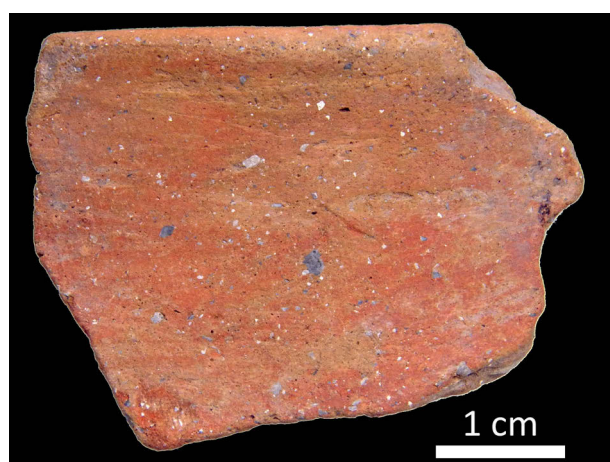
##### IV.4.3.2.1. *Colorations rouges superficielles*

Cet aspect est identifié sur treize tessons (annexe IV, tableau 57). En observation macro- et mésoscopique, il n'est pas possible d'individualiser clairement un résidu de la partie céramique. Si la surface saine du tesson est rouge, les endroits où elle est « corrodée » laissent apparaître la pâte

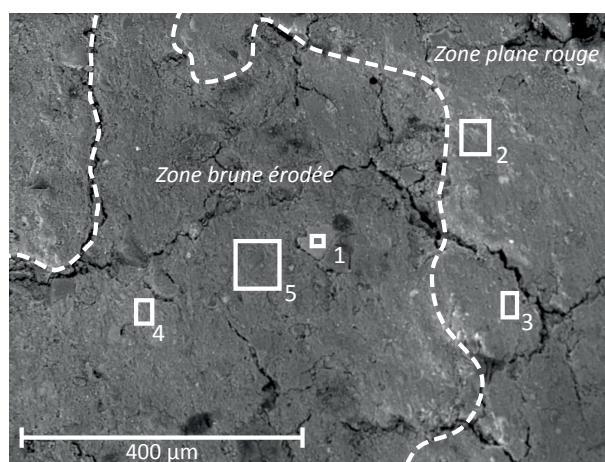
beige ou brune. Les tessons rattachés à ce faciès semblent colorés « dans la masse » (figure 119). Les tessons **JVP-VG-Céram-02** et **JVP-VG-Céram-69** ont été investis par observations au microscope électronique à balayage et analyses élémentaires couplées.

En imagerie en contraste chimique, des petits grains d’un gris clair homogène sont observés sur l’ensemble du tesson, tant dans les zones intactes rouges est que celles qui sont brunes altérées. Ces inclusions de 40 à 50 µm environ contiennent du fer associé au titane, au magnésium et à l’aluminium. La comparaison entre les deux types de zones – rouge plane et brune altérée, ne révèle pas de différence de composition chimique flagrante (figure 120 ; annexe VG analyses céram 69).

La coloration rouge ténue observée sur certains tessons à pâte claire ne paraît donc pas due à un ajout volontaire à la surface des céramiques (peinture ou aplat de poudre). Elle semble plutôt attribuable à un « coup de feu » au cours de la cuisson.



**Figure 119.** Photographie du tesson JVP-VG-Céram-69 (cliché J.-V. Pradeau).



**Figure 120.** Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-69, avec zones analysées (cliché J.-V. Pradeau).

Point ciblé	Spectre	C	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Fe	O
Inclusion gris clair	1	9,6	0,3	3,7	8	15,6	0	1,2	1	0,1	5,3	55,2
Zone rouge plane	2	12,1	0,2	1,4	5,9	17	0,1	1,5	0,8	0,2	1,6	59,3
Zone rouge plane	3	9,9	0,3	1,7	7,3	18,6	0,2	1,9	1,1	0,2	1,9	57
Zone brune corrodée	4	11,7	0,3	1,3	5,8	17	0,5	1,5	1,5	0,1	1,7	58,7
Zone brune corrodée	5	11,6	0,2	1,3	6	18,2	0,1	1,5	0,7	0,2	1,4	59

**Tableau 37.** Résultats des analyses EDS sur le tesson JVP-VG-Céram-69.

#### IV.4.3.2.2. Peintures rouges

Vingt-cinq tessons portent des aplats rouges lisses, homogènes et brillants (annexe IV, tableau 57). Quatre d’entre eux ont été sélectionnés pour étudier les résidus rouges : JVP-VG-Céram-04, 50, 51 et 63 (figure 121 a, b, c).

Le tesson **JVP-VG-Céram-04** est un fragment de bord d’une céramique fine à pâte brune à noire, mis au jour entre les structures 6 et 7 (carré G13). La décoration colorée est représentée par les résidus d’une pellicule brun-rouge, homogène et peu épaisse. Ils se situent principalement au centre du tesson,



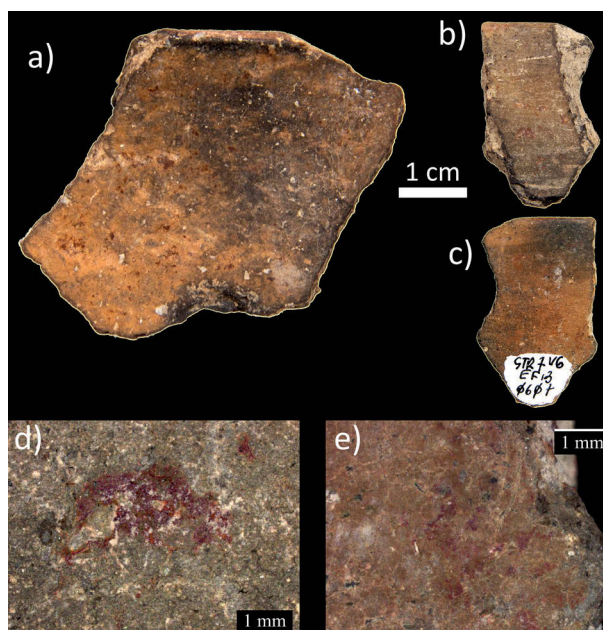
uniquement sur la face externe. En imagerie en contraste chimique, les restes de peinture apparaissent en gris clair et ressortent plus ou moins bien sur le matériau céramique gris. Il est parfois nécessaire de pousser le contraste de l'image pour bien discerner les différentes nuances de gris. Des inclusions blanches de quelques dizaines de micromètres sont observées partout. Le fer est détecté dans toutes les aires analysées, mais il est mieux représenté dans les inclusions et les zones de peinture que dans celles de pâte céramique sans décoration. Il n'a pas été possible de mettre en lumière un quelconque élément minoritaire avec le fer (figure 122 et tableau 38). La couleur noire de la céramique peut être attribuée aux particules riches en élément carbone qui apparaissent en noir au MEB. Les analyses structurales par microspectroscopie Raman ont été réalisées sur trois points rouges. Aucun d'entre eux n'a fourni de spectre exploitable pour identifier la ou les phases minérales.

Point ciblé	Spectre	Mg	Al	Si	K	Ca	Fe	O
Peinture	3	0,9	3	18,5	0,8	1,0	16,1	59,8
Peinture	4	0,8	3,6	16,4	0,5	1,0	18,7	59
Pâte céram.	5	0,8	2,8	20,1	0,7	1,2	13,8	60,6
Pâte céram.	6	0,9	3,3	20,2	0,8	1,1	13,0	60,7
Incl. blanche	7	0,5	2,5	12,2	0,5	1	26,8	56,6

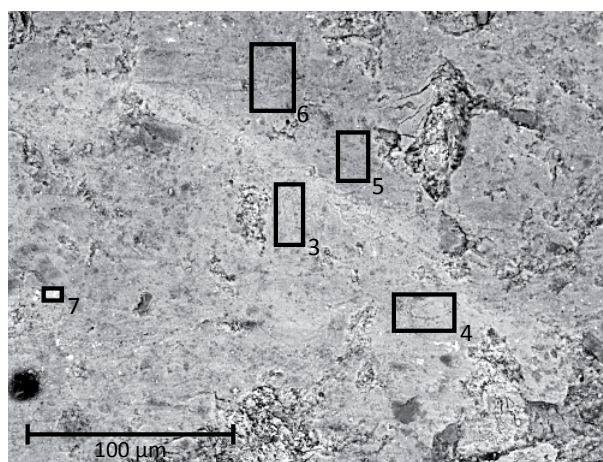
**Tableau 38.** Résultats des analyses EDS sur le tesson JVP-VG-Céram-04.

Le matériau céramique du tesson **JVP-VG-Céram-50** est similaire à celui du précédent ; il provient du même carré. Le col de ce petit vase présente une concavité sous le bord. Les résidus de peinture se présentent sous forme de fines écailles brun-rouge à reflet brillant. L'ensemble de la face externe du tesson semble avoir été décoré.

Ces résidus sont aisément discernables en imagerie en contraste topographique (figure 123). Leur morphologie (épaisseur faible et homogène, surface lisse) permet de proposer que la matière colorante a été déposée à l'état liquide et justifie le qualificatif de « peinture ». En imagerie en contraste chimique, la distinction entre peinture et céramique n'est pas nette malgré l'augmentation artificielle du contraste (figure 123 et tableau 39). L'analyse élémentaire des résidus réalisée en plusieurs points

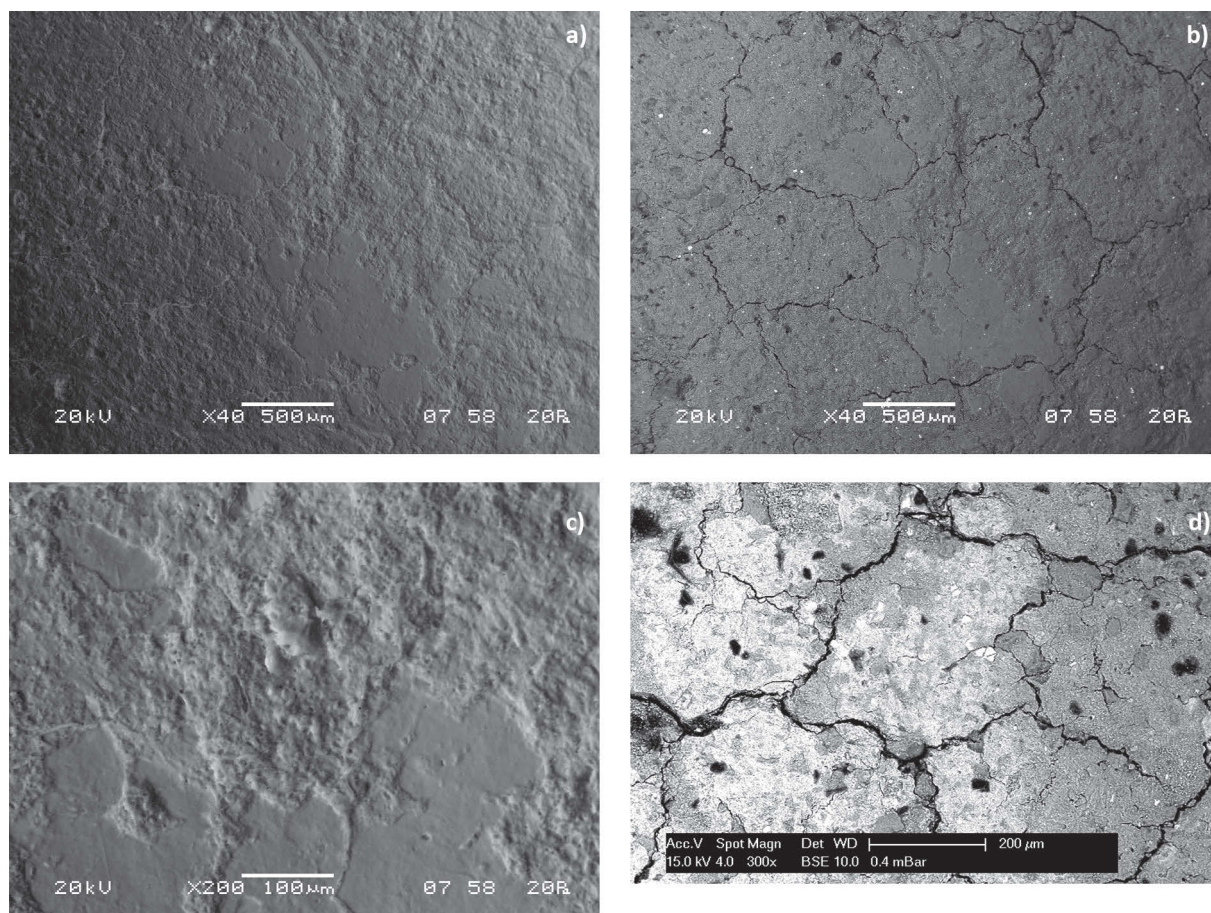


**Figure 121.** Photographies de tessons portant des résidus de peinture rouge (clichés J.-V. Pradeau) ; a : JVP-VG-Céram-50 ; b, c, d, e : JVP-VG-Céram-63.



**Figure 122.** Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-04, avec zones analysées (cliché J.-V. Pradeau).





**Figure 123.** Micrographies de tessons portant des résidus rouges (clichés J.-V. Pradeau) ;  
a à c : JVP-VG-Céram-50 ; d : JVP-VG-Céram-51.

Échantillon	Site d'Intérêt	Point ciblé	Spectre	C	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Mn	Fe	O
VG Céram 50	1	Peinture	1	9,3	0,1	2,0	6,2	14,1	0,1	1,4	0,9	0,1	1,0	1,9	63
		Pâte céram.	2	7,6	0,1	2,7	6,8	15,7	0,1	1,1	0,8	0,1	0,2	1,7	63,2
	3	Peinture	3	8,4		2,1	6,6	14,4	0,1	1,1	1,0	0,1	1,1	2,1	62,9
		Pâte céram.	4	7,7	0,1	1,7	6,5	16,9	0,1	0,9	0,8	0,1		1,5	63,8
	5	Inclusion	1	11		2,0	6,1	12,9	0,2	0,9	1,2	0,1	0,7	1,6	63,5
		Pâte céram.	2	11,4	0,1	1,6	5,7	13,3	0,2	0,9	1,7	0,1	0,2	1,2	63,7
VG Céram 51	1	Inclusion	1	15		1,5	2,6	4,5	0,1	0,2	0,5	0,1		15,0	60,5
		Inclusion	2	13,4		2,1	2,8	5,2		0,2	0,5	0,1		15,8	60
	3	Pâte céram.	2	14,3		0,5	3,8	13,8		1,0	0,7			1,1	64,8
		Pâte céram.	3	17,3		0,6	3,3	11		0,8	1,1			1,2	64,8
	5	Peinture	4	13,6		0,9	3,5	12,2	1,0	0,9	1,6			2	64,3
		Peinture	5	15,4		0,7	3,1	11,4	0,7	0,8	1,4	0,1		1,8	64,5
6	Peinture	6	16,1		0,7	3,0	11,6	0,4	0,9	1,1			1,7	64,6	

**Tableau 39.** Résultats des analyses EDS sur les tessons JVP-VG-Céram-50 et JVP-VG-Céram-51.

montre la présence de fer, de manganèse, mais à des taux peu élevés (respectivement 2 et 1 % en atomique). L'élément manganèse n'est pas ou n'est que très peu détecté dans les zones de céramique. La couleur sombre de celle-ci est due, comme pour le tesson JVP-VG-Céram-50, à des particules de

carbone. Ici aussi, des inclusions blanches sont observées sur tout le tesson ; elles sont riches en fer. Le titane est peut-être associé (il est détecté dans toutes les mesures) mais le manganèse est absent.

L'individu **JVP-VG-Céram-51** possède à la fois des résidus orangés sur sa face externe et des bandes noires sur sa face internes<sup>48</sup>. Il a été mis au jour aux abords de la structure 7 (carré D12). À l'œil nu et sous loupe binoculaire, les restes de matière colorante ont un aspect plus diffus que les précédents ; leur couleur orangée est aussi plus vive.

En microscopie électronique à balayage en imagerie combinant contraste chimique et topographique, il est aisé de distinguer les résidus de matière colorante de la pâte céramique. L'analyse élémentaire donne en revanche des résultats ambigus : le phosphore présent dans les zones de matière colorante est le seul critère discriminant mis en lumière (figure 123 et tableau 39). Le taux de fer semble un peu plus élevé que dans la pâte céramique, toute proportion gardée au vu des conditions d'analyses (support analysé non préparé et non plan). Selon les analyses structurales menées par microspectroscopie Raman sur deux points rouges différents, le chromogène est l'hématite.

Le tesson **JVP-VG-Céram-63** est un fragment de bord céramique fine, provenant de la structure 7. Les résidus de matière colorante rouge-orangé sont observés sur les deux faces. Ils présentent un état de conservation élevé par rapport à ceux des tessons décrits ci-avant.

Les observations sous loupe binoculaire montrent que ces résidus orangés sont peu épais, homogènes et régulièrement répartis sur la surface céramique (figure 121 d et e).

En regard des précédentes investigations en microscopie électronique sur céramiques de Giribaldi, les observations du tesson 63 se sont révélées riches en informations visuelles. Sauf précision, les différents aspects décrits ci-après ont été observés plusieurs fois, aussi bien sur la face interne qu'externe.

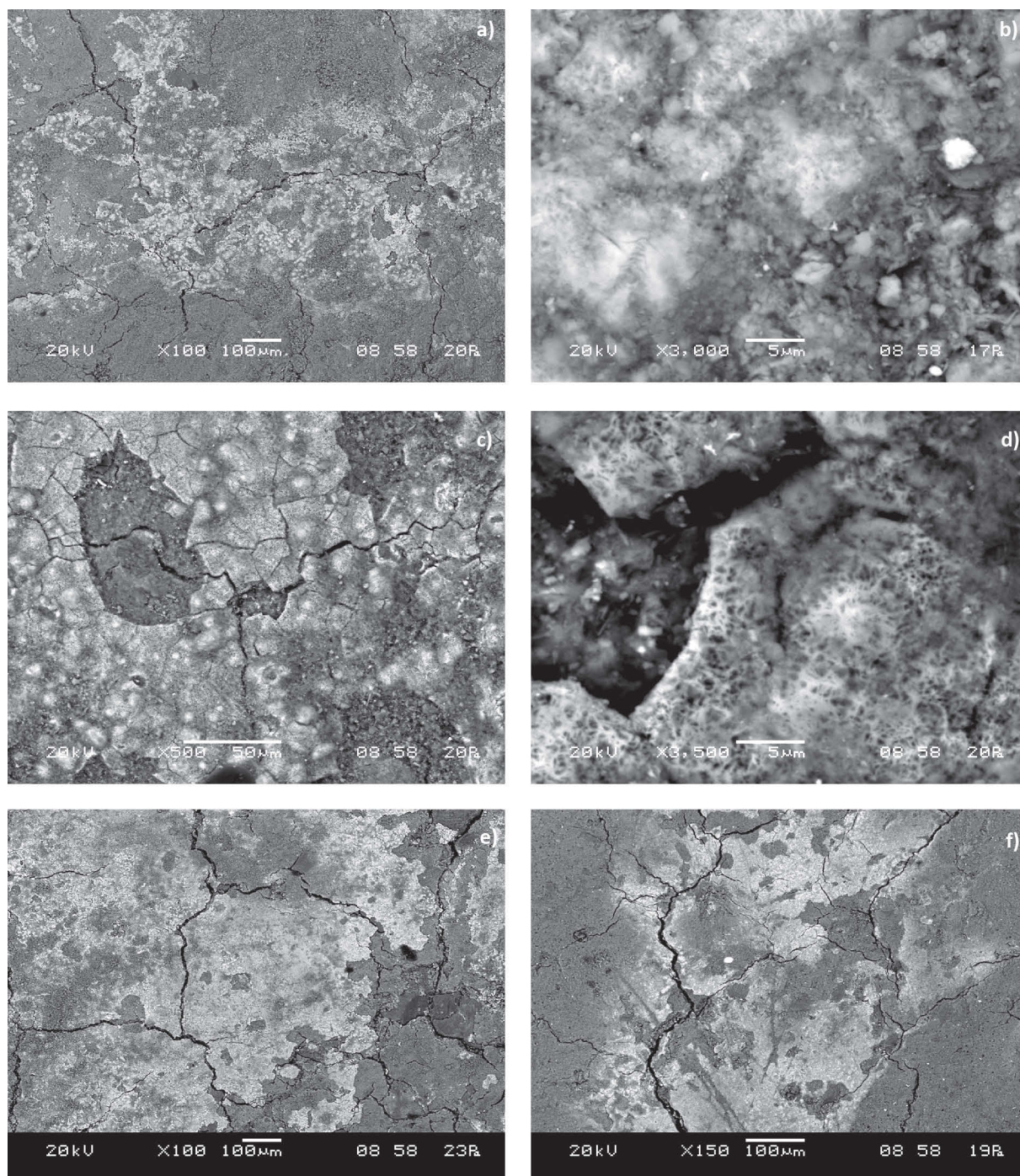
Les résidus apparaissent en blanc ou en gris clair sur le matériau céramique gris, sans exploitation excessive du contraste. Ils se présentent sous formes d'aplat lisses ou bosselés (figure 124 a). Les fissures et craquelures de ces aplats témoignent de la rigidité du mélange colorant (figure 124 c, e ; figure 125 d). Un matériau appliqué à l'état de poudre se serait usé progressivement, latéralement ou verticalement suivant l'origine des facteurs d'altération, sans cassure nette comme c'est le cas ici. La teneur en aluminosilicates reste élevé dans les résidus (annexe V, tableau 65). Sans omettre une contribution au signal liée aux conditions d'analyses non idéales, on peut supposer que la préparation colorante contenait une part non négligeable d'argile et a été appliquée sur pâte crue, la cuisson contribuant ensuite au durcissement du vase, mais aussi de son décor.

On observe parfois des sillons rectilignes. Ils creusent la couche picturale jusqu'à la céramique et se recoupent anarchiquement. Ce sont peut-être des traces d'utilisation ou des stigmates de fouille (figure 124 f). Des traces plus ténues, parallèles ou subparallèles, ont été observées sur un résidu de la face interne. En l'absence de référentiel tracéologique, il n'est pas possible de certifier que ce sont des coups de pinceau d'application de la matière colorante (figure 124 e).

---

48. Ces dernières sont traitées au titre 4.3.3.4. de ce chapitre.





**Figure 124.** *Micrographies de résidus de peinture sur la face interne du tesson JVP-VG-Céram-63 (clichés J.-V. Pradeau).*

À plus fort grossissement, on remarque qu'ils sont constitués (i) en surface, d'un réseau de petits cristaux fins nanométriques (figure 124 d) et (ii) à cœur, d'amas de grains plus globuleux de quelques micromètres (figure 124 b ; figure 125 c).

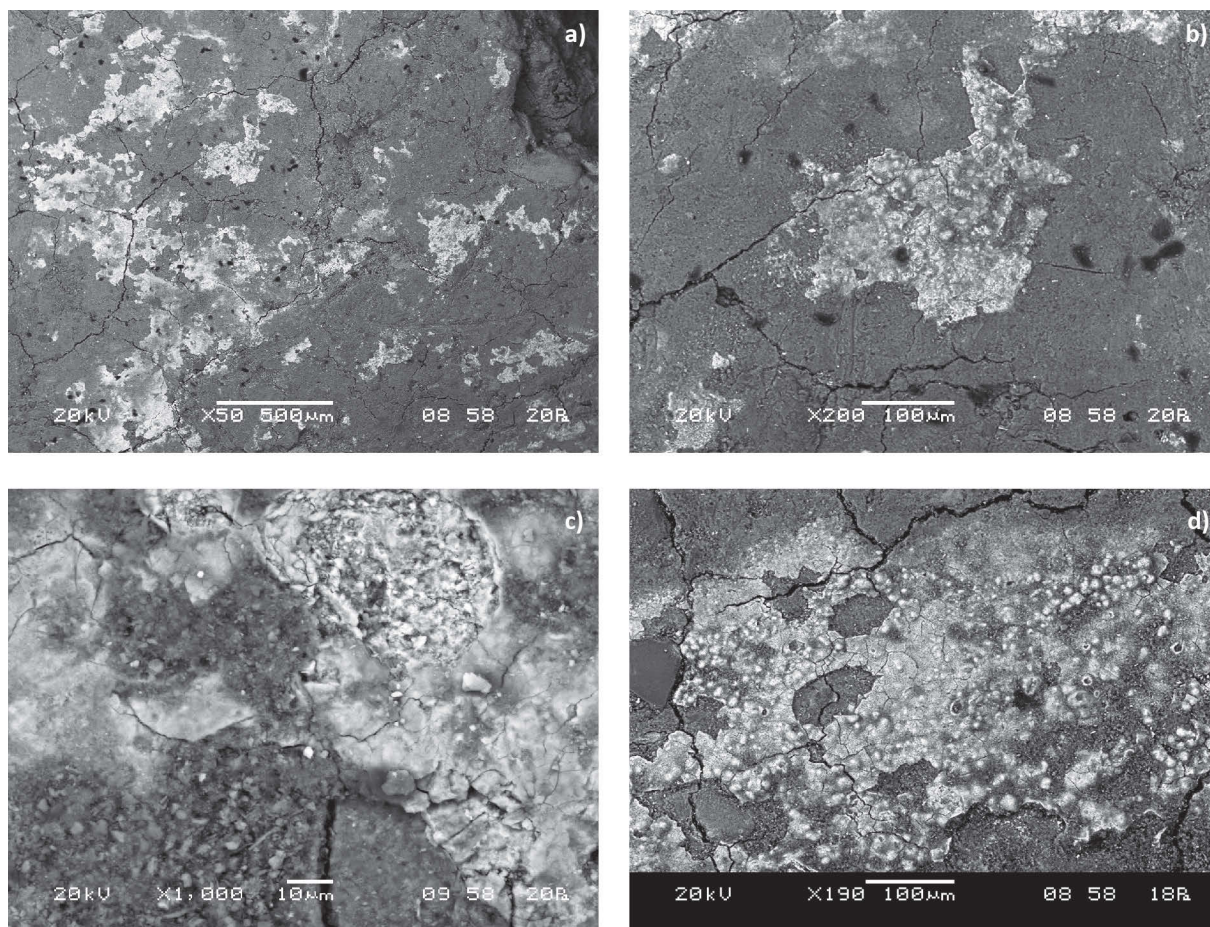
Certaines zones de la pâte céramique sont brun-noir à l'œil nu ; des particules de carbone de 10 µm environ sont observées au MEB (figure 125 a). Des grains blancs de zircon sont ponctuellement repérés près des résidus, mais ils sont probablement inclus dans le matériau céramique, car ils ne sont



jamais observés dans les résidus et le zirconium n'est pas détecté dans les différentes petites aires de matière colorante analysées (figure 125 b ; annexe V, tableau 65).

L'application volontaire d'un matériau colorant non cohérent et l'utilisation d'un liant sont donc quasi certaines sur les deux faces du tesson. La nature de la matière première ne peut pas être confirmée avec les méthodes d'investigation employées. Cependant, on peut comparer les résultats analytiques de ce tesson au corpus de matières premières qui lui sont associées. Dans la structure 7, les bauxites parallochtones et les altérites de roche carbonatée glauconieuses sont les deux gammes majoritaires. Les résidus orangés du tesson 63 contiennent du fer, de l'argile et du titane à l'état de trace ou minoritaire ; le calcium est minoritaire aussi. Cette comparaison tend à rapprocher la composition des résidus de celle des bauxites.

Cependant, la morphologie des résidus archéologiques (couche fine, étendue verticale et horizontale uniformes sur l'ensemble du tesson) ne correspond pas à celle des aplats rouges expérimentaux obtenus lors du brunissage au bloc de bauxite sur pâte verte. La coloration par brunissage, suggérée par Cédric Lepère, peut donc être écartée pour le tesson JVP-VG-céram-63.



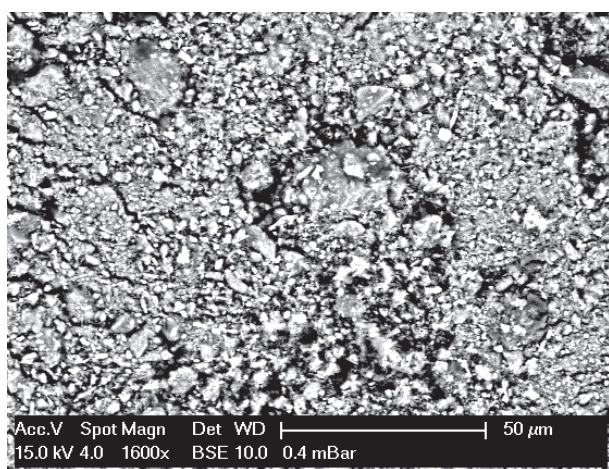
**Figure 125.** *Micrographies de résidus de peinture sur la face externe du tesson JVP-VG-Céram-63 (clichés J.-V. Pradeau).*

#### IV.4.3.2.3. Incrustations blanches

Vingt-sept tessons ont été inventoriés, au titre des incrustations blanches repérées dans les décors gravés ou excisés (Binder *et al.*, 1994) (annexe IV, tableau 57). Ces décorations ont fait l'objet d'investigations par observations méso- et microscopiques, par analyses élémentaires EDS et structurales en microspectroscopie Raman.



**Figure 126.** Photographie d'un décor gravé rehaussé d'incrustation de matière blanche sur le tesson JVP-VG-Céram-45 (cliché J.-V. Pradeau).



**Figure 127.** Micrographie des incrustations blanches du tesson JVP-VG-Céram-41 (cliché J.-V. Pradeau).

Point ciblé	C	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Fe	O
Pâte blanche	20,3		0,9	2,8		0,2	13,6	0,4	62
Pâte céram.	15,6	0,6	2,7	11,1	0,2	0,7	3,1	2	64
Pâte blanche	20,6		0,7	2,4		0,2	14,1	0,3	62
Pâte céram.	12,4	0,8	3,5	13,4	0,2	0,9	3,1	2,1	64

**Tableau 40.** Résultats des analyses EDS sur le tesson JVP-VG-Céram-41.

L'examen sous loupe binoculaire a permis de voir que la surface céramique des parties gravées n'est pas systématiquement noire (figure 126). Cette observation tend à faire penser que ces parties n'ont pas subi l'étape de réduction et donc, qu'elles devaient être recouvertes de matière blanche avant les étapes qui ont obscurci la pâte. Il est intéressant de remarquer que cette conclusion a déjà été proposée sur les séries italiennes (cf. titre 2.4.2.1. du premier chapitre ; Angeli *et al.*, 2006, p. 6).

En microscopie électronique à balayage, l'imagerie en contraste chimique s'est révélée peu efficace pour discerner le résidu blanc de la pâte. Cette difficulté a été levée en combinant avec l'imagerie en contraste topographique. Les résidus sont constitués de grains qui n'excèdent pas les 5 µm. Quelques fragments anguleux de 10 à 30 µm sont observés (figure 127).

D'après l'analyse EDS couplée, la partie céramique est composée majoritairement d'aluminium et de silicium (ratio de 1 pour 4 environ) ; les éléments magnésium, phosphore, potassium, calcium et fer sont aussi détectés (tableau 40). Dans la partie correspondant à l'incrustation blanche, on remarque que la teneur de tous les éléments diminue, à l'exception de celle du calcium et du carbone. Ce carbonate de calcium est, d'après la spectroscopie Raman appliquée aux tessons 41 et 43, la calcite CaCO<sub>3</sub>. Le fait que les taux en magnésium, phosphore, aluminium, silicium, potassium et fer restent proportionnels en EDS suggère qu'aucun minéral n'a été ajouté à la calcite – l'ajout de quartz aurait augmenté le taux de Si par exemple.



L'étude de la matière blanche incrustant les décors céramiques gravés de Giribaldi permet de proposer quelques éléments technologiques. Cette poudre est obtenue à partir de calcite, sans ajout d'un autre minéral. Elle a probablement été appliquée dans le décor avant cuisson.

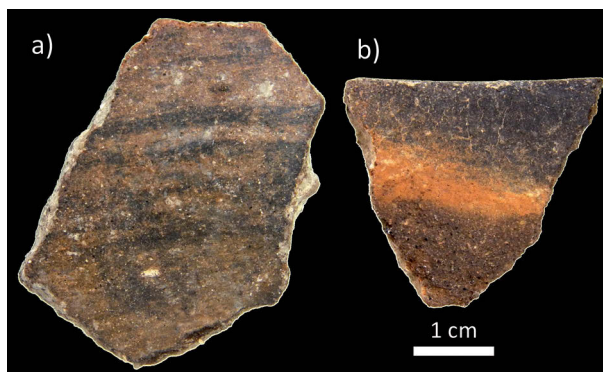
#### IV.4.3.2.4. Bandes et aplats noirs

Des bandes et aplats noirs ont été observés sur onze tessons à pâte claire – rouge, beige ou « poil-de-chameau » (annexe IV, tableau 57). En observation macro- et mésoscopique, les zones noires et « naturelles » paraissent nettement distinctes et structurées en bandes régulières (figure 128).

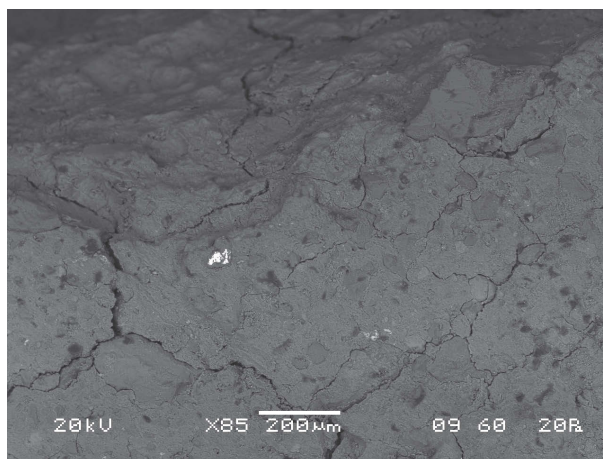
Cinq échantillons ont été étudiés par microscopie électronique à balayage, EDS et microspectroscopie Raman : JVP-VG-Céram-49, 51, 61, 66 et 67.

En imagerie en contraste chimique, la surface observée paraît uniforme : il n'a pas été possible de mettre en évidence une distinction nette, à l'exception de quelques grains noirs – donc composés d'éléments très légers. L'analyse en spectroscopie Raman des résidus noirs du tesson 51 révèlent la présence de carbone d'origine organique.

Il faut remarquer que l'étude en MEB-EDS a cependant permis d'identifier, dans la pâte du tesson 49, un grain blanc composé de phosphore et de lanthanides : lanthane, cérium, néodyme, samarium et gadolinium (figure 129 et tableau 41). Ce grain de monazite présente une composition semblable de ceux qui se composent les blocs de grès psammitiques permians (cf. titre 3.1.2. de ce chapitre). Cependant, l'étude pétrographique des céramiques a montré que de nombreuses roches ont été mobilisées, dont des terres d'altération de roches plutoniennes ou métamorphiques provenant de l'Argentera-Mercantour, des Maures ou de l'Estérel (Binder, 2004a, p. 34). Ces géomatières sont susceptibles de contenir de la monazite.



**Figure 128.** Photographies de tessons portant des résidus de peinture noire (clichés J.-V. Pradeau) ;  
a : JVP-VG-Céram-49 ;  
b : JVP-VG-Céram-67.

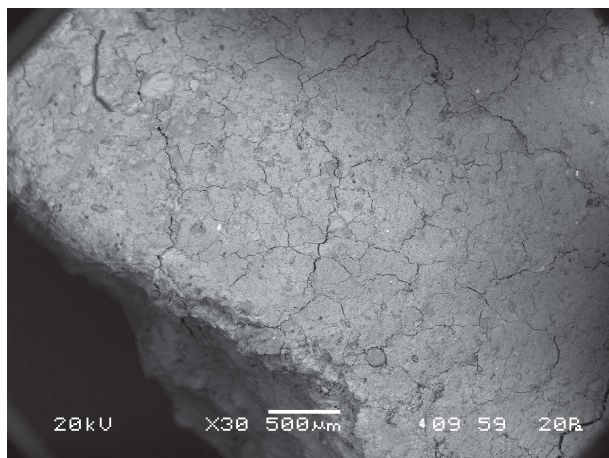


**Figure 129.** Micrographie d'un grain de monazite repéré sur le tesson JVP-VG-Céram-49 (cliché J.-V. Pradeau).

Point ciblé	C	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Fe	La	Ce	Nd	Sm	Th	0
Grain blanc	17		0,2	1,9	5,8	3,9	0,3	0,5	0,1	0,3	0,9	1,8	0,6	0,1	0,1	66
Pâte céram.	12	0,3	0,9	5,1	14,6		0,8	0,4	0,1	1,2						64

**Tableau 41.** Analyse EDS d'un grain de monazite sur le tesson JVP-VG-Céram-49.





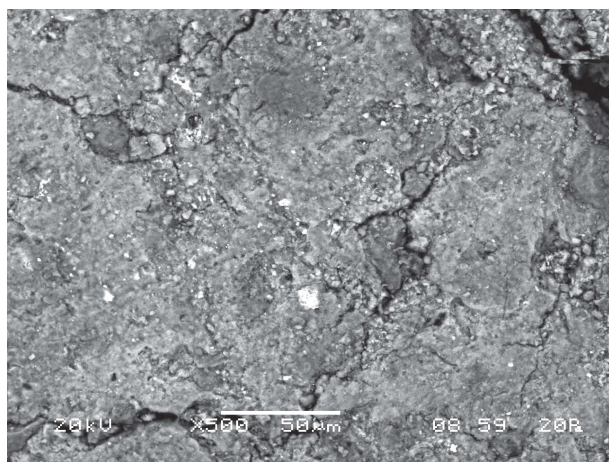
**Figure 130.** *Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-67 ; les zones noire et rouge ne présentent aucun caractère distinctif sur cette vue générale (cliché J.-V. Pradeau).*

Le tesson JVP-VG-Céram-67 présente une bicolouration noire (pâte) et rouge (bande horizontale aux détours estompés). L'observation à l'œil nu sous loupe binoculaire ne permet pas de mettre en évidence une présence de résidu (peinture ou poudre) : il n'y a aucune différence de texture ou d'homogénéité entre la zone rouge et les zones noires. Ce constat s'étend aux observations sous microscope électronique (figure 130). Nous pouvons avancer l'hypothèse que ce tesson est issu d'une céramique qui a été traitée en vue de l'obscurcir (cuisson réductrice). La partie rouge pourrait résulter de mauvaises conditions de traitement (contact avec une autre céramique).

#### IV.4.3.2.5. Inclusions rouges macroscopiques

Les observations à échelles macro- et mésoscopique ont fréquemment permis de repérer dans les pâtes céramiques des inclusions, dont l'aspect (couleur rouge) ou la composition (éléments lourds, en particulier le fer) laissent à penser qu'elles pourraient provenir de matières colorantes. Vingt et un tessons présentent cet aspect (annexe IV, tableau 57). Les échantillons JVP-VG-Céram-67 et 68 ont été choisis pour un examen plus poussé.

Au microscope électronique à balayage, de nombreuses inclusions blanches sont observées au sein de pâtes rouges, comme celle dont est constitué le tesson JVP-VG-Céram-67, (figure 131). Ces grains de 5 à 50 µm sont principalement composés d'oxy(hydroxy)des de fer, très probablement l'hématite (tableau 42).



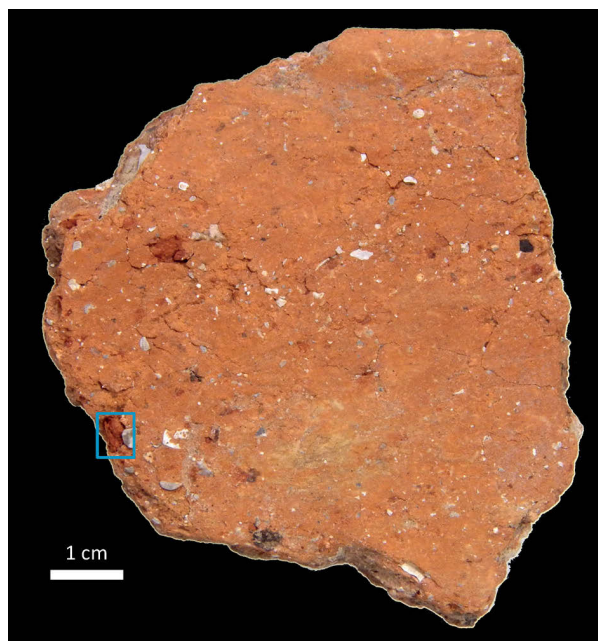
**Figure 131.** *Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-67, vue d'un grain blanc (cliché J.-V. Pradeau).*

Point ciblé	C	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Fe	O
Grain blanc	7	0,4	1,8	5,0		0,2	0,4	0,1	28,2	57
Pâte céram.	11	0,6	2,9	16,4		0,3	1,2		2,9	64
Grain blanc	22	0,3	0,8	4,6	0,1	0,2	0,3		8,9	63
Pâte céram.	13	1,0	2,8	14,5	0,1	0,7	0,6		2,7	64

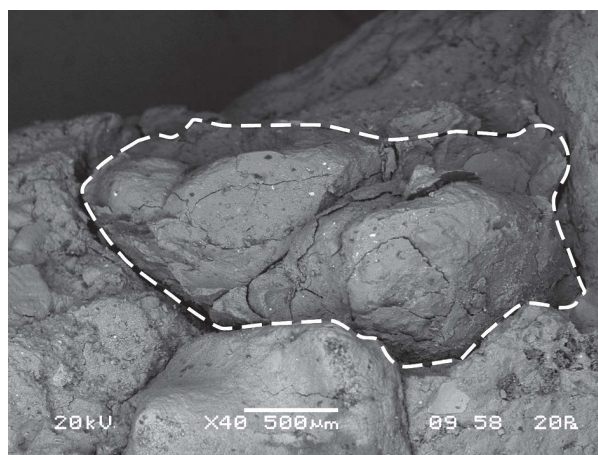
**Tableau 42.** *Résultats des analyses EDS sur le tesson JVP-VG-Céram-67.*

Le matériau céramique qui constitue le tesson JVP-VG-Céram-68 est une pâte orangée, dans laquelle on observe aisément à l'œil nu des inclusions blanches et rouges de l'ordre de plusieurs centaines de micromètres, voire du millimètre (figure 132). D'après les investigations MEB-EDS, les inclusions rouges ont un aspect roulé ; leur composition globale ne diffère pas de celle de la pâte céramique. Elles contiennent elles-mêmes des inclusions blanches en imagerie en contraste chimique, qui se révèlent riches en fer, avec du titane, du phosphore et un peu de manganèse (figure 133 et tableau 43).

Les inclusions rouges présentes dans la pâte du tesson 68 sont donc des fragments de matériau céramique ; ce matériau contient des oxydes de fer soit diffusés dans la pâte, soit sous forme de fragments micrométriques, qui lui donne cette couleur rouge. Jean-Claude Echallier a identifié un type de dégraissant similaire à Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard et l'a qualifié de « proto-chamotte » (Echallier, 1991).



**Figure 132.** Photographie du tesson JVP-VG-Céram-68 (cliché J.-V. Pradeau) ; en bleu, la zone observée sur la figure 133.



**Figure 133.** Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-68 (cliché J.-V. Pradeau) ; en pointillés, l'inclusion rouge.

Point ciblé	C	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Mn	Fe	O
Grain blanc	12	0,3	2,8	5,7	0,2	0,2	4,8	0,1	0,1	14,6	60
Grain blanc	13	0,4	2,0	4,3	0,2	0,1	1,8	0,2	0,1	19,3	59
Grain blanc	15	0,3	2,6	4,8	0,3	0,1	1,4	0,1	0,1	14,7	61
Grain blanc	14	0,4	4,1	8,0	0,2	0,2	0,8	0,2	0,1	9,4	62
Inclusion	10	0,6	6,3	15,3	0,0	0,6	0,9	0,1		1,4	64
Pâte céram.	12	0,8	6,8	12,4	0,1	0,4	0,8	0,1		2,3	64

**Tableau 43.** Résultats des analyses EDS de grains et de l'inclusion rouge sur le tesson JVP-VG-Céram-68.

#### *IV.4.3.2.6. Le bloc de matière colorante, un outil ?*

Les facettes finement striées des blocs de bauxite allochtone ont conduit à la proposition que ceux-ci auraient pu servir d'outil de traitement de surface afin de combiner brunissage et coloration de la céramique. L'aspect des stigmates portés par les blocs de bauxite archéologiques a été décrit précédemment (cf. titre 4.2.1.1. de ce chapitre).

Une expérimentation a été mise en œuvre pour tester le bien-fondé de cette hypothèse (annexe III). Cette action technique s'avère effectivement possible. Cependant, les traces qui en résultent ne correspondent pas à celles que portent les blocs archéologiques. Les blocs-brunissoirs expérimentaux de Jouques et de Villecroze<sup>49</sup> portent des facettes plano-convexes au contour adouci par le geste « gommant ». Celles de Giribaldi sont planes à contour franc.

L'abrasion de plaque en pâte sèche ou cuite et l'incrustation ont bien produit ce type de traces sur les blocs expérimentaux, mais la dégradation de la surface céramique infirme l'existence de ces actions techniques (annexe III, figure 148).

L'utilisation de la bauxite en tant qu'outil semble donc, pour l'occupation chasséenne de Giribaldi, infirmée. Pourtant, les nombreuses imbrications possibles entre la sphère céramique et celle des matières colorantes, ajoutées à leur fréquente association au sein des assemblages néolithiques<sup>50</sup> justifient la nécessité de poursuivre à la fois le défrichage expérimental ainsi que la recherche de ces interactions sur le matériel archéologique.

#### *IV.4.3.3. De l'Impressa au Chasséen, bilan sur l'interaction entre céramique et matières colorantes*

Il paraît difficile de se lancer dans une description diachronique des dynamiques à l'œuvre dans l'interaction céramique/matière colorante avec, d'une part, quatre formes quasi-entières pour plus d'un millénaire (Pendimoun) et, d'autre part, plusieurs dizaines de tessons qui proviennent vraisemblablement d'autant de vases pour environ cinq siècles (Giribaldi).

On remarque cependant une complexification progressive. D'un point de vue strictement technique, on passe graduellement, pour les colorations rouges, de simples aplats de poudre répartis irrégulièrement sur les panses (Pendimoun, Impressa et Cardial), à une coloration complexe par incorporation à la pâte de poudre répartie par brunissage (Pendimoun, VBQ), puis à de fins aplats de peinture (Giribaldi, Chasséen ancien). En outre, les peintures rouges de Giribaldi cohabitent avec d'autres types de colorations : incrustations de matière blanche dans des décors sur pâte sombre, peintures noires.

---

49. Les propriétés physique de ces deux géomatères sont proches de celles de la bauxite importée à Nice – Giribaldi.

50. Baudinard – Grotte C, Baux-de-Provence – Escanin 2, Mazan – Plein Panier, Salernes – Fontbrégoua, Trets – Terres-Longues entre autres (Lepère, 2009).

#### **IV.4.4. Fonctions et utilisations : matières colorantes et supports en calcaire**

##### *IV.4.4.1. Pendimoun : rôle symbolique, le cas du bloc AP41689*

###### *IV.4.4.1.1. Étude des résidus de matière colorante*

Le bloc AP41689 est remarquable car il a servi de support pour représenter un visage anthropomorphe par sculpture et gravure. Les grandes dimensions de cet objet proscrivent l'utilisation de l'appareillage MEB employé au cours de ce travail. Il n'a donc pas été possible d'appréhender la micromorphologie et la composition élémentaire des pigments de ce bloc sculpté selon le protocole employé par ailleurs sur les blocs de matière première et sur les résidus sur céramiques. L'emploi d'un appareillage portable de fluorescence des rayons X a été envisagé. Cette méthode est pleinement efficace lorsque la surface analysée est plane, exempte de pollutions et d'un diamètre de 2 à 10 millimètres environ, suivant les appareillages. Ces conditions ne sont pas réunies : les résidus rouges comme jaunes ont rarement un diamètre supérieur à 2 mm ; ils se trouvent souvent dans les anfractuosités du bloc calcaire et sont encore partiellement recouverts de sédiment (figure 134).

Dans le cadre des contraintes de temps imposées pour ce travail, les pigments du bloc AP41689 ont essentiellement été appréhendés par observations macro- et mésoscopiques et par analyses structurales en microspectroscopie Raman.

###### *IV.4.4.1.1.1. Répartition spatiale et morphologie des résidus*

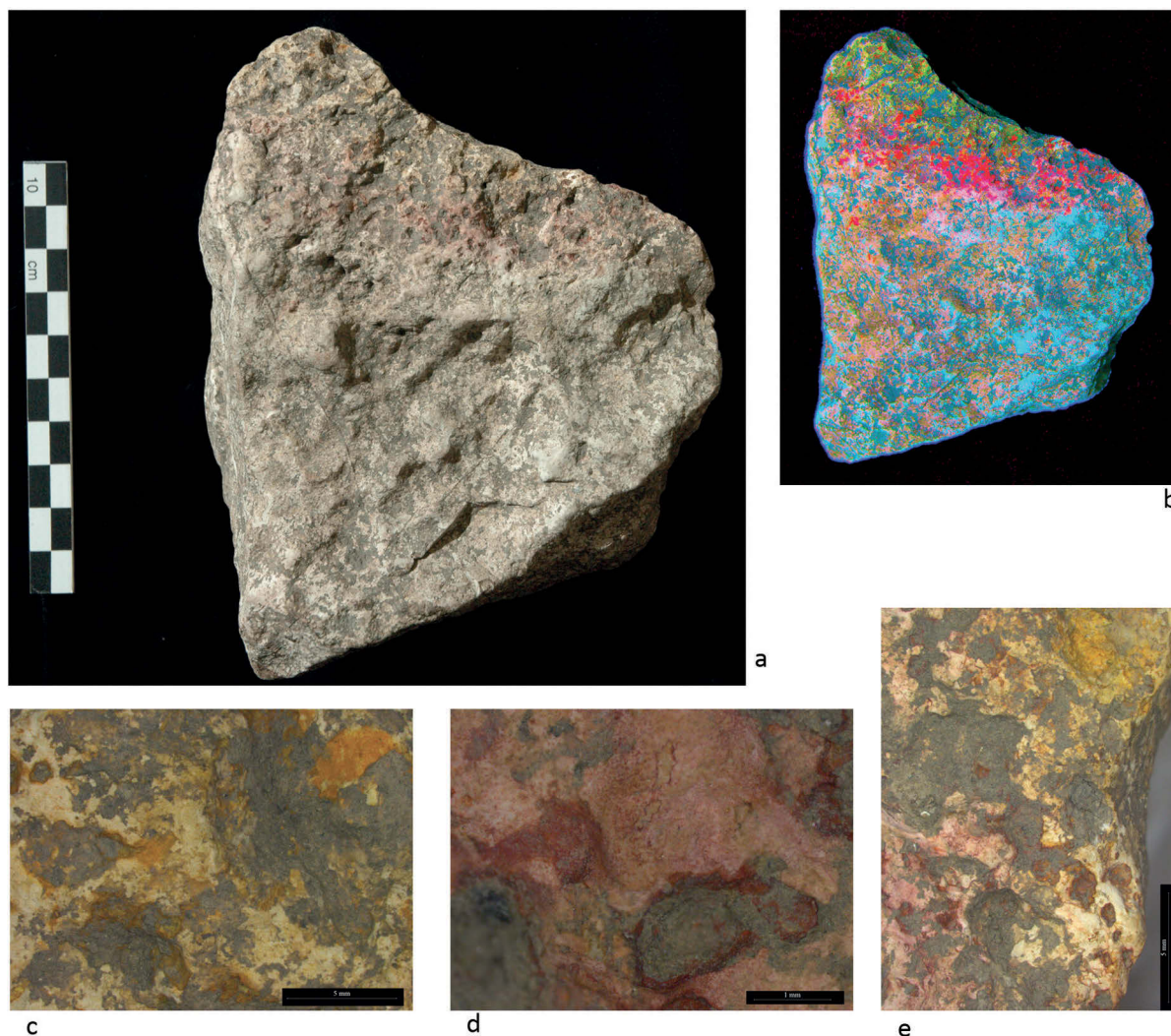
L'aspect des résidus colorants ainsi que leur répartition spatiale ont été renseignés par des observations sous microscope, en collaboration avec Sylvie Beyries et Didier Binder. Sur la face avant, des résidus ténus, sauf précision contradictoire rouges, sont repérés, de haut en bas :

- sur le front, sur la partie droite ;
- au centre du front, près de l'arête avec la face supérieure et au bord de l'incision ; ces résidus sont jaunes ;
- sur la partie extrême droite du front, cette dernière étant le débordement de la face gauche, qui est la plus colorée ;
- sur la pommette gauche, près de l'arête ;
- dans la partie droite, sous le nez et dans la partie gris-brun ;
- dans la partie qui, sous l'incision horizontale de la bouche, correspondrait au menton. Les traces rouges sont observées dans la partie granuleuse gris-brun, au bord et dans l'incision.

D'après ces observations, la coloration du bloc a eu lieu après les étapes de mise en forme par sculpture et par gravure.

Sur le tiers haut de la face gauche, les matières colorantes se distribuent clairement selon deux bandes moyennes jaune et rouge (figure 134 b). Ces bandes d'environ deux centimètres de large s'étirent sans discontinuité d'un bord à l'autre. Des résidus sont conservés dans les anfractuosités. Ils ont l'aspect non pas d'un amas de poudre, mais d'une couche bien cristallisée d'épaisseur constante –





**Figure 134.** Photographies du bloc AP41689 (clichés Sylvie Beyries, d'après Binder et al., 2014, p. 11) ;  
a : vue générale de la face gauche ;  
b : traitement numérique avec DStretch pour faire ressortir la répartition des résidus rouges et jaunes ;  
c : résidus de goethite sur la face gauche ;  
d : résidus d'hématite sur la face gauche, qui épousent le relief du support ;  
e : interface entre les deux bandes colorées de la face gauche, où l'hématite se superpose à la goethite.

environ cent micromètres (figure 134 d). Cette observation laisse à penser que la matière colorante a été appliquée sous forme de peinture<sup>51</sup>.

L'interface entre les deux bandes est faible : deux à trois millimètres. Les résidus de la bande rouge sont systématiquement superposés à ceux de la bande jaune, ce qui permet d'affirmer qu'elle a été déposée après cette dernière (figure 134 e).

Aucun résidu coloré n'a été identifié sur la face droite ni sur l'enlèvement de la face supérieure, malgré la présence (i) de résidus rouges sur la partie droite du visage et (ii) de résidus jaunes sur le front aux abords de l'arête avec la face supérieure.

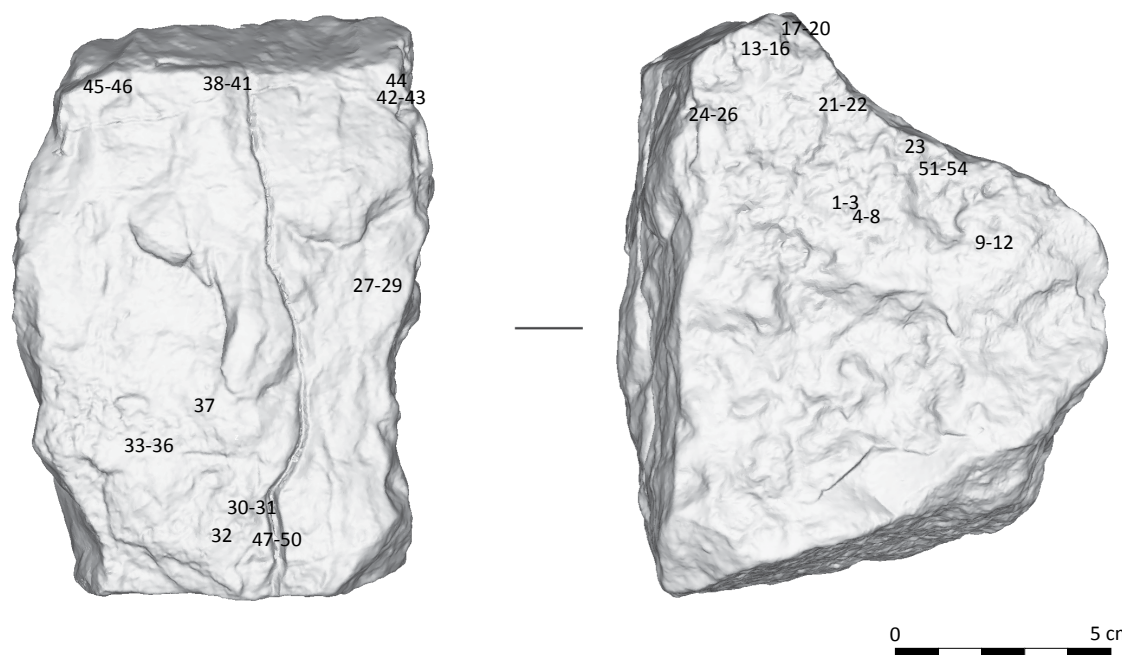
51. L'application de poudre aurait probablement fermé uniformément les creux. Les modalités de dépôt de la matière colorante non cohérente en fonction de son état (poudre, peinture) et de sa composition (type de liant et de charges) doivent faire l'objet d'expérimentations.

*IV.4.4.1.1.2. Caractérisation physico-chimique des résidus*

La caractérisation physico-chimique a porté sur des analyses structurales par micro-spectroscopie Raman. En tout, cinquante-quatre acquisitions ont été menées, réparties ainsi (figure 135 et annexe V, tableau 66) :

- trente sur la face gauche soit :
  - ◇ quinze analyses différentes sur la bande jaune ;
  - ◇ quinze analyses différentes sur la bande rouge ;
- vingt-quatre sur la face visage soit :
  - ◇ trois analyses des résidus rouges sous l'œil gauche ;
  - ◇ deux analyses des résidus rouges près l'incision verticale sous la bouche ;
  - ◇ deux analyses de la concrétion brune du menton et des joues ;
  - ◇ trois analyses des résidus rouges présents sur cette concrétion ;
  - ◇ une analyse de la coloration rosée entre la bouche et le nez ;
  - ◇ quatre analyses des résidus jaunes au milieu du front ;
  - ◇ trois analyses des résidus (deux rouge, un jaune) sur la tempe gauche ;
  - ◇ deux analyses des résidus rouges sur la tempe droite ;
  - ◇ quatre analyses des résidus rouges dans l'incision.

Pour certaines acquisitions de zones où le résidu est tenu (acquisitions 9, 18, 20, à 23, 31 à 37), le spectre obtenu est dominé par la calcite ou le carbone amorphe. Ce dernier provient vraisemblablement des micro-charbons présents dans le sédiment qui emballait le bloc (cf. titre 1.1.4.1. de ce chapitre). La présence de calcite et de carbone amorphe va parfois de pair avec une fluorescence importante (acquisitions 21 et 22). En fonction des zones analysées (matière constitutives du bloc ou concrétion



**Figure 135.** Zones analysées par microspectroscopie Raman sur le Bloc 41689.



brune), la calcite présente différents états de minéralisation. Le minéral chromogène est cependant bien identifié dans la plupart des cas. L’hématite est caractérisée par ses pics à 220, 287 et 405  $\text{cm}^{-1}$  dans les résidus rouges et rosés. Les résidus jaunes sont constitués de goethite, dont les pics sont à 300, 390, 480 et 552  $\text{cm}^{-1}$ . L’anatase a été bien identifiée une fois par sa bande à 142  $\text{cm}^{-1}$  sur la face gauche, dans la bande rouge (annexe V, tableau 66).

#### IV.4.4.1.2. Interprétations

Le bloc 41689 se présente comme un *unicum* à plus d’un titre. Au sein du modèle de diffusion du package néolithique du Levant jusqu’à la Méditerranée occidentale, la raréfaction voire l’absence des aspects symboliques au-delà de la Grèce – en particulier les représentations anthropomorphiques – posait problème (Binder *et al.*, 2014, p. 1). Le visage sculpté de Pendimoun constitue un jalon inédit. Si l’exécution est sommaire, la morphologie des yeux évoque celle des représentations aux yeux en grains de café du Néolithique du Proche Orient (Binder *et al.*, 2014, p. 12 ; Cauvin, 1997, p. 154 et 202 par exemple). Par ailleurs, la mise en évidence d’une coloration jaune doit être soulignée dans un contexte où le rouge est la teinte la plus documentée, y compris sur représentations anthropomorphiques (Mioč *et al.*, 2004, p. 846 ; Gajic-Kvasec *et al.*, 2012, p. 1029).

Le bloc peut être considéré comme une véritable sculpture, élaborée pour tenir dressée lorsqu’elle est posée sur sa face inférieure piquetée, ce qui suggère qu’il était dédié à être exposé (Binder *et al.*, 2014, p. 11). Les éléments anatomiques du visage sont uniquement positionnés sur la face avant (visage). La bichromie rouge et jaune accentue l’aspect visuel de l’ensemble de la composition<sup>52</sup>. Elle permet de souligner certains éléments (visage en rouge) et d’en figurer d’autres (possible bandeau ou chevelure en jaune). La combinaison de plusieurs techniques (piquetage, taille, gravure, peinture, etc.) implique la maîtrise de plusieurs savoir-faire ainsi qu’une élaboration complexe – et donc une réflexion du projet avant sa mise en œuvre.

Les pigments employés sont exclusivement des oxy(hydroxy)des de fer : l’hématite et la goethite. Les petites différences d’intensité observées doivent être attribuées à l’état des zones analysées – amas épais ou traces fugaces. Les trois gammes de géomatières introduites à Pendimoun sont aptes à fournir une poudre jaune ou rouge (cf. titre 2.1. de ce chapitre). Ainsi, si les marcassites oxydées et les altérations de roche glauconieuse diffèrent par leurs propriétés physiques, les spectres d’hématite et de goethite des unes et des autres diffèrent peu de ceux des résidus du bloc sculpté. Il s’agira donc, à l’avenir, d’exploiter d’autres méthodes d’investigation, comme le cortège d’éléments traces, pour rattacher les résidus rouges et jaunes à l’une ou l’autre des matières premières.

En observations macro- et mésoscopiques, la calcite et le carbone amorphe sont observés indépendamment des résidus rouges et jaunes – la première constitue le support et des veines de minéralisations plus récentes – le second peut être rapproché des micro-charbons du sédiment qui emballait le bloc. De plus, ces deux composés et l’anatase ne sont pas systématiquement identifiés

---

52. La teinte du support calcaire a peut-être aussi été exploitée au sein d’un schéma trichromique rouge-jaune-blanc. Ce dernier point est difficile à vérifier car l’étude de la répartition spatiale des résidus est contrariée par l’état de conservation de ces derniers.

dans les résidus, ce qui confirme que leur présence ne doit pas être interprétée comme une charge naturelle ou anthropique des matières colorantes.

On peut émettre l'hypothèse, d'après les résidus observés sur l'arête du front et de la tempe droite, que la face supérieure était colorée de jaune et que la face droite était au préalable parallèle à celle de gauche et colorée selon des modalités identiques. Selon cette hypothèse, les enlèvements par percussion subis par ces faces auraient donc eu lieu après la coloration. L'ensemble des déductions faite d'un simple examen macro et mésoscopique des matières colorantes permet de proposer, pour le bloc 41689, l'enchaînement suivant. Le bloc a été préparé par piquetage et enlèvements pour produire un parallélépipède rectangle rudimentaire. Plusieurs éléments anatomiques d'un visage ont été mis en forme par gravure et par sculpture sur une face plane, en mettant à profit les reliefs naturels. La faille verticale présente sur la face avant a été faite à l'aide d'une lame, pour former une profonde cicatrice en zigzag sur l'ensemble du visage.

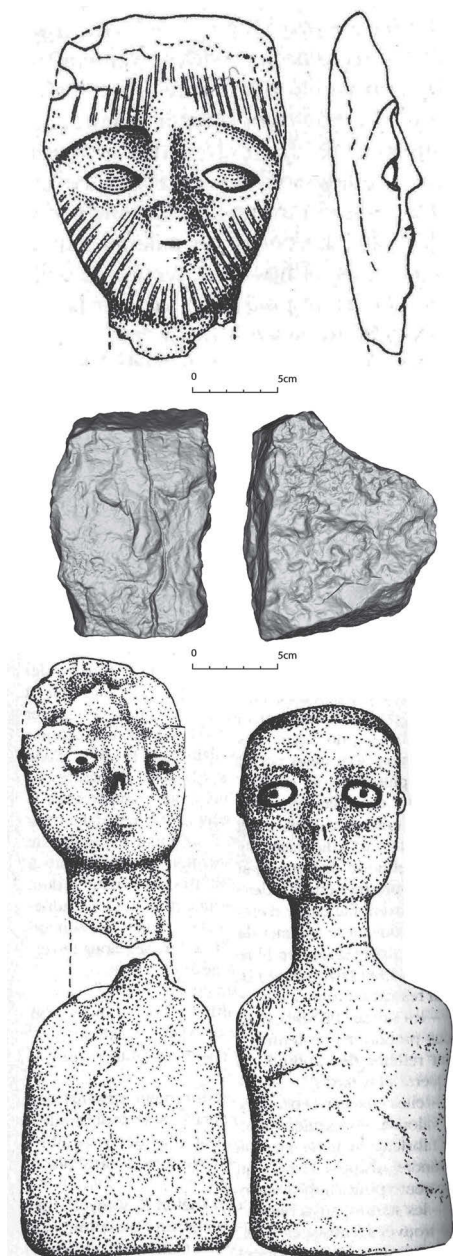
Les différentes faces (droite, supérieure, gauche et visage) ont été colorées par aplats de peinture en deux étapes : d'abord jaune, par une bande dans leur partie supérieure (faces gauche, visage et peut-être droite) ou peut-être dans leur totalité (face supérieure) ; une coloration rouge ensuite, en bande (faces gauche et peut-être droite) ou dans leur quasi-totalité (visage). Enfin, le bloc a été repris pour une série d'enlèvements depuis le visage vers l'arrière, sur les faces droite et supérieure.

Par ses éléments en relief présents uniquement sur la face avant et sa bichromie sur trois voire quatre faces, le bloc 41689 est donc à mi-chemin entre le bas-relief et la ronde bosse. Le sujet représenté est un visage anthropomorphique aux yeux clos, dont plusieurs parties (bouche, paupières, visage dans son ensemble) sont parcourues de stries verticales fines ou en zigzag large (Binder *et al.*, 2014, p. 11). Les modalités de manipulation et d'utilisation auxquelles il a été soumis ont évolué au cours du temps : (i) il a d'abord été mis en forme et coloré, puis exposé ; (ii) dans un second temps, il subit des modifications importantes par percussion et a finalement été abandonné.

Des comparaisons stylistiques et des hypothèses de fonctionnement ont été formulées dans la publication dédiée à cet objet singulier, pour lequel le terme de « masque » a été proposé<sup>53</sup> (Binder *et al.*, 2014, p. 14). Nous livrons ici une restitution de ces interprétations, auxquelles nous ajoutons des données et des pistes de réflexions fondées sur les matières colorantes.

Tant d'un point de vue spatial que diachronique, on dispose de peu d'équivalents (Binder *et al.*, 2014, p. 11). Le Néolithique acéramique puis céramique du Levant livre les éléments de comparaison les plus probants, au PPNA puis au PPNB. La représentation anthropomorphique est considérée par Cauvin comme le marqueur d'une prise de conscience de supériorité de l'homme sur les autres espèces. Cette « révolution des symboles » constitue un tournant qui contribue à l'émergence rapide de l'économie de production ; dès lors, la figure anthropomorphique (féminine ou masculine) est fréquemment mise en évidence dans les différentes complexes culturels PPN du Proche-Orient, et considérée comme l'un des phénomènes caractéristique du *package* néolithique (Binder *et al.*, 2014, p. 12). Le bloc de Pendimoun entretient des similitudes stylistiques fortes avec ces représentations

53. Employé dans le sens suivant : « terme de peinture et de sculpture ; visage séparé du corps, dont les traits sont ordinairement chargés, et que l'on met parfois dans les ornements de ces deux arts » (Littre, d'après Binder *et al.*, 2014, p. 14).



**Figure 136.** Comparatif de masques peints du Néolithique ancien (Cauvin, 1997, p. 154) ; en haut : Jéricho ; au centre : Pendimoun ; en bas : Aïn Ghazal.

(figure 136) : exécution plus ou moins sommaire, face en ellipse tronquée, disposition en T des éléments anatomiques sur un visage plat ou peu accentué (Cauvin, 1997, p. 150-155). À Aïn Ghazal (Jordanie, PPNB moyen), vingt-deux statues – bustes ou corps entiers – en chaux ont été retrouvées au fond d'une fosse. Certaines, composées d'une base large, semblaient destinées à être exposées (figure 101 ; Rollefson, 1983, p. 30-33 ; 2002 ; Tubb, 1985).

Il faut aussi remarquer que ces dernières sont parfois rehaussées par l'usage de la polychromie : Nahal Hemar (Israël, PPNB) a livré des têtes en os dont la chevelure est soulignée en bitume noir, les yeux de chaux blanche, le visage de diopside<sup>54</sup> verte et le corps de bandes rouge orangé (Bar-Yosef, 1985, d'après Cauvin, 1997, p. 150) ; à Jéricho (Palestine, PPNB moyen), un visage aux yeux en amandes porte des traits verticaux interprétés comme une barbe (figure 101 : Garstang et Garstang, 1940, d'après Cauvin, 1997, p. 154). Les yeux clos du masque de Pendimoun évoquent aussi les crânes surmodelés<sup>55</sup> et peints du Proche-Orient et les figurines aux yeux en grain de café de Grèce – les premiers étant retrouvés exposés en contexte d'habitat ou dans des fosses (Rollefson, 1983, p. 34-36 ; Cauvin, 1997, p. 156-158 ; Perlès, 2001, p. 57-59 ; Stordeur, 2003 ; Stordeur et Khawam, 2007). À Tell Aswad et à Tell Qarassa, les crânes surmodelés sont sous-représentés ou inexistant par rapport aux squelettes acéphales et côtoient de petites têtes sculptées ou des visages aux yeux clos sur baguette en os, interprétées comme des avatars de ceux-ci (Helmer *et al.*, 2004 ; Ibáñez *et al.*, 2014).

La restitution du fonctionnement de ces différents objets (bustes, crânes surmodelés et peints) montre une tendance à l'exposition dans les habitats, au sein de la sphère du quotidien. Les crânes surmodelés et leurs avatars sont

54. Silicate de cuivre de formule  $CuSiO_3$ .

55. Les crânes surmodelés représentent un des traits caractéristiques du PPNB moyen du Levant sud ; six sites en ont livré : Tell Ramad, Tell Aswad, Beisamoun, Kfar Hahoreh, Jéricho, Aïn Ghazal. Les sites ayant livré des squelettes acéphales, qui témoignent de pratiques analogues, sont plus nombreux – ils côtoient parfois des squelettes entiers, d'où une sélection et non un traitement uniforme (Cauvin, 1997, p. 154). Prélévés sur des cadavres à un état de décomposition avancée ou totale, les crânes sont recouverts sur la face et les tempes de chaux modelée pour représenter un visage, sommaire ou réaliste. Les yeux sont clos ou représentés à l'aide de coquillages ou de chaux. Des matières colorantes rouges et du bitume noir rehaussent la « peau » et le trait des paupières ou la pupille des yeux.

Si tous les morts ne sont pas éligibles au prélèvement et au surmodelage du crâne, le phénomène revêt tout de même d'un aspect collectif : les crânes sont souvent retrouvés groupés soit sur des banquettes ou à même le sol dans les habitations – les auteurs y voient un exercice de mémoire –, soit dans des fosses sous des bâtiments – auquel cas ils sont interprétés comme un dépôt de fondation (Stordeur et Khawam, 2007).



interprétés comme des médiums de souvenir d'ancêtres familiaux – s'ils sont seuls dans une habitation – ou liés à la communauté – s'ils sont rassemblés sous un bâtiment d'usage public. La coloration rouge, fréquemment décrite en contexte sépulcral et traditionnellement rattachée au symbolisme du domaine funéraire, est mobilisée pour appuyer cette interprétation. En outre, des jalons de pratiques funéraires incluant le déplacement de parties de cadavres existent entre le Levant et l'arc liguro-provençal, dans l'ensemble du Proche-Orient, en Anatolie, dans les Balkans et en Méditerranée occidentale (Cauvin, 1997, p. 156-158 ; Zémour, 2013 ; Binder *et al.*, 2014, p. 13).

Par analogie, le masque de Pendimoun pourrait représenter, comme avatar de crâne modelé, un individu au statut indéterminé mais ayant de forts liens avec la communauté, et s'insérer dans des pratiques commémoratives faisant écho aux usages du Proche-Orient. Il représenterait à ce titre un héritage des systèmes symboliques de Méditerranée orientale (Binder *et al.*, 2014, p. 12-13). Les stigmates de modifications et de scarifications sont plus difficiles à interpréter. Le symbole répété du zigzag est associé à celui de la pluie et à la fertilité (Binder *et al.*, 2014, p. 12), mais il est unique ici. Il pourrait aussi être dû à la volonté de représenter un individu précis ayant subi un traumatisme. Les enlèvements par percussions qui ont marqué les faces droite et supérieure restent problématiques.

#### IV.4.4.2. Pendimoun : autres blocs calcaires colorés

La caractérisation fonctionnelle des matières colorantes sur les trois autres blocs calcaires se fonde sur la description visuelle des résidus et sur le contexte archéologique dans lequel s'inscrivent ces blocs-supports. Sauf mention contraire, les données présentées ci-dessous s'appliquent aux trois blocs calcaires.

Les résidus de matière colorante sont exclusivement rouges (figure 137). Leur aspect est poudreux ; aucune pellicule uniforme et homogène, attribuable à une peinture, n'a été mise en évidence. Aucune organisation n'a pu être décelée dans la quantité et la répartition des résidus.

Les trois blocs-supports colorés ont été mis au jour au sein des dépôts du Cardial ancien, dans trois carrés adjacents du secteur nord : K21, L21 et L20. Les deux premiers proviennent de l'US 19011, le troisième faisait partie du système de fermeture de la sépulture H2 (US 40549, datée à 5480-5370 cal. BCE).

Ces blocs parallélépipédiques de grandes dimensions sont, par leur masse, difficilement manipulables. Aucune surface de travail n'a



**Figure 137.** Aspects des résidus de matière colorante sur les blocs de calcaire (clichés J.-V. Pradeau) ; en haut : AP19902 ; en bas : AP42244.

été mise en évidence, malgré des traces manifestes de transformation comme de grandes rainures parallèles sur le bloc AP19902.

Malgré la faible quantité de matière première dans le Cardial ancien (10 blocs) et l’absence d’épandages de poudre, plusieurs relations significatives existent entre les matières colorantes et le domaine funéraire : les sépultures F1 et H2 ont chacune livré un fragment de macro-outillage portant des résidus rouges – respectivement JVP-AP-Meul-10 et 17. D’autre part, les trois inhumations sont contemporaines mais probablement pas simultanées ; elles se trouvent toutes rassemblées au milieu de l’abri, sans recoupement. Ces sépultures devaient donc être repérées facilement pour éviter les recoupements.

L’aspect des résidus, les caractéristiques morphométriques des supports et le cadre archéologique dans lequel ils s’inscrivent, concourent à la reconnaissance d’un dispositif de démarcation, constitué de blocs calcaires. La coloration rouge de ces blocs trouve peut-être un parallèle avec le dépôt de fragments d’outil couverts de poudre d’hématite.

#### *IV.4.4.3. Giribaldi : matières colorantes et galets à extrémités usées*

L’examen sous loupe binoculaire du corpus de cinquante-trois galets à usure distale a permis d’en isoler trente-six, dont dix à double usure, au motif qu’ils portent des résidus apparentés à des restes de matière colorante (annexe IV, tableau 58). Treize d’entre eux proviennent d’un aménagement bien calé dans le temps : neuf dans la structure 7 et quatre dans la structure 3<sup>56</sup>.



**Figure 138.** Photographie du galet JVP-VG-galet-58 (cliché J.-V. Pradeau).

Les résidus observés sont principalement rouge-orangé (44 occurrences) mais des traces jaunes ou brunes sont parfois observées (respectivement cinq et sept fois). Le plus souvent, leur repérage a nécessité le recours à l’observation sous loupe binoculaire : pour 23 individus, la quantité relevée est faible (degré « 1 »).

Dans la majorité des cas, ils sont repérés dans la zone médiane (45 occurrences) ou distale (47 occurrences, dont 16 en contact avec la facette ou sur celle-ci). La zone proximale rassemble 22 occurrences de matière colorante, dont 9 sur ou en contact avec l’extrémité. La zone proximale est plus souvent colorée pour les galets à usure double (7 sur 10 le sont, contre 14 sur 23 galets pour les galets sans usure proximale). Ces observations permettent de nuancer l’association usure/matière colorante. La présence de cette dernière est certes plutôt corrélée à celle des usures, mais les résidus sont très représentés sur la partie médiane des galets (45 occurrences sur 114 au total).

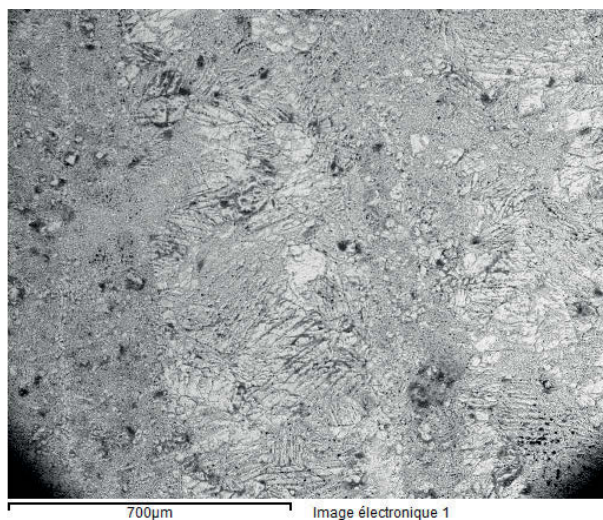
56. Il faut préciser que deux individus proviennent de la partie sommitale de la structure 6, qui présente les problèmes de calage stratigraphique évoqués ci-avant.

Le galet inventorié sous le numéro JVP-VG-Galet-58 a été sélectionné pour un examen plus poussé des résidus et évaluer leur composition (figure 138) : matière colorante pure ou bien matériau céramique contenant un peu de fer. Le choix de ce galet à usure unique a été motivé par plusieurs raisons. Il provient d'un contexte chronoculturel bien calé : l'aménagement 7, qui a fourni la majorité des galets usés. Des résidus orangés et bruns sont observés sur toute la zone distale, y compris la facette, et sur la partie médiane du bord gauche. Leur extension importante a permis de les détecter aisément à l'œil nu, ce qui permettait de supposer qu'ils seraient d'autant plus faciles à détecter en microscopie électronique à balayage. Enfin, l'échantillon 58 est l'un des plus grands du corpus de galets usés ; il présente un rayon de courbure plus élevé, donc des faces plus planes, que les individus plus petits. Cette caractéristique, associée à la répartition des résidus, a été recherchée pour simplifier la manipulation au MEB.

L'investigation physico-chimique a consisté en trois volets :

- des observations à l'échelle microscopique, en imagerie en contraste chimique, pour appréhender la micromorphologie des résidus, leur composition, leur interaction avec le support ;
- des analyses élémentaires couplées MEB-EDS des composants observés ;
- des analyses en microspectroscopie Raman.

Malgré cette sélection raisonnée, l'ensemble des résultats de la caractérisation physico-chimique s'est révélé moins probant qu'escompté. En dépit d'un ciblage des zones les plus riches en matière colorante à l'œil nu, la détection des résidus en microscopie en contraste chimique a été hasardeuse. La matière du galet est bien identifiée par l'habitus rhomboédrique de calcite. La teinte de gris et l'aspect des résidus sont en revanche très proches de ceux du sédiment (figure 139). Au cours des acquisitions en EDS comme en spectroscopie Raman, le signal a été dominé par la présence de la calcite. Dans le premier cas, l'élément fer n'est détecté qu'en proportion minoritaire (moins de 1 %) et dans le second, les spectres sont quasiment inexploitable du fait de la fluorescence élevée (tableau 44). En résumé, la caractérisation physico-chimique n'a pas apporté de nouvelles données pour déterminer l'implication des matières colorantes dans l'usage des galets à extrémités usées.



**Figure 139.** Micrographie du galet JVP-VG-galet-58 (cliché J.-V. Pradeau).

Point ciblé	C	Mg	Al	Si	K	Ca	Fe	O
Résidu sur galet	23	0,3	0,6	2	0,2	11,5	0,2	63

**Tableau 44.** Résultats des analyses EDS sur le galet JVP-VG-Galet-58.



Ce maigre résultat nous a conduits à chercher à extraire de la donnée relative au fonctionnement des galets usés par d'autres moyens. Nous nous sommes naturellement tournés vers un nouvel examen morpho-fonctionnel et tracéologique<sup>57</sup>.

Nous avons ainsi pu apprécier le petit gabarit des galets, leur morphologie allongée, le choix des aires aménagées (les pôles et non les flancs, ce qui restreint à façonner de petites surfaces de travail) et la morphologie de celles-ci (petites surfaces concaves ou planes). Tous ces détails indiquent que ces outils sont conçus pour offrir une bonne préhension et sont dédiés à une action précise et minutieuse, sur un support de géométrie convexe ou plane.

La double usure de certains individus ne se justifie pas par des motivations économiques : Giribaldi, a livré des quantités importantes de manuports non préparés. De plus, les surfaces d'un même outil ne sont jamais identiques et relèvent donc d'une préparation ou d'une utilisation sensiblement différente. Les galets à double usure pourraient donc être considérés comme des outils bi-fonctionnels.

L'étude tracéologique a concerné une trentaine de galets usés, dont la moitié avec résidus de matière colorante. Les observations ont été conduites, avec l'aide de Sylvie Beyries, sur un microscope Leica Z16 APO, en lumière zénithale, jusqu'à un grossissement de x80. Les facettes sont bien définies, planes et régulières. Le profil est parfois concave dans le sens perpendiculaire au geste. Le contour des facettes est franc ; il présente parfois un écrasement plus ou moins prononcé. De nombreuses stries sont observées sur ces facettes. Elles sont longues, droites, parfois larges (jusqu'à 100 µm), régulières et organisées parallèlement. Les stries traversent la totalité de la facette ou bien commencent au milieu. Le poli se développe principalement sur l'arête des facettes.

Le fonctionnement des galets esquissé à partir de l'ensemble des stigmates observés, confirme certaines conclusions de Stéphanie Bonilauri : le travail sur une matière minérale abrasive est certain. Suivant leur morphologie et leur organisation, les stries témoignent soit de gestes courts avec des reprises fréquentes, soit de gestes plus longs et très réguliers. Leur largeur s'accorde avec la granulométrie d'une roche à gros grains silicatés – grès, granite ou autre (Sylvie Beyries, communication personnelle).

De plus, les grains orangés et rouges sont souvent associés à des résidus amorphes, translucides et jaunes ou bruns, interprétés par les tracéologues comme de la matière organique (adhésif par exemple : Sylvie Beyries et Cristina De Stefanis, communication personnelle). Cette association matière colorante/matière organique ne semble pas fortuite : elle a été repérée sur plusieurs galets (JVP-VG-Galet-54, 56, 58, 66, 72, 88) et, la plupart du temps, l'une et l'autre sont en contact sur une même pièce. En dépit de l'inconsistance des analyses physico-chimiques, on peut supposer que les matières orangées et rouges en présence sont constituées d'oxy(hydroxy)des de fer, en particulier d'hématite. Un rôle de charge paraît plausible pour les matières colorantes. D'un autre côté, les grains rouges paraissent trop nombreux pour ce seul usage et les probables résidus organiques ne sont pas systématiquement observés à leur abord. Et quand ce matériau composite matière organique/matière colorante serait validé, il n'en apporterait pas plus d'élément de réponse limpide sur l'origine des usures des galets. La fonction de ces derniers et des matières colorantes associées reste donc, en l'état, problématique.

---

57. Menée en fin de ce travail de thèse, cette étude n'a pas pu être ni finalisée, ni appliquée à l'ensemble du corpus de galets. Néanmoins, l'importance des premières conclusions impliquaient de les faire apparaître ici.

En conclusion, la reprise des galets à usure de Nice – Giribaldi dans le cadre de notre étude a apporté plusieurs éléments d'intérêt : travail sur une matière minérale dure, différents gestes, présence de résidus organiques amorphes. S'il est toujours exclu d'avancer une hypothèse définitive sur leur fonction et leur mode d'utilisation, de nouvelles pistes de réflexion peuvent être proposées à l'aune des nouvelles données issues de nos observations :

- les résidus interprétés semblent bien constitués de matière colorante, malgré les résultats limités des analyses physico-chimiques ;
- leur usage paraît aller de pair avec celui d'une matière organique amorphe ;
- ces résidus ne sont pas exclusivement liés aux facettes abrasées, ils sont observés sur l'ensemble de la surface des galets.

Il conviendra, pour réduire ces nombreux problèmes, de mettre en œuvre une méthodologie permettant d'aborder ce corpus dans toute sa diversité (analyses fonctionnelles, caractérisation organique et minérale).

#### **IV.4.5. Fonctions et utilisations : réflexions sur de potentiels usages non documentés**

Les corpus de matières colorantes de Pendimoun comme de Giribaldi soulèvent la question d'un assemblage disproportionné entre une production de poudre importante et une faible représentation des utilisations de cette production.

La grande quantité de blocs de matières premières mise au jour et les outils intensément usés par la production de poudre, ne s'accordent pas avec le seul usage décoratif ou autre associé à des blocs calcaires, des céramiques ou des galets usés : les objets portant des résidus de ce type sont trop peu nombreux.

Il est raisonnable de penser qu'une partie de la poudre, jaune ou rouge, a pu être mobilisée pour colorer, dans un but utilitaire, esthétique ou symbolique, divers supports non préservés : peau, éléments de parure et d'habit en matériaux périssables, voire pelage des animaux pour les identifier aisément. Force est de reconnaître qu'en l'absence de témoins spécifiques, il n'est pas possible de tester et de vérifier point par point chacune de ces propositions.

Il faut remarquer aussi que presque tous les éléments de macro-outillage ayant servi au travail des matières colorantes – qu'ils soient dédiés au concassage/broyage ou que leur fonction soit inconnue – portent des résidus de couleur rouge. La production de poudre est donc principalement tournée vers un produit riche en hématite. Or, cet oxy(hydroxy)de de fer est celui qui détient les propriétés couvrantes, siccatives et abrasives les plus prononcées (cf. titre 1.3. du premier chapitre).

L'ethnographie recense de nombreux usages techniques faisant appel aux oxy(hydroxy)des de fer pour leur propriétés colorantes, couvrantes, siccatives et/ou abrasives. Les activités plus couramment évoquées sont le traitement des peaux, l'abrasion de finition sur matières dures animales, l'association à diverses matières organiques – pour en faciliter l'utilisation ou en limiter la putréfaction – et plusieurs usages relevant de la cosmétique (cf. titre 1.3. du premier chapitre).

Dans ces activités, les matières colorantes sont préférentiellement utilisées sous forme d'une poudre qui est souvent destinée à être retirée après usage. D'autre part, elles sont généralement associées à des matériaux périssables : peau, bois, adhésif, etc.

Les traces archéologiques témoignant d'exploitations de matières colorantes dans un but utilitaire sont donc pour la plupart ténues et fugaces. Fort de ces considérations, il est légitime de penser qu'une fraction de la production de matières colorantes de Pendimoun et de Giribaldi était dédiée à des utilisations ne relevant pas de l'exploitation des pigments dans un but décoratif et symbolique. Les activités ayant mobilisé cette poudre hématitique restent, en revanche, sujettes à caution, faute de critères déterminants univoques. En effet, en l'état des connaissances, aucun lien tangible n'a pu être établi entre les matières colorantes et le reste de la documentation archéologique, pour caractériser leur implication dans des usages d'ordre utilitaire.

Plusieurs pistes de réflexion peuvent être proposées pour **Pendimoun** :

- la fouille de ce site a été menée dans le but d'extraire le maximum d'informations taphonomiques, tout en servant de laboratoire pour le renouvellement des méthodes d'investigation de terrain. À ce titre, il est peu probable que la présence d'épandages de poudre ait pu échapper aux fouilleurs. Aucun indice d'utilisation d'hématite pour assainir les sols n'a donc été repéré ;
- concernant le travail des peaux, l'étude tracéologique en cours des outillages lithiques permettra de préciser cet aspect (Cristina de Stefanis, thèse en cours) ;
- l'entretien des peaux ou la préservation d'autres éléments en matériaux périssables par enduit d'hématite, avec ou sans graisse, est plausible. L'étude des éléments de parure en coquillage, dont certains proviennent des sépultures, est en cours. Elle devrait apporter des éléments de discussion sur ce point ainsi que sur une éventuelle application de matière colorante sur le corps des défunts, *ante* ou *post-mortem*, dans un but symbolique ou cosmétique ;
- enfin, la marcassite possède une caractéristique spécifique aux sulfures de fer : une production abondante d'étincelles par percussion avec un autre minéral dur (silex, quartz ou même un autre sulfure de fer). Ainsi, les kits traditionnels pour allumer un feu sont composés d'amadou, d'une lame de silex et d'un fragment de marcassite<sup>58</sup> (Leroi-Gourhan, 1943, p. 67-68 ; Collina-Girard, 1998). Une partie des nodules de marcassite, désormais oxydée, était peut-être dévolue à cet usage à Pendimoun.

La question est plus complexe pour **Giribaldi**. Étant donné que l'ensemble du matériel provient du comblement de fosses d'extraction d'argile, les éventuels vestiges attenants aux niveaux d'occupation ne nous sont pas parvenus. Il n'est donc pas possible de s'appuyer sur les présences/absences de témoins particuliers, comme cela a pu être fait précédemment pour Pendimoun. Chacune des fonctions et des utilisations reconnues par l'archéologie ou l'ethnographie s'avère concevable, sans vérification possible.

---

58. Le fragment de marcassite a été remplacé dans les périodes historiques récentes par un briquet en acier (Collina-Girard, 1998).

Les blocs de bauxite parallochtone ont été réduits par abrasion pour produire une poudre de fine granulométrie, de couleur orangée, riche en hématite et en kaolinite. Une partie de cette production, dotée de bonnes propriétés colorantes, a probablement été employée pour décorer les céramiques de qualité fabriquées à Giribaldi. Cependant, l'ethnographie a recensé de nombreux usages mettant en œuvre à la fois l'hématite et l'argile, en particulier cosmétiques (cf. titre 1.3.3. du premier chapitre). En plus de peintures sur des supports non conservés, il est possible qu'une certaine fraction de la production de poudre de bauxite ait été dédiée à cela.

Les grès psammitiques sont riches en oxy(hydroxy)des de fer microcristallins et en petits fragments de silicates – quartz et muscovites principalement. Leur structure litée favorise le débit en plaquettes présentant de grandes surfaces planes. Cette gamme a principalement été exploitée au cours du Protochasséen/VBQ 2, représenté par l'assemblage de la structure 6b. Aucun des tessons ou galets usés portant des traces colorées ne provient explicitement de cet aménagement ; deux tessons et deux galets usés ont été trouvés dans la partie sommitale de la structure 6. Il n'est donc pas certain, mais pas exclu non plus, que les grès psammitiques aient été employés à Giribaldi pour leurs propriétés colorantes. Leur composition en quartz, associée à la morphologie des blocs, laisse à penser que les blocs de matière première pourraient être mis en œuvre directement par frottement sur des supports souples ou tendres, comme polissoirs.

Les altérites de roche carbonatée glauconieuses fournissent, par simple contact ou par réduction, une poudre riche en goéthite ou en hématite, associée à un peu de quartz ou de calcite. Cette matière a pu être employée pour tous les usages allouables aux oxy(hydroxy)des de fer, que ce soit pour leurs propriétés colorantes, siccatives ou abrasives prononcées (cf. titre 1.3. du premier chapitre).



# Chapitre V. Gestion des matières colorantes au Néolithique ancien et moyen dans l'arc liguro-provençal

*Adesso e qui sta bene la parola fine, sorella minore di confine e di  
finestra chiusa.*

*Erri de Luca, I pesci non chiudono gli occhi*

*Ma non so spiegarti*

*che il nostro amore appena nato*

*è già finito*

*Maurizio Costanzo et Ghigo De Chiara, Se telefonando*

////////////////////////////////////

## CONTENU DE CE CHAPITRE

Les données économiques, technologiques et fonctionnelles extraites de l'étude des séries de Pendimoun et de Giribaldi doivent à présent être synthétisées, pour esquisser un tableau de la gestion des matières colorantes de chacun de ces sites. L'étape suivante sera la confrontation avec les autres gammes de matériel archéologique, pour mettre en évidence les synergies informatives qui existent entre elles. Cette mise en perspective permettra de confirmer ou de nuancer les interprétations générales.

Une réflexion transversale pourra ainsi être menée à l'échelle de la région et sur les deux millénaires considérés, pour évaluer la place des matières colorantes au sein des systèmes techniques et symboliques néolithiques.

Enfin, des pistes seront avancées pour préparer la suite de ce travail et combler les lacunes documentaires, méthodologiques ou interprétatives relevées.





## V.1. Castellar – Pendimoun : bilan et réflexions sur l'usage des matières colorantes dans un site sous abri du complexe Impresso-cardial puis VBQ

Les dépôts de la Préhistoire récente de Pendimoun ont livré un corpus de matières colorantes à la fois diversifié et abondant (figure 140). L'assemblage de restes cohérents<sup>1</sup> rassemble plus de mille-sept-cents blocs de matière première, pour une masse de près de cinq kilogrammes. Trois gammes de géomatères ont été identifiées : (i) des nodules de marcassite oxydée, (ii) des altérites de roche carbonatée qui se déclinent en trois faciès – glauconie altérée, concrétions ferrugineuses et roche à oolithes ferrugineuses – et (iii) des altérites de roche carbonatée micacée. Ces trois roches, qui abondent dans l'environnement local, ont toutes pour chromogène des oxy(hydroxy)des de fer : hématite ordonnée ou non, maghémite et goethite. Cependant, elles présentent des caractéristiques physico-chimiques distinctes (richesse en oxy(hydroxy)des de fer, état de cristallinité, dureté). Les restes non cohérents<sup>2</sup> attribués à l'Impressa, au Cardial puis aux VBQ<sup>3</sup>, sont des résidus de matière colorante où le rouge est de loin la couleur la plus représentée. Ces colorations se trouvent sur une vingtaine d'éléments d'outillages (fragmentés ou entiers), sur des tessons de quatre vases différents, sur quatre blocs calcaires – dont un, gravé et sculpté pour représenter un visage anthropomorphe, porte une bicoloration rouge et jaune. Enfin, un fragment de cylindre imprimé en matériau composite, comprenant de l'argile et de la poudre d'oxy(hydroxy)des de fer, a été inventorié.

À Pendimoun, l'**économie des matières premières colorantes** fait l'objet, tout au long de la Préhistoire récente, d'un investissement modique : l'ensemble des gîtes d'approvisionnement se trouvent dans l'aire d'acquisition directe du site (cinq kilomètres ou moins) et la récolte est peu sélective : à l'exception des altérites micacées, les blocs sont hétérogènes avec parfois des oolithes phosphatées ou des fragments de glauconie saine qui diminuent la concentration en oxy(hydroxy)des de fer. L'ensemble des étapes de l'approvisionnement – récolte et transport – est donc très probablement imputable aux occupants de l'abri (figure 140).

L'analyse diachronique des assemblages de matières premières au sein de chaque phase d'occupation, montre une grande disparité entre les corpus conséquents du Cardial et des phases VBQ, et les petits lots des phases antérieures (Épipaléolithique, Impressa<sup>4</sup>) et postérieures (Chasséen et Campaniforme). En revanche, le spectre de la contribution de chacune des gammes de géomatères varie sans montrer de tendance forte ou d'état particulier à un moment précis.

Les seules **étapes de préparation** attestées sont la *réduction de blocs de matière première* pour produire de la poudre colorante (figure 140). Sur les vingt éléments de macro-outillage portant des résidus colorés, neuf proviennent des couches Impressa (cinq broyeurs dont deux à cupule, un concasseur à cupule<sup>5</sup>, trois fragments d'outil) et cinq des niveaux du Cardial (quatre broyeurs, une

1. L'expression « restes cohérents » désigne les blocs de matière première (cf. titre 1.1. du troisième chapitre).

2. Les « restes non cohérents » sont les résidus et les poudres libres (cf. titre 1.1. du troisième chapitre).

3. Les phases Épipaléolithique et chasséenne n'ont pas livré de résidus sur supports.

4. En dépit du faible nombre de blocs (31 individus), l'assemblage Impressa est, par la présence du bloc JVP-AP-Bloc-776, conséquent en termes de masse (634 g). À titre comparatif, la masse cumulée des 101 blocs du Chasséen s'élève à 133 g.

5. Rappelons que ce dernier n'est peut-être pas lié au travail des matières colorantes.

table de broyage) – le contexte stratigraphique des six autres (un broyeur, une table de broyage, quatre fragments d'outil) n'est pas clair. En dépit de la présence de blocs de matière première et d'une exploitation parfois importante de matières colorantes ferrugineuses, les autres phases d'occupation n'ont pas livré d'outillage de transformation. L'étude fonctionnelle des outils montre que ces derniers sont essentiellement dédiés à la production de poudre rouge<sup>6</sup>. Les seules actions techniques employées pour cela sont, d'abord, le broyage/concassage pour la fragmentation grossière, ensuite, la mouture des grains en une poudre fine de granulométrie homogène. Cette transformation en deux phases permet d'exploiter au mieux les différentes propriétés des oxy(hydroxy)des de fer, quelles que soient les caractéristiques des blocs de matière première.

Pour ce qui concerne le *traitement thermique*, plusieurs indices laissent à penser que cette opération a eu lieu à Pendimoun (maghémite et hématite désordonnée en analyses structurales, zonations brunes sur les parois des céramiques rouges, etc.). Ces indices non déterminants doivent être confirmés par observations au microscope électronique à transmission. La mise en évidence de production d'hématite par chauffage n'aurait rien de révolutionnaire dans un système technique qui fait la part belle au traitement thermique<sup>7</sup> ; en revanche, cela renforcerait l'image d'une acquisition peu regardante contrebalancée par des modes de préparation diversifiés.

L'hématite offrant le plus large panel de propriétés, à quels **usages et fonctions** était dévolue cette production de poudre colorante (figure 140) ?

Pour ce qui relève de l'exploitation des *propriétés abrasives et siccatives*, aucun indice direct n'est à ce jour mis en évidence. Plusieurs études en cours (éléments de parure, tracéologie du matériel lithique) seront susceptibles d'apporter sous peu de nouveaux éléments de discussion.

En regard de ce seul exemple, l'exploitation des *propriétés colorantes* (teinte, pouvoir couvrant et colorant) est bien représentée tout au long du Néolithique ancien. Dès l'Impressa, les oxy(hydroxy)des de fer sont employés en aplats de poudre rouge micrométrique sur céramique, voire en peinture bicolore jaune et rouge sur un visage anthropomorphe sculpté sur un bloc calcaire. Dans ce dernier cas, les différences de teinte ont pu servir à figurer des éléments (chevelure ou bandeau par exemple). Dans les premières phases d'occupation du Cardial, plusieurs blocs calcaires de dimensions décimétriques, intégrés aux systèmes de fermeture des sépultures ou non, ont été colorés en rouge. Par la suite, de la poudre rouge fine est associée à certains récipients céramiques. Cette poudre contribue au décor par coloration des parois externes, mais constitue aussi le contenu de ces céramiques. Des oxy(hydroxy)des de fer participent à la composition d'un objet céramique de forme cylindrique, décoré de lignes d'impressions tubulaires, dont la fonction reste problématique. L'interaction entre matières colorantes et céramiques est profondément modifiée dans les phases VBQ : de petits fragments riches en oxy(hydroxy)des de fer bien cristallisés – peut-être de la goethite – sont ajoutés à la pâte céramique, probablement avant montage. Ils sont ensuite étalés sur la paroi au cours du brunissage. À côté de ces usages avérés, il faut prendre en compte, pour toute la durée de l'occupation, les possibles colorations de supports qui laissent peu ou pas de traces archéologiques : peau, vêtements et autres éléments en matériaux périssables.

6. Seul l'outil AP-Meul-06 a travaillé à la fois des blocs goethitiques et hématitiques.

7. Les productions céramiques nécessitent une maîtrise des arts du feu autrement plus élevée que la préparation d'hématite par chauffage de goethite.

	<b>Impressa</b>	<b>Cardial ancien</b>	<b>Cardial évolué</b>	<b>VBQ</b>
<b>Matériel</b>				
<i>Restes cohérents</i>	31 blocs, 634 grammes	950 blocs, 2167 grammes		494 blocs, 1150 grammes
<i>Restes non cohérents liés à la préparation</i>	Résidus sur 3 broyeurs, 2 broyeurs à cupule, 1 concasseur, 3 fragments	Résidus sur 4 broyeurs et sur 1 table de broyage		-
<i>Restes non cohérents liés à l'utilisation</i>	Résidus rouges sur 1 vase Peinture jaune et rouge sur un bloc sculpté en visage	Résidus rouges sur 1 outil et sur 3 blocs calcaires en contexte funéraire	Résidus rouges sur 2 vases  Fragment de cylindre imprimé constitué d'argile et d'oxy(hydroxy)des de fer	Colorations rouges sur 1 vase
<b>Acquisition</b>				
<i>Géomatières</i>	3 gammes majoritaires riches en goethite et/ou hématite, tout au long de l'occupation : - marcssites oxydées - altérites de roche carbonatée glauconieuse (3 faciès glauconie altérée, concrétions, oolithes ferrugineuses) - altérites de roche carbonatée glauconieuse, homogènes, avec silicates			
<i>Origine</i>	Premiers étages du Crétacé inférieur (Berriasien, Valanginien, Hauterivien, Barrémien) Nombreux gîte dans l'espace local du site (dont intérieur de l'abri)			
<i>Diffusion</i>	Diffusion probablement directe, assurée par les occupants de l'abri tout au long de son fonctionnement			
<b>Transformations</b>				
<i>Traitement thermique</i>	3 gammes de matière première vraisemblablement chauffées pour obtenir de l'hématite (à confirmer)			
<i>Modalités de réduction</i>	3 gammes de matière première réduites en poudre par concassage, broyage et mouture			
<b>Utilisations</b>				
<i>à vocation utilitaire</i>	Possible usage du pouvoir abrasif et asséchant de l'hématite tout au long de l'occupation			
	Poudre rouge contenue dans récipient céramique sommairement coloré		Poudre rouge contenue dans récipient céramique sommairement coloré	
<i>à vocation symbolique</i>	Aplats de peinture jaunes et rouges sur « masque », pour figurer chevelure et peau ?	Résidus rouges sur blocs calcaires et sur outil, liés à la sphère funéraire	Résidus rouges sur une céramique ?  Incorporation à un matériau argileux pour élaborer un cylindre décoré d'impressions	Coloration complexe d'un vase lié à des pratiques sociales spécifiques
	<b>Impressa</b>	<b>Cardial ancien</b>	<b>Cardial évolué</b>	<b>VBQ</b>

Figure 140. Vestiges de matières colorantes mis en évidence et chaînes opératoires déterminées à Pendimoun.

Les premières occupations néolithiques de Pendimoun entretiennent des relations fortes avec la façade maritime : situation de l'abri, faune marine (patelles, troques, lampas : Binder, 2003, p. 139). L'étude typologique céramique montre des relations non pas avec la Ligurie ou l'aire tyrrhénienne, mais plutôt avec l'est et le sud-est de la péninsule italiennes (Marches, Abruzzes, Pouilles, Calabre : Binder, 1997 ; Binder et Maggi, 2001). Tout cela suggère un déplacement de population par la voie maritime plutôt que terrestre. Du point de vue économique, le premier Néolithique de Pendimoun est un Néolithique « plein » : l'élevage du mouton<sup>8</sup> et la céréaliculture<sup>9</sup> assurent, avec la récolte de produits marins, l'essentiel de l'alimentation ; la chasse est insignifiante. Tous ces aspects sont autant d'arguments pour mettre en avant le **caractère pionnier des phases Impressa** de Pendimoun (Binder, 2003, p. 139). L'économie des matières colorantes, **peu investie et exclusivement fondée sur des géomatières de l'aire d'acquisition directe**, s'intègre bien dans ce tableau d'ensemble. À l'inverse de l'industrie lithique, qui est tributaire de la composition de la roche taillée, la qualité des produits colorants dépend des géomatières premières mais aussi des modes de préparation qui lui sont appliqués. Au cours de l'Impressa, ceux-ci comprennent probablement des modifications chimiques par traitement thermique et **plusieurs étapes progressives de réduction**, du concassage grossier à la mouture fine. La diversité des outils de transformation mis au jour suggère que toutes les étapes de production de poudre colorante sont assurées sur place.

Dans la deuxième moitié du VI<sup>e</sup> puis au V<sup>e</sup> millénaire BCE, le statut du site évolue sensiblement vers des activités qui conduisent à une occupation ponctuelle – funéraire au Cardial ancien – ou saisonnière – bergerie et chasse au Cardial récent, remue de bétail au VBQ et au Chasséen. Suivant les influences culturelles, les productions céramiques et lithiques mobilisent respectivement des matières locales (glauconie puis calcite, présentes dans l'abri) et exogènes (silex bédoulien puis lombard). Dans ce cadre, le spectre des matières colorantes exploitées ne montre quant à lui pas de modification flagrante : les trois géomatières locales restent majoritaires et représentées à parts équivalentes tout au long du Néolithique. Aucune matière exogène (bauxite ou grès psammitiques du Var par exemple) n'est introduite dans l'abri. Les propriétés physico-chimiques diversifiées des matières locales (goethite et hématite, associées à de la calcite ou non, bien cristallisées ou tendres) permettent de **subvenir à l'ensemble des besoins des occupants du site au cours de ces activités ponctuelles et saisonnières**. Les étapes de réduction ont été réalisées *in situ* au Cardial. Les couches VBQ-Chasséen n'ont pas livré de témoins de préparation de matières colorantes. Les oxy(hydroxy)des de fer sont pourtant bien **intégrés dans la production des céramiques, au sein d'un enchaînement complexe d'étapes** comprenant leur incorporation à la pâte, leur répartition sur la paroi au cours du brunissage et enfin, *a priori*, la modification de leur couleur par transformation chimique au cours de la cuisson du vase. Cette absence est peut-être due à une lacune documentaire.

Les utilisations déterminées, des premières occupations Impressa aux phases VBQ, sont principalement tournées vers l'exploitation des propriétés colorantes des oxy(hydroxy)des de fer : teinte, pouvoir colorant et couvrant.

---

8. Restes archéozoologiques et traces de parcage.

9. Restes carpologiques et nombreux éléments de macro-outillage dédiés à la transformation des céréales.

Produit à la fin de l'épisode Impressa, le **visage sculpté ou masque** de Pendimoun, a bénéficié, après des étapes complémentaires de mise en forme, d'une coloration à l'aide de goethite jaune et d'hématite rouge. Ces pigments ont été appliqués l'un après l'autre, probablement sous forme de peinture. L'interface millimétrique des deux plages colorées, sur la face gauche, témoigne à la fois de la minutie employée lors de la mise en couleur et de l'aire respective attribuée au jaune et au rouge. La répartition spatiale de ces teintes a permis d'envisager que chacune d'elle pouvait représenter un élément précis, en adéquation avec les éléments anatomiques figurés par gravure : le rouge pour la peau et le jaune pour la chevelure ou un bandeau. Toutes ces observations mettent en lumière une réflexion globale sur la conception du projet, avant sa mise en œuvre.

Le masque de Pendimoun, qui présente de fortes affinités avec des représentations orientales tout en exploitant des ressources locales (bloc calcaire et, probablement, oxy(hydroxy)des de fer), pourrait être vu comme une manifestation supplémentaire des conceptions exogènes en cours d'implantation dans l'arc liguro-provençal – à l'instar du mode de vie néolithique porté par les colons Impressa.

L'**épisode funéraire** du Cardial est marqué, malgré le faible nombre de blocs de matière première, par de nombreuses occurrences de rouge : outil ayant servi à la préparation de poudre colorante déposé en offrande près du défunt H2, blocs maculés de résidus rouges associés au système de fermeture des sépultures ou non. Le jaune n'est pas représenté dans ces usages. En contexte funéraire, la présence de rouge est traditionnellement considérée comme la résultante d'un geste rituel, qui consisterait à répandre de la poudre rouge sur tout ou partie du corps, voire sur les restes humains en état de décomposition avancé<sup>10</sup>, avant inhumation (Jeunesse, 1997, p. 80). Nous avons cependant évoqué l'éventualité d'un apport involontaire d'hématite dans les sépultures, comme un simple reflet des nombreux usages quotidiens (cf. titre 2.1.9. du premier chapitre) : peau du défunt et éléments de parure colorés avant le décès, vêtements ou couverture enveloppant le défunt entretenus par un mélange de graisse et de poudre d'hématite par exemple. Pourtant, à Pendimoun, aucune occurrence de reste colorant en contexte funéraire n'est fortuite : l'outil est bien déposé dans le même temps que le corps et les blocs calcaires ne sont pas des outils. Pour ceux qui ne sont pas directement intégrés au système de fermeture des sépultures, on peut avancer l'hypothèse, sur la base de leurs dimensions, de systèmes de signalisation. Dans tous les cas, la présence de l'hématite ne semble pas liée ici à ses propriétés siccatives ou abrasives, mais bien à sa couleur. Pour les blocs de signalisation, la couleur rouge pourrait avoir servi d'élément discriminant vis-à-vis d'autres fragments calcaires naturellement présent dans et autour de l'abri. On peut cependant émettre quelques réserves : la quantité et la répartition des résidus<sup>11</sup> paraissent peu efficaces pour repérer de loin les blocs calcaires qui les portent. Cela ne permet d'ailleurs pas d'expliquer la couleur rouge présente sur le bloc dans le système de fermeture et sur l'outil dans la sépulture H2 : ici, l'hypothèse d'une utilisation de la couleur rouge comme marqueur visuel ne suffit pas. En l'absence d'autre explication convaincante, il semble donc bien y avoir une **relation d'ordre non-utilitaire entre couleur rouge et sphère funéraire durant le Cardial ancien à Pendimoun**. Celle-ci ne se manifeste pas directement sur le corps du défunt, mais sur divers objets (i) à l'intérieur de la sépulture, (ii) dans le système de fermeture de la tombe et (iii) hors de la sépulture, probablement dans un ensemble permettant de la signaler. **Si on admet le rôle symbolique, il reste difficile de caractériser le sens que revêt cette relation funéraire-couleur**

10. Dans le cas d'os portant des résidus rouges.

11. Une seule face pour le bloc AP19902, un seul gros point rouge pour le bloc AP42244 (cf. titre 4.4.2. du quatrième chapitre).



**rouge** pour ceux qui l'ont produite. Les analogies couramment rencontrées dans la littérature – sang, vigueur, résurrection – sont peu satisfaisantes ici, car la matière colorante n'est pas associée au corps, mais à divers supports en relation plus ou moins directe avec le système funéraire.

**La coloration rouge s'exprime aussi dans l'environnement domestique. Ainsi, l'hématite a été mise en évidence sur quatre récipients en céramique.** Si ce faible nombre donne à première vue l'impression d'une pratique marginale, il n'en demeure pas moins que (i) la quantité et la répartition des plages colorées montrent que celles-ci n'ont rien de fortuit et (ii) cette interaction jalonne le sixième millénaire, de l'Impressa aux VBQ, mais pas dans les mêmes conditions. La coloration en rouge a pu se faire selon des modalités diverses – poudre fine directement appliquée sur la paroi ou grossière répartie par brunissage – et implique parfois des savoir-faire relativement complexes, qui interviennent en plusieurs étapes, tout au long de la chaîne opératoire céramique. La matière colorante à l'état de poudre, répartie sur les parois internes des vases 44 (Impressa) et 1 (Cardial récent), peut être rapprochée de la fonction de contenant de ces objets. Des résidus sont cependant aussi observés sur la paroi externe, par intermittence (vase 1), sur le bord et partiellement associé au décor (vase 6) ou sur l'ensemble de la panse (vase 44 et « rouge »).

Si la modification de l'aspect esthétique de ces vases est claire, on peut s'interroger sur le rôle qu'ils jouent au sein de la batterie de récipients céramiques. Par leurs matières premières constitutives, leur mode de fabrication, leur forme et leur mode de décoration, les vases colorés ne se distinguent pas de leur assemblage respectif. Cependant, la corrélation entre présence de poudre sur les parois interne et externe, valable pour les vases 1 et 44, signe peut-être l'intention d'indiquer le contenu en modifiant sommairement l'aspect extérieur du récipient. Sommairement, car la matière colorante « indicatrice », si l'on accepte cette hypothèse, est déposée sans soin particulier : sa répartition est inégale sur la panse, elle n'est pas incrustée dans les éléments de décor. Il faut remarquer que cela dénoterait une perduration technique entre l'Impressa et le Cardial.

Le cas du vase 6 est plus difficile à cerner. L'hématite, déposée sous forme de poudre, se trouve soit à proximité du bord, soit incrustée dans certains décors en creux, mais la majorité des impressions sont exemptes de matière rouge. Il est difficile d'établir si un parallèle doit être fait avec les deux cas précédents, ou bien si l'on a affaire ici à une manifestation tout à fait différente, où le rouge participerait au registre décoratif du support céramique.

Le « vase rouge », daté de la période VBQ, s'individualise des autres céramiques colorées. La matière colorante est intégrée dans la chaîne opératoire céramique dès les premières étapes, pour produire un petit récipient caréné à paroi fine et à surface intensément brunie, colorée dans la masse. Sur des bases typologiques, Didier Binder a rapproché cet élément des vases biconiques des Arene Candide ou des tasses du Fiorano (Binder, 2003, p. 68). Pendimoun a capté quelques pièces en silex du Monte Lessini durant la phase VBQ (cinq outils en tout : Binder, 2003, p. 111) et l'on sait que ces importations de ressources lithiques s'accompagnent de transferts de vases caractéristiques du Fiorano, comme les tasses carénées (Pessina, 1988 ; Odetti, 2001 ; Guilaine, 2012, p. 23). Un tel rapprochement typologique n'est donc pas fortuit. La mise en œuvre conjointe des matériaux céramique et ferrugineux, selon des méthodes complémentaires<sup>12</sup>, témoigne de l'intentionnalité de

---

12. Comme le brunissage qui permet à la fois de traiter la surface céramique et de répartir la matière colorante, ou encore, si c'est de la goëthite qui a été incorporée à la pâte, la cuisson pour transformer simultanément l'argile en céramique et l'oxyhydroxyde de fer jaune en oxyde de fer rouge : l'hématite.

colorer ce récipient et le soin qui y est apporté. L'investissement technique dont il bénéficie lui confère une place originale au sein de l'assemblage céramique. De ce fait, le « vase rouge » s'individualise vis-à-vis des productions communes et ne paraît pas voué à un fonctionnement utilitaire quotidien. On serait plutôt tenté de voir, dans ce récipient, **un objet dédié à des pratiques sociales particulières, où la coloration rouge soignée des parois externes apporte une contribution de marqueur physique, voire symbolique, supplémentaire.**



## V.2. Nice – Giribaldi : bilan et réflexions sur l'usage des matières colorantes sur un site de plein air dans les étapes formatives du Chasséen

Le matériel archéologique de Giribaldi (figure 141) provient du comblement de puits d'extraction d'argile non contemporains entre eux et de dépôts mêlés provenant de l'érosion de ces aménagements<sup>13</sup>.

Le corpus de restes colorants cohérents comprend quatre-cent-quarante-quatre blocs, pour une masse de mille-neuf-cent grammes. Cet ensemble est constitué de trois gammes majoritaires, ayant pour chromogène des oxy(hydroxy)des de fer : (i) des bauxites parallochtones, (ii) des grès psammitiques du Permien et (iii) des altérites de roche carbonatée glauconieuse ; trois roches, représentées par un ou deux blocs mais aisément remarquables, ont aussi été distinguées : (iv) des bauxites allochtones, (v) un bloc d'oolithes ferrugineuses et (vi) un grain millimétrique d'azurite. Les altérites de roche glauconieuse – et peut-être le bloc d'oolithes ferrugineuses – se trouvent dans l'espace local du site et ont pu faire l'objet d'une récolte directe par les occupants de Giribaldi. Les autres ressources – bauxites allochtones et parallochtones, grès psammitiques, azurite – proviennent toutes de gîtes se trouvant au-delà de cinquante kilomètres, dans l'aire de diffusion lointaine, voire très lointaine (cent kilomètres et plus). Ces matières premières ont vraisemblablement fait l'objet d'une acquisition indirecte. L'exploitation de matières colorantes repose donc sur des ressources aux caractéristiques pétrologiques, physicochimiques et gîtologiques contrastées.

Les vestiges colorants incohérents comprennent des résidus majoritairement rouges sur dix-neuf outils ou fragments d'outils, des matières colorantes rouges, noires ou blanches sur soixante-trois tessons céramiques et des traces colorées jaunes à rouges sur trente-six petits galets à usures distales.

Les **modalités d'acquisition des matières premières** colorantes de Giribaldi évoluent tout au long de la deuxième moitié du V<sup>e</sup> millénaire (figure 141). L'approvisionnement du *Protochasséen/VBQ 2* (structure 6b) est dominé par une matière locale – les altérites de roche glauconieuse – et une exogène – les grès psammitiques ; la bauxite est présente mais minoritaire.

Au *début du Chasséen ancien* (structure 7), un renouvellement s'opère : l'exploitation de la bauxite, discrète jusqu'alors, s'intensifie au détriment des grès psammitiques ; les altérites constituent toujours une part importante du corpus. C'est aussi à cette période que le bloc d'oolithes ferrugineuses et le grain d'azurite sont importés sur le site. Nos prospections nous ont permis d'apprécier la variabilité existant entre les différents gisements de bauxite allochtone. La relative homogénéité physico-chimique observée à Giribaldi suggère que les blocs proviennent d'un nombre restreint de gîtes, pétrologiquement et géographiquement proches, et qu'ils étaient choisis selon des critères précis.

Au cours du *Chasséen ancien évolué* (structure 3), l'inclinaison vers les bauxites se poursuit : c'est désormais la seule matière première majoritaire de l'assemblage. On remarque la présence de bauxite parallochtone, au sein d'un corpus dominé par un faciès allochtone généralement uniforme. Le fait que la bauxite parallochtone n'ait été importée que ponctuellement suggère que ses caractéristiques ont pu être moins adaptées aux besoins des occupants de Giribaldi : le bloc 250 a pu être introduit

13. Aucun vestige colorant n'a été mis au jour dans le foyer du secteur nord.

	Hors-stratigraphie	Structure 6b	Structure 7	Structure 3
<b>Matériel</b>				
<i>Restes cohérents</i>	297 blocs, 668 grammes	25 blocs, 17 grammes	77 blocs, 119 grammes	45 blocs, 149 grammes
<i>Restes non cohérents liés à la préparation</i>	Résidus sur 19 outils dont 6 actifs et 9 passifs	2 outils actifs	2 outils actifs, 1 passif	2 outils actifs, 3 passifs, 1 fragment inconnu
<i>Restes non cohérents liés à l'utilisation</i>	Sur céramiques (74 tessons isolés) : restes incohérents de couleur rouge, noire ou blanche Sur galets à usure distale simple ou double (36 galets isolés) : restes incohérents de couleur rouge à jaune			
<b>Acquisition</b>	<b>Ensemble de l'occupation</b>			
<i>Géomatières</i>	Trois gammes majoritaires : - bauxite allochtone (80 km à l'ouest) - grès psammitique (60-75 km au sud-ouest) - altérite de roche glauconieuse (locale)		Trois gammes minoritaires : - bauxite parallochtone (85-115 km à l'ouest) - hématite oolithique (OIS) (locale ou 105 km au sud-ouest) - azurite (50 km au nord-ouest ou 100-120 km au sud-ouest)	
<i>Diffusion</i>	Diffusion probablement directe pour les roches locales (altérite et OIS) et indirecte pour les autres ?			
<i>Evolution diachronique</i>	<b>Protochasséen/VBQ 2 (st. 6b)</b> Majoritaires : psammites, altérites Minoritaire : bauxite allochtone	<b>Chasséen ancien (st. 7)</b> Majoritaires : bauxite all., altérites Minoritaires : psam., OIS, azurite	<b>Chasséen ancien évolué (st. 3)</b> Majoritaire : bauxite allochtone Minoritaires : altérites, psammites, bauxite parallochtone	
<b>Transformations</b>	<b>Ensemble de l'occupation</b>			
<i>Traitement thermique</i>	Bauxite allochtone non chauffée Psammites et altérites de glauconie vraisemblablement chauffées pour obtenir de l'hématite (à confirmer)			
<i>Modalités de réduction</i>	Bauxite allochtone et hématite oolithique réduites par abrasion Psammites et altérites de glauconie réduites par concassage/broyage/mouture			
<b>Utilisations</b>	<b>Ensemble de l'occupation</b>			
<i>avec les céramiques</i>	Trois aspects avérés d'interactions céramique-matière colorante : - poudre blanche de calcite, incrustée dans les décors gravés noirs - peinture rouge (bauxite ?) appliquée sur des céramiques fines - bandes et aplats noirs (carbone), appliqués sur des céramiques fines à pâte claire			
<i>avec les galets usés</i>	Stigmates d'un travail sur support minéral (gros grains silicatés), par gestes courts ou longs et réguliers Résidus de matière colorante vraisemblablement associés à de la matière organique amorphe Matière colorante difficilement appréhendés par MEB, par MEB-EDS et par spectroscopie Raman			
<i>autres</i>	Possible usage du pouvoir abrasif et asséchant de l'hématite tout au long de l'occupation			

Figure 141. Vestiges de matières colorantes mis en évidence et chaînes opératoires déterminées à Giribaldi.

sur le site à titre d'échantillon-test d'un gîte qui s'est révélé peu intéressant, d'où la non-exploitation de cette matière première. Cette hypothèse amène deux suggestions : (i) soit les occupants du site ont procédé à des expérimentations ciblées dans le but de diversifier leur panel de matières premières, (ii) soit les individus chargés de l'approvisionnement ne maîtrisent pas précisément les besoins des sites à alimenter, ce qui induit alors une récolte relativement mal contrôlée, où certains blocs transportés ne sont pas utilisés par la suite. L'homogénéité des blocs de bauxite allochtone montre que les gisements sont soigneusement sélectionnés. La première hypothèse (expérimentation) est donc privilégiée.

En définitive, l'économie des matières colorantes se fonde, tout au long de l'occupation, sur un approvisionnement multipolaire de roches diversifiées, comprenant au moins une matière locale –

altérites de roche glauconieuse – et des matières exogènes – bauxite et grès psammitiques – situées à trois jours de marche au minimum (soit six jours pour l'aller-retour : figure 91). Entre le Protochasséen/VBQ 2 et le début du Chasséen ancien, on remarque un désintérêt des grès psammitiques au profit des bauxites allochtones. Le passage des premiers aux seconds s'accompagne d'un apport de géomatières plus ponctuelles : les oolithes ferrugineuses et l'azurite – cette dernière devant vraisemblablement être rapprochée à la sphère métallurgique (figure 94). L'acquisition des géomatières colorantes de Giribaldi montre donc, à l'orée du Chasséen ancien, un ample renouvellement du fond de matières premières et des axes de circulation, avec les modifications économiques, territoriales, techniques et fonctionnelles que cela implique. À mesure que l'on progresse dans le Chasséen ancien, les occupants de Giribaldi en viennent à délaisser les matières locales, qui deviennent minoritaires. Les grès psammitiques, qui ont pleinement satisfait aux besoins antérieurs, sont alors marginaux (figure 94). La priorité semble bien être la mise à contribution du réseau d'échange. L'approvisionnement en bauxite continue de s'intensifier pour devenir prépondérant : les affleurements du centre-Var contribuent à la majorité de l'assemblage ; ces gîtes sont situés à une distance minimale de quatre-vingt kilomètres, ce qui représente au moins huit jours de marche aller-retour (figure 91).

Les **étapes de transformation** sont adaptées d'une part, aux propriétés intrinsèques des blocs et, d'autre part, aux caractéristiques recherchées pour le produit colorant. Plusieurs **modes de réduction** ont été mis en évidence à l'aide de l'étude des éléments de macro-outillage et des stigmates que portent les blocs de matière première semi-transformés (figure 141).

Les bauxites sont tendres mais cohérentes et composées d'hématite et de kaolinite. Elles ont été réduites par abrasion en aller-retour, sur un support minéral à grain fin. Cette action lente mais contrôlée permet d'obtenir une poudre de granulométrie fine homogène. L'action d'abrasion est menée au maximum : certains fragments infracentimétriques portent plusieurs facettes.

Les grès psammitiques et les altérites de roche glauconieuses sont composés de goéthite et/ou d'hématite, associée à des silicates et de la calcite. Les blocs sont *a priori* travaillés par concassage/broyage, actions dont le rendement et la qualité dépendent grandement du temps et du soin apportés à leur exécution. Au sein des deux gammes, les blocs les plus tendres ont pu être utilisés directement par simple frottement sur un support, même souple, pour y déposer de la poudre d'oxy(hydroxy)des de fer.

Le bloc d'oolithes ferrugineuses est composé d'hématite bien cristallisée. Il semble avoir été intensément utilisé par abrasion sur un support minéral dur à grain fin.

Les blocs de bauxite parallochtone et le grain d'azurite ne portent pas de trace explicite de transformation.

En se fondant sur le même raisonnement que pour l'étude de Pendimoun, le **traitement thermique** paraît tangible à Giribaldi. Mais là encore, toutes les gammes de matière première ne sont pas impactées de manière similaire.



D'après nos prospections, les bauxites varoises, allochtones comme parallochtones, sont naturellement constituées d'hématite<sup>14</sup>. De fait, aucun indice de goethite chauffée n'a été décelé dans les échantillons archéologiques de bauxite. La présence de l'anatase et l'abandon des metabauxites viennent corroborer l'improbabilité d'un chauffage volontaire.

Les deux autres gammes principales présentent, une fois encore, des similitudes : l'hématite désordonnée, parfois associée à la maghémite, est le chromogène des blocs rouges. Le traitement thermique paraît tout à fait plausible ici.

Le bloc à oolithes ferrugineuses n'a pas été testé : les nombreuses facettes qu'il porte interdisaient tout prélèvement.

Le bilan des opérations appliquées aux blocs de chaque gamme de matière première montre que **les chaînes de transformation ne sont pas uniformes**. D'une part, celles-ci semblent adaptées aux propriétés intrinsèques des géomatères – les bauxites sont abrasées et les grès sont broyés. D'autre part, ce mode opératoire différentiel permet d'obtenir des produits aux propriétés contrastées : (i) poudre de bauxite rouge-orange dotée de bonnes propriétés colorantes et (ii) poudre de goethite ou d'hématite, en quantité ou de granulométrie fine suivant le temps de travail, avec quartz ou non, à partir des grès ou des altérites de roche glauconieuse.

Cette diversité de produits colorants suggère **de multiples usages et fonctions** (figure 141). Ainsi, la bauxite fournit une poudre fine orangée dotée des bonnes propriétés colorantes. Les grès psammitiques et les altérites de roche glauconieuse ont permis de produire un large éventail de produits suivant la durée et la minutie du concassage/broyage, privilégiant la quantité ou la qualité, au gré des besoins. Les blocs tendres de ces deux gammes ont procuré une poudre fine par simple frottement. La matière colorante issue du bloc d'oolithes ferrugineuses est riche en hématite et finement cristallisée.

Les gammes majoritairement exploitées au *Protochasséen/VBQ 2* sont les grès psammitiques et les altérites de roches glauconieuses. À l'exception d'incrustations blanches dans les décors céramiques, la structure 6b n'a pas livré de résidus colorés en contexte d'utilisation<sup>15</sup>. Nous ne pouvons donc raisonner que par déduction à partir des blocs de matière première et de leur transformation. Les deux gammes présentent un potentiel équivalent et permettent l'utilisation des oxy(hydroxy)des de fer, dans toute leur diversité : propriétés colorantes, abrasives, siccatives, etc. Les habitants de Giribaldi ont pourtant fait le choix d'introduire des grès psammitiques, dont les premiers gîtes sont situés à plusieurs jours de marche. Deux lectures, compatibles, peuvent être proposées. D'une part, les grès sont dotés de propriétés pétrologiques et physiques (quartz et oxy(hydroxy)des de fer finement cristallisés) probablement idéales pour des actions techniques spécifiques comme le polissage ou l'abrasion. D'autre part, le transfert et l'échange sur de longues distances, de matières premières et de biens finis, participe aux manifestations permettant de cultiver le lien social entre les différents groupes (Binder, 2004a, p. 20).

---

14. Des pisolithes de goethite ont parfois été observés, dans la formation parallochtonique de Camps-la-Source par exemple (ensemble de Mazaugues-Engardin) ; mais les faciès allochtoniques en sont dépourvus.

15. Deux tessons céramiques et deux galets à usure distale proviennent de la structure 6. Nous considérons que leur attribution chrono-culturelle n'est pas claire.

L'assemblage du *Chasséen ancien*<sup>16</sup> voit l'apparition puis la prépondérance des bauxites dans le cortège de matières premières. Il comprend aussi des résidus sur galets à usures distales et des céramiques colorées. D'après les observations tracéologiques, l'association des galets usés et résidus colorés met aussi en jeu des matières organiques amorphes. Ces résidus sont observés aux abords des facettes d'usure des galets, mais aussi sur les flancs. La quantité de matière colorante paraît trop importante pour un simple rôle de charge. Les analyses physicochimiques n'ont pas apporté d'informations exploitables. Le fonctionnement de ces objets n'est à ce jour pas élucidé.

L'étude des céramiques portant des résidus colorants a en revanche permis de déterminer et de caractériser plusieurs types d'interactions :

- les colorations rouges superficielles parfois observées en plages isolées ou discontinues sur pâte claire paraissent attribuables à des incidents mineurs de cuisson (coup de feu) et non des colorations par ajout d'oxy(hydroxy)des de fer ;
- les incrustations de matière blanche dans les décors gravés sur pâte sombre sont constituées de carbonate de calcium (calcite d'après les analyses structurales) finement broyé ;
- les inclusions rouges observées dans la pâte semblent être des fragments de céramique remployés en dégraissant ;
- le seul indice de chromogène repéré dans les bandes et aplats noirs sur pâte claire, est l'élément carbone, d'origine organique d'après les analyses par spectroscopie Raman. Cette observation nous oriente vers un mélange pigmentaire élaboré à partir de charbon ;
- deux aspects d'aplat de matière colorante rouge ont été dissociés : une fine pellicule brun-rouge et une peinture rouge-orangé. Les résultats analytiques des tessons de ce dernier type montrent un cortège élémentaire qui évoque celui des blocs de bauxite allochtone.

Cette observation s'accorde avec le mode de préparation appliqué à cette gamme de matière première : la bauxite allochtone de Giribaldi paraît bien introduite sur le site pour être transformée en poudre pigmentaire. Les quantités de blocs paraissent disproportionnées avec le faible nombre de vases peints mis au jour. Les vases peints à la poudre de bauxite font probablement partie de la production céramique à fort investissement technique. Cette production de céramiques fines dépasse le cadre des besoins locaux et était peut-être dédiée à la diffusion (Binder, 2004a, p. 74). La bauxite a pu servir à colorer des supports qui ne nous sont pas parvenus. On remarque que la matière première employée pour les incrustations blanches est un carbonate de calcium, vraisemblablement la calcite, qui abonde dans l'environnement local. La calcite a été mise en évidence à Isle-sur-la-Sorgue – Bagnoles (Sargiano *et al.*, 2010, p. 219) ou à Matera – Trasano (Angeli *et al.*, 2006, p. 6). À Castello di Annone, les incrustations blanches sont constituées de talc ou hydroxyapatite (Giustetto *et al.*, 2013). Cette distinction ne semble pas à mettre sur le compte de simples contraintes économiques – l'environnement de Castello di Annone comprend de nombreuses formations carbonatées (Compagnoni *et al.*, 2011) – et reste à caractériser.

La fonction des grès psammitiques et des altérites de roche glauconieuse n'est pas cernée avec précision. On remarque cependant qu'ils sont de moins en moins sollicités à mesure que l'on progresse dans le Chasséen ancien. Cela pourrait signifier que les fonctions qui leur étaient dévolues sont

16. Les phases précoce et évoluée – respectivement documentées par les structures 7 et 3 – sont traitées en un bloc cohérent ici. Des nuances sont apportées ponctuellement.

progressivement reprises par les bauxites ou d'autres solutions techniques, ou bien que les activités qui les mobilisent se réduisent à Giribaldi.

Enfin, comme pour Pendimoun, il faut considérer que notre matériel d'étude se cantonne au mobilier rejeté dans les puits et conservé après plus de six mille ans d'enfouissement. Un grand pan des activités intégrant les oxy(hydroxy)des de fer ne nous est pas parvenu.

La richesse du matériel archéologique de Giribaldi a permis de décrire en détail les étapes formatives du Néolithique moyen en Provence. Il s'agit désormais de confronter notre propre documentation au panorama chasséen, pour l'intégrer aux interprétations générales.

L'étude techno-économique a montré que **Giribaldi est inséré dans un vaste et complexe réseau d'échange de matières premières et de bien finis** (Binder, 2004a, p. 20-28). Ainsi, l'environnement local du site offre plusieurs ressources siliceuses aptes à assurer les besoins courants, mais ces dernières ne sont mobilisées qu'au sein de chaînes opératoires simples pour produire des outils lourds (pour l'extraction d'argile par exemple : Binder, 2004a, p. 21). En regard de cette production expédiée, Giribaldi capte de nombreuses autres ressources – silex bédoulien, quartz hyalin, obsidienne liparote, roches tenaces – sous des formes variées – préformes, lames, nucléus bruts, objets finis. Tout cela témoigne d'une organisation de la production dans le temps et dans l'espace, ainsi que de modalités complexes de distribution. Giribaldi participe à ce réseau en l'alimentant de récipients en céramique à paroi fine (cf. titres 1.2. et 2.3. du deuxième chapitre).

L'économie des matières colorantes s'intègre sans heurt dans ce schéma : toutes les phases d'occupation ont livré à la fois une roche locale et des ressources exogènes diversifiées (bauxites, grès psammitiques, azurite et peut-être oolithes ferrugineuses). Elle le nuance aussi. Le filtre diachronique révèle que le spectre de matières premières n'est pas monotone dans le temps : (i) les grès psammitiques et les altérites de roche glauconieuse cèdent progressivement le pas aux bauxites et (ii) le début du Chasséen ancien est marqué par un renouvellement des gammes exploitées et donc des gîtes sollicités.

Bien que distantes de plusieurs jours de marche, les matières colorantes lointaines font partie des acquisitions exotiques les plus proches du site. On ne connaît pas précisément l'itinéraire de circulation de chaque bien, mais il faut reconnaître que les gîtes de roches colorantes constituent de possibles jalons sur les grands axes d'échange. Ainsi, les bauxites varoises se trouvent à mi-chemin des ateliers de silex bédoulien. De même, l'azurite et les grès psammitiques de la vallée de l'Argens proviennent de contextes géologiques qui ont fourni des terres d'altération exploitées pour l'industrie céramique. La relative homogénéité physico-chimique de l'assemblage de bauxite allochtone insinue que les blocs étaient soigneusement sélectionnés dès la récolte. Ce fait peut être rapproché de l'observation faite par Didier Binder, qui évoque « la sélection précise des meilleures variétés de silex bédouliens pour la mise en œuvre du débitage laminaire » (Binder, 1998, p. 124).

La **dichotomie production domestique/production spécialisée**, élément caractéristique du Chasséen, est bien représentée à Giribaldi par l'industrie lithique et surtout dans la production céramique. Ce matériel conséquent mis au jour a permis de décrire finement les premières étapes du Chasséen de Provence (Binder et Lepère, 2014). Les traitements de surface sont particulièrement

investis. Cette production est visiblement l'œuvre d'artisans spécialisés et dédiée à participer au réseau d'échange.

Les chaînes opératoires des matières colorantes montrent aussi, à moindre échelle, des investissements différentiels. Les altérites locales sont travaillées par concassage/broyage ou simplement frottement. Cette gamme exploitée tout au long de l'occupation a pu fournir des poudres d'oxy(hydroxy)des de fer de différents grades de qualité et ainsi remplir l'ensemble des besoins domestiques, utilitaires comme symboliques. Pourtant, elle est supplantée dans certains de ces usages par des géomatières qui ont fait l'objet à la fois d'un transit régulier sur de grandes distances et d'un développement technique spécifique.

Les bauxites et le bloc d'oolithes ferrugineuses subissent ainsi une minutieuse réduction par abrasion. La bauxite allochtone est apparemment une matière première estimée et recherchée car elle est exploitée à l'extrême : certains fragments infracentimétriques portent plusieurs facettes, alors qu'un gros bloc accidentellement chauffé est rejeté. La poudre de bauxite semble dédiée à la décoration des céramiques fines. Cela impliquerait qu'elle serait amenée à circuler une deuxième fois dans le réseau d'échange, sous forme de peinture.

Le cas du bloc d'oolithes ferrugineuses est plus obscur. En Normandie et en Belgique, cette roche est la seule géomatière colorante identifiée sur les sites LBK qui ont été étudiés. Comme à Giribaldi, elle est travaillée par abrasion de blocs centimétriques, qui présentent ensuite plusieurs facettes planes (Hamon, 2007, p. 101 ; Billard *et al.*, 2014). Ici, l'inventaire d'un unique bloc, travaillé selon un mode opératoire spécifique et réfléchi, pose question plus qu'il n'apporte d'éléments de réponse.

Les grès psammitiques partagent de grandes similitudes d'ordre technofonctionnel avec les altérites de roche glauconieuse. Des efforts ont pourtant été déployés pour acquérir cette gamme exogène, en particulier au Protochasséen/VBQ 2. Cette présence conjointe pourrait donc bien traduire des modes de fonctionnement distincts pour ces deux roches. Enfin, l'observation ponctuelle de blocs de grès psammitiques dans les phases postérieures peut être perçue comme un signe de traditions techniques entre le Protochasséen-VBQ 2 et le Chasséen ancien.

En l'absence de témoins caractéristiques, nos connaissances sur le fonctionnement de ces gammes d'oxy(hydroxy)des de fer restent lacunaires. Giribaldi a livré quelques perles élaborées sur test de mollusques marins (étude Catherine Cade dans Binder, 2004, p. 65-66) ainsi que plus de deux-cents éléments d'industrie osseuse, dont des pointes ayant pu intervenir dans des travaux de couture (étude d'Ingrid Sénépart dans Binder, 2004, p. 28-29). Aucune trace de matière colorante n'est évoquée pour ce matériel. De même, les outillages lithiques semblent exempts de résidus d'oxy(hydroxy)des de fer (Gassin, 2004 ; Gassin et Binder, 2004, p. 173-177).

Enfin, la présence d'azurite-malachite est peut-être un indice de repérage et d'exploitation précoce de sources de cuivre. Cette hypothèse s'accorde avec les découvertes récentes régionales, qui placent les premières traces d'exploitation au dernier tiers du V<sup>e</sup> millénaire BCE et les premiers objets au tout début du IV<sup>e</sup> millénaire BCE – respectivement dans les environs de Parme et de Montélimar (Mazzieri et Dal Santo, 2007 ; Thiercelin-Ferber, 2013 ; Dolfini, 2014).



### V.3. Le statut des matières colorantes du sixième au cinquième millénaire BCE : regards croisés

Jusqu'à présent, les deux corpus qui composent le cœur de notre travail ont été traités séparément. Leur examen a permis d'en extraire deux descriptions de gestion de matières colorantes, au sein desquelles il est déjà possible de percevoir à la fois des similitudes et des traits distinctifs.

Il s'agit dès lors de confronter ces deux tableaux pour déterminer les tendances qui ont guidé les premières d'une part et les causes imputables aux secondes d'autre part.

Des comparaisons à d'autres séries régionales ou plus lointaines pourront être faites pour étayer notre démonstration<sup>17</sup>.

La première étape de notre travail a consisté à inventorier les vestiges de matières colorantes respectivement livrés par Pendimoun et Giribaldi, en les classant en restes cohérents et non-cohérents, cette partie étant elle-même subdivisée en fonction de la nature des supports recouverts. Il en est d'emblée ressorti des différences d'ordre qualitatif et quantitatif, pour chaque catégorie. Les particularités qui relèvent du premier rang font l'objet d'un développement approfondi ci-après. La discordance quantitative doit quant à elle être pondérée à la masse documentaire investie et extraite lors des fouilles. Prenons l'exemple des blocs de matière première colorante : Pendimoun a livré plus de mille-sept-cents blocs pour une masse avoisinant les cinq kilogrammes ; Giribaldi, moins de quatre-cent-cinquante blocs pour mille-neuf-cents grammes<sup>18</sup>. On serait en mesure de penser qu'un site central tel que Giribaldi drainerait plus de matières premières qu'un site à vocation principalement saisonnière comme Pendimoun. La réalité est autre et s'explique tant par la durée des occupations que par l'emprise au sol des couches archéologiques excavées. Ce biais pris en compte, il est possible de comparer les deux séries en abordant la question d'un point de vue matériel dans un premier temps, puis en étirant la réflexion aux propositions interprétatives dans un second.

L'inventaire et la caractérisation des **matières premières introduites** montrent que durant toute l'occupation des deux sites, l'exploitation des matières colorantes est très majoritairement voire exclusivement focalisée sur les oxy(hydroxy)des de fer. La goethite est bien représentée, mais elle semble, dans la plupart des cas, dédiée à être transformée en hématite par chauffage, avant réduction en poudre.

---

17. Parmi ces séries auxquelles nous ferons appel, deux assemblages de blocs de matière colorante ont fait l'objet d'un inventaire et d'une étude préliminaire pétrologique en parallèle de nos travaux de thèse : Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard et Roquestéron – la Bréguée. Les corpus de blocs de matières colorantes ont été décrits selon le protocole opératoire appliqué à ceux de Pendimoun de et Giribaldi.

Lombard est un site en grotte daté du Cardial récent (5300-5000 cal. BCE), ayant servi de halte de chasse. Deux phases d'occupation au moins ont été individualisées par l'étude du matériel (Binder, 1991b). L'assemblage de matières premières colorantes comprend 49 blocs, pour une masse de 38 grammes.

La Bréguée est une station chasséenne qui devait s'étendre sur le vallon éponyme ainsi que sur les crêtes qui dominent aujourd'hui le village de Roquestéron. Le site a subi une érosion importante et ne présente qu'un potentiel archéologique faible, malgré la quantité de matériel récolté par prospection pédestre (Lepère, 2010 ; Lepère, 2011)

18. Soit moins de mille-deux-cents grammes si l'on retire le bloc 310 qui n'a pas d'attribution de classe précise (cf. titre 1.2.1. du quatrième chapitre).



Pour acquérir ce produit, les occupants de Pendimoun et de Giribaldi se sont en partie accommodés de géomatières aisément récoltables dans leur aire d’acquisition directe respective. Ces roches sont, pour la plupart, des altérites de roche carbonatée glauconieuse de la première moitié du Crétacé, pendant oriental des ocre du Vaucluse. Ce caractère n’est pas propre à Pendimoun et Giribaldi. L’étude pétrologique des corpus de Saint-Vallier-de-Thiery – Lombard et de Roquestéron – la Bréguée a aussi permis de mettre en lumière des exploitations fondées sur des ressources locales d’altérites de glauconie : assez similaire à celles de Giribaldi dans le premier cas ; un faciès plus riche en silicates (quartz et muscovites) dans le second<sup>19</sup> (Pradeau dans Lepère, 2011, p. 121-122).

Mais les assemblages de Pendimoun et de Giribaldi présentent aussi, d’un point de vue économique, de grandes différences. Alors que les occupants de l’abri Pendimoun se sont contentés durant tout le VI<sup>e</sup> millénaire BCE de trois roches locales, sans jamais en privilégier une par rapport aux autres, ceux du site de plein air de Giribaldi se trouvent intégrés à un complexe réseau d’échange, qui leur permet de capter des ressources colorantes diversifiées parfois lointaines ; au cours des cinq siècles documentés, cet approvisionnement multipolaire s’est inexorablement concentré sur l’une d’elles – la bauxite.

Cette **dualité économique se retrouve dans les modalités de préparation**. Pendimoun privilégie une chaîne opératoire relativement longue mais uniformisée pour les trois gammes et composée d’étapes assez simples : probable transformation en hématite par traitement thermique, réduction en particules grossières par concassage, homogénéisation par mouture pour obtenir une poudre de fine granulométrie. Suivant le produit recherché, la première et la troisième étapes sont facultatives.

À Giribaldi, les opérations appliquées dépendent des propriétés intrinsèques des roches et du produit recherché. Se côtoient ainsi (i) une transformation simple des altérites locales, selon un schéma évoquant Pendimoun, qui permet de subvenir aux besoins utilitaires et (ii) une préparation minutieuse des géomatières d’origine lointaine par abrasion, pour obtenir un produit doté de bonnes propriétés colorantes.

Quels facteurs peuvent être avancés pour expliquer cette dichotomie ? On serait tenté, en premier lieu de mettre les différences technoéconomiques observées sur le compte de critères chronoculturels ou territoriaux. Cette assertion s’infirme par le fait que les premiers groupes néolithiques de l’Impresso-cardial de Pendimoun avaient accès – ponctuellement il vrai, jusqu’au Cardial récent – aux ressources lithiques du Vaucluse (Binder, 1998, p. 122 ; Binder, 2003, p. 109-110). Quant aux couches attribuées au Chasséen à Pendimoun, elles ont livré une centaine de blocs de matières colorantes, toutes d’origine locale.

Abordons les sites étudiés par l’angle du statut des occupations. À l’exception peut-être des phases anté-néolithique et Impressa, Pendimoun paraît occupé de manière ponctuelle et autour d’activités saisonnières et spécialisées qui varient dans le temps – funéraire, bergerie, production de céramiques à partir des matériaux qui abondent à proximité. Giribaldi, en revanche, se présente comme un site central qui accueille plusieurs activités impliquant une sédentarité plus affirmée – agriculture, extraction d’argile en puits, macro-outillage important<sup>20</sup>. Les matières dédiées à une gestion

19. Les calcaires gréseux glauconieux sont abondants dans l’environnement géologique de Roquestéron (Goguel *et al.*, 1980).

20. Le macro-outillage de Nice – Giribaldi comprend plus de 1100 objets, dont 55 % sont répartis dans les structures (cf. titre 2.3.3. du deuxième chapitre). Ces éléments sont pour la plupart fragmentés et des remontages ont été réalisés (étude Annick

spécifique comme les bauxites, n'ont visiblement pas atteint l'occupation périphérique que constitue Pendimoun au Chasséen. Ce dernier point renforce l'idée que la bauxite joue un rôle particulier dans le *package* chasséen provençal, idée qui mérite d'être approfondie.

L'intérêt que portent les occupants de Giribaldi à la bauxite n'a pas à souffrir la comparaison avec les autres gammes de matériels importés : comme pour les ressources siliceuses, ils vont jusqu'à délaisser les gîtes locaux à son profit. La bauxite pourrait-elle alors être considérée comme un bien valorisé au sein du bagage chasséen, faisant l'objet d'établissements d'exploitation près des gîtes et de diffusion régulière sur de grandes distances, à l'instar des ressources siliceuses ou des roches tenaces ? Jusqu'à présent, les assemblages néolithiques au sein desquels la bauxite est expressément identifiée<sup>21</sup>, présentent tous la particularité de provenir de sites chasséens – à l'exception notable de Fontbrégoua, où la bauxite est exploitée dès le Cardial<sup>22</sup> (Courtin, 2000). Dans le cadre du PCR ETICALP (cf. titre 6.2.2. du troisième chapitre), nous avons pu observer, lors du récolement d'informations de plusieurs dépôts de fouille, des blocs de matière bauxitique portant des facettes striées ou non, à Plan-de-la-Tour – Reverdit, Salernes – La Baume, Tourtour – Saint-Pierre, Villecroze – Montmartre. Le premier site se trouve à environ 20 km des premiers gîtes de bauxites, les trois comprennent des affleurements dans leur espace d'acquisition directe. Ces blocs facettés sont toujours associés, de près ou de loin, à du matériel évoquant le Néolithique, voire le Chasséen : céramique, objets façonnés en roche verte, industrie lithique bien maîtrisée en silex bédoulien chauffé. Il faut concéder que ces séries proviennent de collections assemblées au cours de prospections pédestres ou de fouilles anciennes, d'où un cadre chrono-culturel lâche, à considérer avec prudence<sup>23</sup> (Binder, 2012).

Le débat sur la valorisation et sur la diffusion de la bauxite au cours du Chasséen, est ouvert. La réduction de ce problème passera par l'examen d'un ensemble de corpus diversifiés, pour tester plusieurs variables : statut de l'occupation (sites centraux ou saisonniers), relations spatiales vis-à-vis des ressources (sites proches des gîtes ou non) et aspects chronoculturels (anté-Chasséen, Chasséen ancien et Chasséen récent).

Par ailleurs, si l'on accepte l'hypothèse que la bauxite est une matière qui est appréciée et diffusée au Chasséen, qu'en est-il des autres gammes non locales de Giribaldi : grès psammitiques et oolithes ferrugineuses ? Ces roches n'ont pas été identifiées dans l'assemblage du Préchasséen de Fontbrégoua. Mais à notre connaissance, aucune étude pétrologique fine n'a été menée.

La question du statut de la bauxite et de toute autre matière méritera aussi d'être posée pour les périodes antérieures. Il n'est pas exclu que l'intérêt pour certaines matières premières colorantes et le développement de chaînes opératoires spécifiques, scindées dans le temps et l'espace, prennent leurs sources dans le Néolithique ancien.

---

Schoumacker puis Caroline Hamon). Les modules sont variés – galets ovoïdes ou plaquettes parallélépipédiques –, de même que les géomatières constitutives – grès d'Annot ou andésite entre autres. Cette diversité permet d'envisager un large spectre fonctionnel (selon la terminologie de Caroline Hamon : Hamon, 2006, p. 30-34) : tables de broyage et broyeurs pour matières minérales, meules et molettes pour mouture de céréales, polissoirs à os ou à roches tenaces, bouchardes, etc.

21. Baudinard-sur-Verdon – Grotte C (Chasséen récent), Baux-de-Provence – Escanin 2 (Chasséen récent) et Salernes – Fontbrégoua (Cardial, Préchasséen, Chasséen) (cf. titre 2.1.1. et 2.1.2. du premier chapitre). La grotte C se trouve à environ 10 km des affleurements de bauxite allochtone du nord-Var ; Escanin 2 et Fontbrégoua se trouvent directement sur des affleurements.
22. Mais il est vrai aussi que la baume Fontbrégoua prend assise sur un affleurement de bauxite comme l'abri Pendimoun sur une formation à altérites de roche glauconieuse.
23. Il est possible que les blocs non facettés n'aient pas été récoltés par les prospecteurs ou les fouilleurs.

L’étude des **usages dévolus aux matières colorantes** a montré, tant pour Pendimoun que pour Giribaldi, la faible représentation des vestiges informatifs. Il en résulte une grande part de spéculations sur un possible rôle de matière « bonne à tout faire » pour les roches locales, ce rôle étant indexé à leur mode de préparation, qui permet de privilégier (i) la quantité pour un usage de masse ou (ii) la finesse de la granulométrie pour mettre en exergue les propriétés de la poudre.

Pour ce qui est des utilisations avérées, Pendimoun livre des exemples symboliques de la couleur à travers la bicoloration jaune et rouge d’une sculpture anthropomorphe d’une part, ainsi que de la coloration en rouge de blocs calcaires associés à la sphère funéraire d’autre part. On remarque aussi un fragment d’un objet cylindrique élaboré à partir d’argile et d’oxy(hydroxy)des de fer. Le rouge est représenté en contexte domestique par quatre vases colorés selon des procédés et des motivations qui évoluent dans le temps – aplat de poudre au Néolithique ancien, coloration dans la masse durant la phase VBQ.

À Giribaldi, seule la coloration de céramiques a pu être clairement mise en évidence, mais celle-ci présente un vocabulaire décoratif enrichi, avec des peintures rouges *a priori* bauxitiques, des incrustations de matière blanche calcitique et des peintures noires à base de carbone d’origine organique. Les oxy(hydroxy)des de manganèse fréquemment évoqués dans la littérature relative au Paléolithique ne semblent pas avoir reçu d’attention de la part des occupants de Pendimoun ni de ceux de Giribaldi. Le noir est pourtant bien représenté dans le spectre coloré de ces sites où il s’exprime à travers la production parfois abondante de céramiques assombries par traitement de surface, où le chromogène est le carbone d’origine organique. On pourrait objecter une contrainte économique, mais il existe un important gisement d’oxy(hydroxy)des de manganèse dans l’environnement régional, à Biot<sup>24</sup>. Le choix d’avoir recours au carbone d’origine organique est intéressant car il dénote un parti pris vis-à-vis des productions céramiques de Serra d’Alto et de Ripoli<sup>25</sup>, dont les bandes peintes sont composées d’oxy(hydroxy)des de manganèse ; dans ces cultures, le chromogène des parois entièrement foncées reste le carbone d’origine organique, probablement déposé par traitement de surface spécifique (Angeli *et al.*, 2006 ; Angeli *et al.*, 2011).

Enfin, Giribaldi a livré des galets à usures distales portant des résidus colorants vraisemblablement associés à de la matière organique amorphe. Le mode de fonctionnement de ces galets et le fait qu’ils portent des traces d’oxy(hydroxy)des de fer, restent problématiques.

---

24. La présence d’oxy(hydroxy)des de manganèse a d’ailleurs contribué à l’essor de l’industrie de verrerie de cette ville (cf. titre 1.2.5. du premier chapitre).

25. Cultures contemporaines, respectivement des Pouilles et des Abruzzes.

## V.4. Perspectives

Plusieurs points restent à éclairer pour les deux sites.

Le plus crucial, à nos yeux, est de pouvoir **distinguer les différentes matières premières une fois qu'elles sont réduites à l'état de poudre**, pour tracer chaque gamme, du bloc brut au résidu d'utilisation, en passant par les outils de préparation.

Ces données permettraient de (i) répartir le rôle dévolu à chaque gamme de matière colorante, (ii) de mettre en exergue ou non des associations particulières et (iii) de réduire le champ des possibles pour les usages utilitaires ou symboliques qui n'ont pas laissé de traces exploitables.

La détermination d'une signature chimique des oxy(hydroxy)des de fer archéologiques, par comparaison des éléments traces associés à l'élément fer, a fait l'objet de développements récents, développés dans le titre 2.2.2. du premier chapitre, auquel nous renvoyons le lecteur. Une caractérisation de ce type a été commencée durant notre étude. Des analyses préliminaires par XRF ont ainsi été menées au *Dipartimento de Chimica e Chimica Industriale* (DCCI) de l'Université de Gênes, sous la tutelle de Paolo Piccardo. Les échantillons de bauxite examinés provenaient de gîtes prospectés par nos soins, dont les relations lithostratigraphiques qu'ils entretiennent entre eux, sont connues. Jusqu'à présent, il n'a pas été possible de faire ressortir ces relations par les seules données chimiques obtenues par XRF et leur traitement statistique. En outre, les altérites, les oolithes ferrugineuses et les marcassites oxydées de Pendimoun sont toutes trois issues d'un contexte de formation très proche. Il n'est pas certain que ces trois roches aisément différenciables à l'œil nu présentent des cortèges d'éléments-traces discriminants. Vu les résultats encourageants de l'approche pétrologique en dépit de sa faible représentativité dans la littérature, nous avons fait le choix de privilégier cette méthode pour évaluer son potentiel informatif.

La détermination d'une signature chimique propre à chaque géomatériau reste cependant un puissant outil pour reconstruire le système techno-économique des matières colorantes. Il va de soi que cet axe devra donc être réinvesti dans un futur proche, en particulier pour un site exploitant des ressources très diverses comme Giribaldi.

La **préparation d'hématite par traitement thermique** de goethite a été envisagée pour plusieurs gammes de matière première sur les deux sites, sur la base de pistes convergentes. Étant donné que la question de la maîtrise du feu par les artisans du Néolithique n'est pas une question âprement débattue, nous avons fait le choix de raisonner sur la probabilité de cette action technique par indices convergents, puis de construire nos interprétations en prenant en compte les deux scénarios possibles. Ces hypothèses mériteront cependant d'être testées à l'aide de la méthodologie, désormais éprouvée, fondée sur le microscope électronique à balayage (cf. titre 1.4.1. du premier chapitre).

Enfin, la **description de l'interaction matière colorante/céramique** méritera d'être affinée. La multiplication des analyses permettra de confirmer ou non les tendances observées (en particulier le rôle de pigment rouge dédié à la bauxite à Giribaldi). Quelques ambiguïtés ponctuelles pourront être levées à l'aide d'investigations pétrographiques et structurales – ce dernier point concerne en premier lieu le « vase rouge » VBQ de Pendimoun.

Ces différents problèmes résolus, il s'agira de tester, à l'échelle régionale, les hypothèses formulées à l'issue de ce travail.

On a vu ainsi que les occupants du site saisonnier du VI<sup>e</sup> millénaire BCE s'étaient focalisés sur un approvisionnement simple de géomatères locales diversifiées, traitées sans distinction pour fournir des produits adaptés à tous les besoins ; que les habitants du site central du V<sup>e</sup> millénaire BCE avaient eu accès à un large panel de matières locales ou exogènes, qu'ils avaient mis en œuvre des modes de préparation différentiels, obtenant ainsi des produits très diversifiés, pour progressivement privilégier la matière la plus lointaine et la préparation la plus longue.

L'esquisse de cette dualité technoéconomique doit être vérifiée en intégrant de nouvelles séries à notre panorama. Cet ensemble de corpus devra, selon nous, être représentatif à la fois sur un plan horizontal (statut et pérennité de l'occupation) et vertical (attribution chronoculturelle), des nuances offertes par le tableau liguro-provençal du VI<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> millénaire BCE. Plusieurs sites sont susceptibles de correspondre : Finale – Arene Candide (6000-5100 BCE), Salernes – Fontbrégoua (5400-4800/4300-3400 BCE), Courthézon – Baratin (5380-5080 cal. BCE), Nîmes – Mas de Vignoles X (5200-5000 BCE) ou Saint-Raphaël – la Cabre<sup>26</sup>.

En considérant que cette situation sera cernée à moyen terme, il sera possible d'entreprendre des comparaisons à l'échelle macro-régionale (Méditerranée nord-occidentale) voire inter-régionale (sphère LBK puis VSG), pour extraire des caractères discriminants entre différents groupes culturels. Ces données pourront être versées au fond issu des autres gammes de matériel, pour mieux cerner les dynamiques territoriales et culturelles à l'œuvre au VI<sup>e</sup> millénaire quand les groupes néolithiques appréhendent les nouveaux espaces sur lesquels ils s'installent, puis au V<sup>e</sup> millénaire, marqué par l'émergence de grands réseaux d'échanges qui parcourent la Méditerranée ou relient cet espace à l'Europe nord-occidentale.

---

26. Ce site de plein air n'a pas été fouillé à ce jour et n'est connu que par des ramassages de surface. Il a tout de même livré un matériel abondant, dont de l'obsidienne du Monte Arci (Binder et Courtin, 1994, p. 312-313). Au moins deux phases d'occupation chasséennes ont été décelées à l'aide de l'étude technologique du matériel en silex bédoulien (Léa, 2003).

# Conclusion

Les recherches entreprises dans le cadre de ce doctorat ont permis de déterminer plusieurs segments des chaînes opératoires qui mettent en jeu des matières colorantes minérales au sein des sociétés agropastorales du VI<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> millénaire BCE, en Provence orientale.

Ce travail repose sur la mise en œuvre d'une procédure d'analyse et de clés interprétatives pour appréhender ce type de matériel archéologique dans sa diversité qualitative et quantitative. Nous avons aussi pu produire un inventaire gîtologique renouvelé du potentiel économique de l'arc liguro-provençal, un référentiel expérimental et tracéologique qui prend en compte les spécificités propres à la sphère néolithique, ainsi que de nouvelles données sur le bagage techno-économique et symbolique de l'Impresso-Cardial, des VBQ et du Chasséen dans cette région.

Notre corpus d'étude se compose de deux sites. Castellar – Pendimoun est un abri sous roche principalement occupé au VI<sup>e</sup> millénaire BCE, où l'Impressa, le Cardial et une phase initiale des VBQ sont bien représentés. Nice – Giribaldi est un habitat de plein air qui a fonctionné au cours des deux derniers tiers du V<sup>e</sup> millénaire BCE ; quatre phases sont distinguées : Préchasséen/VBQ 1<sup>1</sup>, Protochasséen/VBQ 2, Chasséen ancien et Chasséen ancien évolué.

Les chaînes opératoires déterminées pour chaque site révèlent **deux stratégies techno-économiques** : à Pendimoun, trois roches locales distinctes font l'objet d'une exploitation similaire relativement simple mais apte à couvrir tous les besoins ; Giribaldi montre une gestion dichotomique, où se côtoient des matières locales et exogènes préparées selon des procédés diversifiés. Plusieurs causes peuvent être proposées pour expliquer cette dualité : (i) statut des occupations – site périphérique/saisonnier ou central/permanent ; (ii) motifs socio-culturels – volonté de mettre à contribution un réseau d'échanges qui lie les groupes entre eux au Chasséen (Binder, 2004) ; (iii) territoriaux – accès ou non à certaines ressources éloignées. Vu les diffusions qui affectent d'autres gammes de matériel dès le VI<sup>e</sup> millénaire BCE, la première interprétation semble actuellement être la plus pertinente.

Des évolutions diachroniques ont aussi été perçues au sein des sites. **À Pendimoun, le fonctionnement et le rôle dévolu à la matière colorante varient entre les différentes phases d'occupation. Celle-ci entre en interaction avec de nombreux autres types de vestiges et relève d'aspects tantôt utilitaires, tantôt symboliques** (figure 140) :

- au cours de l'Impressa, l'hématite rouge et la goethite jaune sont utilisées en peinture pour colorer un bloc calcaire sculpté en visage anthropomorphe. Elle fait vraisemblablement l'objet d'un stockage sous forme de poudre dans une céramique. Ce même récipient est sommairement coloré de rouge sur sa face externe ;
- au Cardial ancien, la poudre rouge est associée au domaine funéraire sous plusieurs aspects : broyeur maculé dans une sépulture, résidus rouges sur des gros blocs calcaires décimétriques, qui participent à un système de fermeture et peut-être aussi de signalisation ;

---

1. Cette phase n'a pas livré de matières colorantes.



- les couches du Cardial évolué livrent de grandes quantités de blocs de matière première. De la poudre rouge est stockée dans un vase dont la partie externe est partiellement colorée. Cette poudre a peut-être été marginalement incrustée dans certains décors imprimés ;
- dans la phase VBQ, les oxy(hydroxy)des de fer sont intégrés à la chaîne opératoire céramique pour produire un petit récipient à fort investissement technique, probablement voué à des pratiques sociales particulières ;
- enfin, un fragment de cylindre imprimé en matériau composite (argile et poudre d'oxy(hydroxy)des de fer) provient de la fin du Cardial ou du début des VBQ.

Giribaldi est le siège d'une gestion complexe tout au long de l'occupation, fondée sur un approvisionnement dual de matières locales ou exogènes, à l'instar d'autres gammes de matériel (industrie lithique). Nous avons pu mettre en évidence un **profond renouvellement des réseaux d'échanges et des modalités de préparation des matières colorantes du Protochasséen/VBQ 2 au Chasséen ancien** (figure 141) :

- dans la première phase, l'approvisionnement est fondé sur des altérites locales et des grès psammitiques exogènes (60 à 75 km au sud-ouest). Ces deux matières sont travaillées par broyage/mouture ou frottement direct ;
- au début du Chasséen, on observe une diversification de matières premières introduites et de gîtes d'origine. Les altérites locales restent exploitées, mais les grès, en tant que matière majoritaire, cèdent la place aux bauxites allochtones du Var (80 à 100 km à l'ouest), travaillées par abrasion. Il faut remarquer l'acquisition sporadique d'oolithes ferrugineuses et d'azurite/malachite. La seconde pourrait constituer une exploration précoce des gisements de minerai de cuivre ;
- à mesure que l'on progresse dans le temps, les grès psammitiques et même les altérites locales sont définitivement délaissées au profit des bauxites. le réseau d'échange est alors fortement sollicité pour fournir la majorité des matières premières colorantes.

Ce basculement, des altérites et des grès psammitiques vers les gisements de bauxite du Var, n'est pas une progression techno-économique mineure. **Les bauxites, roches exogènes, sont travaillées à Giribaldi selon un nouveau procédé spécifiquement adapté à leurs propriétés physico-chimiques.** La poudre obtenue, dotée de bonnes propriétés colorantes, est vraisemblablement employé dans la production céramique pour peindre des vases à fort investissement technique, dédiés à l'exportation. L'usage des altérites et des grès psammitiques reste inconnu mais peut être lié à des besoins utilitaires quotidiens : agent asséchant ou abrasif par exemple. Il ressort de ce constat que **les matières colorantes sont un médium qui permet**, en parallèle des industries lithiques et céramiques, **de retranscrire les dynamiques d'ordre technique et socio-culturel** qui prennent place dans l'arc liguro-provençal au V<sup>e</sup> millénaire BCE.

Notre travail constitue, dans la Méditerranée occidentale néolithique, l'étude *princeps* de séries exhaustives de matières colorantes. À ce titre, nous nous sommes attachés à mettre en avant le potentiel informatif de vestiges mésestimés dans ce contexte, tels que les blocs de matière première bruts et semi-transformés.

Un ensemble de méthodes issues des archéosciences, des géosciences et des sciences des matériaux, ont été associées pour tirer le meilleur parti, d'une part, des spécificités pétrologiques régionales et, d'autre part, de collections archéologiques composées de nombreux blocs de matières premières mais aussi de résidus sur divers supports.

En regard des méthodologies fréquemment appliquées, nous avons inséré un échelon pétrologique, qui a facilité à la fois la rapidité d'exécution de l'inventaire et de la classification du matériel archéologique, mais qui a aussi permis une première identification des roches et des minéraux en présence. Il convient de reconnaître que la nature géologique contrastée de la région considérée est favorable à l'identification des gammes de matières premières et à la reconnaissance des gîtes d'origine.

La mise en œuvre de cette méthodologie apporte une vision globale des corpus de matières colorantes très éloignée de ce que l'on pouvait imaginer suite à un examen bibliographique : **alors que la littérature fait la part belle aux analyses de peintures sur céramiques, statuettes ou parois, nous avons montré que les assemblages étaient, de très loin, dominés par les blocs de matière première.**

En outre, **ce type de vestige s'est avéré très riche en enseignements sur l'ensemble de la chaîne opératoire.** À l'inverse des résidus qui ne se dévoilent vraiment qu'à l'échelle microscopique, **les blocs de matière première nous ont livré des données exploitables à toutes les échelles d'observation et d'analyse : macro-, méso- et microscopique.**

La **description pétrologique à l'échelle mésoscopique s'est révélée idéale pour inventorier de grands corpus** de blocs de matière première et pour les classer selon les gammes de géomatière en présence.

Enfin, cette investigation s'est accompagnée d'un travail de terrain pour cartographier et caractériser les ressources en géomatières colorantes régionales. **Les différents gîtes d'oxy(hydroxy)des de fer prospectés ont été inventoriés et décrits dans une base de données articulée à un système d'information géographique<sup>2</sup>. Cette compilation d'informations pétrologiques, géographiques et physico-chimiques pourra être exploitée pour les études ultérieures de matières colorantes, de tout contexte chrono-culturel.**

Les études systémiques sur les matières colorantes sont encore récentes en contexte paléolithique et étaient jusqu'à présent inexistantes pour le Néolithique, d'où un certain manque de recul méthodologique et interprétatif pour « faire parler » cette gamme de documents. Nous avons ainsi été confrontés à certaines difficultés au cours de notre travail, comme la représentativité différentielle des types de vestiges colorants : corpus de matières premières importants par rapport aux résidus attribuables à la préparation ou à l'utilisation. De plus, de nombreuses activités ayant potentiellement requis l'usage de matières colorantes ne nous ont pas transmis de témoins archéologiques tangibles. Enfin, certaines actions techniques et utilisations demeurent difficiles à diagnostiquer. Le cumul

---

2. La base MP-ALP (Matières Premières-Arc Liguro Provençal) a été élaborée dans le cadre du PCR ETICALP, pour recenser les gîtes de matières siliceuses. Son domaine d'application a depuis été étendu à d'autres géomatières exploitées à la Préhistoire, dont les matières colorantes (Binder, 2012).

de ces trois contraintes a abouti, pour chaque occupation, à un certain nombre de ruptures dans la lecture de la chaîne opératoire. La suite logique de ce travail consistera, d'une part, à compléter les méthodes analytiques pour résoudre certaines impasses ou couvrir certains aspects encore méconnus et, d'autre part, à mieux apprécier la mosaïque chronoculturelle régionale.

Il s'agira d'affiner la connaissance du système technique des matières colorantes à Pendimoun et à Giribaldi, en élargissant le volet analytique pour (i) tester l'hypothèse du traitement thermique et (ii) discerner les géomatières constitutives des restes colorants non cohérents (résidus). Pour répondre au premier objectif, l'observation au microscope électronique à transmission est toute indiquée. Pour le second, il faudra évaluer le potentiel des éléments-traces dans le présent contexte. De nouvelles expérimentations pourront aussi être envisagées pour mieux documenter les possibles interactions entre des activités techniques néolithiques et les oxy(hydroxy)des de fer (modes de coloration des céramiques par exemple).

Étendre notre démarche à de nouveaux sites permettra (i) de combler les lacunes documentaires inhérentes aux corpus de ce travail, (ii) de préciser le panorama régional et de tester les hypothèses que nous avons formulées, à l'échelle des complexes culturels de la région : Impressa, Cardial, VBQ et Chasséen. Pour cela, l'accent sera mis sur des assemblages qui présentent les qualités de ceux de Pendimoun et Giribaldi : matériel conséquent et diversifié, contexte archéologique clair et attribution chronoculturelle précise.

Une fois cette étape atteinte, il sera possible d'étirer encore les limites spatiales de notre application (péninsule italienne, vallée du Rhône, côte est de la péninsule ibérique, etc.), voire de changer tout à fait d'épicentre (comme le bassin parisien<sup>3</sup>), pour mener des comparaisons d'ordre macro-régional.

L'achèvement de ce travail n'est donc que le premier pas d'une course de fond, dont il faudra probablement encore harmoniser le rythme au fil des avancées méthodologiques et archéologiques. Il faut cependant apprécier que, si des contours restent à déterminer, le portrait des systèmes techniques et symboliques des premières sociétés agropastorales se précise pour ce qui a trait aux matières colorantes.

---

3. Cette région est sous influence rubanée au VI<sup>e</sup> millénaire BCE, puis VSG (Villeneuve-Saint-Germain) et Cerny au V<sup>e</sup> millénaire BCE.

# **Annexes**

---



# **Annexe I. Échelles des temps géologiques**



<i>Éon</i>	<i>Ère</i>	<i>Période</i>	<i>Époque</i>	<i>Borne inférieure (millions d'années)</i>
<b>Phanérozoïque</b>	<b>Cénozoïque (ère tertiaire)</b>	Quaternaire	Holocène	0.0116
			Pléistocène	2.588
		Néogène	Pliocène	5.333
			Miocène	23.03
		Paléogène	Oligocène	33.9
			Éocène	56
	Paléocène		66	
	<b>Mésozoïque (ère secondaire)</b>	Crétacé	Supérieur	100.5
			Inférieur	145
		Jurassique	Supérieur (Malm)	163.5
			Moyen (Dogger)	174.1
			Inférieur (Lias)	201.3
		Trias	Supérieur (Keuper)	235
			Moyen (Muschelkalk)	247.2
			Inférieur (Buntsandstein)	252.2
		Permien	Lopingien	259.9
			Guadalupien	265.1
			Cisuralien	298.9
		Carbonifère	Pennsylvannien	323.2
	Mississippien		358.9	
	Dévonien	Supérieur	382.7	
		Moyen	393.3	
		Inférieur	419.2	
	<b>Paléozoïque (ère primaire)</b>	Silurien	Pridoli	423
			Ludlow	427.4
			Wenlock	433.4
			Llandovery	443.4
	Ordovicien	Supérieur	458.4	
		Moyen	470	
		Inférieur	485.4	
Cambrien	Furongien	497		
	Série 3	509		
	Série 2	521		
	Terreneuvien	541		
<b>Protérozoïque</b>	<b>Néoprotérozoïque</b>	1000		
	<b>Mésoprotérozoïque</b>	1600		
	<b>Paléoprotérozoïque</b>	2500		
<b>Archéen</b>	<b>Néoarchéen</b>	2800		
	<b>Mésarchéen</b>	3200		
	<b>Paléoarchéen</b>	3600		
	<b>Éoarchéen</b>	4000		
<b>Hadéen</b>		4600		

Tableau 45. Échelle des temps géologiques – vue générale.

<i>Ère</i>	<i>Période</i>	<i>Époque</i>	<i>Étage</i>	<i>Borne inférieure (millions d'années)</i>
<i>Mésozoïque (ère secondaire)</i>	<i>Crétacé</i>	<b>Supérieur</b>	Maastrichtien	72.1
			Campanien	83.6
			Santonien	86.3
			Coniacien	89.8
			Turonien	93.9
			Cénomanién	100.5
		<b>Inférieur</b>	Albien	113
			Aptien	125
			Barrémien	129.4
			Hauterivien	132.9
			Valanginien	139.8
			Berriasien	145
	<i>Jurassique</i>	<b>Supérieur (Malm)</b>	Tithonien	152.1
			Kimméridgien	157.3
			Oxfordien	163.5
		<b>Moyen (Dogger)</b>	Callovien	166.1
			Bathonien	168.3
			Bajocien	170.3
			Aalénien	174.1
		<b>Inférieur (Lias)</b>	Toarcien	182.7
			Pliensbachien	190.8
Sinemurien			199.3	
Hettangien			201.3	
Rhétien			208.5	
<i>Trias</i>	<b>Supérieur (Keuper)</b>	Norien	228	
		Carnien	235	
		Ladinien	242	
	<b>Moyen (Muschelkalk)</b>	Anisien	247.2	
		Olénékien	251.2	
	<b>Inférieur (Buntsandstein)</b>	Induen	252.2	

Tableau 46. Échelle des temps géologiques – Mésozoïque.



## **Annexe II. Référentiel de matières premières colorantes – méthodologie et résultats**

Dans le cadre du PCR ETICALP et de notre thèse, un recensement des géomatières colorantes régionales a été entrepris (i) pour dresser un inventaire pétrologique des ressources et (ii) pour cartographier la répartition des gîtes de ces ressources (Pradeau, 2014 ; Pradeau *et al.*, sous presse).

Nous présentons ici le protocole employé et les résultats obtenus.



## II.1. Démarche méthodologique

### II.1.1. Préparation en amont des prospections

Un dépouillement des sources bibliographiques précède chaque campagne de prospection pour préciser les objectifs de celle-ci. La revue de la littérature fournit des informations sur les conditions de genèse et d'évolution des roches susceptibles d'être exploitées pour leur richesse en oxy(hydroxy)des de fer. Les cartes et les notices géologiques au 1/250 000<sup>e</sup> et au 1/50 000<sup>e</sup> permettent de cerner et de lister les différentes zones potentielles à prospector.

Nous avons pu constater empiriquement que plusieurs roches colorantes (marcassites oxydées, altérite de roche glauconieuse) présentent un intérêt économique ou scientifique limité pour l'œil du géologue. Ces ressources n'ont donc pas systématiquement – voire n'ont jamais, dans le cas des marcassites – été mentionnées dans les notices régionales. Il a donc été nécessaire de faire des transpositions de données entre différentes sources bibliographiques (descriptions lithostratigraphiques de synthèse et notice de cartes géologiques au 1/50 000<sup>e</sup>). Certaines conditions paléogéographiques sont particulièrement recherchées, car propices à la formation de géomatières ferrugineuses : milieux marins de haute énergie et climat tropical.

### II.1.2. Travail de terrain

Les formations et faciès préalablement relevés ont été regroupés en fonction de leurs affinités pétrologiques. Ce regroupement révèle le caractère compartimenté de la géologie régionale et facilite la fragmentation du travail de terrain en campagnes thématiques, chacune centrée sur un aspect spécifique :

- les formations bauxitiques du Var (novembre 2011 puis juillet 2014 : Pradeau, 2011) ;
- les grès psammitiques permien (juin et novembre 2012 : Pradeau, 2012) ;
- les marcassites et les altérites de roche glauconieuse dans la région de Menton (avril, mai, octobre et novembre 2013 : Pradeau, 2013) ;
- la description lithostratigraphique et l'échantillonnage de la séquence du Crétacé inférieur à Lucéram – Saint-Laurent (novembre 2013 : Pradeau, 2013).

Les zones prospectées ont fait l'objet d'un relevé GPS et d'une couverture photographique abondante. En fonction des ressources disponibles, les échantillons récoltés représentent quelques centaines de grammes à plusieurs kilogrammes. Lorsque différentes roches sont présentes sur un même gîte, elles sont prélevées dans des sacs différents.

Les gîtes sont décrits sur place à l'aide d'une fiche type, selon trois niveaux de renseignement :

- cadre géographique dont : (i) coordonnées spatiales (latitude et longitude), données administratives (département, commune) ; (ii) description du paysage environnement et accessibilité au gîte ;
- contexte géologique dont : (i) carte géologique au 1/50 000<sup>e</sup>, étage et formation sur la carte correspondante, extension et variabilité du gîte, formations au mur et au toit, position (primaire, subprimaire, secondaire, indéterminée) ;



- niveau pétrologique : type de roche (sable, grès, bauxite, concrétion ou autre), couleur, abondance relative en géomatériau colorant, richesse en oxy(hydroxy)des de fer, cohésion de la roche, dimension des nodules, possibilité de d’extraction et potentialité d’exploitation du gîte.

Les gîtes prospectés sont renseignés dans une base de données associée à un système d’informations géographiques, la base MP-ALP (Matières Première – Arc Liguro-Provençal), développée par Antonin Tomasso au cours de sa thèse (Tomasso, 2014). Chacun de ces gîtes reçoit un identifiant unique et un nom en fonction de la géographie locale : toponyme, entité géographique proche, etc. L’identifiant est noté « [code de la carte géologique au 1/50 000<sup>e</sup> ou au 1/100 000<sup>e</sup>]-[numéro de gîte sur cette carte] ». Par exemple, la « Colle Rousse » est le quatorzième gîte de la carte « Fréjus-Cannes 1024 » (Toutin-Morin *et al.*, 1994) enregistré dans la base MPALP ; son code de référence est « 1024-14 ».

### **II.1.3. Traitement des échantillons en laboratoire, centralisation des données dans la base MP-ALP**

#### ***II.1.3.1. Conditionnement et préparation***

Au laboratoire les prélèvements de chaque gîte sont distingués par un identifiant unique noté « [code de référence]-[lettre : a, puis b, c, etc.] » et répartis dans des sacs Minigrip distincts. Une description de chacune de ces matières première est faite dans la base MP-ALP.

Au gré des besoins analytiques, certains échantillons sont préparés en sections polies, selon le protocole opératoire appliqué aux blocs archéologiques (cf. titre 4.1. du troisième chapitre).

#### ***II.1.3.2. Caractérisation***

Les différents échantillons sont caractérisés et décrits par observations macro- et mésoscopiques, sur cassure fraîche ou section polie.

Les critères descriptifs identiques à ceux appliqués aux blocs de matière première d’origine archéologique (cf. titres 4.2. et 6.1.1. du troisième chapitre).

## **II.2. Gîtes de géomatières colorantes identifiés dans l'arc liguro-provençal**

L'ensemble des gîtes prospectés au cours de ce travail de thèse est réuni dans un atlas au format PDF. Ce fichier intitulé « Annexe2 referentiel gites » se trouve dans le CD associé, dans un dossier qui porte le même nom.



# Annexe III. Expérimentations – problématiques, méthodologie et résultats

Jusqu'à présent, les expérimentations impliquant les matières colorantes ont principalement été mises en œuvre pour documenter et décrire des aspects observés en contexte paléolithique. Elles sont focalisées sur les actions de transformations physiques (réduction par broyage, abrasion et raclage : Salomon, 2009 ; Hodgskiss, 2010) et chimiques (traitement thermique : Pomiès, 1997), sur l'élaboration des représentations pariétales (Couraud, 1988) ou encore sur l'exploitation des propriétés siccatives et prophylactiques de la poudre d'oxy(hydroxy)des de fer (Rifkin, 2011).

La physionomie des stigmates sur les bauxites de Nice – Giribaldi est relativement homogène : facettes planes ou plano-convexes, avec de nombreuses stries droites, fines, parallèles ou subparallèles. Cette description laisse supposer une abrasion des blocs par frottement sur un support relativement dur (minéral). Plusieurs hypothèses peuvent être proposées pour expliquer la formation de ces traces. La première d'entre elles est la plus communément suggérée : l'abrasion des blocs sur un outillage adapté (meule) pour produire une poudre rouge-orangé. L'étude du macro-outillage (Caroline Hamon, en cours) a permis de mettre en évidence une grande diversité de morphologies et de matériaux, qui plaide en faveur d'une sélection raisonnée de chaque outil en vue de son mode d'utilisation (Hamon, 2006) : grès arénitiques et cohérents, grès peu cohérents à gros grains anguleux (rudites), galets de calcaire, etc. Les résidus rouges ont principalement été observés sur la première catégorie. Se pose dès lors, pour comprendre l'organisation fonctionnelle du macro-outillage, la question de tester l'efficacité des différentes granulométries de grès dans le travail des bauxites et les traces qui peuvent en résulter. Par ailleurs, plusieurs vases céramiques présentent une surface rouge (Binder *et al.*, 1993 ; 1994) et la suggestion d'un possible traitement de surface à l'aide de bloc de bauxite a été formulée (Lepère, 2009). Le résultat d'un tel traitement serait double : brunissage et coloration superficielle. Enfin, certains décors céramiques gravés sont rehaussés d'incrustations blanches (calcite) ou rouges. Cédric Lepère a émis l'hypothèse d'une incrustation par frottement d'un bloc sur les décors cuits. Il s'agira de tester la faisabilité d'une telle technique, et les stigmates qui en résultent sur les blocs.

Pour ces deux types d'opération – production de poudre et interaction bauxite/céramique – plusieurs problématiques ont donc été soulevées :

- mode de formation des traces sur les blocs de bauxite et mode de description de celles-ci ;
- évolution des traces en fonction de différentes variables : type de support, propriétés du support (granulométrie), interaction bloc colorant/support (bloc actif ou non), geste, etc. ;
- efficacité des différents supports et gestes dans la pulvérisation.

De l'observation des stigmates des blocs découle plusieurs hypothèses de mise en œuvre de ceux-ci. L'expérimentation permet de tester et d'évaluer le potentiel de chacune d'elles.



### III.1. Protocoles opératoires et variables testées

Toutes les actions évoquées ci-après ont été opérées sur une durée de 5 minutes, qui s'est révélée suffisante pour permettre à la fois la formation de traces observables et pour évaluer la faisabilité de chaque action.

#### III.1.1. Expérimentation 1 : Réduction de blocs de bauxite par percussion posée diffuse

Il existe deux types de réduction en poudre aptes à produire des facettes sur les blocs de matière première : l'abrasion et le raclage (cf. titre 2.3.2. du premier chapitre).

Cette expérimentation a pour objectif d'affiner les référentiels tracéologiques obtenus en contexte paléolithique (Salomon, 2009 ; Hodgskiss, 2010) pour une géomatière tendre mais cohérente : la bauxite.

Quatre variables ont été testées : (i) la composition des matières premières bauxitiques ; (ii) les différents modes de pulvérisation aptes à former des facettes ; (iii) dans le cadre de l'abrasion, la granulométrie du support gréseux ; (iv) dans le cadre de l'abrasion toujours, l'ajout ou non d'un adjuvant tel que l'eau.

#### Géomatières bauxitiques

La composition des matières bauxitiques dépend de leur diagenèse et de leur évolution ; elle influe sur l'ensemble des propriétés et sur leur comportement face aux contraintes mécaniques et chimiques.

Afin d'apprécier le mode de formation des traces en fonction des propriétés de la géomatière travaillée, plusieurs faciès de bauxite (tableau 47) ont été sélectionnés dans les gîtes prospectés, pour fournir des blocs parallélépipédiques de dimensions centimétriques. Deux de ces faciès se situent aux extrémités en termes de cohésion, de dureté, de richesse en aluminosilicates et en pisolithes ferrugineuses (Camparoux et Mazaugues) ; les deux autres présentent une composition et des propriétés proches des blocs archéologiques (Jouques et Villecroze).

<i>Gîte MP-ALP et commune</i>	<i>Faciès bauxitique</i>	<i>Numéros de blocs</i>
996-01 Camparoux	Toucher sec, gros pisolithes ferrugineux, quartz	1, 5, 9, ... jusqu'à 93
1045-10 Mazaugues	Toucher gras, aluminosilicates, pas de pisolithes	2, 6, 10, ... jusqu'à 94
(Prospection Schoumaker)Jouques	Petits pisolithes, matrice argileuse	3, 7, 11, ... jusqu'à 95
997-03 Villecroze	Petits pisolithes, matrice argileuse	4, 8, 12, ... jusqu'à 96

**Tableau 47.** *Expérimentation – variable testée : géomatières.*

#### Supports gréseux

L'obtention de facettes se fait par percussion posée oblique sur un support dur et cohérent à la surface relativement plane. L'étude du macro-outillage de Nice – Giribaldi a permis de mettre en évidence une grande diversité pétrologique et morphologique, qui plaide en faveur d'une sélection et d'une préparation raisonnée de chaque outil en vue de son mode d'utilisation (Schoumacker, 2004 ; Caroline Hamon, communication personnelle). Des galets de géomatières proches de celles observées archéologiquement ont été testés pour apprécier l'évolution de la formation des traces en



fonction de la granulométrie du support : *grès fin*, *grès à grain moyen* et *grès à gros grains* anguleux (tableau 48). Les blocs de bauxite sont frottés en aller-retour à plat.

<i>Support</i>	<i>Granulométrie, geste</i>	<i>Numéro de bloc</i>
Grès	Grain fin, AR	1, 2, 3, 4
	Grain moyen, AR	5, 6, 7, 8
	Grain grossier anguleux, AR	9, 10, 11, 12

**Tableau 48.** *Expérimentation – variable testée : granulométrie de support gréseux.*

### **Influence d’un adjuvant : l’eau**

L’ajout d’adjuvant est fréquemment évoqué pour faciliter les opérations de réduction en poudre (Hamon, 2006). Il s’agit d’appréhender l’effet de l’usage de l’eau sur la formation des traces, ainsi que son intérêt technique, pour l’abrasion sur grès (tableau 49). Quelques gouttes d’eau sont déposées sur le support avant d’appliquer le bloc ; cette opération est répétée chaque minute. Le geste employé est l’aller-retour.

<i>Support et action technique</i>	<i>Adjuvant</i>	<i>Numéro de bloc</i>
Abrasion sur grès, grain moyen	Non	5, 6, 7, 8
	AR à plat, avec eau	9, 10, 11, 12

**Tableau 49.** *Expérimentation – variable testée : intérêt d’un adjuvant pour la réduction en poudre.*

### **Cas du raclage**

Pour évaluer l’efficacité des différentes méthodes de pulvérisation des bauxites, un troisième support a été ajouté : une lame de silex utilisée par raclage (l’outil est actif sur le bloc). D’après la bibliographie (Couraud, 1988 ; Salomon 2009), ce type d’action technique crée plutôt des facettes concaves striées de gros sillons courbes, cette étape est donc mise en œuvre dans un but plus exploratoire (tableau 50).

<i>Support</i>	<i>Action technique</i>	<i>Numéro de bloc</i>
Lame de silex	Aller simple	89, 90, 91, 92
	Aller-retour	93, 94, 95, 96

**Tableau 50.** *Expérimentation – variable testée : raclage.*

## **III.1.2. Expérimentation 2 : bloc de bauxite et système céramique**

Les précédents travaux d’expérimentation sur blocs de matières colorantes ont été développés dans un cadre paléolithique. Ils n’ont donc pas intégré la céramique dans les possibles supports de travail.

Cette interaction bauxite/céramique peut intervenir au sein d’un certain nombre de segments de la chaîne opératoire. Nous ne traitons ici que du frottement d’un bloc de bauxite sur une paroi

céramique préalablement montée (cf. titre 2.1.5. du premier chapitre). Plusieurs types actions techniques peuvent tout de même répondre à ces critères, pour des finalités diverses :

- sur pâte verte : brunissage et coloration ;
- sur pâte sèche ou cuite : abrasion et coloration ;
- sur décor gravé sur pâte cuite : incrustation de poudre rouge.

Au total, six variables ont été testées : (i) la composition des matières premières bauxitiques ; (ii) l'état hydrique de la pâte céramique ; (iii) l'état de surface des blocs de bauxites ; (iv) les différentes actions techniques sur céramique ; (v) le geste de frottement ; (vi) dans le cadre des actions sur terre cuite, l'ajout ou non d'un adjuvant tel que l'eau.

### Géomatières bauxitiques

Comme pour l'expérimentation de production de poudre, quatre gammes de géomatières récoltées pour la constitution de la lithothèque ont été testées pour l'ensemble des actions développées ci-après (tableau 47).

### Support céramiques

Les plaques céramiques ont été fabriquées par Cédric Lepère. Les matières premières (argile et glauconie en dégraissant) et les gestes employés découlent des observations de la production céramique de Nice – Giribaldi (Binder *et al.*, 1994). L'influence de l'état **hydrique** de la pâte a été testée avec 4 états : terre **verte molle**, terre **verte ferme**, terre **sèche**, terre **cuite**. Une pâte verte ferme a subi un séchage partiel à température ambiante, de quelques heures. Le protocole suivi pour la cuisson en atmosphère réductrice est le suivant : montée à 350 °C en 60 minutes, montée à 680 °C en 45 minutes, palier à 680 °C de 15 minutes.

<i>Support</i>	<i>Bloc et geste</i>	<i>Numéro de bloc</i>
<b>Terre verte molle</b>	Bloc brut, en AR	17, 18, 19, 20
	Bloc préparé, en AR	21, 22, 23, 24
<b>Terre verte ferme</b>	Bloc brut, en AR	29, 30, 31, 32
	Bloc préparé, en AR	33, 34, 35, 36
<b>Terre sèche</b>	Bloc brut, en AR	49, 50, 51, 52
	Bloc préparé, en AR	53, 54, 55, 56
<b>Terre cuite</b>	Bloc brut, abrasion AR	61, 62, 63, 64
	Bloc préparé, abrasion AR	65, 66, 67, 68

**Tableau 51.** *Expérimentation – variable testée : état hydrique et préparation du bloc de bauxite.*

### Préparation des surfaces des blocs

Les parties actives des blocs de bauxite ont pu être utilisées **brutes** sur les céramiques ou bien préalablement **préparées** et aplanies par abrasion sur un outil en grès. Les deux possibilités ont été testées par frottement en aller-retour sur des plaques à différents états hydriques (tableau 51).

### Actions techniques sur céramiques

L’interaction bauxite/céramique recouvre plusieurs hypothèses d’actions techniques : (i) le *brunissage/abrasion*<sup>1</sup> à la bauxite, et (ii) l’*incrustation* de poudre rouge dans les décors gravés. Ces deux actions sont testées séparément, la première par frottement en aller-retour à plat sur une surface plane, selon quatre états hydriques développés ci-dessus, la seconde par frottement sur des gravures similaires aux décors archéologiques, sur un matériau suffisamment dur (terre cuite) (tableau 52).

<i>Support et action technique</i>	<i>État hydrique</i>	<i>Numéro de bloc</i>
Céramique, brunissage/abrasion	Terre verte molle	21, 22, 23, 24
	Terre verte ferme	33, 34, 35, 36
	Terre sèche	53, 54, 55, 56
	Terre cuite	65, 66, 67, 68
Céramique, incrustation	Terre cuite	29, 30, 31, 32

**Tableau 52.** *Expérimentation – variable testée : action technique associant céramique et matière colorante.*

### Geste

Plusieurs gestes ont été testés pour le brunissage/abrasion de céramique : (i) l’*aller-retour à plat*, et (ii) l’*aller simple long* (pose du bloc sur le support, suivie d’un mouvement long) (tableau 53).

<i>Support et action technique</i>	<i>Geste</i>	<i>Numéro de bloc</i>
Brunissage sur terre verte molle	Bloc préparé, brunissage AR	21, 22, 23, 24
	Bloc préparé, brunissage aller simple long	25, 26, 27, 28
Brunissage sur terre sèche	Bloc préparé, brunissage AR	53, 54, 55, 56
	Bloc préparé, brunissage aller simple long	57, 58, 59, 60
Abrasion sur terre cuite	Bloc préparé, abrasion AR	65, 66, 67, 68
	Bloc préparé, abrasion aller simple long	69, 70, 71, 72

**Tableau 53.** *Expérimentation – variable testée : geste.*

### Influence d’un adjuvant : l’eau

L’ajout d’adjuvant est fréquemment évoqué dans différentes opérations de traitement de surface (Lepère, 2009). Il s’agira d’appréhender l’effet de l’usage de l’eau sur la formation des traces, ainsi que son intérêt technique pour l’abrasion de parois céramiques et l’incrustation de poudre dans les décors (tableau 54). Le geste employé est l’aller-retour.

<i>Support et action technique</i>	<i>Adjuvant</i>	<i>Numéro de bloc</i>
Abrasion sur terre cuite	Non	65, 66, 67, 68
	Bloc préparé, abrasion AR, avec eau	73, 74, 75, 76
Incrustation dans décor terre cuite	Non	81, 82, 83, 84
	Bloc préparé, AR, avec eau	85, 86, 87, 88

**Tableau 54.** *Expérimentation – variable testée : intérêt d’un adjuvant pour l’interaction céramique-matière colorante.*

1. Le brunissage est un traitement de surface qui s’applique sur des pâtes vertes à l’aide d’un outil dur ; dans le cas d’un traitement sur pâte sèche ou cuite, on parlera d’abrasion.

### III.2. Mise en place d'un référentiel tracéologique

En vue de systématiser la description des traces observées sur les blocs de bauxite, une fiche-type a été créée, fondée sur la terminologie de travaux tracéologiques antérieurs (Maigrot, 1997 ; Hamon, 2006 ; Lepère, 2009 ; Hodgskiss, 2010 ; Rifkin, 2012). Les différents champs sont renseignés à partir d'observations à plusieurs échelles : observation à l'œil nu, à la loupe binoculaire (x 40) et au microscope (jusqu'à x 180). La description se fonde sur trois composantes de traces susceptibles d'évoluer en fonction des différentes variables testées : les facettes, l'état de surface de ces facettes et les stries qu'elles portent.

#### Facettes

Le premier critère renseigné sur les facettes est leur **topographie**, qui décrit les irrégularités de la surface de la facette. Elle peut être *lisse* (rares bosses et creux), *grenue* (nombreux petits grains), *granuleuse* (présence de granules) ou *irrégulière*.

La **courbure**, prise selon deux axes orthogonaux, peut être *concave*, *plano-concave*, *plane*, *plano-convexe*, *convexe* (figure 142).

Le bord des facettes ou **contour** est *franc* (démarcation nette), *adouci* (arête légèrement émoussée), *fondu* (arête très émoussée), ou *lâche* (irrégulier) (figure 143).

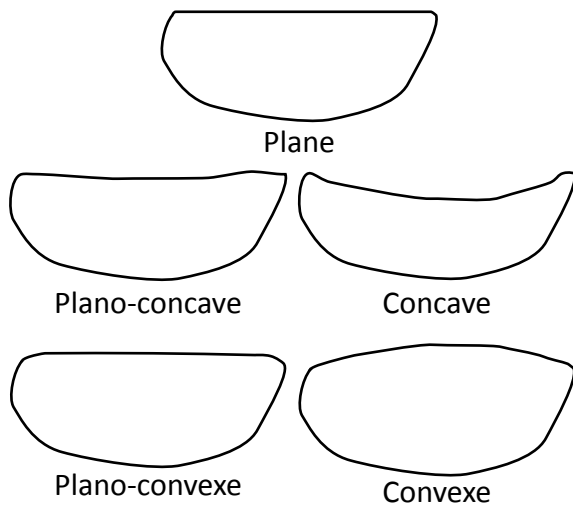


Figure 142. Expérimentation – descriptif de la courbure des facettes (Hamon, 2009).

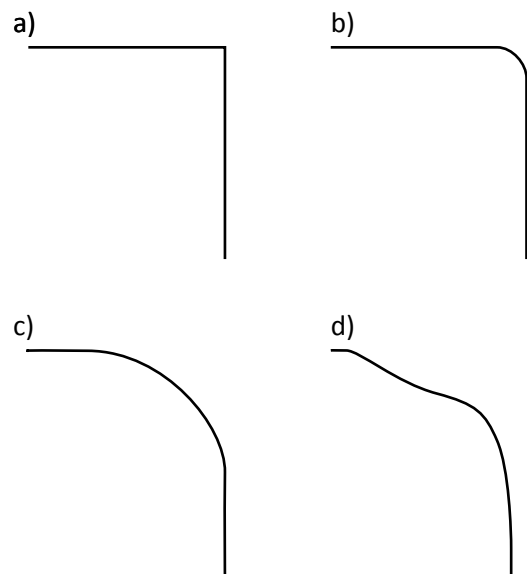


Figure 143. Expérimentation – descriptif du contour des facettes ; a : franc ; b : adouci ; c : fondu ; d : lâche.

#### État de surface

L'aspect de surface est caractérisé par le **toucher** (*gras*, *neutre*, ou *sec*).

La **réflexion** est la perception visuelle de la manière dont la surface réfléchit la lumière. Ce caractère peut avoir pour valeur *brillant*, *mat*, ou *satiné*. Il est évalué à partir d'un éclairage annulaire normalisé (même intensité).

Le **développement du poli** peut être *couvrant* (toute la surface), *sommital* (creux non polis), *envahissant* (parties basses partiellement atteintes).

La **microtopographie** décrit les irrégularités de surface à fort grossissement. Elle peut être *lisse* (rares bosses et creux), *grenue* (nombreux petits grains), *granuleuse* (présence de granules).

## Stries

Lorsque plusieurs gammes de stries sont observées sur une même facette, elles sont classées par abondance (*principales, secondaires, annexes*). Chacune de ces catégories est ensuite décrite à l’aide des critères suivants :

- Les stries sont de **type** *rectiligne, courbe, en comète, en fougère* (marquées d’indentations sur les deux bords) ou *ondoyantes* (indentations sur un seul bord). Sont également renseignées la **largeur** (*fine, moyenne, large, ou sillon*) et la **profondeur** (*peu profonde, moyennement profonde, profonde*) ;
- La **quantité de stries** peut être *abondante, peu abondante* ou *rare* ;
- Le **profil** est en V, en U, en trapèze isocèle \\_/ ou encore en W ;
- Leurs **bords** sont *francs, adoucis, fondus* ou *lâches* ;
- Leur **organisation** est *parallèle, convergente, divergente* ou *anarchique* (pas d’organisation) ;
- La **direction** renseigne le sens de formation. Les stries peuvent être *unidirectionnelles* (un seul sens de formation), *bidirectionnelles* (deux directions parallèles opposées) ou *multidirectionnelles* (au moins deux directions non parallèles) ;
- La **trame** décrit la structure des plages de stries ; elle est *serrée, lâche* ou *aérée* (très lâche) ;
- Enfin, les stries se **développent** en plages *continues* ou *discontinues*.

Le **fond** et les **flancs** des stries peuvent être lisses polis, lisses non polis, rugueux polis, rugueux non polis, ou striés.

### III.3. Résultats et interprétations

#### III.3.1. Observations et compilation des résultats dans une base de données

Après l'expérimentation, chaque bloc de bauxite a fait l'objet (i) d'observations sur un microscope Leica Z16 APO, en lumière zénithale et latérale, jusqu'à un grossissement de x80 et (ii) d'une abondante documentation photographique en simultané.

La description des traces obtenues sur chacun des blocs a été renseignée dans une base de données au format Access ACCDB. Cette base se décompose en trois tables de données (figure 144). La première, intitulée « tab-Bloc », rassemble les informations suivantes :

- le numéro du bloc ;
- les conditions d'expérimentation (géomatériau, support, geste, etc.) ;
- la description des facettes ;
- la description de l'état de surface.

La table « tab-Stries » réunit l'ensemble des types de stries observées. Chaque bloc est susceptible de porter plusieurs de ces types de stries. La table de jointure « join-bloc-stries » assure la liaison entre chaque bloc et les stries qui sont observées sur celui-ci, en précisant si elles sont principales, secondaires ou annexes.

Pour chacune des tables, un formulaire a été produit pour faciliter la saisie et la consultation des données (figures 145 et 146).

La base de données et les clichés des traces de chaque bloc sont rassemblés dans le CD associé, dans le dossier intitulé « Annexe3 experimentation ».

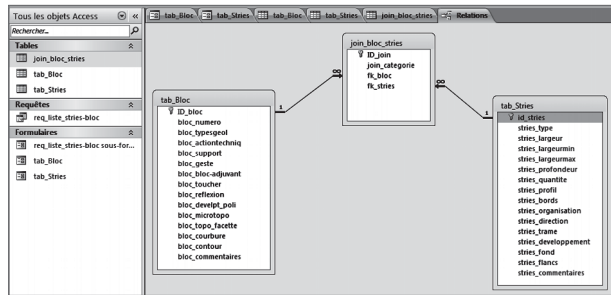


Figure 144. Structure de la base de données.

Le formulaire 'tab Bloc' permet de saisir ou consulter les données d'un bloc. Il contient plusieurs champs de saisie et des listes déroulantes pour sélectionner des valeurs. Les champs sont : ID\_bloc (5), bloc\_numero (5), bloc\_typesgeol (type Comparoux), bloc\_toucher (Sec), bloc\_reflexion (Mat), bloc\_develpt\_poli (Sommital), bloc\_microtopo (Lisse), bloc\_commentaires (vide), bloc\_actiontechniq (Abrasion), bloc\_support (Grès moyen), bloc\_geste (Aller/retour), bloc\_bloc-adjvant (Bloc brut), bloc\_topo\_facette (Irégulière), bloc\_courbure (Plane), bloc\_contour (Adouci). En bas, une liste des stries présentes est affichée :

fk_bloc	N° bloc	Catégorie	id join	id Stries	fk_stries	Type	Largeur	stries_large	stries_large
5	5	Principale	11	11	Rectiligne	Fine	5	10	
5	5	Secondaire	16	12	12	Courbe	Moyenne	10	50
5	5	Annexe	103	99	99	Rectiligne	Sillon	100	200
			(Nouv.)	(Nouv.)					

Figure 145. Formulaire de saisie et de consultation des blocs.

Le formulaire 'Stries attachées au bloc' permet de saisir ou consulter les données d'un type de stries. Il contient plusieurs champs de saisie et des listes déroulantes pour sélectionner des valeurs. Les champs sont : id\_stries (11), Catégorie (Principale), Type (Rectiligne), Largeur (Fine), stries\_largeurmin (5), stries\_largeurmax (10), stries\_profondeur (profondeur moyenne), stries\_quantite (Abondantes), stries\_profil (En U), stries\_bords (Francs), stries\_organisation (Parallèle), stries\_direction (Bidirectionnelle), stries\_trame (Serrée), stries\_developpement (Plages continues), stries\_fond (Lisse poli), stries\_flancs (Lisses polis), stries\_commentaires (vide).

Figure 146. Formulaire de saisie et de consultation des types de stries.



### III.3.2. Expérimentation 1 : Réduction de blocs de bauxite par percussion posée diffuse – observations et interprétations

Cette expérimentation visait à décrire l'implication de différentes variables de réduction, d'une part, sur la formation de stigmates sur les blocs de matière première et, d'autre part, sur les propriétés de la poudre produite (quantité, granulométrie, homogénéité, etc.).

Les variables prise en compte sont (cf. titre 7.1.2.1. du troisième chapitre pour un exposé détaillé) :

- la nature de la géomatière traitée ;
- le mode de réduction (raclage ou abrasion) ;
- dans le cas de l'abrasion, la granulométrie du support ;
- l'influence de l'eau comme adjuvant.

Étant donné que la composition minéralogique détermine les propriétés physiques, les **différentes géomatières** n'impriment pas systématiquement des stigmates identiques quand elles sont confrontées à une même contrainte. Les blocs de *Mazaugues* – riches en aluminosilicates et sans pisolithes – sont très tendres et se désagrègent facilement en petits fragments ; les traces s'impriment très facilement. La bauxite de *Camparoux* – riche en quarts et en gros pisolithes – est moins aisée à travailler que toutes les autres. L'impression et la conservation des traces est différentielle : les pisolithes, bien que durs, les impriment bien ; la matrice pulvérulente en revanche, s'érode. Enfin, les roches de *Jouques* et de *Villocroze* – similaires à la bauxite majoritaire de Giribaldi – présentent peu de différences entre elles ; leur comportement est médian par rapport aux deux précédemment évoqués : elles se travaillent aisément, tout en conservant leur cohésion. De la géomatière dépendent principalement le **toucher**, la **réflexion** et la **microtopographie** des facettes. Dans la majorité des cas, ils sont respectivement, pour le premier : gras, sec, neutre et neutre ; pour la deuxième : satiné, brillant, satiné et brillant (l'ajout d'adjuvant modifie cette variable, voir ci-après) ; pour le troisième : lisse, lisse, grenue et grenue.

La réduction par concassage/broyage n'a pas été testée. En effet, cette technique de production ne laisse théoriquement aucun « bloc résiduel ». L'expérimentation a montré que les blocs dont l'exploitation n'est pas terminée portent des stigmates de type cassure fraîche ou bulbe de percussion, mais pas de facette, au contraire de l'abrasion et du raclage (Salomon, 2009, p. 307-314). Ces deux **modes de réduction** impliquent de maintenir le bloc dans une main. Il ne peut donc pas, par définition, être réduit dans sa totalité. L'abrasion et le raclage produisent donc nécessairement de la poudre d'une part, et un bloc résiduel d'autre part, exploité au maximum ou non, susceptible de conserver des traces de l'action technique qui lui a été appliqué<sup>2</sup>.

La production de poudre par *abrasion* sur galet de grès génère des facettes à courbure plane ou planoconvexe. Leur contour est franc ou adouci. Les autres critères descriptifs varient suivant la

---

2. Si cette partie préhensible est dotée de propriétés intéressantes (ce qui est généralement le cas à moins que le bloc d'origine soit très hétérogène), le bloc résiduel peut être remobilisé dans la chaîne de production de poudre et réduit par concassage/broyage ; toute information est alors perdue.

granulométrie du support, le type de géomatière ou une combinaison des deux. Généralement, les stries sont droites et organisées parallèlement à la direction du geste.

Le **raclage** produit quant à lui des facettes concaves ou plano-concaves, à contour franc ou adouci. Leur topographie est toujours irrégulière. Les stries, bien que parallèles à la direction du geste, sont fréquemment courbées.

Le **type du support d'abrasion** (*grès fin, à grains moyens ou à gros grains anguleux*) a des implications non négligeables d'un point de vue technique. Le grès fin manque de qualités abrasives : la quantité de matière arrachée au bloc de bauxite à chaque passage est faible. À l'inverse, le grès à gros grains anguleux est efficace, mais la poudre produite s'insinue dans les interstices entre les grains de quartz et ne peut pas en être extraire. Le support à grains moyens présente le meilleur rapport efficacité/effort. En termes tracéologiques, cette variable a des conséquences sur la largeur et la profondeur des stries, qui sont proportionnelles à celle des grains du support.

L'emploi d'**adjuvant**, par *ajout d'eau* sur le support d'abrasion apporte deux modifications notables. D'une part, l'eau humidifie la fraction argileuse qui constitue la géomatière du bloc, ce qui facilite l'arrachement des éléments les plus durs et facilite l'abrasion. D'autre part, la poudre colorante ainsi produite est amalgamée par le liquide et adhère à la surface du support en petits copeaux. Ces copeaux colorants sont moins légers que la poudre libre, ce qui limite les pertes de produit. Après séchage, ils représentent une poudre équivalente à celle produite sans ajout d'eau. Cette expérimentation montre donc que l'ajout d'eau à l'étape d'abrasion peut avoir des répercussions techniques intéressantes sur la production de poudre colorante. En termes tracéologiques, l'utilisation d'un adjuvant se traduit par une intensification du poli (de sommital ou envahissant à envahissant ou couvrant) et de la réflexion de la facette plus importante (satiné pour la bauxite de Camparoux, brillant pour les autres).

### III.3.3. Expérimentation 2 : bloc de bauxite et système céramique – observations et interprétations

Tester l'interaction matière colorante/matériaux céramiques a constitué une première, de même que le fait de concevoir le bloc non plus comme une simple « réserve de poudre », mais comme un outil à part entière.

La combinaison des systèmes techniques céramique et colorant peut, en théorie, revêtir de très nombreux aspects : poudre ou grains de matière colorante, incorporés à la pâte ou déposés sur la surface, mélange et stockage dans un récipient céramique, etc. L'expérimentation mise en œuvre dans le cadre de ce travail se concentre sur des aspects archéologiquement documentés dans le corpus considéré. Elle avait pour objectif de décrire les **actions techniques** aptes à produire sur des blocs de matière colorante des stigmates précis (facettes planes, régulières et striées) : (i) brunissage sur pâte verte, (ii) abrasion sur pâte sèche ou cuite – ces deux actions impliquent une coloration simultanée de la paroi – et (iii) incrustation de matière colorante dans des décors gravés.

La première de ces actions consistait à frotter une plaque de pâte verte molle ou verte ferme dans le but d'en brunir la paroi et de la colorer conjointement. Le **brunissage** s'est révélé possible et même aisé dans les deux cas. L'état hydrique de la pâte favorise la désagrégation du bloc et le dépôt



**Figure 147.** *Expérimentation – plaque en cours de brunissage avec un bloc de bauxite (cliché J.-V. Pradeau).*



**Figure 148.** *Expérimentation – plaque céramique rayée suite à l'abrasion avec un bloc de bauxite (cliché J.-V. Pradeau)*

de matière sur la plaque, ce qui la colore en surface. Dans les premiers essais, le dépôt n'était pas uniforme, mais ce défaut s'atténue avec la pratique. Le brunissage pratiqué avec un bloc de bauxite a donc permis de produire avec succès des surfaces céramiques homogènes, brillantes et colorées en rouge (figure 147).

La régularisation des parois sèches ou cuites, opérée par *abrasion* avec un bloc de bauxite, offre des résultats moins concluants. Cette action est rendue difficile par le contact revêché et irrégulier entre les éléments les plus durs de chacune des deux matières en contact (pisolithes ferrugineux et quartz en particulier). Cela se traduit par des stries macroscopiques et une coloration sur la surface céramique. Ces plages striées et colorées sont irrégulièrement réparties sur la plaque ; elles se concentrent sur les zones en relief (figure 148). Enfin, l'intensité de ces stigmates dépend de la composition des blocs de bauxite. La bauxite argileuse de Mazaugues produit peu de stries, à l'inverse de la géomatière riche en pisolithes ferrugineuses et en quartz de Camparoux qui impacte intensément la surface céramique – les blocs issus de Jouques et de Villecroze offrent un aspect médian.

L'*incrustation* de matière colorante dans des décors gravés par frottement d'un bloc sur céramique cuite offre des résultats similaires à l'abrasion. L'incrustation s'est révélée possible, mais elle présente les défauts pratiques et esthétiques évoqués ci-dessus : après frottement, on remarque que des stries colorées se sont développées aux abords des décors (figure cliché plaque céramique décors incrustés).

La variabilité des gestes et caractéristiques physiques du support travaillé se traduisent aussi par la production de traces différentes sur les blocs-outils. La facette des blocs-brunissoirs a une courbure plane ou plano-convexe, un contour adouci ou franc, une réflexion satinée, une topographie et une microtopographie lisses ; le développement du poli est envahissant ou couvrant. L'abrasion et l'incrustation produisent des facettes à courbure plane ou plano-convexe, à contour franc, à réflexion mate ou satinée, à topographie et microtopographie lisse à granuleuse suivant la géomatière ; le poli est sommital ou envahissant.

Comme pour la réduction en poudre, l'impact de l'**état hydrique de la pâte** (pour le brunissage et l'abrasion) et de l'**ajout d'eau** (pour l'abrasion sur terre cuite et l'incrustation) sont sensiblement liés à la composition argileuse des blocs de bauxite.

Le brunissage sur ***pâte verte molle*** mène à la production de facettes à contours adoucis sur les blocs de bauxite. Sur ***pâte verte ferme***, ils sont plus francs, sauf pour la roche la plus argileuse (Mazaugues).

L'***abrasion sur pâte*** sèche ou sur ***pâte cuite*** produit des stigmates similaires ; les variations observées dans la courbure des facettes, parfois plano-convexe, semble relever de modifications du geste au cours de l'expérimentation, car sa distribution est aléatoire.

L'***ajout d'eau aux actions sur terre cuite*** favorise une meilleure réflexion des facettes. Le développement du poli est plus développé pour les bauxites de Jouques et de Villecroze.

L'utilisation d'un bloc brut ou préalablement **préparé par aménagement d'une facette** par abrasion sur un galet de grès, n'a pas d'impact décisif sur la production de traces. La facette aménagée permet généralement de disposer d'une plus grande interface entre outil et céramique au début de l'opération, mais c'est le seul gain technique. Le contact prolongé (quelques dizaines de secondes) entre bauxite et céramique suffit à effacer les stigmates caractéristiques de l'abrasion sur grès. Étant donné la durée courte de nos manipulations (cinq minutes), il est possible de différencier les blocs-outils bruts et préparés en comparant l'extension des surfaces de travail, plus importantes sur les seconds. Mais ce caractère tendrait à s'estomper avec le temps de travail et l'aménagement préalable de facette n'apporte pas d'avantage technique déterminant.

Le **geste** employé est l'***aller simple*** ou l'***aller-retour***. D'un point de vue technique, l'aller simple étalé favorise un bon contrôle du geste. Il permet aussi de traiter de grandes surfaces mais est relativement coûteux en temps. En accélérant le geste, on perd en précision et l'aller-retour court se révèle plus pratique pour traiter uniformément l'ensemble de la plaque céramique. Le type de geste n'a pas de répercussion sur la formation des facettes, à l'exception du contour, qui n'est pas uniformément érodé quand il est adouci. En revanche, les stries formées sont, en toute logique, respectivement unidirectionnelles et bidirectionnelles pour l'aller simple et pour l'aller-retour.



## **Annexe IV. Inventaires et description de matériel archéologique**

Cette annexe réunit les inventaires de matériel archéologique (blocs de matière première, résidus sur outils ou sur céramique) des deux sites, qui ne figurent pas dans le corps principal de la thèse pour des raisons de confort de lecture.

De plus, nous proposons ici une description détaillée du matériel de macro-outillage de Pendimoun qui porte des résidus de matière colorante.





## **IV.1. Inventaires de matériel archéologique**

Les quatre tableaux suivants se trouvent dans le CD associé à ce volume, dans le dossier intitulé « Annexe4 inventaires ».

**Tableau 55.** *Inventaire des blocs de matière première de Pendimoun.*

**Tableau 56.** *Inventaire des blocs de matière première de Giribaldi.*

**Tableau 57.** *Inventaire des restes incohérents sur support céramique de Giribaldi.*

**Tableau 58.** *Inventaire des restes incohérents sur galets à usure distale de Giribaldi.*



## IV.2. Description du macro-outillage associé au travail des matières colorantes à Pendimoun

Le premier outil inventorié, **AP-Meul-01**, a été trouvé dans le carré O23 du secteur sud, mais son contexte stratigraphique n'est pas clair. Ce galet plat de dimensions 14,5 x 9,5 x 3,5 cm, est doté d'une plage concave ovoïde de 12,5 x 8 cm, abondamment recouverte de résidus rouges (figure 149 a). Cet outil a donc vraisemblablement servi de table pour la mouture de matière colorante rouge.

La pièce **AP-Meul-02** est issue du Cardial ancien du secteur nord (carré M19). C'est un galet de dimensions 9 x 6,8 x 5,5 cm dont une face est naturellement légèrement concave. Il est abondamment coloré en rouge, en particulier sur sa face convexe et sur les flancs (figure 149 b).

L'objet **AP-Meul-03** provient des couches Impressa du secteur sud. Ce fragment de galet a pour dimensions 8,6 x 5,9 x 3,4 cm. La grande face porte une double usure, recouverte de résidus rouges. Ces traces colorées débordent sur les flancs (figure 149 c).

L'individu **AP-Meul-04** a été mis au jour dans les dépôts Impressa du secteur sud. Sur ce fragment de galet portant une cupule, les colorations rouges ne sont repérées que dans la partie centrale des cassures et non sur la surface. De plus, leur répartition est uniforme sur chacune des deux cassures. Ces observations suggèrent que la coloration provient de la géomatière constitutive du galet, et non d'un dépôt de restes colorants.

La pièce **AP-Meul-05** provient des couches Impressa du secteur nord (carré M19). Ce fragment de galet a pour dimensions 8,3 x 4 x 4 cm. Des résidus rouges sont observés à la fois sur une plage usée sur sa partie corticale et sur la totalité d'une des cassures.

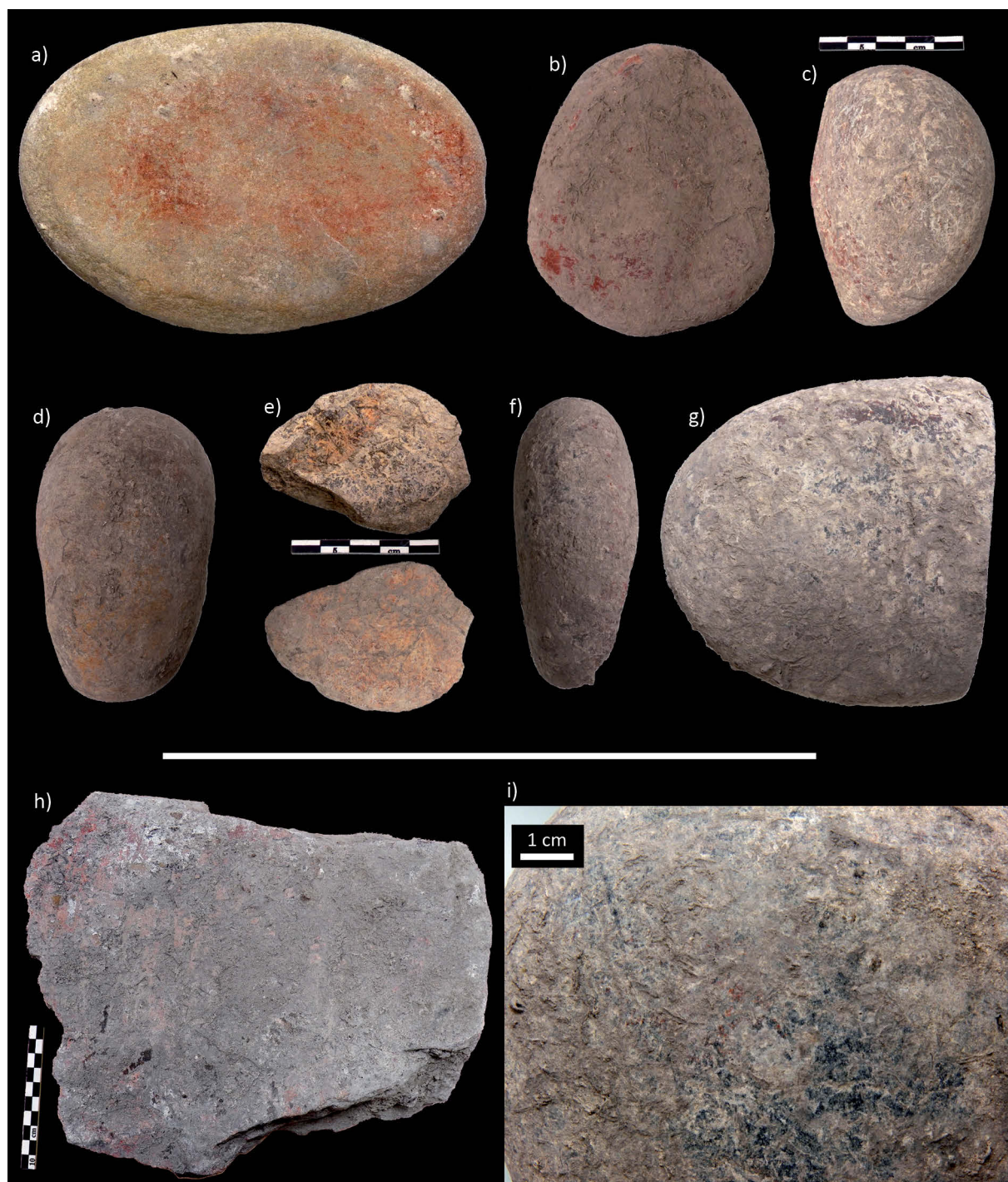
L'individu **AP-Meul-06** est issu du même contexte archéologique que le précédent. C'est un demi-galet brisé longitudinalement (10 x 5 x 3 cm). Il comporte une ou peut-être deux cupules, et chaque grande face porte une surface de travail portant l'une des résidus jaunes, l'autre des résidus rouges (figure 149 d).

L'objet **AP-Meul-07** a été trouvé dans les dépôts Impressa du secteur sud (carré O15). Ce galet sphérique (10,4 x 9,3 x 5 cm) porte quelques traces rouges sur l'une de ses grandes faces (figure 149 i).

L'outil **AP-Meul-08** (AP48009) provient des couches Impressa (US 47801) du secteur nord (carré M22). L'outil AP-Meul-09 est quant à lui issu du secteur sud (carrés OP14), mais son contexte stratigraphique n'est pas précisé. Tous deux sont des galets ayant respectivement pour dimensions 11 x 6,8 x 4 cm et 12 x 7,5 x 4 cm ; les traces colorantes qu'ils portent sont similaires. Ces deux objets sont intensément colorés en rouge. Les résidus sont épais et microcristallins. Leur pouvoir colorant est faible. On observe dans certains interstices de petits fragments jaunes ou d'aspect métallique.

L'individu **AP-Meul-12** est un fragment de galet issu des dépôts Impressa du secteur sud. Cet éclat fin cortical de dimensions 6,5 x 4,8 x 1 cm porte de nombreux résidus rouges, à la fois sur la face corticale qui a pu être une surface de travail, mais aussi sur une partie de la cassure (figure 149 e).

Les objets **AP-Meul-10, 11 et 13 à 16** sont tous des fragments corticaux de galets, dont la morphologie s'apparente à celle d'éclats. Ils proviennent tous du secteur sud et, à l'exception du premier trouvé dans la sépulture F1, du même carré (N17) et leur attribution chronologique est indéterminée.



**Figure 149.** Photographies d'outils de Pendimoun portant des résidus de matières colorantes (clichés J.-V. Pradeau) ;

- a : table de broyage JVP-AP-Meul-01 ;*
- b : outil abondamment coloré JVP-AP-Meul-02 ;*
- c : outil à double usure JVP-AP-Meul-03 ;*
- d : outil portant des résidus jaunes et rouges JVP-AP-Meul-06 ;*
- e : cassure (en haut) et face cortiacle (en bas) de JVP-AP-Meul-12 ;*
- f : outil trouvé en contexte funéraire JVP-AP-Meul-17 ;*
- g : outil multifonctionnel JVP-AP-Meul-19 ;*
- h : table de broage JVP-AP-Meul-18 ;*
- i : détail de JVP-AP-Meul-07.*

Leur surface corticale est recouverte d'une intense coloration rouge. Il probable que certains de ces fragments proviennent d'un même outil.

L'individu **AP-Meul-16** (AP48286) est aussi un petit fragment cortical recouvert de résidus rouges, trouvé dans les dépôts Impressa (US 47803) du secteur nord (carré K22).

La pièce **AP-Meul-17** (AP43183) est un fragment de galet (8,5 x 3,5 x 3 cm) trouvé dans le remplissage de la sépulture H2 (carré L20, Cardial ancien, 5480-5370 cal. BCE). Un déplacement depuis les couches supérieures n'est pas à écarter, mais aucun remontage n'a été mis en évidence avec les éléments de macro-outillage qui s'y trouvent. Les résidus de matière colorante rouge, aisément discernables à l'œil nu, sont systématiquement repérés sur les surfaces de travail qui ont servi en percussion oblique posée diffuse (mouture) – aucun résidu n'a été relevé sur les cassures (figure 149 f). Leur présence doit donc être attribué en premier lieu à la fonction d'outil du galet (et non à une coloration global du fragment en vue d'être déposé dans la sépulture). Le galet a ensuite été fracturé volontairement ou non (une trace d'impact est visible sur une extrémité).

L'objet **AP-Meul-18** (AP40215) a été mis au jour dans les dépôts du Cardial ancien (US 19908) du secteur nord (carré L22). Il se présente comme un prisme à grande base trapézoïdale, de dimensions 26 x 21 x 6 cm. Une surface de travail convexe légèrement penchée quand le bloc est à plat, de 14 cm de diamètre environ, se trouve sur la plus grande face. Elle est polie par l'action qui y a eu lieu ; ses bords et l'extrémité qui se trouve en aval sont intensément colorés en rouge. Cet outil est une imposante table dédiée au broyage et à la mouture de matière colorante rouge (figure 149 h).

La pièce **AP-Meul-19** (AP 5789) provient des couches Impressa (US 5711) du secteur sud (carré P14). Ce fragment d'outil, aménagé sur galet calcaire légèrement aplati, a pour dimensions 9 x 8,5 x 3,9 cm. Il dispose à la fois d'une cupule et de deux plages – une sur chaque face usées aux abords des extrémités. Ces surfaces de travail sont maculées de matière colorante rouge. Cet outil a donc servi à réduire de la matière colorante rouge, selon deux manières : par percussion perpendiculaire posée ou lancée (broyage/concassage) tout d'abord, pour fragmenter les blocs de matière première ; puis par percussion posée oblique (mouture), pour transformer les grains en poudre fine. L'outil AP-Meul-19 est donc un outil actif multifonctionnel, dédié à transformer des blocs rouges durs en poudre fine (figure 149 g).

Enfin, l'individu **AP-Meul-20** a été trouvé dans les couches du Cardial ancien (US 42640) du secteur nord (carré J22). Ce petit fragment de galet (5,8 x 4,2 x 2,8 cm) porte des résidus rouges sur ses flancs.





# **Annexe V. Résultats des analyses physico-chimiques**

Les résultats des analyses physico-chimiques qui ne figurent pas dans le quatrième chapitre sont rassemblés ici sous trois volets : (i) analyses élémentaires MEB-EDS, (ii) analyses structurales par diffraction des rayons X et (iii) analyses structurales par microspectroscopie Raman.



## **V.1. Analyses élémentaires par MEB-EDS**

Les sept tableaux suivants se trouvent dans le CD associé à ce volume, dans le dossier intitulé « Annexe5 analyses/Annexe5 analyses MEB-EDS ».

**Tableau 59.** *Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des blocs de matière première de Pendimoun.*

**Tableau 60.** *Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus du vase 44 de Pendimoun.*

**Tableau 61.** *Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus du vase 6 de Pendimoun.*

**Tableau 62.** *Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus du « vase rouge » de Pendimoun.*

**Tableau 63.** *Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des blocs de matière première de Giribaldi.*

**Tableau 64.** *Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus sur le fragment d'outil JVP-VG-céram-31.*

**Tableau 65.** *Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus du tesson JVP-VG-céram-63.*



## V.2. Analyses structurales par diffraction des rayons X

Les trente-cinq figures suivantes se trouvent dans le CD associé à ce volume, dans le dossier intitulé « Annexe5 analyses/Annexe5 analyses DRX ».

**Figure 150.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-181.*

**Figure 151.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-182.*

**Figure 152.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-291.*

**Figure 153.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-454.*

**Figure 154.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-472.*

**Figure 155.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-476.*

**Figure 156.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-491.*

**Figure 157.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-528.*

**Figure 158.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-581.*

**Figure 159.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-636.*

**Figure 160.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-639.*

**Figure 161.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-668.*

**Figure 162.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-704.*

**Figure 163.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-709.*

**Figure 164.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-723A.*

**Figure 165.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-723B.*

**Figure 166.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-732.*

**Figure 167.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-735.*

**Figure 168.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-744.*

**Figure 169.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-091.*

**Figure 170.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-126.*

**Figure 171.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-127.*

**Figure 172.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-145.*

**Figure 173.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-151.*

**Figure 174.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-157.*

**Figure 175.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-162.*

**Figure 176.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-201.*

**Figure 177.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-234.*

**Figure 178.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-250.*

**Figure 179.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-257.*

**Figure 180.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-260.*

**Figure 181.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-263.*



**Figure 182.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-267.*

**Figure 183.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-268.*

**Figure 184.** *Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-309.*

### V.3. Analyses structurales par microspectroscopie Raman

Les neuf figures et les trois tableaux suivants se trouvent dans le CD associé à ce volume, dans le dossier intitulé « Annexe5 analyses/Annexe5 analyses Raman ».

**Figure 185.** *Spectre Raman de l'acquisition JVP-AP-Bloc-491-1.*

**Figure 186.** *Spectre Raman de l'acquisition JVP-AP-Bloc-636-1.*

**Figure 187.** *Spectre Raman de l'acquisition JVP-AP-Bloc-668-4.*

**Figure 188.** *Spectre Raman de l'acquisition JVP-AP-Bloc-718-2.*

**Figure 189.** *Spectre Raman de l'acquisition 2 du tesson AP23054.*

**Figure 190.** *Spectre Raman de l'acquisition 6 du cylindre imprimé.*

**Figure 191.** *Spectre Raman de l'acquisition JVP-VG-Bloc-162-2.*

**Figure 192.** *Spectre Raman de l'acquisition JVP-VG-Bloc-263-1.*

**Figure 193.** *Spectre Raman de l'acquisition JVP-VG-Bloc-267-1.*

**Tableau 66.** *Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman des résidus du « masque » de Pendimoun.*

**Tableau 67.** *Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman des blocs de matière première, des résidus sur céramique et du cylindre de Pendimoun.*

**Tableau 68.** *Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman des blocs de matière première et des résidus sur céramique de Giribaldi.*



# Références bibliographiques

- ACHTYUTHAN H. (1996) - Geomorphic evolution and genesis of laterites around the east coast of Madras, Tamil Nadu, India, *Geomorphology*, 16, p. 71-76.
- ALABOUVETTE B., ARTHAUD F., BAMBIER A., FREYTET P., PALOC H. (1982) – Saint-Chinian 1014, *Carte géologique de la France au 1/50 000*, BRGM Éditions, Orléans.
- ALLARD M., DRIEUX M., JARRY M., POMIÈS M.-P., RODIÈRE J. (1997) - Perles en bois de renne du niveau 18 des Peyrugues, Orniac (Lot) : hypothèse sur l'origine du Protomagdalénien, *Paléo*, 9, p. 355-369.
- ALONSO TEJADA A., GRIMAL NAVARRO A. (1990) - *Las pinturas rupestres de la Cueva de la Vieja*, Ayuntamiento de Alpera, Alpera, 60 p.
- ALONSO TEJADA A., GRIMAL NAVARRO A. (2007) - *L'art rupestre del Cogul. Primeres imatges humanes a Catalunya*, Pagès, Lleida.
- AMBERT P. (2007) - Les composantes géomorphologiques de Pont de Roque-Haute dans son contexte littoral, *In* J. Guilaine, C. Manen et J.D. Vigne dir., *Pont de Roque-Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*, Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, p. 53-68.
- ANGELI L., ARIAS C., CRISTOFORETTI G., FABBRI C., LEGNAIOLI S., PALLESCI V., RADII G., SALVETTI A., TOGNONI E. (2006) - Spectroscopic Techniques Applied to the Study of Italian Painted Neolithic Potteries, *Laser Chemistry*, p. 1-7.
- ANGELI L., ARIAS C., FABBRI C., RADII G., CRISTOFORETTI G., LEGNAIOLI S., PALLECCHI P., SALVETTI A., TOGNONI E. (2011) - L'impiego dell'ossido di manganese nelle ceramiche dipinte del Neolitico, *Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità*, Archeoclub d'Italia, Atti del III Convegno di Archeologia in ricordo di Walter Ciancusi Castello Orsini, Avezzano, 13-15 novembre 2009, p. 564-566.
- ARENA F., LAROCCA F., ONISTO N., GUALDI-RUSSO E. (2013) - Il sepolcreto protostorico di Grotta della Monaca in Calabria. *Aspetti antropologici, XX Congresso degli Antropologi Italiani. La variabilità umana tra passato e presente*, Ferrara, 11-13 settembre 2013.
- ARNAL J. (1947) - Station néolithique de la Madeleine, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 44, p. 289-293.
- ARNAL J., BENALET G. (1951) - Contribution à l'étude de la poterie néolithique française, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 48, p. 541-564.
- ASCOUGH P.L., BIRD M.I., FRANCIS S.M., LEBL T. (2011a) - Alkali extraction of archaeological and geological charcoal : evidence for diagenetic degradation and formation of humic acids, *Journal of Archaeological Science*, 38, p. 69-78.
- ASCOUGH P.L., BIRD M.I., FRANCIS S.M., THORNTON B., MIDWOOD A.J., SCOTT A.C., APPERLEY D. (2011b) - Variability in oxidative degradation of charcoal : Influence of production conditions and environmental exposure, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75, p. 2361-2378.

- ATTARD MONTALTO N., SHORTLAND A., ROGERS K. (2012) - The provenancing of ochres from the Neolithic Temple Period in Malta, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 1094-1102.
- AUBOUIN J. (1974) - La Provence, In J. Debelmas dir., *Géologie de la France – Les chaînes plissées du cycle alpin et leur avant-pays*, Doin Éditeurs, Paris, p. 349-386.
- AUDOIN-ROUZEAU F., PLISSON H. (1982) - Les ocres et leurs témoins au Paléolithique en France : enquête et expériences sur leur validité archéologique, *Cahiers du Centre de Recherches Préhistoriques*, 8, p. 33-80.
- BAFFIER D., BEYRIES S., BODU P. (1991) - Histoire d'ocre à Pincevent : La question des lames ocrées, In CRA, dir., *25 ans d'études technologiques en Préhistoire. XI<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, APDCA Éditions, Juan-les-Pins, p. 215-234.
- BAFFIER D., GIRARD M., MENU M., VIGNAUD C. (1999) - La couleur à la Grande Grotte d'Arcy-sur-Cure (Yonne), *L'Anthropologie*, 103, p. 1-21.
- BAGOLINI B., BIAGI P. (1977) - Le più antiche facies ceramiche dell'ambiente padano, *Rivista di scienze preistoriche*, 32, p. 219-233.
- BALBÍN BEHRMANN R.-D., ALCOLEA GONZÁLEZ J.-J. (2009) - Les colorants de l'art paléolithique dans les grottes et en plein air, *L'Anthropologie*, 113, p. 559-601.
- BALBÍN BEHRMANN R.-D., ALCOLEA GONZÁLEZ J.-J., GONZÁLEZ PEREDA M.Á., ROMANILLO A.M. (2002) - Recherches dans le massif d'Ardines : nouvelles galeries ornées de la grotte de Tito Bustillo, *L'Anthropologie*, 106, p. 565-602.
- BALLET O., BOCQUET A., BOUCHEZ R., COEY J.M.D., CORNU A. (1979) - Étude technique des poudres colorées de Lascaux, In A. Leroi-Gourhan et J. Allain dir., *Lascaux Inconnu*, XII<sup>e</sup> Supplément à Gallia Préhistoire, CNRS Éditions, Paris, p. 171-174.
- BANKS W.E., D'ERRICO F., PETERSON A.T., KAGEYAMA M., SIMA A., SANCHEZ-GONI M.-F. (2008) - Neanderthal Extinction by Competitive Exclusion, *Public Library of Science*, 3, p. 1-8.
- BARDOSSY G. (1982) - *Karst bauxites : Bauxite deposits on carbonate rocks*, Developments in Economic Geology, Elsevier scientific publishing company, Amsterdam.
- BARDOSSY G. (1997) - Berthier, Les Baux et l'histoire de la bauxite, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série II a*, p. 1031-1040.
- BAR-YOSEF O. (1985) - *A cave in the desert : Nahal Hemer*, Israel Museum Jerusalem, 60 p.
- BARRAL L. (1958) - L'homme cardinal de Castellar, *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 5, p. 135-164.
- 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 et B. Messiga dir., *Geomaterials in cultural heritage*, Geological Society Publishing House, Bath.
- BEAUDIN R. (2006) - Les ponts couverts de la rivière Yamaska, *Société d'histoire de la Haute-Yamaska*, 6, p. 13.

- BEAUVAIS A., TARDY Y. (1991) - Formation et dégradation des cuirasses ferrugineuses sous climat tropical humide, à la lisière de la forêt équatoriale, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 313, Série II, p. 1539-1545.
- BECK L., LEBON M., PICHON L., MENU M., CHIOTTI L., NESPOULET R., PAILLET P. (2011) - PIXE characterisation of prehistoric pigments from Abri Pataud (Dordogne, France), *X-Ray Spectrometry*, 40, p. 219-223.
- BECK L., SALOMON H., LAHLIL S., LEBON M., ODIN G.S., COQUINOT Y., PICHON L. (2012) - Non-destructive provenance differentiation of prehistoric pigments by external PIXE, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 273, p. 173-177.
- BEECHING A. (1991) - Sépultures, territoire et société dans le Chasséen méridional : l'exemple du bassin rhodanien, In A. Beeching, D. Binder, J.-C. Blanchet, C. Constantin, J. Duboulot, R. Martinez, D. Mordant, J.-P. Thévenot et J. Vaquer, dir., *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours*, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île de France n° 4, Nemours, p. 327-341.
- BEECHING A. (2010) - Économie et société : quelques repères à propos du Néolithique, In A. Beeching et É. Thirault, dir., *Économie et société à la fin de la Préhistoire. Actualité de la recherche*, Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne, Actes des 7<sup>e</sup> Rencontres méridionales de Préhistoire récente tenues à Bron (Rhône), 3-4 novembre 2006, p. 13-18.
- BEECHING A., BERGER J.-F., BROCHIER J.-L., FERBER F., HELMER D., SIDI MAAMAR H. (2000) - Chasséens : agriculteurs ou éleveurs, sédentaires ou nomades ? Quels types de milieux, d'économies, et de sociétés ?, In M. Leduc, N. Valdeyron et J. Vaquer, dir., *Sociétés et espaces*, Éditions Archives d'Écologie Préhistorique, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, troisième session, Toulouse, 1998, p. 59-79.
- BEECHING A., BINDER D., BLANCHET J.-C., CONSTANTIN C., DUBOULOT J., MARTINEZ R., MORDANT D., THÉVENOT J.P., VAQUER J. (1991) - Identité du Chasséen. Actes du Colloque International de Nemours 1989, *Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île de France n° 4*, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île de France n° 4, Nemours, 428 p.
- BELLOT-GURLET L., NEFF D., RÉGUER S., MONNIER J., SAHEB M., DILLMANN P. (2009) - Raman studies of corrosion layers formed on archaeological irons in various media, *Journal of Nano Research (Special Issue : Cultural Heritage Materials)*, 8, p. 147-156.
- BERGER J.-F. (2005) - Sédiments, dynamique du peuplement et climat au Néolithique ancien, In J. Guilaine dir., *Séminaires du Collège de France « Populations, économies et environnements, du Néolithique à l'Âge du Bronze »*, Paris, p. 155-212.
- BERNABO BREA L. (1946) - *Gli scavi nella caverna delle Arene Candide*, Istituto di Studi Liguri, 1, Genova, 366 p.
- BERNATCHEZ J.A. (2008) - Geochemical Characterization of Archaeological Ochre at Nelson Bay Cave (Western Cape Province), South Africa, *South African Archaeological Bulletin*, 63, p. 3-11.
- BERNDT R.M., BERNDT C.H. (1964) - *The world of the first Australians : an introduction to the traditional life of the Australian aborigines*, Angus and Robertson, London, 509 p.
- BEYRIES S. (1983) - Fonction et mode d'utilisation d'une série de lames ocrées capsienes, In M.C. Cauvin dir., *Traces d'utilisation sur les outils néolithiques du Proche Orient*, Maison de l'Orient, Lyon, p. 135-142.



- BEYRIES S. (1993) - Expérimentation archéologique et savoir-faire traditionnel : l'exemple de la découpe d'un cervidé, *Techniques et culture*, 22, p. 55-73.
- BEYRIES S. (2008) - Modélisation du travail du cuir en ethnologie : proposition d'un système ouvert à l'archéologie, *Anthropozoologica*, 43, p. 9-42.
- BEYRIES S., CATTIN I. (2014) - Resharpener and recycling : Different conceptions of the Magdalenian tools, *Quaternary International*, 361, p. 260-268.
- BEYRIES S., WALTER P. (1996) - Raclours et colorants à Combe-Grenal. Le problème de la retouche Quina, In A. Bietti et S. Grimaldi dir., *Reduction Processes for the European Mousteria*, Quaternaria nova, Rome, p. 167-187.
- BIGOT M., DAMIANI L., DELLERY B., DUROZOY G. (1967) - Saint-Martine-de-Vésubie - le Boléron, *Carte géologique de la France au 1/50 000*, BRGM Éditions.
- BILLARD C., BOSQUET D., DREESEN R., GOEMAERE É., HAMON C., JADIN I., SALOMON H., SAVARY X. (sous presse) - *Autour de l'hématite. Circulation et transformation au cours de la préhistoire. Méthodes d'analyse. Actes de la table ronde 7-8 février 2013, Jambes-Namur*, ERAUL, 142.
- BILLARD C., BOSTYN F., HAMON C., MEUNIER K. (2014) - *L'habitat du Néolithique ancien de Colombelles « le Lazarro » (Calvados)*, Mémoire de la Société Préhistorique française, Société Préhistorique Française, 58, Paris, 408 p.
- BINDER D. (1986) - Économie des matières premières dans le Néolithique moyen de Giribaldi (Nice), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 83, p. 71.
- BINDER D. (1987) - *Le Néolithique provençal. Typologie et technologie des outillages lithiques*, XXIV<sup>e</sup> supplément à Gallia Préhistoire, CNRS Éditions, Paris, 200 p.
- BINDER D. (1989) - Aspects de la néolithisation dans les aires padane, provençale et ligure, In O. Aurenche et J. Cauvin dir., *Néolithisations. Proche et Moyen Orient, Méditerranée orientale, Nord de l'Afrique, Europe méridionale, Chine, Amérique du Sud*, British Archaeological Reports (BAR) International Series, Oxford, p. 199-225.
- BINDER D. (1991a) - Facteurs de variabilité des outillages lithiques chasséens dans le Sud-Est de la France, In A. Beeching, D. Binder, J.-C. Blanchet, C. Constantin, J. Duboulot, R. Martinez, D. Mordant, J.P. Thévenot et J. Vaquer, dir., *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours*, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île de France n° 4, Nemours, p. 261-272.
- BINDER D. (1991b) - Une économie de la chasse au Néolithique ancien. La grotte Lombard à Saint-Vallier-Thiery (Alpes-Maritimes), *Monographies du Centre de Recherches Archéologiques*, CNRS Éditions, Paris, p. 243.
- BINDER D. (1997) - *Castellar – Abri Pendimoun (Alpes-Maritimes). Fouille programmée 1997*, Rapport d'opération de fouille programmée, 11 p.
- BINDER D. (1998a) - *Castellar – Abri Pendimoun (Alpes-Maritimes). Fouille programmée 1998*, Rapport d'opération de fouille programmée, 15 p.
- BINDER D. (1998b) - Silex blond et complexité des assemblages lithiques dans le Néolithique liguro-provençal, In A. D'Anna et D. Binder, dir., *Production et identité culturelle. Rencontres méridionales de Préhistoire récente, Actes de la deuxième session, Arles, 8 et 9 novembre 1996*, APDCA Éditions, Antibes, p. 111-129.

- BINDER D. (1999) - *Castellar – Abri Pendimoun (Alpes-Maritimes). Fouille programmée 1999*, Rapport d'opération de fouille programmée, 25 p.
- BINDER D. (2000) - *Castellar – Abri Pendimoun (Alpes-Maritimes). Fouille programmée 2000*, Rapport d'opération de fouille programmée, 38 p.
- BINDER D. (2003) - *Castellar – Abri Pendimoun (Alpes-Maritimes). Fouille programmée pluriannuelle 2001-2003*, Rapport triennal d'opération de fouille programmée, 150 p.
- BINDER D. (2004a) - *Un chantier archéologique à la loupe. Giribaldi*, Musée d'archéologie - Nice Cimiez, Nice, 79 p.
- BINDER D. (2004b) - Giribaldi et la complexité des sociétés néolithiques, *In* D. Binder dir., *Un chantier archéologique à la loupe. Giribaldi*, Nice Musées, Nice, p. 70-72.
- BINDER D. (2005a) - *Castellar – Abri Pendimoun (Alpes-Maritimes). Fouille programmée pluriannuelle 2004-2006*, Rapport annuel d'opération de fouille programmée.
- BINDER D. (2005b) - Les premiers agriculteurs et pasteurs en Provence au VI<sup>e</sup> millénaire avant J.C., *In* X. Delestre dir., *15 ans d'archéologie en Provence-Alpes-Côte d'Azur*, Edisud, Aix-en-Provence, p. 32-45.
- BINDER D. (2006) - *Castellar – Abri Pendimoun (Alpes-Maritimes). Fouille programmée pluriannuelle 2004-2006*, Rapport triennal d'opération de fouille programmée, 75 p.
- BINDER D. (2012) - *Projet collectif de recherche ETICALP « Évolutions, transferts, inter-culturalités dans l'arc liguro-provençal : matières premières, productions, usages, du Paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien »*, Service régional de l'archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Bilan Scientifique Régional 2011, 166 p.
- 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, *In* J. Jaubert, N. Fourment et P. Depaepe, dir., *Transitions, ruptures et continuité durant la Préhistoire, actes du XXVII<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France. Bordeaux, les Eyzies, 2010*, Société Préhistorique Française, Paris, p. 341-356.
- 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, p. 177-251.
- BINDER D., CLOP X., CONVERTINI F., MANEN C., SÉNÉPART I. (2010) - Les productions céramiques du Néolithique ancien, *In* C. Manen, F. Convertini, D. Binder et I. Sénépart dir., *Premières sociétés paysannes de Méditerranée occidentale : structure des productions céramiques. Séance de la Société Préhistorique Française. Toulouse, 11-12 mai 2007*, Mémoire de la Société Préhistorique française, Société Préhistorique Française, Paris, p. 115-129.
- BINDER D., COURTIN J. (1987) - Nouvelles vues sur les processus de néolithisation dans le Sud-Est de la France. Un pas en avant, deux pas en arrière, *In* J. Guilaine, J. Courtin, J.-L. Roudil et J.L. Vernet, dir., *Premières communautés paysannes en Méditerranée occidentale, Actes du Colloque international du CNRS, Montpellier 26 au 26 avril 1983*, CNRS Éditions, Paris, p. 491-500.
- BINDER D., COURTIN J. (1994) - Un point sur la circulation de l'obsidienne dans le domaine provençal, *Gallia Préhistoire*, 36, p. 310-322.

- BINDER D., DELESTRE X., PERGOLA P. (2008a) - *Archéologies transfrontalières. Alpes du Sud, Côte d'Azur, Piémont et Ligurie. Bilan et perspectives de recherche. Actes du colloque de Nice, 13-15 décembre 2007*, Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, supplément 1, Monaco.
- BINDER D., GASSIN B., SÉNÉPART I. (1994) - Éléments pour la caractérisation des productions céramiques néolithiques dans le Sud de la France. L'exemple de Giribaldi, *In* CRA, dir., *Terre cuite et Société*, Éditions APDCA, XIVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Juan-les-Pins, p. 255-267.
- BINDER D., GRATUZE B., VAQUER J. (2012) - La circulation de l'obsidienne dans le sud de la France au Néolithique, *In* M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., *Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC)*, Gavà, 2-4 février 2011, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 189-199.
- BINDER D., GUILAINE J. (1999) - Rapports du groupe de travail sur la néolithisation : la Méditerranée centrale et occidentale, *In* J. Evin, O. C., J.-P. Daugas et J.-F. Salles dir., *<sup>14</sup>C et Archéologie*, Mémoires de la société préhistorique française, Société préhistorique Française, Paris, p. 454-459.
- BINDER D., HAMON C., BELLOT-GURLET L., BEYRIES S., PRADEAU J.-V., VAUTIER F., VOLDOIRE O. (2014) - First Sculpted Human Face in the W. Mediterranean Early Neolithic, *Cambridge Archaeological Journal*, 24, p. 1-17.
- BINDER D., LEPÈRE C. (2014) - From Impresso-Cardial to SMP and Chassey in Provence, *Rivista di Studi Liguri*, 77-79, p. 21-29.
- BINDER D., LEPÈRE C., MAGGI R. (2008b) - Épipaléolithique et Néolithique dans l'arc liguro-provençal : bilan et perspectives de recherche, *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, supplément 1, p. 49-62.
- BINDER D., MAGGI R. (2001) - Le Néolithique ancien de l'arc liguro-provençal, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 98, p. 411-422.
- BINDER D., PERLÈS C., INIZAN M.-L., LECHEVALLIER M. (1990) - Stratégies de gestion des outillages lithiques au Néolithique, *Paléo*, 2, p. 257-283.
- BINDER D., SÉNÉPART I. (2004) - Derniers chasseurs et premiers paysans de Vaucluse. Mésolithique et Néolithique ancien : 7000-4700 av. J.-C., *In* J. Buisson-Catil, A. Guilcher, C. Hussy, M. Olive et M. Pagni dir., *Vaucluse Préhistorique. Le territoire, les hommes, les cultures et les sites*, Éditions A. Barthélemy, Avignon, p. 131-162.
- 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 et I. Sénépart dir., *Premières sociétés paysannes de Méditerranée occidentale : structure des productions céramiques. Séance de la Société Préhistorique Française. Toulouse, 11-12 mai 2007*, Mémoire de la Société Préhistorique française, Société Préhistorique Française, Paris, p. 150-167.
- BOLETI A. (2009) - *L'exploitation de l'émeri en Égée et en Méditerranée orientale à l'Âge du Bronze*, thèse de doctorat, Université de la Sorbonne – Paris I.
- BON F. (2009) - *Préhistoire, la fabrique de l'homme*, l'Univers historique, Seuil, Paris, 339 p.
- BON F., MENSAN R. (2010) - *Régismont-le-Haut (Poilhes, Hérault). Campagne de fouilles d'un habitat de plein air aurignacien*, Rapport intermédiaire d'opération de fouille programmée 2009.

- BON F., MENSAN R. (2011) - *Régismont-le-Haut (Poilhes, Hérault). Campagne de fouilles d'un habitat de plein air aurignacien*, Rapport intermédiaire d'opération de fouille programmée 2010.
- BON F., MENSAN R. (2012) - *Régismont-le-Haut (Poilhes, Hérault). Campagne de fouilles d'un habitat de plein air aurignacien*, Rapport triennal d'opération de fouille programmée 2011.
- BONILAURI S. (2001) - *Les galets usés de Giribaldi (Nice, Alpes-Maritimes). Étude morpho-fonctionnelle*, thèse de DEA, Université de Paris-X Nanterre, 27 p.
- BONNARDIN S. (2009) - *La parure funéraire au Néolithique ancien dans les Bassins parisien et rhénan. Rubané, Hinkelstein et Villeneuve-Saint-Germain*, Mémoire de la Société Préhistorique française, Société Préhistorique Française, 49, Paris.
- BORDES J.-G., BON F., LE BRUN-RICALES F. (2005) - Productions lamellaires attribuées à l'Aurignacien : chaînes opératoires et perspectives technoculturelles, In J. Jaubert et M. Barbaza, dir., *Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, Toulouse, 2001*, Éditions du CTHS, Paris, p. 185-198.
- BOSCH J., BORRELL F. (2009) - *Intervencions arqueològiques a les Mines de Gavà (sector serra de les Ferreres). Anys 1998-2009. De la variscita al ferro : neolític i antiguitat, Rubricatum*, Revista del Museu de Gavà, 4, Gavà, 269 p.
- BOSTYN F. (1997) - Characterization of Flint Production and Distribution of the Tabular Bartonian Flint during the Early Neolithic (Villeneuve-Saint-Germain Period) in France, In R. Schild et Z. Sulgostowska dir., *Man and Flint*, Institute of Archaeology and Ethnology, Polish Academy of Sciences, Varsovie, p. 171-183.
- BOULINIER P. (1978) - Préhistoire de l'usage des matières colorantes. À l'origine du symbolisme, In S. Tornay dir., *Voir et nommer les couleurs*, Labethno, Paris, p. 465-476.
- BOURGUIGNON L., ORTEGA I., FRÈRE-SAUTOT M.-C. (2001) - *Préhistoire et approche expérimentale*, Monique Mergoïl, Montagnac, 442 p.
- BOWELL R.J. (1994) - Sorption of arsenic by iron oxides and oxyhydroxides in soils, *Applied geochemistry*, 9, p. 279-286.
- BRAADBAART F., POOLE I., VAN BRUSSEL A.A. (2009) - Preservation potential of charcoal in alkaline environments : an experimental approach and implications for the archaeological record, *Journal of Archaeological Science*, 36, p. 1672-1679.
- BRIOIS F. (2000) - Variabilité techno-culturelle des industries lithiques du Néolithique ancien en Languedoc, In M. Leduc, N. Valdeyron et J. Vaquer, dir., *Sociétés et espaces*, Éditions Archives d'Écologie Préhistorique, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, troisième session, Toulouse, 1998, p. 43-50.
- BRIOIS F., MANEN C. (2009) - L'habitat néolithique ancien de Peiro Signado à Portiragnes (Hérault), In A. Beeching et I. Sénépart, dir., *De la maison au village. L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, Société Préhistorique française, Actes de la table ronde de Marseille, 23-24 mai 2003, p. 31-37.
- BRISOTTO V. (1999) - Quartz hyalin et obsidienne dans les séries néolithiques entre Rhône et Alpes du Nord : poids et signification, In A. Beeching dir., *Circulations et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire*, Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence, Valence, p. 211-230.
- BRISSET F. (2008) - *Microscopie électronique à balayage et microanalyses*, EDP Sciences, Lille, 892 p.

- BROCHIER J.-L., BEECHING A., SIDI MAAMAR H., VITAL J. (1999) - Les grottes bergeries des Préalpes et le pastoralisme alpin durant la préhistoire, *In* A. Beeching dir., *Circulations et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire*, Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence, Valence, p. 211-230.
- BRYBAERT A., MELESSANAKI K., ANGLOS D. (2006) - Pigment analysis in Bronze Age Aegean and Eastern Mediterranean painted plaster by laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS), *Journal of Archaeological Science*, 33, p. 1095-1104.
- BUENO RAMIREZ P., DE BALBIN BEHRMANN R., BARROSO BERMEJO R. (2004) - Application d'une méthode d'analyse du territoire à partir de la situation des marqueurs graphiques à l'intérieur de la Péninsule Ibérique : le Tâge International, *L'Anthropologie*, 108, p. 653-710.
- BUENO RAMIREZ P., DE BALBIN BEHRMANN R., BARROSO BERMEJO R. (2007) - Chronologie de l'art Mégalithique ibérique : C<sup>14</sup> et contextes archéologiques, *L'Anthropologie*, 111, p. 590-654.
- BUGOI R., CONSTANTINESCU B., PANTOS E., POPOVICI D. (2008) - Investigation of Neolithic ceramic pigments using synchrotron radiation X-ray diffraction, *Powder Diffraction*, 23, p. 195-199.
- BUISSON D., MENU M., PINÇON G., WALTER P. (1989) - Les objets colorés du Paléolithique supérieur, cas de la grotte de la Vache (Ariège), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 86, p. 183-191.
- BURGIO L., CLARK R.J.H. (2001) - Library of FT-Raman spectra of pigments, minerals, pigment media and varnishes, and supplement to existing library of Raman spectra of pigments with visible excitation, *Spectrochimica Acta Part A*, 57, p. 1491-1521.
- BUZGAR N., BODI G., ASTEFANEI D., BUZATU A. (2010) - The Raman study of white, red and black pigments used in Cucuteni Neolithic painted ceramics, *Analele Stiintifice ale Universitatii*, 56.
- BUZGAR N., APOPEI A.I., BUZATU A. (2013) - Characterization and source of Cucuteni black pigment (Romania) : vibrational spectrometry and XRD study, *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 2128-2135.
- CABRERA-GARRIDO J.M. (1978) - Les matériaux de peinture de la Caverne D'Altamira, *In* I.C.O. Museums dir., *Actes de la 5<sup>e</sup> réunion internationale de l'ICOM*, Zagreb, p. 1-9.
- CAMPRUBI A., MELGAREJO J.-C., PROENZA J.A., COSTA F., BOSCH J., ESTRADA A., BORELL F., YUSHKIN N.P., ANDREICHEV V.L. (2003) - Mining and geological knowledge during the Neolithic : a geological study on the variscite mines at Gavà, Catalonia, *Episodes*, 26, p. 295-301.
- CAPEL J., HUERTAS F., POZZUOLI A., LINARES J. (2006) - Red ochre decorations in Spanish Neolithic ceramics : a mineralogical and technological study, *Journal of Archaeological Science*, 33, p. 1157-1166.
- CAPOTE M., CASTAÑEDA N., CONSUEGRA-RODRÍGUEZ S., CRIADO C., DÍAZ-DEL-RÍO P. (2008) - Flint Mining in Early Neolithic Iberia : A Preliminary Report on « Casa Montero » (Madrid, Spain), *In* P. Allard, F. Bostyn, F. Giligny et J. Lech dir., *Flint Mining in Prehistoric Europe*, British Archaeological Reports (BAR) International Series, Oxford, p. 123-137.
- CARTAILHAC É. (1902) - La grotte d'Altamira, Espagne. Mea Culpa d'un sceptique, *L'Anthropologie*, 13, p. 48-354.
- CASTEL B. (1990) - *Les alumines et leurs applications*, Nathan, Maxéville.
- CAUVIN J. (1997) - *Naissance des divinités, naissance de l'agriculture. La révolution des symboles au Néolithique*, Collection Empreintes de l'homme, CNRS Éditions, Paris.



- CAUWE N., DOLUKHANOV P., KOZLOWSKI J., VAN BERG P.-L. (2007) - *Le Néolithique en Europe*, Collection U, Armand Colin, Paris.
- CHADEFAUX C., VIGNAUD C., MENU M., REICHE I. (2008) - Multianalytical study of palaeolithic reindeer antler. Discovery of antler traces in Lascaux pigments by TEM, *Archaeometry*, 50, p. 516-534.
- CHAHINE C. (2002) - Évolution des techniques de fabrication du cuir et problèmes de conservation, In F. Audoin et S. Beyries dir., *Le travail du cuir de la Préhistoire à nos jours*, APDCA Éditions, Antibes, p. 1330.
- CHALMIN E. (2003) - *Caractérisation des oxydes de manganèse et usage des pigments noirs au Paléolithique supérieur*, thèse de doctorat, Université de Marne-La-Vallée.
- CHALMIN E., MENU M., POMIÈS M.-P., VIGNAUD C., AUJOULAT N., GENESTE J.-M. (2004a) - Les blasons de Lascaux, *L'Anthropologie*, 108, p. 571-592.
- CHALMIN E., VIGNAUD C., MENU M. (2004b) - Palaeolithic painting matter : natural or heat-treated pigment, *Applied Physics A*, 79, p. 187-191.
- CHESNAUX L. (2014) - *Réflexions sur le microlithisme en France au cours du Premier Mésolithique (X<sup>e</sup>-VIII<sup>e</sup> millénaire av. J.C.). Approche technologique, expérimentale et fonctionnelle*, thèse de doctorat, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- CHRAVZEZ J. (2013) - *Approche expérimentale de la conservation des charbons de bois dans les gisements paléolithiques. Processus post-dépositionnels, fragmentation et représentativité des assemblages anthracologiques*, thèse de doctorat, Université de Nice - Sophia Antipolis, 456 p.
- ÇILINGIROGLU Ç. (2005) - The concept of « Neolithic package » : considering its meaning and applicability, *Documenta Praehistorica*, 32, p. 1-13.
- CLAUD É., PLISSON H. (2006) - Aux origines de la tracéologie, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 103, p. 189-198.
- CLOT A., MENU M., WALTER P. (1995) - Manières de peindre les mains à Gargas et Tibiran (Hautes-Pyrénées), *L'Anthropologie*, 99, p. 221-235.
- CLOTTE J., MENU M., WALTER P. (1990) - La préparation des peintures magdaléniennes des cavernes ariégeoises, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 87, p. 170-192.
- COHEN-OFRI I., WEINER L., BOARETTO E., MINTZ G., WEINER S. (2006) - Modern and fossil charcoal : aspects of structure and diagenesis, *Journal of Archaeological Science*, 33, p. 428-439.
- COLLECTIF (1975) - *Munsell soil color charts*, Munsell Color, Baltimore.
- COLLINA-GIRARD J. (1998) - *Le feu avant les allumettes : expérimentation et mythes techniques*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, 168 p.
- COLOMBO M. (2006) - Uno strumento in osso decorato con cinabro dal villaggio neolitico di Catignano (Pescara). Analisi preliminare, *Materie prime e scambi nella Preistoria italiana, Atti della XXXIX riunione scientifica*, Istituto italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze, 25-27 novembre 2004, p. 979-982.
- COLOMBO M. (2008) - *La Cultura di Catignano nel panorama della ceramica dipinta : radici, fasi evolutive e contatti con le culture del sud della penisola e della sponda adriatica orientale.*, thèse de Doctorat, Université de Pise.



- COLOMBO M. (2010) - Nuovi dati sulla cultura di Catignano : spunti e problematiche sul suo inquadramento nell'ambito della ceramica dipinta a bande rosse, *Origini : Preistoria e protostoria delle civiltà antiche*, 32, p. 79-104.
- COLOMBO M. (2012a) - Forme e decorazioni vascolari standardizzate nella cultura di Catignano (5600-4800 cal. BC) : un caso di condivisione di "unità di misura" nel Neolitico italiano, In M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., *Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC)*, Gavà, 2-4 février 2011, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 539-546.
- COLOMBO M. (2012b) - Idoletti ittili antropomorfi e zoomorfi dal villaggio neolitico di Catignano (PE) : studio tipologico e proposta interpretativa, *Preistoria alpina*, 46, p. 167-173.
- COLOMBO M. (2012c) - Rappresentazioni antropomorfe e zoomorfe fittili dal villaggio neolitico di Colle Cera (Loreto Aprutino - PE), *Preistoria alpina*, 46, p. 241-245.
- COLOMBO M., BOSCHIAN G. (2009) - High-Technology Manufacturing of 5th Millennium B.C. Pottery in Italy, *Materials and Manufacturing Processes*, 24, p. 928-933.
- COMPAGNONI B., GALLUZZO F., BONOMO R., CAPOTORTI F., D'AMBROGI C., DI STEFANO R., GRAZIANO R., MARTARELLI L., PAMPALONI M.L., PANTALONI M., RICCI V., TACCHIA D., MASELLA G., PANNUTI V., VENTURA R., VITALE V. (2011) - La carta Geologica d'Italia, alla scala 1.1.000.000, Servizio Geologico d'Italia – ISPRA, Florence.
- CONKLIN H. C. (1955) - Hanunoó Color Categories, *Southwestern Journal of Anthropology*, 11, p. 339-344.
- CONNAN J., NIEUWEKHUYSE O.P., VAN A., JACOBS L. (2004) - Bitumen in early ceramics art : bitumen-painted ceramics from late Neolithic Tell Sabi Abyad (Syria), *Archaeometry*, 46, p. 115-124.
- CONSTANTINESCU B., BUGOIR., PANTOSE., POPOVICI D. (2007) - Phase and chemical composition analysis of pigments used in Cucuteni Neolithic painted ceramics, *Documenta Praehistorica*, 34, p. 281-288.
- CORNELL R.M., SCHWERTMANN U. (2006) - *The iron oxides : Structure, properties, reactions, occurrences and uses*, John Wiley & Sons, Weinheim, 703 p.
- COURAUD C. (1983) - Pour une étude méthodologique des colorants préhistoriques, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 80, p. 104-110.
- COURAUD C. (1988) - Pigments utilisés en Préhistoire. Provenance, préparation, mode d'utilisation, *L'Anthropologie*, 92, p. 17-28.
- COURAUD C. (1991) - Les pigments des grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne), *Gallia Préhistoire*, 33, p. 17-52.
- COURTIN J. (1976) - Le Néolithique ancien de la Grotte Lombard, St-Vallier-de-Thiery (Alpes-Maritimes), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 73, p. 142-149.
- COURTIN J. (1984) - Provence - Alpes - Côte d'Azur, *Gallia Préhistoire*, 27, p. 385-413.
- COURTIN J. (2000) - *Les premiers paysans du Midi*, Histoire de la France préhistorique, La maison des roches, Paris.
- COURTIN J., ERROUX J. (1974) - Aperçu sur l'agriculture préhistorique dans le Sud-Est de la France, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 71, p. 321-334.

- COURTIN J., PÉLOUARD S. (1971) - Un habitat chasséen en Haute Provence la « Grotte C » de Baudinard (Var), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 68, p. 540-561.
- CRASSARD R., PETRAGLIA M.D., PARKER A.G., PARTON A., ROBERTS R.G., JACOBS Z., ALSHAREKH A., AL-OMARI A., BREEZE P., DRAKE N.A., GROUCUTT H.S., JENNINGS R., RÉGAGNON E., SHIPTON C. (2013) - Beyond the Levant : First Evidence of a Pre-Pottery Neolithic Incursion into the Nefud Desert, Saudi Arabia, *PLoS ONE*, 8.
- CREAGH D.C., KUBIK M.E., STERNS M. (2007) - On the feasibility of establishing the provenance of Australian Aboriginal artefacts using synchrotron radiation X-ray diffraction and proton-induced X-ray emission, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 580, p. 721-724.
- CREPALDI F. (2001) - Le Chasséen en Ligurie, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 98, p. 485-494.
- CRUTZEN P.J., STEFFEN W., MC NEILL J. (2007) - The Anthropocene : Are Humans now Overwhelming the Great Forces of Nature ?, *Ambio*, 36, p. 614-621.
- CUENCA SOLANA D., CANTILLO DUARTE J.J., VIJANDE VILA E., MONTAÑÉS CABALLERO M., CLEMENTE CONTE I., VILLALPANDO MORENO A. (2013) - Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en sociedades tribales comunitarias del sur de la Península Ibérica. El ejemplo de Campo de Hockey (San Fernando, Cádiz) y SET Parralejos (Vejer de la Frontera, Cádiz), *Zephyrus*, 72, p. 95-111.
- CUENCA SOLANA D., CLEMENTE CONTE I., GUTIÉRREZ ZUGASTI I. (2010) - Utilización de instrumentos de concha durante el Mesolítico y Neolítico inicial en contextos litorales de la región cantábrica: programa experimental para el análisis de huellas de uso en materiales malacológicos, *Trabajos de Prehistoria*, 67, p. 211-225.
- CUENCA SOLANA D., GUTIÉRREZ ZUGASTI I., CLEMENTE CONTE I. (2011) - The Use of Mollusc Shells as Tools by Coastal Human Groups: The Contribution of Ethnographical Studies to Research on Mesolithic and Early Neolithic Technologies in Northern Spain, *Journal of Anthropological Research*, 67, p. 77-102.
- CUDENNEC Y., LECERF A. (2006) - The transformation of ferrihydrite into goethite or hematite, revisited, *Journal of Solid State Chemistry*, 179, p. 716-722.
- CURRY A. (2013) – Archaeology : The milk revolution. When a single genetic mutation first let ancient Europeans drink milk, it set the stage for a continental upheaval, *Nature*, 500, p. 20-22.
- DAMS L. (1984) - *Les peintures rupestres du Levant espagnol*, Picard, Paris.
- D'ANNA A. (2008) - Les manifestations artistiques dans le Sud de la France, In J. Tarrête et C.-T. Le Roux dir., *Archéologie de la France. Le Néolithique*, Éditions Picard et Ministère de la culture et de la Communication, Paris, p. 404-415.
- DART R.A., BEAUMONT P.B. (1967) - Amazing Antiquity of Mining in Southern Africa, *Nature*, 216, p. 407-408.
- DAYET L. (2012) - *Matériaux, transformations et fonctions de l'ocre au Middle Stone Age – Le cas de Diepkloof Rock Shelter dans le contexte de l'Afrique australe*, thèse de doctorat, Université de Michel de Montaigne – Bordeaux III, 406 p.
- DAYET L., D'ERRICO F., GARCIA-MORENO R. (2014) - Searching for consistencies in Châtelperronian pigment use, *Journal of Archaeological Science*, 44, p. 180-193.

- DAYET L., DANIEL F., GUIBERT P., TEXIER P.-J. (2013b) - Non-destructive analysis of archaeological ochre : a preliminary application to the Middle Stone Age site of Diepkloof Rock Shelter (South Africa), *Open Journal of Archaeometry*, 1, p. 1-12
- DAYET L., TEXIER P.-J., DANIEL F., PORRAZ G. (2013a) - Ochre resources from the Middle Stone Age sequence of Diepkloof Rock Shelter, Western Cape, South Africa, *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 3492-3505.
- DE FARIA D.L.A., VENÂNCIO S., DE OLIVEIRA M.T. (1997) - Raman microspectroscopy of some iron oxides and oxyhydroxides, *Journal of Raman Spectroscopy*, 28, p. 873-878.
- DE FARIA D.L.A., LOPES F.N. (2007) - Heated goethite and natural hematite : Can Raman spectroscopy be used to differentiate them ?, *Vibrational spectroscopy*, 45, p. 117-121.
- DE FRANCESCO A.M., CRISCI G.M. (2007) - Provenance de l'obsidienne, In J. Guilaine, C. Manen et J.D. Vigne dir., *Pont de Roque-Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*, Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, p. 83-85.
- DE LAPPARENT J. (1930) - *Les bauxites de la France méridionale*, Imprimerie nationale, 211 p.
- DE LUMLEY H. (1966) - Les fouilles de Terra Amata à Nice (A.-M.). Premiers résultats, *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 13, p. 29-51.
- DE LUMLEY H. (2009) - Terra Amata. Nice, Alpes Maritimes, France, CNRS Éditions, Paris.
- DE PASCALE A. (2004) - Studio preliminare dei mazzuoli litici della minierapreistorica di Mone Loreto : Analisi formale e classificazione, In E. Giannichedda dir., *Metodi e pratica della cultura materiale. Produzione e consumo dei manufatti*, Istituto Internazionale di Studi Liguri, Bordighera, p. 53-58.
- DE STEFANIS C. (travail en cours) - *Systèmes techniques des derniers chasseurs-cueilleurs et des premiers agro-pasteurs du domaine liguro-provençal (7000-5500 av. JC) : approche fonctionnelle*, thèse de doctorat, Université de Nice - Sophia Antipolis.
- DEBRAND-PASSARD S., COURBOULEIX S. (1984) - *Synthèse géologique du Sud-Est de la France – Atlas*, Mémoires du BRGM, BRGM Éditions, 126, Orléans, 28 p.
- DEBRAND-PASSARD S., COURBOULEIX S., LIENHARDT M.-J. (1984) - *Synthèse géologique du Sud-Est de la France – Stratigraphie et paléogéographie*, Mémoires du BRGM, BRGM Éditions, 125, Orléans, 615 p.
- DEER W.A., HOWIE R.A., ZUSSMAN J. (1966) - *An introduction to the rock-forming minerals*, Longman, Harlow, 528 p.
- DELHON C. (2005) - *Anthropisation et paléoclimats du Tardiglaciaire à l'Holocène en moyenne vallée du Rhône : études pluridisciplinaires des spectres phytolithiques et pédo-anthracologiques de séquences naturelles et de sites archéologiques*, thèse de doctorat, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- DENAYER J., PACYNA D., BOULVAIN F. (2011) - *Le minerai de fer en Wallonie. Cartographie, histoire et géologie*, Service Public de Wallonie.
- DENIS S. (2014) - The circulation of Ghlin flint during the time of the Blicquy - Villeneuve-Saint-Germain culture (Early Neolithic), *Journal of Lithic Studies*, 1, p. 85-102.

- D'ERRICO F. (1989) - *L'art gravé azilien. Analyse microscopique, reconstitution gestuelle, signification*, thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, 427 p.
- D'ERRICO F. (2006) - L'origine de l'humanité et des cultures modernes. Le point de vue de l'archéologie, *Diogenes*, 214, p. 147-159.
- D'ERRICO F., GARCIA MORENO R., RIFKIN R.F. (2012) - Technological, elemental and colorimetric analysis of an engraved ochre fragment from the Middle Stone Age levels of Klasies River Cave 1, South Africa, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 942-962.
- D'ERRICO F., HENSHILWOOD C., LAWSON G., VANHAEREN M., TILLIER A.-M., SORESSI M., BRESSON F., MAUREILLE B., NOWELL A., LAKARRA J., BACKWELL L., JULIEN M. (2003) - Archaeological Evidence for the Emergence of Language, Symbolism, and Music - An Alternative Multidisciplinary Perspective, *Journal of World Prehistory*, 17, p. 1-70.
- D'ERRICO F., NOWELL A. (2000) - A New Look at the Berekhat Ram Figurine : Implications for the Origins of Symbolism, *Cambridge Archaeological Journal* 10, p. 123-167.
- D'ERRICO F., SALOMON H., VIGNAUD C., STRINGER C. (2010) - Pigments from the Middle Palaeolithic levels of Es-Skhul (Mount Carmel, Israel), *Journal of Archaeological Science*, 37, p. 3099-3110.
- D'ERRICO F., VANHAEREN M., WADLEY L. (2008) - Possible shell beads from the Middle Stone Age layers of Sibudu Cave, South Africa, *Journal of Archaeological Science*, 35, p. 2675-2685.
- DESCHAMPS E., CIMINELLI V.S.T., HÖLL W.H. (2005) - Removal of As(III) and As(V) from water using a natural Fe and Mn enriched sample, *Water Research*, 39, p. 5212-5220.
- DÍAZ-DEL-RÍO P., CONSUEGRA-RODRÍGUEZ S., CASTAÑEDA N., CAPOTE M., CRIADO C., BUSTILLO M.A., PÉREZ-JIMÉNEZ J.-L. (2006) - The earliest flint mine in Iberia, *Antiquity*, 80.
- DIETRICH J.E. (1988) - *Les parures néolithiques du sud de la France – Guide minéralogique*, Notes et monographies techniques, CNRS Éditions, 26, Paris, 173 p.
- DJINDJIAN F., KOSLOWSKI J., OTTE M. (1999) - *Le Paléolithique supérieur en Europe*, Armand Colin, Paris.
- DOLFINI A. (2014) - Early Metallurgy in the Central Mediterranean, In B.W. Roberts et C.P. Thornton dir., *Archaeometallurgy in Global Perspective. Methods and Syntheses*, Springer, New York, p. 473-506.
- DOMINGO SANZ I. (2012) - A Theoretical Approach to Style in Levantine Rock Art, In J. McDonald et P. Verth dir., *A companion to Rock Art*, Wiley-Blackwell, Oxford, p. 306-321.
- DOMINGO I., GARCÍA BORJA P., ROLDÁN C. (2012) - Identification, processing and use of red pigments (hematite and cinnabar) in the valencian Early Neolithic, *Archaeometry*, 54, p. 868-892.
- DUBREUIL L., GROSMAN L. (2009) - Ochre and hide-working at a Natufian burial place, *Antiquity*, 83, p. 935-954.
- DUCHAUFOUR P. (1977) - *Pédologie. 1. Pédogénèse et classification*, Masson, Paris, 477 p.
- DUPONT D., STEEN D. (2004a) - Colorimétrie. Éléments théoriques, *Techniques de l'ingénieur*, R6440.

- DUPONT D., STEEN D. (2004b) - Colorimétrie. Mesure des couleurs de surface, *Techniques de l'ingénieur*, R6442.
- EASTMAN J.R. (2001) - *Guide to GIS and Image Processing*, Clark Labs, Clark University, Worcester, 171 p.
- EBERHART J.-P. (1989) - *Analyse structurale et chimique des matériaux. Diffraction des rayons X, électrons et neutrons. Spectrométrie des rayons X, électrons et ions. Microscopie électronique*, Dunod, Paris, 614 p.
- ECHALLIER J.-C. (1991) - La céramique. Les matières premières, In D. Binder dir., *Une économie de la chasse au Néolithique ancien. La grotte Lombard à Saint-Vallier-Thiery (Alpes-Maritimes)*, Monographies du Centre de Recherches Archéologiques, CNRS Éditions, Paris, p. 71-89.
- ECHALLIER J.-C., COURTIN J. (1994a) - Approche minéralogique de la poterie du Néolithique ancien de la Baume Fontbrégoua à Salernes (Var), *Gallia Préhistoire*, 36, p. 267-297.
- ECHALLIER J.-C., COURTIN J. (1994b) - La céramique du Néolithique ancien et moyen de Fontbrégoua (Var) : approche typométrique, In C.d.R. Archéologiques, dir., *Terre cuite et Société*, Éditions APDCA, XIV<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Juan-les-Pins, p. 131-146.
- EISELT B.S., POPELKA-FILCOFF R.S., DARLING J.A., GLASCOCK M.D. (2011) - Hematite sources and archaeological ochres from Hohokam and O'odham sites in central Arizona : an experiment in type identification and characterization, *Journal of Archaeological Science*, 38, p. 3019-3028.
- ERLANDSON J.M., ROBERTSON J.D., DESCANTES C. (1999) - Geochemical analysis of eight red ochres from Western North America, *American Antiquity*, 64, p. 517-526.
- FAURE-MURET A., FALLOT P. (1957) - Puget-Théniers 946, *Carte géologique de la France au 1/50 000*, BRGM Éditions.
- FARQUHAR M.L., CHARNOCK J.M., LIVENS F., R., VAUGHAN D.J. (2002) - Mechanisms of arsenic uptake from aqueous solution by interaction with goethite, lepidocrocite, mackinawite, and pyrite : an X-ray absorption spectroscopy study, *Environmental Science and Technology*, 36, p. 1757-1762.
- FEENSTRA A. (1985) - *Metamorphism of bauxites on Naxos, Greece*, thèse de doctorat, Instituut voor Aardwetenschappen der Rijksuniversiteit te Utrecht, 206 p.
- FEENSTRA A., WUNDER B. (2002) - Dehydration of diasporite to corundite in nature and experiment, *Geology*, 30, p. 119-122.
- FIORE D., MAIER M.S., PARERA S.D., ORQUERA L., PIANA E. (2008) - Chemical analyses of the earliest pigment residues from the uttermost part of the planet (Beagle Channel region, Tierra del Fuego, Southern South America), *Journal of Archaeological Science*, 35, p. 3047-3056.
- FISCHER A. (1962) - *L'industrie de l'aluminium en France*, *L'information géographique*, 26, p. 139-151.
- FLOOD J. (1990) - *Archaeology of the dreamtime : the story of prehistoric Australia and its people*, Yale University Press, New Haven.
- FOUCAULT A., RAOULT J.-F. (2010) - *Dictionnaire de géologie*, Collection UniverSciences, Dunod, Paris.
- FRANCKE L. (2002) - *Préparation et caractérisation d'hydroxy- et d'oxyhydroxyfluorures d'aluminium, de fer ou de chrome. Corrélation entre la composition/structure, la stabilité thermique et les propriétés acides*, thèse de doctorat, Université Bordeaux I, 175 p.



- FROMENT F., TOURNIÉ A., COLOMBAN P. (2008) - Raman identification of natural red to yellow pigments : ochre and iron-containing ores, *Journal of Raman Spectroscopy*, 39, p. 560-568.
- GABRIELE M., LORENZI F. (2014) - La céramique du Néolithique ancien de A Guaita dans le contexte tyrrhénien : typo-morphologie et étude de provenance, In I. Sénépart, F. Léandri, J. Cauliez, T. Perrin et E. Thirault, dir., *Chronologie de la Préhistoire récente dans le Sud de la France*, Archives d'Écologie Préhistorique, Actes des 10<sup>e</sup> Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente. Porticcio (20) - 18 et 20 octobre 2012, p. 385-396.
- GAJIC-KVASEC M., STOJANOVIĆ M., SMIT Z., KANTARELOU V., KARYDAS A.G., SLJIVAR D., MILOVANOVIC D., VELIBOR A. (2012) - New evidence for the use of cinnabar as a colouring pigment in the Vinca culture, *Journal of Archaeological Science*, 39, p. 1025-1033.
- GALWEY A.K., BROWN M.E. (1999) - Thermal Decomposition of Ionic Solids, *Studies in Physical and Theoretical Chemistry*, 86, p. 269-290.
- GARAVELLI A., LAROCCA F., LEVATO C., PINTO D. (2012a) - Grotta della Miniera, Sefro, Italy, In K. Oegg, dir., *2<sup>nd</sup> Mining in European History-Conference, the Impact of Historic and Prehistoric Mining Activities on the Environment and Societies in Europe*, Innsbruck, 7-10 novembre 2012.
- GARAVELLI A., LAROCCA F., LEVATO C., PINTO D. (2012b) - Prehistoric Mines of the Upper Esaro Valley, In K. Oegg, dir., *2<sup>nd</sup> Mining in European History-Conference, the Impact of Historic and Prehistoric Mining Activities on the Environment and Societies in Europe*, Innsbruck, 7-10 novembre 2012.
- GARAVELLI A., PINTO D., VURRO F., MELLINI M., VITIC., BALIC-ZUNICT., DELLA VENTURA G. (2009) - Yukonite from the Grotta della Monaca cave, Sant'Agata di Esaro, Italy : characterization and comparison with cotype material from the Daulton mine, Yukon, Canada, *the Canadian Mineralogist*, 47, p. 39-51.
- GARCÍA BORJA P., DOMINGO SANZ I., ROLDÁN GARCÍA C., VERDASCO CEBRIÁN C., FERRERO CALABUIG J., JARDÓN GINER P., BERNABEU AUBÁN J. (2004) - Aproximación al uso de la materia colorante en la Cova de l'Or, *Recerques del Museu d'Alcoi*, 13, p. 35-52.
- GARSTANG J., GARSTANG J.B.E. (1940) - *The story of Jericho*, Hodder et Stoughton, Londres, 200 p.
- GASSIN B. (1993) - *Approche fonctionnelle des industries lithiques du Néolithique provençal. L'exemple du site chasséen de la grotte de l'Église supérieure.*, thèse de doctorat, Université de Paris X, 409 p.
- GASSIN B. (1996) - *Évolution socio-économique dans le Chasséen de la grotte de l'Église supérieure (Var)*, Monographie du CRA, CNRS Éditions, 17, Paris.
- GASSIN B. (2004) - L'outillage des agriculteurs, In D. Binder dir., *Un chantier archéologique à la loupe. Giribaldi*, Nice Musées, Nice, p. 31-32.
- GASSIN B., BINDER D. (2004) - Statut et fonction des productions d'éclats au Néolithique : exemples provençaux, In P. Bodu et C. Constantin, dir., *Approches fonctionnelles en Préhistoire. Actes du XXV<sup>e</sup> Congrès Préhistorique de France, Nanterre, 24-26 novembre 2000*, Éditions de la Société Préhistorique Française, Nanterre, p. 167-179.
- 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 et S. Philibert, dir., *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques, XXVI<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, APDCA Éditions, Antibes, p. 223-233.



- GENESTE J.-M. (1988) - Système d'approvisionnement en matières premières au Paléolithique moyen et au Paléolithique supérieur en Aquitaine, *In* J. Kozłowski dir., *L'homme de Neandertal. La mutation*, ERAUL, Liège, p. 61-70.
- GENESTE J.-M. (1991) - L'approvisionnement en matières premières dans les systèmes de production lithique : la dimension spatiale de la technologie, *Treballs d'Arqueologia*, 1 : Tecnologia y Cadenas Operativas Líticas, p. 1-36.
- GEORGES M. (1964) - *Géologie des argiles : altérations, sédimentologie, géochimie*, Masson et Cie, Paris, 499 p.
- GEORGES M., BONIFAS M. (1955) - Transformations isovolumétriques dans les phénomènes de latéritisation et bauxitisation, *Bulletin du service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine*, 8, p. 1-20.
- GÈZE B., NESTEROFF W. (1996) - Menton-Nice 973, *Carte géologique de la France au 1/50 000*, BRGM Éditions, 191 p.
- GIALANELLA S., BELLI R., DALMERI G., LONARDELLI I., MATTARELLI M., MONTAGNA M., TONIUTTI L. (2011) - Artificial or natural origin of hematite-based red pigments in archaeological contexts : the case of Riparo Dalmeri (Trento, Italy), *Archaeometry*, p. 950-962.
- GIALANELLA S., GIRARDI F., ISCHIA G., LONARDELLI I., MATTARELLI M., MONTAGNA M. (2010) - On the goethite to hematite phase transformation, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 102, p. 867-873.
- GIL M., CARVALHO M.L., SERUYA A., CANDEIAS A.E., MIRÃO J., QUERALT I. (2007) - Yellow and red ochre pigments from southern Portugal : Elemental composition and characterization by WDXRF and XRD, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 580, p. 728-731.
- GIL M., GREEN R.L., CARVALHO M.-L., SERUYA A., QUERALT I., CANDEIAS A.E., MIRÃO J. (2009) - Rediscovering the palette of Alentejo (Southern Portugal) earth pigments: provenance establishment and characterization by LA-ICP-MS and spectra-colorimetric analysis, *Applied Physics A*, 96, p. 997-1007.
- GIUSTETTO R., BERRUTO G., DIANA E., COSTA E. (2013) - Decorated prehistoric pottery from Castello di Annone (Piedmont, Italy) : archaeometric study and pilot comparison with coeval analogous finds, *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 4249-4263.
- GLINTZBOECKEL C., HORON O. (1985) - *À la découverte des paysages géologiques de Marseille à Menton*, BRGM Éditions, Marseille, 80 p.
- GODREY-SMITH D.I., ILANI S. (2004) - Past thermal history of goethite and hematite fragments from Qafzeh Cave deduced from thermal activation characteristics of the 100 °C peak of enclosed quartz grains, *Revue d'archéométrie*, 28, p. 185-190.
- GOGUEL J., BODELLE J., GINSBURG L. (1980) - Roquestéron 972, *Carte géologique de la France au 1/50 000*, BRGM Éditions, Orléans.
- GÒMEZ-MERINO G., GISPERT-GUIRADO F. (2009) - Les matèries colorants de les mines neolítiques del sector serra de les Ferreres (Gavà, Baix LLobregat) : estudi preliminar i primers resultats, *In* J. Bosch et F. Borrell dir., *Intervencions arqueològiques a les Mines de Gavà (sector serra de les Ferreres). Any 1998-2009. De la variscita al ferro : neolític i antiguitat*, *Rubricatum, Rubricatum*, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 225-239.

- GONZÁLEZ G., SAGARZAZU A., VILLALBA R. (2000) - Study of the mechano-chemical transformation of goethite to hematite by TEM and XRD, *Materials Research Bulletin*, 35, p. 2295-2308.
- GREEN R.L., WATLING B.S., WATLING R.J. (2007) - Trace element fingerprinting of Australian ocher using Laser Ablation Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) for the provenance establishment and authentication of indigenous art, *Journal of Forensic Sciences*, 52, p. 851-860.
- GRIFONI CREMONESI R. (2001) - Le Néolithique ancien de Toscane et de l'Archipel toscan, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 98, p. 423-429.
- GROENEN M. (1992) - L'art pariétal. Langage de la préhistoire, *L'homme des Origines*, Jérôme Millon, Grenoble.
- GRÜNBERG J.M. (2002) - Middle Palaeolithic birch-bark pitch, *Antiquity*, 76, p. 15-16.
- GUENDON J.-L., PARRON C. (1985) - Les phénomènes karstiques dans les processus de la bauxitisation sur substrat carbonaté. Exemples de gisements du sud-est de la France, *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 108, p. 85-92.
- GUILAINE J. (1994) - *La mer partagée. La Méditerranée avant l'écriture. 7000-2000 av. J.-C.*, Hachette, Paris.
- GUILAINE J. (2007) - Du concept de céramique imprimée méditerranéenne à la genèse du Cardial, In J. Guilaine, C. Manen et J.-D. Vigne dir., *Pont de Roque-Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*, Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, p. 21-38.
- GUILAINE J. (2012) - Les réseaux néolithiques : quelques réflexions préalables, In M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC), Gavà, 2-4 février 2011, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 21-30.
- GUILAINE J., MANEN C., VIGNE J.-D. (2007) - *Pont de Roque-Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*, Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse.
- GUILLAUME J.-C. (1991) - *Une industrie rurale : le travail de l'ocre dans l'Auxerrois, 1763-1966*, Société des Sciences Historiques et Naturelles de l'Yonne, Auxerre.
- HAMEAU P. (1989) - *Les peintures postglaciaires en Provence. Inventaire. Étude chronologique, stylistique et iconographique*, Documents d'Archéologie Française, Maison des Sciences de l'Homme, 22, Paris, 124 p.
- HAMEAU P. (2005) - Des goûts et des couleurs. Chronologie relative et identité culturelle à travers l'analyse des peintures schématiques du Néolithique dans le sud de la France, *Zephyrus*, 58, p. 195-211.
- HAMEAU P. (2006) - Animal et expression schématique néolithique dans le sud de la France : entre réel et idéal, *Anthropozoologica*, 41, p. 103-124.
- HAMEAU P. (2007) - Espaces de réclusion et de rassemblement et expression graphique au Néolithique, *L'Anthropologie*, 111, p. 721-751.
- HAMEAU P. (2009) - Architecture naturelle et architecture symbolique au Néolithique. L'exemple des abris peints des gorges de la Nesque (Vaucluse, France), *Zephyrus*, 59, p. 215-232.
- HAMEAU P. (2009) - Site, support et signe : une cohérence de sens. L'expression graphique picturale au Néolithique, *L'Anthropologie*, 113, p. 861-881.

- HAMEAU P. (2011) - Le geste et la forme dans l'expression graphique du Néolithique, *L'Anthropologie*, 115, p. 522-548.
- HAMEAU P., CRUZ V., LAVAL E., MENU M., VIGNAUD C. (2001) - Analyse de la peinture de quelques sites postglaciaires du Sud-Est de la France, *L'Anthropologie*, 105, p. 611-626.
- HAMEAU P., MENU M., POMIÈS M.-P., WALTER P. (1995) - Les peintures schématiques postglaciaires du Sud-Est de la France : analyses pigmentaires, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 92, p. 353-362.
- HAMON C. (2003) - De l'utilisation des outils de mouture, broyage et polissage au Néolithique en Bassin parisien : apports de la tracéologie, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 100, p. 101-116.
- HAMON C. (2006) - *Broyage et abrasion au Néolithique ancien. Caractérisation technique et fonctionnelle des outillages en grès du Bassin parisien*, British Archaeological Reports (BAR) International Series, John & Erika Hedges Ltd, Oxford.
- HAMON C. (2007) - Outils de broyage et outils d'abrasion en contexte rubané de Hesbaye : premiers résultats d'une analyse techno-fonctionnelle, *Notae Praehistoricae*, 27, p. 99-109.
- HAMON C. (2008) - Functional analysis of stone grinding and polishing tools from the earliest Neolithic of north-western Europe, *Journal of Archaeological Science*, 35, p. 1502-1520.
- HANAOR D.A.H., SORRELL C.C. (2011) - Review of the anatase to rutile phase transformation, *Journal of Materials Science*, 46, p. 855-874.
- HATIPOGLU M., CAN N., KARALI T. (2010) - Effects of heating on fire opal and diaspore from Turkey, *Physica B*, 405, p. 1729-1736.
- HELMER D. (1984) - Le parcage des moutons et des chèvres au Néolithique ancien et moyen dans le Sud-Est de la France, In J. Clutton-Brock et C. Grigson dir., *Animals and archaeology - Early Herders and their Flocks*, International series, British Archaeological Reports (BAR) International Series, p. 39-45.
- HELMER D., GOURICHON L., SIDI MAAMAR H., VIGNE J.-D. (2005) - L'élevage des caprinés néolithiques dans le Sud-Est de la France : saisonnalité des abattages, relations entre grottes-bergeries et sites de plein air, *Anthropozoologica*, 40, p. 167-189.
- HELMER D., GOURICHON L., STORDEUR D. (2004) - À l'aube de la domestication animale : imaginaire et symbolisme animal dans les premières sociétés néolithiques du nord du Proche-Orient, *Anthropozoologica*, 39, p. 143-163.
- HELMER D., VIGNE J.-D. (2004) - La gestion des cheptels de caprinés au Néolithique dans le midi de la France, In P. Bodu et C. Constantin, dir., *Approches fonctionnelles en Préhistoire. Actes du XXV<sup>e</sup> Congrès Préhistorique de France, Nanterre, 24-26 novembre 2000*, Éditions de la Société Préhistorique Française, Nanterre, p. 397-407.
- HELWIG K., MONAHAN V., POULIN J., ANDREWS T.D. (2014) - Ancient Projectile Weapons from Ice Patches in Northwestern Canada : Identification of Resin and Compound Resin-Ochre Hafting Adhesives, *Journal of Archaeological Science*, 41, p. 655-665.
- HENSHILWOOD C., D'ERRICO F., VAN NIELERK K.L., COQUINOT Y., JACOBS Z., LAURITZEN S.-E., MENU M., GARCIA MORENO R. (2011) - A 100,000-Year-Old Ochre-Processing Workshop at Blombos Cave, South Africa, *Science*, 334, p. 219-222.

- HENSHILWOOD C., D'ERRICO F., WATTS I. (2009) - Engraved ochres from the Middle Stone Age levels at Blombos Cave, South Africa, *Journal of Human Evolution*, 57, p. 27-47.
- HENSHILWOOD C., DUBREUIL B. (2011) - The Still Bay and Howiesons Poort, 77–59 ka : Symbolic Material Culture and the Evolution of the Mind during the African Middle Stone Age, *Current Anthropology*, 52, p. 361-400.
- HERNANDEZ PÉREZ M.S., SEGURA MARTI J.M. (2002) - *La Sarga. Arte rupestre y territorio*, Ayuntamiento de Alcoy, Alcoy.
- HERNANZ A., GAVIRA-VALLEJO J.M., RUIZ-LOPEZ J.F. (2006) - Introduction to Raman microscopy of prehistoric rock paintings from the Sierra de las Cuerdas, Cuenca, Spain, *Journal of Raman Spectroscopy*, 37, p. 1054-1062.
- HERNANZ A., GAVIRA-VALLEJO J.M., RUIZ-LOPEZ J.F., EDWARDS H.G.M. (2008) - A comprehensive micro-Raman spectroscopic study of prehistoric rock paintings from the Sierra de las Cuerdas, Cuenca, Spain, *Journal of Raman Spectroscopy*, 39, p. 972-984.
- HIGGS E.S. (1972) - *Papers in economic Prehistory : studies by members and associates of the British Academy major research project in the early history of agriculture*, University Press, Cambridge, 219 p.
- HIGGS E.S., VITA-FINZI C. (1972) - Prehistoric Economies : a territorial approach, In E.S. Higgs dir., *Papers in economic Prehistory : studies by members and associates of the British Academy major research project in the early history of agriculture*, University Press, Cambridge, p. 27-36.
- HIGHAM T., JACOBI R., JULIEN M., DAVID F., BASELL L., WOOD R., DAVIES W., RAMSEY B. (2010) - Chronology of the Grotte du Renne (France) and implications for the context of ornaments and human remains within the Châtelperronian, *PNAS*, 107, p. 20234-20239.
- HODGSKISS T. (2010) - Identifying grinding, scoring and rubbing use-wear on experimental ochre pieces, *Journal of Archaeological Science*, 37, p. 334-358.
- HODGSKISS T. (2012) - An investigation into the properties of the ochre from Sibudu, KwaZulu-Natal, South Africa, *Southern African Humanities*, 24, p. 99-120.
- HODGSKISS T. (2013) - Ochre use in the Middle Stone Age at Sibudu, South Africa : grinding, rubbing, scoring and engraving, *Journal of African Archaeology*, 11.
- HOVERS E., ILANI S., BAR-YOSEF O., VANDERMEERSCH B. (2003) - An early case of color symbolism, *Current Anthropology*, 44, p. 491-522.
- HUBLIN J.-J., TALAMO S., JULIEN M., DAVID F., CONNET N., BODU P., VANDERMEERSCH B., RICHARDS M.P. (2012) - Radiocarbon dates from the Grotte du Renne and Saint-Césaire support a Neandertal origin for the Châtelperronian, *PNAS*, 109, p. 18743-18748.
- HUET T. (2012) - *Organisation spatiale et sériation des gravures piquetées du mont Bego*, thèse de doctorat, Université de Nice - Sophia Antipolis, 347 p.
- HUNT-ORTIZ M.A., CONSUEGRA-RODRÍGUEZ S., DIAZ DEL RÍO-ESPAÑOL P., HURTADO-PÉREZ V.M., MONTERO-RUIZ I. (2011) - Neolithic and Chalcolithic - VI to III millennia bc - use of cinnabar (HgS) in the Iberian Peninsula : analytical identification and lead isotope data for an early mineral exploitation of the Almadén (Ciudad Real, Spain) mining district, In J.E. Ortiz, O. Puche, I. Rábano et L.F. Mazadiego dir., *History of Research in mineral Resources*, Cuadernos del Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, p. 3-13.

- IBÁÑEZ J.J., GONZÁLEZ URQUIJO J. (2006) - Évolution technique et société dans le Néolithique du moyen Euphrate, *In* L. Astruc, F. Bon, V. Léa, P.-Y. Milcent et S. Philibert, dir., *Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques. XXVI<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, APDCA Éditions, Antibes, p. 361-376.
- IBÁÑEZ J.J., GONZÁLEZ URQUIJO J., BRAEMER F. (2014) - The human face and the origins of the Neolithic : the carved bone wand from Tell Qarassa North, Syria *Antiquity*, 339, p. 81-94.
- IBÁÑEZ J.J., GONZÁLEZ URQUIJO J., RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ A. (2007) - The evolution of technology during the PPN in the Middle Euphrates : A view from use-wear analysis of lithic tools, *In* L. Astruc, D. Binder et F. Briois, dir., *Systèmes techniques et communautés du Néolithique précéramique au Proche-Orient. Actes du 5<sup>e</sup> Colloque de Fréjus, 2004*, APDCA Éditions, Antibes, p. 153-165.
- INIZAN M.-L. (1976) - Outils lithiques capsien ocrés, *L'Anthropologie*, 80, p. 39-63.
- INIZAN M.-L., REDURON M., ROCHE H., TIXIER J. (1995) - *Technologie de la pierre taillée*, Meudon, 201 p.
- INIZAN M.-L., TIXIER J. (2000) - L'émergence des arts du feu : le traitement thermique des roches siliceuses, *Paléorient*, 26, p. 23-36.
- IRIARTE E., FOYO A., SANCHEZ M.A., TOMILLO C., SETIEN J. (2009) - The origin and geochemical characterization of red ochres from the Tito Bustillo and Monte Castillo caves (northern Spain), *Archaeometry*, 51, p. 231-251.
- JERCHER M., PRING A., JONES P.G., RAVEN M.D. (1998) - Rietveld X-Ray Diffraction and X-Ray fluorescence of australian aboriginal ochres, *Archaeometry*, 40, p. 383-401.
- JEUNESSE C. (1997) - *Pratiques funéraires au Néolithique ancien : sépultures et nécropoles des sociétés danubiennes (5500/4900 av. J.-C.)*, Éditions Errance, Paris, 167 p.
- JONES P. (1884) - Red Ochre Expeditions : An Ethnographic and Historical Analysis of Aboriginal Trade in the Lake Eyre Basin. Part I., *Journal of the Anthropological Society of South Australia*, 22, p. 3-10.
- KERR P.F. (1959) - *Optical Mineralogy*, Mc Graw-Hill, New York, 442 p.
- KIMBERLEY M.M. (1989) - Exhalative Origins of Iron Formations, *Ore Geology Reviews*, 5, p. 13-145.
- KLOPROGGE T., RUAN H., FROST R. (2002) - Thermal decomposition of bauxite minerals : infrared emission spectroscopy of gibbsite, boehmite and diasporé, *Journal of Materials Science*, 37, p. 1121-1129.
- KOLLER J., BAUMER U., MANIA D. (2001) - High-tech in the Middle Palaeolithic : Neandertal-manufactured pitch identified, *European Journal of Archaeology*, 4, p. 385-397.
- KORBEL P., NOVÁK M. (1999) - *The complete encyclopedia of Minerals*, Rebo, Praha.
- KUHN S.L., STINER M.C. (2006) - Les parures au Paléolithique. Enjeux cognitifs, démographiques et identitaires, *Diogenes*, 214, p. 47-58.
- LAHLIL S., LEBON M., BECK L., ROUSSELIÈRE H., VIGNAUD C., REICHE I., MENU M., PAILLET P., PLASSARD F. (2012) - The first in situ micro-Raman spectroscopic analysis of prehistoric cave art of Rouffignac St-Cernin, France, *Journal of Raman Spectroscopy*, 43, p. 1637-1643.



- LAJOINIE J.-P., LAVILLE P. (1979) - *Les formations bauxitiques de la Provence et du Languedoc : dimensions et distributions des gisements*, Mémoires du BRGM, BRGM Éditions, 100, Orléans.
- LAPERCHE V., BODÉANAN F., DICTOR M.-C., BARANGER P. (2003) - *Guide méthodologique de l'arsenic appliqué à la gestion des sites et sols pollués*, 94 p.
- LAROCCA F. (2005) - *La Miniera Pre-Protostorica di Grotta della Monaca (Sant'Agata di Esaro - Cosenza)*, Centro Regionale di Speleologia « Enzo dei Medici », Roseto Capo Spulico Stazione, 98 p.
- LAROCCA F. (2010a) - Grooved stone tools from Grotta della Monaca and its mining district (Calabria, Southern Italy), *First International Meeting on Prehispanic Mining in the Americas, Taltal - San Pedro de Atacama (29 novembre - 4 décembre 2010)*.
- LAROCCA F. (2010b) - The study of tool marks for the reconstruction of ancient mining activities. The case of Grotta della Monaca in Calabria (Southern Italy), *First International Meeting on Prehispanic Mining in the Americas, Taltal - San Pedro de Atacama (29 novembre - 4 décembre 2010)*.
- LAROCCA F. (2012) - Grotta della monaca (Calabria, Italia meridionale). Una miniera neolitica per l'estrazione dell'ocra, *In M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC), Gavà, 2-4 février 2011, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 249-256.*
- LAROCCA F., BREGLIA F. (2012) - Grooved Stone Tools as Indicators of Ancient Mining Activities. Evidence from Calabria Region (Italy), *In K. Oeggl, dir., 2<sup>nd</sup> Mining in European History-Conference, the Impact of Historic and Prehistoric Mining Activities on the Environment and Societies in Europe, Innsbruck, 7-10 novembre 2012.*
- LA FLESCHE F. (1921) - *The Osage tribe : Rite of the chiefs, sayings of the ancient men*, Annual Report of the Bureau of American Ethnology, Government Printing Office, Washington D.C., 412 p.
- LA FLESCHE F. (1925) - *The Osage tribe : The Rite of Vigil*, Annual Report of the Bureau of American Ethnology, Government Printing Office, Washington D.C., 605 p.
- LE BOURDONNEC F.-X., POUPEAU G., LUGLIÈ C. (2006) - SEM-EDS analysis of western Mediterranean obsidians: a new tool for Neolithic provenance studies, *Comptes Rendus Géoscience*, 338, p. 1150-1157.
- LÉA V. (2003) - Un atelier de fabrication de microperçoirs au Chasséen : le site de la Cabre (Var), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 100, p. 517-532.
- LÉA V. (2004a) - Centres de production et diffusion des silex bédouliens au Chasséen, *Gallia Préhistoire*, 46, p. 231-250.
- LÉA V. (2004b) - *Les industries lithiques du Chasséen en Languedoc oriental : caractérisation par l'analyse technologique*, British Archaeological Reports (BAR) International Series, John & Erika Hedges Ltd, 1232, Oxford, 215 p.
- LÉA V. (2005) - Raw, Pre-heated or ready to use: discovering specialist supply systems for flint industries in mid-Neolithic (Chasséen) communities in southern France, *Antiquity*, 79, p. 51-65.
- LÉA V. (2012) - The Diffusion of Obsidian in the Northwestern Mediterranean : Toward a New Model of the Chassey Culture ?, *Journal of Mediterranean Archaeology*, 25, p. 147-173.



- LÉA V., GASSIN B., BRIOIS F. (2004) - Fonctionnement des réseaux de diffusion des silex bédouliens du V<sup>e</sup> au IV<sup>e</sup> millénaire : questions ouvertes, *In* H. Dartevielle, dir., *Auvergne et Midi, Actualité de la recherche. Actes des cinquièmes rencontres méridionales de préhistoire récente*, Clermont-Ferrand, p. 405-420.
- LÉA V., ROQUE-ROSELL J., TORCHY L., BINDER D., SCIAU P., PELEGRIN J., REGERT M., COUSTURES M.-P., ROUCAU C. (2012) - Craft specialization and exchanges during the Southern Chassey culture : an integrated archaeological and material sciences approach, *In* M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., *Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC)*, Gavà, 2-4 février 2011, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 119-127.
- LEPÈRE C. (2009) - *Identités et transferts culturels dans le domaine circumalpin : l'exemple des productions céramiques du Chasséen provençal*, thèse de doctorat, Université Aix-Marseille I.
- LEPÈRE C. (2010) - *La Bréguée (Roquesteron-Grasse, 06), 15-30 août 2010*, rapport de sondage.
- LEPÈRE C. (2011) - *La Bréguée (Roquesteron-Grasse, 06)*, rapport d'opération annuelle probatoire.
- LEPÈRE C. (2012) - Chronologie des productions céramiques et dynamiques culturelles du Chasséen de Provence, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 109, p. 513-544.
- LEPÈRE C. (2014) - Experimental and traceological approach for a technical interpretation of ceramic polished surfaces, *Journal of Archaeological Science*, 46, p. 144-155.
- LEROI-GOURHAN A. (1943) - *L'homme et la matière*, Albin Michel, Paris.
- LEROI-GOURHAN A. (1961) - Les fouilles d'Arcy-sur-Cure (Yonne), *Gallia Préhistoire*, 4, p. 3-16.
- LEROI-GOURHAN A. (1964) - *Les religions de la Préhistoire*, Presses Universitaires de France, Paris, 153 p.
- LEROI-GOURHAN A., BRÉZILLON M.N. (1972) - *Fouilles de Pincevent. Essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la Section 36), VII<sup>e</sup> Supplément à Gallia Préhistoire*, CNRS Éditions, 2, Paris.
- LEROI-GOURHAN A., LEROI-GOURHAN A. (1964) - Chronologie des grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne), *Gallia Préhistoire*, 7, p. 1-64.
- LEROYER C., BROCHIER J.-É., THIÉBAULT S. (2008) - L'environnement végétal. Néolithisation et transformation du paysage végétal : rythmes et modalités, *In* J. Tarrête et C.-T. Le Roux dir., *Archéologie de la France. Le Néolithique*, Éditions Picard et Ministère de la culture et de la Communication, Paris, p. 53-75.
- LÉVI-STRAUSS C. (1962) - *La pensée sauvage*, Agora, Pocket, Paris, 349 p.
- LOMBARD M., WADLEY L. (2007) - The morphological identification of micro-residues on stone tools using light microscopy : progress and difficulties based on blind tests, *Journal of Archaeological Science*, 34, p. 155-165.
- LORBLANCHET M. (1995) - *Les grottes ornées de la Préhistoire. Nouveaux regards*, Errance, Paris.
- LUGLIÈ C. (2009) - L'obsidienne néolithique en Méditerranée occidentale, *In* M.-H. Moncel et F. Fröhlich dir., *L'Homme et le précieux*, British Archaeological Reports (BAR) International Series, Oxford, p. 213-224.

- LUZI C., COURTIN J. (2001) - La céramique des niveaux préchasséens de la Baume Fontbrégoua (Salernes, Var), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 98, p. 471-483.
- MACDONALD B.L., HANCOCK R.G.V., CANNON A., MCNEILL F., REIMER R., PIDRUCZNY A. (2012) - Elemental Analysis of Ochre Outcrops in Southern British Columbia, Canada, *Archaeometry*, 55, p. 1020-1033.
- MACDONALD B.L., HANCOCK R.G.V., CANNON A., PIDRUCZNY A. (2011) - Geochemical characterization of ochre from central coastal British Columbia, Canada, *Journal of Archaeological Science*, 38, p. 3620-3630.
- MAGGI R., CAMPANA N. (2008) - Archeologia delle risorse ambientali in Liguria : estrazione e sussistenza fra IV e III millennio BC, In D. Binder, X. Delestre et P. Pergola, dir., *Archéologies transfrontalières. Alpes du Sud, Côte d'Azur, Piémont et Ligurie. Bilan et perspectives de recherche*, Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, Actes du colloque de Nice, 13-15 décembre 2007, p. 65-74.
- MAGGI R., PEARCE M. (2005) - Mid fourth Millennium Copper mining in Liguria. North-West Italy: the earliest known copper mines in Western Europe, *Antiquity*, 79, p. 66-78.
- MAIGROT Y. (1997) - Tracéologie des outils tranchants en os des V<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> millénaires av. J.-C. en Bassin parisien, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 94, p. 198-216.
- MANEN C., CONVERTINI F., BINDER D., SÉNÉPART I. (2010) - *Premières sociétés paysannes de Méditerranée occidentale : structure des productions céramiques. Séance de la Société Préhistorique Française. Toulouse, 11-12 mai 2007*, Mémoire de la Société Préhistorique française, Société Préhistorique Française, 51, Paris, 281 p.
- MANEN C., MARCHAND G., CARVALHO A.F. (2007) - Le Néolithique ancien de la péninsule Ibérique : vers une nouvelle évaluation du mirage africain ?, In J. Evin, dir., *Congrès du centenaire : Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire, XXVI<sup>e</sup> congrès préhistorique de France*, Avignon, 21-25 septembre 2004, p. 133-151.
- MANIATIS Y., TSIRTSONIS Z. (2002) - Characterization of a black residue in a decorated Neolithic pot from Dikili Tash, Greece : an unexpected result, *Archaeometry*, 44, p. 229-239.
- MANNING B.A., FENDORF S.E., GOLDBERG S. (1998) - Surface structures and stability of arsenic (III) on Goethite : Spectroscopic evidence for inner-sphere complexes, *Environmental Science and Technology*, 32, p. 2383-2388.
- MANSUR-FRANCHOMME M.E. (1986) - *Microscopie du matériel lithique préhistorique. Traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques. Exemples de Patagonie*, Cahiers du Quaternaire, CNRS Éditions, 9, Paris, 135 p.
- MARI G. (2002) - *Les Anciennes mines de cuivre du Dôme de Barrot (Alpes-Maritimes)*, Serre Éditeur, Nice, 111 p.
- MARI G. (2008) - *Mines et minéraux de la Provence cristalline*, Serre Éditeur, Nice, 258 p.
- MARTÍ OLIVER B., JUAN-CABANILLAS J. (2002) - La decoració de le ceràmiques neolítiques i la seua relació amb les pintures rupestres dels abrics de la Sarga, In M.S. Hernandez Pérez et J.M. Segura Marti dir., *La Sarga. Arte rupestre y territorio*, Ayuntamiento de Alcoy, Alcoy, p. 147-170.

- MAS M., JORGE A., GAVILÁN B., SOLÍS M., PARRA E., PÉREZ P.-P. (2013) - Minateda rock shelters (Albacete) and post-palaeolithic art of the Mediterranean Basin in Spain : pigments, surfaces and patinas, *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 4635-4647.
- MASSON A. (1986) - Les ocres et la pétroarchéologie : l'aspect taphonomique, *Revue d'archéométrie*, 10, p. 87-93.
- MAUSS M. (1947) - *Manuel d'ethnographie*, Éditions Payot, Paris.
- MAZZIERI P., DAL SANTO N. (2007) - Il sito del Neolitico recente di Botteghino (Parma), *Rivista di scienze preistoriche*, 57, p. 113-138.
- MCBREARTY S., BROOKS A.S. (2000) - The revolution that wasn't : a new interpretation of the origin of modern human behavior, *Journal of Human Evolution*, 39, p. 453-563.
- MENNESSIER G., BORDET P. (1969) - Collobrières 1046, *Carte géologique de la France au 1/50 000*, BRGM Éditions.
- MENU M. (2009) - L'analyse de l'art préhistorique, *L'Anthropologie*, 113, p. 547-558.
- MENU M., WALTER P. (1992) - Prehistoric cave painting PIXE analysis for the identification of paint « pots », *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 64, p. 547-552.
- MENU M., WALTER P. (1995) - Analyse des peintures préhistoriques, *Technè*, 2, p. 88-92.
- MENU M., WALTER P. (1996) - Les rythmes de l'art préhistorique, *Technè*, 3, p. 11-23.
- MENU M., WALTER P., VIGEARS D., CLOTTES J. (1993) - Façons de peindre au Magdalénien, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 90, p. 426-432.
- MIOČ U.B., PH. COLOMBAN P., SAGON G., STOJANOVIĆ M., ROSIĆ A. (2004) - Ochre decor and cinnabar residues in Neolithic pottery from Vinča, Serbia, *Journal of Raman Spectroscopy*, 35, p. 843-846.
- MOISSAN H. (1902) - Sur les matières colorantes des figures de la grotte de Font-de-Gaume - Chimie analytique, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 134, p. 15-36.
- MOISSAN H. (1903) - Sur les matières colorantes des figures de la grotte de la Vache - Chimie analytique, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 136, p. 1-44.
- MÖNCH B., WERNER G., TOMANDL G. (1998) - Synthese von korund über diaspor, *Keramische Zeitschrift*, 50, p. 634-640.
- MONDILLO N., BALASSONE G., BONI M., ROLLINSON G. (2011) - Karst bauxites in the Campania Apennines (southern Italy) : a new approach, *Periodico di Mineralogia*, 80, p. 407-432.
- MONGELLI G., ACQUAFREDDA P. (1999) - Ferruginous concretions in a Late Cretaceous karst bauxite : composition and conditions of formation, *Chemical Geology*, 158, p. 315-320.
- MOONEY S.D., GEISS C., SMITH M.A. (2002) - The Use of Mineral Magnetic Parameters to Characterize Archaeological Ochres, *Journal of Archaeological Science*, 30, p. 511-523.
- NEFF D., RÉGUER S., BELLOT-GURLET L., DILLMANN P., BERTHOLON R. (2004) - Structural characterization of corrosion products on archaeological iron : an integrated analytical approach to establish corrosion forms, *Journal of Raman Spectroscopy*, 35, p. 739-745.

- NEL P., LYNCH P.A., LAIRD J.S., CASEY H.M., GOODALL L.J., RYAN C.G., SLOGGETT R.J. (2010) - Elemental and mineralogical study of earth-based pigments using particle induced X-ray emission and X-ray diffraction, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 619, p. 306-310.
- 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, p. 18-33.
- NUEVO M.J., MARTÍN SÁNCHEZ A., OLIVEIRA C., DE OLIVEIRA J. (2011) - In situ energy dispersive X-ray fluorescence analysis of rock art pigments from the « Abrigo dos Gaivões » and « Igreja dos Mouros » caves (Portugal), *X-Ray Spectrometry*, 41, p. 1-5.
- ODETTI G. (2001) - L'horizon à céramique gravée en Ligurie : état de la question, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 98, p. 459-469.
- ODIN G.S., MATTER A. (1981) - De glauconarium origine, *Sedimentology*, 28, p. 611-641.
- OGGIANO G., MAMELI P. (2001) - The bauxite of North-Western Sardinia, *Rendiconti Seminario Facoltà Scienze Università Cagliari*, 71, p. 59-73.
- ONORATINI G. (1985) - Diversité minérale et origine des matériaux colorants utilisés dès le Paléolithique supérieur en Provence, *Bulletin du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille*, 45.
- PAPPALARDO L. (1999) - A portable PIXE system for the in situ characterisation of black and red pigments in Neolithic, Copper Age and Bronze Age pottery, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 150, p. 576-580.
- PASTOUREAU M. (1999) - *Dictionnaire des couleurs de notre temps. Symbolique et société*, Christine Bonneton, Paris, 255 p.
- PASTOUREAU M., SIMONNET D. (2005) - *Le petit livre des couleurs*, Éditions du Panama, Paris, 95 p.
- PEABODY C. (1927) - Red paint, *Journal de la Société des Américanistes*, 19, p. 207-244.
- PEILE A. (1999) - *Body and Soul*, Australian Aboriginal Studies, Camberra.
- PEPE C., MENU M., WALTER P. (1991) - Le liant des peintures paléolithiques ariégeoises, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 312, p. 929-934.
- PEREGO F. (2005) - *Dictionnaire des matériaux du peintre*, Belin, Paris, 896 p.
- PERLÈS C. (2001) - *The Early Neolithic in Greece. The first farming communities in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge, 356 p.
- PERLÈS C. (2007) - Échange et technologies : l'exemple du Néolithique, *Bulletin de la Société préhistorique française*, Congrès du centenaire : Un siècle de consruction du discours sientifique en Préhistoire, p. 53-62.
- PERLÈS C. (2012a) - Le statut des échanges au Néolithique, In M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., *Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític , Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC)*, Gavà, 2-4 février 2011, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 539-546.

- PERLÈS C. (2012b) - Quand « diffusion » ne veut pas dire « interaction », *In* M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., *Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC)*, Gavà, 2-4 février 2011, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 585-589.
- PERRAUDEAU M. (2004) - Lumière et couleur, *Techniques de l'ingénieur*, C3340.
- PERRIN T., BELLOT-GURLET L., BONNARDIN S., BOUBY L., BRESSY-LEANDRI C., CHEVILLOT P., CONVERTINI F., FIGUEIRAL I., FOREST V., MANEN C., MARTIN S., SÉJALON P., THIRAULT É., WATTEZ J. (2011) - Le Mas de Vignoles X (Nîmes, Gard) : un habitat de plein air au Néolithique ancien, *In* I. Sénépart, T. Perrin, E. Thirault et S. Bonnardin, dir., *Marges, frontières et transgressions. Actualités de la recherche*, Édition Archives d'Écologie Préhistorique, Actes des 8<sup>e</sup> Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente. Marseille (13) - 7 et 8 novembre 2008, p. 233-250.
- PESSINA A. (1988) - Aspetti culturali e problematiche del Primo Neolitico dell'Italia settentrionale, *Settemila anni fa, il primo pane*, p. 95-105.
- PESSINA A., TINÉ V. (2008) - *Archeologia del Neolitico. l'Italia tra VI e IV millennio a.C.*, Carocci editore, Rome, 375 p.
- PETRASCHECK W.E. (1989) - The genesis of allochthonous karst-type bauxite deposits of Southern Europe, *Mineralium Deposita*, 24, p. 77-81.
- PÉTREQUIN P., CASSEN S., CROUTSCH C., ERRERA M. (2002) - La valorisation sociale des longues haches dans l'Europe néolithique, *In* J. Guilaine dir., *Matériaux, productions, circulations du Néolithique à l'âge du Bronze*, Séminaire du collège de France, Éditions Errance, Paris, p. 67-98.
- PETRU S. (2012) - The power of colour, *In* J. Clottes, dir., *L'art pléistocène dans le monde*, Préhistoire, Art et Sociétés, Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées, Actes du Congrès IFRAO, Tarascon-sur-Ariège, septembre 2010, Symposium « Signes, symboles, mythes et idéologie... », p. 1713-1723.
- PHILIBERT S. (1993) - Quelle interprétation fonctionnelle pour les grattoirs ocrés de la Balma Margineda (Andorre) ?, *In* P.C. Anderson, S. Beyries, M. Otte et H. Plisson, dir., *Traces et fonctions : les gestes retrouvés. Actes du colloque international de Liège, 8-9-10 décembre 1990*, Université de Liège, p. 131-138.
- PHILIBERT S. (1994) - L'ocre et le traitement des peaux : révision d'une conception traditionnelle par l'analyse fonctionnelle des grattoirs ocrés de la Balma Margineda (Andorre). *L'Anthropologie*, 98, p. 447-453.
- PHILIBERT S. (1995) - Analyse fonctionnelle des outillages de pierre, *Gallia Préhistoire*, 37, p. 287-316.
- PHILIBERT S. (2000) - *Les derniers chasseurs-cueilleurs du sud de la France. Approche des systèmes techno-économiques par l'analyse fonctionnelle d'industries de pierre taillée épipaléolithiques et mésolithiques*, thèse de doctorat, École des Hautes Études en Sciences Sociales, 505 p.
- PHILIP J. (2012) - *L'exploration géologique de la Provence : deux siècles et demi de débats et de controverses*, Presses des Mines, Paris, 366 p.
- PLISSON H. (1985) - *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures : recherche méthodologique et archéologique*, thèse de doctorat, Université de Paris I, 403 p.
- POIDEVIN J.-L. (1998) - Les gisements d'obsidienne de Turquie et de Transcaucasie., *In* M.-C. Cauvin, A. Gourgaud, B. Gratuze, J.-L. Poidevin et G. Poupeau dir., *Synthèse sur l'obsidienne au Proche-Orient*



- : *du volcan à l'outil (géologie, géochimie, datation, archéologie)*, British Archaeological Reports (BAR) International Series, Oxford, p. 213-224.
- POMEROL C., LAGABRIELLE Y., RENARD M. (2005) - *Éléments de géologie*, UniverSciences, Dunod, Paris.
- POMIÈS M.-P. (1997) - *Pigments rouges préhistoriques : goethite chauffée ou hématite nanocristalline naturelle ?*, thèse de doctorat, Université de Paris VI, 248 p.
- POMIÈS M.-P., MENU M., VIGNAUD C. (1999) - Red palaeolithic pigments : natural hematite or heated goethite ?, *Archaeometry*, 41, p. 275-285.
- POMIÈS M.-P., VIGNAUD C. (2005) - Analyse de pigments provenant du site du Bois-Ragot : diffraction Rx et observations en MET, In A. Chollet et V. Dujardin dir., *La grotte du Bois-Ragot à Goux (Vienne). Magdalénien et Azilien. Essais sur les hommes et leur environnement*, Société Préhistorique française, Ministère de la culture et Conseil régional du Poitou-Charentes, Paris, p. 275-278.
- PEPELKA-FILCOFF R.S., MIKSA E.J., ROBERTSON J.D., GLASCOCK M.D., WALLACE H. (2008) - Elemental analysis and characterization of ochre sources from Southern Arizona, *Journal of Archaeological Science*, 35, p. 752-762.
- PEPELKA-FILCOFF R.S., ROBERTSON J.D., GLASCOCK M.D., DESCANTES C. (2007) - Trace element characterization of ochre from geological sources, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 272, p. 17-27.
- POULON-QUINTIN A. (2002) - *Comportement mécanique et microstructure de filaments céramiques alumine-zircone pour applications à haute température*, thèse de doctorat, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 303 p.
- POUPEAU G., LE BOURDONNEC F.-X., DUBERNET S., SCORZELLI R.B., DUTTINE M., CARTER T. (2007) - Tendances actuelles dans la caractérisation des obsidiennes pour les études de provenance, *Archéosciences*, 31, p. 79-86.
- PRADEAU J.-V. (2010) - *Étude des chaînes opératoires de transformation des matériaux colorants sur le site aurignacien de Régismont-le-Haut*, thèse de Maîtrise, Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 108 p.
- PRADEAU J.-V. (2011) - Les ressources en matières colorantes du Var, rapport de prospection, In D. Binder dir., *Projet collectif de recherche ETICALP « Évolutions, transferts, inter-culturalités dans l'arc liguro-provençal : matières premières, productions, usages, du Paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien »*, bilan scientifique régional 2011, Service régional de l'archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur, p. 100-111.
- PRADEAU J.-V. (2012) - Bilan de l'étude des sources de matières premières de matériaux colorants dans l'Arc liguro-provençal, In D. Binder dir., *Projet collectif de recherche ETICALP « Évolutions, transferts, inter-culturalités dans l'arc liguro-provençal : matières premières, productions, usages, du Paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien »*, bilan scientifique régional 2012, Service régional de l'archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur, p. 115-117.
- PRADEAU J.-V. (2013) - Prospections pétro-archéologiques des sources de matières premières de matières colorantes dans l'arc liguro-provençal, In D. Binder dir., *Projet collectif de recherche ETICALP « Évolutions, transferts, inter-culturalités dans l'arc liguro-provençal : matières premières, productions, usages, du Paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien »*, bilan scientifique régional 2013, Service régional de l'archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur.



- PRADEAU J.-V. (2014) - Matières colorantes en Provence orientale – bilan sur les ressources exploitables et sur les systèmes d'acquisition au cours de la Préhistoire récente, *In* D. Binder dir., *Projet collectif de recherche ETICALP « Évolutions, transferts, inter-culturalités dans l'arc liguro-provençal : matières premières, productions, usages, du Paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien », bilan scientifique régional 2014*, Service régional de l'archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur, p. 100-108.
- PRADEAU J.-V., BINDER D., VÉRATI C., LARDEAUX J.-M., DUBERNET S., LEFRAIS Y., BELLOT-GURLET L., PICCARDO P., REGERT M. (sous presse) - Stratégies d'acquisition des matières colorantes dans l'Arc liguro-provençal au cours des VI<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> millénaires cal. BCE, *In* C. Billard, D. Bosquet, R. Dreesen, É. Goemaere, C. Hamon, I. Jadin, H. Salomon et X. Savary, dir., *Autour de l'hématite. Circulation et transformation au cours de la préhistoire. Méthodes d'analyse. Actes de la table ronde 7-8 février 2013, Jambes-Namur*, ERAUL.
- PRADEAU J.-V., SALOMON H., BON F., MENSAN R., LEJAY M., REGERT M. (2014) - Les matières colorantes sur le site de plein air aurignacien de Régismont-le-Haut (Poilhes, Hérault). Acquisition, transformations et utilisations, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 111, p. 631-658.
- PRIEUR A. (2007) - La malacofaune, *In* J. Guilaine, C. Manen et J.-D. Vigne dir., *Pont de Roque-Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*, Archives d'Écologie Préhistorique, Toulouse, p. 177-180.
- PROCOPIOU H., BOLETI A., VARGIOLU R., ZAHOUANI H. (2011) - The role of tactile perception during stone-polishing in Aegean prehistory (5<sup>th</sup> – 4<sup>th</sup> millennium B.C.), *Wear*, 271, p. 2525-2530.
- PROUSA., ISNARDIS A., PESSOA LIMA Â., ALONSO M., PILO H., MIGLIACIO M.C. (2009) - Matières premières « alternatives » dans le Brésil central : quartz, quartzite, agate, hématite, *In* F. Sternke, L. Eigeland et L.-J. Costa, dir., *Non-flint raw material use in Prehistory*, BAR International Series, Actes du XV<sup>e</sup> Congrès mondial, Lisbonne, 4-9 septembre 2006, p. 133-144.
- QUARTA G., LAROCCA F., D'ELIA M., MACCHIA M., GABALLO V., PALESTRA G., CALCAGNILE L. (2012) - Radiocarbon dating the exploitation phases of the « Grotta della Monaca » cave in Calabria, Southern Italy: a prehistoric mine for the extraction of iron and copper, *21<sup>st</sup> International Radiocarbon Conference (Paris, July 9-13, 2012)*, Innsbruck, 7-10 novembre 2012, p. 249-256.
- RADI G. (2001) - Les séquences de la céramique imprimée en Italie, *Mémoire de la Société Préhistorique française*, 51, p. 133-147.
- RADIVOJEVIĆ M., KUZMANOVIĆ-CVETKOVIĆ J. (2014) - Copper minerals and archaeometallurgical materials from the Vinča culture sites of Belovode and Pločnik : overview of the evidence and new data, *Starinar*, 64, p. 7-30.
- REBOLLO N.-R., COHEN-OFRI I., POPOVITZ-BIRO R., BAR-YOSEF O., MEIGNEN L., GOLDBERG P., WEINER S., BOARETTO E. (2008) - Structural characterization of charcoal exposed to high and low pH : implications for <sup>14</sup>C sample preparation and charcoal preservation, *Radiocarbon*, 50, p. 289-307.
- REGERT M. (1993) - *Techniques de transformation des matériaux ferrugineux en contexte paléolithique : l'exemple du site magdalénien de Monruz (Neuchâtel, Suisse) et du site solutréen de Combe Saunière (Dordogne, France)*, thèse de DEA, Université de Nanterre-Paris X.
- RENAUDIN G. (1998) - *Étude d'un hydroxyde simple d'aluminium : la bayérite*, thèse de doctorat, Université Henri Poincaré - Nancy I, 266 p.

- RENAULT S., LÉA V., ROSTAN P., THIRAULT É. (2005) - Matières premières lithiques et exploitations minières, *In* X. Delestre dir., *15 ans d'archéologie en Provence-Alpes-Côte d'Azur*, Edisud, Aix-en-Provence, p. 47-53.
- RENFREW C., CANN J.R., DIXON J.E. (1965) - Obsidian in the Aegean, *The Annual of the British School at Athens*, 60, p. 225-247.
- RENFREW C., DIXON J.E., CANN J.R. (1965) - Obsidian and Early Cultural Contact in the Near East, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 32, p. 30-72.
- RICQ-DE-BOUARD M. (1996) - *Pétrographie et sociétés néolithiques en France méditerranéenne. L'outillage en pierre polie*, Monographie du CRA, CNRS Éditions, 16, Paris, 272 p.
- RICQ-DE-BOUARD M. (2008) - L'outillage de pierre : les roches dures, *In* J. Tarrête et C.-T. Le Roux dir., *Archéologie de la France. Le Néolithique*, Éditions Picard et Ministère de la culture et de la Communication, Paris, p. 180-186.
- RIFKIN R.F. (2011) - Assessing the efficacy of red ochre as a prehistoric hide tanning ingredient, *Journal of African Archaeology*, 9, p. 131-158.
- RIFKIN R.F. (2012) - Processing ochre in the Middle Stone Age : Testing the inference of prehistoric behaviours from actualistically derived experimental data, *Journal of Anthropological Archaeology*, 31, p. 174-195.
- RIFKIN R.F., D'ERRICO F., DAYET L., SUMMERS B. (2015) - Assessing the photoprotective effects of red ochre on human skin by in vitro laboratory experiments, *South African Journal of Science*, 111, p. 1-8.
- ROEBROEKS W., SIER M.J., KELLBERG NIELSEN T., DE LOECKER D., PARÉS J.M., ARPS C.E.S., MÜCHER H.J. (2012) - Use of red ochre by early Neandertals, *PNAS*, 109, p. 1889-1894.
- ROGERIO-CANDELERIA M.Á., HERRERA L.K., MILLER A.Z., GARCÍA SANJUÁN L., MORA MOLINA C., WHEATLEY D.W., JUSTO Á., SAIZ-JIMENEZ C. (2013) - Allochthonous red pigments used in burial practices at the Copper Age site of Valencina de la Concepción (Sevilla, Spain) : characterisation and social dimension, *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 279-290.
- ROLDÁN C., MURCIA-MASCARÓS S., FERRERO J., VILLAVERDE V., LÓPEZ E., DOMINGO I., MARTÍNEZ R., GUILLEM P.M. (2010) - Application of field portable EDXRF spectrometry to analysis of pigments of Levantine rock art, *X-Ray Spectrometry*, 39, p. 243-250.
- ROLLEFSON G.O. (1983) - Ritual and Ceremony at Neolithic Aïn Ghazal (Jordan), *Paléorient*, 9, p. 29-38.
- ROLLEFSON G.O. (2002) - Ritual and social structure at Neolithic Aïn Ghazal, *In* I. Kuijt dir., *Life in Neolithic Farming Communities*, Springer US, New York, p. 165-190.
- ROSSO D.E., D'ERRICO F., ZILHÁO J. (2013) - Stratigraphic and spatial distribution of ochre and ochre processing tools at Porc-Epic Cave, Dire Dawa, Ethiopia, *Quaternary International*, p. 1-15.
- ROUSSET C. (1967) - Sur la nature et la genèse des minerais de fer du Haut-Var ; leurs relations avec la paléogéographie locale. Rapports et différences avec les formations bauxitiques et les « terra-rossa », *Bulletin de la Société géologique de France*, 7, p. 640-651.
- ROWE M.H. (2002) - Trichromatic Color Vision in Primates, *Physiology*, 17, p. 93-98.

- ROWLEY-CONWY P., GOURICHON L., HELMER D., VIGNE J.-D. (2013) - Early Domestic Animals in Italy, Istria, the Tyrrhenian Islands and Southern France, *In* S. Colledge, J. Conolly, K. Dobney, K. Manning et S. Shennan dir., *The Origins and Spread of Domestic Animals in Southwest Asia and Europe*, Left Coast Press, Walnut Creek (CA), p. 161-194.
- SALAZAR D., JACKSON D., GUENDON J.L., SALINAS H., MORATA D., FIGUEROA V., MANRIQUEZ G., CASTRO V. (2011) - Early evidence (ca. 12,000 BP) for iron oxide mining on the Pacific Coast of South America, *Current Anthropology*, 52, p. 463-475.
- SALAZAR D., SALINAS H., GUENDON J.L., JACKSON D., FIGUEROA V. (2013) - Hunter-gatherer-fisher mining during the Archaic Period in coastal northern Chile, *In* N. Tripcevich et K.J. Vaughn dir., *Mining and quarrying in the Ancient Andes. Sociopolitical, economic, and symbolic dimensions* Springer New York, New York, p. 137-156.
- SALOMON H. (2003) - *Gestion des matières colorantes durant le Paléolithique : Expérimentation et étude des oxydes de manganèse de Combe Saunière (Dordogne)*, thèse de Maîtrise, Université de Paris I - Panthéon Sorbonne.
- SALOMON H. (2004) - *Caractérisation et transformations techniques des matières colorantes dans le Solutréen de l'Ouest de la France*, thèse de DEA, Universités de Paris I - Paris VI - Paris X.
- SALOMON H. (2009) - *Les matières colorantes au début du Paléolithique supérieur : sources, transformations et fonctions*, thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 418 p.
- SALOMON H., COQUINOT Y., BECK L., VIGNAUD C., LEBON M., ODIN G.S., MATHIS F., JULIEN M. (2014) - Stratégies spécialisées d'acquisition de pigments rouges durant le Châtelperronien de la grotte du Renne à Arcy-sur-Cure (Yonne, France), *In* P. Paillet, dir., *Actes du colloque Micro-Analyses et Datations de l'Art Préhistorique dans son Contexte Archéologique (MADAPCA)*, Paléo, Paris, 16-18 novembre 2011, p. 125-133.
- SALOMON H., PRADEAU J.-V., REGERT M., GILBERT B., STRIVAY D. (2010) - *Le traitement des carcasses avec des oxydes de fer par les chasseurs aurignaciens de Régismont-le-Haut (Hérault, France)*, 4 p.
- SALOMON H., VIGNAUD C., COQUINOT Y., BECK L., STRINGER C., STRIVAY D., D'ERRICO F. (2012) - Selection and heating of colouring materials in the mousterian level of Es-SkhuI (c. 100 000 years BP, Mount Carmel, Israel), *Archaeometry*.
- SALOMON H., VIGNAUD C., COQUINOT Y., PAGÈS-CAMAGNA S., POMIÈS M.-P., GENESTE J.-M., MENU M., JULIEN M., DAVID F. (2008) - Les matières colorantes au début du Paléolithique supérieur. Caractérisation chimique et structurale, transformation et valeur symbolique *Technè*, Hors série.
- SALOMON H., VIGNAUD C., LAHLIL S., MENGUY N. (2015) - Solutrean and Magdalenian ferruginous rocks heat-treatment : accidental and/or deliberate action?, *Journal of Archaeological Science*, 55, p. 100-112.
- SALQUE M., BOGUCKI P.I., PYZEL J., SOBKOWIAK-TABAKA I., GRYGIEL R., SZMYT M., EVERSLED R.P. (2013) - Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in Northern Europe, *Nature*, 493, p. 522-525.
- SAN JUAN-FOUCHER C. (2005) - Étude typofonctionnelle et spatiale des matières colorantes du Bois-Ragot. Niveaux magdaléniens et aziliens, *In* A. Chollet et V. Dujardin dir., *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne). Magdalénien et Azilien. Essais sur les hommes et leur environnement*, Société Préhistorique française, Ministère de la culture et Conseil régional du Poitou-Charentes, Paris, p. 262-274.

- SARGIANO J.-P., VAN WILLIGEN S., D'ANNA A., RENAULT S., HUNGER K., WOERLE-SOARES M., GADAY R. (2010) - Les Bagnoles à l'Isle-sur-la-Sorgue (Vaucluse). Aspects nouveaux dans le Néolithique moyen du midi de la France, *Gallia Préhistoire*, 52, p. 193-239.
- SERRADIMIGNI M., COLOMBO M., LORENZI F., PALMI D. (2014) - L'utilisation de la photographie numérique à haute résolution pour l'identification des traces de peinture sur des tessons céramiques du Néolithique ancien du site de A Guaita (Cap Corse, Corse), In I. Sénépart, F. Léandri, J. Cauliez, T. Perrin et E. Thirault, dir., *Chronologie de la Préhistoire récente dans le Sud de la France*, Archives d'Écologie Préhistorique, Actes des 10<sup>e</sup> Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente. Porticcio (20) - 18 et 20 octobre 2012, p. 397-402.
- SCHOUMACKER A. (2004) - Les outillages – Meules, broyeurs et polissoirs, In D. Binder dir., *Un chantier archéologique à la loupe. Giribaldi*, Nice Musées, Nice, p. 29-30.
- SCHWERTMANN U., CORNELL R.M. (2000) - *Iron oxides in laboratory*, John Wiley & Sons, Weinheim, 204 p.
- SCHWERTMANN U., FITZPATRICK R.-W. (1992) - Iron Minerals in Surface Environments, *Catena Supplement*, 21, p. 7-30.
- SEMENOV S.A. (1964) - *Prehistoric Technology. An experimental study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear*, Adams & Dart, Bath.
- SÉNÉPART I. (1991) - *Les industries en matière dure animale de l'Épipaléolithique au Néolithique dans le Sud-Est de la France*, thèse de doctorat, Université de Paris X-Nanterre, 358 p.
- SÉNÉPART I. (2009) - L'habitat néolithique ancien cardial du Baratin à Courthézon (Vaucluse), In A. Beeching et I. Sénépart, dir., *De la maison au village. L'habitat néolithique dans le Sud de la France et le Nord-Ouest méditerranéen*, Société Préhistorique Française, Actes de la table ronde de Marseille, 23-24 mai 2003, p. 61-72.
- SERVELLE C., VAQUER J. (2000) - Les haches polies en cinérite du Rouergue, des producteurs aux consommateurs, In M. Leduc, N. Valdeyron et J. Vaquer, dir., *Sociétés et espaces*, Éditions Archives d'Écologie Préhistorique, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, Toulouse, 1998, p. 81-100.
- SHAHAM D., GROSMAN L., GOREN-INBAR N. (2010) - The red-stained flint crescent from Gesher : new insights into PPNA hafting technology, *Journal of Archaeological Science*, 37, p. 2010-2016.
- SIGAUT F. (1991) - Un couteau ne sert pas à couper, mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets, In CRA, dir., *25 ans d'études technologiques en Préhistoire. XI<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, APDCA Éditions, Juan-les-Pins, p. 21-34.
- SKEATES R. (2007) - Neolithic stamps : cultural patterns, processes and potencies, *Cambridge Archaeological Journal*, 17, p. 183-198.
- SMITH M.A., PELL S. (1997) - Oxygen-isotope ratios in quartz as indicators of the provenance of archaeological ochres, *Journal of Archaeological Science*, 24, p. 773-778.
- SORESSI M., D'ERRICO F. (2007) - Pigments, gravures, parures : les comportements symboliques controversés des Néanderthaliens, In B. Vandermeersch dir., *Les Néanderthaliens. Biologie et cultures*, Documents préhistoriques, éditions du CTHS, Paris, p. 297-309.
- SPADES S., RUSS J. (2005) - GC-MS analysis of lipids in prehistoric rock paints and associated oxalate coatings from the Lower Pecos region, Texas, *Archaeometry*, 47, p. 115-126.

- STAFFORD M.D., FRISON G.C., STANFORD D., ZEIMANS G. (2003) - Digging for the Color of Life: Paleoindian Red Ochre Mining at the Powars II Site, Platte County, Wyoming, U.S.A., *Geoarchaeology : An International Journal*, 18, p. 71-90.
- STEFFEN W., RICHARDSON K., ROCKSTRÖM J., CORNELL S.E., FETZER I., BENNETT E.M., BIGGS R.B., CARPENTER S.R., DE VRIES W., DE WIT C.A., FOLKE C., GERTEN D., HEINKE J., MACE G.M., PERSSON L.M., RAMANATHAN V., REYERS B., SVERKER S. (2015) - Planetary boundaries : Guiding human development on a changing planet, *Science*.
- STORDEUR D. (2003) - Des crânes surmodelés à Tell Aswad de Damascène (PPNB - Syrie), *Paléorient*, 29, p. 109-115.
- STORDEUR D., KHAWAM R. (2007) - Les crânes surmodelés de Tell Aswad (PPNB, Syrie). Premier regard sur l'ensemble, premières réflexions, *Syria*, 84, p. 5-32.
- SUMMERS B., LATEGAN M., RIFKIN R.F., D'ERRICO F., GARCIA MORENO R. (2012) - Sun protection from ochre compounds used traditionally by southern African indigenous populations : an interdisciplinary approach, *27th International Federation of Societies of Cosmetic Chemists Congress, 15 au 18 octobre 2012*, Sandton, Johannesburg, South Africa.
- SUN X., DONER H.E., ZAVARIN M. (1999) - Spectroscopy study of arsenite [As (III)] oxidation on Mn-substituted goethite, *Clays and Clay minerals*, 47, p. 474-480.
- TARANTINI M. (2006) - Le miniere di selce neolitiche ed eneolitiche del Gargano. Tecniche estrattive e dinamiche diacroniche, In D. Cocchi Genick, dir., *atti della XXXIX Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria « Materie prime e scambi nella preistoria italiana »*, Firenze, 25-27 novembre 2004, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze, p. 344-353.
- TARANTINI M., GALIBERTI A. (2011) - *Le miniere di selce del Gargano : VI - III millennio a.C. : alle origini della storia mineraria europea*, Insegna del Giglio, Firenze, 277 p.
- TARDY Y. (1993) - *Pétrologie des latérites*, Masson, Paris.
- TARRÊTE J., LE ROUX C.-T. (2008) - *Archéologie de la France. Le Néolithique*, Éditions Picard et Ministère de la culture et de la Communication, Paris, 424 p.
- TESTART A. (2007) - *Critique du don : Études sur la circulation non marchande*, Syllepse, Paris, 298 p.
- THÉRY-PARISOT I., CHABAL L., CHRAVZEZ J. (2010) - Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 291, p. 142-153.
- THIÉBAULT S. (2001) - Anthraanalyse des établissements néolithiques de la région liguro-provençale, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 98, p. 399-409.
- THIÉBAULT S. (2004) - Giribaldi et la complexité des sociétés néolithiques, In D. Binder dir., *Un chantier archéologique à la loupe. Giribaldi*, Nice Musées, Nice, p. 47-49.
- THIÉBAULT S., TERRAL J.-F., MARINVAL P. (2004) - Gestion et exploitation d'un territoire au Néolithique : le cas de Giribaldi (Nice, Alpes-Maritimes). L'apport des macrorestes végétaux, In P. Bodu et C. Constantin, dir., *Approches fonctionnelles en Préhistoire. Actes du XXV<sup>e</sup> Congrès Préhistorique de France, Nanterre, 24-26 novembre 2000*, Éditions de la Société Préhistorique Française, Nanterre, p. 325-333.



- THIERCELIN-FERBER F. (2013) - Découverte de deux alènes en cuivre dans le site chasséen de Daurelle (Montélimar, Drôme), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 110, p. 134-137.
- THOMASSIN J.-F., TOUZÉ S., BARANGER P., FREYSSINET P. (2003) - *Le mercure et ses composés. Comportement dans les sols, les eaux et les sédiments*, BRGM, 119 p.
- TISSERAND C. (2007) - *Étude par chromatographie gazeuse inverse des propriétés de surface de deux formes cristallographiques d'alumines : influence de différents paramètres tels que l'humidité ou le dopage en magnésie*, thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, 224 p.
- TOMASSO A. (2014) - *Territoires, systèmes de mobilités et systèmes de production. La fin du Paléolithique supérieur dans l'arc liguro-provençal*, thèse de doctorat, Université de Nice - Sophia Antipolis, Università di Pisa, 1051 p.
- TOMASSO A., BINDER D., SIMON P., PORRAZ G., MARTINO G., BLET M., DINI M., GRENET M., GUILBERT R., MILLOT J., SIMONUCCI C., TOZZI C. (2013) - Le référentiel Matières Premières de l'Arc Liguro-Provençal (MP-ALP) : ressources siliceuses entre la Vallée du Rhône et les Apennins, In A. Tomasso, D. Binder, G. Martino et N. Naudinot, dir., *Ressources lithiques, productions et transferts entre Alpes et Méditerranée. Séance de la Société Préhistorique de France, Nice, 28-29 mars 2013*, Nice.
- TOURNIÉ A., PRINSLOO L.C., PARIS C., COLOMBAN P., SMITH B. (2011) - The first in situ Raman spectroscopic study of San rock art in South Africa : procedures and preliminary results, *Journal of Raman Spectroscopy*, 42, p. 399-406.
- TOUTIN N. (1980) - *Le Permien continental de la Provence orientale (France)*, thèse de doctorat, Université de Nice.
- TOUTIN-MORIN N., BONIJOLY D. (1992) - Structuration des bassins de Provence orientale à la fin de l'ère primaire, *Cuadernos de Geología Ibérica*, 16, p. 59-74.
- TOUTIN-MORIN N., BONIJOLY D., BROCARD C., BROUTIN J., CRÉVOLA G., DARDEAU G., DUBAR M., FÉRAUD J., GIRAUD J.-D., GODEFROY P., LAVILLE P., MEINESZ A. (1994) - Fréjus-Cannes 1024, *Carte géologique de la France au 1/50 000*, BRGM Éditions.
- 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, p. 47-56.
- TRIAT J.-M. (1982) - *Géologie des ocre de Provence : paléaltérations dans le Crétacé supérieur de Provence rhodanienne*, Université Louis-Pasteur, Institut de géologie, Strasbourg.
- TRIAT J.-M. (2010) - *Les Ogres*, CNRS Éditions, Paris, 197 p.
- TUBB K.W. (1985) - Preliminary report on the Ain Ghazal statues, *Mitteilungen des deutschen Orient-Gesellschaft*, 117, p. 117-134.
- TYKOT R.H. (1996) - Obsidian procurement and distribution in the Central and Western Mediterranean, *Journal of Mediterranean Archaeology*, 9, p. 39-82.
- URAI J.L., FEENSTRA A. (2001) - Weakening associated with the diaspore-corundum dehydration reaction in metabauxites : an example from Naxos (Greece), *Journal of Structural Geology*, 23, p. 941-950.



- UTRILLA P. (2012) - Caminos para el Neolítico aragonés : la aportación del radiocarbono y del arte rupestre, *In* M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., *Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC), Gavà, 2-4 février 2011*, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 555-563.
- VALETON I. (1966) - Sur la genèse des gisements de bauxite du Sud-Est de la France, *Bulletin de la Société géologique de France*, 7, p. 685-701.
- VALETON I. (1996) - *Bauxites*, Elsevier, Amsterdam, 226 p.
- VAN DER HOEK E.E., BONOUVRIE P.A., COMANS R.N.J. (1994) - Sorption of As and Se on mineral components of fly ash: relevance for leaching processes, *Applied Geochemistry*, 9, p. 403-412.
- VAQUER J. (2006) - La diffusion de l'obsidienne dans le Néolithique de Corse, du Midi de la France et de Catalogne, *Materie prime e scambi nella preistoria italiana : nel cinquantenario della fondazione dell'Istituto italiano di preistoria e protostoria*, Istituto italiano di preistoria e protostoria, Atti della XXXIX Riunione scientifica, Firenze, 25-27 novembre 2004, p. 483-498.
- VAQUER J. (2007) - Le rôle de la zone nord-tyrrhénienne dans la diffusion de l'obsidienne en Méditerranée nord-occidentale au néolithique, *In* A. D'Anna, J. Cesari, L. Ogel et J. Vaquer, dir., *Corse et Sardaigne préhistoriques : Relations et échanges dans le contexte méditerranéen. Actes du 128<sup>e</sup> Congrès du Comité des travaux historiques et scientifiques (Bastia, 14-21 avril 2003)*, Éditions du CTHS, Paris.
- 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, *In* M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., *Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC), Gavà, 2-4 février 2011*, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 565-574.
- VARICHON A. (2000) - *Couleurs - pigments et teintures dans les mains des peuples*, Seuil, Paris.
- VARICHON A. (2003) - *Le corps des peuples. Us et coutumes de la propreté et de la séduction*, Seuil, Paris.
- VASQUEZ C., MAIER M.S., PARERA S.D., YACOBACCIO H., SOLA P. (2008) - Combining TXRF, FT-IR and GC-MS information for identification of inorganic and organic components in black pigments of rock art from Alero Hornillos 2 (Jujuy, Argentina), *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 391, p. 1381-1387.
- VIGIÉ B., COURTIN J. (1986) - Les outils sur coquilles marines dans le Néolithique du Midi de la France, *Mésogée*, 46, p. 51-61.
- VIGNAUD C., CHALMIN E., SALOMON H., GENESTE J.-M., MENU M. (2006) - Le groupe des « bisons adossés » de Lascaux. Étude de la technique de l'artiste par analyse des pigments, *L'Anthropologie*, 110, p. 482-499.
- VIGNE J.-D. (1998) - Faciès culturels et sous-systèmes technique de l'acquisition des ressources animales. Application au Néolithique ancien méditerranéen, *In* A. D'Anna et D. Binder, dir., *Production et identité culturelle. Rencontres méridionales de Préhistoire récente, Actes de la deuxième session, Arles, 8 et 9 novembre 1996*, APDCA Éditions, Antibes, p. 27-46.
- VIGNE J.-D. (2005) - L'humérus de chien magdalénien de Erralla (Gipuzkoa, Espagne) et la domestication tardiglaciaire du loup en Europe, *Munibe*, 57, p. 279-287.

- VILLA P., HELMER D., COURTIN J., BELLUOMINI G., BEYRIES S., BRANCA M. (1985) - Restes osseux et structures d'habitat en grotte : l'apport des remontages dans la Baume Fontbrégoua, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 82, p. 389-421.
- VILLON A.M., THUAU U.J. (1889) - *Traité pratique de la fabrication des cuirs et du travail des peaux*, Librairie Polytechnique, Baudry et Cie, Paris, 616 p.
- VIÑAS R., M<sup>a</sup> VERGÈS J., FONTANALS M., RUBIO A. (2012) - L'art rupestre durant el procés de neolitització a Catalunya, In M. Borrell, F. Borrell, J. Bosch, X. Clop et M. Molist, dir., *Actes du Congrès Internacional Xarxes al Neolític, Networks in the Neolithic. Exchange of raw materials, products and ideas in the Western Mediterranean (VII-III millennium BC)*, Gavà, 2-4 février 2011, Rubricatum, Revista del Museu de Gavà, Gavà, p. 499-505.
- VINCHON C. (1984) - *Sédimentogénèse et métallogénèse du Permien du Dôme du Barrot : Alpes-Maritimes, France*, Documents du BRGM, BRGM Éditions, Orléans, 444 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, p. 57-67.
- VON GOETHE J.W. (2000) - *Traité des couleurs, accompagné de trois essais théoriques*, Triades, Laboissières-en-Thelle.
- WADLEY L. (2005) - Putting ochre to the test: replication studies of adhesives that may have been used for hafting tools in the Middle Stone Age, *Journal of Human Evolution*, 49, p. 587-601.
- WADLEY L. (2010) - Cemented ash as a work surface for ochre powder production at Sibudu, South Africa, 58,000 years ago, *Journal of Archaeological Science*, 37, p. 2397-2406.
- WADLEY L., HODGSKISS T., GRANT M. (2009) - Implications for complex cognition from the hafting of tools with compound adhesives in the Middle Stone Age, South Africa, *PNAS*, 106, p. 9590-9594.
- WADLEY L., LOMBARD M. (2007) - Small things in perspective: the contribution of our blind tests to micro-residue studies on archaeological stone tools, *Journal of Archaeological Science*, 34, p. 1001-1010.
- WADLEY L., LOMBARD M., WILLIAMSON B. (2004a) - The first residue analysis blind tests : results and lessons learnt, *Journal of Archaeological Science*, 31, p. 1491-1505.
- WADLEY L., WILLIAMSON B., LOMBARD M. (2004b) - Ochre in hafting in Middle Stone Age southern Africa : a practical role, *Antiquity*, 78, p. 661-675.
- WALTER P., LOUBOUTIN C., HASLER A. (1997) - Les stèles anthropomorphes de la Bastidonne, Trets (Bouches-du-Rhône) et l'usage de la couleur sur les stèles provençales de la fin du Néolithique, *Antiquités nationales*, 29, p. 27-33.
- WATARI F., DELAVIGNETTE P., AMELINCKX S. (1979a) - Electron Microscopic Study of Dehydration Transformations. II. The Formation of « Superstructures » on the Dehydration of Goethite and Diaspore\*, *Journal of Solid State Chemistry*, 29, p. 417-427.
- WATARI F., DELAVIGNETTE P., VAN LANDUYT J., AMELINCKX S. (1983) - Electron Microscopic Study of Dehydration Transformations. Part III : High Resolution Observation of the Reaction Process  $\text{FeOOH} + \text{Fe}_2\text{O}_3^*$ , *Journal of Solid State Chemistry*, 48, p. 49-64.

- WATARI F., VAN LANDUYT J., DELAVIGNETTE P., AMELINCKX S. (1979b) - Electron Microscopic Study of Dehydration Transformations I. Twin Formation and Mosaic Structure in Hematite Derived from Goethite\*, *Journal of Solid State Chemistry*, 29, p. 137-150.
- WATCHMAN A. (1990) - A summary of occurrence of oxalate-rich crusts in Australia, *Rock Art Research*, 7, p. 44-50.
- WEINSTEIN-EVRON M., ILANI S. (1994) - Provenance of ochre in the natufian layers of el-Wad Cave, Mount Carmel, Israel, *Journal of Archaeological Science*, 21, p. 461-467.
- WHITE C.M.N. (1961) - *Elements in Luvalé Beliefs and Rituals*, The Rhodes-Livingstone Paper, University Press, 32, Manchester.
- WHITE R. (1996) - Actes de substance : de la matière au sens dans la représentation paléolithique, *Technè*, 3, p. 29-38.
- WILLIAMS-THORPE O. (1995) - Obsidian in the Mediterranean and the Near-East: a provenancing success story, *Archaeometry*, 37, p. 217-248.
- WILLIAMS-THORPE O., WARREN S.E. (1984) - The distribution and provenance of archaeological obsidian in central and eastern Europe, *Journal of Archaeological Science*, 11, p. 183-212.
- ZEMOUR A. (2013) - *Gestes, espaces et temps funéraires au début du Néolithique (6<sup>e</sup> millénaire et 1<sup>ère</sup> moitié du 5<sup>e</sup> millénaire cal-BC) en Italie et en France méridionale. Reconnaissance des témoins archéologiques de l'après-mort*, thèse de doctorat, Université de Nice - Sophia Antipolis, 1152 p.
- ZINNEN M. (2004) - *Les pigments rouges au Paléolithique. Techniques et symboles*, thèse de Licence, Université de Liège.

# Glossaire

**Allitisation** (géosciences) : processus d'altération d'un minéral en climat chaud et humide. L'allitisation consiste en une évacuation de la silice ( $\text{SiO}_2$ ) et se traduit par la formation d'hydroxydes d'aluminium et l'enrichissement en oxy(hydroxy)des de fer.

**Altérite** (géosciences) : formation superficielle résultant de l'altération et de la fragmentation sur place de roches antérieures sans transformations pédologiques notables.

**Amalgame** : alliage métallique formé sans recours au traitement thermique, par exemple par dissolution dans le mercure.

**Anatase** (géosciences) : oxyde de formule  $\text{TiO}_2$ , cristallisant dans le système quadratique. Formé à basse température, il est présent dans certaines roches métamorphiques et dans les gneiss et les micaschistes.

**Benthique** (géosciences) : qualifie un être vivant qui vit sur les fonds aquatiques.

**Bioclaste** (géosciences) : claste\* d'origine animale ou végétale. Test\* ou fragment de test dans la majorité des cas.

**Brunissage** (archéosciences) : traitement de surface d'un objet en matériau céramique, consistant à frotter un outil (galet ou autre) sur une pâte verte\* pour faire remonter les particules les plus fines et réduire la porosité. Le brunissage confère à la surface de l'objet un aspect plus homogène, brillant, à « consistance de cuir » (Lepère, 2009).

**Capsien** (archéosciences) : culture épipaléolithique d'Afrique du Nord (8500-5400 cal. BCE).

**Cargneule** (géosciences) : roche sédimentaire carbonatée provenant de la dissolution de la dolomie par des eaux riches en sulfates (gypse). Elle donne des reliefs ruiniformes d'aspect carié et vacuolaire.

**Chlorite** (géosciences) : groupe de phyllosilicates ferromagnésiens de formule générale  $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_6\text{Mg}_3 [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2] (\text{OH})_6$ . C'est une famille de minéraux qui se présentent en cristaux aplatis, à clivage parfait, donnant des lamelles flexibles. Les chlorites sont des produits d'altération de la biotite, d'amphiboles et de pyroxènes. Leur nom provient de leur couleur souvent verdâtre ; l'élément chlore n'entre pas dans leur formule chimique.

**Ciment** (géosciences) : matière liant entre eux des éléments figurés (grains, pisolithes, etc.). Le ciment correspond généralement à une précipitation, finement cristallisée, de calcite, de silice, d'oxydes de fer ou de phosphate. La matière le composant vient souvent en partie des débris qu'il englobe, par dissolution préférentielle de ceux-ci à leur point de contact.

**Claste** (géosciences) : fragment de cristal, de fossile (bioclaste) ou de roche (lithoclaste), inclus dans une roche.

**Cohésion** : propriété d'un corps, dont les différentes parties sont solidement liées. Dans le cas d'une géomatière, ces particules sont les différents minéraux qui la constituent. Il en résulte une structure (ou habitus\*) appréciable à l'échelle macro et microscopique.

**Concrétion** (géosciences) : épaissement par accumulation de matière autour d'un noyau (concrétion globuleuse : pisolithe\*) ou sur une surface.

**Cryptocristallin(e)** (géosciences) : s'applique aux roches ou aux portions de roches, constituées de cristaux de dimensions inférieures à la dizaine de micromètres, difficilement discernables au microscope optique.

**Diaclase** (géosciences) : cassure de roche ou de terrain, sans déplacement relatif aux parties séparées.

**Diagenèse** (géosciences) : ensemble des processus physiques et chimiques qui affectent un dépôt sédimentaire et le transforment progressivement en roche sédimentaire.

**Économie** : champ des relations humaines visant à maîtriser et organiser l'accès aux ressources naturelles (Beeching, 2010).

**Évaporite** (géosciences) : dépôt riche en sels (chlorures et en sulfates alcalins principalement), précipités suite à l'évaporation intense de lacs salés ou de lagunes peu reliées à la mer.

**Faciès** : catégorie de roche ou de matière première, déterminée par plusieurs critères pétrologiques qui permettent de la distinguer au sein d'un ensemble. Dans le cas des roches, le faciès peut être fondé sur des critères lithologiques (faciès gréseux), paléontologiques (faciès à ammonites) ou encore sédimentologiques (faciès récifal).

**Fiorano, culture de** (archéosciences) : culture du Néolithique ancien (5500-4800 BCE) d'Italie septentrionale, qui progresse vers l'Italie centrale à partir de 5000 BCE. Elle s'étend en Émilie Romagne, en Vénétie, et en Toscane (Bagolini et Biagi, 1977 ; Pessina et Tiné, 2008, p. 56). Les communautés de Fiorano sont au cœur d'un système de diffusion de silex du Monte Lessini, qui alimente les groupes culturels voisins – groupe de Vho, du Gaban et du Frioul – mais aussi au-delà, comme les Arene Candide en Ligurie dès l'Impressa et surtout aux VBQ (Pessina, 1988 ; Binder, 1998b, p. 124).

**Fluorapatite** (géosciences) : phosphate de formule  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , cristallisant dans le système hexagonal, fréquent dans la gangue des minerais de fer oolithiques.

**Fonction et fonctionnement** : selon Sigaut, « le fonctionnement d'un objet, c'est son mode d'action. Sa fonction, c'est l'ensemble des finalités pour lesquelles il est mis en œuvre » (Sigaut, 1991, p. 21).

**Formation géologique** (géosciences) : ensemble de terrains possédant des caractères lithologiques (nature) et/ou stratigraphiques (spatio-temporels) communs, qui justifient leur réunion (par exemple : une formation marno-calcaire).

**Géosciences** : ensemble des disciplines relevant de l'étude des parties de la Terre directement accessibles à l'observation, et l'élaboration des hypothèses qui permettent de reconstituer leur histoire et d'expliquer leur agencement. Les principales disciplines de géosciences mises à contribution dans ce travail sont la pétrologie (étude des roches), la minéralogie (étude des minéraux), la sédimentologie (étude des roches sédimentaires) et la gîtologie\*.

**Gîtologie** (géosciences) : discipline relevant de l'étude des gisements de minéraux exploitables, principalement les métaux. Elle comprend l'estimation de l'intérêt économique de ceux-ci et l'évaluation du coût environnemental de leur exploitation.

**Granite** (géosciences) : roche magmatique plutonique (solidification en profondeur), à structure grenue, principalement composée de quartz, de feldspaths alcalins (tectosilicate avec  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ ), de plagioclases (tectosilicate avec présence de  $\text{Ca}^{2+}$  et absence de  $\text{K}^+$ ) et de micas (biotite et muscovite).

**Habitus** (géosciences) : forme la plus répandue d'une substance, ici un minéral.

**Illite** (géosciences) : minéral argileux de  $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$ , de structure proche des micas (muscovites, biotites) et des feldspaths, dont elle est issue par bisiallisation, ou allitisation\* incomplète.

**Karstification** (géosciences) : modelé de terrains carbonatés, dû à la dissolution de ceux-ci par des eaux chargées en gaz carbonique. Les avens, les dolines ou encore les grottes sont des figures karstiques.

**Khiamien** (archéosciences) : le Khiamien (10 000-9000 cal. BCE) succède au Natoufien\* et précède le premier Néolithique (PPN\*) au Proche-Orient. Le bagage technique reste similaire dans les grandes lignes, mais le Khiamien annonce le passage au Néolithique à travers deux principaux aspects : les maisons qui s'élèvent désormais au-dessus du sol et l'importante activité symbolique qui marque la fin de l'Épipaléolithique dans cette région (statuettes féminines, bucranes ; ces éléments sont les principales composantes du système symbolique PPNA : Cauvin, 1997).

**Latérite** (géosciences) : roche meuble ou indurée, formée par altération chimique des sols sous climat tropical ; souvent riche en oxy(hydroxy)des de fer et d'aluminium.

**Linienbandkeramische Kultur** ou **LBK** (archéosciences) : ou culture à céramique linéaire ou culture rubanée en français. Ce complexe culturel s'étend de la Hongrie au Bassin parisien au Néolithique ancien (5500-4500 cal. BCE). Il est responsable des premières manifestations et de l'implantation du mode de vie agropastoral dans ces régions.

**Lithique, matériel** (archéosciences) : qualifie le matériel archéologique résultant de la mise en forme de géomatières (silex, obsidienne, quartzite, etc.) par taille : lames, éclats, nucléi, déchets de recyclage ou de retouche, etc. Bien que d'origine minérale, Le matériel céramique, le macro-outillage, les éléments de parure (en roche clastique par exemple) et les matières colorantes ne sont donc pas inclus dans l'expression « matériel lithique ».

**Macle** (géosciences) : association orientée de cristaux de même nature, reliés par accolement selon une face définie ou par interpénétration de cristaux. Elle peut être simple (deux cristaux) ou multiple (plus de deux cristaux).

**Matière colorante** : corps solide ou fluide, naturel ou anthropique, pouvant transmettre sa couleur à un autre, soit en recouvrant la couleur initiale, soit en la transformant dans la masse.

**Mésoscopique** : échelle intermédiaire entre le macroscopique (discernable à l'œil nu) et le microscopique (indiscernable sans appareillage). La loupe binoculaire permet de faire de l'observation mésoscopique (grossissement de l'ordre de x10 à x40 environ).

**Métamorphisme** (géosciences) : transformation d'une roche, magmatique ou sédimentaire, du fait d'une élévation de température et/ou de pression. Le métamorphisme entraîne la formation de nouveaux cristaux, dits néoformés, et l'acquisition de textures et structures particulières, sous l'influence de conditions physicochimiques différentes de celles ayant présidé à la formation de la roche originelle.



**Monazite** (géosciences) : phosphate de formule  $(Ce, La, Th).PO_4$ , cristallisant dans le système monoclinique. C'est le principal minéral de lanthanides – éléments chimiques dont le numéro atomique est compris entre 57 (lanthane) et 71 (lutécium). Ce minéral accessoire des granites et des pegmatites est résistant à l'altération ; il peut être retrouvé dans les alluvions et de nombreuses roches détritiques.

**Mur** (géosciences) : terme désignant les terrains\* géologiques situés immédiatement sous une formation\* donnée.

**Muscovite** (géosciences) : phyllosilicate de formule  $KAl_2[(OH, F)_2AlSi_3O_{10}]$ , cristallisant dans le système monoclinique. Appelée « mica blanc », la muscovite est l'un des micas les plus communs avec la biotite (mica noir). Elle est aisément identifiable par sa structure en feuillets et son éclat vitreux ou nacré.

**Natoufien** (archéosciences) : culture épipaléolithique du Proche-Orient (12 200-9500 cal. BCE). Le Natoufien voit l'apparition des premiers villages composés de maisons circulaires semi-enterrées. Bien que la récolte des céréales sauvages représente une part conséquente de l'économie de subsistance, les natoufiens restent des chasseurs-collecteurs (Cauvin, 1997).

**Nectonique** (géosciences) : qualifie un être vivant qui nage pour se déplacer.

**Nodule** (géosciences) : masse globuleuse, centimétrique à décimétrique, se différenciant par sa composition et/ou sa structure du reste de la roche qui la contient.

**Orogenèse** (géosciences) : le cycle orogénique ou cycle tectonique est le processus de formation et de destruction des montagnes. Il peut être divisé en trois grandes phases : (i) formation de terrains par sédimentation, (ii) orogénèse, ou plissement des sédiments et surrection de la chaîne de montagnes, (iii) pénéplanation (destruction/érosion) de la chaîne de montagnes.

**Outil-mousse** (archéosciences) : outil dont l'extrémité distale n'est ni aigüe, ni tranchante ; il est élaboré à partir d'un os plat (omoplate, mandibule, etc.) ou sur une côte de grand ruminant (Sénépart, 1991, p. 67-68).

**Paragenèse** (géosciences) : association de minéraux dans une roche donnée, présentant une communauté d'origine.

**Pâte verte** (archéosciences) : état hydrique d'un matériau argileux, entre pâte humide et pâte sèche.

**Pegmatite** (géosciences) : granite\* à cristaux de grandes dimensions (centimètre et au-delà).

**Pélagique** (géosciences) : qualifie un être vivant qui ne vit pas sur le fond mais qui nage (nectonique\*) et qui flotte (planctonique).

**Pénéplanation** (géosciences) : voir orogénèse\*.

**Pisolith** (géosciences) : concrétion\* sub-sphérique, de dimensions de l'ordre du millimètre, à structure concentrique.

**Placer** (géosciences) : accumulation naturelle de minéraux lourds, le plus souvent dans un dépôt alluvionnaire, due à l'effet de la séparation gravitationnelle des particules au cours du processus de sédimentation. Les minéraux qui constituent les placers sont denses et résistants à l'altération physique et chimique : or, platine, cassitérite, ilménite, chromite, wolframite, rutile, cuivre natif,

zircon, monazite, magnétite, hématite. La composition minéralogique dépend de celle des roches qui ont alimenté le détritisme. Les placers prennent la forme de concentrations de sables noirs, recherchées par les orpailleurs.

**Pre-pottery Neolithic** ou **PPN** (archéosciences) : le premier Néolithique, acéramique, a été mis en évidence sur le site de Jéricho par Kathleen Kenyon, qui l'a subdivisé en deux phases. Le PPNA (9600-8700 cal. BCE) fait suite au Natoufien\* et au Khiamien\*, avec les premières mises en culture de céréales. Le PPNB (8700-7000 cal. BCE) voit le développement de la domestication animale, la complexification de l'habitat et, en dépit de son nom, l'apparition des premières productions céramiques, qui s'épanouissent au Yarmoukien (Cauvin, 1997).

**Psammite** (géosciences) : roche sédimentaire détritique dont les éléments constitutifs ont subi un transport par eau conséquent. Cette modalité implique une hydrolyse importante, qui affecte en priorité certains minéraux (feldspaths, biotite) et entraîne une surreprésentativité des autres (quartz, muscovite). Une psammite est donc un grès à ciment fréquemment argileux, riche en micas (surtout muscovite) détritiques, à structure litée et qui tend à se débiter en plaquettes.

**Rhyolite** (géosciences) : roche magmatique effusive (solidification à la surface), à structure microlitique, principalement composée de quartz souvent bipyramidé, de feldspaths (sanidine), d'amphiboles et de micas (biotite).

**Rutile** (géosciences) : oxyde de formule  $TiO_2$ , cristallisant dans le système quadratique. Formé à haute température, il est présent dans certaines roches métamorphiques.

**Séquence** (archéosciences, géosciences) : ensemble de couches sédimentaires de natures différentes se succédant dans un ordre déterminé.

**Siccativation** : phénomène complexe et lent d'incorporation d'oxygène dans un mélange fluide d'acides gras. L'oxydation des insaturations (liaisons doubles et triples, cycles) entraîne, par polymérisation et réticulation, la solidification très au-delà de l'évaporation.

**Socle** (géosciences) : vaste ensemble de terrains, en général métamorphisés et souvent granitisés, sur lequel reposent en discordance des terrains sédimentaires et/ou volcaniques.

**Subsidence** (géosciences) : enfoncement progressif pendant une longue période, qui permet l'accumulation de sédiments sur des épaisseurs importantes.

**Terrain géologique** (géosciences) : ensemble de roches regroupées pour des raisons stratigraphiques ou tectoniques. Dans le cas de roches sédimentaires, on peut employer le terme de « couche ».

**Terroir géologique** (archéosciences, géosciences) : au sens strict, le terme « terroir » désigne habituellement à un espace géographique considéré comme cohérent à travers les ressources de l'agriculture, voire de la sylviculture, qu'il permet de produire suite à un aménagement spécifique. L'expression « terroir géologique » s'applique ici aux ressources minérales et croise des données géographiques (localisation, environnement) et géologiques (formations, faciès\*) pour définir des espaces naturels plus ou moins vastes, susceptibles de fournir certaines géomatières. Ainsi, le terroir géologique provençal met à disposition de nombreuses géomatières colorantes (cf. titre 3.2. du deuxième chapitre) ; celui de la vallée de l'Argens ne fournit que des grès du Permien.

**Test** (archéosciences, géosciences) : enveloppe rigide, généralement formée de carbonate de calcium, de certains invertébrés ; appelée improprement « coquille » dans le langage courant.

**Toit** (géosciences) : Terme désignant les terrains surmontant immédiatement une formation donnée.

**VBQ, *Vasi a Bocca Quadrata*** (archéosciences) : culture dite « des Vases à Bouche Carrée » en français, s'étendant dans le nord de l'Italie du Néolithique ancien au Néolithique moyen. Dans l'arc liguro-provençal, elle est divisée en trois faciès : la phase initiale (5200-5000 BCE), la phase Finale-Qinzano (5000-4500 BCE) et la phase VBQ2 (4500-4000 BCE) (Pessina et Tiné, 2008).

**Zircon** (géosciences) : Néosilicate de formule  $ZrSiO_4$ , cristallisant dans le système tetragonal. Très résistant à l'altération, le zircon peut être retrouvé dans de nombreuses roches détritiques. L'élément hafnium est fréquemment détecté dans le zircon, car il ressemble chimiquement au zirconium (même colonne dans la classification périodique des éléments).

# Liste des figures

Figure 1.	Contexte géographique dans lequel s'insère l'étude.....	27
Figure 2.	Cadre chronoculturel des sites étudiés .....	28
Figure 3.	Phénomènes produits lors de l'interaction lumière-matière.....	33
Figure 4.	Phénomène de déformation de la réflexion diffuse lors de l'interaction lumière-surface brillante .....	34
Figure 5.	Système CIE L*a*b* .....	35
Figure 6.	Chaîne opératoire du traitement des peaux.....	46
Figure 7.	Diffractogrammes d'hématites obtenues à partir de goethite chauffée .....	49
Figure 8.	Schéma et micrographies TEM de la transformation de goethite en hématite par traitement thermique .....	50
Figure 9.	Schéma des différentes étapes de transformation des oxy(hydroxy)des d'aluminium par traitement thermique .....	51
Figure 10.	Répartition des sites régionaux où des vestiges de matières colorantes sont mentionnés .....	54
Figure 11.	Bloc gravé et déroulement des étapes de gravure.....	58
Figure 12.	Carte de répartition des différents ensembles de représentations pariétales.....	63
Figure 13.	Figures d'orants dans l'art schématique ibérique .....	63
Figure 14.	Segments initiaux de la chaîne opératoire des matières colorantes .....	69
Figure 16.	Schémas des différents modes de réduction .....	74
Figure 15.	Segments médians de la chaîne opératoire des matières colorantes.....	74
Figure 17.	Segments terminaux de la chaîne opératoire des matières colorantes.....	80
Figure 18.	Armature en croissant de Gesher .....	84
Figure 19.	Objets céramiques Cucuteni portant des décors peints .....	86
Figure 20.	Évolution de la composition des incrustations blanches sur céramique, en Italie du Nord .....	88
Figure 21.	Céramiques peintes d'Isle-sur-la-Sorgue – Bagnoles.....	90
Figure 22.	Potentiel informatif des blocs de matière première colorante. ....	95
Figure 23.	Carte physique de l'arc liguro-provençal sensu lato.....	99
Figure 24.	Carte physique du cadre resserré de l'étude.....	100
Figure 25.	Répartition des sites pressentis.....	107
Figure 26.	Contexte géographique et topographique du site de Pendimoun .....	108
Figure 27.	Plan du site, déroulement et emprise des différentes étapes de fouille de Pendimoun.....	109
Figure 28.	Plan du site de Giribaldi.....	113
Figure 29.	Plan du secteur sud à Giribaldi.....	113
Figure 30.	Provenance et état des différents biens lithiques importés à Giribaldi.....	117
Figure 31.	Carte géologique du Sud-Est de la France.....	119
Figure 32.	Paléogéographie du Sud-Est de la France au Crétacé.....	121
Figure 33.	Grandes unités géologiques et géographiques de Provence (d'après Aubouin, 1974) .....	124
Figure 34.	Évolution lithologique et minéralogique de la coupe stratigraphique des ocres du Vaucluse.....	127
Figure 35.	Recomposition paléogéographique du contexte de genèse des bauxites allochtones .....	132
Figure 36.	Recomposition paléogéographique du contexte de genèse des bauxites parallochtones.....	132
Figure 37.	Affleurements des différents faciès de bauxites en Provence.....	135
Figure 38.	Modifications physico-chimiques impliquées par les différentes actions techniques susceptibles d'être appliquées à un bloc de matière colorante.....	142
Figure 39.	Schémas des relations qui existent entre les différents types de vestiges de matière colorante.....	142

Figure 40. Méthodologie générale : vestiges et disciplines sollicités pour renseigner les différents segments de la chaîne opératoire des matières colorantes .....	143
Figure 41. Différentes échelles d'observation et apports de chacune d'elles .....	144
Figure 42. Détermination de la répartition spatiale des résidus sur céramique .....	150
Figure 43. Détermination de la répartition spatiale des résidus sur galet à usures .....	150
Figure 44. Charte d'abondance employée.....	154
Figure 45. Phénomènes produits lors de l'interaction matière-faisceau d'électrons.....	155
Figure 46. Phénomènes produits lors de l'interaction rayonnement-matière.....	157
Figure 47. Illustration de la loi de Bragg.....	158
Figure 48. Méthodologie pour caractériser les modalités d'acquisition des matières colorantes .....	163
Figure 49. Méthodologie pour caractériser les modalités de préparation des matières colorantes.....	173
Figure 50. Méthodologie pour caractériser les modalités d'utilisation des matières colorantes.....	179
Figure 51. Remontage du vase 44.....	189
Figure 52. Remontage du vase 1.....	190
Figure 53. Remontage du vase 6.....	190
Figure 54. Tesson du « vase rouge » .....	190
Figure 55. Cliché du contexte de mise au jour du bloc gravé AP41689 .....	191
Figure 56. Déroulé du scan laser 3D du bloc AP41689.....	191
Figure 57. Photographies de blocs de calcaire portant des résidus de matière colorante rouge.....	192
Figure 58. Photographies du fragment de cylindre AP 281.....	193
Figure 59. JVP-AP-Bloc-636 : habitus de marcassite .....	199
Figure 60. JVP-AP-Bloc-772 : marcassite et glauconite saine.....	200
Figure 61. Micrographie de l'échantillon JVP-AP-Bloc-633 .....	201
Figure 62. Micrographie de l'échantillon JVP-AP-Bloc-709 .....	201
Figure 63. Photographies de blocs d'altérites de roche glauconieuse – faciès glauconie .....	203
Figure 64. Photographie de sections polies du bloc d'altérite de roche glauconieuse – faciès glauconie 476 .....	203
Figure 65. Photographies de blocs d'altérites de roche glauconieuse – faciès concrétion.....	204
Figure 66. Photographies de blocs d'altérites de roche glauconieuse – faciès oolithes .....	204
Figure 67. Micrographies d'altérites de roche glauconieuse – faciès glauconie.....	205
Figure 68. Micrographies d'altérites de roche glauconieuse – faciès concrétion .....	207
Figure 69. Micrographies d'altérites de roche glauconieuse – faciès oolithes .....	208
Figure 70. Micrographies de formation de cristaux hexagonaux .....	209
Figure 71. Photographies de blocs d'altérites de roche glauconieuse micacée .....	210
Figure 72. Micrographies d'altérites de roche micacée .....	210
Figure 73. Cliché du bloc JVP-AP-Bloc-194 .....	211
Figure 74. Micrographie du bloc sans attribution de classe JVP-AP-Bloc-194 .....	211
Figure 75. Carte géologique simplifiée de la région de Pendimoun.....	214
Figure 76. Géologie locale de Pendimoun .....	215
Figure 77. Gîte de Fin de loge, à environ 600 m de l'abri de Pendimoun .....	217
Figure 78. Schéma de distribution diachronique des différentes gammes de matières premières à Pendimoun .....	220
Figure 79. Répartition des gîtes locaux de matière colorante.....	221
Figure 80. Photographies de sections polies de bauxites allochtones .....	226
Figure 81. Micrographies de bauxites .....	227
Figure 82. Photographies du bloc de bauxite parallochtone.....	230
Figure 83. Figure 83. Photographies d'un bloc et de sections polies de grès psammitiques.....	231
Figure 84. Micrographies de grès psammitiques .....	233
Figure 85. Photographies de blocs et d'une section polie d'altérations de roche glauconieuse .....	235

Figure 86. Micrographies d'altérations de roche carbonatée glauconieuse .....	236
Figure 87. Bloc d'oolithes ferrugineuses .....	237
Figure 88. Bloc d'azurite .....	237
Figure 89. Carte de répartition des affleurements régionaux des géomatères identifiées à Giribaldi .....	240
Figure 90. Schéma de distribution diachronique des différentes gammes de matières premières à Giribaldi .....	247
Figure 91. Carte de répartition des différents gîtes de matières colorantes exploités par Giribaldi, avec échelle de coût-distance en jours de marche .....	249
Figure 92. Carte de répartition des différents gîtes de matières colorantes exploités par Giribaldi, avec leur contribution relative à l'ensemble du corpus.....	249
Figure 93. Comparaison des assemblages structurés ou non de Giribaldi.....	251
Figure 94. Évolution diachronique de l'exploitation des gîtes de matières colorantes .....	253
Figure 95. Diffractogramme du bloc JVP-AP-Bloc-639 .....	256
Figure 96. Diffractogrammes des blocs JVP-AP-Bloc-476 et 528 .....	257
Figure 97. Diffractogramme du bloc JVP-AP-Bloc-472. ....	258
Figure 98. Photographie du bloc de bauxite JVP-VG-Bloc-23.....	259
Figure 99. Diffractogramme du bloc JVP-VG-Bloc-234.....	260
Figure 100. Diffractogramme du bloc JVP-VG-Bloc-257.....	260
Figure 101. Préhension de blocs de bauxites.....	265
Figure 102. Blocs de bauxite réduits à l'extrême par abrasion .....	265
Figure 103. Bloc de bauxite JVP-VG-Bloc-52, avec deux groupes de stries subparallèles .....	265
Figure 104. Fragment d'outil JVP-VG-Meul-31.....	267
Figure 105. Micrographies du fragment d'outil JVP-VG-Meul-31 .....	268
Figure 106. Répartition des résidus rouges sur le vase 44.....	270
Figure 107. Résidus de matière colorante observés sur des tessons du vase 44.....	271
Figure 108. Micrographies du tesson AP25614, du vase 44.....	271
Figure 109. Micrographie du tesson AP30099, du vase 44.....	272
Figure 110. Répartition des résidus rouges sur le vase 6.....	272
Figure 111. Résidus de matière colorante observés sur des tessons du vase 6.....	272
Figure 112. Micrographies du vase 6.....	273
Figure 113. Répartition des résidus rouges sur le vase 1.....	273
Figure 114. Résidus de matière colorante observés sur des tessons du vase 1.....	274
Figure 115. Photographies du « vase rouge » .....	274
Figure 116. Micrographies du « vase rouge » .....	275
Figure 117. Comparatif de spectres Raman de résidus d'hématite sur céramique.....	276
Figure 118. Scan 3D du fragment de cylindre.....	278
Figure 119. Photographie du tesson JVP-VG-Céram-69.....	280
Figure 120. Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-69.....	280
Figure 121. Photographies de tessons portant des résidus de peinture rouge.....	281
Figure 122. Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-04, avec zones analysées .....	281
Figure 123. Micrographies de tessons portant des résidus rouges.....	282
Figure 124. Micrographies de résidus de peinture sur la face interne du tesson JVP-VG-Céram-63.....	284
Figure 125. Micrographies de résidus de peinture sur la face externe du tesson JVP-VG-Céram-63 .....	285
Figure 126. Photographie d'un décor gravé rehaussé d'incrustation de matière blanche.....	286
Figure 127. Micrographie des incrustations blanches du tesson JVP-VG-Céram-41.....	286
Figure 128. Photographies de tessons portant des résidus de peinture noire.....	287
Figure 129. Micrographie d'un grain de monazite repéré sur le tesson JVP-VG-Céram-49.....	287
Figure 130. Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-67.....	288



Figure 131. Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-67 .....	288
Figure 132. Photographie du tesson JVP-VG-Céram-68 .....	289
Figure 133. Micrographie du tesson JVP-VG-Céram-68 .....	289
Figure 134. Photographies du bloc AP41689 .....	292
Figure 135. Zones analysées par microspectroscopie Raman sur le Bloc 41689. ....	293
Figure 136. Comparatif de masques peints du Néolithique ancien .....	296
Figure 137. Aspects des résidus de matière colorante sur les blocs de calcaire.....	297
Figure 138. Photographie du galet à usures distales JVP-VG-Galet-58 .....	298
Figure 139. Micrographie du galet à usures distales JVP-VG-Galet-58 .....	299
Figure 140. Vestiges de matières colorantes mis en évidence et chaînes opératoires déterminées à Pendimoun.....	309
Figure 141. Vestiges de matières colorantes mis en évidence et chaînes opératoires déterminées à Giribaldi.....	316
Figure 142. Expérimentation – descriptif de la courbure des facettes.....	351
Figure 143. Expérimentation – descriptif du contour des facettes.....	351
Figure 144. Structure de la base de données d’expérimentation .....	353
Figure 145. Formulaire de saisie et de consultation des blocs.....	353
Figure 146. Formulaire de saisie et de consultation des types de stries. ....	353
Figure 147. Expérimentation – plaque en cours de brunissage avec un bloc de bauxite.....	356
Figure 148. Expérimentation – plaque céramique rayée suite à l’abrasion avec un bloc de bauxite.....	356
Figure 149. Photographies d’outils de Pendimoun portant des résidus de matières colorantes .....	364
Figure 150. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-181 (CD) .....	371
Figure 151. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-182 (CD).....	371
Figure 152. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-291 (CD) .....	371
Figure 153. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-454 (CD).....	371
Figure 154. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-472 (CD) .....	371
Figure 155. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-476 (CD) .....	371
Figure 156. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-491 (CD) .....	371
Figure 157. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-528 (CD) .....	371
Figure 158. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-581 (CD) .....	371
Figure 159. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-636 (CD) .....	371
Figure 160. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-639 (CD) .....	371
Figure 161. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-668 (CD) .....	371
Figure 162. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-704 (CD) .....	371
Figure 163. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-709 (CD) .....	371
Figure 164. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-723A (CD) .....	371
Figure 165. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-723B (CD).....	371
Figure 166. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-732 (CD) .....	371
Figure 167. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-735 (CD) .....	371
Figure 168. Diffractogramme indexé du bloc JVP-AP-Bloc-744 (CD) .....	371
Figure 169. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-091 (CD) .....	371
Figure 170. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-126 (CD) .....	371
Figure 171. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-127 (CD) .....	371
Figure 172. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-145 (CD) .....	371
Figure 173. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-151 (CD) .....	371
Figure 174. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-157 (CD) .....	371
Figure 175. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-162 (CD) .....	371
Figure 176. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-201 (CD) .....	371

Figure 177. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-234 (CD) .....	371
Figure 178. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-250 (CD) .....	371
Figure 179. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-257 (CD) .....	371
Figure 180. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-260 (CD) .....	371
Figure 181. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-263 (CD) .....	371
Figure 182. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-267 (CD) .....	372
Figure 183. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-268 (CD) .....	372
Figure 185. Diffractogramme indexé du bloc JVP-VG-Bloc-309 (CD) .....	372
Figure 186. Spectre Raman de l'acquisition JVP-AP-Bloc-636-1 (CD). .....	373
Figure 187. Spectre Raman de l'acquisition JVP-AP-Bloc-668-4 (CD). .....	373
Figure 188. Spectre Raman de l'acquisition JVP-AP-Bloc-718-2 (CD). .....	373
Figure 189. Spectre Raman de l'acquisition 2 du tesson AP23054 (CD).. .....	373
Figure 190. Spectre Raman de l'acquisition 6 du cylindre imprimé (CD).....	373
Figure 191. Spectre Raman de l'acquisition JVP-VG-Bloc-162-2 (CD).. .....	373
Figure 192. Spectre Raman de l'acquisition JVP-VG-Bloc-263-1 (CD). .....	373
Figure 193. Spectre Raman de l'acquisition JVP-VG-Bloc-267-1 (CD). .....	373



# Liste des tableaux

Tableau 1.	Dénomination des couleurs en fonction de la longueur d'onde.....	33
Tableau 2.	Qualification des teintes en fonction de la saturation et de la clarté.....	35
Tableau 3.	Propriétés chimiques et physiques de minéraux pigmentaires.....	37
Tableau 4.	Échelle de Mohs et estimation de la dureté.....	38
Tableau 5.	Différentes modalités de réduction en poudre des blocs, implications techniques et caractéristiques du produit obtenu.....	75
Tableau 6.	Synthèses des résultats sur la recherche du traitement thermique d'oxy(hydroxy)des de fer au Paléolithique en Europe occidentale.....	79
Tableau 7.	Stratigraphie et chronologie de Pendimoun.....	110
Tableau 8.	Stratigraphie et chronologie des phases préhistoriques de Pendimoun.....	111
Tableau 9.	Stratigraphie et chronologie de Giribaldi.....	114
Tableau 10.	Composition pétrominéralogique des grès du Permien dans le bassin du bas-Argens-Estérel.....	125
Tableau 11.	Corrélations entre les différentes séquences stratigraphiques du Permien de Provence.....	125
Tableau 12.	Propriétés chimiques et physiques des oxy(hydroxy)des d'aluminium courants.....	133
Tableau 13.	Signification des acronymes et des abréviations employés dans la numérotation d'inventaire.....	145
Tableau 14.	Grille synthétique de lecture des blocs de matière première.....	146
Tableau 15.	Grille granulométrie employée et équivalent dans le système international (SI).....	148
Tableau 16.	Grille synthétique de lecture des résidus sur céramique ou outil.....	149
Tableau 17.	Exposé synthétique des caractéristique des grandes gammes de matières premières régionales.....	151
Tableau 18.	Variables à caractériser dans le cadre de la réduction des blocs de matière colorante.....	174
Tableau 19.	Inventaire du macro-outillage de Pendimoun portant des résidus colorés.....	188
Tableau 20.	Inventaire du macro-outillage de Giribaldi portant des résidus colorés.....	194
Tableau 21.	Échantillons de blocs de matière première analysés pour caractériser les gammes à Pendimoun.....	200
Tableau 22.	Résultats des analyses structurales par diffraction des rayons X à Pendimoun.....	202
Tableau 23.	Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman à Pendimoun.....	206
Tableau 24.	Classes de matières premières de Pendimoun et éléments discriminants pétrographiques.....	212
Tableau 25.	Classes de matières premières de Pendimoun et éléments discriminants physico-chimiques.....	212
Tableau 26.	Distribution diachronique en nombre de blocs et en masse des gammes à Pendimoun.....	219
Tableau 27.	Échantillons de blocs de matière première analysés pour caractériser les gammes à Giribaldi.....	228
Tableau 28.	Résultats des analyses structurales par diffraction des rayons X à Giribaldi (ci-contre).....	229
Tableau 29.	Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman à Giribaldi (ci-dessous).....	229
Tableau 30.	Classes de matières premières de Giribaldi et éléments discriminants physico-chimiques.....	238
Tableau 31.	Classes de matières premières de Giribaldi et éléments discriminants pétrographiques.....	239
Tableau 32.	Caractéristiques pétrologiques et minéralogiques des différentes formations de grès du Permien du bassin du bas-Argens-Estérel.....	244
Tableau 33.	Distribution des gammes au sein de chaque structure à Giribaldi.....	247
Tableau 34.	Distribution des différents stigmates portés par les bauxites à Giribaldi.....	264
Tableau 35.	Échantillons analysés pour caractériser les interactions céramique-matière colorante à Pendimoun.....	270
Tableau 36.	Échantillons analysés pour caractériser les interactions céramique-matière colorante à Giribaldi.....	279
Tableau 37.	Résultats des analyses EDS sur le tesson JVP-VG-Céram-69.....	280
Tableau 38.	Résultats des analyses EDS sur le tesson JVP-VG-Céram-04.....	281
Tableau 39.	Résultats des analyses EDS sur les tessons JVP-VG-Céram-50 et JVP-VG-Céram-51.....	282
Tableau 40.	Résultats des analyses EDS sur le tesson JVP-VG-Céram-41.....	286

Tableau 41.	Analyse EDS d'un grain de monazite sur le tesson JVP-VG-Céram-49 .....	287
Tableau 42.	Résultats des analyses EDS sur le tesson JVP-VG-Céram-67.....	288
Tableau 43.	Résultats des analyses EDS de grains et de l'inclusion rouge sur le tesson JVP-VG-Céram-68 .....	289
Tableau 44.	Résultats des analyses EDS sur le galet JVP-VG-Galet-58 .....	299
Tableau 45.	Échelle des temps géologiques – vue générale.....	336
Tableau 46.	Échelle des temps géologiques – Mésozoïque .....	337
Tableau 47.	Expérimentation – variable testée : géomatières.....	347
Tableau 49.	Expérimentation – variable testée : adjuvant pour la réduction en poudre.....	348
Tableau 48.	Expérimentation – variable testée : granulométrie de support gréseux .....	348
Tableau 50.	Expérimentation – variable testée : raclage .....	348
Tableau 51.	Expérimentation – variable testée : état hydrique et préparation du bloc de bauxite .....	349
Tableau 53.	Expérimentation – variable testée : geste .....	350
Tableau 54.	Expérimentation – variable testée : adjuvant pour l'interaction céramique-matière colorante .....	350
Tableau 52.	Expérimentation – variable testée : action technique associant céramique et matière colorante.....	350
Tableau 55.	Inventaire des blocs de matière première de Pendimoun (CD) .....	361
Tableau 56.	Inventaire des blocs de matière première de Giribaldi (CD) .....	361
Tableau 57.	Inventaire des restes incohérents sur support céramique de Giribaldi (CD) .....	361
Tableau 58.	Inventaire des restes incohérents sur galets à usure distale de Giribaldi (CD).....	361
Tableau 59.	Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des blocs de matière première de Pendimoun (CD).....	369
Tableau 60.	Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus du vase 44 de Pendimoun (CD) .....	369
Tableau 61.	Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus du vase 6 de Pendimoun (CD) .....	369
Tableau 62.	Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus du « vase rouge » de Pendimoun (CD).....	369
Tableau 63.	Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des blocs de matière première de Giribaldi (CD).....	369
Tableau 64.	Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus sur le fragment d'outil JVP-VG-céram-31 (CD) .....	369
Tableau 65.	Résultats des analyses élémentaires MEB-EDS des résidus du tesson JVP-VG-céram-63 (CD).....	369
Tableau 66.	Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman des résidus du « masque » de Pendimoun (CD).....	373
Tableau 67.	Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman des blocs de matière première, des résidus sur céramique et du cylindre de Pendimoun (CD).....	373
Tableau 68.	Résultats des analyses structurales par microspectroscopie Raman des blocs de matière première et des résidus sur céramique de Giribaldi (CD).....	373

# Résumé

Les matières colorantes minérales sont dotées de propriétés physico-chimiques variées : teinte, pouvoir colorant et couvrant, pouvoir asséchant, pouvoir abrasif. En regard de la kyrielle d'usages décrits par l'ethnographie et par l'archéologie du Paléolithique, les connaissances relatives aux systèmes socio-économiques, techniques et symboliques de ce type de vestige restent lacunaires pour les premières sociétés agro-pastorales.

Ce travail a été entrepris dans le but de déterminer les chaînes opératoires des matières colorantes néolithiques et de les intégrer dans une dynamique chrono-culturelle, à partir de deux sites-clés de l'arc liguro-provençal : Castellar – Pendimoun, site en abri sous roche occupé sans interruption majeure de l'Impressa aux premières phases VBQ (5750-4900 cal. BCE) et Nice – Giribaldi, habitat de plein air relevant des premiers aspects de la culture chasséenne (4550-4050 cal. BCE).

L'approche retenue combine les méthodes des archéosciences (expérimentation, tracéologie), des géosciences (prospection, pétrographie) et des sciences des matériaux (MEB, MEB-EDS, DRX, spectroscopie Raman). Des prospections ont permis d'apprécier le potentiel économique de la région et de constituer un référentiel. Le bloc de matière première archéologique, document le plus riche en informations, a été placé au cœur de l'analyse et de la réflexion.

L'inventaire de l'ensemble des corpus révèle la prédominance des blocs de matière première sur les autres vestiges : chaque site livre plusieurs centaines d'individus pour quelques dizaines d'outils et d'objets colorés. Les oxy(hydroxy)des de fer, sous forme de goethite jaune et d'hématite rouge sont quasiment les seuls minéraux pigmentaires exploités. Ils proviennent cependant de nombreux types de roches : divers faciès d'altérites de roche glauconieuse, oolithes ferrugineuses, marcassites oxydées, grès psammitiques ou encore bauxites allochtones ou parallochtones.

L'étude technoéconomique montre des situations contrastées. Pendimoun voit, tout au long du VI<sup>e</sup> millénaire BCE, l'exploitation de trois roches locales aux caractéristiques physico-chimiques variées, traitées selon des schémas simples similaires pour fournir des produits adaptés à tous les besoins : hématite ou goethite, en quantité pour un usage technique ou de granulométrie fine pour exploiter les propriétés colorantes. Giribaldi est le siège d'une gestion dichotomique, où des matières colorantes locales préparées comme celles de Pendimoun, côtoient des matières exogènes (grès psammitiques, bauxites), traitées à travers des actions spécifiques adaptées à leur cohérence : les psammites tendres ont pu être simplement frottées sur les supports ; les bauxites et le bloc d'oolithes ont été abrasés sur des meules. Par ailleurs, les bauxites se substituent progressivement aux autres matières premières au cours du Chasséen ancien.

Enfin, de nombreux aspects symboliques ont été mis en évidence et caractérisés. Au cours de l'Impressa, un bloc calcaire est sculpté et peint pour représenter un visage, selon une tradition peut-être héritée de pratiques proche-orientales. Au Cardial, la teinte rouge est associée à la sphère funéraire. À partir de la phase VBQ, le principal usage documenté est la coloration de productions céramiques techniquement très investies et vraisemblablement dédiées à des pratiques sociales particulières ; cette coloration est appliquée par incrustation de poudre durant les VBQ à Pendimoun et par peintures rouges ou noires et par incrustations blanches au Chasséen ancien à Giribaldi.



# Abstract

Mineral colouring materials have various physico-chemical properties: colour, colouring and siccative power, abrasive power, etc. Ethnographical and Paleolithic archaeology have documented several uses, but very little is known about the socio-economical, technical and symbolical systems associated to this type of vestige for first agro-pastoral communities.

The aim of this research was to determine the “chaînes opératoires” of colouring materials in the north-western Mediterranean region during the Early and Middle Neolithic and to integrate them in a chrono-cultural framework. Two major archaeological sites were selected: Castellar – Pendimoun, a rock-shelter occupied by Impressa, Cardial and SMP groups (Early and first middle Neolithic: 5750-4900 cal. BCE) and Nice – Giribaldi, an open-air site related to the Pre-Chassey and Chassey culture (Middle Neolithic: 4550-4050 cal. BCE).

The approach adopted combines archaeoscience (experimentation, use-wear analysis), geoscience (survey, petrography) and material science (SEM, SEM-EDS, XRD, and Raman spectroscopy) methods. Geological surveys allowed for the creation of a reference collection with a wide range of raw colouring materials, highlighting the economic potential of the region. The raw material piece itself, the most informative and useful archive in the archaeological corpus, was placed at the center of our analysis and reflexion.

Based on the inventory of the archaeological series studied, raw pieces outnumbered other types of colouring vestiges. While only a few tools and coloured objects were recovered at each site, a few hundred of raw fragments were discovered. Exploited pigments are exclusively ferruginous oxi(hydroxi)des: yellow goethite and red hematite. However, they originate from numerous types of rocks: various weathered glauconitic rocks, oolitic iron stones, oxidized marcasite nodules, psammitic sandstones, parallochtonous and allochtonous bauxites.

The techno-economic analysis reveals contrasting situations. At Pendimoun, three local colouring materials, presenting various physico-chemical properties, were used during the VI<sup>th</sup> millennium BCE. They were processed identically according to simple schemes in order to provide a wide range of products: goethite or hematite, in quantities for utilitarian needs or in fine powder for colouring purposes. Giribaldi witnessed a dichotomous management. Some local geomaterials (weathered glauconite) were crafted similarly to the ones in Pendimoun but exogenous rocks (psammitic sandstones, bauxites and maybe OIS) were also specifically processed depending on their cohesion: sandstones may have been crushed or rubbed, bauxites and OIS were ground. Furthermore, this overview is not diachronically uniform as bauxites progressively replaced other raw materials during Early Chassey stages.

Last, several symbolical aspects have been brought to light and characterized. During the Impressa, a calcareous block was carved and painted in red and yellow to portray an anthropomorphic “mask”. During the Cardial phase, the colour red is associated with funeral activities. Starting at the SMP phases, the main use of color is aimed at the colouring of ceramics, the latter probably dedicated to specific social activities as suggested by the technical investment involved: red powder incrustation in ceramic (Pendimoun, SMP stages) and then by white powder incrustation in engraved decor, black and red painting (Giribaldi, Proto-Chassey and Early Chassey stages).

# Riassunto

Le materie coloranti minerali sono dotate di diverse proprietà fisico-chimiche: tinta, potere colorante e coprente, potere essiccativo, potere abrasivo. Sulla base della lista degli usi descritti dall'etnografia e dall'archeologia del Paleolitico, le conoscenze relative ai sistemi socio-economici, tecnici e simbolici di questo tipo di reperti restano lacunari per le prime società di agro-pastori.

Questo lavoro è stato intrapreso con lo scopo di determinare le catene operative delle materie coloranti neolitiche e di integrarle alle dinamiche crono-culturali, a partire da due siti chiave dell'arco ligure-provenzale: Castellar – Pendimoun, sito in un riparo sotto roccia occupato senza grandi interruzioni dall'Impressa alle prime fasi VBQ (5750-4900 cal. BCE) e Nice – Giribaldi, abitato all'aperto caratterizzato dai primi aspetti della Cultura chasseana (4550-4050 cal. BCE).

La metodologia applicata combina gli approcci delle archeoscienze, delle geoscienze e delle scienze dei materiali. Delle prospezioni hanno permesso di apprezzare il potenziale economico della regione e di costituire un referenziale. I blocchi di materia prima provenienti dai contesti archeologici, in quanto documenti più ricchi di informazioni, sono stati messi al centro dell'analisi e della riflessione.

L'inventario dell'insieme dei materiali rivela infatti, la predominanza dei blocchi di materia prima sulle altre vestigia: ogni sito ha lasciato diverse centinaia di blocchi per qualche decina di strumenti e oggetti colorati. Gli ossidi (idrossidi) di ferro, sotto forma di geotite gialla e di ematite rossa sono quasi i soli minerali coloranti sfruttati. Ciononostante, questi minerali provengono da diversi tipi di rocce: diversi stati di alterazione di rocce glauconiose, ooliti ferruginose, marcassiti ossidate, arenarie psammitiche o ancora bauxiti alloctone o paralloctone.

Lo studio tecno-economico mostra delle situazioni contrastanti. Pendimoun vede, durante il VI millennio BCE, lo sfruttamento di tre rocce locali dalle caratteristiche fisico-chimiche varie, trattate secondo schemi semplici, per fornire dei prodotti adatti a tutti i bisogni: ematite o geotite, in quantità per un uso tecnico o di granulometria fine per sfruttarne le proprietà coloranti. Giribaldi è la sede di una gestione dicotomica, dove delle materie coloranti locali preparate come quelle di Pendimoun, affiancano delle materie esogene (arenarie psammitiche, bauxiti), trattate attraverso delle azioni specifiche adattate alla loro consistenza: le psammitiche tenere sono state semplicemente strofinate sui supporti; le bauxiti sono state abrase sulle macine. Inoltre le bauxiti si sostituiscono progressivamente alle altre materie prime durante lo Chasseano antico.

Infine, numerosi aspetti simbolici sono stati messi in evidenza e caratterizzati. Durante l'Impressa, un blocco di calcare è stato scolpito e dipinto per rappresentare un viso, forse secondo una tradizione ereditata da pratiche del vicino oriente. Nel Cardiale, la tinta rossa è associata alla sfera funeraria. A partire dalla fase VBQ, il principale uso documentato è la colorazione di prodotti ceramici tecnicamente molto investiti e verosimilmente dedicati a delle pratiche sociali particolari; questa colorazione è applicata da incrostazioni di polvere durante il VBQ a Pendimoun e attraverso pitture rosse o nere e incrostazioni bianche durante lo Chasseano antico a Giribaldi.

