

Les rhyolites permo-triasiques et autres roches du massif de l'Estérel (Var et Alpes-Maritimes, France). Une source d'approvisionnement en matière première d'origine volcanique au Paléolithique ancien et moyen.

Laurence LASSALLE
laurence.lassalle@free.fr



Fig. 1. L'arc liguro-provençal et le massif de l'Estérel (*Sémhur/Wikimédia Commons modifié*)

1. Contexte archéologique

L'arc liguro-provençal, tel que défini dans les actes de la journée de la Société Préhistorique Française de Nice (Tomasso *et al.*, 2016), est un vaste territoire qui s'étend depuis la basse vallée du Rhône jusqu'à la plaine du Pô. Cet espace contraint entre mer méditerranée et montagnes des Alpes représente tout au long de la préhistoire un couloir favorable au contact entre les groupes humains, à leur circulation et à leur implantation. Les ressources lithiques y sont abondantes et variées : silex de Provence occidentale et

des bassins tertiaires nord-varois, rhyolites de l'Estérel, quartz filonien des Maures et du Tanneron, quartzites et calcaires siliceux des terrasses alluviales du fleuve Var, microquartzite de la région de San Remo, silex d'Émilie-Romagne, jaspes des Apennins pour ne citer que les plus représentatives. En règle générale, ces roches font l'objet d'une exploitation par les populations du Paléolithique ancien et moyen à l'échelle locale, dans un rayon de 5/10 km autour des sites d'habitat, et d'un usage à moyenne distance, jusqu'à 30/40 km des gîtes de matière première, mais elles sont également à l'origine de transferts à longue distance (jusqu'à 200/250 km) dont il serait hasardeux d'interpréter les modalités. Le massif de l'Estérel situé en Provence orientale, à l'est du département du Var et à l'extrémité sud-ouest des Alpes-Maritimes, fait partie intégrante de ce couloir de circulation. Par le faible relief de ses collines et ses sommets facilement accessibles (point culminant : le mont Vinaigre, 618 m), il ne représente pas un obstacle aux déplacements le long de cet axe, bien au contraire. Les nombreux ruisseaux ouvrent des voies de cheminement aisées et les sommets rocheux constituent des repères très visibles dans le paysage. Les hauteurs offrent également la possibilité de bénéficier de larges points de vue dégagés sur la mer au sud et les contreforts des Alpes au nord, et d'embrasser parfois d'un seul regard l'ensemble du territoire environnant jusqu'à une centaine de kilomètres à la ronde. L'orientation s'en trouve par conséquent grandement facilitée. Ce massif, parcouru depuis le Paléolithique ancien, connaît une occupation récurrente principalement en station de plein air et dans une moindre mesure en grotte. Par sa nature volcanique, la roche de l'Estérel n'a pas subi d'altération karstique comme les calcaires des massifs du haut pays varois, des Alpes-Maritimes et de Monaco. Les cavités y sont donc généralement de petite taille et peu profondes, issues de diaclases érodées par des phénomènes cryoclastiques. Les implantations de plein air occupent souvent d'anciennes terrasses fluviales en bordure ou à l'intérieur du massif (Texier, 1972). Ces terrasses, accumulations de galets de différentes natures sur des épaisseurs plurimétriques, témoignent des variations climatiques et de la fluctuation du niveau des fleuves et des rivières au Quaternaire. Au cœur du massif, les gîtes de matière première sont également favorables à l'installation. La roche locale, la rhyolite, est largement représentée dans les assemblages lithiques des périodes anciennes. Elle est encore utilisée dans des proportions non négligeables au Paléolithique supérieur (Onorati *et al.*, 2008) et dans une moindre mesure au Néolithique. La rhyolite est considérée dans la littérature comme un très bon marqueur lithologique. En l'état actuel des connaissances, il faudrait toutefois relativiser ce postulat et prendre en considération que, d'une part des rhyolites se sont mises en place en dehors de l'Estérel (piton de Roque Rousse aux Arcs/Argens, filons intrusifs du massif des Maures), et d'autre part l'érosion du massif a poussé des galets de rhyolite sur plusieurs dizaines de kilomètres (galets du poulingue de Valensole et des conglomérats de Saint-Antonin) (Bordet, 1951). La découverte d'outils dans les fouilles de sites moustériens de la région permet donc de présumer la diffusion centrifuge de ce matériau, toujours en très faible quantité et sous forme de produit fini, à moyenne et longue dis-

tance. Pour autant, il est préférable de rester prudent quant à son attribution spatiale. La diversité des faciès de cette roche au sein de l'unité géologique de l'Estérel nécessite encore une étude approfondie ainsi que la création d'un référentiel lithologique qui devrait amener à localiser les gîtes et à déterminer la disponibilité de tous les types de rhyolite utilisés par les artisans paléolithiques. L'observation de la composition du corpus de chaque site est une base de recherche élémentaire. Il est inutile de recenser les roches qui n'ont pas été sélectionnées par les préhistoriques. La mise en corrélation des produits de l'ensemble de la chaîne opératoire avec le référentiel permettrait de caractériser les déplacements des groupes à travers le massif, d'apprécier leur mode de gestion de cette ressource, d'identifier les choix qui ont été opérés pour sélectionner les roches les plus aptes à la mise en œuvre de différentes méthodes d'exploitation et de prendre toute la mesure du degré de finesse de leur connaissance du territoire.

L'étude archéologique du massif de l'Estérel, pour les périodes les plus anciennes, pose cependant plusieurs problèmes. Tout d'abord, le nombre de grottes et abris pouvant accueillir l'habitat est restreint. À l'heure actuelle, seulement deux grottes ont donné des séquences stratigraphiques attribuables au Paléolithique moyen. La première présente un faible niveau de 3 m² d'extension (Onoratini, 1986), et de la seconde nous ne savons que très peu de choses car les recherches n'ont pas été publiées. De plus, certaines grottes fouillées de façon très favorable pour les périodes du Paléolithique supérieur n'ont donné aucun niveau plus ancien, ce qui limite encore le potentiel. D'autre part, le massif étant un espace naturel préservé, peu de travaux de construction ou d'aménagement ont permis de révéler des sites. Les travaux agricoles et sylvicoles ont mis au jour de nombreux artefacts lithiques mais dans des contextes stratigraphiques complètement bouleversés par les labours et bien souvent les outils de différentes périodes se trouvent mélangés. L'acidité des sols ne permet pas la conservation des matières organiques dans les sites de plein air comme dans les couches les plus anciennes en grotte. Les ossements, charbons de bois et autres restes organiques ne nous sont pas parvenus. Dans la majeure partie du massif, les niveaux permians affleurent et les vestiges archéologiques reposent en surface, posés à même le sol, tels qu'ils ont été abandonnés par les Préhistoriques. Dans ces conditions et en l'absence de toute stratigraphie, une chronologie relative est malheureusement impossible. En ce qui concerne la plaine de l'Argens, elle a subi à l'Holocène de nombreuses variations, creusements puis accumulation de sédiments, dues à une importante transgression marine post-glaciaire et à la progradation alluviale qui s'en est suivie (Dubar, 2004). Les éventuels niveaux archéologiques y sont donc soit détruits par l'érosion, soit très profondément enfouis. Enfin, la rhyolite n'a pas suscité beaucoup d'enthousiasme chez les préhistoriens et les publications sont peu nombreuses. Cette roche a parfois été considérée comme un matériau de mauvaise qualité ayant servi de substitut de fortune dans une zone totalement dépourvue de silex. Mais cet a priori est-il le reflet de la réalité ? L'utilisation systématique de la rhyolite pendant des centaines de milliers d'années pour le façonnage comme pour le débitage, suivant des méthodes de taille variées, n'est-elle

pas un élément de preuve que cette matière première présente au contraire une très grande aptitude à répondre aux nécessités techniques attendues par les artisans préhistoriques ? Il semblerait que les difficultés d'appréciation proviennent plutôt d'une méconnaissance du matériau ainsi que d'une vision moderne qui repose sur des standards qualitatifs et esthétiques en grande partie étrangers aux mondes anciens. L'aspect terne et grenu de certaines rhyolites, la discrétion des stigmates de taille, la rareté de la retouche, la fréquence des accidents de taille de type Siret (fracture accidentelle de l'éclat lors du débitage) sont autant de facteurs qui, comme ce fut longtemps le cas pour le quartz et le quartzite, ne valorisent pas le jugement que l'on porte sur cette roche. Ne faudrait-il pas plutôt considérer que les difficultés engendrées par les propriétés mécaniques de la matière sont aujourd'hui pour nous une chance d'apprécier toute l'ingéniosité, l'adaptabilité et la grande maîtrise qui ont été nécessaires aux tailleurs paléolithiques pour parvenir à les surmonter durablement ?

Sans perdre l'espoir de nouvelles découvertes en stratigraphie, il semble important aujourd'hui de concentrer les efforts sur les données disponibles car beaucoup d'informations sont encore exploitables, non seulement à partir du matériel présent dans les collections mais aussi au travers de la localisation et de l'échantillonnage des gîtes sur le terrain. Certains sites ayant fait l'objet de ramassages de surface très fructueux, un référentiel lithologique permettrait d'engager ou de reprendre une étude d'un double point de vue, technologique et pétroarchéologique. Mais pour l'heure, nous allons tenter de synthétiser les données archéologiques publiées à ce jour afin de faire le point sur les connaissances et d'inventorier les différents faciès rocheux de l'Estérel (rhyolites et autres) sélectionnés par les Préhistoriques pour la confection de leur outillage. L'approche géologique est la clé de la prospection archéologique de l'Estérel pour les périodes anciennes. C'est un préalable indispensable à la lecture du paysage minéral. La compréhension de la mise en place des différents lithotypes facilite leur localisation sur le terrain. Certains niveaux constituent de véritables gîtes de matière première et les Préhistoriques ont puisé dans ces réserves pour satisfaire des besoins commandés par leurs activités de subsistance quotidiennes. Les premières phases de la chaîne opératoire, acquisition, test, épannelage des blocs, première mise en forme des nucléus, parfois initialisation de la séquence de production, sont mises en œuvre *in situ*. Les produits issus des activités préparatoires sont abandonnés sur place et témoignent aujourd'hui de l'exploitation ciblée de certains géomatériaux au profil bien caractéristique. Les blocs préparés et nucléus sont emportés sur les lieux d'habitat.

2. Cadre géologique

L'Estérel est un ensemble volcano-sédimentaire dont la genèse recouvre une partie du Permien et le début du Trias. Il est formé par l'empilement, dans un bassin d'effondrement appelé « rift » ou « graben », de niveaux de sédiments détritiques continentaux (pélites, psammites, tufogrès, grès et arkoses, grès et arkoses conglomératiques, conglomérats, brèches de pente),

de niveaux de pyroclastites acides ou basiques (tufs volcaniques, tuffites et cinérites), de niveaux de roches volcaniques acides (rhyolites) et de niveaux de roches volcaniques basiques (dolérite, hawaiiite et mugéarite).

Pour une description précise de chaque type de roche et de leur mise en place, se référer à l'article « Le volcanisme permo-triasique du massif de l'Estérel (Var et Alpes-Maritimes, France). Mise en place des rhyolites et autres roches d'origine volcanique et sédimentaire en contexte distensif post-orogénique varisque » (Lassalle, 2022). Pour leur localisation, consulter la carte géologique du BRGM, feuille de Fréjus-Cannes.

La nomenclature que nous utiliserons est celle établie par Marc Boucarut (1971). Nous précisons pour chaque type de roche la correspondance avec la nomenclature de la carte géologique. Les niveaux sédimentaires ne sont pas individualisés sur la carte, ils sont regroupés par formations : Ambon (rAm), Bayonne (rBa), Pradineaux (rPx), Mitau (rMi), Muy (rMy). Ils seront donc désignés selon la nomenclature de la coupe stratigraphique de Marc Boucarut et rapportés à leur formation. Les roches abordées maintenant sont susceptibles d'avoir été sélectionnées par les artisans préhistoriques.

2.1. Les rhyolites

Les rhyolites de l'Estérel sont des roches magmatiques isotropes à structure microlitique composées principalement de silice recristallisée (SiO_2) et de phénocristaux de quartz et de feldspath potassique issus d'une cristallisation précoce. Ces roches, que l'on nomme siliceuses ou acides en raison d'un pourcentage exprimé en masse de SiO_2 supérieur ou égal à 63%, possèdent une grande variabilité de textures. À l'observation macroscopique, certaines ont un grain très grossier, d'autres un grain très fin, propriétés en lien avec l'abondance (texture porphyrique) ou la quasi-absence (texture aphyrique) de phénocristaux de quartz et de feldspath potassique de type sanidine. La gamme chromatique se décline d'une teinte jaune pâle à un rouge-orangé, d'un mauve clair à un violet foncé et comprend plus rarement quelques nuances de vert ou de bleu. Les caractéristiques de texture et de couleur tiennent au mode de mise en place ignimbritique ou fluidal des émissions, aux variations des propriétés physico-chimiques lors de la remontée du magma (rapidité, pression, teneur en eau), aux conditions et à la durée du refroidissement, à la position dans la coulée (toit, mur, partie centrale) et au degré d'altération de la roche.

Les rhyolites sont issues de deux processus de mise en place bien distincts et évolutifs correspondants à deux phases principales, la phase non dégazée et la phase dégazée. Les émissions se succèdent donc selon deux modes, le processus ignimbritique violent et explosif provenant de failles et le processus fluidal effusif provenant de dykes.

Les rhyolites ignimbritiques, A2 (2p), A3 (2p), A4 (2p), A5 (5p), A7 (7p), A10 (10p), sont issues de coulées pyroclastiques riches en gaz (principalement de la vapeur d'eau) qui empruntent le chemin des failles de l'encaissant fracturé

par la tectonique et s'épanchent par débordement à la façon d'une mousse de lait (Boucarut, 1971). La roche à structure vitroclastique contient une proportion variable (10 à 50 %) de phénocristaux de quartz et de feldspath potassique de type sanidine. Les faciès porphyriques A5 (5p) et A7 (7p) sont les plus emblématiques du massif. Ils contiennent 30 à 50 % de phénocristaux.



1. Rhyolite A5 (5p). Photo L. Lassalle



2. Rhyolite A7 (7p). Photo L. Lassalle

Certaines rhyolites ignimbritiques, A2 (2p), A3 (2p), A4 (2p), de couleur violette et moins riches en phénocristaux (10 à 15 %), contiennent des macroflammes rouges. Les coulées de faible puissance se mettent en place à partir de failles bordières localisées au nord du graben. Elles sont d'un point de vue volumétrique peu importantes mais leur texture confère à ces roches de bonnes aptitudes à la taille, caractéristiques particulièrement intéressantes pour la pétroarchéologie. Les rhyolites ignimbritiques flammées sont également représentées sous forme de nombreux filons qui ne sont pas répertoriés sur la carte géologique. Les filons ont donné de très petites coulées rapidement démantelées par l'érosion permienne. Les blocs issus de ce démantèlement reposent en surface et forment des conglomérats ou sont repris dans des niveaux détritiques comme les arkoses conglomératiques des niveaux 6 (rAm), 7b (rBa) et 8d (rPx) et les tufogrès 7a (rBa) et 8a (rPx). Nous leur donnerons le nom de « **filonienne flammée** ». La roche est aphyrique, de couleur brune, mauve, violette et/ou orange, les flammes sont généralement rouges. Sa texture très fine lui confère de bonnes aptitudes à la taille. Les pipernos du niveau A10 (10p) (roche contenant plus de 50% de macro-



3 - 4. Blocs de rhyolite ignimbritique filonienne flammée, Estérel oriental. Photos L. Lassalle

flammes claires), constituent la base de quelques appareils. Ils participent à la phase de dégazage préalable à certaines coulées de fluidales A11 (11p).

Les rhyolites flammées issues des coulées comme des filons sont reprises sous forme de galets dans les terrasses fluviales.

Les rhyolites fluidales, A9 (9p), A11 (11p), A12 (11p), sont issues d'épanchements magmatiques d'une lave dégazée riche en silice et très visqueuse. Elles se mettent en place sous forme de protrusion, de dôme ou de dôme-coulée. Leur extension est limitée à la partie orientale du massif. D'importantes fractures tectoniques sont à l'origine des centres éruptifs (Crévola, 1971). Les rhyolites fluidales sont aphyriques, elles contiennent peu de phénocristaux de quartz et de feldspath de type sanidine (2 à 15 %). La roche présente souvent un aspect terne, rugueux, un débit en plaquettes et des turbulences au toit du dôme ou de la coulée mais elle peut aussi se montrer très compacte et massive dans sa partie centrale. La fluidalité est marquée par une stratification dont les alignements suivent le sens de l'écoulement du magma. Ces litages sont dus à une alternance de zones millimétriques constituées, les unes de sphérolites d'orthose, les autres de quartz en damier (Rossier, 2020). À la coulée A11 (11p), (photo 5), on peut associer des enclaves de **jaspe volcanique** totalement aphyrique, à structure microcristalline, de couleur crème, beige, jaune moutarde, marron, rouge ou verte (photo 6).

La rhyolite A1 (1p) est tout à fait singulière. Elle représente la première coulée acide du massif. Elle est considérée comme une fluidale par Marc Boucarut en raison de sa structure non vitroclastique. Le magma est cependant suffisamment riche en gaz et fluide pour s'épancher de façon plus importante que les coulées classiques. La roche aphyrique de couleur gris-mauve contient des macro-flammes roses. Sa texture très fine lui confère de bonnes aptitudes à la taille. La rhyolite flammée A1 (1p) est elle aussi reprise sous forme de galets dans les terrasses fluviales.



5. Rhyolite A11 (11p) du Défens.
Photo L. Lassalle.



6. Jaspes associés aux coulées de A11 (11p).
Photo L. Lassalle.

Les rhyolites bréchiques A6 (6p) et A8 (8p) représentent un terme de passage entre les rhyolites ignimbritiques et les rhyolites fluidales. Elles sont caractérisées par la diminution progressive de la teneur en phénocristaux en

même temps que s'estompe la structure d'agglomérat. Elles sont alimentées par des filons sub-verticaux qui se localisent tous à la périphérie du volcan de Maure Vieil (Boucarut, 1971).

2.2. Les roches volcano-sédimentaires et détritiques

Les **tufs et tuffites** (pyroclastites) proviennent de l'accumulation de projections volcaniques de taille millimétrique. Ces roches conservent parfois une forme meuble mais sont le plus souvent consolidées par diagenèse. Elles sont acides ou basiques selon le type de volcanisme qui les a émises. Les tuffites sont des tufs remaniés sédimentés en milieu aquatique. Elles présentent souvent une couleur verte qui témoigne de la réduction du fer en milieu confiné anaérobie, alors que les tufs aériens sont généralement roses (fer oxydé).

Les roches sédimentaires détritiques de l'Estérel sont variées. Elles proviennent d'apports éoliens, d'apports fluviaux ou de la décomposition des couches supérieures de certaines coulées ignimbritiques. Elles résultent de l'érosion des différents niveaux volcaniques du massif mais également du démantèlement du socle cristallophyllien. Elles ont pu se constituer en milieu aérien comme en milieu lacustre (Boucarut, 1971). Les niveaux susceptibles de contenir des blocs sélectionnés par les Préhistoriques (filonienne flammée ou fluidale) sont :

- Les conglomérats résultant de l'accumulation de débris et galets provenant de l'érosion des coulées successives.
- Les arkoses conglomératiques, roches gréseuses constituées d'éléments détritiques, (quartz, feldspath alcalin), de galets de nature et de taille variables et d'un ciment siliceux peu abondant.
- Les tufogrès constitués d'éléments fins provenant de la décomposition des ignimbrites A5 (5p) et A7 (7p) qu'ils surmontent, ainsi que d'apports éoliens provenant du socle (gneiss, micaschistes, muscovite). Ils sont de couleur verte en raison de la présence de chlorite dans le ciment.

Certains niveaux comme les conglomérats de la séquence de base, les arkoses conglomératiques et les terrasses fluviales, peuvent contenir des éléments de socle. Ce sont des blocs ou des galets de gneiss et de **quartz filonien** de faibles dimensions. Ils proviennent du démantèlement du socle cristallophyllien (Tanneron) au cours de périodes d'intense érosion.

2.3. Les roches basiques

Les roches volcaniques basiques sont représentées principalement par la **dolérite** et la **mugéarite**, qui sont des basaltes évolués. La dolérite se met en place sous forme de filons (1 à 6F) dans l'Estérel oriental et de coulées (1δ) dans l'Estérel occidental. Les coulées de mugéarite B2 (2αM) et B3 (3αM) sont plus volumineuses. La roche est de couleur grise, anthracite ou gris-beige. Elle présente une structure microlitique et contient des phénocristaux de feldspath plagioclase, d'olivine et de pyroxène. Au toit et au mur, la texture peut être vacuolaire et scoriacée.

2.4. L'estérellite

Enfin, parmi les roches de l'Estérel, une seule n'appartient pas à la phase du volcanisme permien décrite précédemment, c'est l'**estérellite** (ε). Anciennement nommée « porphyre bleu de l'Estérel », elle se met en place au Tertiaire (période Éocène/Oligocène) par le jeu de mouvements tectoniques. Elle est issue d'un phénomène plutonique, magmatisme non effusif au cours duquel la roche en fusion s'insère par pression dans les accidents de l'encaissant permien mais ne s'épanche pas. Elle s'accumule sous forme de laccolites, proche de la surface. Sa texture microgrenue porphyrique indique que la cristallisation a eu le temps de se développer au cours d'un lent refroidissement. Elle est de couleur bleu-gris et contient des phénocristaux de quartz, de feldspath de type plagioclases zonés, de biotite et d'amphibole.

3. L'exploitation des rhyolites et autres roches de l'Estérel au Paléolithique ancien et moyen

Tous les sites du Paléolithique ancien et moyen de l'Estérel, qu'ils soient installés en périphérie ou à l'intérieur du massif, ont livré une industrie majoritairement à quasi exclusivement issue de l'exploitation de la rhyolite. Toutefois, en l'absence d'étude pétroarchéologique, la gestion de la ressource est difficile à appréhender et il est impossible d'évaluer, pour chaque période, si une exploitation des roches présentes dans l'environnement immédiat de l'habitat, en position primaire ou secondaire (galets des terrasses fluviales), l'emporte sur un approvisionnement plus éloigné. Il serait donc intéressant d'observer les collections pour tenter de définir les stratégies adoptées face à la diversité des faciès disponibles et de s'appuyer sur cette observation pour orienter la recherche des gîtes primaires. De plus, la comparaison des roches utilisées pour les différentes méthodes de débitage ainsi que pour le façonnage peut amener un éclairage nouveau sur d'éventuels comportements spécifiques. En l'état actuel des connaissances, beaucoup de questions demeurent. Les rhyolites ignimbritiques A5 (5p) et A7 (7p) ont-elles été exploitées ? Les rhyolites fluidales que l'on trouve uniquement dans l'Estérel oriental sont-elles représentées dans l'industrie des sites de l'Estérel occidental ? Quels sont les types de rhyolites fluidales qui ont été utilisés ? Les rhyolites flammées sont-elles surreprésentées dans les assemblages ? Il conviendrait également d'échantillonner les quelques rhyolites fluidales primaires qui se sont mises en place en dehors de l'Estérel (filons intrusifs du massif des Maures et piton de Roque Rousse aux Arcs/Argens) afin de mieux repérer leur éventuelle exploitation et leur diffusion.

Une approche expérimentale de la taille ne semble pas justifiée dans le cadre de la recherche pétroarchéologique. Le comportement des artisans paléolithiques résultant de savoir-faire ancestraux et d'une parfaite connaissance des matières premières, il est inutile de tenter de déterminer quelles sont les roches qui offrent la meilleure réponse à la taille puisqu'ils l'ont déjà fait avant nous. L'expérimentation pourrait toutefois donner l'avantage d'observer, d'une part la réaction du matériau aux différentes techniques de percussion,

et d'autre part les particularités spécifiques à cette roche dans la propagation de l'onde de choc, ceci afin de comprendre les choix adaptatifs qui ont pu être opérés dans les gestes techniques. Les stigmates de taille sur rhyolite sont généralement diffus et très différents de ceux que l'on peut observer sur silex. Ils sont également variables d'une rhyolite à l'autre, parfois d'un bloc à l'autre sur une même rhyolite. Le bulbe de percussion est souvent absent. La face inférieure de l'éclat peut être totalement plane, voire concave. Sa partie distale présente parfois un bourrelet (charnière). Les accidents de type Siret sont fréquents. Pour autant, un large panel de méthodes de taille est représenté dans les assemblages et le débitage Levallois ne fait pas défaut. Il semble qu'il soit parfaitement maîtrisé (Texier, 1986). Les caractéristiques intrinsèques de la roche ne seraient donc pas un obstacle à son exploitation récurrente, quand bien même par les biais les plus contraignants.

3.1. Le Paléolithique ancien

Certaines stations du Paléolithique ancien sont découvertes fortuitement par des archéologues amateurs dans les années 60, 70 et 80 (cités par Gagnière, 1970 ; Texier, 1972 ; Lumley-Woodyear, 1976 ; Courtin, 1984). Ce sont les stations de Camp Vidal à Puget-sur-Argens, des gorges du Blavet sur la commune de Bagnols-en-Forêt, des environs du mont Vinaigre à Fréjus et des Adrets. Les stations de Cabran à Puget-sur-Argens, les Salles, Cure Béasse, la Palud, la Tour de Mare et Sainte Brigitte à Fréjus sont repérées par Pierre-Jean Texier lors des campagnes de prospection qu'il mène parallèlement à la rédaction de sa thèse de doctorat en 1972 (Texier, 1972). Les sites, uniquement de plein air, occupent principalement des terrasses alluviales déposées par l'Argens, le Reyran, l'Agay et leurs tributaires tout au long du Quaternaire, en bordure comme à l'intérieur du massif. Les industries s'y développent majoritairement au dépend de la rhyolite. Les autres géomatériaux locaux sont rares (estérellite), des matériaux exogènes (silex, quartz filonien) ou prélevés en position secondaire sur les terrasses (quartz filonien) sont également représentés mais de façon plus discrète. La nature des roches exploitées n'ayant pas été étudiée, les lieux et modes d'acquisition de la matière première sont actuellement inconnus. Il est fort possible que les galets présents sur les terrasses aient été la principale source d'approvisionnement, mais les dimensions de certains bifaces laissent envisager des collectes d'origines différentes (Texier, 1972).

Les terrasses de l'Argens s'étagent sur plusieurs niveaux altimétriques, principalement en rive gauche. Elles sont datées de façon relative, le niveau le plus ancien étant le plus éloigné et le plus élevé par rapport au niveau actuel du fleuve. Le niveau de 5 m, le plus récent, n'a donné aucun matériel archéologique. Il daterait du Würm ancien. Le niveau de 15 m, daté du Riss, a donné deux stations (les Salles et la Palud). Le niveau de 30 m, daté du Mindel, a donné trois stations (Cure Béasse, Camp Vidal et Cabran). C'est dans ce niveau que la plus grande partie de l'outillage a été découverte (Texier, 1972). Les terrasses du Reyran subsistent uniquement sur le niveau de 15 mètres et

sont datées du Riss comme celles de l'Argens. Elles ont donné deux stations (Sainte Brigitte et la Tour de Mare) (Texier, 1972). Aucun site n'a été fouillé. Les outils, mis au jour par les activités agricoles ou par des coupes ouvertes lors de travaux d'aménagement, ont fait l'objet de ramassage par prospection.

Les bifaces découverts sur les terrasses sont peu nombreux (n=11) mais témoignent d'une occupation récurrente du massif à l'Acheuléen. Ils sont isolés aux Adrets (Fig. 2, trouvaille F. Ballestra), au mont Vinaigre et à Cabran, groupés aux Salles (n=3) et à Camp Vidal (n=5). Ils sont façonnés au percuteur dur dans une rhyolite à grain grossier (Camp Vidal n=2) ou à grain fin (Camp Vidal n=1, Cabran n=1, les Adrets n=1), exceptionnellement à partir de quartz filonien (Camp Vidal n=2). Ils sont généralement de grande taille et de forme lancéolée. Un pic à bords retouchés en rhyolite est découvert par Alain Raux sur une petite terrasse dominant les gorges du Blavet (Fig. 3). L'outil, de dimensions imposantes, est façonné au percuteur dur par de grands enlèvements creux sur une face, avec reprise plus fine des bords en partie distale. Deux autres surfaces adjacentes présentent de larges plages naturelles interrompues par un unique enlèvement court en partie distale. À Camp Vidal, un grand éclat de quartz filonien prélevé dans les Maures ou le Tanneron et probablement destiné au façonnage d'un biface est également à signaler.

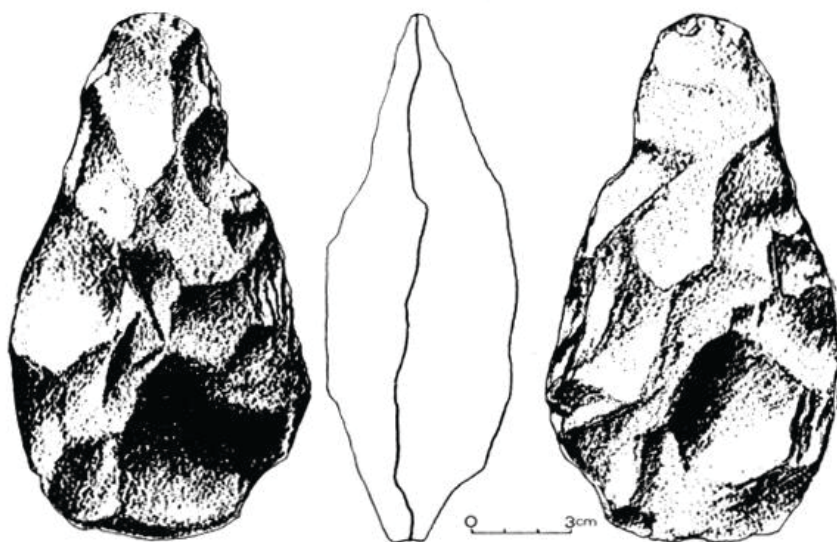


Fig. 2. Biface des Adrets en rhyolite, prospections François Ballestra (Courtin, 1986)

Les éclats sont regroupés en deux séries en fonction de leur état physique (série roulée et non roulée). Les séries roulées, contemporaines de la mise en place des terrasses, sont datées de l'Acheuléen moyen. Elles comprennent des éclats Levallois et non Levallois, des nucléus Levallois, Discoïdes et à enlèvements unipolaires. Le tout est débité sur rhyolite. C'est à ces séries que sont rattachés les bifaces des Salles et de Cabran.

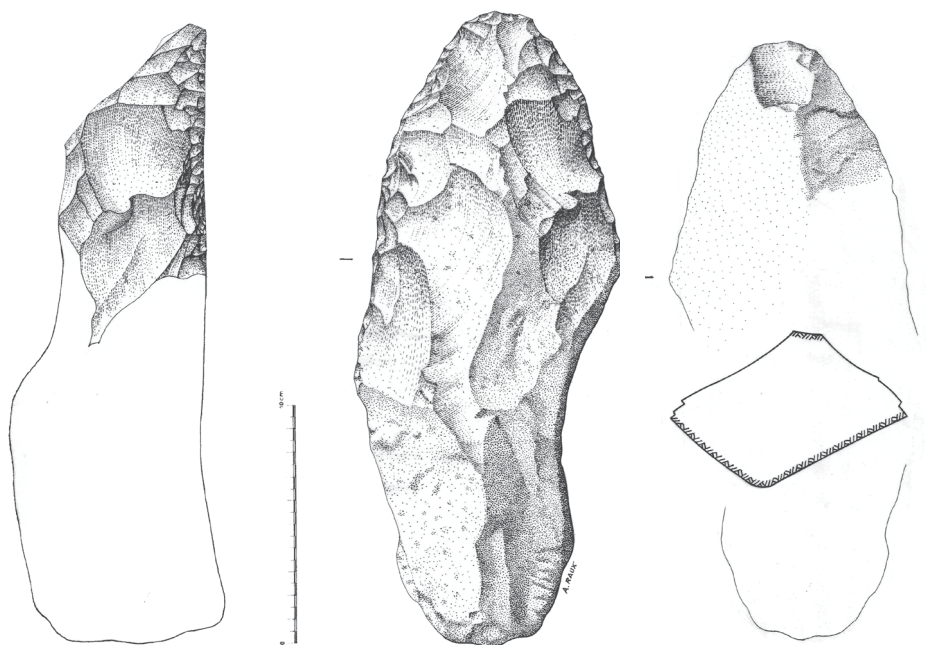


Fig. 3. Pic à bords retouchés des gorges du Blavet en rhyolite, découverte Alain Raux
(dessin A. Raux)

L'ensemble du matériel présente une usure fluviatile intense. Les arêtes sont arrondies et émoussées. L'altération a provoqué la dissolution des feldspaths à la surface de la roche (Texier, 1972). Les séries non roulées, postérieures à la mise en place des terrasses, sont datées de l'Acheuléen supérieur. Elles comprennent des éclats Levallois et non Levallois, des nucléus Levallois, Discoïdes, prismatiques, subpyramidaux, atypiques et un chopping-tool. La rhyolite est encore largement majoritaire mais d'autres matériaux sont parfois employés comme le quartz (Tour de Mare n=2), le silex (Camp Vidal n=1) et l'estérellite (Cure Béasse n=1). À ces séries sont rattachés les bifaces de Camp Vidal.

3.2. Le Paléolithique moyen

L'unité géologique que représente le massif de l'Estérel a livré plusieurs sites attribuables au Paléolithique moyen. Ils ont fait l'objet de collectes par prospection (Baral à Mandelieu, La Cabre à Agay, Tour de Mare à Fréjus), ont été fouillés (baume Rainaude 1 au Muy) ou partiellement fouillés (grotte de Colle Rousse au Muy, Baral à Mandelieu). À ce jour, aucun de ces sites n'a pu être daté. L'acidité des sols rend impossible la conservation des matières organiques dans les sites de plein air et très difficile en grotte. Les sédiments du niveau Moustérien de baume Rainaude 1 (couche 11), ne contiennent ni ossement ni charbon de bois (Onoradini, 1986). Des restes d'animaux et des charbons ont cependant été mis au jour lors de la même fouille pour des périodes plus récentes (Paléolithique supérieur)

comme dans les grottes de la Bouverie toutes proches (Roquebrune-sur-Argens/Bagnols-en-Forêt) (Onoratini, 1982 ; 1986). L'étude des industries moustériennes de l'Estérel a donné plusieurs publications (Lumley-Woodyear, 1969 ; Texier, 1972, 1986 ; Onoratini, 1986 ; Defleur, 1988, 1989, 1990 ; Porraz, 2005). Le volet pétroarchéologique est abordé par G. Porraz avec l'étude du matériel de Baral pour les blocs de rhyolite présents sur les terrasses environnantes et les roches allochtones disponibles à moyenne et grande distance (silex, microquartzite), et par G. Onoratini pour le site du Gratadis, mais uniquement pour la période du Paléolithique supérieur. Aucune recherche n'a été engagée sur les rhyolites en position primaire exploitées au Paléolithique moyen. L'étude des sites de cette période s'inscrit donc pour le moment dans une problématique uniquement lithique et recouvre aussi bien l'approvisionnement en matières premières que les modes et niveaux d'intervention technique qui leur sont appliqués. Elle consiste à déterminer, autant que possible, les contours d'un milieu parcouru et occupé de manière récurrente à même de fournir aux groupes humains les ressources indispensables à leur subsistance, mais aussi à évaluer les comportements adoptés, par contrainte ou par choix délibéré, pour l'exploitation et la gestion de ces ressources. Dans la plupart des sites européens de la même période, plusieurs méthodes et techniques de taille sont employées par les artisans pour élaborer l'outillage et l'Estérel n'échappe pas à la règle. Cette variabilité est le reflet d'autant de savoir-faire et de traditions techniques, transmis de génération en génération et rayonnant à l'échelle de vastes régions par circulation des groupes ou simples contacts entre groupes (Delagnes et Jaubert, 2007). La nature des supports choisis, qu'ils proviennent d'un environnement proche ou de contrées plus lointaines, nous renseigne aussi sur la capacité intrinsèque des sociétés préhistoriques à se mouvoir à l'intérieur d'un espace naturel parfaitement connu et à interagir avec l'autre, celui qui détient d'autres ressources et d'autres savoirs, en marge de cet espace.

Dans l'Estérel au Paléolithique moyen, les industries sont toujours majoritairement en rhyolite. D'autres roches probablement locales (en position primaire ou secondaire) sont parfois employées : le basalte et le quartz filonien à la Cabre (Lumley-Woodyear, 1969 ; Binder, 2012), le quartz filonien à Colle Rousse (Defleur, 1988) et Baral (Porraz, 2005). Des roches exogènes sont importées sous forme de nucléus ou de produit de débitage : le silex à la Cabre (Lumley-Woodyear, 1969), colle Rousse (Defleur, 1988), Baral (Porraz, 2005) et Rainaude 1 (Onoratini, 1986), le microquartzite à Baral (Porraz, 2005), le quartzite à Colle Rousse (Defleur, 1988) et Baral (Porraz, 2005), le calcaire à Colle Rousse (Defleur, 1988). Le débitage Levallois domine, sauf à la Tour de Mare où il représente 35 % des assemblages et à baume Rainaude 1 où il est assez rare. Les outils sont principalement des racloirs et des denticulés, une pointe Levallois en rhyolite à baume Rainaude 1, deux couteaux à dos à la Tour de Mare, quelques lames à la Cabre. La plus grande part des nucléus est en rhyolite. Le type Discoïde est le plus représenté sauf à Baral où le type Levallois est prépondérant. Plusieurs nucléus sont en silex et de type Levallois à Baral

(n=18). Pour l'ensemble des sites, une constante se dégage : les éclats de rhyolite sont majoritairement bruts, les pièces retouchées sont plus fréquemment aménagées sur silex.

À Baral, le mode d'acquisition de la rhyolite est étudié par G. Porraz. Un échantillonnage de blocs effectué sur les terrasses avoisinantes (0 à 2 km) révèle des disponibilités importantes mais la forte variabilité tant morphologique que qualitative contraste avec les variétés identifiées dans le matériel archéologique qui est pour la plus grande part issu de roches de très bonne qualité (Porraz, 2005). Les blocs récoltés ont donc été soigneusement sélectionnés par les tailleurs préhistoriques. La présence sur le site de blocs testés, d'éclats corticaux et de mise en forme, de nombreux nucléus et d'éclats présentant des accidents de taille atteste que les phases de pleine production se sont déroulées dans la zone d'habitat, postérieurement à la collecte. L'introduction des blocs s'effectue sous forme partiellement dégrossie. Ce découpage des activités témoigne d'une sélection en fonction de critères déterminés par des objectifs de production rigoureux, 65% des effectifs étant de concept Levallois dont une partie de très grandes dimensions (15 à 20 cm de longueur) (Porraz, 2005).

Le Gratadis est une station du Gravettien moyen noaillien (anciennement Périgordien 5c) ayant donné, à la base de la stratigraphie, un faible niveau contenant quelques éclats moustériens en rhyolite. Il est toutefois intéressant de noter que les artisans du Paléolithique supérieur ont eux aussi utilisé la rhyolite pour le débitage. Cette roche représente encore 14 % du corpus. L'étude des sources d'approvisionnement en roches siliceuses (Onoratini *et al.*, 2008) montre que les rhyolites ignimbritiques A5 (5p) et A7 (7p) ont été utilisées mais en faible quantité. Les principales ressources proviennent de la rhyolite A1 (1p), collectée sous forme de galets fluviatiles dans le vallon du Reyran, et d'une rhyolite fluidale rouge indéterminée. Les éclats du niveau 3, unique niveau attribué au Moustérien, n'ont pas fait l'objet de recherches pétroarchéologiques.

3.2.1 Un cas particulier : la station de plein air de Roussivau, Saint- Raphaël (Var)

3.2.1.1. Le site archéologique

Installée au cœur du massif cristallin de l'Estérel, la station de plein-air de Roussivau est établie à 90 m d'altitude, sur un replat dominé par une imposante formation de barres rhyolitiques. Les Préhistoriques y ont exploité un gîte de matière première très particulier, des blocs de rhyolite fluidale de taille et de couleur variables, reposant en position sub-primaire au sein de dépôts volcano-sédimentaires, les tufs basiques du niveau 11d (rPx) (Boucarut, 1971).

Une première étude (Texier, 1972) porte sur le matériel découvert en prospection dans les années 60/70 par Armand Mellira, et fait état de 140 pièces

lithiques uniquement en rhyolite. Plusieurs méthodes de débitage sont identifiées, un débitage Levallois d'excellente qualité et un débitage non Levallois. Le débitage Levallois est représenté par des éclats, des pointes et des lames, le débitage non Levallois par des éclats, des lames et une pointe pseudo-Levallois. Les nucléus (n=13) sont de type Levallois (n=1), disque (n=2), Discoïde, prismatique à lames (n=2), subpyramidal, atypique (n=4). À noter : la présence d'un seul et unique biface amygdaloïde épais de petite taille aux tranchants très sinueux. Intéressé par l'abondance et la constance des récoltes effectuées en prospection, Pierre-Jean Texier décide d'y installer un chantier de fouilles en 1986. L'étude porte sur 11 carrés d'un mètre de côté au dépend de la formation III, un horizon très compact de texture argileuse et de couleur brun-rouge foncé contenant une forte proportion de cailloux. Cette unique couche archéologique livre un matériel taillé exclusivement sur rhyolite, d'aspect généralement très frais, au sein d'un contexte géologique perturbé sans niveau précis qui laisse penser à une redistribution, toutefois limitée, lors de la mise en place de la formation III. La présence de nombreux nucléus, de petits éclats, d'éclats de retouche et de préparation ainsi que de pièces brisées par accident au moment de la taille (accident Siret), plaident en faveur d'un site de type atelier de débitage installé à proximité immédiate d'une source abondante de matière première, des blocs de rhyolite vitreuse de qualité moyenne (Texier, 1986). La campagne de fouilles livre 122 pièces, y compris le matériel trouvé au tamisage. Une soixantaine d'objets seulement ont pu être coordonnés parmi lesquels 6 nucléus (Levallois n=2, à éclats n=3, bloc testé n=1), 1 éclat Kombewa, 2 grands éclats (> 10 cm) dont 1 débordant de processus Levallois, 12 éclats de taille moyenne (< 4/10 cm >) dont 2 éclats Levallois victimes d'un accident Siret ainsi que quelques rares éclats retouchés (coche, raclours et denticulés). Le débitage est réalisé au percuteur dur exclusivement. La méthode Levallois est parfaitement maîtrisée (Texier, 1986).

3.2.1.2. Le gîte de rhyolite fluidale

Contrairement à ce qui est annoncé dans une précédente étude (Marzin, 2015), la rhyolite exploitée à Roussivau n'est pas une rhyolite ignimbritique. Les niveaux de tufs basiques 11d (rPx), de couleur brun-rouge, déposés en milieu aérien (Boucarut, 1971) contiennent en abondance des blocs de rhyolite fluidale A11 ou A12 (étude en cours), éléments provenant soit du démantèlement ancien par la tectonique d'une petite coulée sous-jacente, soit de projections explosives liées à la mise en place des tufs. Toutefois, cette unité géologique peut être considérée comme un « gîte » de matière première car elle rassemble, en un lieu bien circonscrit, une source abondante de roche homogène ayant subi un déplacement spatial de faible amplitude. Le périmètre du gîte est parfaitement délimité. Il représente une surface approximative de 17,6 ha. Les blocs sont répartis de façon à peu près égale sur l'ensemble. Certains sont posés sur la formation volcano-sédimentaire, d'autres sont contenus à l'intérieur des sédiments.

Ils apparaissent alors à la faveur de l'érosion et dans les coupes ouvertes par les ruisseaux ravinant les pentes (photo 7).



7. Formation volcano-sédimentaire 11d contenant les blocs de rhyolite fluidale. *Photo L. Lassalle.*

Ils sont directement et facilement accessibles sous différents aspects morphologiques. La majeure partie des blocs sont de taille centimétrique à décimétrique, de forme parallélépipédique anguleuse ou ovoïde. Certains éléments sont de taille métrique et de forme parallélépipédique anguleuse.



8 - 9. Blocs de rhyolite fluidale. *Photos L. Lassalle.*

Lorsqu'ils sont intacts ou sur les faces qui n'ont pas été affectées par des fractures postérieures à leur dépôt, les blocs présentent un cortex d'altération de couleur brun-rouge, parfois très fin, parfois assez épais et d'aspect bulleux. Certaines surfaces fracturées plus tardivement sont altérées et couvertes d'un voile blanc qui masque la couleur originelle de la roche.



10 - 11. Cortex d'altération. *Photos L. Lassalle.*

La particularité de la rhyolite fluidale de Roussivau réside dans la variété des faciès représentés pour une même origine. Outre les formes vacuolaires et les faciès induits par une interaction avec des fluides au moment de la mise en place (lithophyses embryonnaires, sphérolites géants), à minima 5 faciès différents ont pu être identifiés. Trois d'entre eux ont été étudiés en lame mince par Dominique Rossier (responsable de la commission du volcanisme de la Société Amicale des Géologues Amateurs, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris). Pour un lexique des termes employés, se référer à l'article sur la géologie de l'Estérel (Lassalle, 2022).

Faciès 1 : rhyolite fluidale de couleur mauve-orangée (photos 12 et 13). Roche homogène à grain très fin. Les phénocristaux de quartz sont rares et de petites dimensions, les phénocristaux de feldspath potassique sont peu abondants. La fluidalité (entraînement par l'extrusion) n'est pas visible à l'œil nu.



12 - 13. Blocs de rhyolite fluidale de faciès 1. *Photos L. Lassalle.*

Faciès 2 : rhyolite fluidale de couleur violette (photos 14 et 15). Roche homogène à grain très fin qui présente parfois des nuances tirant sur le vert, le noir ou le bleu, plus rarement complètement verte. Cette roche a été trouvée exceptionnellement tenace à la coupe et à la rectifieuse lors de la réalisation des lames minces.



14 - 15. Bloc de rhyolite fluidale violette de faciès 2. Photos L. Lassalle.

Étude pétrographique au microscope à polarisation du faciès 2 (D. Rossier, S.A.G.A) :

Texture homogène à grain très fin, à teinte claire uniforme. La fluidalité est peu marquée.

Rares phénocristaux de quartz automorphes de diamètre inférieur à 1mm. Rares phénocristaux de feldspath alcalin (orthose), submillimétriques à millimétriques. Ils sont altérés, avec apparition d'un minéral de forte biréfringence. De petites plages désordonnées de quartz pur, peu abondantes, sont disposées en chapelets dans le sens de la fluidalité. Elles sont parfois accompagnées de grains d'hématite.

Minéraux accessoires : très nombreux microlites d'hématite dispersés dans toute la roche, en granules ou en spikes. Structure en nid d'abeille où les « cloisons » sont plus claires que le reste et concentrent les microlites d'hématite.

Mésostase : absence totale de vésicules. Il n'y a pas de plage totalement vitreuse, mais un remplissage homogène par des domaines soit sphérolitiques, soit à texture granophyrique (felsitique).

— Texture granophyrique : les domaines sont de taille variable, en général millimétrique. Ils n'apparaissent que par contraste en LPA (lumière polarisée analysée). Ils sont constitués d'une plage monocristalline de quartz dans laquelle s'est faite l'intercroissance intime des microlites d'orthose, tous de même orientation cristallographique. Sur des domaines suffisamment étendus, les microlites d'orthose sont alignés en rangées parallèles, ce qui prouve la nature granophyrique de l'organisation.

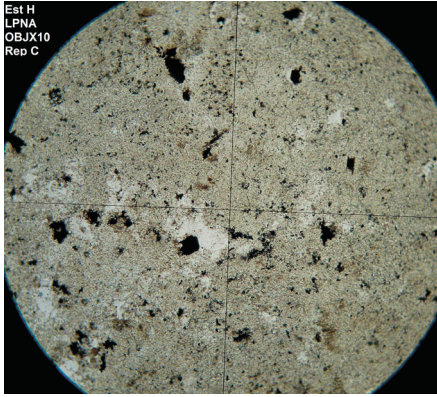
— Texture mixte granophyrique /sphérolitique. Les domaines granophyriques sont parsemés de sphérolites. Certains peuvent atteindre la taille millimétrique.

Conclusion : rhyolite fluidale issue d'un magma homogène, complètement dégazé et très visqueux à l'extrusion. La fluidalité, très peu nette, montre que l'extrusion a été très lente. Le mode de cristallisation lors du refroidissement final est moins évolué que celui mis en œuvre dans le bloc de faciès 3

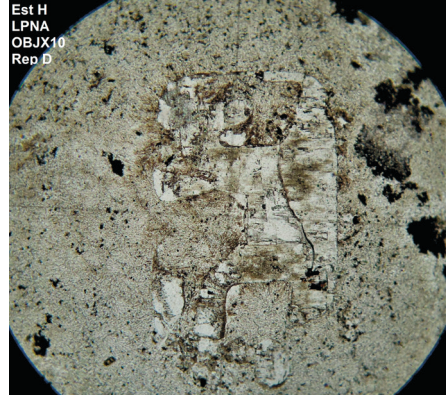
purement sphérolitique et se rapproche de celui de faciès 5 : il procède par un mélange de domaines granophyriques et de domaines à pavage partiel de sphérolites.

La rareté des phénocristaux donne une indication sur la composition qui est très proche de celle de l'eutectique du système orthose-silice. Il pourrait y avoir un léger excès de silice.

La ségrégation en nids d'abeille des hématites reste à expliquer.



16. Texture mixte granophyrique/sphérolitique.



17. Phénocristal de feldspath altéré.

Photos D. Rossier S.A.G.A.

Faciès 3 : rhyolite fluidale de couleur mauve à passées roses (photos 18 et 19). Roche homogène à grain très fin, avec linéations et légères strates espacées de quelques mm à 1 cm. Elle est sillonnée de rubans parallèles à la fluidalité. La roche est majoritairement formée d'empilements de sphérolites, avec des lacunes de remplissage de quartz pur. Cette roche a été trouvée exceptionnellement tenace à la coupe et à la rectifieuse lors de la réalisation des lames minces.



18 - 19. Bloc de rhyolite fluidale de faciès 3. *Photos L. Lassalle.*

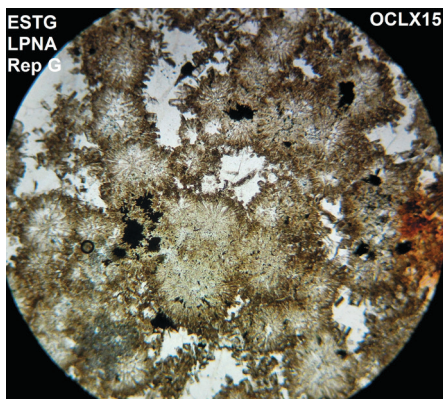
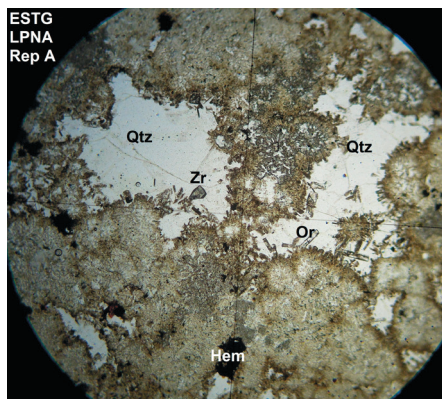
Étude pétrographique au microscope à polarisation du faciès 3 (D. Rossier, S.A.G.A) :

Texture homogène à grain très fin. Rares phénocristaux automorphes de quartz, de diamètre inférieur à 0,5 mm. Rares phénocristaux de feldspath alcalin (orthose). En LPA, on observe des ramifications de quartz à partir de la plage centrale. Les plages étendues favorisent la croissance des microlites d'orthose détachés des sphérolites.

Mésostase : absence totale de vésicule. Elle est entièrement constituée d'un pavage désordonné de sphérolites jointifs, visibles tant en LPNA (lumière polarisée non analysée) qu'en LPA. Le diamètre ne dépasse jamais le mm. La taille moyenne est de 0,2 mm à 0,5 mm. Les sphérolites n'ont pas toujours une forme bien sphérique et paraissent souvent fragmentaires. Il n'y a pas de plage totalement vitreuse, mais les microlites, ou les sphérolites, sont si petits sur certaines plages que celles-ci apparaissent nettement plus sombres que celles où les sphérolites sont plus grands. Les phénocristaux de feldspath alcalin (orthose) sont altérés. Leur taille maximum est de 2 mm.

Minéraux accessoires : très petits cristaux de zircon. Très nombreux microlites d'hématite en granules ou en spikes dispersés dans toute la roche.

Rhyolite issue d'un magma homogène, complètement dégazé et très visqueux à l'émission (extrusion). La fluidalité peu nette dans la masse (à l'exclusion des rubanements), montre que l'extrusion a été lente. La rareté des phénocristaux donne une indication sur la composition qui est très proche de celle de l'eutectique du système orthose-silice. Néanmoins, il y a un léger excès de silice.



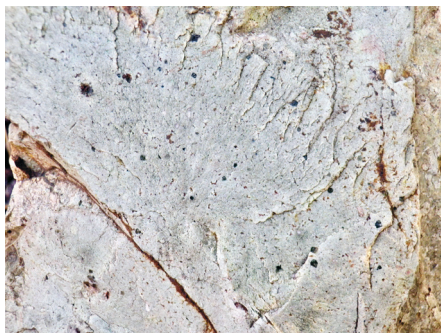
20 - 21. Sphérolites et microlites d'orthose, quartz, zircon, hématite. Photos D. Rossier S.A.G.A.

Faciès 4 : rhyolite fluidale de couleur rose orangée (photos 22 et 23). Roche homogène à grain très fin, avec linéations et légères strates espacées de quelques mm à 1 cm. Elle est sillonnée de rubans parallèles à la fluidalité (entraînés par l'extrusion). Ce faciès est très proche du faciès 3. Il s'en différencie par la couleur.



22 - 23. Bloc de rhyolite fluidale de faciès 4. *Photos L. Lassalle.*

Faciès 5 : rhyolite fluidale de couleur grisâtre claire (photos 24 et 25). Roche homogène à grain très fin. La fluidalité (entraînement par l'extrusion) n'est pas visible à l'œil nu. Cette roche a été trouvée exceptionnellement tenace à la coupe et à la rectifieuse lors de la réalisation des lames minces.



24 - 25. Bloc de rhyolite fluidale de faciès 5. *Photos L. Lassalle.*

Étude pétrographique au microscope à polarisation du faciès 5 (D. Rossier, S.A.G.A) :

Les phénocristaux automorphes de quartz sont plutôt rares. Ils ne dépassent pas 2 à 3 mm. Des plages étendues et désordonnées de quartz pur sont visibles uniquement autour d'un noyau central circulaire de 8 mm de diamètre à grain extrêmement fin. En bordure des plages étendues de quartz on n'observe pratiquement pas de microlites d'orthose détachés des bordures comme c'est le cas dans les faciès 2 et 3.

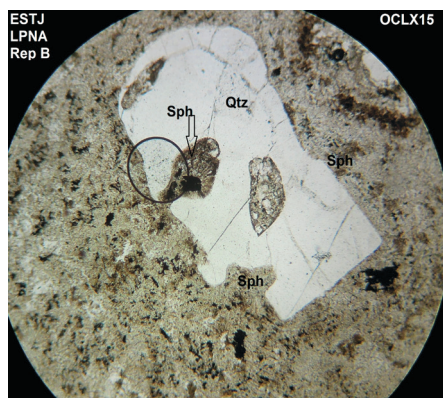
Les phénocristaux de feldspath alcalin (orthose) sont peu fréquents, dispersés et de taille très réduite, inférieure à 0,5 mm. Ils sont altérés.

Mésostase : absence totale de vésicule. Il n'y a pas de plage totalement vitreuse, mais les microlites, ou les sphérolites, sont uniformément si petits qu'ils sont très difficilement discernables, même à fort grossissement, sauf pour quelques rares sphérolites de taille infra millimétrique qui ont fait leur croissance à la surface de phénocristaux de quartz. Les microlites et les

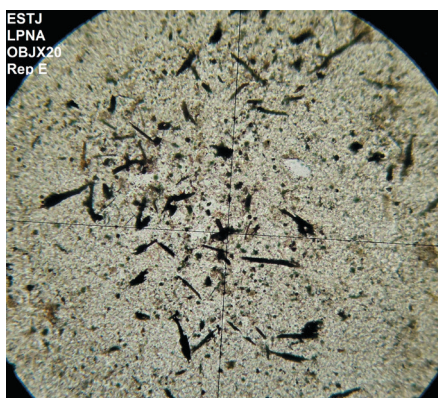
sphérolites sont répartis en petits domaines inframillimétriques, qui n'apparaissent que par contraste en LPA. Ces domaines sont constitués d'amas de microlites de quartz et d'orthose, tous orientés dans la même direction. La texture est alors granophyrique. Les rares sphérolites qui apparaissent nettement n'ont pas toujours une forme bien sphérique et sont parfois fragmentaires. La fluidalité est à peine visible. Elle apparaît en LPNA grâce à la répartition en feuillets des microlites d'hématite.

Minéraux accessoires : très nombreux microlites d'hématite dispersés dans toute la roche en granules ou en spikes de dimension $< 0,15$ mm.

Rhyolite fluidale issue d'un magma homogène, complètement dégazé et très visqueux à l'émission (extrusion). La fluidalité, très peu nette, montre que l'extrusion a été très lente. Le mode de cristallisation est différent de celui mis en œuvre dans les faciès 2 et 3. Il procède par domaines granophyriques et non par pavage de sphérolites. La rareté des phénocristaux donne une indication sur la composition qui est très proche de celle de l'eutectique du système orthose-silice. Néanmoins, il y a un léger excès de silice.



26. Sphérolite sur quartz.



27. Hématite en spikes.

Photos D. Rossier, S.A.G.A.

Synthèse : grâce à l'étude pétrographique, il est possible d'observer que l'organisation de la mésostase de ces rhyolites est granophyrique, avec présence de rares sphérolites, pour les faciès 2, 5 et probablement pour le faciès 1, mais qu'elle est franchement sphérolitique pour le faciès 3 et certainement pour le faciès 4. La taille des microlites et des sphérolites est variable et parfois extrêmement réduite (faciès 5). Les sphérolites peuvent être bien formés ou fragmentaires. On remarque également quelques constantes. Pour l'ensemble des faciès, les phénocristaux de quartz et de feldspath sont rares et de petites dimensions, les feldspaths sont altérés. Les microlites d'hématite sont abondants, en spikes ou en granules, dispersés dans toute la roche. Les blocs étudiés sont tous issus d'une roche extrêmement tenace. L'absence des stigmates de la fluidalité laisse penser à la mise en place d'une lave très visqueuse avec extrusion très lente.

4. Acquisition de la matière première

Au niveau local, nous avons vu que les sites d'habitat du Paléolithique ancien étaient installés sur des terrasses fluviales mettant à disposition un large panel de galets de rhyolite. Les sites d'habitat du Paléolithique moyen installés directement sur un gîte de matière première sont rares. Il existe quelques exemples dans un espace plus large comme le site atelier de Meillers, à l'ouest de Moulins dans l'Allier (silexite) (Delagnes et Jaubert, 2007), ou celui du vallon du Nideck dans les Vosges (rhyolite blanche) (Detrey et Rebmann, 2004). D'autres se situent en montagne, dans la Drôme, le Vercors ou les Alpes et présentent, du fait de l'altitude, une accessibilité limitée à la bonne saison. Le site atelier du vallon du Nideck est intéressant car il montre qu'une rhyolite fluidale a été exploitée au Paléolithique moyen dans une autre région que l'Estérel. L'acquisition de la matière première constitue inéluctablement la première séquence de toute chaîne opératoire de production lithique (Geneste, 1991). À Roussivau, les tailleurs préhistoriques ont accès à une source inépuisable de blocs d'une rhyolite fluidale exceptionnellement tenace pour la confection de leur outillage. Tous les faciès présentés ont été exploités. Les blocs sont immédiatement disponibles et ne demandent aucune opération préliminaire d'extraction ou de fracturation. Leur morphologie offre la possibilité d'une exploitation des convexités naturelles et donc une économie de gestes. Il existe également sur ce gîte des blocs plus imposants dont l'intérêt n'est pas négligeable sachant que certaines industries présentent des éclats de grandes dimensions (> 20 cm à Baral). Toutefois, Roussivau n'est pas un cas unique dans l'Estérel. D'autres emplacements montrent les mêmes caractéristiques géologiques et des disponibilités similaires bien que moins étendues. La facilité d'approvisionnement, la constance dans la qualité de la roche malgré la diversité des faciès et la morphologie des blocs constituent certainement un ensemble d'éléments qui ont été déterminants pour l'installation des groupes humains. La présence de sources ou la proximité d'un ruisseau, un vaste territoire de chasse partagé entre reliefs rocheux du massif et plaine de l'Agay ont sans doute été des facteurs synergisants. Toutefois en l'absence de restes organiques dans les niveaux fouillés à Roussivau, il est impossible de déterminer si d'autres activités y ont été pratiquées.

5. Révision de l'évaluation de la qualité des rhyolites

Nous pouvons lire dans les actes de la journée de la Société Préhistorique Française de Nice, et concernant les rhyolites de l'Estérel, la phrase suivante : « Ces rhyolites restent de qualité très médiocre et si des productions d'éclats y sont envisageables, les débitages plus exigeants en termes de régularité et de finesse de grain sont plus difficiles à envisager » (Tomasso *et al.*, 2016). Il est souhaitable de se demander si cette affirmation reflète réellement la réalité d'un contexte géologique aussi contrasté que le volcanisme de l'Estérel. En dépit d'une légitime et apparente uniformité due à la présence imposante et majoritaire des rhyolites ignimbritiques A5 (5p) et A7

(7p) sur l'ensemble du massif, il ressort de l'observation géologique et de la synthèse des découvertes, prospections et fouilles (cf. *supra*) que certains types de rhyolite plus discrets sont des roches siliceuses isotropes aptes à répondre aux critères de qualité inhérents à différentes méthodes de débitage. L'utilisation quasi exclusive de ces matériaux pendant des centaines de milliers d'années plaide en faveur d'une validation de leur aptitude par les tailleurs préhistoriques. D'après des études menées sur l'implantation des groupes au Paléolithique moyen, la richesse de certaines régions en ressources siliceuses de qualité est indéniablement l'un des facteurs clé du peuplement néandertalien. Dans le bassin de la Charente, le contraste entre le domaine géologique du Jurassique supérieur totalement vierge de silex, mais également de sites moustériens, et le domaine du Jurassique moyen et du Crétacé très prolifiques autant en matières siliceuses de bonne qualité qu'en implantations néandertaliennes, est particulièrement démonstratif (Delagnes *et al.*, 2006). Si l'on se réfère à ce constat, comment imaginer que des groupes humains se sont accommodés d'une roche médiocre pour leurs besoins quotidiens sur une si longue période, ou qu'ils ont utilisé cette même roche comme matériau d'appoint alors que leurs activités de débitage répondent à « des objectifs de production rigoureux » (Porraz, 2005) tels qu'un débitage Levallois contraignant et exigeant, souvent dominant et « d'excellente facture » (Texier, 1986). Les sites ayant livré un débitage mixte silex/ rhyolite ont montré que les objectifs étaient les mêmes pour les deux matériaux et que l'emploi de la rhyolite était largement majoritaire. Quelques variations ont pu être notées quant aux modes de récurrence mais cela ne participe en rien d'un sous classement qualitatif de la rhyolite. La différence fondamentale que l'on peut observer avec les assemblages les plus typiques sur silex de cette période est la rareté de la retouche. Ce caractère systématique est sans doute une des composantes majeures de l'originalité de cette industrie et il est un des éléments qui contribue à lui donner une image négative. Pendant de nombreuses années, l'attention des chercheurs s'est portée principalement sur les industries en silex et l'outillage retouché. La typologie de François Borde y a contribué. Bien que l'auteur attribue le nom d'« outil » aux éclats Levallois bruts (Bordes, 1981), l'étude des industries a longtemps laissé de côté les éclats non retouchés pour se concentrer sur les « outils retouchés » pouvant être classés typologiquement et susceptibles de fournir de belles courbes cumulatives. Certains auteurs ont même considéré, dans un premier temps, les éclats bruts comme un « gaspillage de la matière première » (de Lumley *et al.*, 1972). Pour autant, il arrive qu'au Paléolithique moyen des assemblages tirés à plus de 90% du silex présentent aussi un très faible taux de retouche : de 10 à 15 % pour le niveau Gb du site de Payre en Ardèche (Raynal *et al.*, 2007) et 22 à 27 % pour le niveau du Würm II à l'Hortus (de Lumley *et al.*, 1972). Pour le site du Mont de Bourguillemont (Therdonne, Oise, Paléolithique moyen ancien), les chiffres sont encore plus édifiants. Le niveau N3 a livré 7 797 artefacts en silex (hors esquilles et petits éclats) et seulement une dizaine sont retouchés, soit 0,13% du corpus (Locht *et al.*, 2010). Les matériaux qualifiés de « médiocres » (quartz, quartzite, basalte, rhyolite...) ont souvent été écartés des

décomptes et des publications. Des études plus récentes sur les industries taillées principalement sur quartz et quartzite dans les régions du sud-ouest de la France (Quercy, Pyrénées, région toulousaine...) montrent que cette approche est dépassée. Le débitage Discoïde y supplée largement de débitage Levallois mais, lorsque l'objectif premier est atteint, soit l'obtention de tranchants actifs, l'apparente simplicité des modalités mises en œuvre ne limite en rien l'étendue et l'efficacité des tâches pouvant être réalisées avec les outils (découpe, raclage, grattage...). Technologie et fonction sont donc intimement liées et doivent être considérées comme deux concepts indissociables. Il convient de reconnaître que les groupes humains du Paléolithique ancien et moyen ont fait preuve d'une grande souplesse et d'une grande adaptabilité envers les géomatériaux présents dans leur environnement proche. Ils ont su en tirer parti et exploiter au mieux le potentiel de certaines roches par leur ingéniosité et leur inventivité. Une étude plus approfondie des industries en rhyolites de l'Estérel sera susceptible de révéler et de mettre en lumière toutes les qualités qui ont permis à ces populations de vivre et d'évoluer dans le massif sur de longues périodes de temps et dans des conditions climatiques bien souvent très rigoureuses.

6. Perspectives de recherches

Dans le cadre de futures recherches pétroarchéologiques, le but sera d'inventorier et de prospecter tous les gîtes potentiels de matière première que peut offrir le massif de l'Estérel. Les terrasses fluviales ne sont pas exclues, surtout lorsqu'elles sont situées sur les marges des cours d'eau secondaires à l'intérieur du massif, mais les affleurements primaires et conglomérats sub-primaires seront privilégiés dans un premier temps afin de déterminer la nature et l'origine des rhyolites qui ont pu être remobilisées par les cours d'eau. Il faut évaluer le degré d'ubiquité des roches et vérifier, pour une même coulée ou pour un même mode de mise en place, si des caractères propres se dégagent en fonction de différentes localisations. Des prélèvements ciblés devront être réalisés dans les niveaux répertoriés sur la carte géologique. Des prospections systématiques permettront de repérer les conglomérats qui n'y figurent pas. Chaque échantillon sera géolocalisé, enregistré, observé à la loupe binoculaire, décrit et classé. Plusieurs paramètres pourront être pris en compte : densité, taille et couleur des phénocristaux, arrangement et couleur de la mésostase, présence/absence, couleur et texture des flammes, etc... Un croisement de tous ces paramètres permettra d'établir un référentiel solide. La détermination non invasive des caractères est indispensable à la comparaison avec l'outillage préhistorique, les études pétrographiques destructrices étant bien évidemment à exclure. Les méthodes de caractérisation géochimiques évaluées sur des rhyolites corses exploitées au Néolithique se sont montrées coûteuses, difficiles à mettre en œuvre et au final assez peu encourageantes (Leck *et al.*, 2018).

Des repérages géologiques de terrain couplés aux observations issues de la littérature ont permis de présélectionner les roches qui demandent à être étudiées :

Rhyolites flammées A1, A2, A3, A4 (1ρ, 2ρ) et pipernos A10 (10ρ) :

Ces différentes coulées doivent faire l'objet d'une détermination des disponibilités : bancs rocheux, affleurements, blocs en position sub-primaire ou secondaire (galets du vallon du Reyran et de ses affluents). Toutes les zones identifiées sur la carte devront être prospectées afin d'évaluer l'homogénéité de ces roches. Il est fort probable que différents faciès soient représentés car l'extension de ces coulées est grande (bordure nord de l'Estérel occidental et oriental). Il est également envisageable que différentes qualités soient reconnues en fonction du positionnement à l'intérieur de la coulée (toit, mur, partie centrale) et du degré d'érosion et d'altération. Le niveau A10 (10ρ) est à évaluer, son utilisation pour la confection d'outils reste à vérifier dans les collections.

Rhyolites filoniennes flammées (non répertoriées sur la carte géologique) :

Les filoniennes flammées doivent être recherchées et tout particulièrement étudiées car elles ont été largement employées par les Préhistoriques. Les caractéristiques intrinsèques de ces roches leur confèrent les qualités requises pour la taille (texture aphyrique, fracture parfois conchoïdale, tranchants acérés...). Il convient cependant de déterminer sur le terrain les zones de disponibilité car elles ne sont pas indiquées sur la carte géologique.

Rhyolites A5, A7 (5ρ, 7ρ) :

L'utilisation de ces rhyolites reste à évaluer. Elle est a priori faible pour le débitage (extraction d'éclats à partir d'un nucléus), peut-être plus significative pour le façonnage (opérations successives de taille visant à la réalisation d'un objet à partir d'un bloc ou d'un galet). La disponibilité de ces roches étant énorme et les textures ubiquistes, elles pourront faire l'objet d'un recensement uniquement dans l'éventualité de la découverte localement de faciès particuliers ou d'indices sur le terrain de leur débitage. Il est toutefois fort probable que les galets en position secondaire aient été privilégiés.

Rhyolites A6, A8, A9 (6ρ, 8ρ, 9ρ) :

Les différentes coulées devront être prospectées afin de déterminer les disponibilités et d'évaluer les différents faciès de cette roche. Une étude du matériel présent dans les collections pourrait permettre de savoir si ces rhyolites ont été utilisées pour le débitage.

Rhyolites A11, A12 (11ρ) :

Une étude du matériel présent dans les collections est nécessaire pour évaluer le degré d'utilisation de ces rhyolites. Leur disponibilité étant très grande et les textures ubiquistes, elles feront l'objet d'un recensement uniquement dans l'éventualité de la mise en évidence de leur exploitation, de la découverte localement de faciès particuliers ou d'indices de leur débitage sur le terrain. Les faciès issus des conglomérats sub-primaires de type Roussivau doivent être particulièrement recherchés et étudiés car ils ont été employés massivement par les Préhistoriques. Leurs caractéristiques intrinsèques confèrent à ces roches toutes les qualités requises pour la taille

(texture aphyrique, tranchants acérés, grande ténacité...). Il conviendra de déterminer sur le terrain les zones de disponibilité en lien direct avec le mode de mise en place, ces zones n'étant pas indiquées sur la carte géologique. Les enclaves de **jaspé volcanique** microcristallin présentes au sein des coulées de rhyolite A11 devront être recherchées. Certains faciès ont pu être utilisés par les Préhistoriques.

Mugéarites B2, B3 (2αM, 3αM), filons de dolérite (F) :

L'étude des collections amènera également à déterminer l'origine des roches basaltiques employées, à priori, en faible quantité par les Préhistoriques de l'Estérel : mugéarite des coulées B2 et B3 (2αM et 3αM) et/ou filons doléritiques (F). Ces roches sont aptes à la taille comme en témoigne leur présence dans les assemblages. Les exemples de l'exploitation du basalte ne sont pas rares dans d'autres régions et dans d'autres parties du monde depuis les périodes les plus anciennes (Hérault, Haute Loire, Maroc, Algérie, Afrique sub-saharienne...).

Tufs et tuffites acides indurés 8f, 10a (rPx) :

Certains faciès de tuffites rhyolitiques indurées ont été sélectionnés durant la Préhistoire. Une pointe foliacée en tuffite verte datant du Néolithique final figure parmi le matériel mis au jour lors de la fouille du dolmen de Valbonnette (Agay). Les bancs et affleurements primaires seront donc à prospector.

Terrasses fluviales et lit des rivières :

Ces niveaux donneront lieu à une évaluation des disponibilités, non seulement pour les galets issus de roches citées précédemment mais aussi pour les galets de quartz filonien provenant du socle cristallophyllien du Tanneron.

Les recherches sur le terrain devraient permettre de découvrir de nombreux ateliers de prélèvement, peut-être même les sites d'habitat qui, comme nous l'avons vu à Roussivau, peuvent leur être associés. Mais le plus difficile restera sans doute de trouver le préhistorien qui voudra bien se consacrer à l'Estérel et qui se passionnera pour la rhyolite avec tout l'enthousiasme et l'émerveillement qu'elle mérite.

Remerciements :

Je remercie chaleureusement Dominique Rossier (S.A.G.A) pour sa collaboration et son aide précieuse, la réalisation des lames minces et les études pétrographiques. Je remercie Alain Raux pour son dessin du pic du Blavet. Merci à Dominique Cauche pour ses relectures et ses commentaires toujours bienveillants et constructifs. Merci également à Laurent Paix pour ses encouragements et nos conversations géologiques passionnées. Enfin, toute ma gratitude va à André Frey, agent de l'Office National des Forêts, pour sa confiance et son soutien toujours renouvelés.

Bibliographie

BINDER D. (2012). Rapport du PCR Évolutions, transferts, inter-culturalités dans l'arc Liguro-Provençal (ETICALP). Matières premières, productions et usages, du paléolithique supérieur à l'âge du Bronze ancien. CEPAM, CNRS, annexe 5.

BORDES F. (1981). Typologie du paléolithique ancien et moyen. CNRS éditions, 2 T.

BORDET P. (1951). Étude géologique et pétrographique de l'Estérel. Ministère de l'industrie et du commerce. Paris, 270 p., 2 pl.

BOUCARUT M. (1971). Étude volcanologique et géologique de l'Estérel (Var, France). Thèse de doctorat, Université de Nice.

COURTIN J. (1984). Informations archéologiques. Gallia préhistoire, T 27, 2, p. 400.

CRÉVOLA G. (1971). Étude géologique et paléovolcanologique de la région du Mar-saou et des Collets-Redons (Estérel oriental, Var). DES, Université de Nice, 83 p.

DEFLEUR A. (1988a). La Baume de Colle Rousse (Le Muy, Var). Un gisement pléistocène stratifié en Provence orientale. Actualité scientifique, Bulletin de la Société Préhistorique Française, T 85, 9, p. 276-278.

DEFLEUR A. (1988b). La Baume de Colle Rousse, Le Muy, Var. Rapport de sondage. SRA, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

DEFLEUR A. (1988c). Le Muy, la Baume de Colle Rousse. Notes d'information et de liaison, Direction des Antiquités de Provence-Alpes-Côte d'Azur, 5, p. 137-139.

DEFLEUR A. (1989a). Mandelieu, station de Baral. Aurignacien et Paléolithique moyen. Notes d'information et de liaison, Direction des Antiquités de Provence-Alpes-Côte d'Azur, 6, p. 67-68.

DEFLEUR A. (1989b). La Baume de Colle Rousse, Le Muy, Var. Rapport de fouilles programmées. SRA, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

DEFLEUR A. (1990a). Mandelieu-la-Napoule. Barral. Gallia informations, p. 120-121.

DEFLEUR A. (1990b). La Baume de Colle Rousse, Le Muy, Var. Rapport de fouilles programmées. SRA, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

DELAGNES A., FEBLOT-AUGUSTINS J., MEIGNEN L., PARK S. J. (2006). L'exploitation des silex au Paléolithique moyen dans le Bassin de la Charente : qu'est-ce qui circule, comment... et pourquoi ? Bulletin de l'AAPC, n°35, p. 15-24.

DELAGNES A., JAUBERT J. (2007). De l'espace parcouru à l'espace habité au Paléolithique moyen. Les Néanderthaliens. Biologie et cultures. Paris, Éditions du CTHS. Documents préhistoriques, 23, p. 263-281.

DETREY J., REBMANN T. (2004). Exploitation de matière première lithique dans les marges orientales du massif vosgien au Paléolithique moyen : un gîte de rhyolites dans le vallon du Nideck (France, Bas-Rhin). Bulletin de la Société préhistorique française, T 101, n°3, p. 425-455.

DUBAR M. (2004). L'édification de la plaine deltaïque du Bas Argens (Var, France) durant la Protohistoire et l'Antiquité. Application d'un modèle numérique 2D à l'archéologie. Méditerranée, tome 102. Géosystèmes montagnards et méditerranéens. Un mélange offert à Maurice Jorda, sous la direction de Cécile Miramont, p. 47-54.

GAGNIÈRE S. (1970). Informations archéologiques. Gallia préhistoire, T 13, 2, p. 575-576.

GENESTE J.M. (1991). L'approvisionnement en matières premières dans les systèmes de production lithiques : la dimension spatiale de la technologie. Tecnologías y cadenas operativas líticas. U.A.B., 15-18 Enero 1991, Treballs d'Arqueologia, I.

LASSALLE L. (2022). Le volcanisme permo-triasique du massif de l'Estérel (Var et Alpes-Maritimes, France). Mise en place des rhyolites et autres roches d'origine volcanique et sédimentaire en contexte distensif post-orogénique varisque. SAGA Information n° 390, septembre-octobre 2022.

LECK A., LE BOURDONNEC F. X., GRATUZE B., DUBERNET S., AMEZIANE- FEDERZONI N., BRESSY-LEANDRI C., CHAPOULIE R., MAZET S., BONTEMPI J. M., MARINI N., REMICOURT M., PERRIN T. (2018). Provenance d'artefacts en rhyolite corse : évaluation des méthodes d'analyses géochimiques. Comptes rendus Palevol n° 17, p. 220-232.

LOCHT J. L., ANTOINE P., HÉRISSON D., GADEBOIS G., DEBENHAM N. (2010). Une occupation de la phase ancienne du Paléolithique moyen à Therdonne (Oise). Chronostratigraphie, production de pointes Levallois et réduction des nucléus. Gallia préhistoire, T 52, p. 1-32.

LUMLEY-WOODYEAR H. de (1969). Le Paléolithique inférieur et moyen du Midi méditerranéen dans son cadre géologique : Ligurie, Provence. Thèse, Paris, éditions du C.N.R.S.

LUMLEY-WOODYEAR H. de et al. (1972). La grotte moustérienne de l'Hortus. Études quaternaires, mémoire n°1. Université de Provence, 668 p.

LUMLEY-WOODYEAR H. de (1976). Les civilisations du Paléolithique inférieur en Provence. La Préhistoire française, T 1, 2, p. 838-839.

MARZIN S. (2015). L'exploitation et la diffusion de matériaux volcaniques au Paléolithique moyen. L'exemple de la rhyolite du massif de l'Estérel (Var, France). Mémoire de Master 2, Université de Nice Sophia Antipolis, 103 p.

ONORATINI G. (1982). Préhistoire, sédiments, climats, du Würm III à l'Holocène dans le sud-est de la France. Thèse, Université d'Aix-Marseille III, 2 T.

ONORATINI G. (1986). Découverte en Provence orientale (grotte Rainaude) d'une industrie souche de l'Aurignacien (Cette civilisation est-elle monolithique ?). Bulletin de la Société Préhistorique Française, T 83, 8, p. 240-256.

ONORATINI G., SIMON P., NEGRINO F. (2008). Aires d'approvisionnement en roches siliceuses au paléolithique supérieur en Provence orientale. Le site Noaillien du Grata-dis (Var). Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, T 48, p. 59-72.

PORRAZ G. (2005). En marge du milieu alpin - Dynamiques de formation des ensembles lithiques et modes d'occupation des territoires au Paléolithique moyen. Thèse de Doctorat, Université de Provence, 386 p.

RAYNAL J.P. *et al.* (2007). Espace minéral et espace de subsistance au Paléolithique moyen dans le sud du Massif central français. Les sites de Sainte-Anne I (Haute Loire) et Payre (Ardèche). Actes du XV^e congrès de l'IUSPP, Lisbonne 2006, vol. 5, p. 141-159.

ROSSIER D. (2020). Les rhyolites de l'Estérel. 2^e partie, les rhyolites fluidales. SAGA Information n° 375, mars-avril 2020, p. 12-27.

TEXIER P.-J. (1972). Industries du Paléolithique inférieur et moyen du Var et des Alpes-Maritimes dans leur cadre géologique. Thèse de 3^e cycle, Université de Paris VI, p. 36-41.

TEXIER P.-J. (1986). Campagne de fouilles à Roussiveau, commune de Saint-Raphaël (Var). Rapport de fouilles programmées. SRA, Provence-Alpes-Côte d'Azur.

TOMASSO A., BINDER D., MARTINO G., PORRAZ G., SIMON P. (2016). Entre Rhône et Apennins, le référentiel MP-ALP, matières premières de Provence et de l'arc Liguro-provençal. Ressources lithiques, productions et transferts entre Alpes et Méditerranée. Actes de la journée de la société préhistorique française de Nice, 28-29 mars 2013. Paris, Société Préhistorique Française. Séances de la SPF, 5, p. 11-44.