

PREMIERE PARTIE:

**LES DONNEES GEOLOGIQUES ET
ARCHEOLOGIQUES DU SUD EST DE
MAROC.**

CHAPITRE 1:

CADRE D'ETUDE.

I. Aperçu géographique de Maroc:

Le Maroc est le pays le plus occidental de l'Afrique du Nord (**Fig.2**). Il est délimitée à l'ouest par l'Océan Atlantique avec près de 3000 km de côtes, au nord par le détroit de Gibraltar et la mer de la Méditerranée avec près de 500 km de côtes. Le pays est séparé du continent européen par seulement 14 km de la mer méditerranéenne. Le Maroc a des frontières terrestres avec l'Espagne (12 km) dans les enclaves de Ceuta et Melilla, avec l'Algérie (environ 1350 km), et enfin au-delà du Sahara marocain avec la Mauritanie (environ 650 km). En conséquence, le Maroc appartient, en même temps au monde méditerranéen, le monde de l'Atlantique et au monde saharien et pré-africain.



Fig.2. Localisation de Maroc dans le continent africain, et ses frontières géographiques.
D'après Google Earth, Modifié, A.Ait Touchnt 2011

Au Maroc, on trouve les plaines les plus fertiles et les plus hautes montagnes d'Afrique du Nord. Le relief du Maroc est marqué par deux grands systèmes, le Rif et l'Atlas (Haut et Moyen Atlas). La chaîne du Haut Atlas est orienté ENE-WSW (**Fig.2**) et culmine à 4165 mètres au Djebel Toubkal au sud de Marrakech. Elle s'étend de la Tunisie (Gabès) jusqu'à l'océan atlantique à Agadir (Cap-Ghir) au Maroc.

La chaîne de montagnes la plus méridionale au Maroc est la chaîne de l'Anti-Atlas, ses formations rocheuses sont parmi les plus anciens du Maroc et de l'Afrique de l'Ouest en général, elle culmine à plus de 3300 mètres au Djebel Siroua qui sépare les plaines vertes et fertiles de la zone du Souss vers l'ouest, et les vallées désertiques de Drâa, Dades, Tinghir et de Ziz vers le côté orientale.

L'étude a engagé les sites préhistoriques localisés surtout sur le domaine anti-atlasique.

II. Le sud-est marocain dans le contexte géologique du pays :

1- Le domaine atlasique :

Le domaine atlasique est beaucoup plus large que le domaine anti-atlasique. Son architecture alpine, le jeu de transgressions et régressions marines au cours du Mésozoïque et du Tertiaire et la nature de ses formations sont étroitement conditionnées par les caractères des chaînes calédoniennes et hercyniennes. La seule donnée sûre, à partir de laquelle nous devons essayer de reconstituer l'histoire géologique d'une aire géographique est son état actuel qu'est le résultat du dernier cycle orogénique qu'a subi. Ainsi l'apparition du domaine atlasique est dominée par la juxtaposition d'éléments qui s'alignent clairement dans deux catégories différentes:

Les chaînes plissées montrant un relief vigoureux, avec un grand développement des formations du Jurassique (apparaissent en bleu sur les cartes géologiques). Les terrains tabulaires et plats autour de ces reliefs.

2. Domaine de l'Anti-Atlas :

2-1. Le contexte géologique de l'Anti-Atlas dans l'Orogenèse panafricaine :

Depuis le Protérozoïque Supérieur (Précambrien), le sud du Maroc a été connecté au Craton Ouest Africain (Panafricain) et le cycle orogénique hercynien a définitivement intégré le domaine de l'Anti-Atlas dans le continent africain. Le craton occupe la quasi-totalité de l'Afrique occidentale et se compose de roches vertes, les sédiments détritiques et granitoïdes, dont certains sont parmi les plus anciens de notre planète (Archéen: 2,3 milliards d'années). L'Anti-Atlas, situé sur la bordure nord du craton ouest-africain, appartient à la ceinture orogénique panafricaine (Choubert, 1945; Choubert et Faure-Muret, 1980; Ennih et Liégeois, 2001), cette chaîne de montagnes s'étend sur 700 km dans une direction WSW-ENE de la mer de l'Atlantique (la boutonnière de Sidi Ifni) jusqu'à l'ennoyage du Tafilalt (contreforts de l'Algérie) (Choubert, 1945).

2-2. Les principales caractéristiques géologiques de l'Anti-Atlas :

L'Anti Atlas est limité vers le nord par le sillon pré-africain et l'accident sud-atlasique majeur (**Fig. 3.**). Cette accident s'étend de la Tunisie jusqu'à Agadir et se prolonge au large des côtes des îles Canaries (Gasquet, 1991). La frontière méridionale du domaine anti-atlasique est représentée par les bassins d'âge Carbonifère de Tindouf et les Hamadas de Drâa, de Kem Kem et de Guir (**Fig.3**).

La chaîne de l'Anti-Atlas est divisée en trois zones:

- i. La partie occidentale, qui s'étend de l'Atlantique aux contreforts du Djebel Siroua.
- ii. La partie centrale qui comprend le Djebel Siroua et la région de Bou Azzer-El Graara.
- iii. La partie orientale, qui contient le Djebel Saghro et le Djebel Ougnat. (Les régions impliquées dans notre travail sont toutes situées autour de cette partie orientale). Les sites préhistoriques étudiés dans cette thèse sont inclus dans cette zone, les autres zones de l'anti-atlas sont riches aussi en sites préhistoriques.

Cette subdivision est accentuée par une faille inclinée (Choubert, 1947), c'est l'accident majeur de l'Anti-Atlas qui passe par Zagora et qui sépare l'Anti-Atlas occidental d'un côté et l'Anti-Atlas centrale et l'Anti-Atlas orientale de l'autre côté (**Fig.3.**).

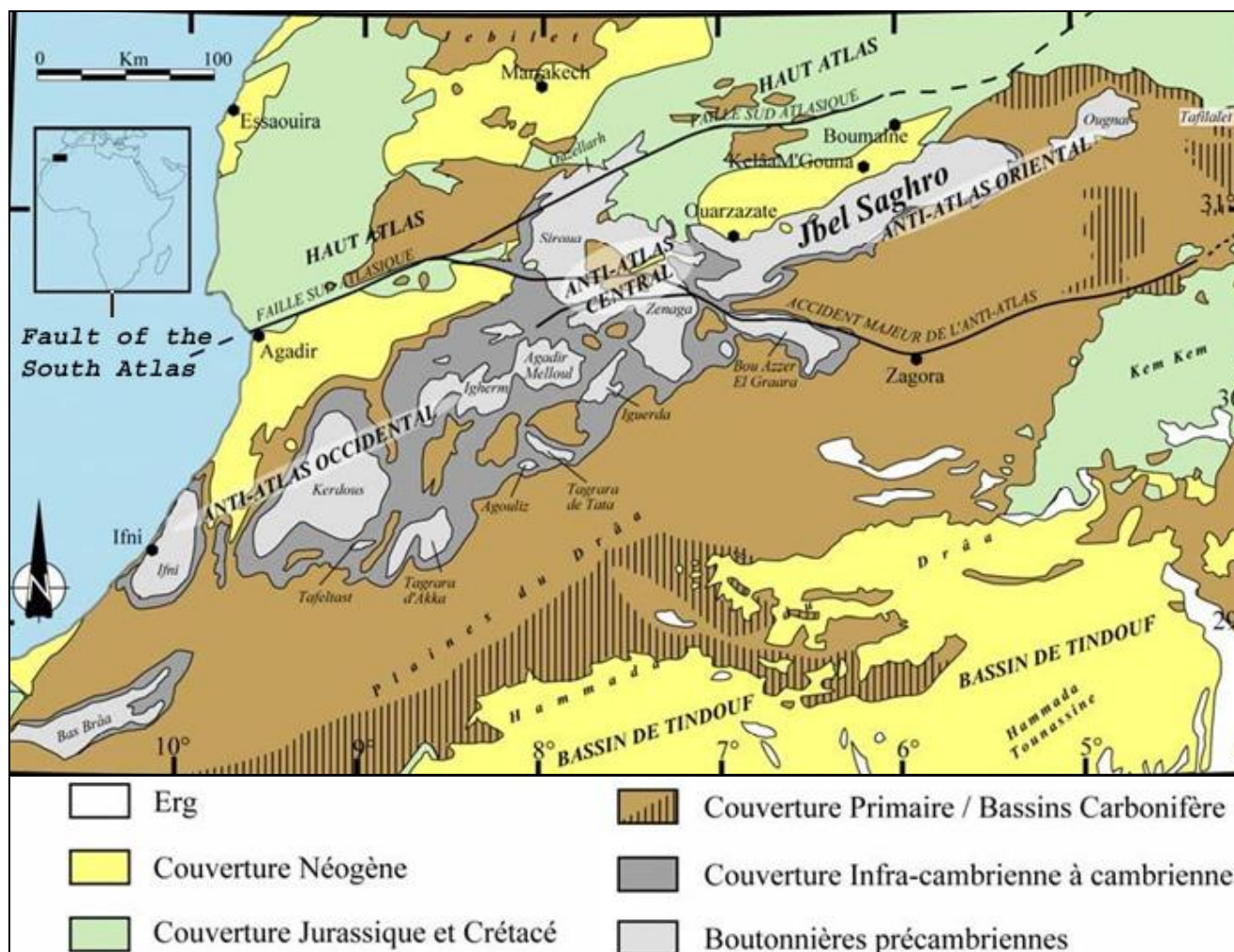


Fig.3. Carte géologique simplifiée de l'Anti-Atlas marocain (Choubert 1980), Modifié, A. Ait Touchent 2011

Cette faille s'étend WNW-ESE du nord du Djebel Siroua, où il se connecte à la faille majeure du sud atlasique. Il s'étend sur près de 6000 km au Kenya à travers l'Hoggar (Guiraud et al., 2000). Au Maroc, il définit une zone à l'ouest appelé éburnéen (âgée de 2 milliards d'années), et une zone l'est appelée panafricaine (Leblanc et Lancelot, 1980).

2-3. Les séries paléozoïques et mésozoïques et la géomorphologie actuelle :

2-3.1. Le Paléozoïque :

Dans le sud-est marocain, surtout dans l'Anti-Atlas oriental, le Paléozoïque fait partie d'une vaste plate-forme, en marge nord du craton ouest-africain. Les dépôts sont essentiellement détritiques et reposent en discordance sur les séries volcanogènes du Protérozoïque terminal (NP3) (Soulaïmani et al., 2003) dans un contexte géodynamique similaire à celui décrit pour les dépôts de même âge affleurés dans la partie occidentale de l'Anti-Atlas.

2-3.1.1. Le Cambrien :

La principale caractéristique de l'Anti-Atlas est le développement considérable des calcaires du Cambrien inférieur qui peut atteindre 5000 mètres d'épaisseur dans le nord-ouest de l'Anti-Atlas occidental. Ces calcaires se trouvent dans l'ensemble de l'Anti-Atlas occidental et dans la partie sud de l'Atlas central (Choubert et Marçais, 1952). Vers le nord-est de l'Anti-Atlas, les calcaires de Cambrien inférieur perdent leur puissance et leur épaisseur diminue pour donner le pas au grès et quartzites ordoviciens largement utilisé comme carrières préhistoriques en particulier au cours du Paléolithique inférieur et moyen. Certains sites préhistoriques de cette zone sont l'objet de cette thèse.

a) Le Cambrien inférieur :

La première transgression marine après le Précambrien est connue seulement dans le domaine de l'Anti Atlas, et a eu lieu au cours du Cambrien inférieur (Choubert et Marçais, 1952). Dans l'Anti-Atlas oriental, le Cambrien inférieur est discordant sur le socle protérozoïque et comprend classiquement :

- La formation basale ou Formation d'Igoudine, (conglomérats de base).
- La Série schisto-calcaire ou Formation d'Issafène ou encore Formation d'Amouslek,
- La Série des Grès terminaux ou Formation d'Asrir.

b) Le Cambrien moyen :

Le Cambrien moyen est constitué par les formations du Groupe des Feijas internes (Choubert, 1943). La série commence souvent avec un niveau discordant dit la Brèche à Micmacca et qui marque la transgression du Cambrien moyen sur les dépôts du Cambrien

inférieur et sur le socle protérozoïque. Au-dessus, la série continue avec des siltites, à niveaux gréseux, lumachelliques et fossilifères (Schistes à Paradoxides = Formation du J Wawrmast) et se termine avec une formation à dominante gréseuse (Grès du Tabanit = Formation du J Afraou).

c) Le Cambrien supérieur:

Dans le sud-est marocain, le Cambrien supérieur est carrément absent (Destombes et Feist, 1987), et le passage Cambrien-Ordovicien se caractérise dans tout l'Anti-Atlas par une lacune stratigraphique presque généralisée.

La région d'Alougoum (**Fig.4.**) au nord de Foum Zguid dans la région de Tata se caractérise par ce que l'on peut appeler « la zone à Cambrien supérieur-Trémadoc inférieur » qui correspond à de vastes affleurements situés à l'est et au SE d'Alougoum. C'est là que se trouve le Djebel Lamgaïsmat (ou Lmgaysmat), éponyme de la formation où le Cambrien supérieur a été daté pour la première fois au Maroc et en Afrique (Destombes et Feist, 1987). Cette formation est la plus haute des quatre formations du groupe du Tabanit. Elle atteint jusqu'à 35 m de puissance, avec d'abord des conglomérats et grès conglomératiques, puis des grès plus ou moins grossiers et des argilites (Destombes, 2006; Alvaro et al., 2007). Cette série terrigène de plateforme peu profonde est surmontée, au-dessus d'une discordance de ravinement, par des faciès de l'Ordovicien basal transgressif (Trémadoc inférieur), rarement observables ailleurs dans l'Anti-Atlas. La présence de graviers de rhyolithe dans les conglomérats suggère le soulèvement et l'érosion de massifs précambriens, qui correspondraient à l'axe Saghro-Ougnat, épaulement du rift cambrien de la Meseta.



Fig.4. Mosaïque de photographies en chevauchements partiels montrant le Cambrien supérieur du Djebel Lamgaïsmat (ou Lmgaysmat) obtenues à partir du village d'Alougoum. Clichés A. Ait Touchnt

2-3.1.2. L'Ordovicien :

Les formations d'Ordovicien jouent un rôle prépondérant dans la formation des montagnes des Ait Atta entre les vallées du Drâa et du Tafilalet (Choubert, 1952), la transgression ordovicienne est allée au-delà du bassin de Tindouf au sud où nous pouvons observer des extrémités biseautées de ses formations contre les granites de Yetti Karet (Choubert, 1952). La

transgression ordovicienne couvrirait le Maroc dans une période de temps très courte. La rapidité de transgressions et de régressions des mers du Paléozoïque peut être expliquée par l'aplatissement parfait de l'ensemble du Maroc. Le moindre mouvement vertical pourrait faire reculer ou avancer la mer des centaines, voire des milliers de kilomètres (Choubert, 1952).

L'Ordovicien de l'Anti-Atlas permet de distinguer certaines zones caractérisées par une différence légère entre leurs séries. La série la plus complète avec la plus grande puissance est observée le long du Drâa (près de Bou Azzer et Zagora), et formée par les quatre termes suivants (Choubert et Marçais, 1952):

- 1) Schistes de Feijas Externe (environ 2000 mètres d'épaisseur).
- 2) Quartzites du Premier Bani (250 mètres d'épaisseur).
- 3) Schistes de Ktaoua (350 à 400 mètres d'épaisseur).
- 4) Grès du Deuxième Bani ou Beni Selmane (200 m d'épaisseur).

Vers l'est, près du Tafilalet, il ya une diminution significative de l'épaisseur, et une augmentation marquée de matériau sableux. Toutefois, les quatre termes sont également distincts dans cette zone:

- 1) Les Schistes de Feijas Externe (de 200 à 300 mètres d'épaisseur).
- 2) Les quartzites du Premier Bani diminue en épaisseur et disparaît brusquement dans la région d'Alnif, mais récupère son pouvoir à l'est et au sud-est.
- 3) Les Schistes de Ktaoua deviennent plus sableux avec une centaine de mètres d'épaisseur et avec des intercalations quartzitiques.
- 4) Les grès du Deuxième Bani augmente en épaisseur jusqu'à 400 à 500 mètres.

2-3.1.3. Le Silurien :

Dans le domaine de l'Anti-Atlas, le Silurien longe l'extérieur du Bani, il est parfois plié avec le Dévonien dans une succession de petits plis réguliers (les plaines de Drâa), et parfois il enveloppe doucement les plus grands plis du Bani. Dans l'Anti-Atlas oriental il entoure les synclinaux de Dévonien de Tafilalet et Tazarine, et on le trouve aussi sur le côté nord de la Saghro et l'Ougnat. Les schistes noirs ou gris avec *Monograptus* sont les faciès classiques du Silurien de l'Anti-Atlas. Ces schistes sont tendres, minces et homogènes. Toutefois, la mesure de leur puissance avec précision est difficile car ils sont souvent couverts par des regs de désert du Quaternaire, sauf dans quelques ravins. Cette condition est apparente dans les plaines du Drâa. Au cours du Silurien supérieur (Ludlow), les calcaires bleues ont été apparues avec *Crinoïdes*, *Orthoceras* et *Cardiola interruta*, dans la partie supérieure de la série.

2-3.1.4. Le Dévonien :

Dans la région du Tafilalet, le Dévonien est principalement calcaire, la série est complète mais pas la totalité de ses termes sont très puissants. Son épaisseur est d'environ 100 mètres. Cette série réduite peut être observée dans la succession de synclinaux étroits qui traversent le Tafilalet de l'est à l'ouest. A l'ouest la série peut être observée par exemple dans Douar Gara M'douar, Bou Amelane, et Djebel Amar, et à l'est il est également observé par exemple dans Bou Techrafine, El-Haroune et Derkaoua. La section la plus complète est à Bou Techrafine et est considéré comme référence d'étude de Dévonien au Maroc. Dans les plaines du Drâa la série est couverte d'épais et ininterrompus dépôts quaternaires.

2-3.1.5. Le Carbonifère :

Les formations carbonifères sont faibles dans le domaine de l'Anti-Atlas. Au contraire, ils sont bien représentés en particulier en dehors de la zone de montagne pliée (Anti-Atlas), dans les bassins de Tindouf et de Colomb Bechar qui représentent les parties méridionales non pliées de l'Anti-Atlas.

2-3.2. Le Mésozoïque :

2-3.2.1. Le Permo-Trias :

Les dépôts Permo-triasiques sont des formations rouges qui sont très répandues dans le domaine atlasique en particulier dans la partie occidentale. Elles n'existent pas pratiquement dans la chaîne anti-atlasique. Cependant, il ya des marnes du Permo-Trias sur le côté nord de l'Anti-Atlas, cette position a été favorisée par la présence d'une dépression tectonique durant le Permo-Trias.

2-3.2.2. Le jurassique :

En général, les mers jurassiques ont envahi seulement le domaine atlasique, et ont arrêté le long du bord du domaine anti-atlasique. Cela est dû à l'émersion complète de l'Anti-Atlas durant le Jurassique.

2-3.2.3. Le Crétacé :

a- Le Crétacé inférieur :

Autour du périmètre de l'Anti-Atlas, il correspond à des formations rouges, formées par des sables à la base et des marnes au sommet, et habituellement ces formations sont appelées «infra-Cénomaniens».

b- Le Crétacé moyen :

Il est complètement marin seulement dans le Haut Atlas occidental, près d'Agadir avec une puissante série de marnes vertes de Cénomaniens, surmonté par un ensemble de calcaires stratifiés avec le silex turonien. Tout autour de l'Anti-Atlas la série typique de Crétacé Moyen est formée par trois termes:

- i-** Les grès rouges de l'Infra-Cénomaniens à la base et épais de 0 à 300 mètres, avec des fossiles de reptiles à Tafilalet et à la base de la falaise de Kem-Kem.
- ii-** Les marnes lagunaires rouges ou multicolores de Cénomaniens avec des gypses épais de 100 à 200 mètres en son centre. Ce terme peut également contenir des poissons fossiles tels que *Ceratodus africanus* de Cénomaniens.
- iii-** Les calcaires de Cénomano-Turonien sur la partie supérieure épais de 100 à 150 mètres et qui sont complètement marins. Ce terme contient des fossiles riches (en particulier les Ammonites) du Cénomaniens supérieur et Turonien inférieur dans ses strates de base.

La distribution de cette série du Crétacé Moyen dans le domaine de l'Anti-Atlas permet de reconstruire les bassins du Crétacé, en étudiant les faciès côtiers de la série du Crétacé près de la côte. Les strates perdent de plus en plus les niveaux fossilifères, et de plus en plus minces. Ils sont de plus en plus sableux, et les strates des calcaires se terminent en biseau sur le substratum paléozoïque. Cette reconstruction implique une certaine extrapolation parce que les faciès littoraux sont rarement conservés et souvent érodés. Dans certaines zones de ces formations se trouvent des minéralisations du fer et peu de manganèse.

La mine de manganèse à Imini près d'Ouarzazate exploite les terrains du Crétacé actuellement interprétés comme des formations côtières. Dans la région d'Imider entre Boumalne et Tinghir, on peut suivre nettement les formations crétacées et leur épaissement progressif des différents termes de la série cela témoigne un approfondissement progressif du bassin. Au-delà de Tinghir et Goulmima à l'est, la falaise crétacée montre une série normale et puissante, tandis que dans la zone de Hassi Beraber se trouve une succession normale des faciès côtiers. La frontière Crétacée disparaît sous la Hamada du Guir pour réapparaître de nouveau sur la côte orientale de l'Hamada dans la région de Hassi Tiberbatine. Le bassin de Taouz est également entouré par des faciès côtiers du Crétacé vers le sud et l'est (**Fig. 5**). Donc, il est très probable que la communication entre le bassin atlasique et le bassin de Taouz était dans le détroit du Tafilalet c'est le détroit hypothétique de Tafilalet (Choubert, 1952).



Fig. 5. Photographie montrant le faciès côtier du Crétacé au sud du village de Taouz. *Cliché A.Ait Touchnt 2011.*

c- Le Crétacé Supérieur:

Le Crétacé supérieur au Maroc constitue un cycle sédimentaire indépendant du cycle Cénomaniens-Turonien, mais il reste à peu près la même répartition géographique que celle du Crétacé-Moyen. Dans la partie orientale du sillon préafricain les formations du Crétacé supérieur sont complètement continentales et montrent des grès puissants, rouges, et monotones de 500 à 1000 mètres d'épaisseur.

2-3.3. Les dépôts du Tertiaire et du Quaternaire :

2-3.3.1. Le Tertiaire :

Les sédiments du Paléocène qu'est la première époque du Cénozoïque, sont carrément absents dans l'Anti-Atlas et les Hamadas. Au contraire l'Eocène est bien représenté, en particulier dans le Sillon Préafricain, dans la partie sud du domaine atlasique et sur le flanc nord de l'Anti-Atlas. La série est principalement formée par les calcaires massifs, les grès continentaux puissants et rouges, quelques niveaux phosphatés, et des marnes.

On attribue à l'Oligocène, qui est la dernière série du système Paléogène, une succession de formations lacustres de l'ouest à l'est. Ces dépôts lacustres marquent le Sillon Préafricain. Les principaux lacs sont le lac calcaire avec *Clavator* (Gastéropodes dulçaquicoles).

Les principaux lacs aquitains (Miocène), les plus datés aussi, se propagent de l'Oued Ziz jusqu'à Colomb Béchar. Actuellement le lac calcaire forme la Hamada de Boudenib qui s'étend jusqu'à la Hamada de Guir. Trois formations lacustres, insérées dans des strates rouges, peuvent être observés:

- i. La première, la plus limitée, est formée par les calcaires de Bou Iferda.
- ii. La seconde est formée par les calcaires avec Clavator, qui forme l'entablement hamadien.
- iii. La troisième est formée par le Gara Aferdou sur le côté occidental d'Er-Rachidia.

Le Pliocène, qui est la dernière série du système Néogène, est connu dans le domaine de l'Anti Atlas par les conglomérats continentaux, dans la région du Dadès et Imider. Ces conglomérats couronnent le sommet du Miocène et marquent une arrivée soudaine de matériel anti atlasique.

2-3.3.2. Le Quaternaire :

Au début du Quaternaire, la chaîne de l'Anti Atlas avait déjà pris son aspect définitif. Des légers mouvements tectoniques seraient encore se produire avec des changements climatiques périodiques qui permettraient de déterminer les phases successives de creusement et de remplissage.

Le Quaternaire se compose de deux périodes: le pléistocène (paléolithique inférieur et moyen) et l'holocène (néolithique). Ce dernier a commencé vers 10 000 ans, et correspond à la période interglaciaire actuelle. Les sites étudiés dans ce travail de thèse sont essentiellement d'âge Pléistocène.

Dans le sud est marocain, le Quaternaire se présente sous forme d'une couverture formée par les dépôts alluviaux, les dépôts de versant, les dépôts lacustres et les travertins.

a) Les dépôts alluviaux :

Les dépôts alluviaux souvent mois épaisses et se présentent sous forme des terrassements bien visibles surtout dans les dépressions enfermées du sillon préafricain. Dans le couloir Boumalne-Tinghir-Errachidia on distingue six ordres de terrasses du plus ancien au plus jeune :

q6 : Cette terrasse d'âge Moulouyen (Hindermeyer et *al*, 1977) est formée souvent par des galets et des sables alluvionnaires cimentés

q5 et **q4**: Ces deux terrasses souvent liées et correspondent aux galets et sables alluvionnaires faiblement cimentés L'âge est estimée au Salétien (Hindermeyer et *al*, 1977).

q3 : Cette terrasse d'âge Amirien (Hindermeyer et *al*, 1977) est largement développée dans le bassin d'Assif n'Targuit qui traverse le village d'Amane Oukider contenant le fameux site préhistorique d'Azag-n-Ouchen. Elle est formée essentiellement par des galets et des sables alluvionnaires faiblement cimentés.

q2 : Terrasse d'âge Tensiftien (Hindermeyer et *al*, 1977) et formée des galets et des sables alluvionnaires non cimentés

q1 : Terrasse d'âge Soltanien (Hindermeyer et *al*, 1977) et formée des galets et des sables alluvionnaires non cimentés. Ce sont les dépôts développés dans les fonds des principaux vallées du sud est marocain. Il faut les distinguer des dépôts alluviaux actuels et récents formés par des alluvions des fonds d'oued et les terrasses basses, au bord des oueds ou même à l'intérieur des oueds les plus grands, et qui sont creusées par des lits alternatifs vivants .

b) Les dépôts de versant :

Ce genre des dépôts est généralement mixte et formé des sédiments d'âges divers. On distingue des dépôts de versant actuels et récents représentés par les cônes alluviaux et les éboulis en évolution continue, des dépôts de versant mixtes formés par la superposition et anastomose d'éboulis, cônes de déjection, dépôts colluviaux et formant des glacis plus ou moins inclinés, ces formations sont souvent épaisses avec un corps relativement ancien, mais avec une surface en évolution continue. Le troisième type est formé par des paléo-cônes de grandes dimensions. Il s'agit de grands cônes alluviaux de forme définie et dont on reconnaît clairement le point d'origine. Ce sont des dépôts épais, clairement anciens, souvent en continuité avec les terrasses anciennes et avec une surface rugueuse creusée par de nombreuses incisions.

c) Les dépôts lacustres et travertins :

Les dépôts lacustres et les travertins sont largement développés au sud-est marocain, les dépôts lacustres se présentent sous forme des limons des sables et des dépôts organiques (village d'Amane Oukider et Arg sidi Ali Ibourk) alors que les travertins se présentent sous forme des points réduits calcaires.

CHAPITRE 2 :

LES DONNEES ARCHEOLOGIQUES DANS LE SUD EST MAROCAIN.

Dans cette thèse on a travaillé seulement sur les restes lithiques des sites d'âge Paléolithique.

I. Le Paléolithique inférieur:

Deux civilisations ont succédé durant le Pléistocène du Maroc et sont représentées par deux groupes fondamentaux d'industries, le premier est la civilisation du galet aménagé ou *Pebble Culture*, et le second est la civilisation du biface ou Acheuléen (Biberson, 1961). La transition entre les deux est très lente et insensible et ont connu une évolution dans le temps à partir des formes primitives simples vers des formes de plus en plus sophistiquées (Biberson, 1961).

1. La culture du galet aménagé «*Pebble Culture*» :

Les «*choppers*» et les «*chopping tools*» sont les premiers outils connus sur Terre et façonnés par les Hominidés. Ces industries furent remarquées sur plusieurs sites de l'Afrique de l'est (Leaky, 1931), mais ici il faut signaler qu'à l'est et à l'ouest de la rivière de Kada Gona (Semaw, 2000) la plupart des outils considérés les plus anciens au monde se présentent sous forme des éclats et taillés par l'*Australopithecus Garhi* (Asfaw et al., 1999). Au Maroc les industries de *Pebble Culture* furent signalées dans un contexte stratigraphique (*in-situ*) au sein des dépôts d'âge Villafranchien sur le littoral atlantique marocain des régions Rabat et Casablanca. Les galets aménagés sont découverts en quantités immenses sur des sites de plein air dans les régions de Souk Larbâa du Gharb et Tiflet (Rodrigue, 2002) où des milliers des pièces de types *Choppers* et *Chopping tools* (**Fig. 6.**) occupent des dizaines d'hectares. A Souk Larbâa du Gharb, que nous avons visité en 2012 lors d'une mission de prospection, nous avons constaté d'immenses concentrations des industries de galets aménagés sur une colline qu'est forme une terrasse quaternaire, tous les échantillons sont faits de même matière première qu'est un grès quartzitiques rougeâtre prélevés des galets de cette terrasse.

Les industries de galets aménagés furent signalées depuis 1952 par G. Choubert et G. Mortelmans sur un reg ancien dans la basse vallée de Drâa (région de Foug-El-Hassan). Cependant, la présence de la civilisation du galet aménagé est mise en cause actuellement au Maroc, mais il faut signaler le site de Ain Hanech en Algérie qui a livré des témoins définitifs proches de l'Oldowayen *in situ* au sein des dépôts d'âge villafranchien (C. Arambourg, 1949a et b).

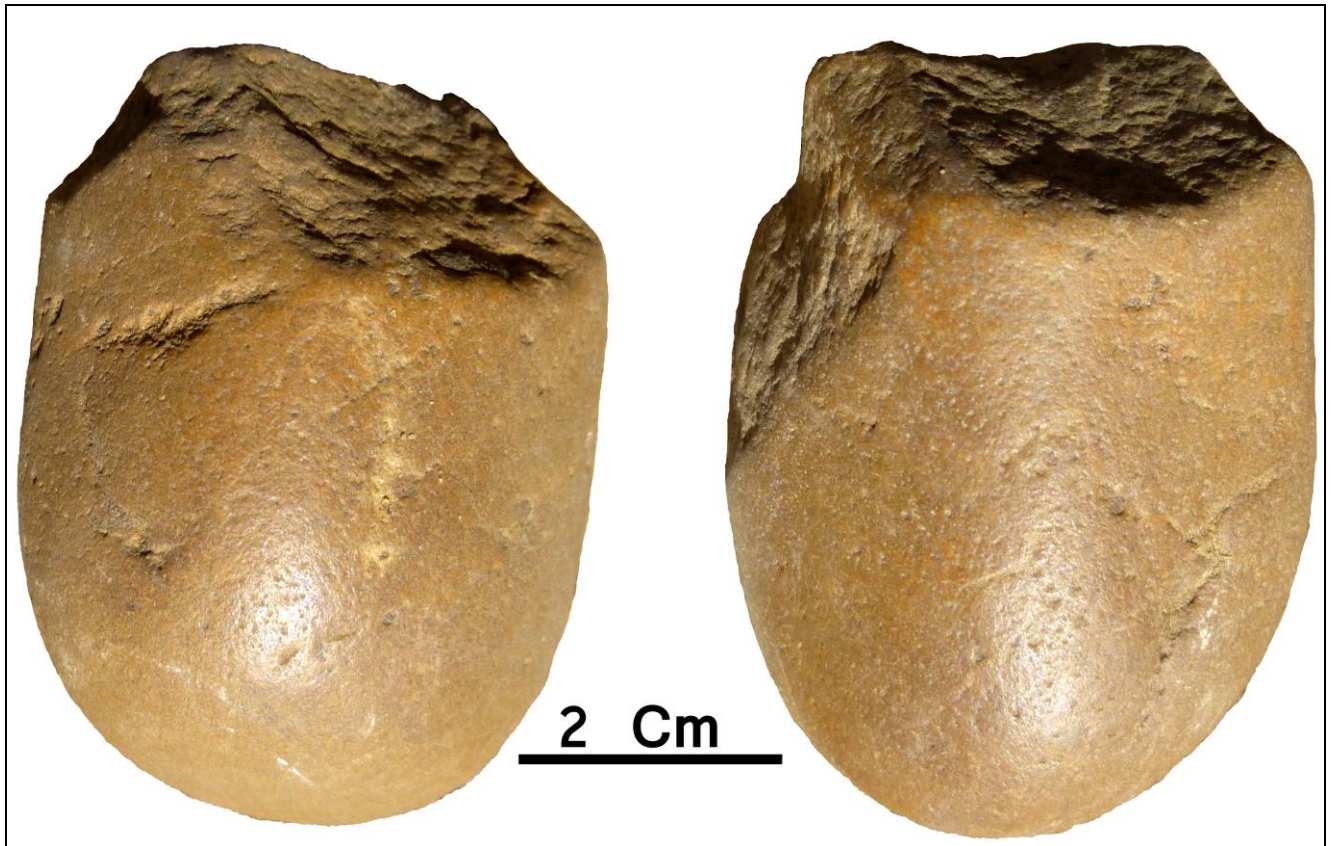


Fig. 6. Un galet aménagé de type *Chopping Tools* de Souk Larbâa du Gharb, des milliers de même type s'étalent sur des dizaines d'hectares sur une colline au centre du village. Cliché A.Ait Touchnt.

2. L'Acheuléen :

Dans tout le continent africain on trouve les témoins de la civilisation du Biface, sur la surface des sites en plein air et dans des contextes stratigraphiques. Ces derniers ont permis de bien étudier l'évolution acheuléenne et de déterminer ses stades successifs d'évolution (Antoine, 1950). En Europe, surtout occidental et central, l'outil lithique représentant la civilisation acheuléenne est le biface, mais en Afrique il s'ajoute au Biface le Hachereau (Rodrigue, 2002).

Au Maroc, c'était en 1940 dans les dépôts quaternaires du site de Sidi Abderrahmane où le premier biface acheuléen fut découvert et ramassé (Antoine, 1950). La séquence d'industrie atlantique marocaine est la plus complète dans le nord d'Afrique, cependant les sites algériens d'Ain Hanech et Teghnifine et le site tunisien de Sidi Zin valent la peine d'être comparés avec la série marocaine (Biberson, 1961).

Selon P. Biberson l'Acheuléen marocain est divisé en huit stades d'industries, dont l'individualisation fut réalisée à la fois par la stratigraphie et par la techno-typologie lithique des outils. En effet, l'Acheuléen inférieur regroupe les trois premiers stades I, II et III (ces trois premiers stades sont dénommés actuellement Abbevillien), l'Acheuléen moyen regroupe les stades IV, V et VI, et l'Acheuléen évolué regroupe les stades VII et VIII (Biberson, 1961), cependant le dernier stade (VIII) est attribué actuellement au Paléolithique moyen.

II. Le Paléolithique moyen :

Dans tout le Maghreb et le Sahara, le Paléolithique moyen fut signalé par les vestiges de deux civilisations qui ont vécu, il s'agit du Moustérien et de l'Atérien. Cependant le Moustérien est peu signalé dans l'Afrique du nord, tandis que l'Atérien est fort présent. Par contre en Europe l'Atérien est totalement absent alors que le Moustérien est fort signalé.

1. Le Moustérien :

Les sites moustériens *in-situ* au Maroc sont rares comme d'ailleurs dans tout le nord africain, au début trois sites seulement furent signalés au Maroc (Balout, 1965), ce sont respectivement le site de Djebel Irhoud, grotte de Kifan Bel Ghomari au sud de Taza, et la grotte de Tafoughalte près de Oujda. Puis d'autres nouveaux sites ont été découverts au Maroc oriental suite aux travaux postérieurs de (Wengler, 1986). Dans le domaine saharien au sud de Maroc, un seul site fut signalé par Alain Rodrigue en 1987 dans la région de Tata (Rodrigue, 2002).

En comparant le Moustérien maghrébin et celui européen, on peut dire que celui maghrébin se caractérise par la méthode Levallois utilisée dans le débitage, avec une richesse remarquable en pointes moustériennes et racloirs déjetés ou convergents, et rareté des coches et des denticulés (Guislain, 2000).

2. L'Atérien :

Il s'agit d'une culture proprement nord africaine, les vestiges de l'industrie lithique de cette civilisation furent trouvés et signalés sur tout le Maghreb, elle occupait du littoral de l'Atlantique jusqu'à l'Egypte, et depuis la Méditerranée jusqu'au Sahara. En 1976, Bordes a émis l'hypothèse disant que l'Atérien ne se caractérise pas seulement par la présence des pièces pédonculées mais aussi par la présence d'un équilibre de l'outillage différent de celui de Moustérien, mais des affinités typologiques nettes furent observées clairement entre l'Atérien et le Moustérien nord africain en ce qui concerne le débitage Levallois (Bordes, 1976 et 1977). Selon des datations physiques, les limites temporelles de l'Atérien sont contemporaines à la fin du Moustérien européen et le début du Paléolithique supérieur (**Fig. 7.**), c'est-à-dire environ de -40.000 ans jusqu'à -26.000 ans (Bordes, 1976).

III. Le paléolithique supérieur :

Dans l'Afrique du nord, apparaît une relation au niveau de l'évolution des industries lithiques, entre celles de la technique surtout celle de Levallois du Moustérien et de l'Atérien et celles sur lames et lamelles de l'Epipaléolithique. Ce sont les civilisations du Paléolithique supérieur de l'Europe occidentale qui correspondent à ce hiatus qui constitue une lacune à combler par l'Atérien en le rajeunissant (Camps, 1974), pour être : « *Un Paléolithique supérieur de tradition moustérienne* » (Vaufrey, 1932).

Selon les travaux de G. Camps en 1974, la phase terminale de l'Atérien du Maghreb, représentée par la couche C2 de Dar Es-Soltane à Casablanca, est contemporaine de l'Aurignacien qui est le début du Paléolithique supérieur européen (**Fig. 7.**).

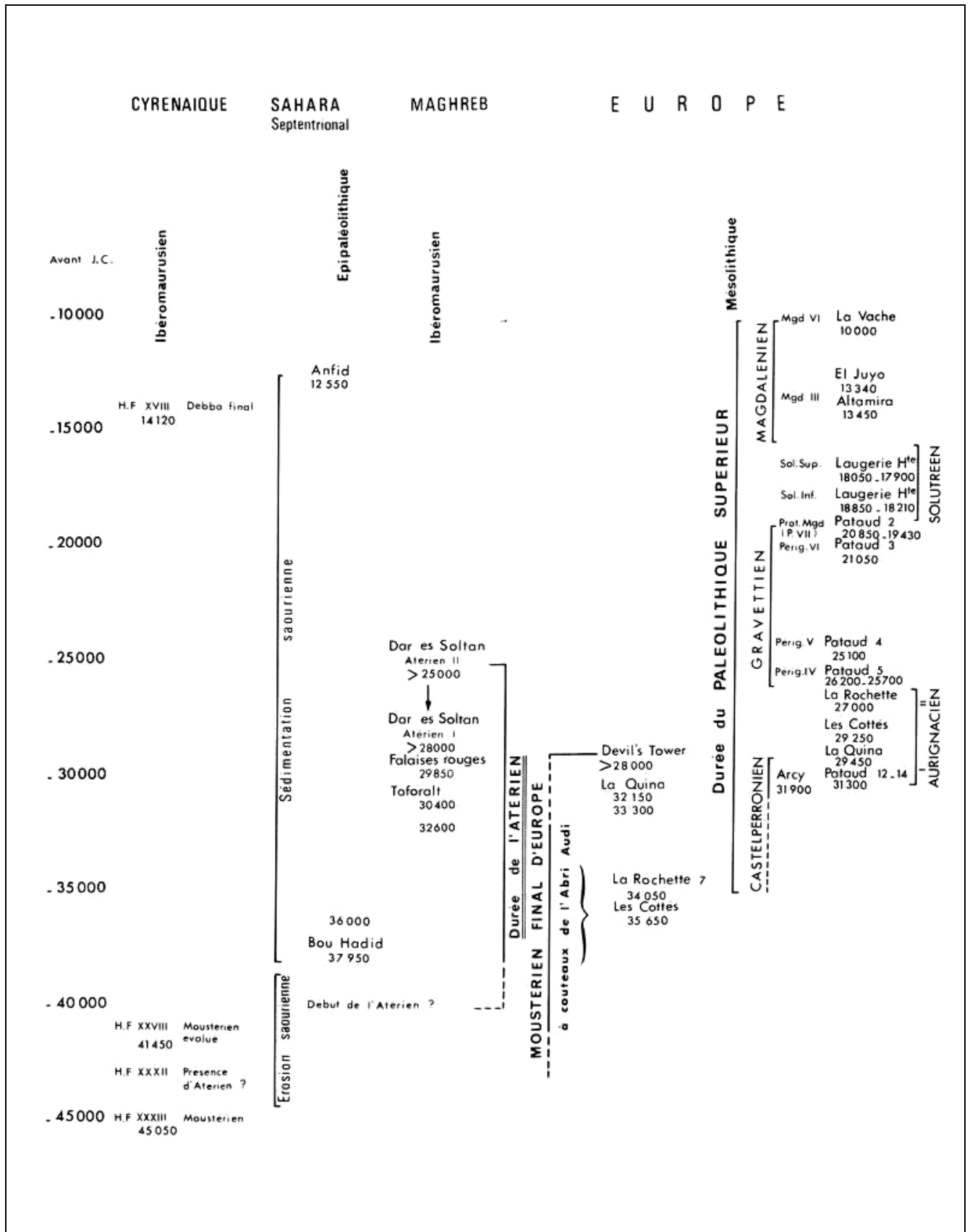


Fig. 7. Chronologie comparée de l'Atérien, du Moustérien et du Paléolithique supérieur européen (Camps, 1978)

DEUXIEME PARTIE:

METHODOLOGIE.

CHAPITRE 3 :

ORIENTATION DE LA RECHERCHE ET LES METHODES D'ANALYSES UTILISEES.

I. Problèmes liés à l'étude des sites préhistoriques de surface :

Les gisements préhistoriques de surface se trouvent dans presque tous les pays du monde, ils sont souvent beaucoup plus nombreux que les sites en stratigraphie, l'Afrique du nord et surtout le Maroc oriental et sud oriental en font un cas particulier très riche grâce à sa géomorphologie plate et ses conditions climatiques, cette zone conserve bien les restes lithiques mais elle ne conserve pas les restes osseux. Mais on a souvent tendance à préférer l'étude des sites en position stratigraphique, cependant dans ces derniers, il faut tenir en compte que chaque niveau avant d'être enterré il n'était qu'un gisement de surface, et peut ainsi présenter des défauts dus aux remaniements antérieurs à l'enfouissement comme des apports et des retraits des objets, et qui peuvent fausser des interprétations (Wengler, 1986).

Les sites de surface sont de deux types (Balout, 1955), on distingue un premier type qui concerne les artefacts lithiques sur le sol qui n'ont jamais été recouverts des sédiments depuis leur mise en place par les préhistoriques, d'un deuxième type qui concerne des sites qu'ont été enfouis sous des sédiments puis découverts par la disparition de ces sédiments. Dans le sud est marocain le type dominant est le premier, les artefacts n'ont jamais été enfouis, sauf dans des cas très rares. Cela est confirmé par la patine de désert épaisse qui couvre les restes lithiques de ces sites.

L'absence de la stratigraphie, c'est-à-dire de la chronologie relative des objets, est la critique majeure attribuée aux sites de surface, et la vulnérabilité d'un site préhistorique de surface est la cause principale de tout reproche qui peut être fait à son propos, parce qu'il est toujours exposé à toutes modifications concernant les apports et les retraits des matériaux d'origine et d'âges différents mêlés sur la même superficie. Mais aussi les actions naturelles comme les phénomènes de déflation éolienne, l'érosion par les eaux de ruissellement et des averses, et des phénomènes anthropiques et pastorales ont des effets considérables sur les mélanges et les remaniements de ces sites. Ainsi dans ces conditions il est difficile d'envisager une étude précise de la répartition spatiale des objets en vue d'obtenir d'éventuelles informations sur l'organisation des activités sur un tel site. De toute façon les sites de surface du sud-est marocain ont subi des actions d'érosion et de remaniements moins accentués grâce à sa nature semi-désertique, l'action éolienne ne touche pas aux artefacts lithiques et par contre ils deviennent concentrés en formant des regs désertiques concentrés en artefacts préhistoriques, et la rareté relative de la fréquentation anthropique. En se basant sur ces considérations l'étude scientifique de ces sites est significative.

Sur les sites de surface on ne trouve que ce que certains auteurs dénomment le squelette minéral, c'est-à-dire les vestiges des activités humaines sur les matières lithiques, les industries lithiques et les gravures rupestres.

Le problème des retraits sélectifs actuels est dû aux collectionneurs et vendeurs des fossiles et des objets antiques aux touristes, ils sélectionnent des belles pièces comme des bifaces acheuléens de formes régulières et des lames régulières et ils abandonnent des nucléus Levallois et des gros éclats, ce problème concerne seulement les sites connus et signalés, alors que les nouveaux sites découverts sont encore relativement sains et peuvent donner des rapports plus précis. Ainsi l'étude des sites de surface doit se faire avec prudence en tenant en compte cette grave atteinte par l'Homme actuel. Il n'est pas impossible aussi que l'Homme préhistorique à participé à ce problème en réemployant des pièces antérieures et en les transformant. Cependant, l'étude des restes lithiques peut détecter souvent ce dernier problème avec même des statistiques précises des outils réutilisés et modifiés par l'Homme préhistorique.

La discussion des problèmes liés aux sites de surface mène à penser aux meilleures façons de les étudier et les utiliser (Wengler, 1986). Ces sites ont aussi des avantages qui sont : la facilité de leur étude et le prélèvement des matériaux qui peut se faire avec peu de frais et sans fatigue (Antoine, 1954), aussi leur exposition donne une vue complète du site, donc une analyse statistiques n'oblige aucune fouille.

II. Problématique des travaux de la recherche:

Durant le Paléolithique les matières lithiques exploités sont très diverses alors qu'à partir du Néolithique le silex a devenu la seule matière lithique exploitée. Pour cette raison il est important de caractériser les matières lithiques exploités durant le Paléolithique.

Les préhistoriens qui s'intéressent à l'étude des sites en plein air de la marge nord saharienne au sud et au sud-est marocain, montrent un intérêt à la détermination exacte des matériaux lithiques trouvés sous formes d'outils et des produits de débitage disséminés sur ces sites. Ce travail répond directement à cet intérêt. Pour émettre des hypothèses concernant la circulation des matières lithiques, des groupes humains, et des idées il faut bien cerner la question de la distribution spatiale et temporelle des matières lithiques entre leurs sources géologiques d'origine et leurs positions actuelles (Glascock, 2002).

Durant ces six dernières années (depuis 2006), plusieurs missions de prospection ont été effectuées dans les régions de Tafilalet, de Tinghir et de Zagora, dans le cadre de coopération scientifique et technique maroco-italien (CNRST-CNRi), sous la direction des professeurs Carlo

Peretto, Larbi Boudad, Marta Arzarello, et Carmela Vaccaro, ainsi plusieurs sites de surface de grandes extensions ont été répertoriés avec une étude préliminaire du matériel récolté au sein du Département de Géologie de la Faculté des Sciences et Techniques d'Er-Rachidia au Maroc.

Les vestiges lithiques sont disséminés souvent sur les regs sur des superficies très larges qui peuvent atteindre des centaines des hectares. Les matières premières sont souvent exploitées dans une position primaire in-situ, l'abondance des produits de débitage et la rareté des produits retouchés, laissent penser à attribuer la plupart de ces sites aux ateliers de taille préhistoriques (Boudad et *al*, 2008).

Dans le cadre de ce travail, nous avons choisi un ensemble des sites les plus représentatifs des sites de surface du sud-est marocain, puis on a commencé à analyser par des méthodes diverses les échantillons archéologiques collectés sur les sites en question, puis on a procédé à répertorier les affleurements rocheux formant des gîtes susceptibles à être exploités par les Hommes préhistoriques pour en façonner leurs artefacts. Vu la superficie très vaste de la région, c'est très difficile voire impossible la prospecter totalement, mais quand même on a essayé de couvrir les superficies qui ont été non prospectées par les chercheurs antérieurs (Guislain, 2000).

A la base d'une analyse préliminaire de chaque site, on a pu distinguer deux types de sites de surface, les ateliers de taille pauvre en outils retouchés et souvent près des affleurements rocheux, et les sites d'habitats riches en outils retouchés et indépendants de la distance avec les gîtes de matières premières. En se basant sur ça on a choisi ces aires à étudier.

III. Echantillonnage :

Les échantillons sont organisés sous forme de deux lithothèques pour chaque site, un naturel et l'autre archéologique, ce qui permet un stockage et un classement de toutes les informations concernant la pétrographie, la géochimie, la localisation géographique, et le contexte géologique des échantillons. Pour chaque site le lithothèque est construit en cherchant à identifier d'abord sur le terrain par une prospection exhaustive à l'aide de la carte géologique détaillée, tous les affleurements de roches susceptibles à être exploitées comme matières premières par les artisans préhistoriques.

Sept sites ont été choisis pour être étudiés: Le site d'Azag-n-Ouchen, le site d'Imlil, le site d'Aferdou, le site de Koudiat El Askar, le site de Taddart No Romi, le site de Hamar Lakhdad et le site de Jbel Kfiroun. Trois sites seulement contiennent des restes du Paléolithique inférieur (Le site d'Azag-n-Ouchen, le site de Taddart No Romi et le site de Jbel Kfiroun). Il n'y a pas une distribution géographique relative à la présence du Paléolithique inférieur. Trois autres sites ont

été découverts récemment lors de la prospection des affleurements géologiques des matières lithiques, ce sont : Site de Tiounouine, site de Tinifift et site de Imi-n-Tizi.

1. Echantillons géologiques ou naturels :

A un périmètre d'une vingtaine de kilomètres autour de chaque gisement préhistorique, tous les affleurements de roches répertoriés susceptibles à être exploités durant la préhistoire ont été échantillonnés. Cependant, à chaque fois les détails de l'affleurement ne sont pas bien représentés sur la carte géologique, alors la collecte des échantillons s'est faite grâce à une prospection exhaustive de la zone concernée. Les gîtes primaires étaient bien privilégiés durant l'échantillonnage où la matière première se trouvait dans ses contextes géologique et gîtologique originaux. Cependant on rencontre des difficultés relatives à cette méthode, les sources des matières premières ne sont pas homogènes sauf dans des cas exceptionnels, il s'agit d'une variabilité dite intra-source (Shackley, 1998), ce qui nécessitait plusieurs prélèvements pour un gîte. Parfois les différentes sources entrent en recouvrement ce qui donne lieu à une variabilité dite inter-source (Tykot, 2004), cela nécessite à son tour des études plus fines. Dans le cas où ces affleurements se présentent sous forme des filons ou dykes magmatiques hypo-volcaniques, comme dans le cas du site d'Azag-n-Ouchen à Amane Oukider, il faut tenir en compte les variabilités linéaires de cet affleurement en dyke magmatique hypo-volcanique qui se dispose sous forme de sept collines alignées largement exploités durant le Paléolithique. L'Homme préhistorique a bien sélectionné les affleurements de bonne matière lithique peu cristallisés, a texture proche de vitreuse et a cassure proche de conchoïdale.

2. Objets archéologiques :

Les superficies des gisements préhistoriques de surface sont très vastes, en effet la tâche d'y prélever des échantillons représentatifs n'est pas si facile. Par exemple le site d'Azag-n-Ouchen est long de 1,5 kilomètres et large d'environ 300 mètres.

Avant d'entamer le prélèvement d'échantillons archéologiques d'un site de surface, il faut d'abord étudier la distribution spatiale des assemblages lithiques sur ce site et autour de ses gîtes de matières lithiques.

Le diagramme qui montre la décroissance du pourcentage d'une telle matière première par rapport à la distance de son affleurement, dit diagramme de décroissance en fonction de la distance (**Fig. 8.**), ne peut être complet et représentatif dans ce cas des sites préhistoriques de surface sans représenter d'autres paramètres qui influencent la distribution des objets lithiques (Ait Touchnt et *al*, 2011). Premièrement la pente topographique doit être tenu en compte, elle a une

influence primordiale sur la dynamique et le tri des objets postérieurement à leur dépôt selon leurs tailles et leurs formes géométriques (**Fig. 8.**), en effet chaque averse introduit une modification brutale sur la distribution des objets de cette surface selon leurs tailles et leurs formes, les objets légers aux formes arrondies se transportent plus rapides que ceux aux formes plates et lourdes (Ait Touchnt et *al.*, 2011).

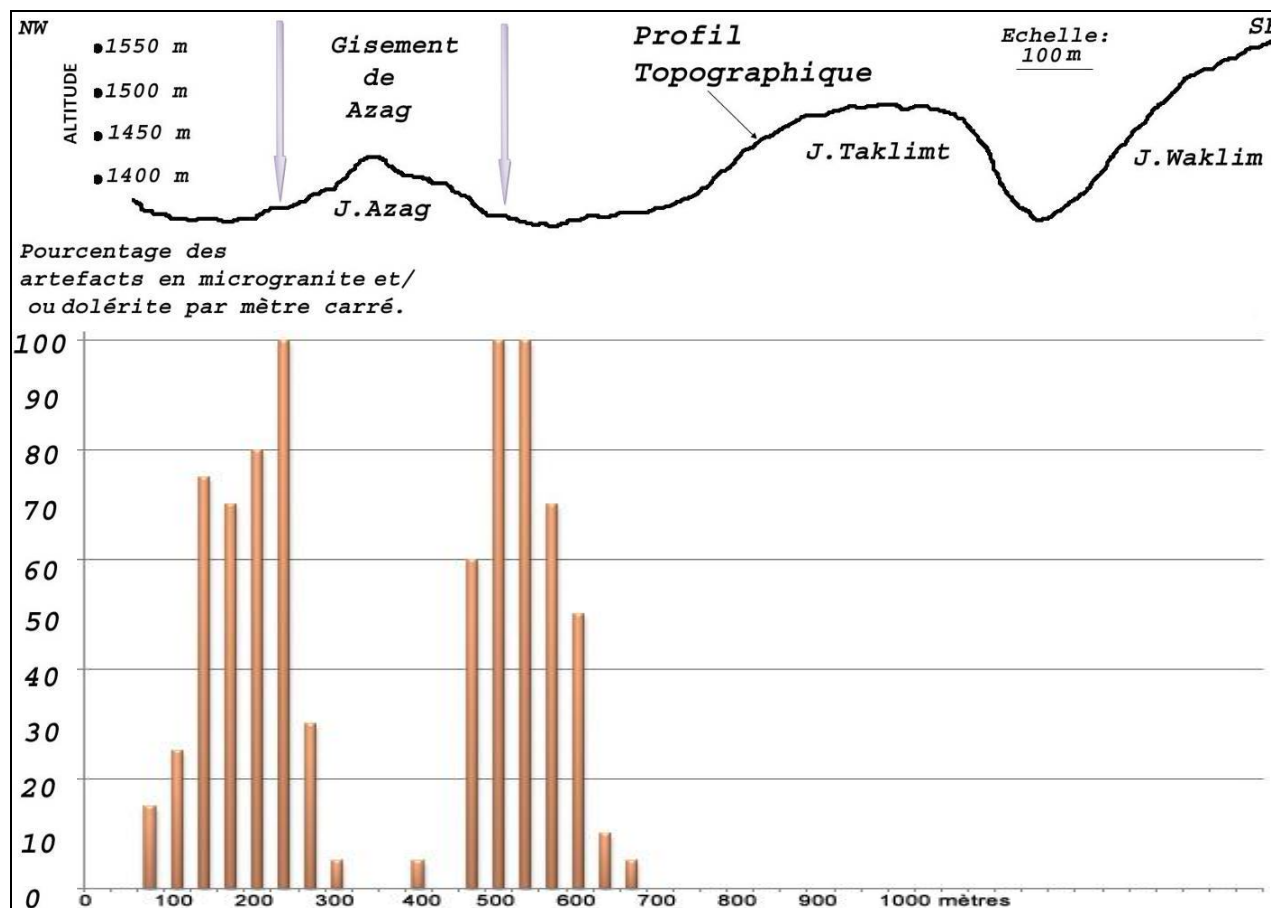


Fig. 8. Profil topographique tracé à partir de la feuille topographique de Boumalne 1/100 000, et couplé au diagramme montrant l’influence à la fois, du pendage de la surface topographique et de la distance de l’affleurement géologique dans le site d’Azag-n-Ouchen à Amane Oukider. (Ait Touchnt et *al.*, 2011).

Les objets lithiques sont bien concentrés et conservés sur les aires plates et les plus proches de l’horizontale.

Pour l’échantillonnage, une superficie de quatre mètres carrés est à chaque fois choisi au milieu du site sur une superficie plate et la plus représentative (**Fig. 9.**), tout le contenu de cette superficie, qui pesait quelques dizaines des kilogrammes, serait ramassé à l’aide d’une truelle et dans des sachets, puis après avoir tout lavé sur un tamis de 2 millimètres pour enlever la poussière et les restes végétaux, puis après avoir séché cet assemblage sous le soleil, un tri suivait selon les matières premières qui sont y présentes à l’œil nu et parfois à l’aide d’une loupe portable à une grossissement de X20 . En effet, Les échantillons archéologiques formés de différentes matières

premières seront destinés aux analyses pour déterminer leurs provenances géologiques exactes et accomplir ainsi la tâche pétroarchéologique.

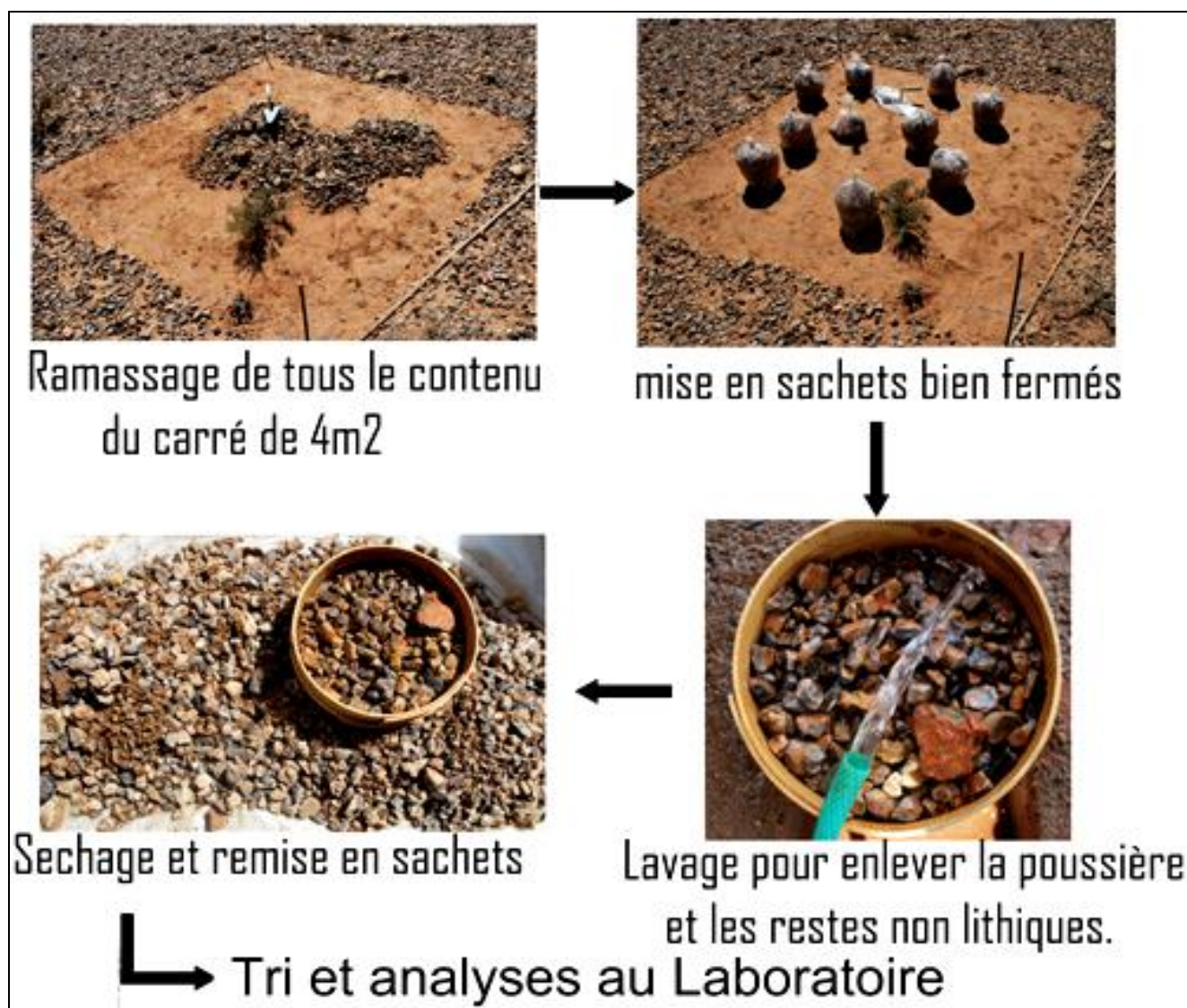


Fig. 9. Etapes d'échantillonnage sur le site préhistorique de surface, exemple de site d'Imlil. *Ait Touchnt, A. 2011.*

IV. Au laboratoire :

1. Examen macroscopique à l'œil nu :

L'examen à l'œil nu est la première étape de détermination et caractérisation des matériaux avant des observations à la loupe binoculaires et les études microscopiques et géochimiques. C'est une étape indispensable qui permet la description de la roche à l'échelle macroscopique et aussi de classer les artefacts de l'assemblage lithique en groupes selon les matières premières à partir desquelles ils ont été fabriqués. Malgré la présence commune de la patine de désert l'identification sur terrain des matières lithiques est possible, d'une part grâce à la loupe et d'autre part au fait que la patine est toujours développé seulement d'un côté et presque absente sur la partie sur laquelle repose l'objet sur terre. Cela confirme d'ailleurs la faible remaniement et déplacement de ces artefacts.

Les caractères macroscopiques de chaque outil préhistorique destiné aux analyses sont décrits sur une fiche (**Fig. 10.**) créée par A. Masson en 1981 mais on l'a modifié afin de présenter une description la plus complète possible pour chaque lithologie.

Fiche.....	Industrie :.....
Matière.....	
Altération.....	
Type de.....	Epaisseur moyenne :.....
Coloration	Code Cailleux :.....
Zonations :.....	
Litage :.....	
Structure :.....	
Translucidité :.....	
Enclaves :.....	
Qualité :.....	
Code matériau :.....	
Inclusions :.....	
Bioclastes visibles à la Bino. :.....	
Lame mince :.....	
Descriptions des microstructures :.....	
Texture :.....	
Minéraux :.....	
Bioclastes :.....	

Fig.10. Fiche descriptive des caractères macroscopiques de la roche formant l'artefact préhistorique, (Masson, 1981). *Modifié par A.Ait Touchnt.*

Les mêmes études et même préparations ont été faites pour les échantillons archéologiques et ceux naturels. En faite, les caractères macroscopiques des échantillons provenant des gîtes des

matières premières et destinés aux analyses sont décrits aussi sur une fiche (**Fig. 11.**) créée par A. Masson en 1981 mais on l'a modifié afin de présenter une description la plus complète possible.

Fiche.....	Description du gîte :.....	Localité :.....
Contexte géologique :.....		
Morphologie.....		
Dimensions.....		
Altération.....		
Type.....	Epaisseur.....	
Coloration :.....		
Zonation :.....		
Litages :.....		
Texture :.....		
Enclaves :.....		
Qualité :.....		
Extension :.....		
Code matériau :.....		
Présence d'un atelier de taille.....		

Fig.11. Fiche descriptive des caractères macroscopiques des gîtes des matières premières (Masson, 1981). *Modifié A.Ait Touchnt, 2011.*

Certains auteurs pensent que cette étape est largement suffisante pour déterminer l'origine géologique des matières premières (Torti, 1980) sans faire recours aux méthodes plus rigoureuses et aux spécialistes. Cependant, à cause les variations inter-sources et intra-sources dans la majorité des affleurements géologiques nécessitent des analyses géochimiques précises.

2. Préparation des échantillons à la microscopie et aux analyses géochimiques:

Les échantillons sont amenés directement au Département des Sciences de la Terre à Ferrara (*Università Degli Studi di Ferrara*) en Italie. Après avoir séparé les deux lithothèques, archéologique et naturel, puis préparé une base de données à l'aide de Microsoft office Excel, on procède aux étapes des laboratoires.

On commence par le laboratoire de la taille des échantillons (*Laboratorio taglio campioni*) où les échantillons sont coupés en morceaux réguliers. Un petit parallélépipède de 2X3X3 cm³ de chaque échantillon est stocké dans un lithothèque (**Fig. 12.**), un autre parallélépipède de même volume est destiné au laboratoire des lames minces (*Laboratorio sezioni sottili*) afin de confectionner des lames minces des échantillons épaisses de 30µm chacune, celles-ci sont d'abord destinées à faire des études sous une loupe binoculaire électrique couplée à un ordinateur par l'intermédiaire d'une télé-camera, puis à des études pétrographiques sous un microscope polarisant couplé à un ordinateur par l'intermédiaire de la même télé-camera (**Fig. 12.**). Les pièces

irrégulières de chaque échantillon sont destinées au laboratoire de concassage (*Laboratorio macinazione*) afin de faire des poudres, les grosses pièces sont concassées d'abord par une concasseuse électrique à mâchoire métallique pour les réduire en granulats de taille inférieure à 2 mm (**Fig. 12.**), une petite quantité de ses granulats est destinée à faire des études par le microscope électronique à balayage (*SEM* ou *MEB*) (**Fig. 12.**). Puis le reste des granulats sont broyés à l'aide d'une broyeuse électrique vibrante à mortiers en agate, pour produire des poudres très fins (**Fig. 12.**), avant de passer d'un échantillon à l'autre on procède à polir avec de l'eau puis de l'alcool puis sécher avec l'air comprimé toutes les pièces de chaque machine qui entre en contact avec les échantillons afin d'éviter toute possibilité de contamination entre les échantillons. Chaque poudre est divisée en deux parties, une partie est préparée pour la mesure de la perte au feu (PAF) ou *LOI* en anglais (*Loss On Ignition*) en suivant les étapes suivantes (**Fig. 12.**) :

les poudres sont placées dans des tubes à essai puis placés dans un four à moufle à 1100°C pendant une nuit, le matin suivant on les place dans un dessiccateur en cloche avec robinet et fond en porcelaine et contient un gel de silice pour éviter le contact avec l'humidité de l'air, aussi on manipule avec des pinces et des gants pour éviter le contact avec l'humidité des mains.

Les creusets vides (*crogiuoli*) sont séchés aussi durant une nuit dans un four à 1100°C (**Fig. 12.**), puis on pèse ces creusets vides le matin suivant, puis on pèse les creusets plus environ de 0,6 grammes de la poudre de l'échantillon, puis les creusets passent une deuxième nuit dans la même four sous les mêmes conditions de température, le matin suivant les creusets se pèsent de nouveau, puis on calcule en pourcentage la PAF ou *LOI* de chaque échantillon (perte des éléments volatils comme l'eau, CO₂, SO₂, Fluor, Clorure,...) à l'aide de la formule suivante :

$$LOI (\%) = \frac{(\text{Poids de creuset} + 0,6\text{g poudre}) - (\text{poids de creuset après } 1100^{\circ}\text{C})}{(\text{Poids de creuset} + 0,6\text{g}) - (\text{poids de creuset vide})} \times 100$$

Au laboratoire des pastilles (*Laboratorio pasticche*), la deuxième partie de chaque poudre est destinée aux analyses géochimiques par les étapes suivantes :

Une petite cuillère de la poudre suffisante à donner une épaisseur d'au moins 3 mm pour ne pas laisser passer les rayons X et ne pas fausser les résultats, est bien mélangée avec deux gouttes d'une colle organique sans métaux et incolore, puis la préparation est versée dans le fond d'une moule métallique cylindrique pour la donner la forme d'une pastille, puis une grande cuillère de l'acide borique pure et en poudre blanc est versée sur la préparation sans les mélanger, L'acide borique est choisi parce qu'il est léger est transparent aux rayons X (**Fig. 12.**), puis on applique une pression de 300 bars (24800 tons) durant 60 secondes à l'aide d'un piston d'un

compresseur électrique à huile pour endurcir la préparation. Les pastilles produites sont destinées directement au laboratoire des analyses par X-Ray Fluorescence (*Laboratorio XRF*) pour obtenir des résultats définitifs en éléments chimiques, teneurs massiques en pourcentage des éléments majeurs, et en ppm (partie par million) éléments en trace dans chaque pastille (**Fig. 12.**).

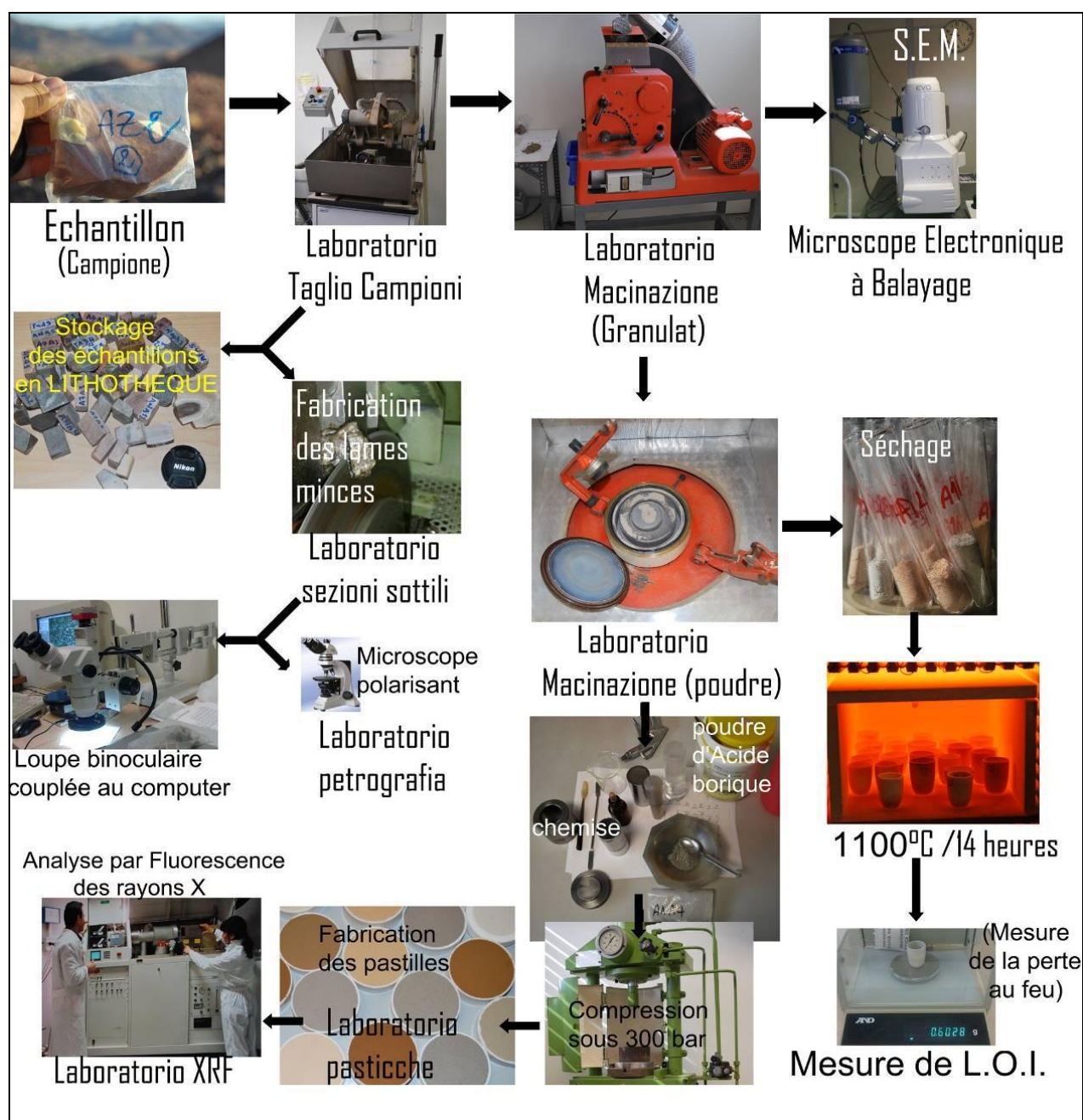


Fig. 12. Diagramme diachronique montrant les étapes des préparations et des traitements des échantillons. Ait Touchnt, A. 2011

3. Etude des lames minces à la loupe binoculaire et au microscope polarisant:

Après l'abandon de l'objet archéologique sur le site depuis le Paléolithique, il subit une suite des altérations nombreuses et variées qui se traduisent par la suite par des patines et l'apparition des minéraux de néoformation (Masson, 1987). En effet, avant de procéder aux

études, il faut tenir en compte cette source commune des erreurs dans l'attribution des objets archéologiques aux origines géologiques (gîtes). Cependant on essaye toujours d'éliminer la partie superficielle et se concentrer au cœur de l'objet.

3-1. Etude à la loupe binoculaire (Fig. 12.):

Le classement réalisé à travers l'étude macroscopique à l'œil nu n'étant jamais définitif, il est toujours possible les regrouper par la suite après avoir approfondi les études. L'observation des échantillons directement à la loupe binoculaire ou bien l'observation de leurs lames minces avant d'entamer la vraie pétrographie, permet de répondre aux questions sur la variabilité de certaines espèces comme la texture, la structure, la coloration, granulométrie, translucidité et opacité au sein d'un même groupe et d'identifier ainsi les espèces allochtones (Masson, 1979). Cette étape ajoute des éléments nouveaux à la caractérisation de la matière première, elle permet déjà de savoir si la roche est sédimentaire, magmatique ou métamorphique, et d'identifier des microfossiles sur la surface de l'échantillon comme des Foraminifères, des Algues microscopiques et des Mollusques et de savoir ainsi si la roche sédimentaire en question est marine ou lacustre par exemple.

3-2. Etude pétrographique au Microscope polarisant :

Les études macroscopiques et à la loupe binoculaire ne peuvent pas permettre de faire une correspondance certaine entre les objets archéologiques étudiés et leurs origines géologiques exactes. En effet il est indispensable de passer aux études plus fines puis aux analyses géochimiques plus précises.

L'étude des sections minces des roches sous un microscope polarisant s'appelle la pétrographie. Cette étape pétrographique ne peut pas se faire sans la destruction des pièces archéologiques, mais l'objet détruit par le sciage doit être obligatoirement auparavant photographié et dessiné. L'étude pétrographique est une étape indispensable pour la connaissance de la structure, la texture et la composition minéralogique de la roche en question.

Un microscope polarisant est caractérisé par deux lentilles ou *nicols* qui s'appellent respectivement le polariseur et l'analyseur (**Fig. 13.b.**). La procédure du fonctionnement dépend du trajet et du comportement physique de la lumière qui traverse les annexes de l'appareil et la lame mince de l'échantillon. La lumière est dite ordinaire ou naturelle c'est une onde électromagnétique produite par la lampe en bas du microscope et qui vibre dans toutes les directions dans un plan perpendiculaire au trajet de propagation (**Fig. 13.a.**) et (**Fig.13.b.**). Lorsque cette lumière traverse le polariseur elle subit la première modification, elle ne vibre plus

que dans une seule direction (dans un plan), cette lumière est appelée lumière polarisée (**Fig. 13.a.)** et (**Fig.13.b.)**).

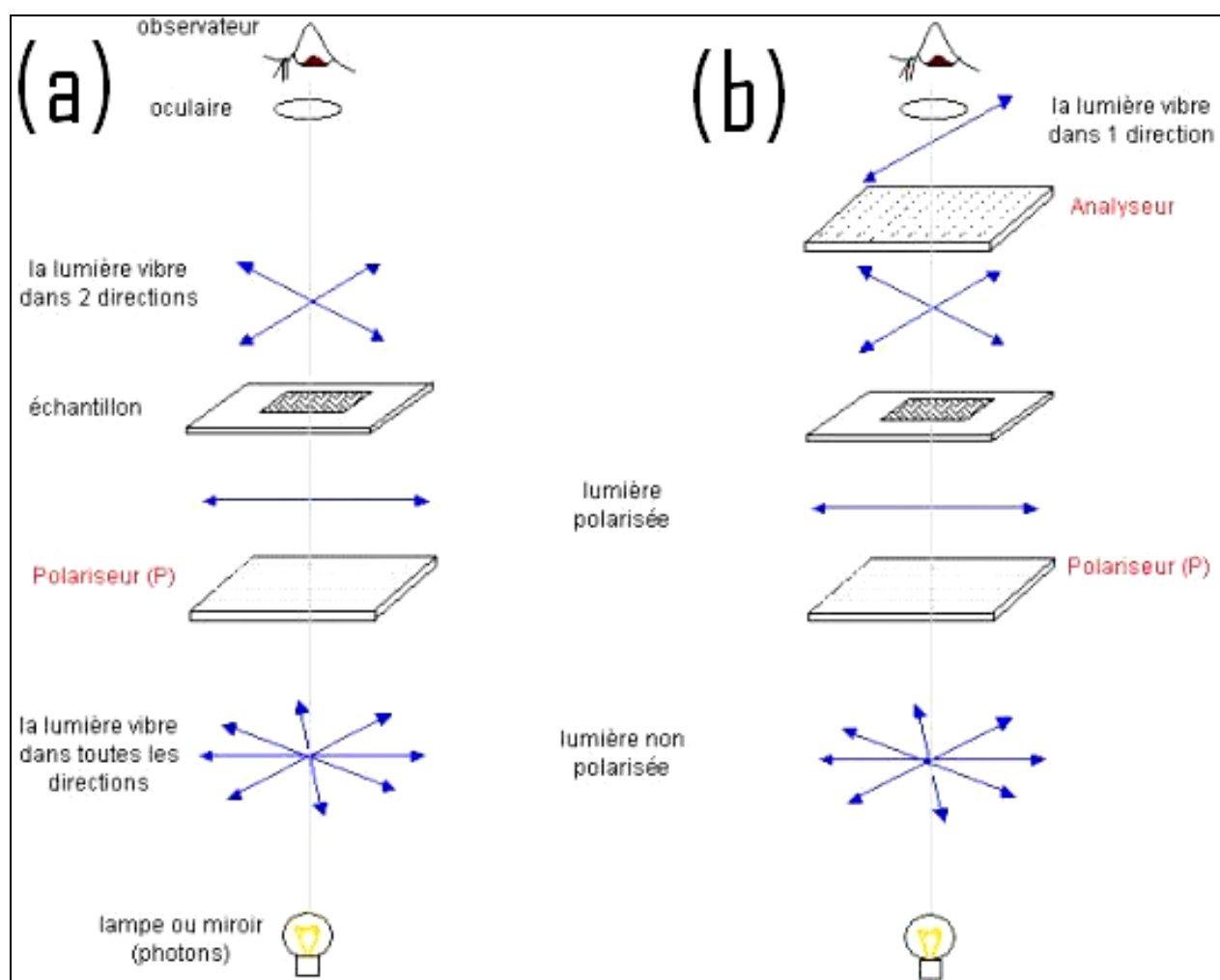


Fig. 13. Schéma montrant le mode de fonctionnement d'un microscope polarisant. (a) nicol polariseur en fonction, (b) nicols polariseur et analyseur en fonction . *Ait Touchnt, A. 2011*

Après le polariseur la lumière polarisée traverse la lame mince de la roche formée le plus souvent par des minéraux. À la sortie de l'échantillon, la lumière vibre à nouveau dans plusieurs directions et chaque espèce minérale agit sur cette lumière par une façon différente des autres parce que chaque espèce minérale a un système géométrique de cristallisation particulier. En effet, suivant la direction de polarisation, la lumière n'aura pas la même vitesse. Lorsqu'un rayon lumineux pénètre dans un cristal anisotrope, il se dédouble en deux rayons de polarisation différente qui se propagent avec une vitesse différente, c'est ce qu'on appelle la biréfringence. Puis la lumière passe par le deuxième nicol (analyseur) dont la direction de polarisation est perpendiculaire à celle du premier nicol (polariseur). L'observateur pourrait voir des minéraux de la lame mince chacun coloré différemment de l'autre selon sa biréfringence et reconnaître d'éventuelle présence du verre par exemple dans la matrice des filons aplitiques ou bien dans la partie cataclastiques des brèches de la faille.

À l'aide d'un compteur de points qui déplace la lame mince selon un pas constant à la surface de la platine tournante du microscope, ou bien avec des méthodes modernes de traitement d'images, on peut connaître la proportion de chaque minéral dans la roche, et par là sa composition minéralogique quantitative, mais il faut signaler que cette méthode destructive n'apporte pas toujours les renseignements attendus, et l'objet archéologique utilisé pour la réalisation d'une lame mince peut être insuffisant pour la caractérisation de la roche.

4. Etude au microscope électronique à balayage MEB (Fig. 14.) :

Le microscope électronique à balayage permet d'observer en trois dimensions des objets à des grossissements supérieurs à ceux des microscopes photoniques. Cette étude a été utilisée pour l'étude des silex (Aubry, 1975), cet examen permet d'étudier la roche à l'échelle de sa nanostructure et d'apporter des informations sur les types cristallins comme la silice, qui forment la roche.

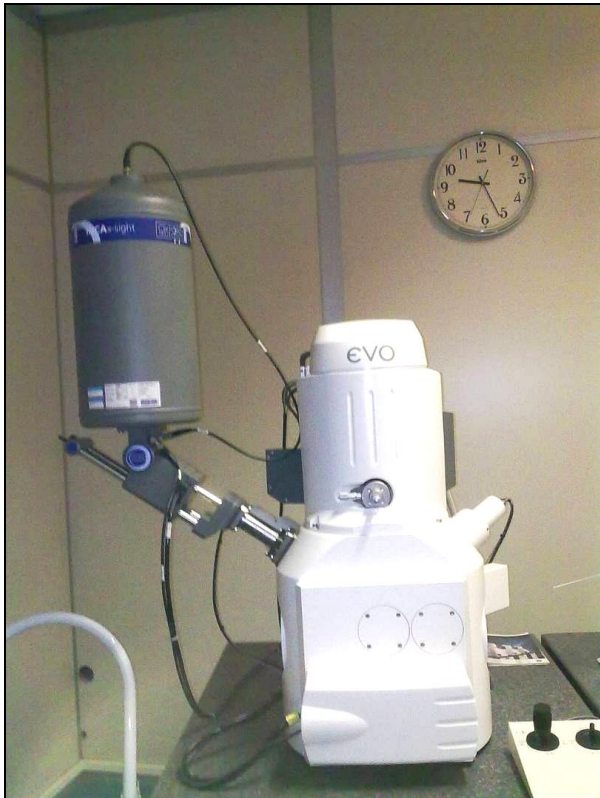


Fig. 14. Microscope Electronique à Balayage de type ZEISS EVO 40, Model 7060. Università Degli Studi di Ferrara. Cliché A.Ait Touchnt. 2011.

Avant de passer à l'étude au microscope électronique à balayage, il est nécessaire d'avoir une vision des caractères macroscopiques du matériel à étudier par une étude préalable à l'œil nu, à la loupe binoculaire et au microscope polarisant, pour éviter des résultats fausses à cause des modifications qu'elles subissent souvent des échantillons (patines, desquamation, remplissages des vides, recristallisations,...).

Il est ensuite nécessaire de procéder à des photographies, aux plus forts grossissements possibles de la loupe binoculaire, parce que c'est grâce à ces photographies de référence qu'il sera possible de repérer exactement les détails de la zone à étudier.

5. L'analyse par Spectrométrie de Fluorescence des rayons X (XRF, X-Ray Fluorescence) :

C'est la seule méthode d'analyses géochimiques qui permet d'analyser avec précision les éléments majeurs (plus de 1%), mineurs (1% à 0,1%) et en traces (inférieur à 0,1% et exprimés en ppm) des échantillons siliceux, alors que les autres méthodes nécessitent la dissolution des échantillons ce qui cause la perte de la silice qui se volatilise en se liant à l'acide fluorhydrique.

L'exactitude de cette méthode est estimée à plus de 3% pour Si, Ti, Fe, Ca et K, et estimée à plus de 7% pour Mg, Na, Al, Mn et P, pour les éléments en traces à 10 ppm l'exactitude est estimée à 7% pour Rb, Nb, Y, Sr et V, alors que 15% pour Zr, La, Ce, Ba, Ni, Co et Cr. Pour les éléments en traces à moins de 10 ppm la marge d'erreur est élevée.

Cette méthode permet de faire une détection multi-élémentaire mais elle ne dose pas les terres rares (*REE*) et autres éléments à concentration inférieure à 1ppm, les analyses se font sur des poudres pastillées (**Fig. 12.**), c'est une méthode destructive. Cependant, Pour les objets archéologiques rares comme les bifaces acheuléens réguliers par exemple, on utilise une méthode XRF non destructive (**Fig. 15.**), il s'agit d'un spectromètre portable de type *ARTAX* qui peut donner des résultats assez fiables des analyses ponctuelles sans détruire l'échantillon, il suffit de placer l'objet sous un spot dont le diamètre est réglable (**Fig. 15.**).

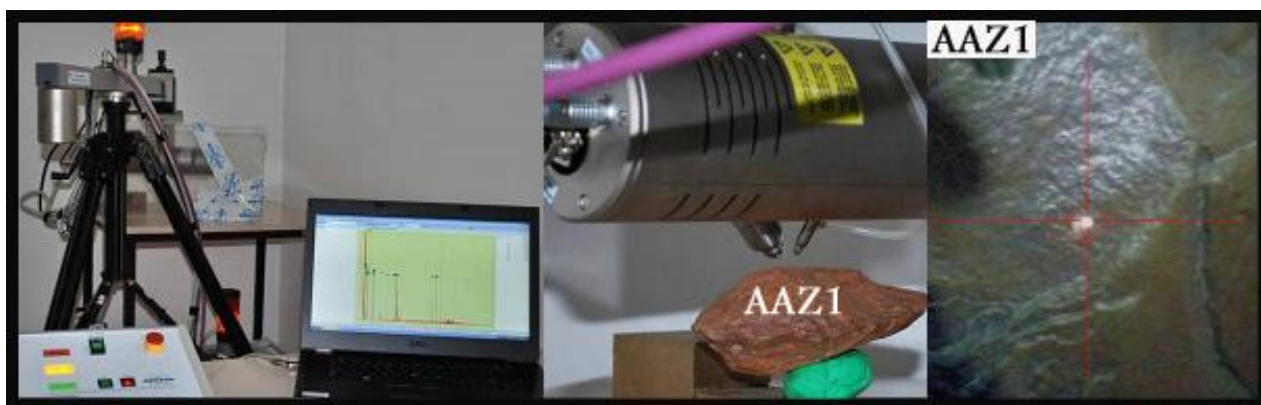


Fig. 15. Photos du spectromètre XRF portable *ARTAX*, Département des Sciences de la Terre *Università Degli Studi di Ferrara*. Clichés A.Ait Touchnt. 2011.

V. Résultats :

Dans ce travail on a adopté des techniques, destructives et non destructives, qui ont mené à des résultats intéressants permettant des mesures plus précises, mais sachant que chaque méthode

n'est pas suffisante seule, comme la détermination de la composition chimique des échantillons qui ne permet pas toujours une résolution définitive du problème de la provenance exacte des artefacts rencontrés sur les sites préhistoriques, est la raison pour laquelle on s'oriente vers une approche qui combine une complémentarité parfaite des diverses méthodes précitées de caractérisation.

Les résultats des études des échantillons archéologiques vont être comparés à ceux des études des échantillons géologiques provenant de l'environnement du site étudié. Ces comparaisons se basent sur l'aspect macroscopique, les caractères pétrographiques, les caractères minéralogiques, les caractères paléontologiques et les caractères géochimiques. Si un ou plusieurs échantillons archéologiques ne correspondent pas à aucun échantillon géologique de la zone étudiée à une vingtaine de kilomètres autour du site, il est nécessaire d'élargir la zone de prospection (cas du biface en jaspe trouvé sur le site d'Azag-n- Ouchen à Amane Oukider), en se basant sur les études analytiques déjà faites sur l'artefact en question pour orienter de nouvelles recherches.

CHAPITRE 4 :

LES SITES ETUDIES.

I. Les deux sites d'Amane Oukider:

1. Localisation géographique des deux sites :

Ces deux gisements préhistoriques d'Azag-n-Ouchen et d'Imlil sont situés dans la région de la vallée de Toudgha à 11 kilomètres vers le sud ouest de la ville de Tinghir, sur la bordure nord de Oued Targuit en aval de la fameuse mine d'Imiter pour l'extraction d'argent-mercure (**Fig. 16.**). L'Oued Targuit est un affluent sec d'Oued Toudgha qui est à son tour un affluent permanent d'Oued Ghriss. Ce dernier forme avec Oued Ziz les deux racines principales d'Oued Daoura qui coule jusqu'au-delà de la frontière maroco-algérienne et ses eaux se perdent dans le Sahara algérien.

Le site d'Imlil se trouve au nord de la route nationale N10 alors que celui d'Azag-n-Ouchen se trouve à son sud au milieu du village d'Amane Oukider. La distance entre les deux est environ de six kilomètres à vol d'oiseau (**Fig. 16.**).

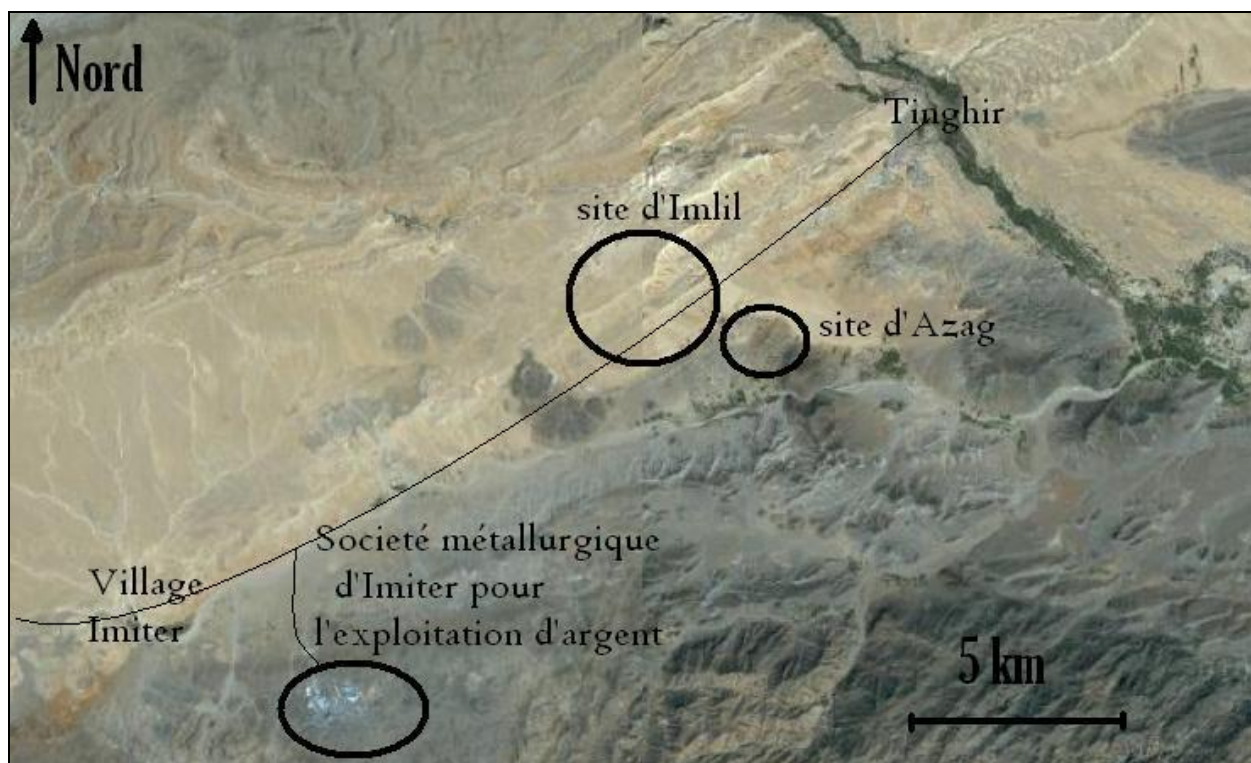


Fig. 16. Localisation des deux gisements préhistoriques d'Azag-n-Ouchen et d'Imlil. La ligne fine représente la route nationale N10 liant les villes d'Ouarzazate et Tinghir, on note la zone claire au nord de la route (Haut Atlas) et la zone sombre au sud (Anti-Atlas). *D'après Google Earth.*

2. Contextes géologiques des deux sites :

La région de Tinghir est localisée sur le flanc nord de la boutonnière Précambrienne du Djebel Saghro (Anti-Atlas Oriental, Maroc) qui constitue, avec d'autres boutonnières (Kerdous, Bou Azzer, Siroua...) le rebord septentrional du Craton Ouest Africain (**Fig. 3.**).

Les deux sites d'Imlil et d'Azag-n-Ouchen sont géographiquement juxtaposés mais situés dans deux contextes géologiques tout à fait différents. La région de Tinghir est une petite ville de sud-est marocain qui se trouve sur le sillon pré-africain. Ce dernier est un terme de la géologie structurale et signifie un couloir plat qui traverse tout le Maroc de l'est (frontière algérienne) vers l'ouest (Agadir) et qui forme la frontière géo-structurale entre le domaine alpin du Haut Atlas du côté nord d'âge essentiellement Mésozoïque et du côté sud le domaine de l'Anti-Atlas d'âge essentiellement Paléozoïque et Précambrien.

Le premier site (Imlil) se trouve sur le piémont sud du Haut Atlas sur des *Cuestas* crétacées (Guislain, 2000) formées des calcaires turoniens à silex (**Fig. 16.**), (**Fig. 17.**), (**Fig.18.**) et (**Fig.19.**) avec des coulées volcaniques néphélinitiques d'âge Plio-Quaternaire (-2.9 Millions d'années) (Ibhi et al., 1999), alors que le deuxième se trouve sur des collines ordoviciennes d'âge Caradoc supérieur (-450 Millions d'années) qui sont des terrains relativement très anciens (**Fig. 17.**) fortement plissés et faillés, avec des intrusions hypo-volcaniques (microgranite et dolérite) d'âge liasique et alignées NE-SW suivant un paléo-accident tectonique hercynien (- 400 Millions d'années) (**fig. 18.**).



Fig. 17. Photographie prise à partir de Djebel Waklim, illustrée et montre l'hiérarchie des formations mésozoïques et paléozoïques qui forment le contexte géologiques des gisements préhistoriques d'Azag-n-Ouchen et d'Imlil. (Ait Touchnt et al, 2011)

Les affleurements des matières premières susceptibles à être exploitées par les Préhistoriques doivent être délimités par des contours géologiques sur un fond de la géographie physique qui ne présente aucune activité humaine actuelle (**Fig. 18.**), par contre les cours d'eau (oueds et rivières) sont obligatoirement bien figurés surtout ceux qui traversent les zones des

affleurements des matières premières représentés (Ait Touchnt et al, 2011), parce que ce réseau hydrographique peut entraîner des matières premières dans des lits des exutoires secondaires et principaux du bassin hydrologique pour l'amener vers des positions secondaires loin de l'affleurement original par des dizaines ou même des centaines de kilomètres. Les Hommes préhistoriques ont pu collecter ces matières premières à partir de ces dépôts secondaires sous formes des galets émousés et prêts à être exploités.

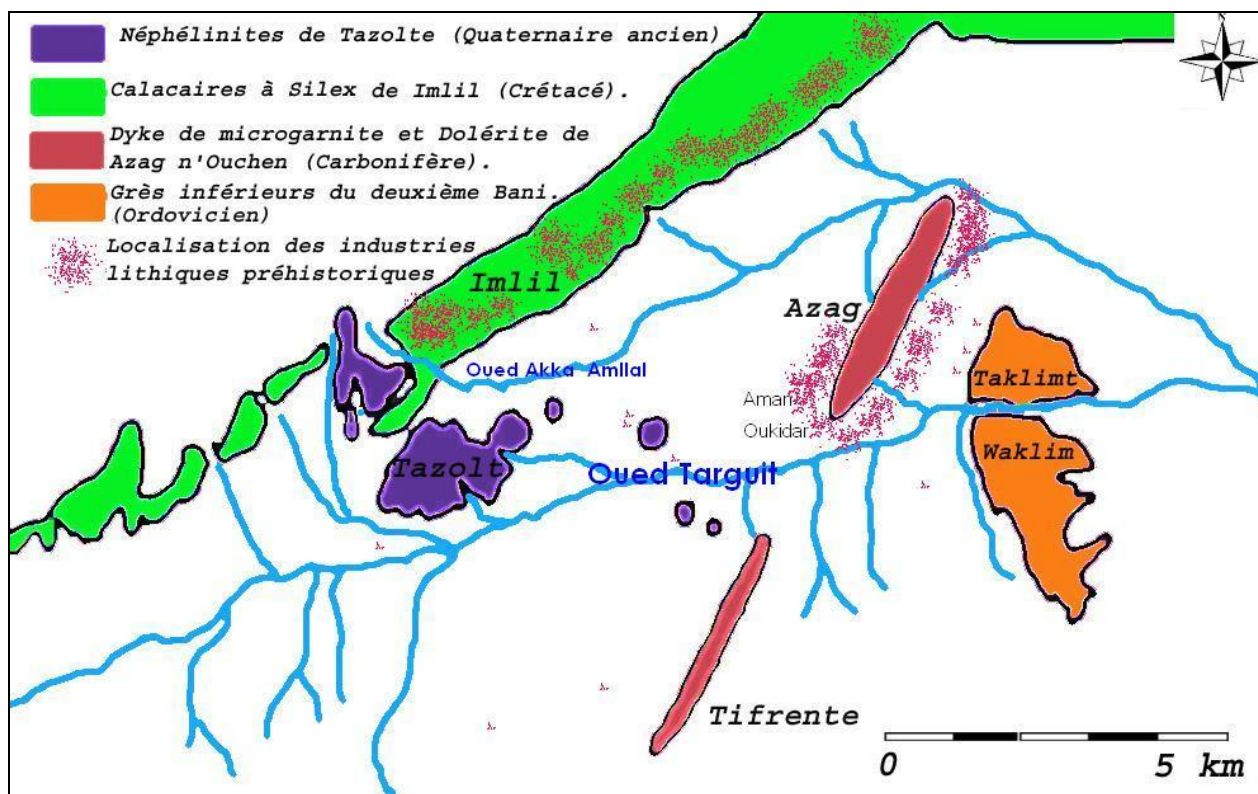


Fig. 18. Représentation des affleurements géologiques d'exploitables matières premières des deux sites d'Azag et Imlil (Ait Touchnt et al, 2011). Extrait de la carte géologique de Djebel Saghro-Dadès à 200 000^{ème}.

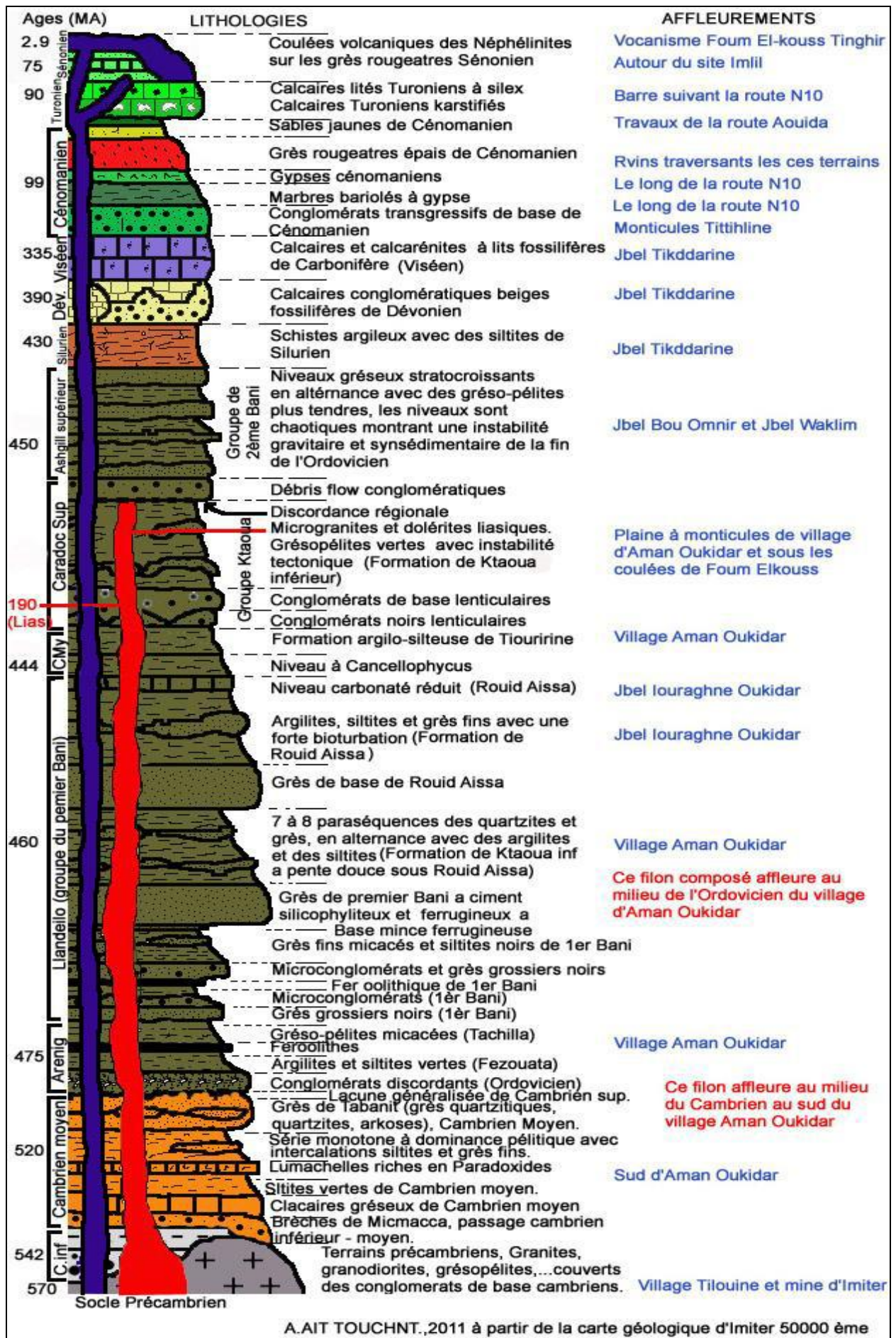
Le bassin de Toudgha (Tinghir) fait partie de la dépression tectonique synclinale du sillon pré-africain et surmonté par des formations crétacées (**Fig. 16.**). Cette dépression est large en moyenne de 40 kilomètres, mais à Tinghir elle est plus étroite où les formations paléozoïques de l'Anti-Atlas sont très proches géographiquement de celles mésozoïques du Haut Atlas (**Fig. 17.**).

Les gisements préhistoriques de la région de Tinghir se trouvent ainsi à la fois sur le flanc sud du Haut Atlas et sur le rebord septentrional de la boutonnière précambrienne de Saghro.

L'Anti-Atlas fut encore exhumé à la faveur du jeu et rejoue de certaines failles au cours de l'orogénèse alpine qu'à fut le soulèvement et la structuration du Haut-Atlas. Ces structures servirent probablement des espaces favorables à la mise en place du volcanisme alcalin du Saghro constitué de néphélinites et de phonolites (Berrahma et Delaloye, 1989; Ibhi *et al.*, 2002).

L'érosion ravinant les pentes du Haut-Atlas et de l'Anti-Atlas comble la dépression du sillon sud atlasique. Les remplissages typiques sont constitués de grès, conglomérats mal consolidés et de poudingues (Choubert et Faure-Muret, 1956).

Afin de bien répertorier les différents types de matières lithiques disponibles (Ait Touchnt et *al*, 2011), on a construit un log stratigraphique de la région d'Amane Oukider (**Fig. 19**).



A.AIT TOUCHNT.,2011 à partir de la carte géologique d'Imiter 50000 ème

Fig. 19. Colonne stratigraphique montrant les affleurements géologiques essentiels de Imiter-Tinghir. (Ait Touchnt et al, 2011).

3. Site d'Azag-n-Ouchen :



Fig. 20. Photographies montrant des vues sur le site d'Azag-n-Ouchen, sa grande richesse et sa destruction rapide. *Clichés A.Ait Touchnt 2011.*

Le site d'Azag-n-Ouchen est localisé au milieu du village d'Amane Oukider, à l'extrémité nord du massif du Saghro et au sud-ouest de Tinghir à proximité d'un filon de microgranite et dolérite avec une longueur exceptionnelle (extrémité nord-est du fameux filon de Foum Zguid long de 300 Km et généralement large de moins de 50 mètres). Ce filon dyke est formé de sept collines linéaires, ces dernières sont nommées respectivement du nord-est vers le sud-ouest (**Fig. 91.**), (**Fig. 92.**) et (**Fig. 93.**): Azag1, Azag2, Azag3, Azag4, Azag5, Azag6 et Azag7. Le filon doléritique est nommé Azag8 (**Fig. 94.**). Ce site est caractérisé par l'abondance du matériel lithique rhyolithique débité essentiellement sur des nucléus de grandes dimensions dépassant parfois 20 cm. « *Les produits de débitages bruts ou les outils sont rares. Le système de débitage Levallois est dominant: la méthode à éclat préférentiel et les méthodes récurrentes sont les mieux représentées* » (**Fig. 21.**) (Boudad et al, 2008). Les produits bruts de débitage ou les outils sont moins fréquents. Les dimensions impressionnantes des nucléus, laisse à penser que la technique de débitage de nucléus dormant à été utilisée sur ce site, comme c'est très souvent le cas au Paléolithique inférieur dans les régions méridionales (Boudad et al, 2008). On ne note pas la présence de choppers ni de chopping-tools, des bifaces réguliers et de tailles moyennes ont été

découverts sur le site. Une étude exhaustive du matériel permettra de proposer une attribution chrono-culturelle plus précise.

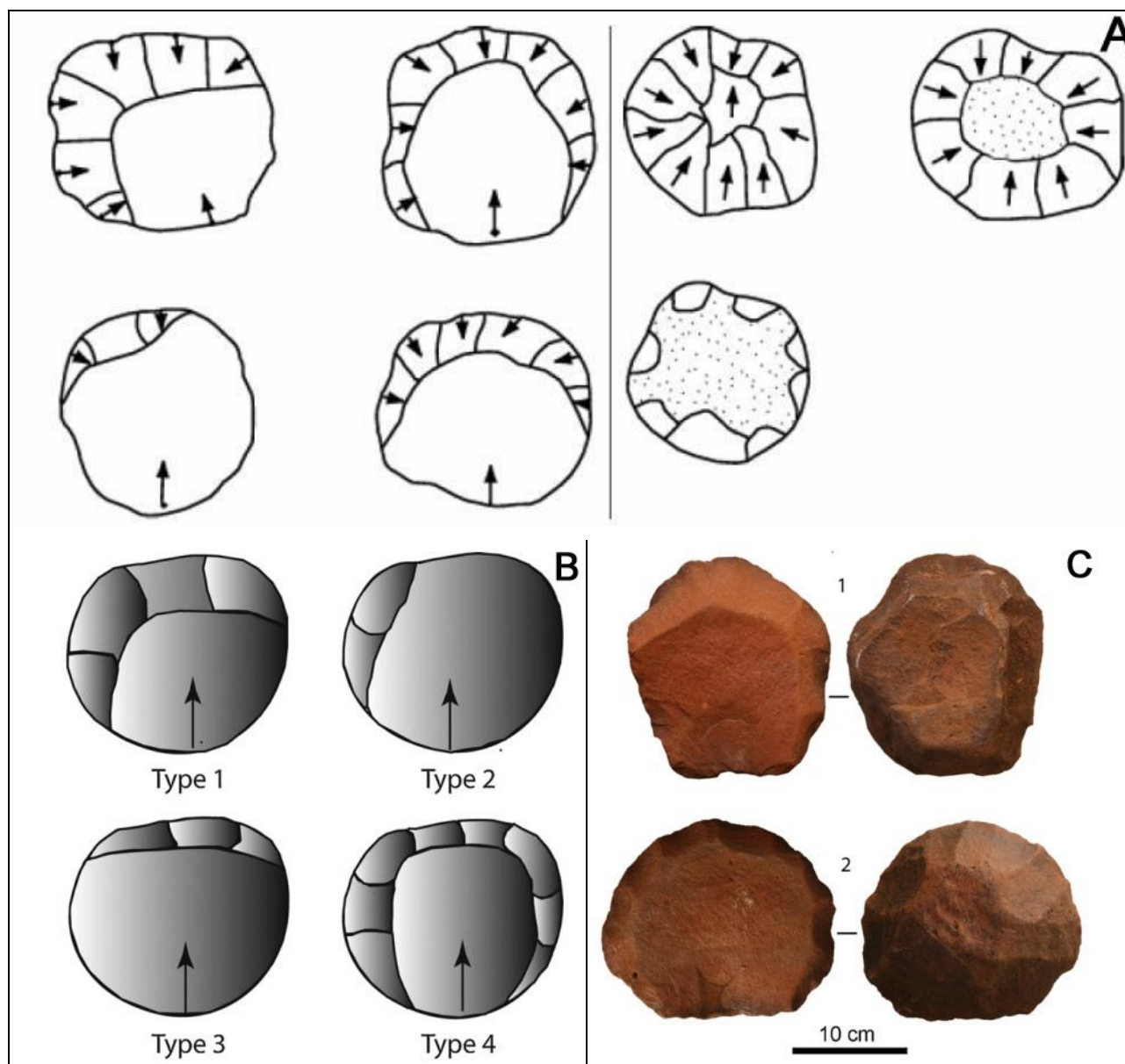


Fig. 21. A : Modèle utilisé pour la production des éclats Levallois préférentiels. A gauche: la surface de débitage montre des zones qui peuvent être portés par des éclats débordants. A droite préparation précise du plan de frappe, (Dessin M. Arzarello). **B :** Schéma des variantes du débitage Levallois à éclat préférentiel dansle site de Amane Oukider ; type 1 – éclat préférentiel débordant latéral ; type 2 – éclat préférentiel débordant latéral et distal ; type 3 – éclat préférentiel débordant latéral sur les deux côtés ; type 4 – éclat préférentiel non débordant (Arzarello et *al*, 2012). **C :** Nucléus Levallois : 1) à éclat préférentiel débordant latéral ; 2) à éclat préférentiel non débordant (Arzarello et *al*, 2012).

3.1. Caractérisation des outils lithiques et constitution physique de la lithothèque archéologique d'Azag-n-Ouchen:

Les industries lithiques, surtout de microgranite avec des percuteurs surtout en dolérite, se trouvent en grandes quantités concentrés sur les deux cotés du filon dyke d'Azag-n-Ouchen, surtout sur les piémonts à pentes relativement douces ou presque horizontales (**Fig. 8**). La superficie du gisement est vaste, avec une longueur d'environ 1500 mètres et une largeur

d'environ 300 mètres, ainsi la surface totale est estimée à environ 45 hectares, calculée par un GPS couplé à l'ordinateur. Ainsi pour dessiner l'allure approximative de diagramme montrant l'influence à la fois, de la pente topographique et de la distance de l'affleurement géologique sur la répartition des objets archéologiques en microgranite et/ou en dolérite sur le site d'Azag-n-Ouchen, nous avons choisi une surface qui traverse le gisement perpendiculairement au filon dyke et d'orientation nord sud, cette surface est large approximativement d'un mètre et traverse ce filon dyke et aussi les affleurements des grès et quartzites ordoviciens de Djebel Taklimt et Djebel Waklim qui se trouvent à son coté sud. Cette surface suit ainsi un profil topographique prédéterminé (**Fig. 8.**), puis nous avons calculé le pourcentage des artefacts lithiques fabriqués à partir des microgranites et/ou de dolérite chaque quarante mètres sur un tronçon de un mètre carré de la surface choisie (**Fig. 8.**), les distances sont mesurées à l'aide de l'odomètre intégré dans l'appareil GPS. Les coordonnées de la localisation de chaque artefact collecté et analysé, sont précises et bien notées, pour valoriser avec précision la distance parcourue par la matière première dont l'artefact a été fabriqué.

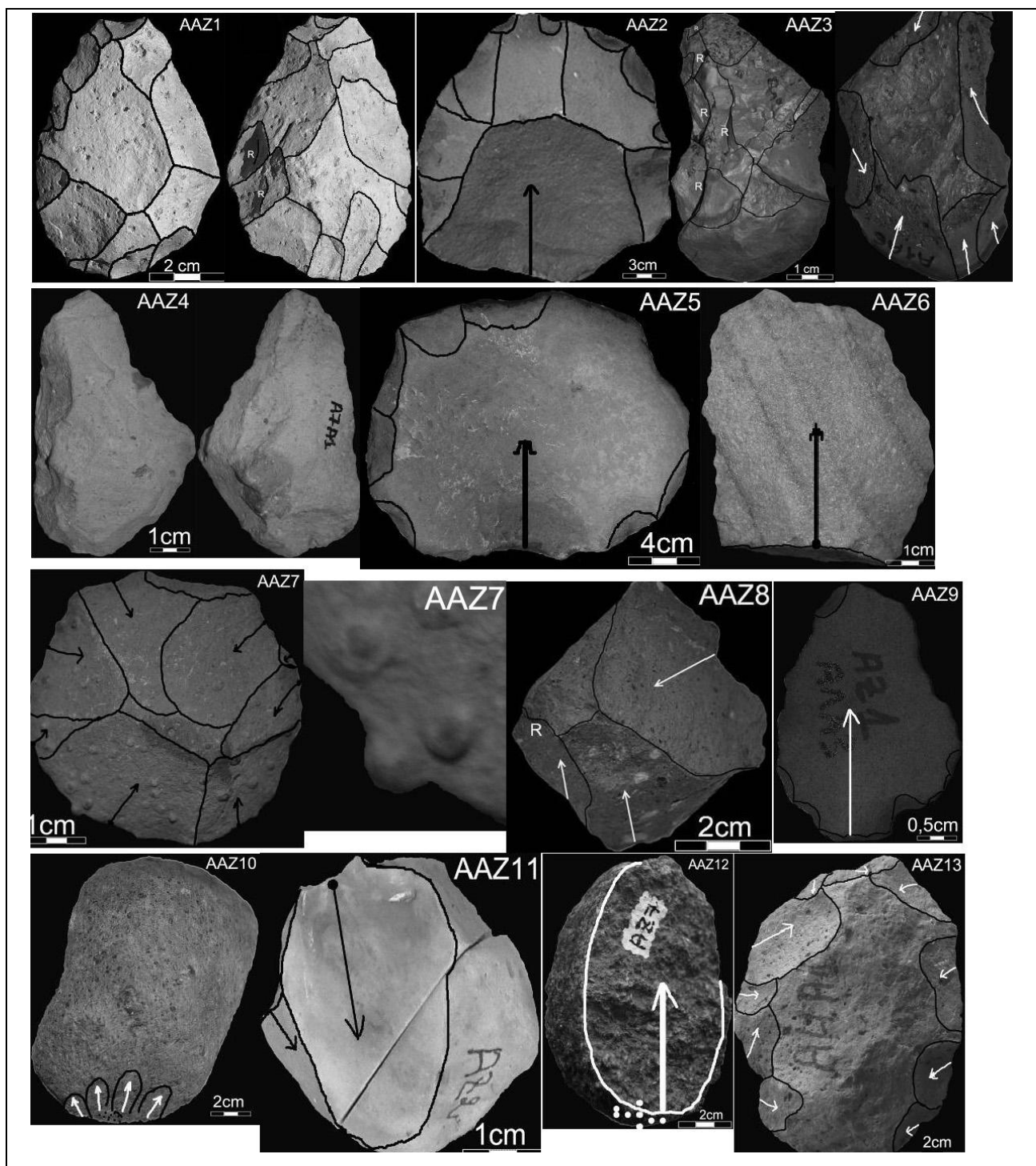
La caractérisation de la matière lithique archéologique, et la détermination de la source géographiquement et géologiquement exacte pour chaque outil analysé, seront effectuées à l'aide d'une comparaison avec les résultats de l'étape suivante. Le gîte déterminé est alors dans la source d'abord la plus proche géographiquement du site, et la plus semblable du point de vue de la caractérisation. Dans la plupart des cas, les analyses permettent de déterminer toute une formation sédimentaire, un filon magmatique, ou une vaste zone géologique, et non pas un gîte d'extraction ponctuelle, cela fait recours à des analyses géochimiques plus précises comme celles des éléments en traces.

Seize échantillons archéologiques ont été récoltés, puis analysés par différentes méthodes, la méthode de quadrillage a été faite sur le piémont sud de chacune des sept collines d'Azag à l'exception de la colline 7 nous avons collecté sur son piémont nord près de la cimetière, puis nous avons récoltés sur chaque carré toutes les pièces qui montrent des différences de la matière première, le tableau suivant (**Fig. 22.**) résume l'appartenance géographique des échantillons archéologiques collectés aux sept collines d'Azag.

Collines	Azag1	Azag2	Azag3	Azag4	Azag5	Azag6	Azag7
Echantillon Archéologique	AAZ2					AAZ6	AAZ13
	AAZ3	AAZ5	AAZ11	AAZ1	AAZ14	AAZ7	AAZ4
	AAZ16	AAZ8	AAZ10	AAZ9		AAZ15	AAZ12
Coordonnées GPS	31°27'19.73"N 5°34'28.23"O	31°27'09.65"N 5°34'36.71"O	31°26'51.20"N 5°35'00.20"O	31°26'43.22"N 5°35'22.80"O	31°26'19.73"N 5°34'28.53"O	31°26'16.73"N 5°34'27.23"O	31°25'99.73"N 5°34'00.43"O

Fig. 22. Coordonnées GPS des lieux d'échantillonnages sur les sept collines d'Azag (Ait Touchnt et al, 2011).

Vu leur rareté sur le site, les outils AAZ1, AAZ3 et AAZ4 qui sont des bifaces acheuléens réguliers, n'ont pas subi des analyses destructives, en effet on ne dispose pas des lames minces de ces trois échantillons archéologiques. En revanche nous avons procédé aux analyses non destructives (**Fig. 15.**) et (**Fig. 103.**).



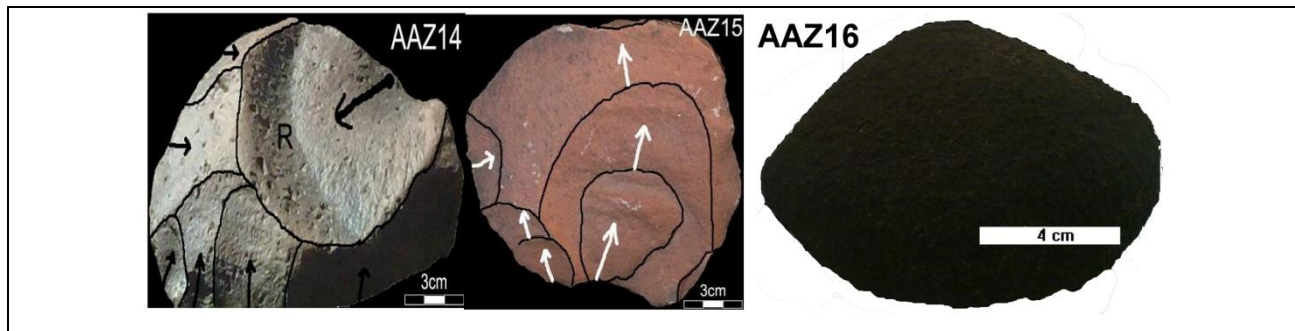
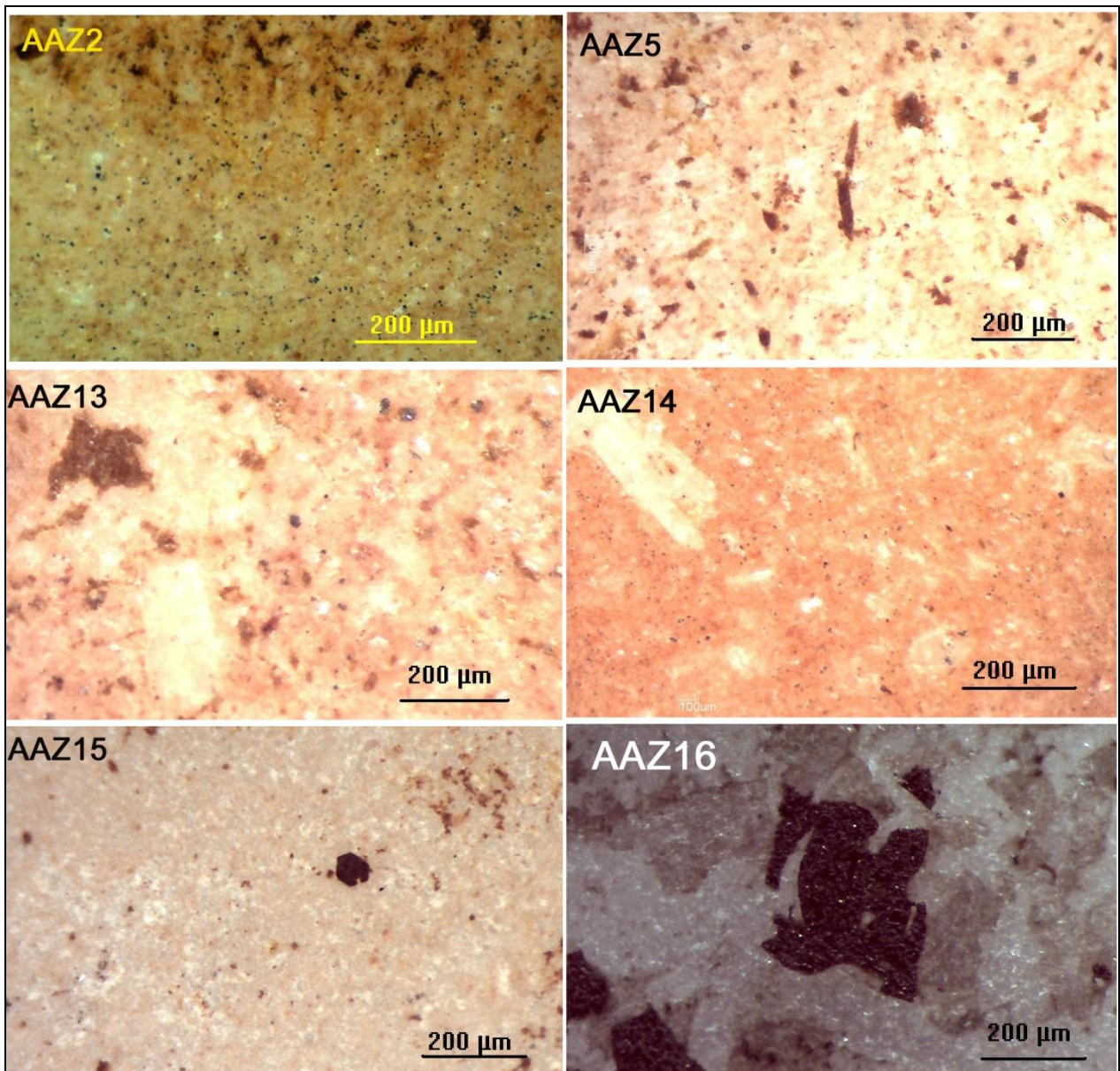


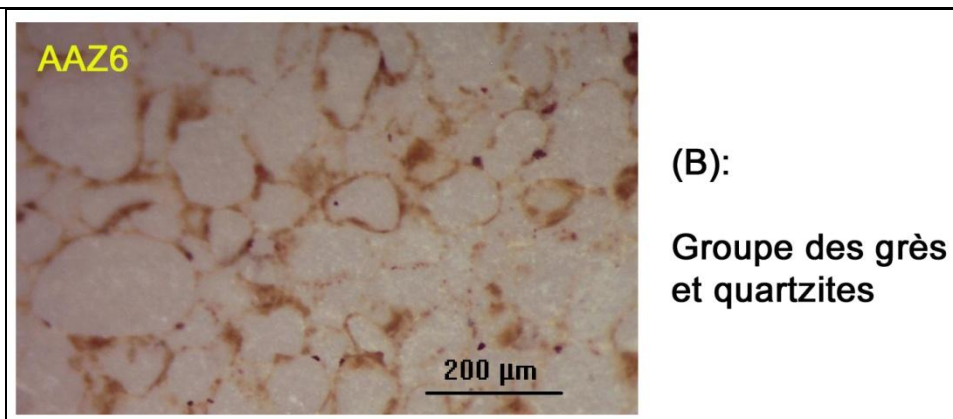
Fig. 23. Planche photographique montrant les photos des artefacts analysés d'Azag. AAZ1, AAZ3, AAZ4, et AAZ13: Bifaces. AAZ2, AAZ5, AAZ7, AAZ8, AAZ11, AAZ14 et AAZ15 : Nucléus Levallois. AAZ6: Eclats Levallois. AAZ9 : Pointe pédonculée atérienne. AAZ10, AAZ12 et AAZ16: Percuteurs. (Ait Touchnt et *al*, 2011)

a. Etude à la loupe binoculaire :

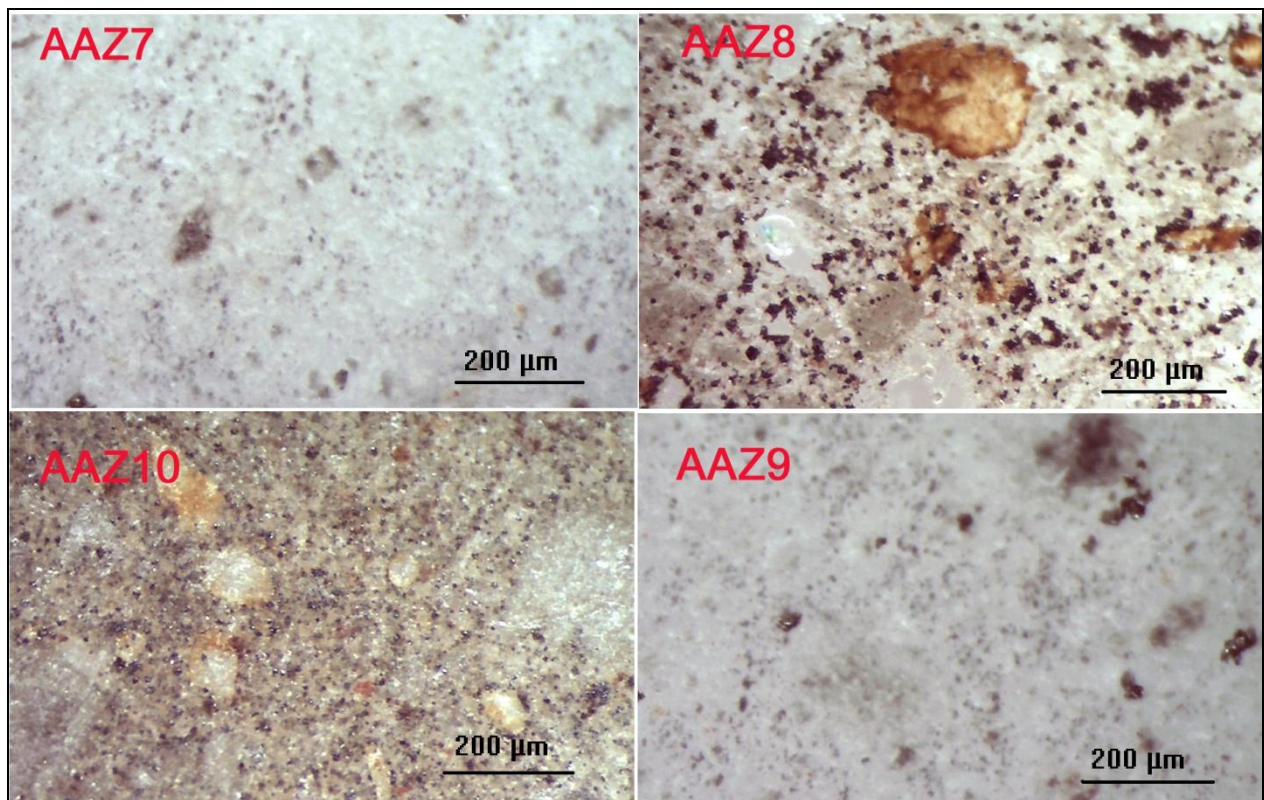
Les lames minces sont d'abord observées sous une loupe binoculaire. Cette étude préliminaire permet de faire une première classification en groupes selon les matières premières des échantillons archéologiques (**Fig. 24.**).



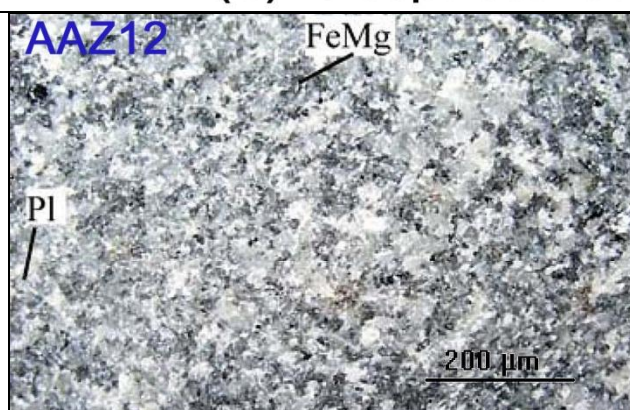
(A): Groupe des roches filoniennes.



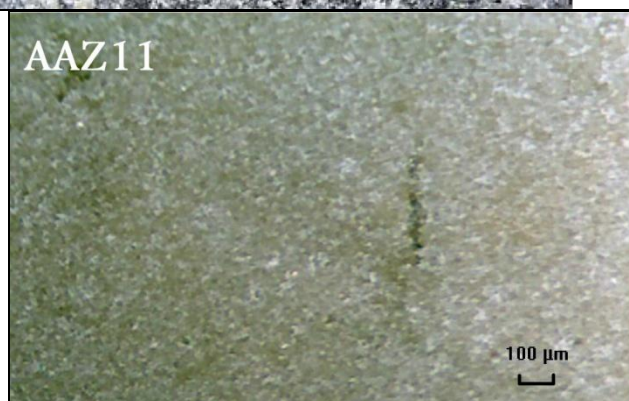
(B):
Groupe des grès
et quartzites



(C): Groupe des roches volcaniques



(D): Groupe des roches plutoniques (grenues).



(E): Groupe des Silex.

Fig. 24. Planche micrographique montrant les études effectuées à travers la loupe binoculaire, et les cinq groupes des matières lithiques archéologiques du site d'Azag-n-Ouchen.

D'après les études sous la loupe binoculaire des matériaux archéologiques, on a pu les grouper en cinq groupes (**Fig. 24.**) :

- Groupe A : Formé des roches magmatiques dites filoniennes ou hypo-volcaniques liasiques à textures microgrenues, dues au refroidissement intermédiaire dans un contexte filonien avec une vitesse moyenne, ce groupe renferme six échantillons (AAZ2, AAZ5, AAZ13, AAZ14, AAZ15, et AAZ16).
- Groupe B : Formé des roches sédimentaires détritiques ordoviciennes dites Arénites (Slansky, 1992), ce groupe renferme un seul échantillon (AAZ6).
- Groupe C : Formé des roches volcaniques plio-quadernaires à textures fines, dues au refroidissement rapide sur la surface de la terre, ce groupe renferme quatre échantillons (AAZ7, AAZ8, AAZ9, et AAZ10).
- Groupe D : Formé des roches plutoniques précambriennes à textures grenues, dues au refroidissement lent dans un contexte profond, ce groupe renferme un seul échantillon (AAZ12) qui est un percuteur et non pas un objet taillé.
- Groupe E : Formé des roches sédimentaires siliceuses fines dites les silex du Turonien, ce groupe renferme un seul échantillon (AAZ11).

Dans les sites étudiés dans ce travail de thèse, ils se trouvent la majeure partie des roches susceptibles à être exploités par l'Homme paléolithique:

- ❖ **Famille des roches magmatiques** : Cette famille renferme les roches rhyolitiques affleurant en gisements filoniens et basaltiques en coulées de laves. Ces roches ont été utilisées pour produire des artefacts lithiques. On a aussi des roches magmatiques de type plutonique dont la taille des grains est grande et ne permette pas d'être débités mais elles ont été utilisées comme percuteurs.
- ❖ **Famille des roches sédimentaires** : A cette famille appartiennent seulement les roches siliceuses et se présentent sous forme des roches d'origine biochimiques (nodules de silex dérivés de Radiolaires), et des roches détritiques de type quartz-arénitiques, ce dernier type s'affleure soit en position primaire (grès et quartzites ordoviciens) soit comme galets en position secondaire dans des terrasses quadernaires.

Quatre types morphologiques de quartz dans les silex du sud-est de la France sont décrits (Rio, M ; Chalamet, A, 1980), mais certains types de silice ne sont visibles qu'à un très fort grossissement et nécessitent ainsi l'utilisation d'un microscope électronique à balayage:

- la silice cryptocristalline (moins d'un μm) ;
- la silice de type calcédonite ;
- la silice en petits cristaux polygonaux ;
- la silice à aspect de quartz.

Toutes ces typologies de silice sont découverts dans certains sites étudiés dans cette thèse.

❖ **Famille des roches métamorphiques** : On rencontre deux types de roches métamorphiques dans nos sites : Les mylonites (Pseudo-tachylites) correspondent aux grandes structures de failles profondes lithosphériques qui sont actuellement en affleurement à la surface par l'érosion de l'encaissant, ces roches sont très dures et donnent une morphologie en relief linéaire. Et qui grâce à leurs structures vitreuses sont susceptibles à être débitées, ils se trouvent en abondance sur le site de Tiounouine au cœur des granites précambriens. Et les quartzites qui grâce à leurs forte entassement par le métamorphisme ils sont largement exploités durant la préhistoire.

b. Etude pétrographique au microscope polarisant :

i. Groupe des roches filoniennes :

Les études pétrographiques effectuées sur les lames minces des outils lithiques de ce groupe, montrent la dévitrification et un degré d'altération à cause de la grande durée du séjour d'abord de l'affleurement géologique puis de ces artefacts sur la surface depuis leur abandon par les Hommes préhistoriques.

Les outils AAZ2, AAZ14 et AAZ5 montrent deux textures microgrenues très semblables et homogènes (**Fig. 25.**). Les minéraux de l'échantillon archéologique AAZ5 sont plus fins que ceux des échantillons AAZ2 et AAZ14, ce qui témoigne une variabilité intra-source due à la cristallisation fractionnée, à la différenciation magmatique et aux conditions différentes de la mise en place du filon-dyke du microgranite d'Azag-n-Ouchen dont la matière première lithique provenait.

Les outils AAZ13 et AAZ15 montrent un phénomène différent (**Fig. 25.**), des cristaux de grande taille dits phénocristaux qui baignent dans une matrice faite des minéraux plus fins, dans le cas du premier outils on observe des cristaux des feldspaths roses mais xénomorphes (qui ne gardent pas une forme cristalline régulière), alors que dans le cas de AAZ15 les phénocristaux de grenat sont automorphes et montrent une forme géométrique régulière (**Fig. 25.**), ces particularités de chaque roche forment des critères discriminants qui vont être utilisés par la suite pour reconstruire la parenté entre les différentes matières premières et déterminer ainsi l'origine géologique exacte de chaque échantillon archéologique analysé.

L'échantillon AAZ16, de composition basique, montre une texture dite inter-granulaire typiquement doléritique (**Fig. 25.**) caractérisée par des cristaux jointifs et automorphes de plagioclase qui délimitent des espaces triangulaires remplies par des minéraux ferromagnésiens xénomorphes de haute température.

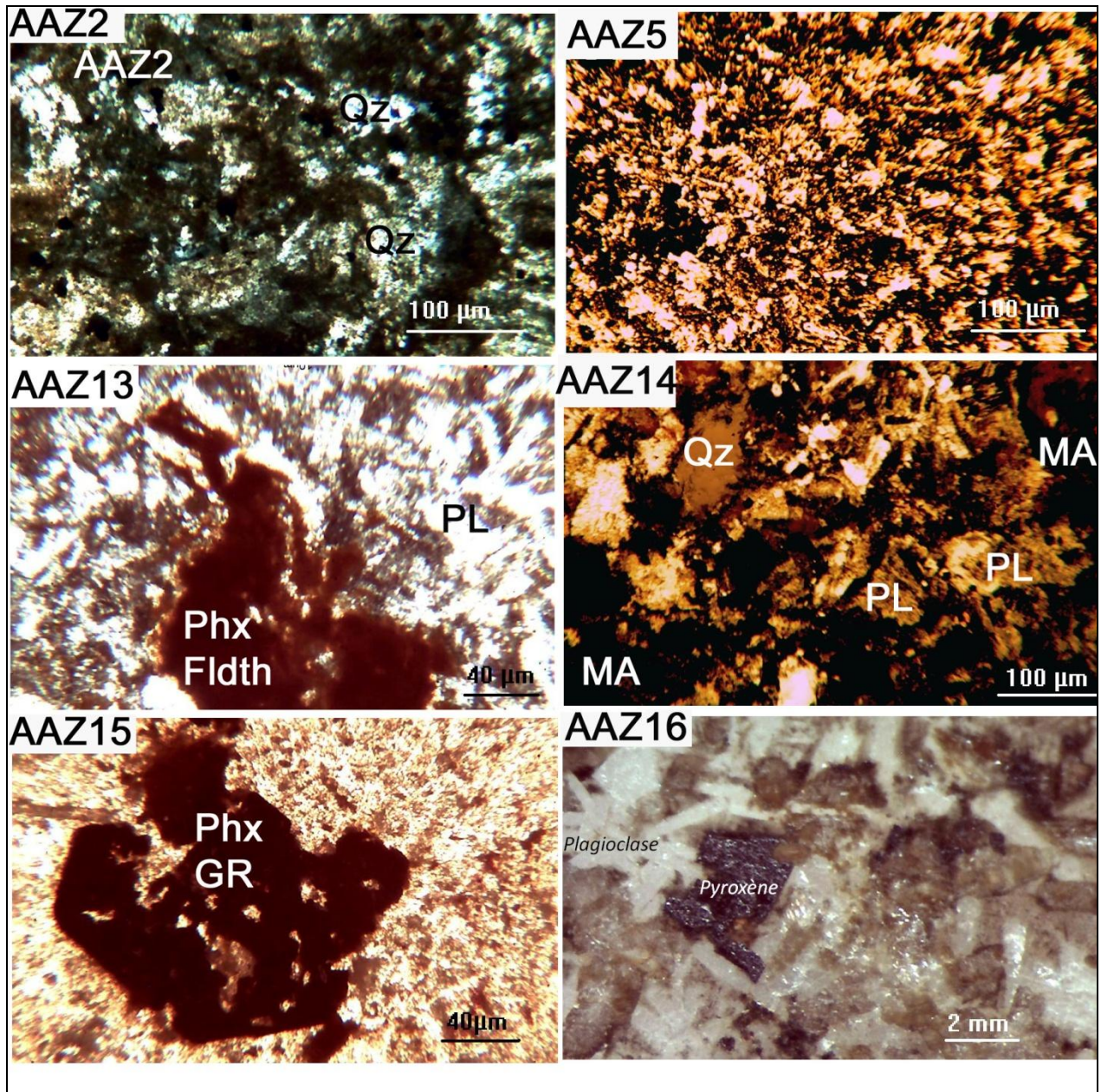


Fig. 25. Planche micrographique montrant les études pétrographiques effectuées sur les lames minces des outils lithiques du groupe des roches magmatiques filoniennes.

Qz : Minéraux de Quartz. **Phx Fldx** : Phénocristaux des Feldspaths. **PL** : Plagioclases.

Phx GR : Phénocristaux automorphes de magnétite (Spinelle). **MA** : Minéraux d'altération.

ii. Groupes des grès et quartzites :

L'étude texturale de la roche se fait par l'ensemble des différences physiques de sa structure, en particulier en relation avec la taille, la forme et l'arrangement de ses composants, la description granulométrique et texturale selon son homogénéité, et le degré de l'arrondissement et la compaction ou entassement de ces grains (Trevor, 2004).

Pour déterminer le degré d'homogénéité des grains de cet échantillon, on se base sur un modèle théorique (**Fig. 26.**) de classement et d'estimation de la sélection des éléments figurés (grains de quartz).

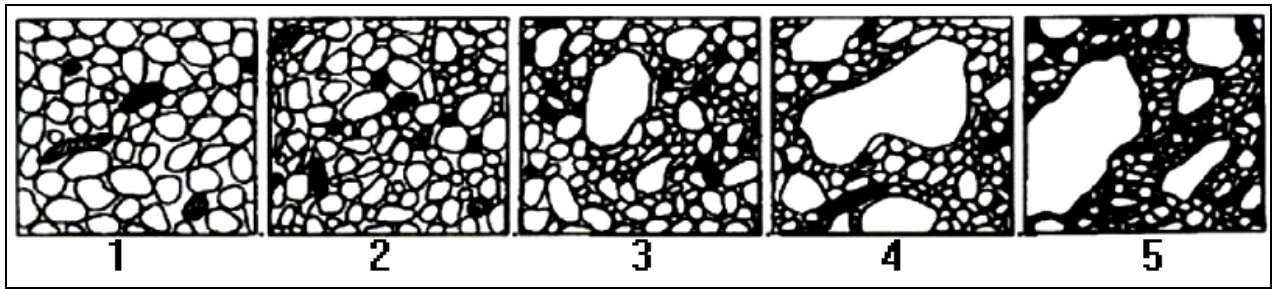


Fig. 26. Diagramme montrant l'estimation de degré de la sélection des grains de quartz formant les éléments figurés des roches détritiques (Gómez Gras, 1999)

- 1- Très bien sélectionnés 2- Bien sélectionnés 3- Modérément sélectionnés
 4- Mal sélectionnés 5- très mal sélectionnés

L'agencement des grains de quartz et les types de contact entre eux peuvent montrer le degré de compaction de la roche (Gómez Gras, 1999). Le contact peut être (**Fig. 27.**):

- Contact en points: Le contact se fait entre les grains dans des points.
- Contact concavo-convexe: Ce contact se voit comme une ligne courbée au niveau de la lame mince de la roche.
- Contact suturé: Avec des interpénétrations stylolithiques entre deux ou plusieurs grains.
- Contact long: Qui se voit au niveau de la lame mince comme une ligne droite entre deux ou plusieurs grains.
- Grains flottants: Dans ce cas on ne voit pas aucun contact entre les grains, ces derniers sont libres dans une matrice.

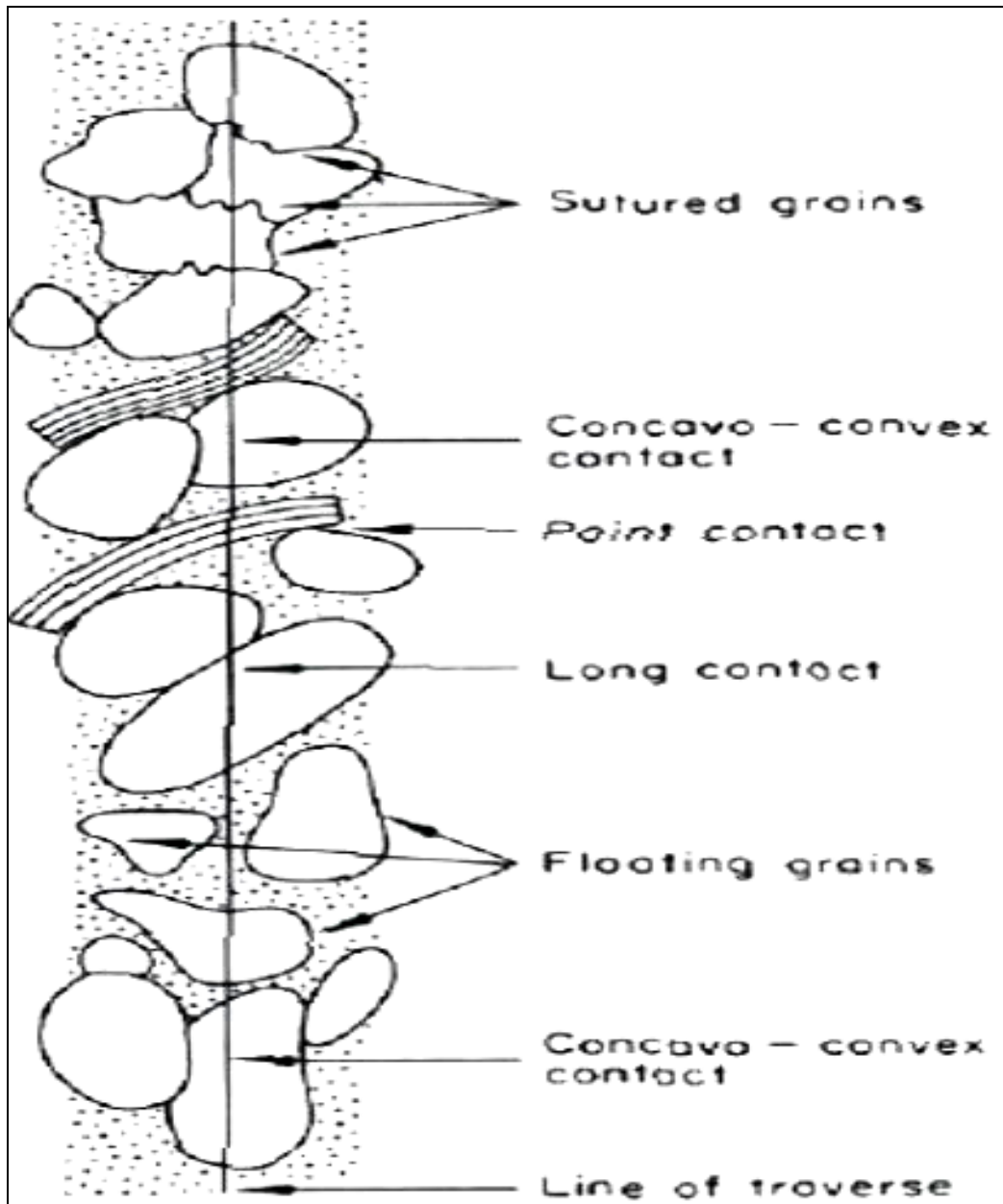


Fig. 27. Schéma montrant les types communs des contacts entre les grains de quartz dans des grès et les quartzites (Gómez Gras, 1999).

Dans le cas de notre échantillon archéologique (**Fig. 28.**), les grains de quartz sont bien classés, et le contact est de type concavo-convexe, cela marque un diagenèse très avancé et passage au métamorphisme mais toujours dans le domaine sédimentaire.

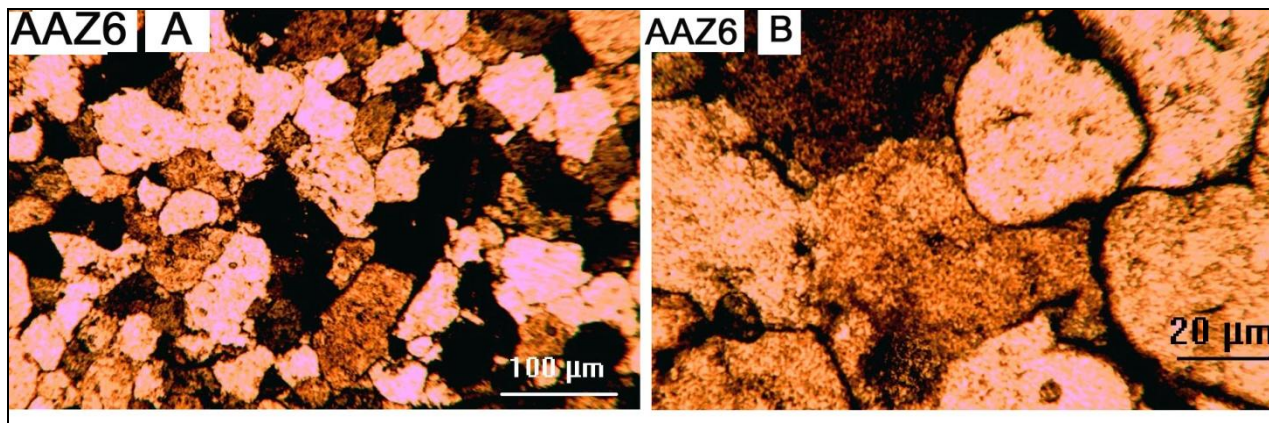


Fig. 28. Planche micrographique montrant les caractères structurales et texturales sur la lame mince de l'outil lithique du groupe des grès et quartzites.

iii. Groupe des roches volcaniques :

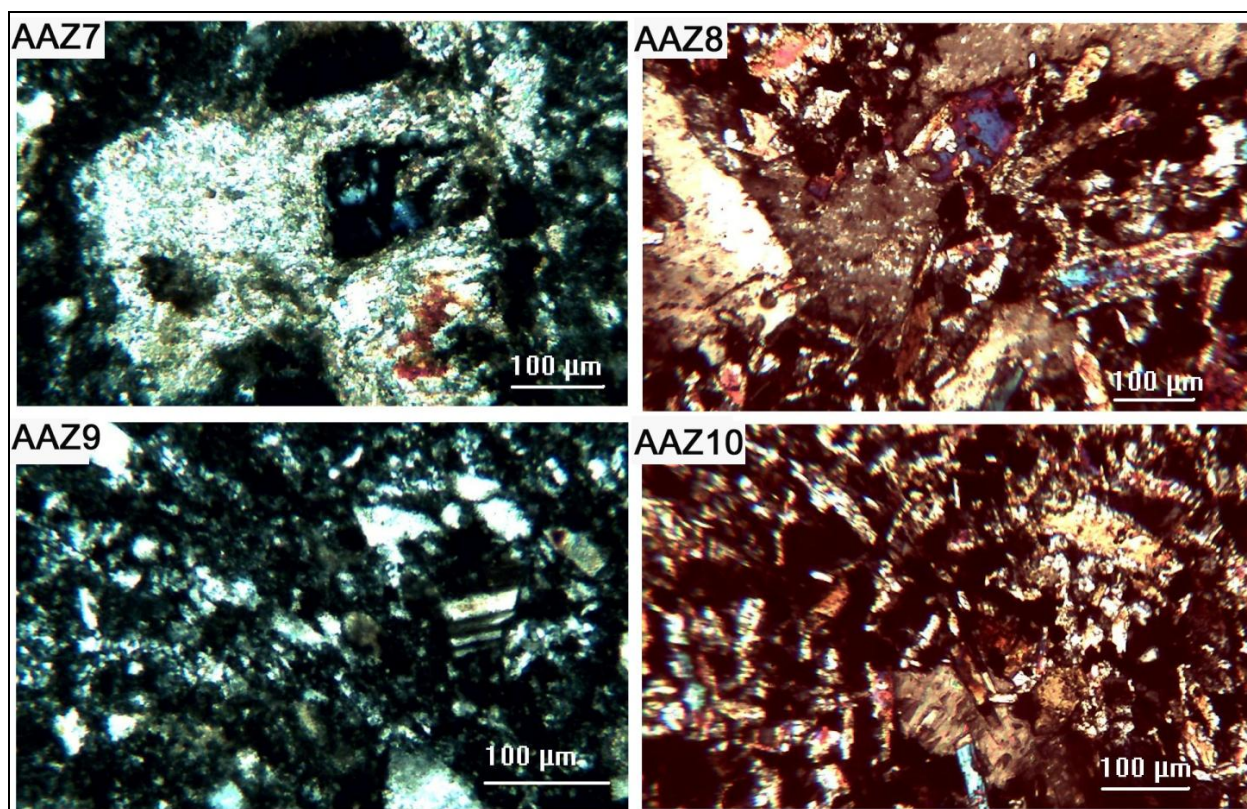


Fig. 29. Planche micrographique montrant les études pétrographiques effectuées sur les lames minces des outils lithiques du groupe des roches volcaniques.

L'échantillon AAZ7 : Est une roche volcanique porphyrique caractérisée par des phénocristaux de feldspaths alcalins séricitisés et qui émergent dans une matrice originalement vitreuse qui est transformée en une structure cryptocristalline de vitrification.

L'échantillon AAZ8 : Qui est un basalte avec une structure porphyrique caractérisé par des phénocristaux d'olivine altérée, clinopyroxène et plagioclase fortement altéré.

L'échantillon AAZ9 : Qu'est une rhyolite hypocrystalline avec une matrice fortement dévitrifiée.

L'échantillon AAZ10 : Une basalte andésitique :

Toutes les roches volcaniques formant ces quatre échantillons archéologiques sont représentatifs de la lithothèque archéologique volcanique et ont une correspondance pétrographique et géochimique avec les roches basiques et acides filoniennes qui affleurent près du site archéologique.

iv. Groupe des roches plutoniques :

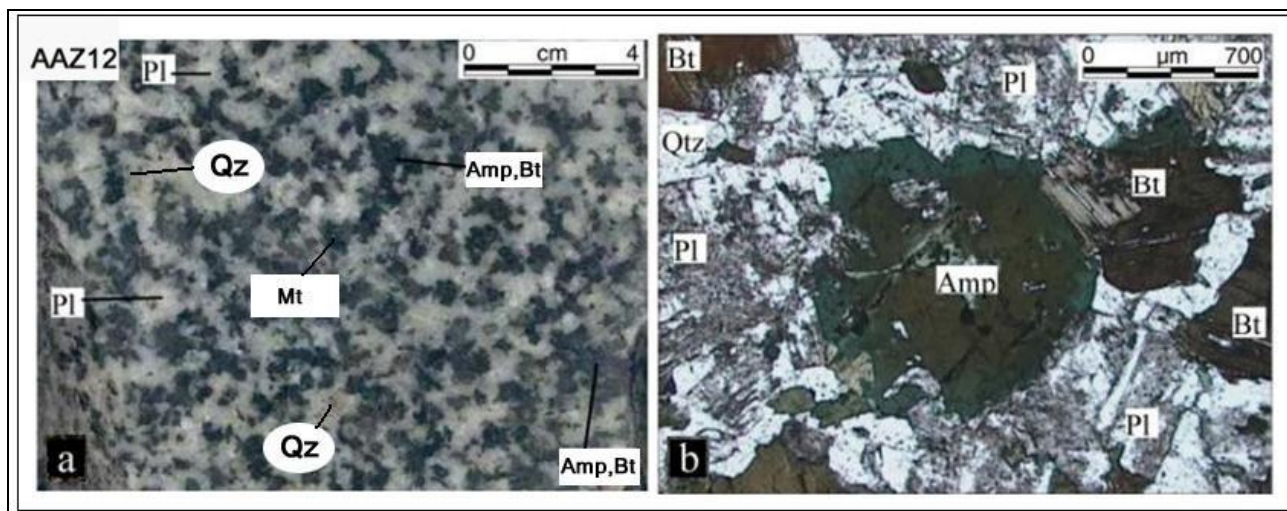


Fig. 30. La lame mince de l'outil lithique (percuteur) appartenant au groupe des roches plutoniques de type granodiorite d'âge précambrien.

a : vue macroscopique de la surface polie de l'échantillon. **Pl** : Plagioclases, **Mt** : Magnétite, **Bt** : Biotite, **Qtz** : Quartz, **Amp** : Amphibole, **b :** microphotographie de la lame mine de l'échantillon vu au microscope polarisant.

Ce percuteur est formé d'une roche granodiorite homéogranulaire de texture ipidiomorphe caractérisée par des ensembles des minéraux sub-idiomorphes d'amphiboles, magnétite et biotite (parfois centimétriques) et peuvent contenir des cristaux plus petits mais idiomorphes d'apatite et zircon, et cristaux de quartz, feldspath potassique et plagioclase (**Fig. 30.**). Les feldspath potassique sont fortement altéré et séricitisés, le plagioclase est altéré en épidote et séricite. La biotite présente une partielle chloritisation. Comme minéraux accessoires à part l'apatite et le zircon se trouve la titanite et la magnétite. (**Fig. 30.**). A cause d'un long séjour sur la surface, la roche était exposée aux divers phénomènes d'altération, ainsi un ensemble des minéraux d'altération se développe aux dépens de ses phases minérales, constitué de séricite, calcite, épidote, chlorite et oxyde de fer. Ces roches granodioritiques s'affleurent à moins de 20 kilomètres vers le sud-est du site où se trouve la boutonnière précambrienne d'Imiter. Les percuteurs sont souvent des galets ronds et émoussés, donc ce percuteur est probablement prélevé par l'Homme préhistorique directement de l'Oued Targuit qui traverser la boutonnière d'Imiter et passe à moins d'un kilomètre du site.

v. **Sous famille des roches chimiques siliceuses (silex) du site d'Azagn-Ouchen:**

Dans ce site le silex est moins abondants par rapport au roches magmatiques filoniens, il est d'origine biochimique et dérive des nodules du silex qui se trouvent dans la barre turonienne d'Imlil à environ de 2 kilomètres au nord du site.

Ce silex dans la lame mince présente une texture cryptocristalline et caractérisé par une abondance d'oxydes de fer et peu de manganèse organisés en niveaux orientés et subparallèles à la stratification originale (**Fig. 31.**). Cet objet présente une couverture blanche formée des carbonates à sa surface et gris marron à l'intérieur à cause de la présence des oxydes.

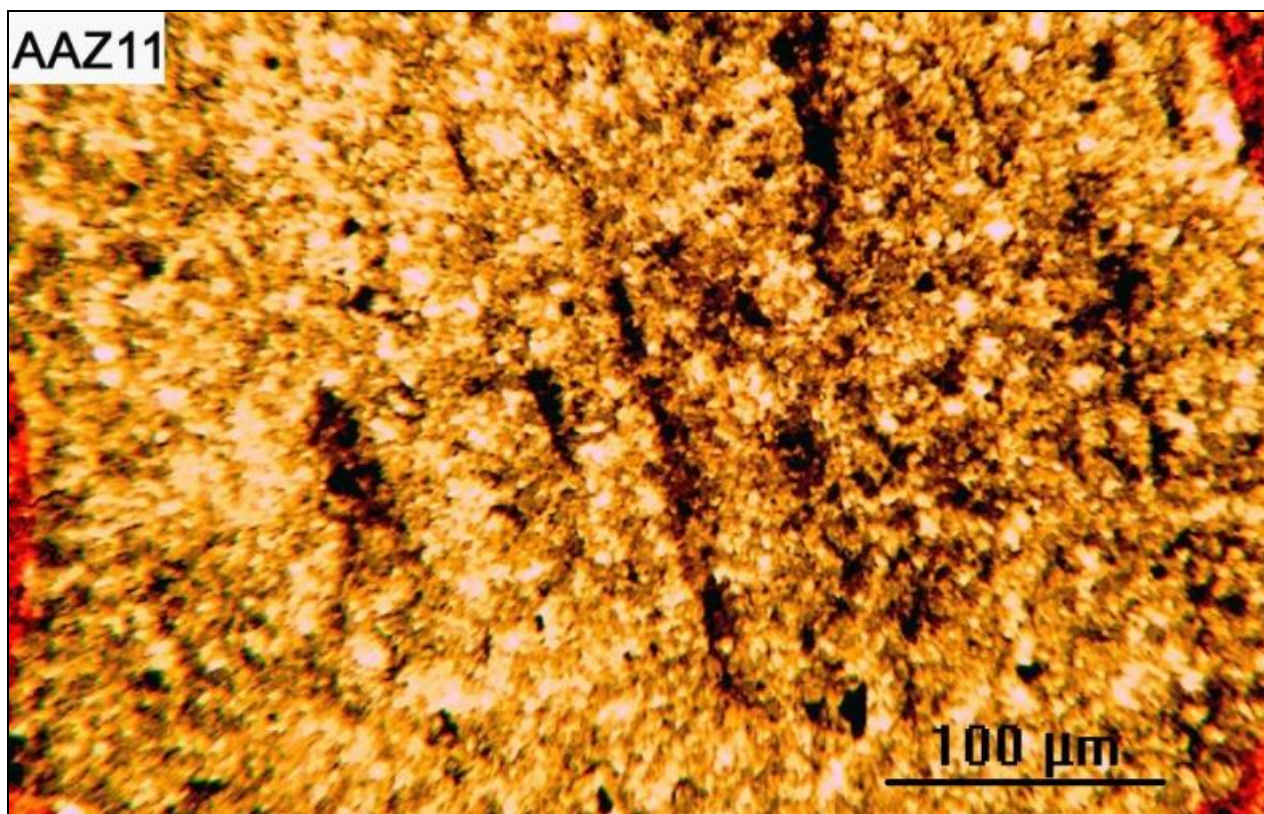


Fig. 31. Micrographie montrant la lame mince de l'échantillon archéologique appartenant au groupe des silex.

c. **La caractérisation au microscope électronique à balayage (MEB) :**

L'étude au microscope électronique à balayage a permis d'observer la nanostructure de la roche. Cette méthode a déjà été souvent utilisée pour caractériser des silex (Aubry, 1975).

Au Microscope Electronique à Balayage, on a étudié seulement les deux groupes des roches filoniennes et des silex, à cause de leur grande variabilité intra-source.

i. **Groupe des roches filoniennes :**

D'après cette observation, une variation des grains et leurs agencement, mais ils sont toutes de bonnes matières lithiques. Cette étude permettrait de faire une correspondance à l'échelle nanostructurale avec les échantillons géologiques. Cette étude confirme aussi les études pétrographiques antérieurs.

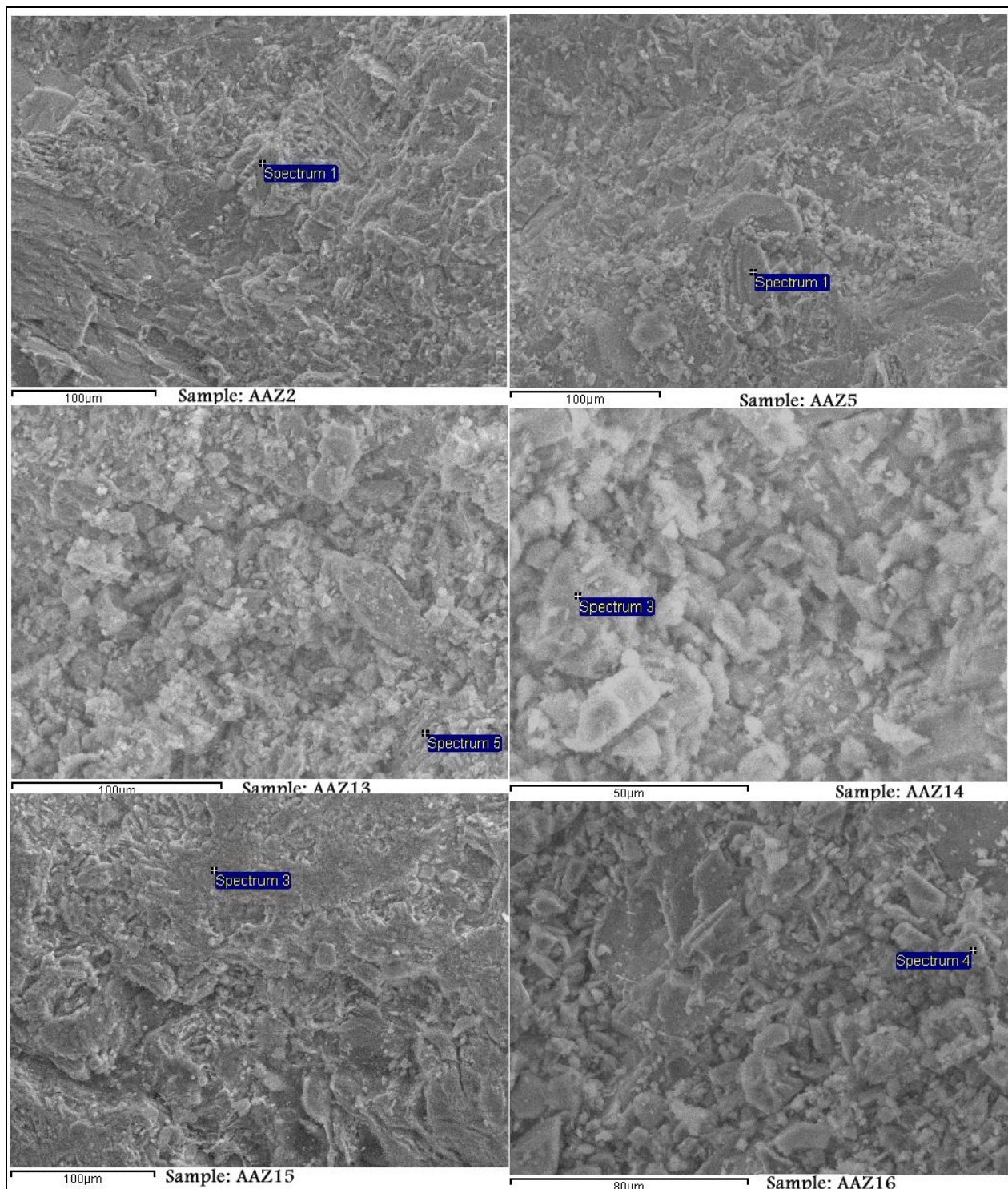


Fig. 32. Planche micrographique montrant les surfaces des matières lithiques des échantillons archéologique du groupe des roches filoniennes, observés au MEB.

ii. Groupe des silex :

Le seul échantillon archéologique collecté et formant le groupe des silex, est formé par deux matières lithiques carrément différentes, une matière blanche formée par des cristaux de la calcite, il s'agit des carbonates ou calcaires, et une matière siliceuse formée par des cristaux cryptocristallins de quartz, il s'agit de silex (**Fig. 33.**).

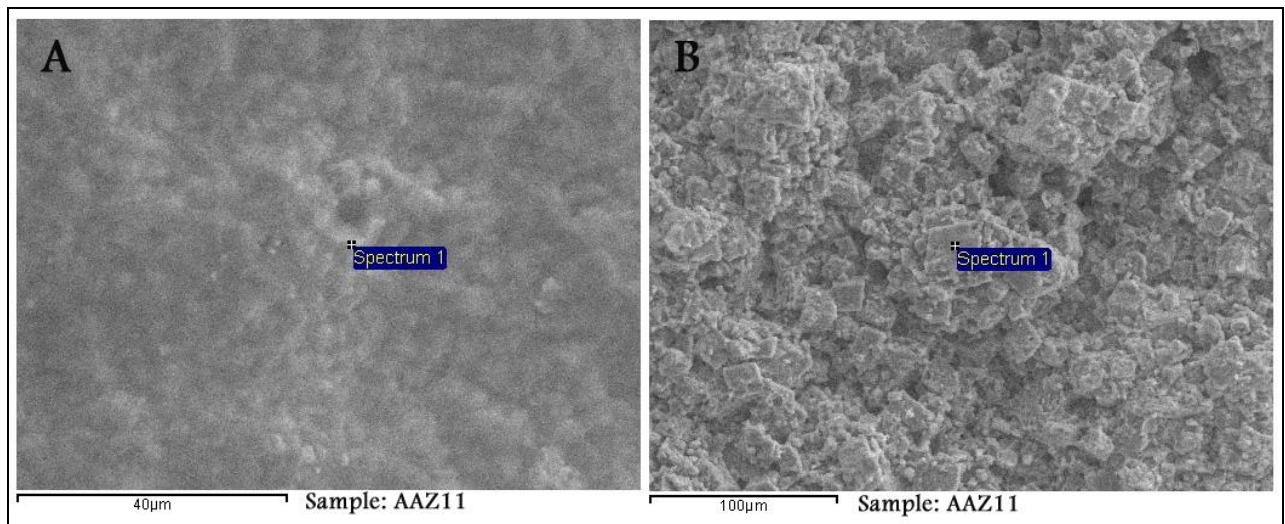


Fig. 33. Planche micrographique montrant la surface de la matière lithique de l'échantillon archéologique du groupe des silex, observée au MEB (x 1 000 et x 2 000).

A : La partie siliceuse de l'échantillon composée d'une majorité de silice à aspect de quartz cryptocristallin, **B :** La partie blanche carbonatée montrant les cristaux réguliers de la calcite.

d. Mesure de la Perte Au Feu (PAF ou LOI) :

Cette méthode est précédé par la mesure de la perte au feu de chaque échantillon, ainsi la PAF ou LOI (en anglais : *loss on ignition*) est la perte de masse sous l'effet de la chaleur qui résulte de l'échauffement de l'échantillon selon des procédures bien déterminées. La PAF rend le matériau final différent de celui de départ puisque de la matière perd toutes les espèces volatiles qu'elle contient et c'est la raison pour laquelle la masse varie.

La mesure de la perte au feu a été faite selon la méthodologie précitée (**Fig. 12.**)

➤ Famille des roches magmatiques.

- Sous famille des roches volcaniques:

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 34.**).

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
AAZ7	13,5375	0,6184	14,1559	14,1518	0,663001294	Andésite
AAZ8	27,882	0,6048	28,4868	28,4658	3,472222222	Foidite
AAZ9	10,9522	0,6136	11,5658	11,5552	1,727509778	Rhyolithe
AAZ10	13,846	0,619	14,465	14,453	1,938610662	Basalte andésitique

Fig. 34. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches volcaniques.

La PAF donne indications sur le degré d'altérations des roches magmatiques, pour celui de la foidite par rapport aux autres laisse penser que certains filons sont dus à un magmatisme non

orogénique fortement alcalin et témoins de la présence des filons non seulement calco-alcalins (orogénique) mais aussi foïditique.

- **Sous famille des roches filoniennes :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 35.**).

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
AAZ2	13,7566	0,6062	14,3628	14,3492	2,243483999	Microgranite
AAZ5	30,2458	0,6156	30,8614	30,8552	1,007147498	Microgranite
AAZ13	10,9298	0,6089	11,5387	11,5289	1,609459681	Microgranite
AAZ14	6,8248	0,6224	7,4472	7,4427	0,723007712	Microgranite
AAZ15	15,11	0,6143	15,7243	15,7156	1,416246134	Microgranite
AAZ16	15,0532	0,6008	15,654	15,6495	0,749001332	Dolérite

Fig. 35. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches hypovolcaniques.

- **Sous famille des roches plutoniques :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 36.**).

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
AAZ12	15,0991	0,6142	15,7133	15,7056	1,253663302	Granodiorite

Fig. 36. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches plutoniques.

➤ **Famille des roches sédimentaires :**

- **sous famille des roches chimiques siliceuses (silex):**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 37.**).

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
AAZ11	15,1513	0,6238	15,7751	15,7673	1,250400769	Silex

Fig. 37. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires chimiques siliceuses.

- **Sous famille des roches détritiques (Arénites) :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 38.**).

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
AAZ6	11.3143	0.8047	13.1130	12.9949	1,3307478	Grès ou Quartzite

Fig. 38. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires détritiques (arénites).

e. Analyses des échantillons par la méthode de la Fluorescence des Rayons X (X-Ray Fluorescence) :

L'analyse par Fluorescence-X (X-Ray Fluorescence) se fait sur des poudres pastillées sauf dans le cas non destructif (Francaviglia, 1990). Les analyses ont été faites par les deux méthodes, quatre par la méthode destructive et trois par la méthode non destructive (AAZ1, AAZ3 et AAZ4).

➤ **Famille des roches magmatiques.**

▪ **Sous famille des roches volcaniques:**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 39.**).

	AAZ7	AAZ8	AAZ9	AAZ10
SiO2%	59,02	40,76	71,13	53,34
TiO2%	1,19	2,39	0,62	1,10
AL2O3%	16,03	13,13	13,81	15,83
Fe2O3%	8,19	9,33	5,06	11,74
MnO%	0,13	0,24	0,07	0,18
MgO%	3,24	9,99	1,97	5,06
CaO%	5,79	17,41	0,61	7,07
Na2O%	3,70	3,44	3,12	1,62
K2O%	2,41	1,97	3,45	3,85
P2O5%	0,30	1,34	0,15	0,20
TOTAL :	100,00	100,00	100,00	100,00
Eléments en traces :				
Ba (ppm)	831,4	2264,4	873,6	292,9
Ce (ppm)	93,7	-	-	-
Co (ppm)	25,3	44,8	14,7	43,6
Cr (ppm)	23,6	297,1	86,4	41,5
Cu (ppm)	6,2	31,8	13,5	127,7
Ga (ppm)	17,4	12,6	12,3	14,9
Hf (ppm)	2,7	2,1	7,6	4,6
La (ppm)	11,6 na	Na	na	
Nb (ppm)	7,2	121,6	12,3	7
Nd (ppm)	21,4	64,6	34,7	14,6
Ni (ppm)	2	170,2	20,2	39,7
Pb (ppm)	17,9	0	14,2	2,8
Rb (ppm)	79,3	27,1	105,8	41,2
S (ppm)	0	200,3	0	0
Sc (ppm)	18,7	14,1	5,8	30,8

Sr (ppm)	380,9	1410,1	228,2	609,8
Th (ppm)	13,9	14,3	15,9	11,5
V (ppm)	174,3	206,8	79	279,4
Y (ppm)	22,3	21,2	16,5	15,5
Zn (ppm)	214,5	70,7	67	73
Zr (ppm)	168,3	268,2	224,6	103,8

Fig. 39. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches volcaniques du site d'Azag-n-Ouchen.

▪ **Sous famille des roches filoniennes ou hypo-volcaniques:**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 40.**).

	AAZ1	AAZ2	AAZ4	AAZ5	AAZ13	AAZ14	AAZ15	AAZ16
SiO2%	71,48	70,06	72,03	72,09	70,86	72,93	71,49	58,71
TiO2%	0,42	0,43	0,37	0,31	0,52	0,30	0,37	0,31
AL2O3%	13,59	13,24	13,34	13,30	13,38	13,25	13,46	11,05
Fe2O3%	2,18	3,37	2,61	2,06	1,72	1,52	1,45	10,39
MnO%	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,07
MgO%	0,32	0,48	0,93	0,27	2,15	0,83	2,07	8,79
CaO%	0,98	1,33	0,31	0,34	0,34	0,19	0,36	0,34
Na2O%	0,44	0,53	0,56	0,65	0,00	0,66	0,76	0,73
K2O%	10,38	10,38	9,69	10,87	10,92	10,22	9,90	9,48
P2O5%	0,20	0,14	0,14	0,09	0,11	0,09	0,14	0,14
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Eléments en traces :								
Ba (ppm)	1241,3	1004,8	1966,5	919,1	403,4	1347,8	1448,7	323,6
Ce (ppm)	124,7	102,2	107,1	105	116,5	na	na	na
Co (ppm)	6,6	4,2	5,6	0	2,2	5,4	11	42,5
Cr (ppm)	0	0	0	0	0	0,2	0	37
Cu (ppm)	1,8	1,2	0	0,9	0	1,2	3	163,5
Ga (ppm)	12,5	12,5	12,2	0	13	12,3	13	15,8
Hf (ppm)	3,7	3,7	4,9	0	3,5	9	9,5	4,8
La (ppm)	22	12,6	15,8	17,8	20,8	na	na	na
Nb (ppm)	11,1	10,5	11,6	0,4	12,1	11,5	12,2	7,8
Nd (ppm)	44,7	33,5	28,7	33,1	40,3	36,7	36,8	15,4
Ni (ppm)	7,1	4,8	10,4	0	7,7	8,5	8,8	41,4
Pb (ppm)	7,2	9,6	11,7	2	2,9	0	0	0
Rb (ppm)	132,4	154	134,9	0	60,1	149,6	141,8	44,2
S (ppm)	764,7	836,5	1157,9	462,6	602,5	22,5	803,2	0
Sc (ppm)	2,6	2,4	2,2	0,4	4,4	0	0	36,2
Sr (ppm)	43,9	36,5	75	0	43,7	55,8	45,3	458,7
Th (ppm)	25,9	27,2	28,6	9,3	30,7	31	26,3	11,2
V (ppm)	39,8	36,7	37,5	20,2	60,3	26,8	32,5	249,4
Y (ppm)	26,1	26,3	26,7	0	33,8	29,5	27,2	17,2
Zn (ppm)	3,7	5,9	2,3	0	-2,2	0	5	51,1
Zr (ppm)	212,4	210,3	200,3	0	204,5	211,3	209,9	114,6

Fig. 40. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches hypo-volcaniques du site d'Azag-n-Ouchen.

▪ **Sous famille des roches plutoniques :**

Ce groupe contient un seul échantillon archéologique qui était un percuteur (AAZ12).

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 41.**).

AAZ12 (Éléments majeurs en %)		AAZ12 (Éléments en traces en ppm)	
SiO₂%	54,80	Ba (ppm)	958
TiO₂%	1,20	Ce (ppm)	67,1
Al₂O₃%	14,09	Co (ppm)	26,7
Fe₂O₃%	11,67	Cr (ppm)	57,2
MnO%	0,19	Cu (ppm)	85,7
MgO%	4,95	Ga (ppm)	17,5
CaO%	7,20	Hf (ppm)	2,9
Na₂O%	2,56	La (ppm)	5,1
K₂O%	2,83	Nb (ppm)	7,5
P₂O₅%	0,47	Nd (ppm)	24,7
TOTAL	100,00	Ni (ppm)	21,2
		Pb (ppm)	17
		Rb (ppm)	86,7
		S (ppm)	-
		Sc (ppm)	24,2
		Sr (ppm)	406
		Th (ppm)	11,3
		V (ppm)	181,2
		Y (ppm)	22,3
		Zn (ppm)	103,5
		Zr (ppm)	149,7

Fig. 41. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches plutoniques du site d'Azag-n-Ouchen.

➤ **Famille des roches sédimentaires :**

Pour les silex, les grès et les quartzites, l'analyse par Fluorescence des rayons X ne s'applique pas que rarement, en raison d'un nombre très limité d'éléments analysés (la quasi-totalité de la silice SiO₂) et ainsi de la fiabilité moins satisfaisante des résultats (Church, 1994). Mais de toute façon on a appliqué la méthode pour pouvoir individualiser des signatures géochimiques, cela est dû à la présence des minéralisations dans les lithologies et ainsi dans les artefacts.

➤ **sous famille des roches chimiques siliceuses (silex):**

Ce groupe ne contient qu'un seul échantillon archéologique (AAZ11) qui était un éclat Levallois.

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 42.**).

AAZ11 (Éléments majeurs en %)		AAZ11 (Éléments en traces en ppm)	
SiO2%	98,33	Ba (ppm)	358,3
TiO2%	0,02	Ce (ppm)	26
AL2O3%	0,56	Co (ppm)	0,6
Fe2O3%	0,24	Cr (ppm)	7
MnO%	0	Cu (ppm)	1,6
MgO%	0,09	Ga (ppm)	0
CaO%	0,55	Hf (ppm)	0
Na2O%	0	La (ppm)	0
K2O%	0,08	Nb (ppm)	0,5
P2O5%	0,10	Nd (ppm)	0
TOTAL	100,00	Ni (ppm)	1,4
		Pb (ppm)	4,8
		Rb (ppm)	0
		S (ppm)	66,9
		Sc (ppm)	0
		Sr (ppm)	43,8
		Th (ppm)	2,2
		V (ppm)	1,6
		Y (ppm)	0
		Zn (ppm)	11,3
		Zr (ppm)	4,7

Fig. 42. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires chimiques siliceuses du site d'Azag-n-Ouchen.

Cet outil est caractérisé par la présence de Ba, Sr et S. Et un rapport élevé d' Al_2O_3/Fe_2O_3 caractéristique des silex des carbonates. Aussi la faible teneur en Zr, qui témoigne l'apatite typique des arénites, confirme d'avantage l'appartenance aux silex inclus dans les carbonates.

➤ **Sous famille des roches détritiques (arénites) :**

Ce groupe contient un seul éclat Levallois (AAZ6), il peut être soit un grès soit un quartzite. Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 43.**).

AAZ6 (Éléments majeurs en %)		AAZ6 (Éléments en traces en ppm)	
SiO2%	96,66	Ba	165,7
TiO2%	0,35	Ce	-
AL2O3%	1,56	Co	3,4
Fe2O3%	0,82	Cr	6,4
MnO%	0	Cu	10,7
MgO%	0	Ga	0
CaO%	0	Hf	8,3
Na2O%	0	La	-
K2O%	0,59	Nb	8,3
P2O5%	0,01	Nd	7
TOTAL	100,00	Ni	4,1

Pb	29,1
Rb	12,5
S	0
Sc	0
Sr	16,6
Th	6,1
V	10,5
Y	0
Zn	0
Zr	409,7

Fig. 43. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires détritiques arénitiques du site d'Azag-n-Ouchen.

La présence significative d'Al₂O₃ et K₂O témoigne une présence des minéraux aluminosilicates

4. Site d'Imlil :

Ce site installé sur le plateau de la Hamada crétacée ou cuesta (**Fig. 44.**) et sur les gîtes de matières premières eux-mêmes (Silex turonien et roches volcaniques plio-quadernaires). Peu de concentrations significatives de matériel débité ou retouché ont été trouvées sur place (Boudad, 2008). Seuls quelques éclats et quelques lames disséminés avec d'autres produits de débitage (**Fig. 45.**) sur des centaines de mètres carrés ont été retrouvés, ce qui laisse penser que le plateau était plus un lieu de passage qu'un lieu de halte. Il est probable que ce site ait été fréquenté tout au long de la préhistoire et que des groupes successifs se soient uniquement approvisionnés sur la hamada sans s'y être installé.



Fig. 44. Photographie montrant la vue panoramique vers le sud sur la hamada crétacée contenant le site d'Imlil. Cliché A.Ait Touchnt 2011.



Fig. 45. La concentration superficielle des produits de débitage sur le site d'Imlil.

4.1. Caractérisation des outils lithiques et constitution physique de la lithothèque archéologique d'Imlil:

Six échantillons ont été sélectionnés comme représentants des différentes matières lithiques du site. Les coordonnées GPS de la surface carrée échantillonnée sur le site d'Imlil sont : $31^{\circ}26.7494'N5^{\circ}39.3288'O$, Altitude : 1473 mètres.

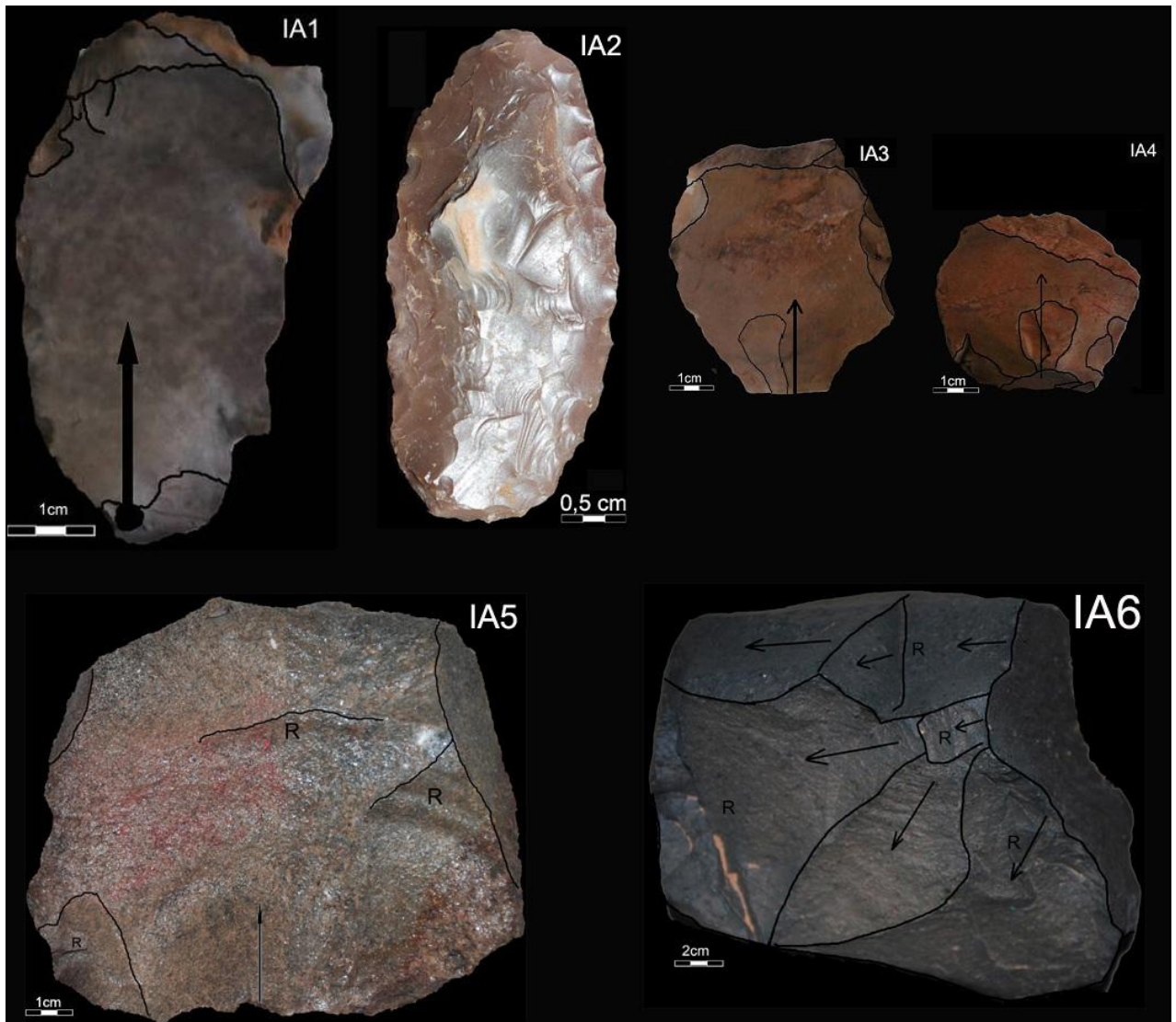


Fig. 46. Planche photographique montrant les artefacts analysés d’Imlil et qui forment la lithothèque archéologique du site. IA1 : Eclat épais outrepassé. IA2 : Eclat lamellaire retouché. IA3 et IA4 : Eclats Levallois préférentiels. IA5 : Nucléus Levallois à éclat préférentiel. IA6 : Grand nucléus lamellaire.

L’échantillon archéologique IA2 n’est pas d’âge paléolithique, il a été sélectionné pour être analysé parce qu’il est le seul échantillon dans la superficie carrée de quadrillage qui représente une matière première différente. Donc malgré son âge récent il a été analysé.

a. Etude à la loupe binoculaire :

Cette étude préliminaire permet de faire une première classification en sous familles ou groupes selon les matières premières des échantillons archéologiques (**Fig. 47.**). D’après les études sous la loupe binoculaire des matériaux archéologiques, on rappelle ici que ces outils qui représentent la lithothèque archéologiques ont été collectés sur une surface carrée représentative au milieu du site, on a pu les grouper en trois groupes :

- Groupe A : Appartient à la famille des roches sédimentaires, sous famille des roches détritiques dites Arénites (Slansky, 1992), ce groupe renferme un seul échantillon archéologique (IA5) qui est un petit nucléus Levallois.
- Groupe B : Appartenant à la famille des roches magmatiques, sous famille des roches volcaniques, à textures fines, ce groupe renferme un seul échantillon (IA6).
- Groupe C : Appartient à la famille des roches sédimentaires, sous famille des roches chimiques siliceuses (silex), ce groupe renferme quatre échantillons (IA1, IA2, IA3 et IA4).

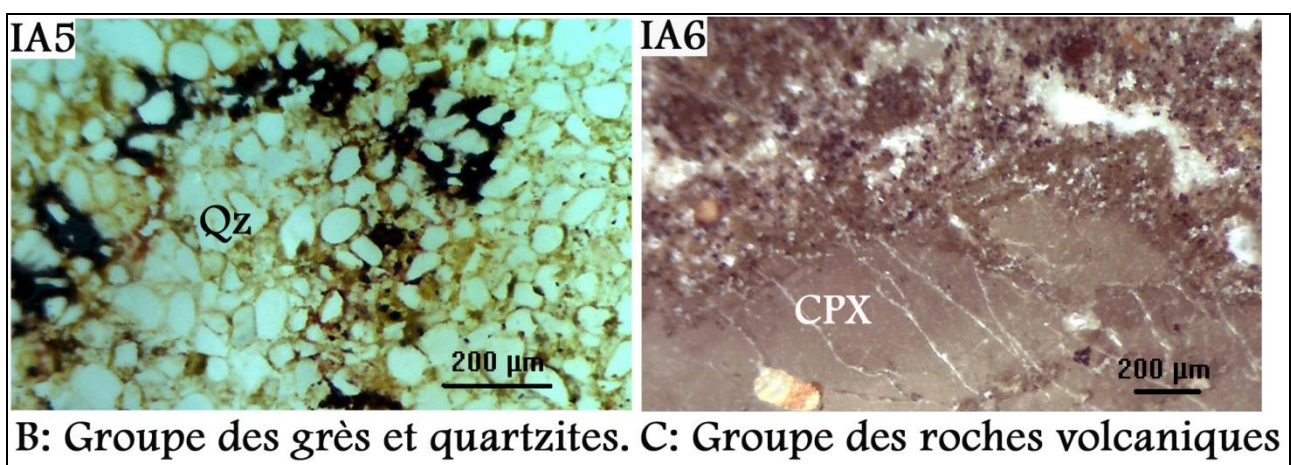
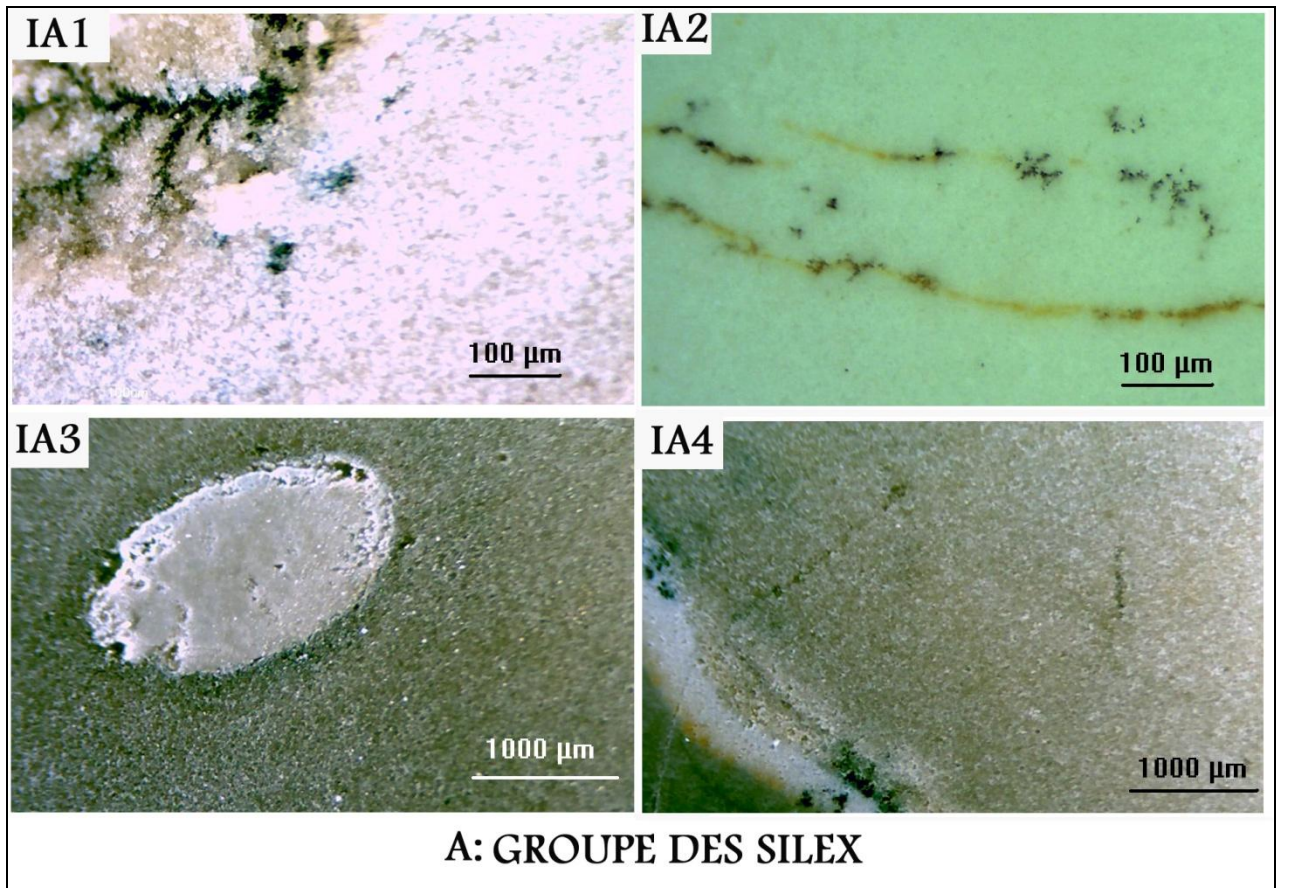


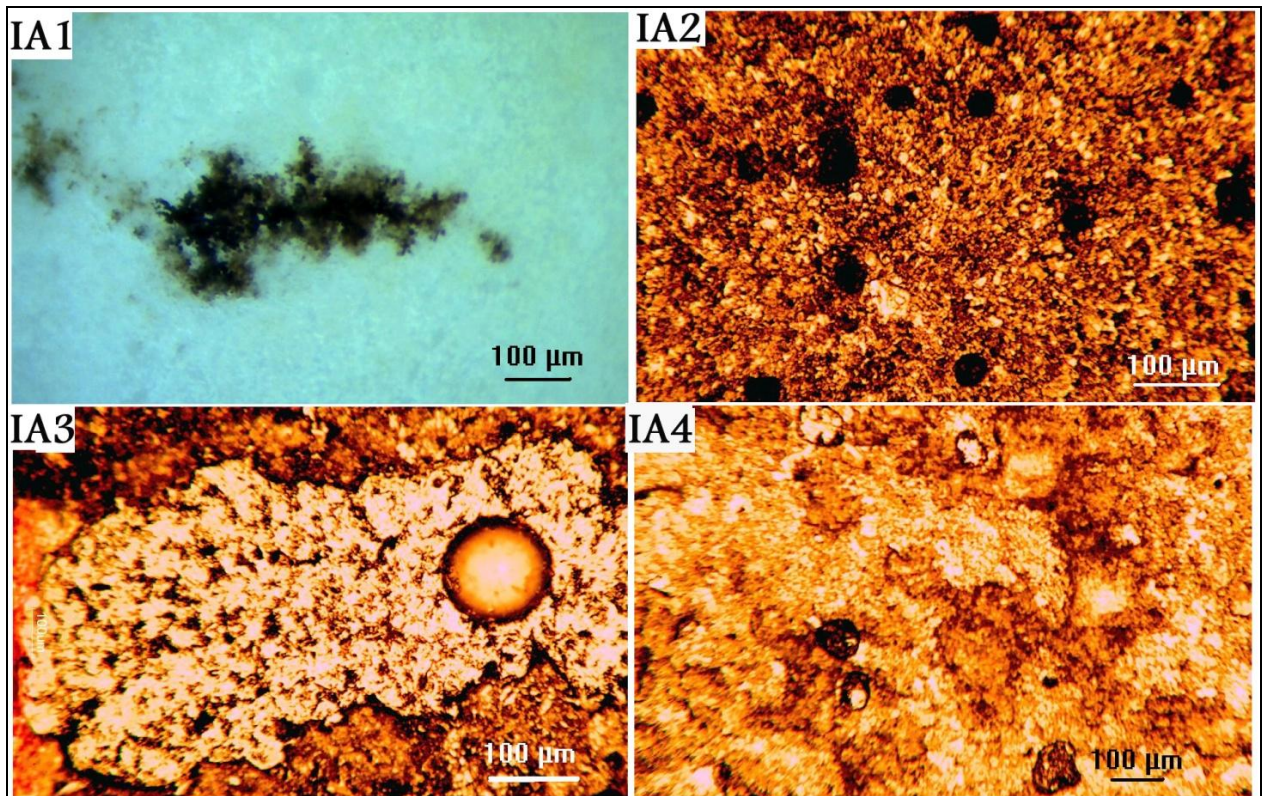
Fig. 47. Planche micrographique montrant les études effectuées à travers la loupe binoculaire, et les trois groupes des matières lithiques archéologiques du site d'Imlil.
(CPX : Phénocristaux de clinopyroxène, Qz : Quartz)

- **IA1** : On observe la présence des microcristaux de silice orientés selon la stratification et la présence des structures dendritiques typiques des oxydations de fer.
- **IA2** : Une structure cryptocristalline (grains presque invisible), aussi la présence des résidus organiques jaunâtres orientés selon la stratification et des structures dispersés des oxydes de fer et manganèse.
- **IA3** : La silice est microcristalline avec un élément carbonaté rond formé durant la diagenèse de la silice.
- **IA4** : Silice similaire à IA3 où le bord carbonaté délimite la silice. Le long du bord silex-carbonates on observe des micro fractures avec des oxydes de manganèse et fer.
- **IA5** : Une arénite mais prélevée dans une alternance siltitique très consolidé par la diagenèse, on observe encore la morphologie bien ronde des grains de quartz marqués surtout dans des aires où se trouve des oxydes de fer, hématite et limonite. Dans les aires sans ces oxydes la diagenèse est plus forte ce qui favorise les bords moins individualisés des grains de quartz. Pour cette raison l'échantillon est au passage diagenèse-métamorphisme.
- **IA6** : Roche volcanique porphyrique avec phénocristaux de pyroxène et plagioclase émergeant dans une matrice interstitielle. L'altération se voit au bord des cristaux et les poches remplies de la calcite secondaire.

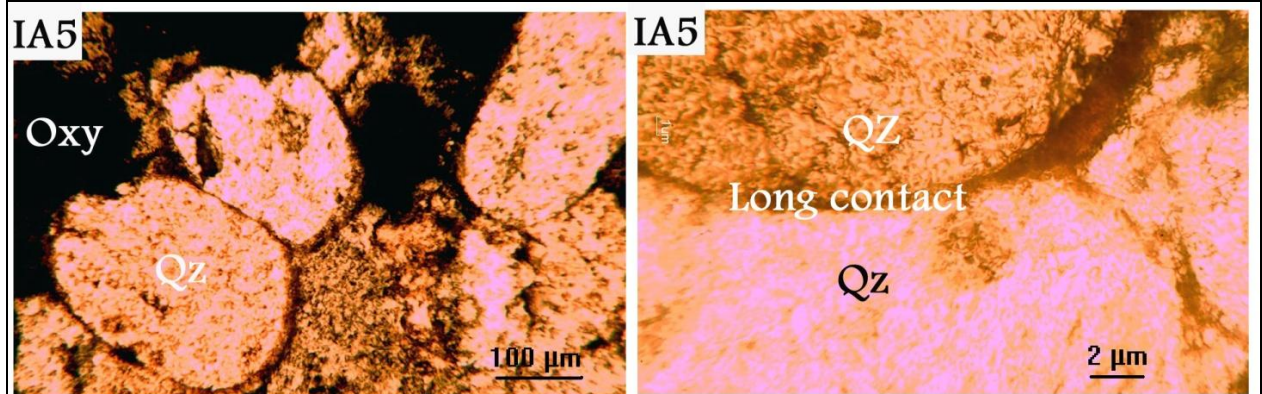
b. Etude pétrographique au microscope polarisant :

D'après les études pétrographiques effectuées sur les lames minces des échantillons archéologiques du site d'Imlil, on constate d'abord que toutes les matières premières lithiques ne sont pas de bonne qualité à cause des impuretés qu'elles contiennent à l'échelle microscopique et même à celle macroscopique. Les Hommes préhistoriques ont choisi ces matériaux non purs parce qu'il n'avait pas d'autres alternatifs.

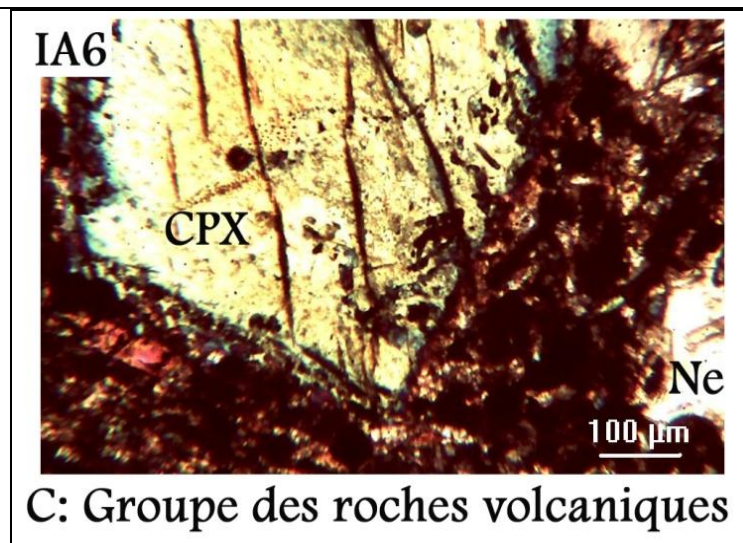
Le groupe des roches chimiques (silex) contient des oxydes de fer et de manganèse en dendrites comme le montrent les microphotographies (**Fig. 49.**) et parfois on rencontre des inclusions (calcaires et craies blanches) carbonatées (**Fig. 49.**), cela pourrait déjà expliquer les pièces régulières taillées qui sont absentes sur ce site.



A: Groupe des Silex



B: Groupe des Grès et Quartzites



C: Groupe des roches volcaniques

Fig. 48. Planche micrographique montrant les études pétrographiques effectuées à travers le microscope polarisant des trois groupes des matières lithiques archéologiques du site d'Imlil.
CPX : Phénocristaux de clinopyroxène. **Ne** : Néphéline. **Qz** : Quartz.

Pour le groupe des roches détritiques ou arénites (groupe des grès et quartzites) on constate que les grains de quartz sont bien sélectionnés selon le diagramme théorique (Gómez Gras, 1999), et le contact entre eux est de type long contact (Gómez Gras, 1999), (Fig. 49.IA5.) parce que leurs agencement se voit au niveau de la lame mince comme une ligne droite entre deux ou plusieurs grains (**Fig. 49.**).

Un seul échantillon archéologique a été fabriqué à partir des roches volcaniques (basaltes plio-quaternaires) dans notre lithothèque archéologique, il s'agit d'un grand nucléus apparemment lamellaire. D'après l'étude pétrographique de sa lame mince, on constate que sa matière lithique première est une basanite contenant dans sa matrice des cristaux anhydriques de la néphéline (feldspathoïde) et des phénocristaux centimétriques de clinopyroxène et peu d'olivine en phénocristaux.

c. Caractérisation géochimique des artefacts de la lithothèque archéologique d'Imlil :

▪ Mesure de la perte au feu (LOI) :

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 49.**).

<i>Echantillons</i>	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
IA1	27,47	0,64	28,12	28,12	1,09	Silex
IA2	14,75	0,64	15,40	15,38	2,66	Silex
IA3	10,85	0,60	11,46	11,44	1,85	Silex
IA4	11,00	0,60	11,60	11,60	0,54	Silex
IA5	10,87	0,61	11,49	11,48	2,45	Quartzite
IA6	10,91	0,64	11,56	11,53	4,16	Basanite

Fig. 49. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques formant la lithothèque archéologique d'Imlil.

La valeur de PAF de l'échantillon IA2 est due à la présence des carbonates et de la matière organique, même chose pour l'échantillon IA3. Pour les autres échantillons de silex la valeur de PAF est due à la présence des minéraux argileuses et des oxydes de fer.

Pour l'échantillon IA5 en quartzite, la valeur de LOI est aussi élevée à cause des oxydes de fer. Ce fer déjà oxydé n'influence pas sur la valeur de la LOI.

Pour l'échantillon en basanite IA6, la valeur élevée de la LOI est due à la présence de la calcite secondaire.

▪ Analyse par la Fluorescence des Rayons X (XRF) :

➤ Famille des roches sédimentaires :

• Groupe des silex :

On a quatre échantillons archéologiques fabriqués du silex. Les éléments majeurs ont été analysés d'abord puis les éléments en traces par la suite (**Fig. 50.**).

Les éléments	IA1	IA2	IA3	IA4
Les éléments majeurs				
<i>SiO2%</i>	99,00	96,64	97,27	98,91
<i>TiO2%</i>	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Al2O3%</i>	0,37	0,35	0,41	0,27
<i>Fe2O3%</i>	0,10	0,05	0,15	0,12
<i>MnO%</i>	0,00	0,00	0,01	0,00
<i>MgO%</i>	0,04	0,21	0,04	0,09
<i>CaO%</i>	0,36	2,61	1,95	0,50
<i>Na2O%</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>K2O%</i>	0,05	0,04	0,04	0,03
<i>P2O5%</i>	0,06	0,09	0,11	0,06
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Eléments en traces (en ppm) :				
<i>Ba</i>	575	117,3	56	81,2
<i>Ce</i>	-	-	26,2	-
<i>Co</i>	2,7	2,6	0,5	3,7
<i>Cr</i>	0,6	1,3	1,6	4
<i>Cu</i>	10	14,4	2,4	10,6
<i>Ga</i>	0	0	0	0
<i>Hf</i>	1,5	0,8	0	1,7
<i>La</i>	-	-	4,6	-
<i>Nb</i>	0,4	0,4	0	0,8
<i>Nd</i>	8,6	6,1	4,2	6
<i>Ni</i>	3,8	4	1,7	3,5
<i>Pb</i>	2,6	34,8	35	0
<i>Rb</i>	0	0	0,1	0
<i>S</i>	49,4	18,7	0	0
<i>Sc</i>	0	0	0	0
<i>Sr</i>	41,6	33,3	34,2	20,4
<i>Th</i>	2,2	1,9	2,1	1,9
<i>V</i>	4,9	7,8	1,5	4
<i>Y</i>	0	0	0,4	0
<i>Zn</i>	0	7,9	9,5	0
<i>Zr</i>	4,9	4,8	3,6	3,2

Fig. 50. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires chimiques siliceuses du site d'Imlil.

L'absence de manganèse témoigne que toutes les oxydations observées en lames minces sont des oxydes de fer.

- **Group des quartzites :**

Ce groupe contient un seul échantillon (IA5), il s'agit d'un nucléus Levallois de petite taille, le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 51.**).

(IA5) Éléments majeurs en %		(IA5) Éléments en traces en ppm	
SiO ₂ %	94,98	Ba	846,7
TiO ₂ %	0,11	Ce	-
Al ₂ O ₃ %	1,33	Co	4,2
Fe ₂ O ₃ %	0,47	Cr	2,1
MnO%	0,02	Cu	2,1
MgO%	1,02	Ga	0
CaO%	1,44	Hf	3,5
Na ₂ O%	0	La	-
K ₂ O%	0,55	Nb	2,8
P ₂ O ₅ %	0,05	Nd	8,5
Totale	100,00	Ni	5,1
		Pb	0
		Rb	8,6
		S	354,6
		Sc	0
		Sr	44,3
		Th	3,6
		V	7,9
		Y	0
		Zn	1,5
		Zr	123,9

Fig. 51. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires détritiques ou arénites du site d'Imlil.

Il s'agit d'un quartzite très pure, la valeur élevée de Ba peut être liée à la présence des sulfates de baryum. Avec peu des minéraux argileux et peu des carbonates. On observe aussi une valeur élevée de Zirconium et cela s'explique par l'origine terrigène.

➤ Famille des roches magmatiques

- **Groupe des roches volcaniques :**

Ce groupe contient un seul échantillon archéologique (IA6), il s'agit d'un grand nucléus à tendance lamellaire ou discoïde. Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 52.**).

(IA6) Éléments majeurs en %		(IA6) Éléments en traces en ppm	
SiO ₂ %	41,64	Ba	2171,2
TiO ₂ %	2,48	Ce	-
Al ₂ O ₃ %	13,43	Co	40
Fe ₂ O ₃ %	9,06	Cr	180,4
MnO%	0,19	Cu	44,6
MgO%	8,86	Ga	14,5
CaO%	17,95	Hf	1,2
Na ₂ O%	3,29	La	-
K ₂ O%	1,46	Nb	149,6
P ₂ O ₅ %	1,58	Nd	88,9
Totale	100,00	Ni	134,7
		Pb	0
		Rb	26,2
		S	437
		Sc	12,5
		Sr	1566,6
		Th	13
		V	210
		Y	21,2
		Zn	64,3
		Zr	320

Fig. 52. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches magmatiques volcaniques du site d'Imlil.

La valeur élevée de Calcium n'est pas seulement liée à la présence de plagioclases mais aussi à la présence des carbonates.

Les concentrations élevées de Ba, Nb et Sr sont dues à la présence des carbonatites.

5. Caractérisation des gites des matières premières et constitution physique de la lithothèque naturelle d'Amane Oukider:

5.1. Échantillonnage :

Les roches utilisées principalement comme matières premières sont des affleurements de microgranite en grands blocs arrondis, la dolérite en nodules sphériques de grande dimension récoltés en position primaire, des coulées volcaniques du quaternaire ancien et des nodules de silex inclus dans la barre carbonatée turonienne. Cependant, nous avons fait un échantillonnage sur tous les affleurements susceptibles à être exploités par les préhistoriques autour des deux sites d'Azag-n-Ouchen et Imlil, grâce à une prospection exhaustive de cette zone, précédée par une étude détaillée de la carte géologique d'Imiter à 50 000^{ème} (Schiavo A., 2007).

Durant la collecte nous avons privilégié les gîtes primaires où la roche se trouve dans son contexte géologique d'origine.

Une centaine d'échantillons des gîtes primaires formés par des affleurements géologiques en place, ont été prélevés autours des sites d'Amane Oukider dans un périmètre d'une vingtaine de kilomètres (**Fig. 53.**).

Codes des échantillons	Nomes des gîtes	Familles ou Sous-Familles des roches	Noms des roches
De AZ1 à AZ7	Azag-n-Ouchen	Roches hypo-volcaniques	Microgranites
AZ8	Azag-n-Ouchen	Roches hypo-volcaniques	Dolérites
Lac1 et Lac2	Azag-n-Ouchen	Roches sédimentaires	Dépôts lacustres
De JW1 à JW5	Djebel Waklim	Roches sédimentaires	Grès et quartzites
De F1 à F36	Foum-El-kouss	Roches volcaniques	Basaltes alcalins
De IM1 à IM3	Imlil	Roches sédimentaires	Calcaires et Silex
Tiw1	Tiounouine	Roches hydrothermales	Jaspes (Mylonites)
Taw1	Tawzzakt (Imiter)	Roches magmatiques	Granodiorite

Fig. 53. Inventaire des gîtes des matières premières analysées d'Amane Oukider

5.2. Etudes à la loupe binoculaire et au microscope polarisant :

a. Les échantillons naturels du filon d'Azag-n-Ouchen :

Les lames minces confectionnées des échantillons collectés sont d'abord étudiés et photographiés à l'aide d'une loupe binoculaire doté d'une camera couplée à l'ordinateur, puis étudiées à l'aide d'un microscope polarisant doté de même camera précédent et couplée au même ordinateur.

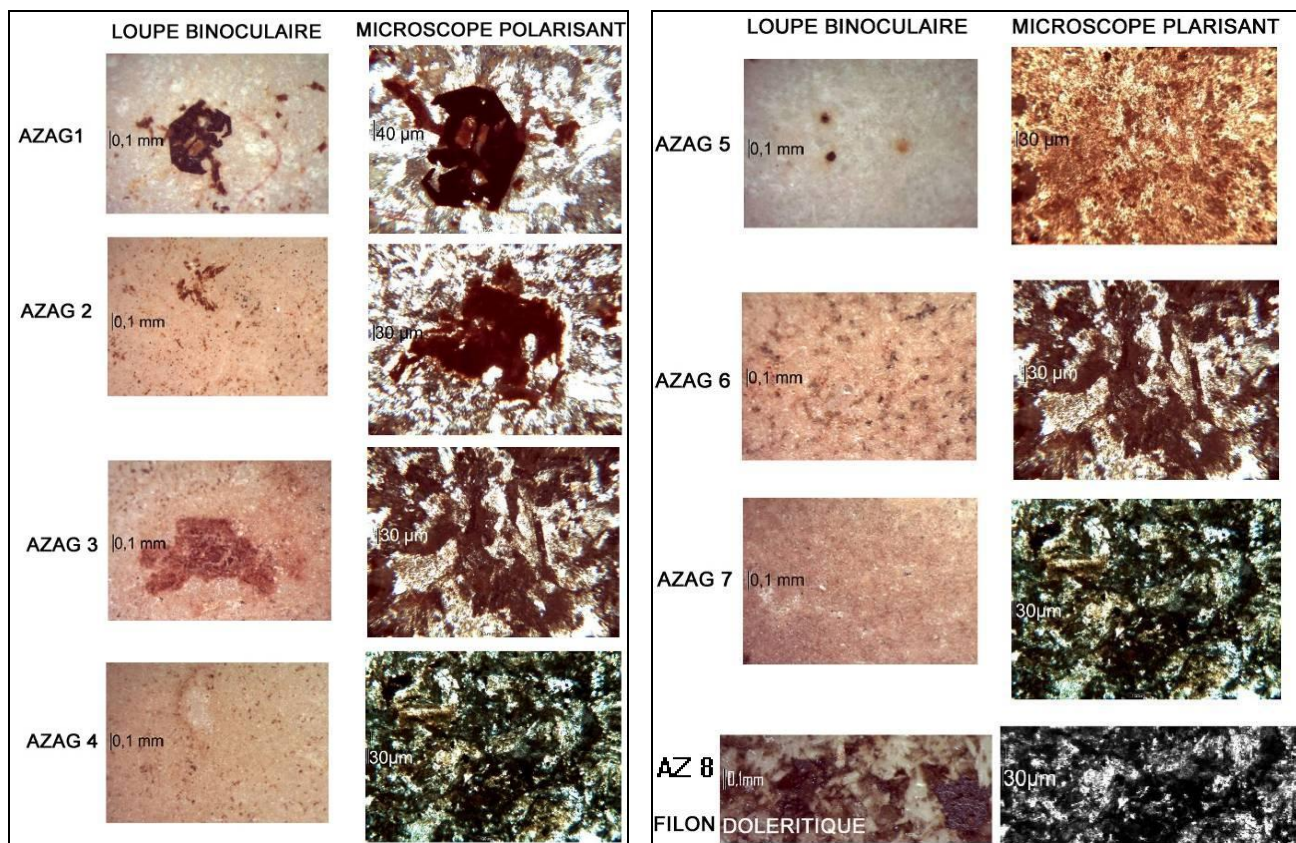


Fig. 54. Planche micrographique montrant les résultats des études pétrographiques sur les sept collines et la dolérite de l’affleurement d’Azag-n-Ouchen.

b. Les échantillons des dépôts lacustres :

La raison pour laquelle on a étudié ces dépôts n’est pas en relation avec leur bonne qualité pour être exploités et débités par les préhistoriques, mais c’est pour trouver pourquoi ces différentes matières lithiques se convergeaient vers ce site même si leurs affleurements d’origine se trouvent loin. Les études sur terrain et les analyses géologiques des sites ont montré aussi que la présence près des points d’eau des sites des fréquentations humaines. En effet, durant les périodes préhistoriques, l’implantation des sites fut conditionnée non seulement par l’affleurement de bonnes qualités de matières premières lithiques mais aussi par les points d’eau (ressources, lacs, rivières permanents,...etc.). Sur le site d’Azag-n-Ouchen, des dépôts lacustres riches en macro-restes et micro-restes fossiles des végétaux lacustres et des sources dulçaquicoles sont réparties au piémont nord du filon microgranite-dolérite d’Azag-n-Ouchen, ces traces sont des boues organiques riches en bois fossile des roseaux sauvages (**Fig. 55.**) genre : *Arundo donax* de la famille des Poacées, sous-famille des *Arundinoideae*, communément appelé "cannes", ces dépôts renferment des artefacts lithiques préhistoriques comme les nucléus et les éclats Levallois en microgranite (**Fig. 56.**), en effet ce sont des bons indicateurs des points d’eau qui attirent les

Hommes chasseurs paléolithiques et les différentes matières premières qui amenaient et trouvées sur le site à coté de la microgranite qui est la matière la plus exploitée surplace. Et ce sont aussi des bons indicateurs des bonnes conditions climatiques favorables.

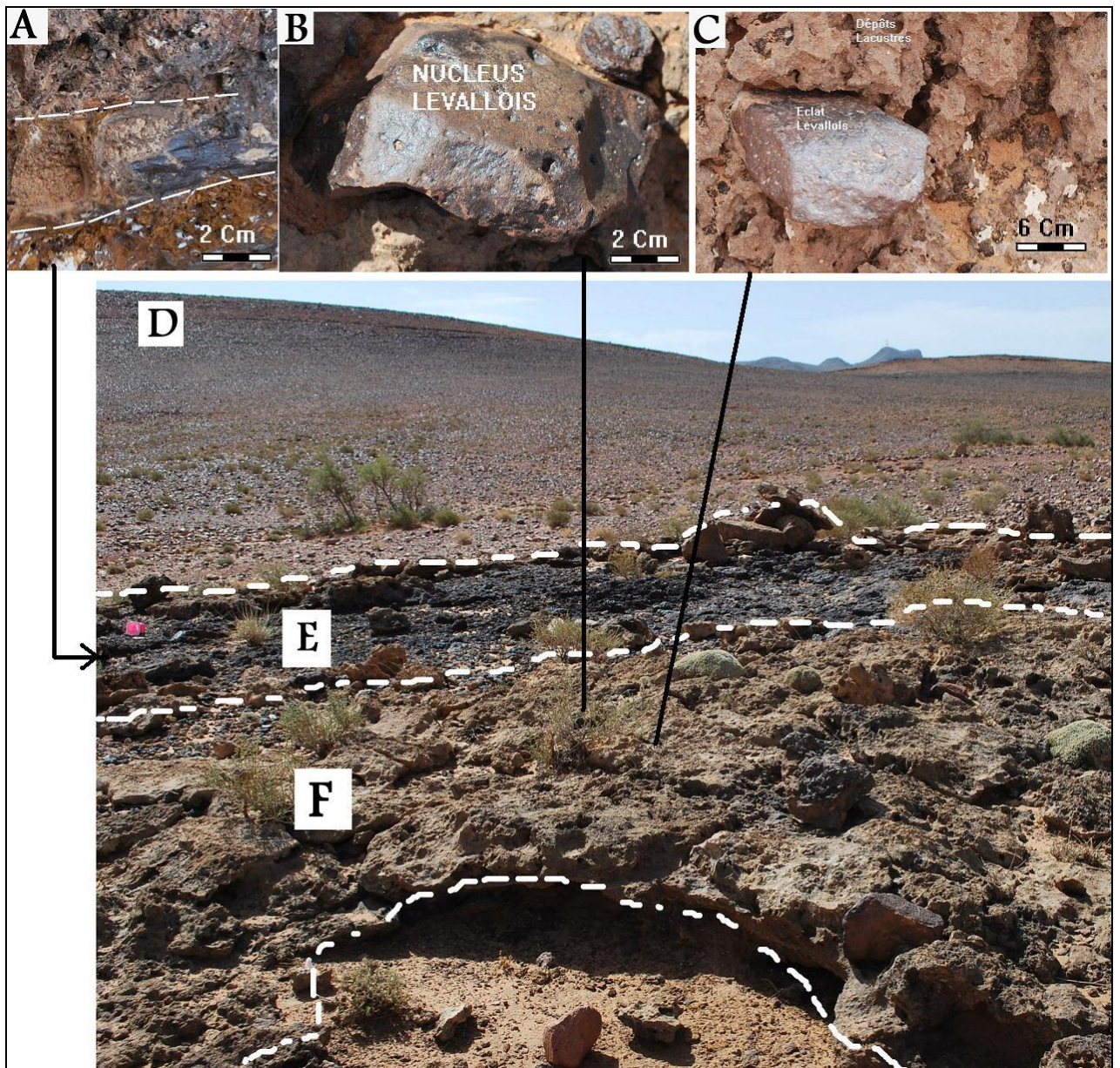


Fig. 55. Planche photographique montrant les deux couches des dépôts lacustres (E et F) qui se répartirent au milieu du site préhistorique du site de surface d'Azag-n-Ouchen.

A : Fossile d'une tige des cannes (*g/Arundo donax*), venant de la couche E.

B : Un nucléus Levallois à éclat préférentiel, inclus dans la couche F.

C : Un éclat Levallois, inclus dans la couche F.

D : Affleurement du filon de la microgranité-Dolérite.

E : Couche sus-jacente des dépôts lacustres d'Azag-n-Ouchen dans laquelle des empreintes de végétaux sont parfaitement visibles.

F : Couche sous-jacente des dépôts lacustres d'Azag-n-Ouchen dans laquelle des artefacts lithiques sont parfaitement distingués.

Les études effectuées sur les lames minces de ces formations sous une loupe binoculaire et sous un microscope polarisant, montrent que la couche noire ou couche **E** (**Fig. 55.**) est très riche en restes organiques microscopiques et macroscopiques, surtout des tiges des cannes, des empreintes complètes des feuilles des Poacées, et des graines. Ces restes sont surtout d'origine végétale ce qui montre que ce site était un grand point d'eau durant des périodes paléolithiques de formation des travertins, qui peuvent aussi être reliées aux variations climatiques.

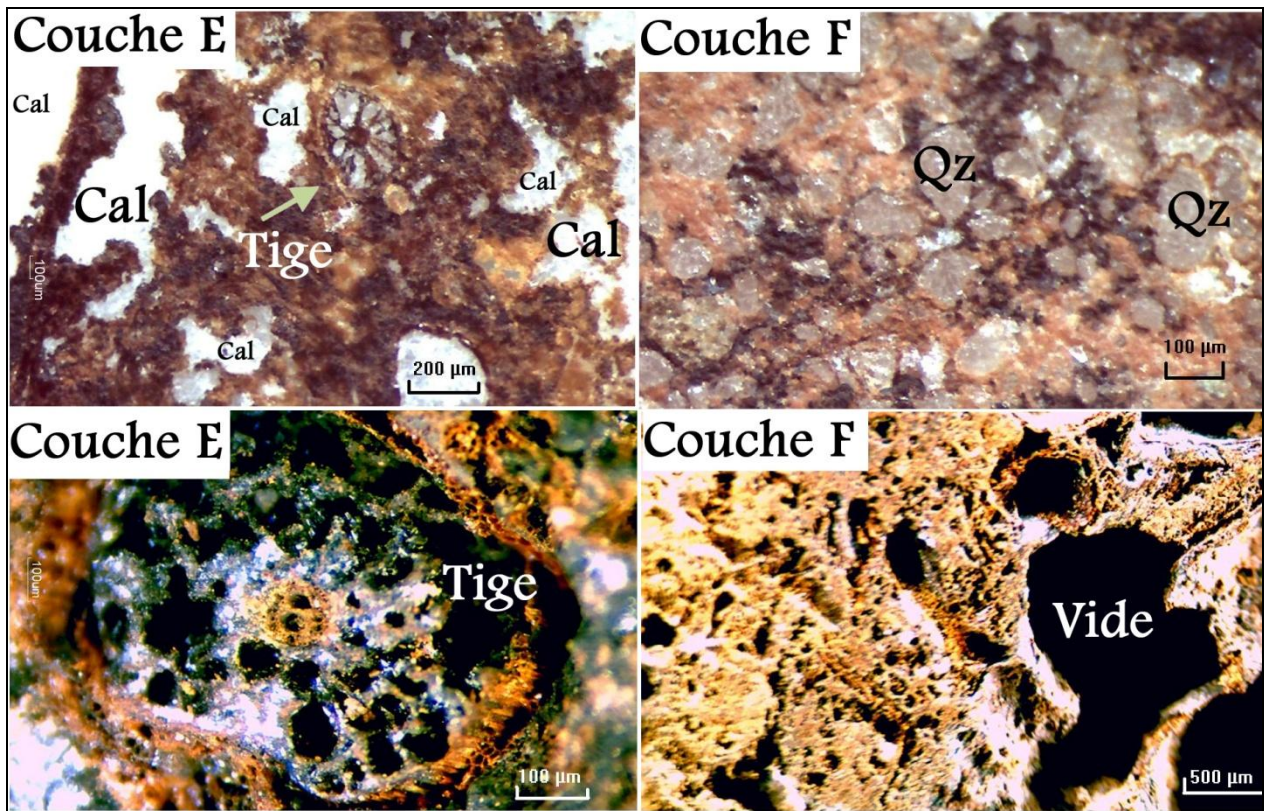


Fig. 56. Planche micrographique montrant les composants des deux couches des dépôts lacustres (**E** et **F**) qui se répartissent au milieu du site préhistorique du site de surface d'Azag-n-Ouchen. La couche **E** : Est riche en restes végétaux des Poacées et des cristallisations secondaires de la calcite (**Cal**) et de la matière organique de couleur sombre. La couche **F** : Est riche surtout en grains de quartz (**Qz**) probablement d'origine éolienne et des vides probablement dus aux activités de la bioturbation.

c. Les grès/Quartzites de Djebel Waklim :

L'affleurement des grès et quartzites le plus proche des sites d'Azag-n-Ouchen et Imlil, est celui de Djebel Waklim, situé au sud du village d'Amane Oukider (Schiavo A., 2007). On distingue quatre formations principales dans cet affleurement (**Fig. 57.**) :

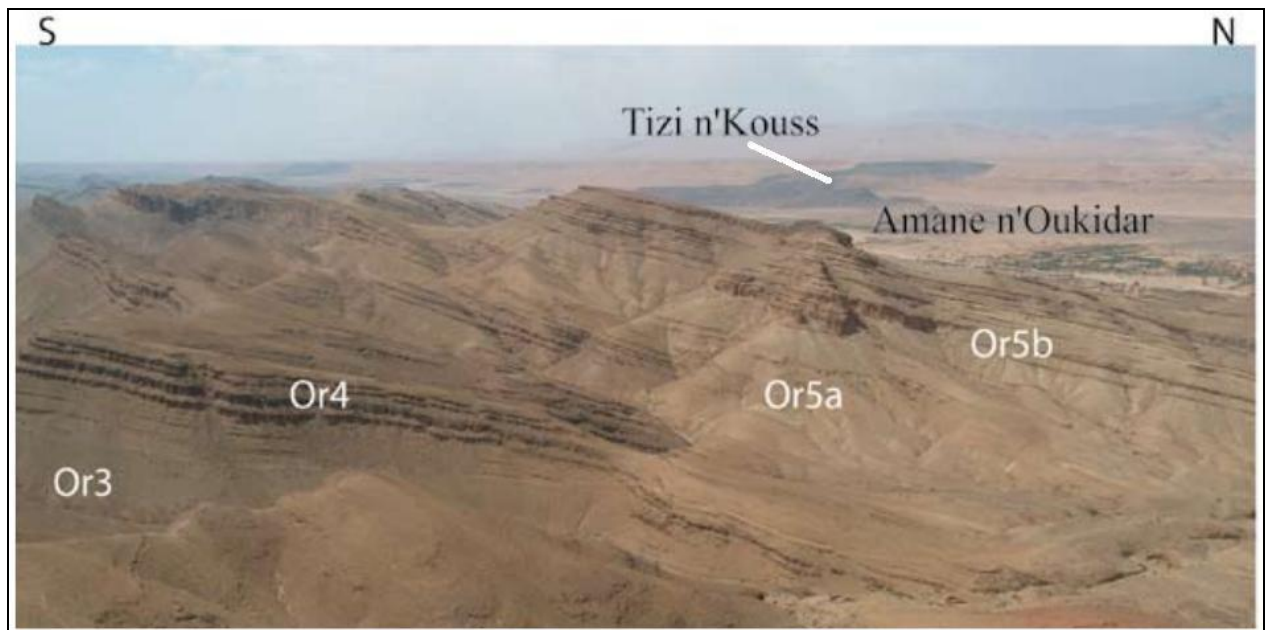


Fig. 57. Photographie illustrée montrant la série ordovicienne d'Amane Oukidar : Les formations du Ktaoua inférieur (**Or5a**) et de Rouïd Aïssa (**Or5b**), au-dessus des grès du 1^{er} Bani (**Or4**) et du Tachilla (**Or3**).

- **Formation du Tachilla (Or3):**

Elle débute par un niveau repère lenticulaire de grès ferrugineux (5 mètres), puis des grès fins avec des intercalations de pélites. Son sommet est microconglomératique, ou souligné par une forte oxydation. Le reste de la Formation du Tachilla est composé essentiellement d'argilites et siltites micacés où il y a des passées plus compactes et des intercalations de niveaux plus gréseux fins en petits bancs, et finement lités où l'échantillon naturel JW1 a été prélevé. L'ensemble correspond à des dépôts de plate-forme distale (offshore), d'âge Llanvirn (Destombes et al., 1985).

- **Formation du Premier Bani (Or4):**

On parle des grès et quartzites du 1^{er} Bani, épais d'environ 50 mètres à l'Est et s'amincissent considérablement vers l'Ouest. Le reste de l'unité est organisé généralement en 5 à 6 paraséquences d'épaisseur plurimétrique. L'échantillon naturel JW2 est prélevé dans un niveau le plus quartzitique dont la cassure est la plus proche du conchoïdal. D'après l'étude de la lame mince (**Fig. 58.**), il est formé essentiellement de grains de quartz arrondis et émoussés avec un ciment généralement silicophylliteux et ferrugineux.

- **Formation du Ktaoua inférieur (Or5a):**

Cette formation est soulignée par une sédimentation fine et à dominance argilo-silteuse tendre et forme des talus sous la première barre gréseuse de la formation sus-jacente de Rouïd Aïssa. Elle contient des intercalations de niveaux gréseux et quartzitiques peu épais (métriques) où l'échantillon naturel JW3 a été prélevé dans une barre des quartzites blanchâtres. L'étude de la lame mince de l'échantillon (**Fig. 58.**) montre une bonne classification des grains et un contact concavo-convexe entre eux.

- **Formation de Rouïd Aïssa (Or5b):**

On distingue une véritable barre gréseuse dans laquelle on a prélevé les échantillons naturels JW4 et JW5, elle est suivie d'une multitude de paraséquences identiques mais moins gréseuses. L'échantillon naturel JW4 a été prélevé de la base de cette barre, sa lame mince montre des grains de quartz cimentés par une pâte ferrugineuse dont le contact est de type *floating grains* (Gómez Gras, 1999), cet échantillon se voit déjà inutile pour le débitage. L'échantillon naturel JW5 a été prélevé au milieu de la barre, sa lame mince (**Fig. 58.**) montre une très bonne sélection des grains de quartz et contact de type *long contact* (Gómez Gras, 1999), cet échantillon est idéal ,pour le débitage.

Il va falloir faire un aperçu sur la distinction entre les termes : quartzite, grès, grès quartzeux, et grès quartzites. En effet, dans les grès qui sont des roches de la famille des roches sédimentaires, il s'agit d'anciens sables fluviaux ou marins, qui ont subis une cimentation naturelle par un ciment qui est souvent sous forme de la silice secondaire. On distingue les termes suivants :

- ❖ *Grès quartzeux* : La roche est détritique et formée par des grains de quartz unis par un ciment de grains de taille plus petite. Les grands grains détritiques sont des éléments figurés de la roche, alors que et les autres plus petits sont de néoformation.
- ❖ *Grès quartzites* : La roche est formée par des grains de sable primitifs auxquels a été ajoutée une formation secondaire de la silice. Le contour des anciens grains détritiques reste souligné par des alignements d'impuretés.

Les grès quartzeux et les grès quartzites ont une cassure rugueuse, conservent une certaine porosité et restent un peu friables. Ces deux genres des roches sont rarement exploités par les Hommes préhistoriques à cause de sa mauvaise qualité de cassure.

- ❖ *Les quartzites* : Ces roches sont formées surtout par des grains de quartz mais leur particularité est qu'elles ont une cassure conchoïdale, ont un éclat gras, et elles sont extrêmement tenaces et leur porosité est quasiment nulle (semi-métamorphique). Seule une observation au microscope permet de distinguer les limites des grains fortement accolés, engrenés. Ce genre des roches est largement exploité par les Hommes préhistoriques du sud-est marocain grâce à sa très bonne qualité de cassure et de taille.

Dans le cas d'un quartzite métamorphique il y a recristallisation de néoformation et restructuration et orientation des composantes de la roche sous la pression, c'est-à-dire le métamorphisme, aucune distinction ne peut plus être faite entre quartz détritique et quartz de néoformation. Aussi on ajoute que c'est un quartzite sédimentaire qui subie le métamorphisme pour devenir un quartzite métamorphique.

D'après les études pétrographiques des échantillons naturels de Djebel Waklim, on trouve qu'ils sont des quartzites sédimentaires et semi-métamorphiques, ils ne sont plus des grès sédimentaires car le contact entre les grains de quartz est très étroit (**Fig. 58.**) ce qui donnait la ténacité et la cassure conchoïdale à la roche.

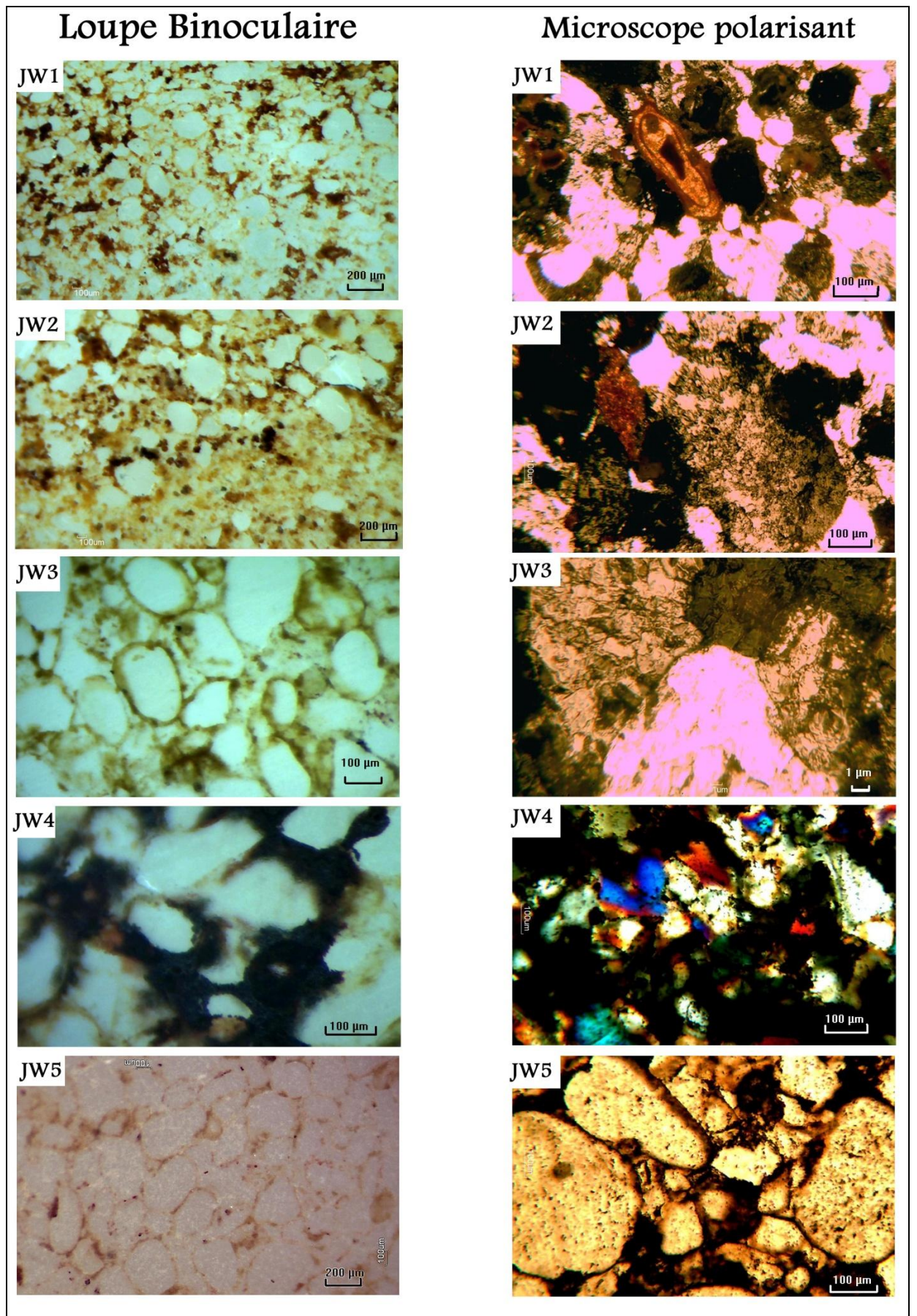


Fig. 58. Les résultats des études pétrographiques sur les échantillons naturels de Djebel Waklim.

d. Les roches volcaniques basiques plio-quaternaires de Foum El-Kouss :

Ce complexe volcanique est anciennement connu comme ankaratrites (Hindermeyer et al., 1977). Récemment on parle des néphélinites de Foum El-Kouss, et sont d'âge récent (2,9 Ma) et sont riches en pyroxènes et caractérisés par la présence d'enclaves carbonatitiques et d'enclaves péridotitiques métasomatisées par un fluide carbonatitique, d'enclaves de pyroxénites, de pyroxène vert à zonation inverse, et par un enrichissement en terres rares lourdes (Ibhi, 2002).

Pour la caractérisation de cet affleurement, on a prélevé une quarantaine d'échantillons naturels de ce complexe volcanique (**Fig. 59.**) et afin d'étudier une éventuelle variabilité intra-source.

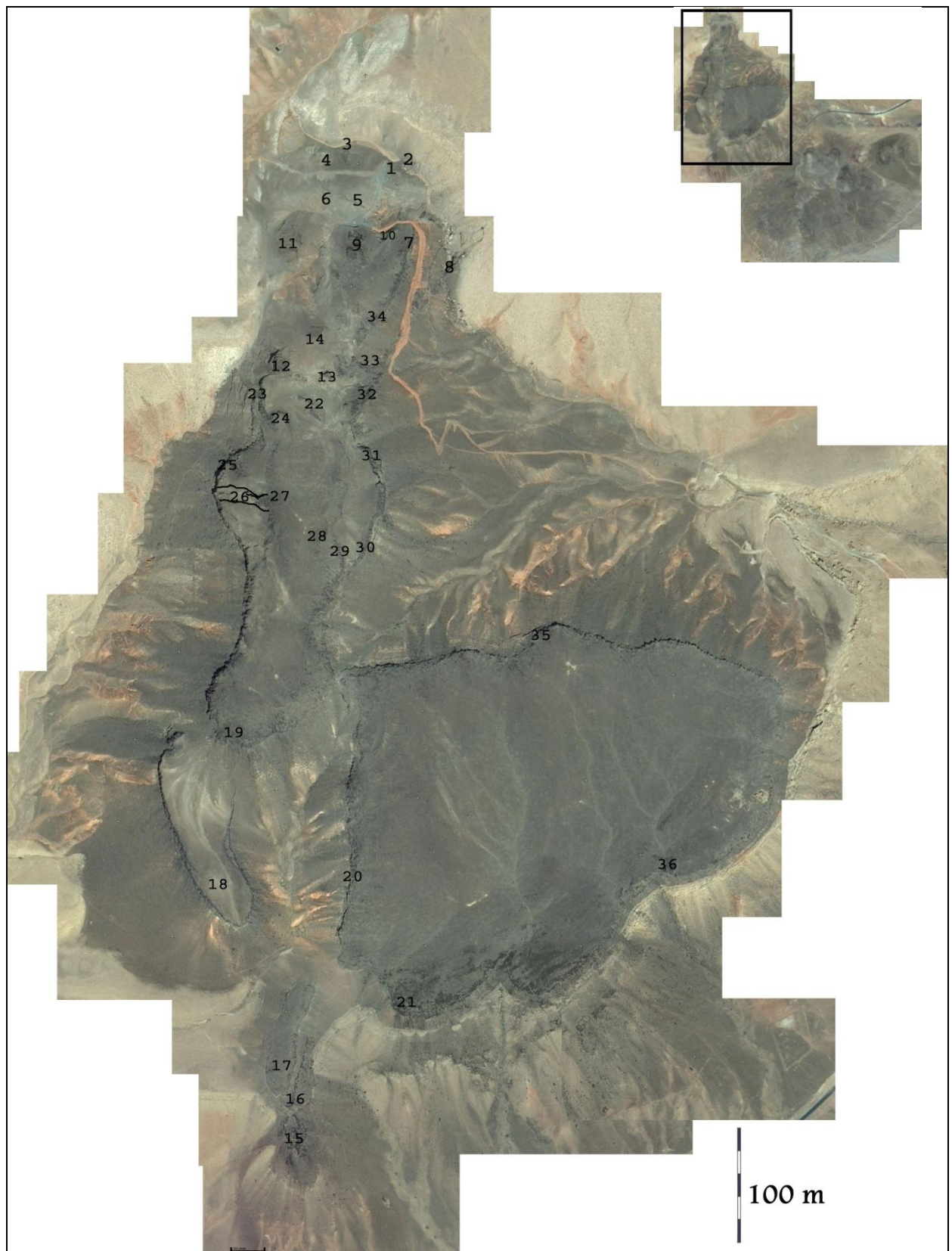


Fig. 59. Mosaïque de vues aériennes obtenues à partir de Google Earth 2012, sur la partie nord du complexe volcanique de Fom El-kouss. Les numéros de 1 à 36 montrent l'emplacement des échantillons prélevés et analysés.

Cependant les données pétrographiques, ne montrent que deux groupes d'échantillons : Un groupe avec des phénocristaux d'olivine, et l'autre avec ceux de pyroxène (**Fig. 60**).

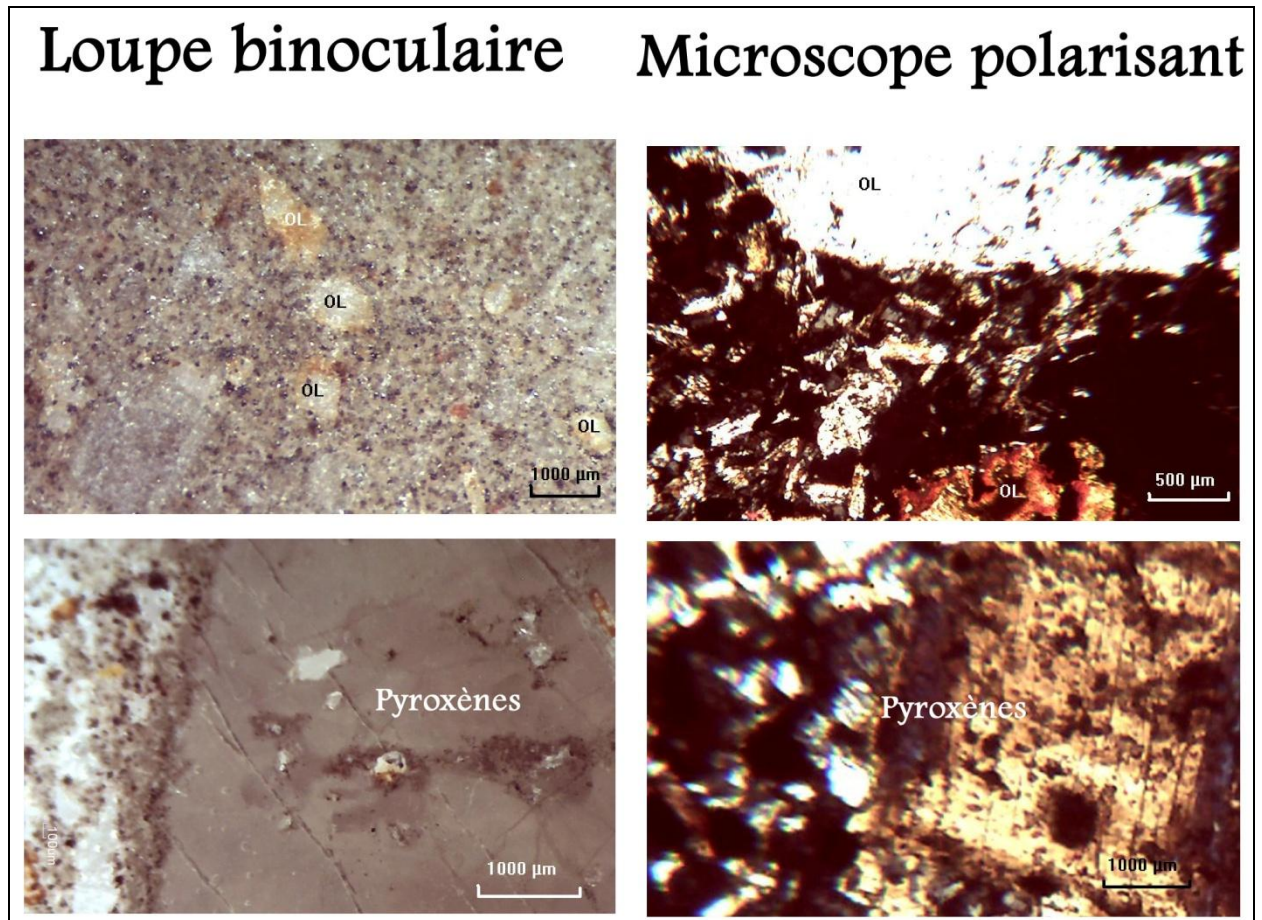


Fig. 60. Planche micrographique montrant les résultats des études pétrographiques sur les échantillons naturels de Fom El-Kouss (**OL** : Olivine).

e. Les échantillons naturels des formations crétacées d'Imlil :

La partie supérieure de la série méso-cénozoïque, d'âge crétacé à pliocène, représente le remplissage du bassin d'Ouarzazate. Mais une grande lacune sépare le Jurassique des dépôts crétacés, qui ne commencent qu'au Cénomaniens, avec une série continentale qui évolue ensuite vers la sédimentation marine turonienne. Dès le Crétacé supérieur, la série présente un caractère syntectonique et correspond à une alternance de formations continentales et marines de plate-forme à bathymétrie variable. Les terrains paléocènes supérieurs à éocènes moyens, qui reposent en discordance sur la série continentale-marine du Crétacé moyen-supérieur, sont caractérisés par des dépôts en majorité marins côtiers. Dès l'Eocène supérieur le milieu redevient principalement continental.

La barre turonienne formée essentiellement des calcaires en couches généralement massives ou litées au sommet et karstifiées à la base (**Fig. 61.**), d'épaisseur métrique, bien affleurant sur les grès sous-jacents le long de la route Boumalne-Tineghir. Les calcaires sont en général représentés par de wackestone parfois nodulaires avec des restes épars de bivalves, et des bandes de silex sombre ou clair. Cette formation correspond entièrement à la formation céno-mano-turonien (Hindermeyer et *al.*, 1977), mais à l'échelle régionale (Duffaud et *al.*, 1966 ; Wiedman et *al.*, 1982) l'attribuent au Turonien, par la présence de certains foraminifères caractéristiques de cet étage (*Gumbelina moremani* Cushman, *G. globocarinata* Cushman, *G. ef. glbrans* Cushman, *Plummer*, *Globotruncana helvetica* Bolli, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix globulosa*) et ammonites (*Leiwesiceras* n. sp *Gr. peramplus* Ment, *Romaniceras deverianum*) Cette corniche du Céno-mano-Turonien a été daté, car elle montre à sa base des foraminifères benthiques (Ferrandini, 1988 ; Ferrandini et *al.*, 1985).

Pour les silex d'Imlil on distingue macroscopiquement deux types, un type de couleur claire avec des impuretés carbonatés et des oxydes de fer en dendrites et en mouches, et l'autre de couleur sombre qu'est le plus exploité (**Fig. 62.**).

Vue la taille très fine des constituants siliceux des silex, les études par la loupe binoculaire et au microscope polarisant ne montrent aucune distinction entre les échantillons, en effet on a fait recours aux études plus rigoureuses pour les mieux caractériser et les distinguer.

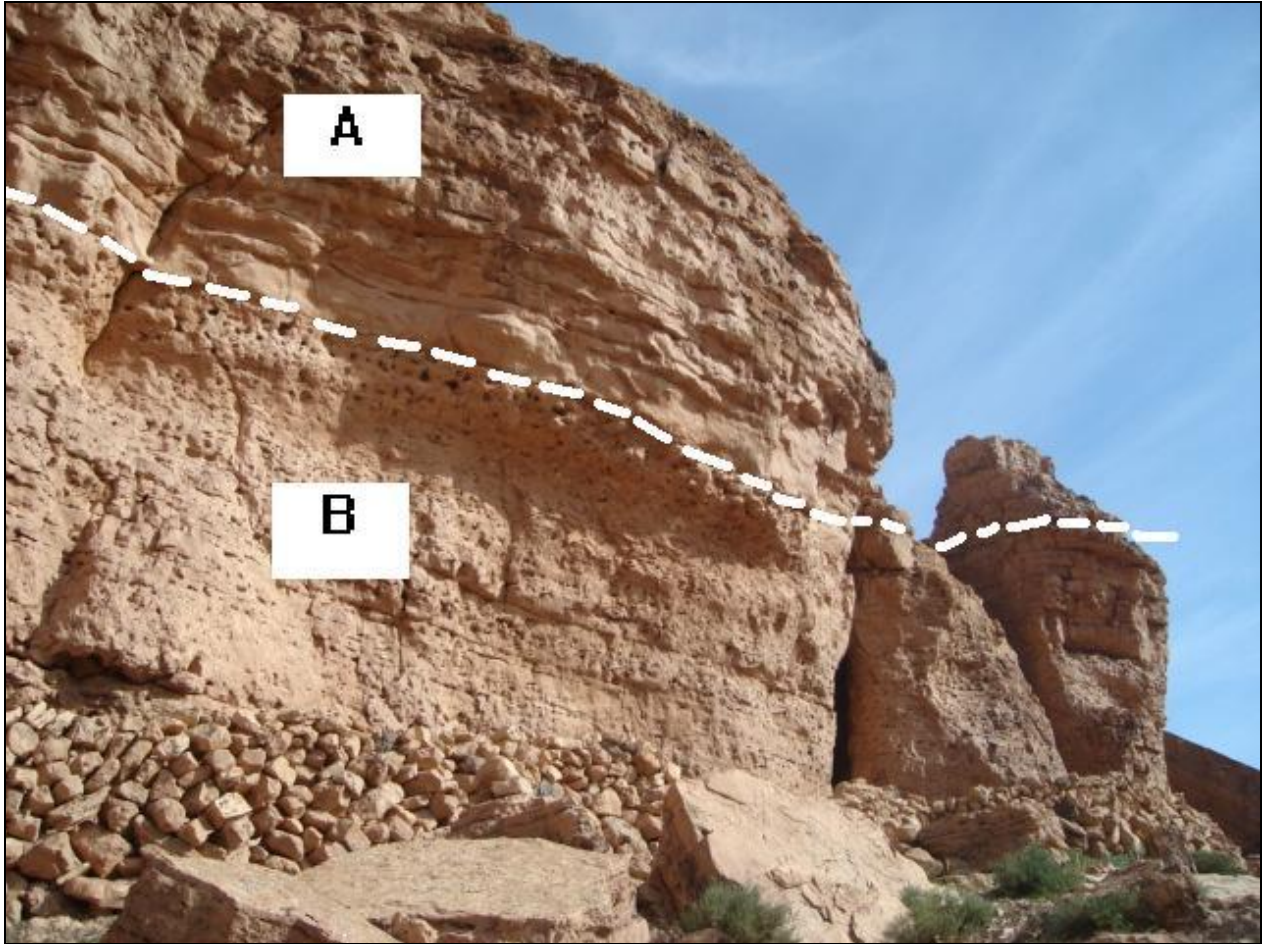


Fig. 61. Photographie de la barre turonienne d'Imlil. A : Sommet lité renfermant les rognons de silex exploités par les Préhistoriques. B : Base karstifiée tantôt massif et tantôt lité, privée du silex.
Cliché A. Ait Touchnt.

Trois échantillons ont été prélevés sur place au sommet de la corniche turonienne, et sont baptisés respectivement IM1, IM2 et IM3.



Fig. 62. Le silex le plus exploité du site d'Imlil. 1 : Vue du site, 2 : Rognon de silex en place (Echantillon IM2), 3 : Mêmes rognon taillé au laboratoire, 4 : lame mince du même rognon de silex et sa gangue carbonatée.

Il s'agit des rognons de silex qui montrent des différences de couleur et textures, sur lesquels on a confectionné des lames minces. Ces dernières ont été étudiées sous une loupe binoculaire et un microscope polarisant.

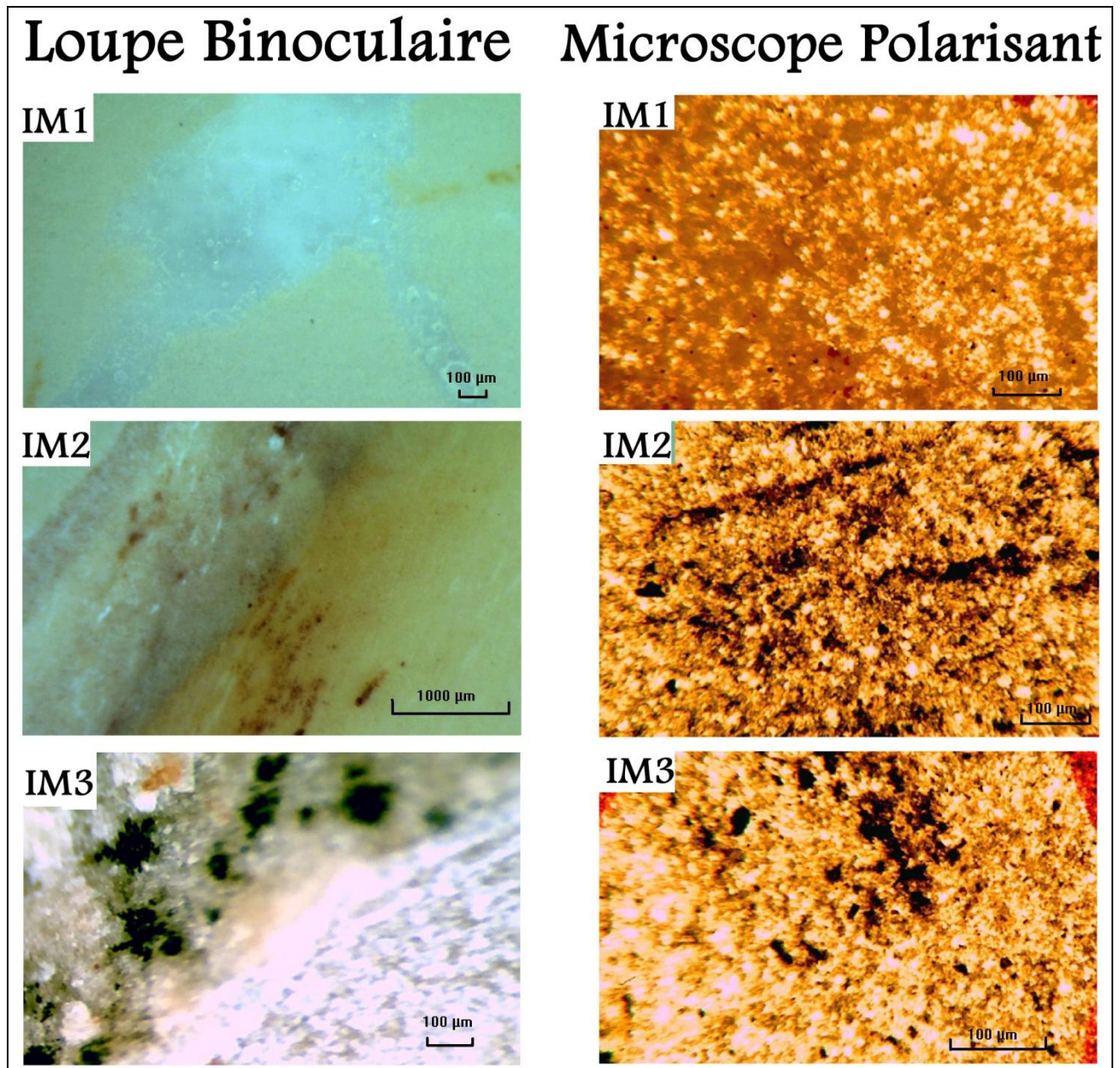


Fig. 63. Planche micrographiques montrant les résultats des études pétrographiques sur les lames minces des échantillons naturels formant des rognons siliceux inclus au sommet de la barre turonienne d'Imlil.

f. L'échantillon naturel de Tawzzakt (massif d'Igoudrane au mine d'Imiter) :

Après une prospection exhaustive dans la région d'Amrane Oukider et d'Imiter dans la recherche de l'origine géologique du percuteur (échantillon archéologique AAZ12) trouvé sur le site d'Azag-n-Ouchen, et la situation géographique de l'affleurement plutonique qui forme le gîte de cette matière lithique, on a trouvé que le massif plutonique d'Igoudrane dans la région minière d'Imiter (mine d'argent-mercure d'Imiter) est le plus suspecté. La planche suivante montre l'affleurement et l'étude pétrographique de sa lame mince (**Fig. 64.**).

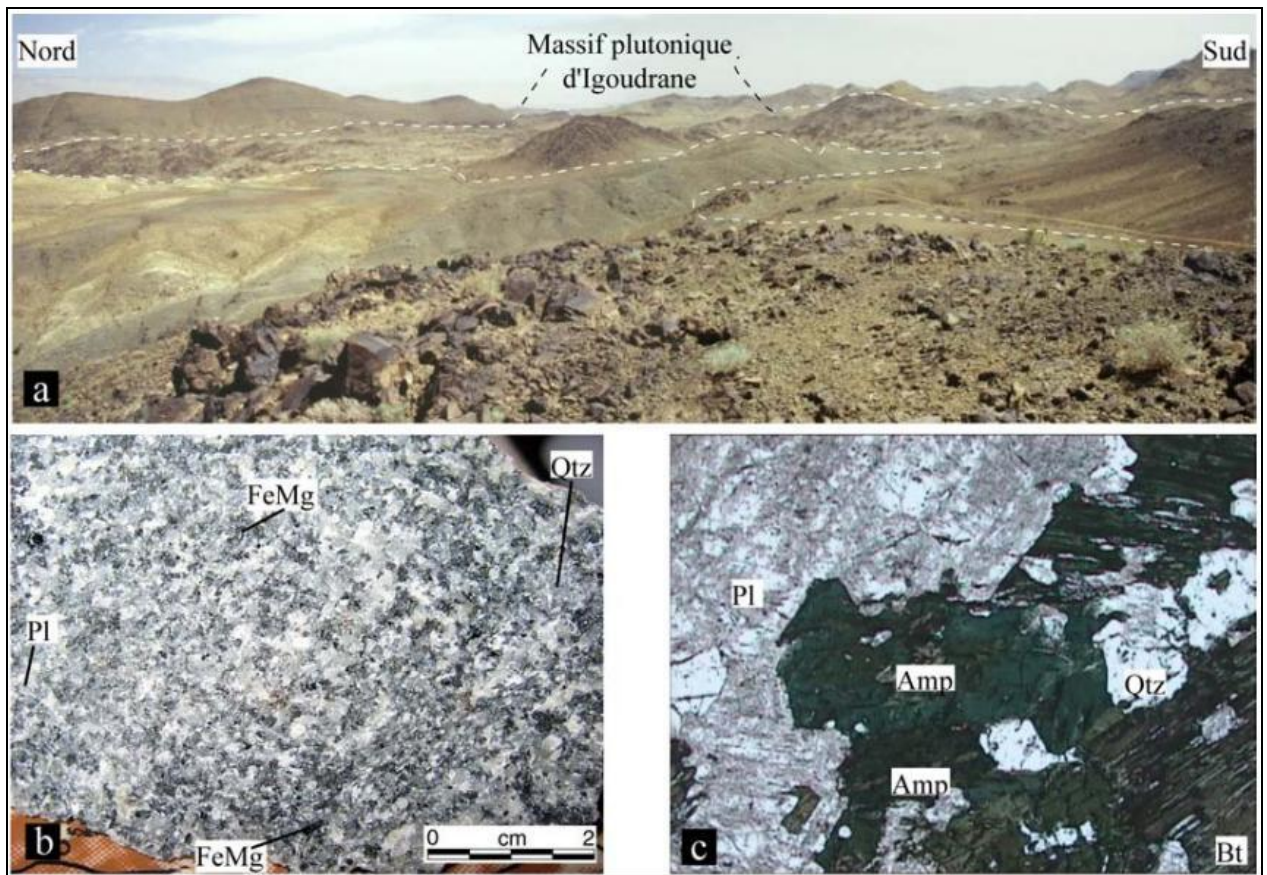


Fig. 64. Planche montrant l'affleurement du massif plutonique d'Igoudrane (Tuduri, 2004) (a), et un échantillon macroscopique (TAW1) montrant l'aspect général du faciès localisé au cœur du massif (b), la microstructure du faciès granodioritique à amphibole (**Amp**), biotite (**Bt**), plagioclase (**Pl**) et quartz (**Qtz**), observée en lumière polarisée non analysée (c).

5.3. La caractérisation au microscope électronique à balayage:

a. Les échantillons naturels du filon microgranite-dolérite :

Les planches suivantes (**Fig. 65.**), (**Fig. 66.**), (**Fig. 67.**) et (**Fig.68.**) montrent les résultats des observations faites à travers le microscope électronique à balayage, les échantillons naturels montrent une variabilité intra-source même s'ils proviennent tous de même affleurement filonien.

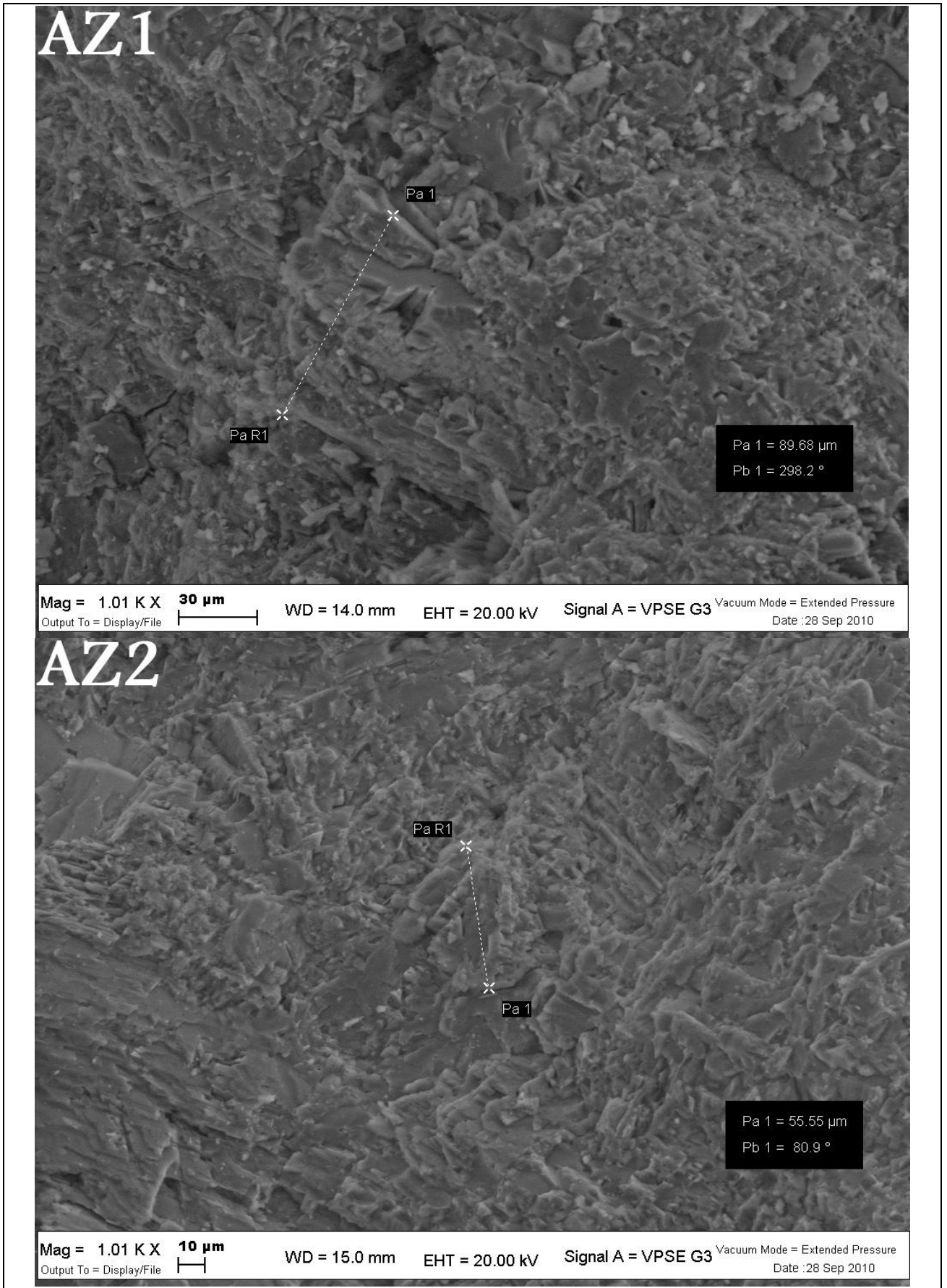


Fig. 65. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des deux collines Azag1 (AZ1) et Azag2 (AZ2).

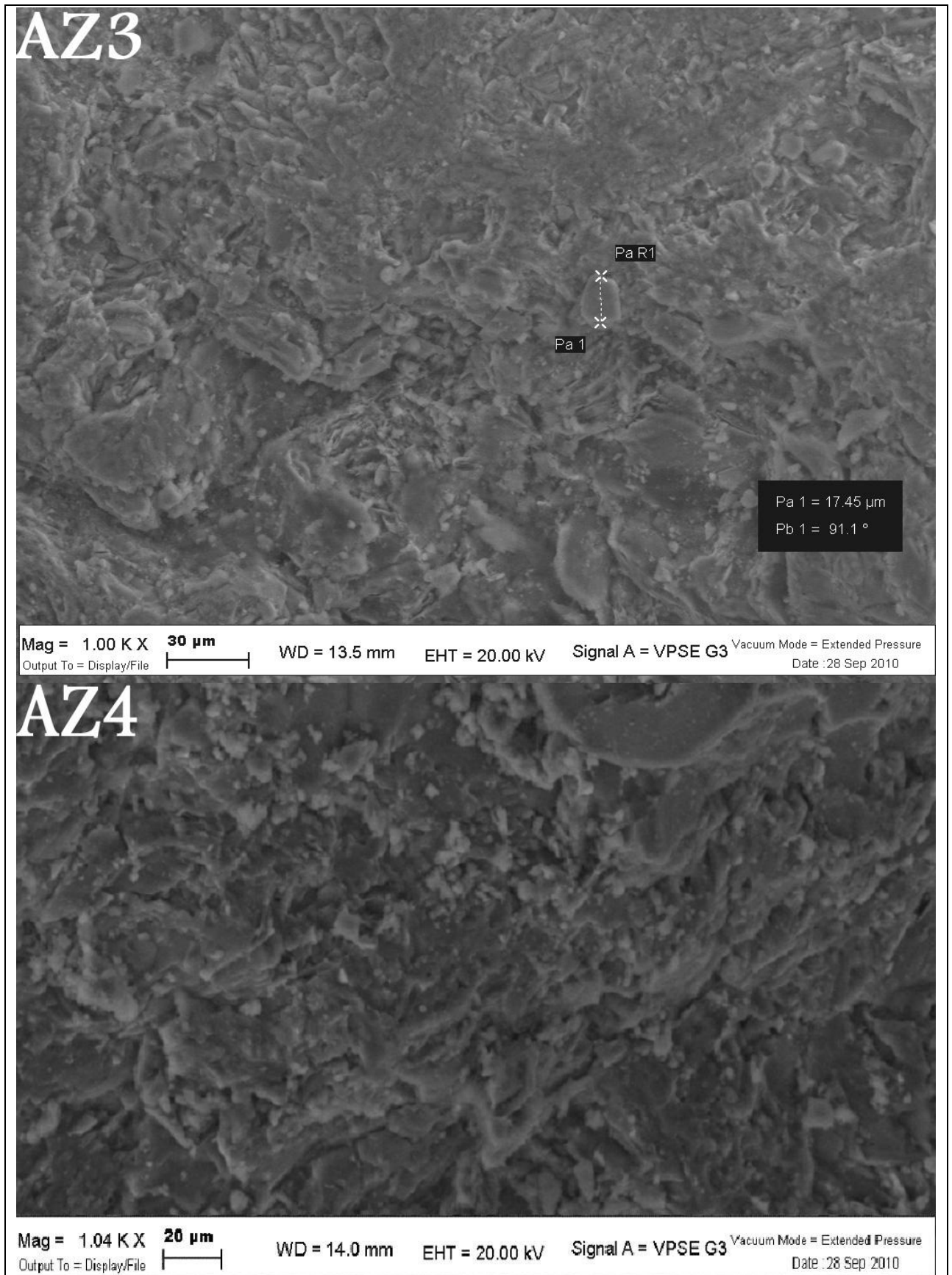
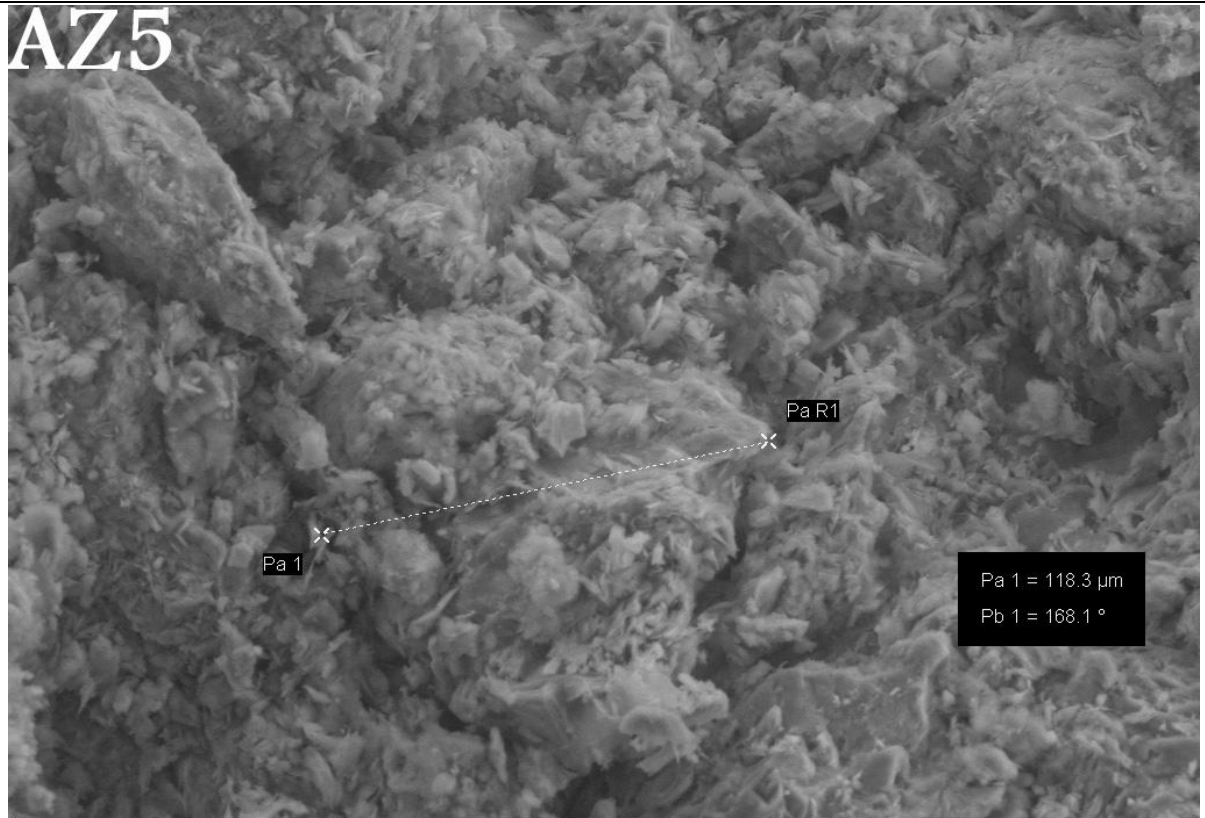


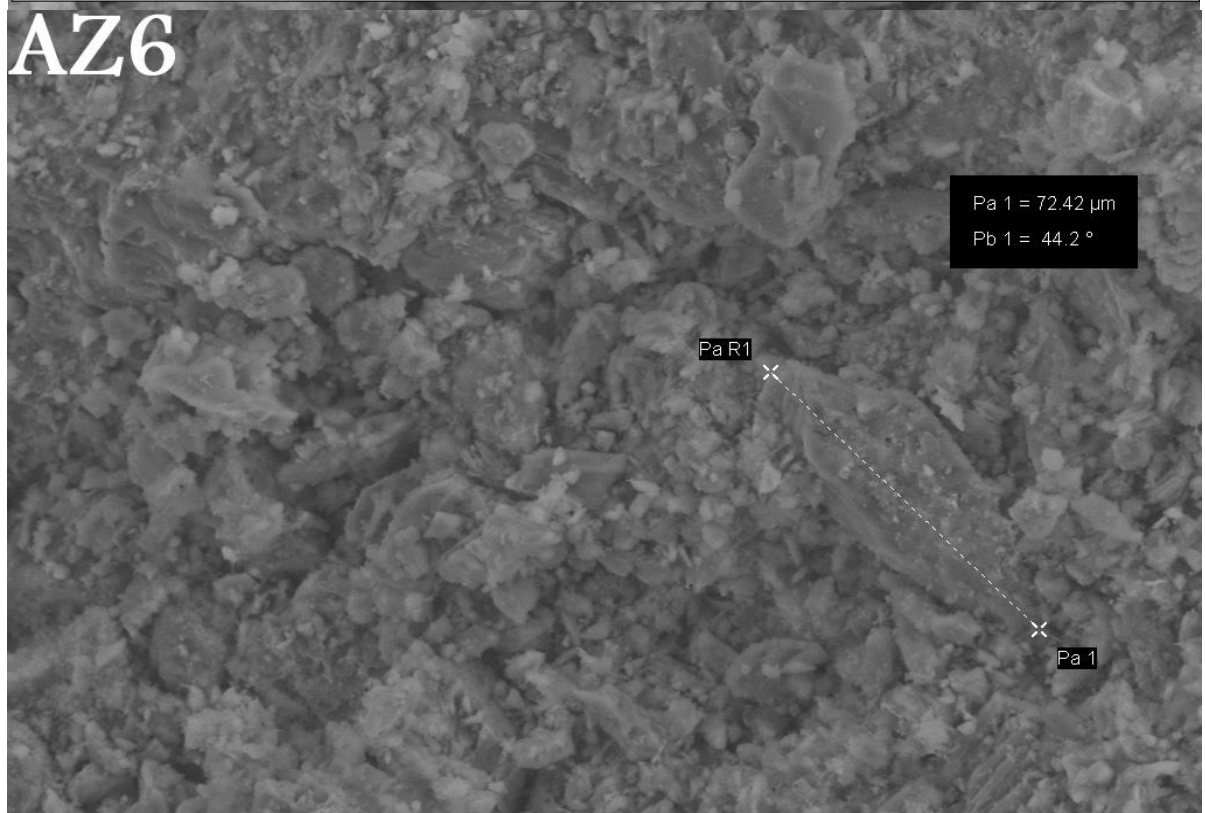
Fig. 66. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des deux collines Azag3 (AZ3) et Azag4 (AZ4).

AZ5



Mag = 1.10 K X 10 μm WD = 12.5 mm EHT = 20.00 kV Signal A = VPSE G3 Vacuum Mode = Extended Pressure
Output To = Display/File Date : 28 Sep 2010

AZ6



Mag = 1.47 K X 20 μm WD = 11.5 mm EHT = 20.00 kV Signal A = VPSE G3 Vacuum Mode = Extended Pressure
Output To = Display/File Date : 28 Sep 2010

Fig. 67. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des deux collines Azag5 (AZ5) et Azag6 (AZ6).

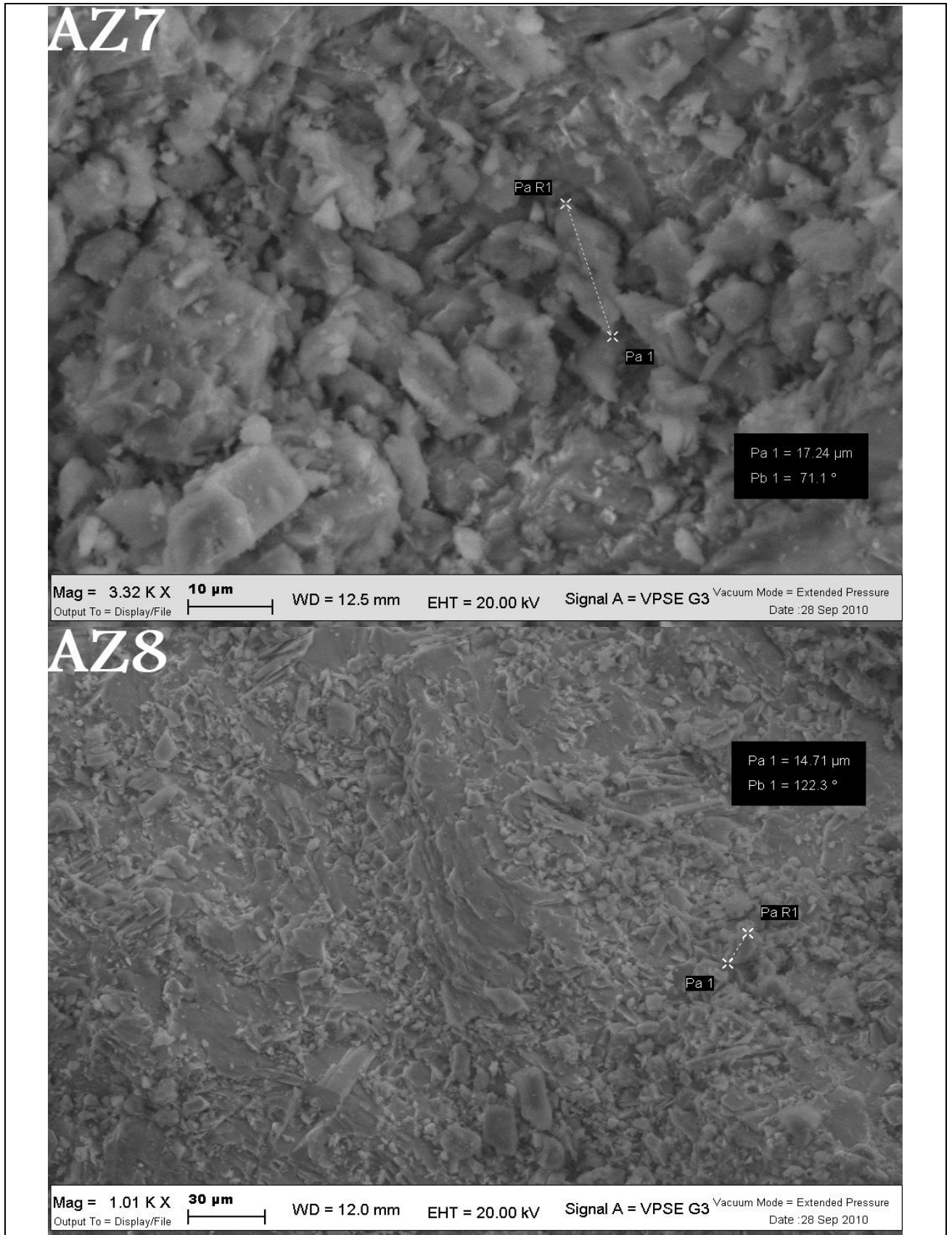


Fig. 68. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels de la colline Azag7 (AZ7) et le filon de dolérite Azag8 (AZ8).

b. Les échantillons des dépôts lacustres :

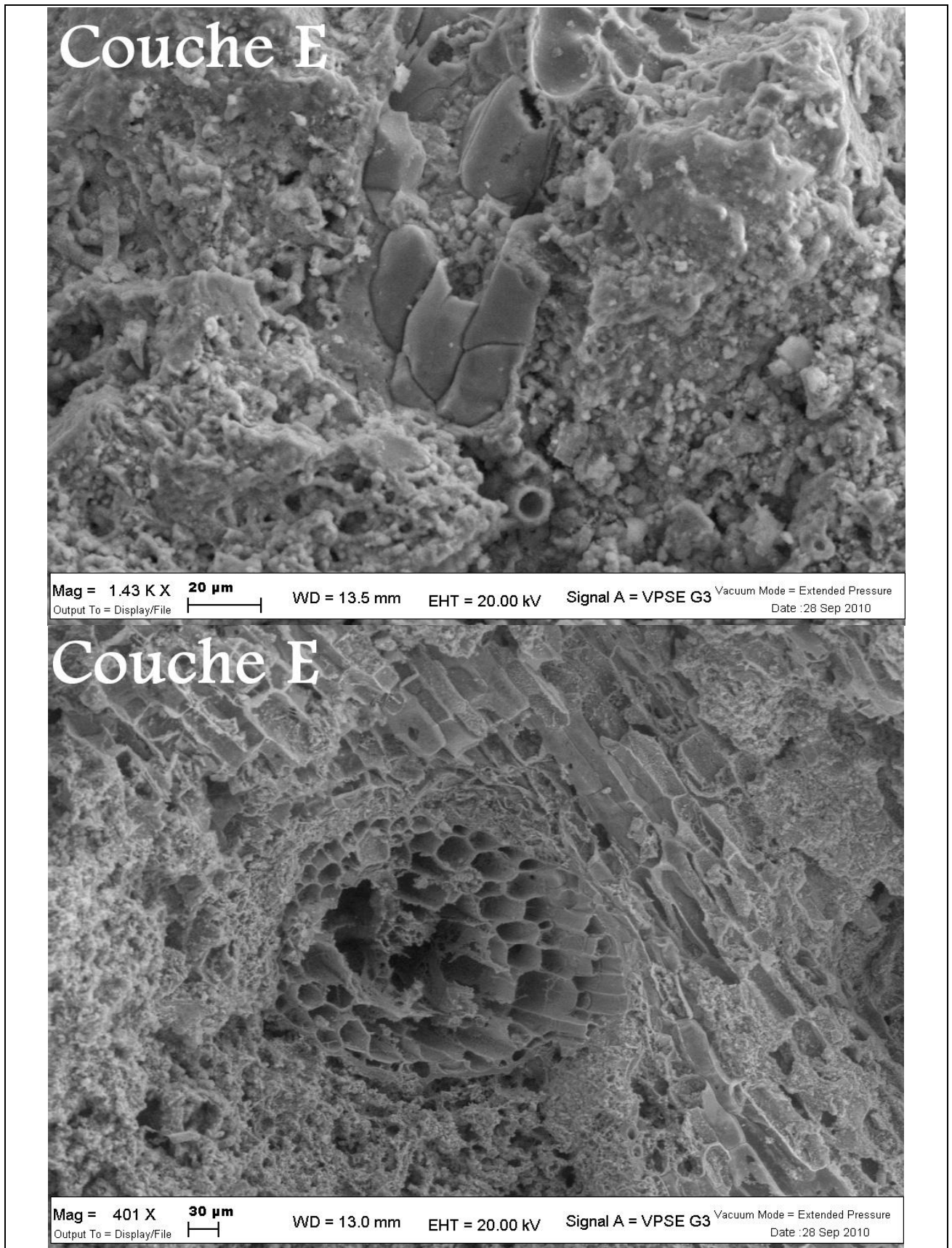


Fig. 69. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des dépôts lacustres de la couche E montrant des cellules végétales (Poacées) calcifiées

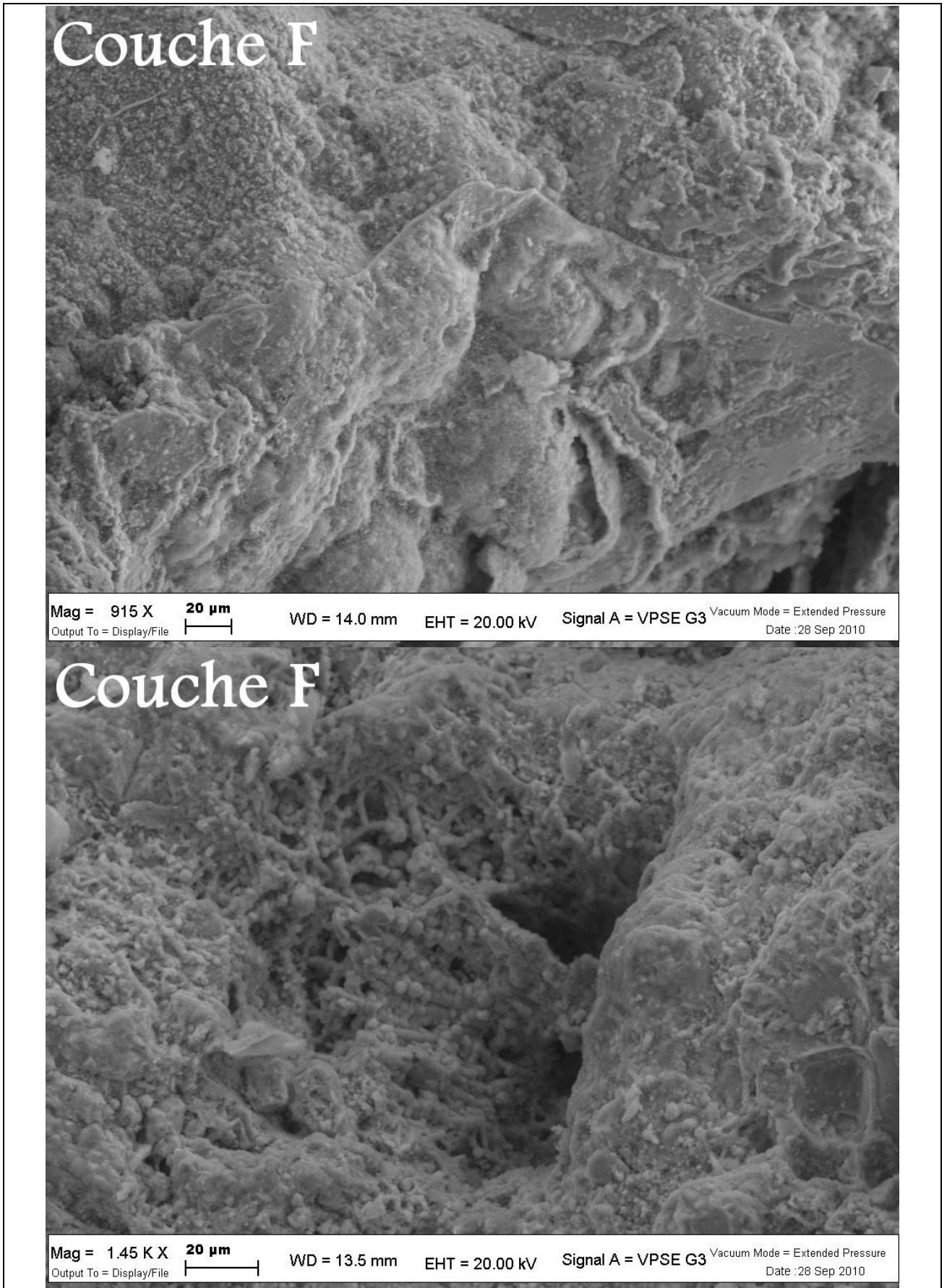


Fig. 70. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des dépôts lacustres de la couche F sans fossiles.

On constate d'après les observations au Microscope Electronique à Balayage des échantillons des dépôts lacustres (**Fig. 69.**) et (**Fig. 70.**) que la couche E est riche en matières organiques et des cellules fossilisées des végétaux surtout des Poacées lacustres, alors que la couche F est ne contient pas fossiles (azoïque).

5.4. Mesure de la LOI ou perte au feu à 1100°C:

a. Famille des roches magmatiques :

- Sous famille des roches volcaniques :

En suivant les procédures habituelles on mesuré la perte au feu PAF ou LOI, le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 71.**)

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total	Poids Total	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
F1	10,95	0,62	11,56	11,53	5,48	Téphrite -Basanite
F2	27,11	0,61	27,72	27,69	3,61	Téphrite -Basanite
F3	15,51	0,68	16,19	16,17	2,56	Téphrite -Basanite
F4	11,01	0,65	11,66	11,62	5,72	Picro-Basalte
F5	14,75	0,60	15,36	15,33	3,37	Téphrite -Basanite
F6	15,10	0,61	15,71	15,67	7,93	Téphrite
F7	11,12	0,62	11,74	11,71	4,29	Foidite
F8	10,49	0,60	11,09	11,07	2,71	Téphrite -Basanite
F9	10,97	0,61	11,59	11,58	1,13	Téphrite -Basanite
F10	10,87	0,61	11,48	11,47	1,42	Téphrite -Basanite
F11	11,43	0,60	12,04	12,01	4,30	Téphrite -Basanite
F12	10,92	0,61	11,54	11,53	1,13	Téphrite -Basanite
F13	6,78	0,67	7,45	7,44	2,14	Téphrite -Basanite
F14	11,82	0,59	12,41	12,40	1,90	Téphrite -Basanite
F15	10,85	0,60	11,44	11,44	1,38	Téphrite -Basanite
F16	11,82	0,64	12,46	12,44	2,33	Téphrite -Basanite
F17	15,14	0,61	15,76	15,74	3,19	Téphrite -Basanite
F18	15,46	0,60	16,06	16,05	1,10	Téphrite -Basanite
F19	26,75	0,62	27,37	27,36	1,73	Téphrite -Basanite
F20	15,15	0,60	15,75	15,74	1,05	Téphrite -Basanite
F21	10,99	0,61	11,60	11,59	1,87	Téphrite -Basanite
F22	13,79	0,62	14,41	14,38	4,33	Téphrite -Basanite
F23	11,14	0,61	11,74	11,73	1,68	Téphrite -Basanite
F24	26,83	0,60	27,43	27,41	3,03	Téphrite -Basanite
F25	11,94	0,61	12,54	12,53	3,06	Téphrite -Basanite
F26	15,10	0,62	15,72	15,71	1,18	Téphrite -Basanite
F27	14,92	0,63	15,55	15,54	2,29	Téphrite -Basanite
F28	14,96	0,63	15,59	15,58	2,53	Téphrite -Basanite
F29	10,94	0,60	11,55	11,53	3,31	Téphrite -Basanite
F30	10,83	0,61	11,45	11,43	3,31	Téphrite -Basanite

F31	11,00	0,63	11,63	11,63	1,27	Téphrite -Basanite
F32	26,46	0,61	27,07	27,06	2,57	Téphrite –Basanite
F33	11,50	0,63	12,13	12,12	1,68	Téphrite –Basanite
F34	28,90	0,61	29,51	29,50	1,80	Téphrite –Basanite
F35	32,14	0,72	32,86	32,84	3,09	Téphrite –Basanite
F36	10,87	0,89	11,76	11,75	1,37	Téphrite –Basanite
L1	11,43	0,63	12,07	12,04	5,09	Basalte
L2	13,80	0,63	14,43	14,33	16,33	Picro-Basale
L3	14,12	0,63	14,76	14,74	1,93	Téphrite -Basanite
L4	10,88	0,57	11,45	11,43	2,71	Téphrite -Basanite
L5	6,79	0,60	7,40	7,37	4,97	Basanite

Fig. 71. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels des roches volcaniques d'Amane Oukider.

- **Sous famille des roches hypo-volcaniques ou filoniennes :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 72.**)

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la	Poids Total après la	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
AZ1	10,98	0,60	11,58	11,58	1,08	Microgranite
AZ2	10,83	0,60	11,43	11,42	1,35	Microgranite
AZ3	26,93	0,61	27,53	27,52	1,50	Microgranite
AZ4	14,95	0,63	15,58	15,57	1,94	Microgranite
AZ5	10,98	0,71	11,69	11,67	3,28	Aplite
AZ6	27,54	0,60	28,14	28,13	1,26	Microgranite
AZ7	11,10	0,61	11,71	11,70	1,00	Microgranite
AZ8	14,93	0,61	15,54	15,54	0,66	Dolérite

Fig. 72. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons des roches naturels hypo-volcaniques ou filoniens d'Amane Oukider.

- **Sous famille des roches plutoniques :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 73.**)

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
TAW 1	13,34	0,61	13,96	13,95	1,27	Granodiorite

Fig. 73. Résultat de la mesure de la PAF (ou LOI) de l'échantillon naturel de roches plutoniques de massif d'Igoudrane (Zone minière d'Imiter).

- b. Famille des roches sédimentaires :**

- **Sous famille des roches détritiques (Arénites) :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (Fig. 74.)

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
JW1	12.39	0.60	13.00	12.49	1,33	Grès/quartzite
JW2	11.31	0.80	13.11	12.99	1,33	Grès/quartzite
JW3	10.37	0.60	12.10	12.99	1,35	Grès/quartzite
JW4	12.59	0.50	11.09	13.99	1,33	Grès/quartzite
JW5	12.32	0.60	13.00	12.99	1,34	Grès/quartzite

Fig. 74. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels des arénites de Djebel Waklim.

- **Sous famille des roches chimiques carbonatées (calcaires marins) :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (Fig. 75.)

Echantillons	Creusets	Poids	Poids	Poids	L.O.I. ou	Type
IM1	10.47	0.87	11.34	10.94	45,58	Calcaires
IM2	10.85	0.65	11.50	11.32	28,40	Calcaires avec silex
IM3	10.47	0.87	11.34	10.94	46,58	Calcaires
IM4	10.85	0.65	11.50	11.32	28,40	Calcaires avec silex
IM5	10.57	0.97	11.23	10.97	45,58	Calcaires

Fig. 75. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels des roches carbonatées turoniennes d'Imlil.

- **Sous famille de roches chimiques siliceuses (silex) :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (Fig. 76.)

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
IM6	10.87	0.58	11.42	11.40	3,50	SILEX
IM7	10.85	0.94	11.42	10.407	4,58	SILEX
IM8	10.53	0.68	11.42	11.40	3,50	SILEX
IM9	10.83	0.58	13.42	12.40	2,99	SILEX
IM10	10.89	0.58	11.42	11.40	4,65	SILEX

Fig. 76. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels des roches siliceuses (silex) turoniennes d'Imlil. Les valeurs de PAF sont proportionnelles à la quantité des carbonates, Les bons silex sont ceux à moins de PAF.

- **Sous famille des roches organiques lacustres :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 77.**)

Echantillons	Creusets vides (g)	Poids ajouté (g)	Poids Total avant la perte	Poids Total après la perte	L.O.I. ou P.A.F.	Type prévu de la Roche
Lac1A	32,83	0,65	33,48	33,37	27,17	Lacustre
Lac1B	10,88	0,61	11,49	11,35	26,14	Lacustre
Lac3	6,78	0,62	7,40	7,32	13,66	Lacustre
Lac4	10,85	0,60	11,45	11,27	28,14	Lacustre

Fig. 77. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons des roches formant les dépôts organiques et lacustres d'Azag-n-Ouchen.

5.5. Analyses géochimiques :

Les éléments majeurs et les éléments en traces ont été analysés par Spectrométrie de Fluorescence des rayons X (*XRF, X-Ray Fluorescence*), (Aux laboratoires de Géochimie de Département des Sciences de la Terre, Ferrara).

a. Famille des roches magmatiques :

- **Sous famille des roches volcaniques :**

i. Résultats des analyses des éléments majeurs :

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 78.**)

Ech.	SiO2%	TiO2%	AL2O3%	Fe2O3%	MnO%	MgO%	CaO%	Na2O%	K2O%	P2O5%	Totaux
F1	41,39	2,51	12,74	10,38	0,21	9,43	17,08	3,05	1,85	1,38	100,00
F2	41,10	2,46	12,84	9,85	0,20	13,35	14,33	2,76	1,95	1,16	100,00
F3	43,66	2,45	15,22	9,27	0,20	8,79	13,74	3,82	1,72	1,13	100,00
F4	43,21	2,61	12,98	11,68	0,21	9,02	16,67	1,59	0,95	1,08	100,00
F5	42,00	2,43	14,42	9,18	0,20	9,38	15,61	3,63	1,84	1,31	100,00
F6	39,25	2,39	13,86	9,94	0,20	7,57	22,19	2,00	1,27	1,34	100,00
F7	44,09	2,50	14,61	11,39	0,18	10,33	13,69	0,93	1,29	1,00	100,00
F8	42,89	2,54	14,13	9,38	0,19	9,59	14,45	3,93	1,58	1,33	100,00
F9	42,11	2,64	11,88	9,31	0,18	13,15	13,38	4,08	2,14	1,13	100,00
F10	41,70	2,72	12,38	9,74	0,20	11,12	14,40	4,38	2,23	1,14	100,00
F11	41,77	2,50	13,93	10,09	0,20	11,18	15,55	2,23	1,43	1,13	100,00
F12	41,88	2,78	12,18	9,36	0,20	10,95	13,96	5,04	2,38	1,27	100,00
F13	42,53	2,79	13,15	10,26	0,19	9,95	13,50	4,52	1,95	1,15	100,00
F14	42,05	2,70	13,71	10,20	0,18	10,66	13,84	3,63	1,87	1,15	100,00
F15	41,46	2,66	11,97	9,97	0,20	12,06	13,81	4,42	2,26	1,20	100,00
F16	41,36	2,57	12,44	10,58	0,19	12,91	13,56	3,18	2,07	1,14	100,00
F17	42,40	2,44	13,57	8,87	0,20	9,10	16,28	4,02	1,80	1,32	100,00

F18	41,13	2,74	11,45	10,08	0,20	13,89	12,84	4,11	2,39	1,17	100,00
F19	42,06	2,67	13,68	9,17	0,18	10,02	14,59	4,50	1,85	1,28	100,00
F20	42,25	2,71	12,98	9,03	0,19	10,04	14,14	5,01	2,41	1,24	100,00
F21	42,18	2,58	13,69	8,90	0,18	9,73	14,82	4,62	2,08	1,22	100,00
F22	41,55	2,36	14,06	9,62	0,19	12,55	14,60	2,14	1,76	1,17	100,00
F23	41,87	2,50	12,93	8,70	0,20	10,63	14,81	4,73	2,28	1,35	100,00
F24	41,92	2,38	13,31	8,29	0,20	10,26	15,91	4,34	1,89	1,50	100,00
F25	43,05	2,71	14,73	11,22	0,19	9,79	13,43	2,41	1,37	1,08	100,00
F26	42,34	2,62	13,63	8,15	0,18	10,02	13,94	5,30	2,34	1,48	100,00
F27	41,51	2,47	12,78	8,94	0,23	10,98	15,30	4,34	2,12	1,33	100,00
F28	40,90	2,41	12,38	8,62	0,22	10,78	16,19	4,71	2,36	1,43	100,00
F29	41,52	2,36	14,00	8,71	0,21	11,03	15,17	3,64	2,01	1,35	100,00
F30	41,98	2,65	13,15	9,20	0,22	10,36	14,56	4,53	2,13	1,22	100,00
F31	41,62	2,70	12,45	9,27	0,19	11,50	14,29	4,46	2,29	1,24	100,00
F32	42,39	2,45	11,56	8,83	0,17	14,61	13,17	3,65	2,03	1,13	100,00
F33	43,24	2,60	12,44	8,20	0,18	9,30	14,76	6,04	1,92	1,32	100,00
F34	42,28	2,60	12,78	9,10	0,19	11,58	14,18	4,29	1,83	1,17	100,00
F35	41,72	2,61	13,16	9,92	0,22	9,46	16,17	3,63	2,00	1,11	100,00
F36	41,88	2,64	12,55	9,14	0,20	10,40	14,64	4,90	2,41	1,24	100,00
L1	44,24	2,50	14,16	12,48	0,19	10,28	13,03	1,18	0,78	1,16	100,00
L2	34,60	2,26	9,63	8,76	0,18	5,80	36,45	1,06	0,38	0,87	100,00
L3	41,24	2,67	11,80	10,29	0,18	12,85	14,28	3,74	1,66	1,28	100,00
L4	40,17	2,58	11,47	9,63	0,20	12,95	15,44	4,37	1,84	1,37	100,00
L5	44,04	2,56	16,31	10,67	0,19	7,25	14,85	2,40	0,54	1,20	100,00

Fig. 78. Résultats des analyses des éléments majeurs (en % massique) dans les échantillons naturels des roches volcaniques d'Amane Oukider, par la méthode de fluorescence des rayons X.

ii. Résultats des analyses des éléments en traces :

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 79.**)

Ech	Ba_(ppm)	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	Hf	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	S	Sc	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
F1	1433,1	177,7	38,3	245,9	47,7	12,6	1,7	69,1	129,4	80,4	183,1	1,7	31,5	16684,7	11,5	1172,1	15,8	200,1	23,2	66,3	272,1
F2	1651,6	159,4	40,6	302,5	43,1	12,5	3,1	77,1	123,1	65	181,4	2,9	44,8	0	15	1785,9	17,3	195,3	26,2	64,2	280,9
F3	1335,6	199,3	41,7	314,2	40,1	13,7	3,8	86,4	126	75,9	149,8	0	41,6	0	9,2	1720,7	19,6	215,8	27,9	65,7	318,2
F4	1522,3	-	45,7	238,2	44,6	13,2	3,4	-	122,7	75,4	204,9	0	31,2	0	15,2	1679,1	14,5	215,4	22	86,8	303,1
F5	1203,7	-	41,9	278,7	32,9	14,5	3,2	-	137,9	75,5	163,3	0	29,9	2004,8	10,8	1647,7	17	165,9	22,1	69,6	288,4
F6	744,6	-	42,3	189,6	40	15	0,8	-	126,8	77,1	196,5	0	27,7	767,6	13	1348,3	12,4	199,9	18,9	64,6	265,4
F7	2565,7	159,6	42,9	194,4	37,5	10,8	4,3	79,1	102,4	65,4	201,5	2,1	44,6	0	13,4	2303,9	15,2	196,3	24,1	61,4	278,8
F8	793,7	184	41,8	328,9	45,7	12,6	2,6	74,3	115	79,6	165,9	3,3	26,8	1048,4	13,3	1747,7	18,1	227,4	24,9	65,2	289,3
F9	1401,1	187,3	47	408	37,8	11,7	2,8	86,2	107,1	74,6	175,1	2	47,7	0	17,5	1454,6	20,1	260,1	26,8	64,4	260,1
F10	1328,9	208,4	43,8	385,5	40,1	12,8	3,2	84,4	117,4	73,3	174,6	0	39,1	0	14,8	1533,4	20,8	241,5	28,3	67,1	276
F11	1244,5	168,8	41,8	247,7	39,7	12,4	2,3	79,6	120,3	68,1	185,2	2,3	36,3	0	17,7	1783,6	16,8	207,5	25,2	64	277,4
F12	1435,7	210,1	46,1	395,2	35,5	14,8	2,8	89,1	124,4	78,5	143,2	3	42,3	714,1	15,4	1356,8	22,3	244,3	27,2	71,9	280,9
F13	1402	201,7	47,5	395,9	44,4	13,7	3,5	83	113,3	74,5	172,3	1	51,7	3480,4	13,9	1389,7	19,5	254,5	26,7	72,9	274,6
F14	1153,4	188,1	48,9	369,5	36,4	14	3,3	90,3	107,1	74,2	190,6	0,4	41,6	0	15,7	1361,9	19,7	219,7	25,4	66,8	275,9
F15	624,8	175,1	48,4	418,8	31,6	13	2,5	71,4	112	72,8	204,7	2,7	47	187,6	14,4	1112,3	21,2	247,3	26	67,4	238,6
F16	1231,7	168,1	52,5	357,6	47,5	12,4	3,2	73	118,1	64,8	244,9	1,7	45,6	0	15	1628,8	19	218,6	25	70,5	247,3

F17	1460,1	184,6	39,1	296,5	32,7	12,2	2	66,5	114	77,6	148,2	5	24,2	3579,4	13,1	1540,8	16,6	189,3	23,3	60,9	270,8
F18	1228,3	195,5	50,6	417,2	43,1	13	2,9	78,8	114,2	64,2	202,7	1,6	57,3	331,6	14,4	1389,4	21,4	236,7	27,5	74,5	249,9
F19	1465,2	202,4	48,7	351,8	59	13,5	2,3	77,6	118,4	78,9	161,4	7,8	40,4	386,5	15	1452,6	18,9	240,1	25,1	60	268,4
F20	1329,9	207,4	43,3	400,1	48,8	13,3	3	77,2	118,2	80	156,3	5,8	49,5	0	11,6	1514,1	20,8	250,4	27,1	66,1	278,5
F21	1386,8	197,4	42	334,9	50,2	13	2,8	74,2	112,6	70,8	168,3	2,4	39,6	67	14,5	1442,2	18,9	238,3	25,5	61,5	265,2
F22	1357,8	151,4	40,3	237	24,4	12,1	2,3	66,1	123	68,1	173,1	1,5	49,1	0	16,1	1716,6	15,6	171,2	26,5	61,7	274,7
F23	1463,3	180,1	40,3	368,4	39,3	11,7	2,5	65,4	127,3	73,7	155,1	1	42,5	0	12,9	1540,3	19	231,8	26,4	64	296,9
F24	1139	181,8	36,1	264,7	26,1	14,3	1,4	59,5	151,6	80,6	143	3	38	776,8	11,8	1728,5	17,3	213,7	24,8	66,9	303,9
F25	1326,4	181,4	48,1	270	39,2	13,8	2,7	86,8	123,5	70	190,3	0	34,4	889,2	17,1	1516,9	18,5	205,7	26,1	71,5	297,5
F26	1285,2	186,9	40,1	401,2	44,8	13,5	2,4	63,8	96,1	79,9	137	0	37	0	14,2	1343,2	16,5	239,1	23,1	59,4	259,1
F27	1030	176,4	43,2	385,6	42,3	12,8	2,1	62,4	129,2	65,3	162,8	0,6	39,6	0	10,1	1453,8	17,8	226,4	25,5	76,5	284,2
F28	1304,7	165,5	39,9	341,8	42,6	12,5	1,6	57,9	122,2	70,3	149,1	3,7	43,9	174,8	14,6	1036,8	15,8	224,5	23,9	69,3	264,7
F29	1860	154,5	36,4	290,6	45,3	13	1,8	59,9	138,7	68	151,9	2,9	39,8	0	12,7	1389	16,4	210,1	25,2	66,2	280,1
F30	1210,7	187	41,5	387,5	39,3	12,2	2,6	71,3	95,8	70,7	151,5	0,7	36,5	0	16,3	1294,6	17,6	237,2	25,3	63,3	257,3
F31	1396,7	196,1	42,9	388,5	47,7	11,8	2,8	71,8	114,7	78,4	167,8	3,8	46,9	0	14,4	1467,6	19,9	263,2	26,4	65	266,3
F32	1524,3	183,3	41	368	37,1	11,9	2,5	77,6	110,4	75,4	169,2	1,5	53,9	0	16,7	1527,6	17,3	228	27,7	60	270,2
F33	1284,4	226,7	40,6	385,8	33,4	13,4	2,8	85,2	123,8	80,2	122,5	0,8	69,3	0	11	1616,3	19,4	248,7	26,5	65,9	296,6
F34	1352,6	195,4	43,1	381,1	43,3	12,7	3,2	78,5	114,5	73,2	160,8	0,4	24,8	0	16,7	1533,5	19,5	235,3	27	62	302
F35	1224,2	193,8	42,9	322	43,2	12,5	3,1	83,5	117,7	72,6	177	3,3	33,4	0	14,9	1564,4	18,9	234,4	27,2	64,8	305,9
F36	1209,1	197,6	43	386,1	44,3	14,3	3,2	71,7	115	72,8	162	0,1	43,1	0	13,4	1503,2	20,9	270,4	27	64,2	280,5
L1	808	163,1	54	249,2	62,2	13,7	2,3	77,8	129	77	298,2	2,4	33,7	0	14,3	1024	15,6	198,6	23,1	85,1	291,2
L2	769,6	129	38,5	133,3	39,8	7	0	56,8	96,7	36,1	171,1	2,8	19,4	0	6	1128,5	10,6	160,3	15,7	49,9	197,6
L3	1107,2	191,8	53,8	384,7	47,4	12,4	2,2	79,3	128,6	73,9	232,3	4,3	31,8	0	14,6	1384,7	18,7	236,9	24,9	72,1	284
L4	964,6	175,2	50,1	417,1	37,2	12,2	1,5	69	116,2	69,2	249,5	1,4	39,4	0	15,5	1211,3	17,8	233,9	22,4	71,1	257,1
L5	1382,8	185	40,8	228,3	42,9	12,7	2,6	89,5	121,3	80,5	180,8	1,5	36,6	1857,2	13,2	1542,2	16,8	195	24,2	65,8	293,4

Fig. 79. Résultats des analyses des éléments en traces (en ppm) dans les échantillons naturels des roches volcaniques d’Amane Oukider, par la méthode de fluorescence des rayons X.

Les analyses géochimiques montrent une diversité des coulées des laves qui dépend soit de la profondeur de provenance des magmas primaires soit aux évolutions des processus de différenciation magmatiques, cela se matérialise avec la forte variabilité de la teneur en Cr, Ba et Sr.

iii. Représentations graphiques des résultats et correspondances entre les lithothèques naturels et archéologiques, des roches volcaniques:

Pour le site d’Azag-n-Ouchen, on a quatre échantillons archéologiques qui sont fabriqués à partir des roches volcaniques, ce sont : AAZ7, AAZ8, AAZ9 et AAZ10.

Pour le site d’Imlil, on a un seul échantillon archéologique qui est fabriqué à partir des roches volcaniques, c’est : IA6.

Afin d'obtenir des représentations graphiques des résultats des analyses et corrélés entre les échantillons archéologiques et ceux naturels, nous allons d'abord situer les échantillons naturels archéologiques sur le diagramme TAS (**Fig. 80.**), il s'agit de diagramme *Total Alkali Silica*, c'est un système qui permet de définir une roche volcanique, son nom et sa série magmatique, par sa composition chimique à partir du rapport entre le taux pondéral de silice ($\text{SiO}_2\%$) et le taux pondéral de minéraux alcalins ($\text{Na}_2\text{O}\% + \text{K}_2\text{O}\%$). En suite on adopte des diagrammes binaires et pour détecter la parenté géochimique entre les deux groupes, géologique et archéologique (**Fig. 80.**).

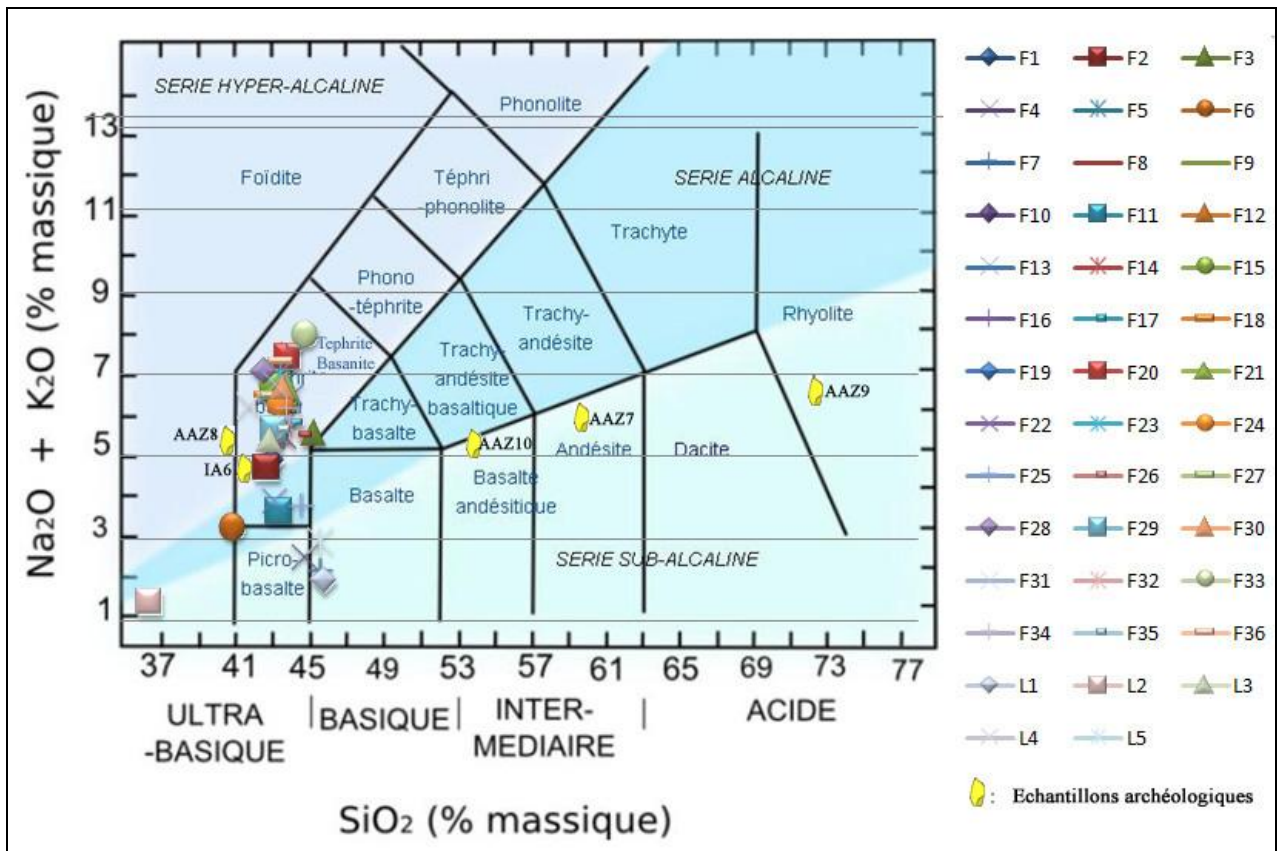


Fig. 80. Diagramme TAS montrant l'appartenance alcaline des échantillons naturels et archéologiques du groupe des roches volcaniques d'Amrane Oukider.

Les échantillons AAZ7, AAZ9 et AAZ10 ont comme origines d'autres coulées volcaniques différentes de ceux qu'on a analysés


D'après cette classification il est possible de grouper les échantillons selon les séries magmatiques (**Fig. 81.**):

La série hyperalcaline	La série alcaline	La série subalcaline
F1, F2, F3, F5, F8, F9, F10, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F23, F24, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, L3, L4, AAZ8 et IA6.	F6, F11, F22 et F25.	F4, F7, L1, L2, L5, AAZ7, AAZ9 et AAZ10
Les téphrites et les basanites		Basaltes, Picro-basaltes, Foïdite, basalte andésitique, andésite et rhyolithe.

Fig. 81. Groupement et nomination des échantillons naturels et archéologiques des roches volcaniques d’Amane Oukider selon l’appartenance alcaline.

On peut déduire que presque toutes ces échantillons sont des roches d’abord basiques, la majorité sont des téphrites et des basanites (37 échantillons) et un seul (AAZ8) est une Foïdite selon la classification TAS, dont 34 échantillons appartiennent à la série magmatique hyperalcaline et 4 appartiennent à la série magmatique alcaline. Alors que 8 échantillons font partie de la série subalcaline, dont quatre sont des basaltes et des picro-basaltes et un seul échantillon (L2) est une foïdite, un seul est une basalte andésitique (AAZ10), un seul est une andésite (AAZ7), et un seul est une rhyolithe (AAZ9).

En se basant sur les parentés géochimiques entre les échantillons volcaniques des deux lithothèques, des correspondances plus ou moins précises peuvent être faites entre le lieu de collecte de chaque échantillon archéologique et l’affleurement géologique qui est le père de celui-ci :

 **L’échantillon AAZ7** : Il s’agit d’une andésite bulleuse rare et ne montre pas aucune similitude avec tous les échantillons naturels répertoriés et analysés dans le périmètre d’étude. Les andésites les plus proches selon la carte géologique de Saghro-Dades à 200 000^{ème} et d’après les documents inédits de la société métallurgique d’Imiter (SMI), le seul affleurement de cette roche se trouve au milieu de la mine près du massif granodioritique de Tazzakt, comme le document ci-dessous (**Fig. 82.**).

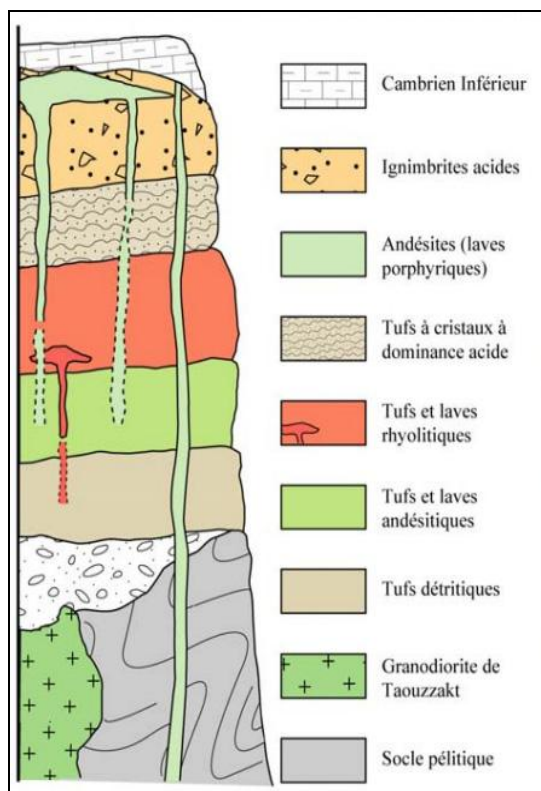


Fig. 82. Log stratigraphique sommaire du secteur minier, d'après documents inédits SMI.

L'échantillon AAZ8 : Cette échantillon archéologique est un nucléus discoïde qui montre des phénocristaux d'olivine altérés en iddingsite, ils sont visible à l'œil nu sur sa surface et en lame mince. Géochimiquement on trouve une parenté nette avec l'épanchement volcanique allongé numéro 22, il s'agit de l'échantillon géologique F22 (**Fig. 83.**).

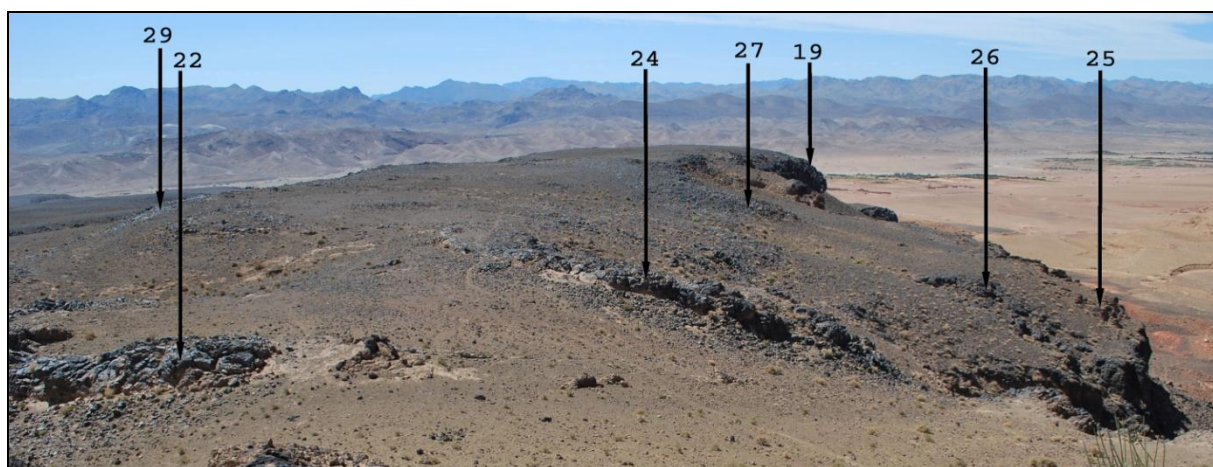


Fig. 83. Photographie illustrée montrant la localisation de l'échantillon F22 sur le corps volcanique de Foum El Kouss. *Cliché A. Ait Touchnt*

L'échantillon AAZ9 : C'est une pièce fabriquée à partir d'une rhyolithe et elle a tendance à être pédonculée, et comme l'échantillon archéologique AAZ7, les rhyolithes les plus proches selon la carte géologique de Saghro-Dades à 200 000^{ème} et surtout d'après les

missions de prospections exhaustives à l'aide du personnel de service de la géologie de la SMI (société métallurgique d'Imiter), le seul affleurement de cette roche se trouve au milieu de la mine près du massif granodioritique d'Igoudrane (**Fig. 84.**).



Fig. 84. Photographie illustrée montrant le filon des rhyolithes dans la zone minière d'Imiter qui est l'origine de la pièce atérienne AAZ9. Cliché A. Ait Touchnt


 **L'échantillon AAZ10 :** Il s'agit d'un percuteur qui porte nettement les points d'impact des percussions sur sa partie active et des petits éclats qui prennent toujours naissance de ces points. D'après les résultats de ses analyses géochimiques et leur représentation graphique sur le diagramme TAS, il résulte qu'il s'agit d'une basalte andésitique et non pas une néphéline comme prévu. Parmi les 41 échantillons géologiques analysés du corps volcanique de Fom El kouss, l'échantillon naturel F4 est celui qui présente une nette parenté géochimique avec ce percuteur, il se présente sous forme des nodules basaltiques inclus dans les tufs volcaniques, ces nodules sont amenés par les tufs dans le cheminée volcanique antérieur, ces tufs sont stratifiés près du cheminée volcanique principal (**Fig. 85.**). C'est d'ailleurs cette forme arrondie en nodules qui cède au percuteur AAZ10 sa forme.



Fig. 85. Photographie montrant les nodules de basalte andésitique F4 incluses dans les tufs volcaniques de Fom El Kouss. Cliché A. Ait Touchnt

🏰 L'échantillon IA6 : Ils s'agit d'un nucléus à tendances lamellaires ou discoïdes, fabriqué à partir de la roche volcanique basique de Foum El Kouss, les phénocristaux ne sont pas visibles sur sa surface, ni ceux d'olivine ni ceux de clinopyroxène, il est relativement homogène et lisse et bien sélectionné par l'Homme préhistorique. De point de vue géochimique et en comparaison avec les échantillons géologiques (volcaniques) analysés, l'échantillon archéologique IA6 présente une nette parenté géochimique avec l'échantillon naturel F2, ce dernier se présente sous forme d'une coulée étalée sur les terrains crétacés dans la périphérie orientale en amont du corps volcanique de Foum El Kouss, cette forme géomorphologique a mis en disposition cette matière lithique aux hommes préhistoriques (**Fig. 86.**).

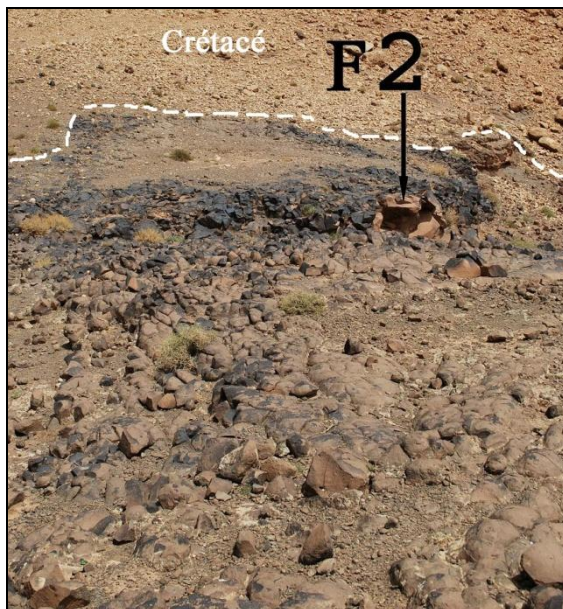


Fig. 86. Photographie de la coulée téphritique ou basanitique F2 qui est l'origine géologique de l'échantillon archéologique IA6. *Cliché A. Ait Touchn*

iv. Sous famille des roches hypo-volcaniques ou filoniennes et identification des gites:

- **Représentations des résultats des analyses des éléments majeurs :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 87.**)

	<i>AZ1</i>	<i>AZ2</i>	<i>AZ3</i>	<i>AZ4</i>	<i>AZ5</i>	<i>AZ6</i>	<i>AZ7</i>	<i>AZ8</i>
<i>SiO2%</i>	71,12	71,64	71,65	71,13	64,58	68,69	73,25	52,93
<i>TiO2%</i>	0,44	0,42	0,46	0,50	0,42	0,38	0,32	1,25
<i>AL2O3%</i>	14,24	13,61	13,67	14,01	17,49	15,73	13,28	14,74
<i>Fe2O3%</i>	1,68	2,05	2,07	2,25	1,24	2,21	1,75	12,86
<i>MnO%</i>	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,20
<i>MgO%</i>	0,18	0,00	1,43	1,22	9,93	1,39	0,14	5,48
<i>CaO%</i>	1,24	0,72	0,25	0,31	0,23	0,12	0,47	7,09
<i>Na2O%</i>	0,37	0,39	0,30	0,15	0,03	0,28	0,85	1,29
<i>K2O%</i>	10,60	11,10	10,04	10,29	5,99	11,09	9,86	4,00
<i>P2O5%</i>	0,10	0,09	0,12	0,12	0,09	0,10	0,07	0,17
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

Fig. 87. Résultats des analyses éléments majeurs en pourcentages par la méthode XRF des échantillons naturels des roches filoniennes du site d'Azag-n-Ouchen.

- **Représentations des résultats des analyses des éléments en traces :**

Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 88.**)

<i>En ppm :</i>	<i>AZ1</i>	<i>AZ2</i>	<i>AZ3</i>	<i>AZ4</i>	<i>AZ5</i>	<i>AZ6</i>	<i>AZ7</i>	<i>AZ8</i>
<i>Ba</i>	771	928,6	1981,9	1489,4	239,7	728,6	1808,8	280,8
<i>Ce</i>	140,3	99,6	95,6	96,9	na		98	na
<i>Co</i>	9,9	1,8	4,6	9,1	10,4	9,2	0	43,8
<i>Cr</i>	0	0	0	0,9	2,9	0,8	0	39
<i>Cu</i>	77,5	0	0	0	0	0	0	142,5
<i>Ga</i>	14,9	13,2	13,7	13,8	13,1	14,3	-3,2	15,1
<i>Hf</i>	3,7	4,7	4,5	4,1	5,9	7,8	-1,5	3,8
<i>La</i>	13,4	10,1	16,1	12	na	na	11,6	na
<i>Nb</i>	10,6	11,3	12,5	11	12,8	12,1	0,4	7,4
<i>Nd</i>	26,7	21,9	22,3	20,1	46,6	35,4	25,9	16,2
<i>Ni</i>	3,9	3,8	6,7	5,5	9,9	6,7	-24,8	35,6
<i>Pb</i>	454,6	4,2	7	5,2	29,4	0	2,1	0
<i>Rb</i>	109,9	110	110	91,2	52,9	104,6	-3	53,2
<i>S</i>	890,7	1450,1	994,6	1880,3	0	0	242,7	0
<i>Sc</i>	2,4	2	3	4,3	2	0,7	1,5	30,2
<i>Sr</i>	40,2	61,9	54,7	75,6	19,5	51,5	-0,3	350,7
<i>Th</i>	22,1	29,6	28,1	26,8	20,3	27,7	9,5	12,7
<i>V</i>	40,3	53,4	41,3	66,8	43,6	49,5	21,4	267,4
<i>Y</i>	27,8	25,5	31,1	29	34,5	28,7	-6,1	17,9
<i>Zn</i>	461,6	-6,1	-3,1	-4,3	3,4	0,9	-12,4	78,5
<i>Zr</i>	220	205,1	206,1	198,8	217,2	231	-3,9	119,2

Fig. 88. Résultats des analyses éléments en traces en ppm par la méthode XRF des échantillons naturels des roches filoniennes du site d'Azag-n-Ouchen.

Tous les échantillons, archéologiques et naturels, fabriqués à partir des roches filoniennes ou hypo-volcaniques sont représentés sur les mêmes diagrammes binaires (**Fig. 91.**) et (**Fig. 92.**) afin de détecter leurs parentés géochimiques et la provenance géologique de chacun de ceux archéologiques.

Sur le site d'Azag-n-Ouchen, huit échantillons archéologiques ont été analysés : AAZ1, AAZ2, AAZ4, AAZ5, AAZ13, AAZ14, AAZ15 et AAZ16. Et huit échantillons naturels : AZ1, AZ2, AZ3, AZ4, AZ5, AZ6, AZ7 et AZ8.

Sur le site d'Imlil aucun échantillon archéologique fabriqué à base des roches magmatiques hypo-volcaniques n'a pas été trouvé.

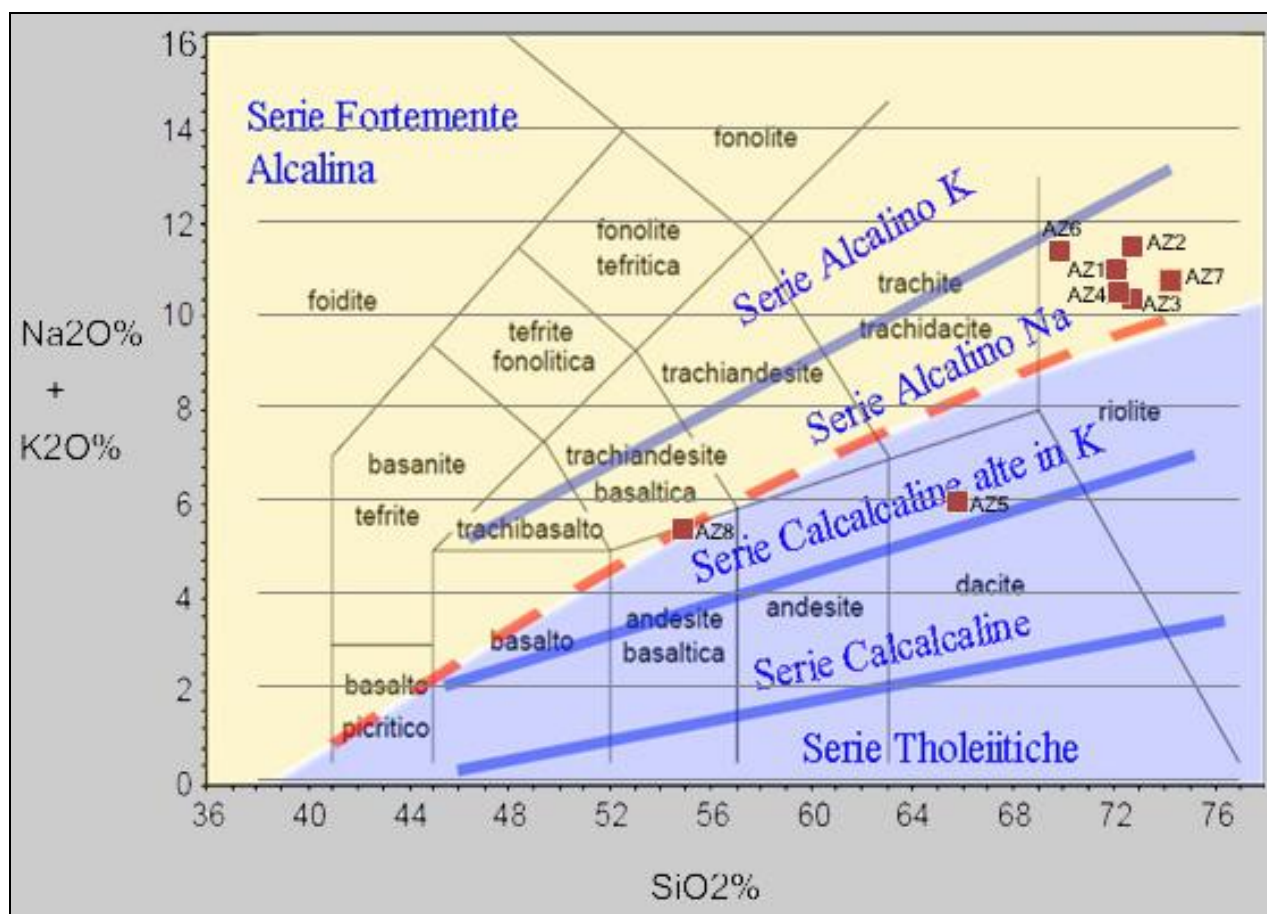


Fig.89. Diagramme TAS montrant l'appartenance alcaline des échantillons naturels du groupe des roches hypo-volcaniques d'Amane Oukider, ce sont les sept collines du filon d'Azag-n-Ouchen.

D'après le diagramme TAS (**Fig. 89.**) on trouve que toutes les collines sont des affleurements du microgranite à l'exception de la colline Azag5 qui est une dacite ou microgranodiorite. L'échantillon AZ8 représente le filon doléritique basique et monotone.

D'après les résultats des analyses géochimiques des éléments majeurs de chaque échantillon, on a pu les représenter sur le diagramme de Streckeisen (**Fig. 90.**), il s'agit d'un diagramme en double triangle adapté aux roches acides et intermédiaires et non pas aux roches ultrabasiques, les deux triangles ont en commun la même base, ce qui donne au diagramme la forme d'un losange à quatre sommets qui représentent les proportions des trois familles des minéraux essentiels dans ces roches (acides et intermédiaires). A : Sommet gauche et représente les Feldspaths alcalins, P : Sommet droite et représente les Feldspaths calcosodiques (plagioclases), Q : sommet vers le haut et représente le Quartz pour les roches sursaturées en silice, F : Sommet vers le bas et représente les Feldspathoïdes pour les roches sous-saturées en silice. Chaque sommet représente 100% de la composante qu'il représente, et on s'éloignant de celui son pourcentage diminue jusqu'à devenir 0% au profit de 100% de la composante en face (Streckeisen, A. L., 1974).

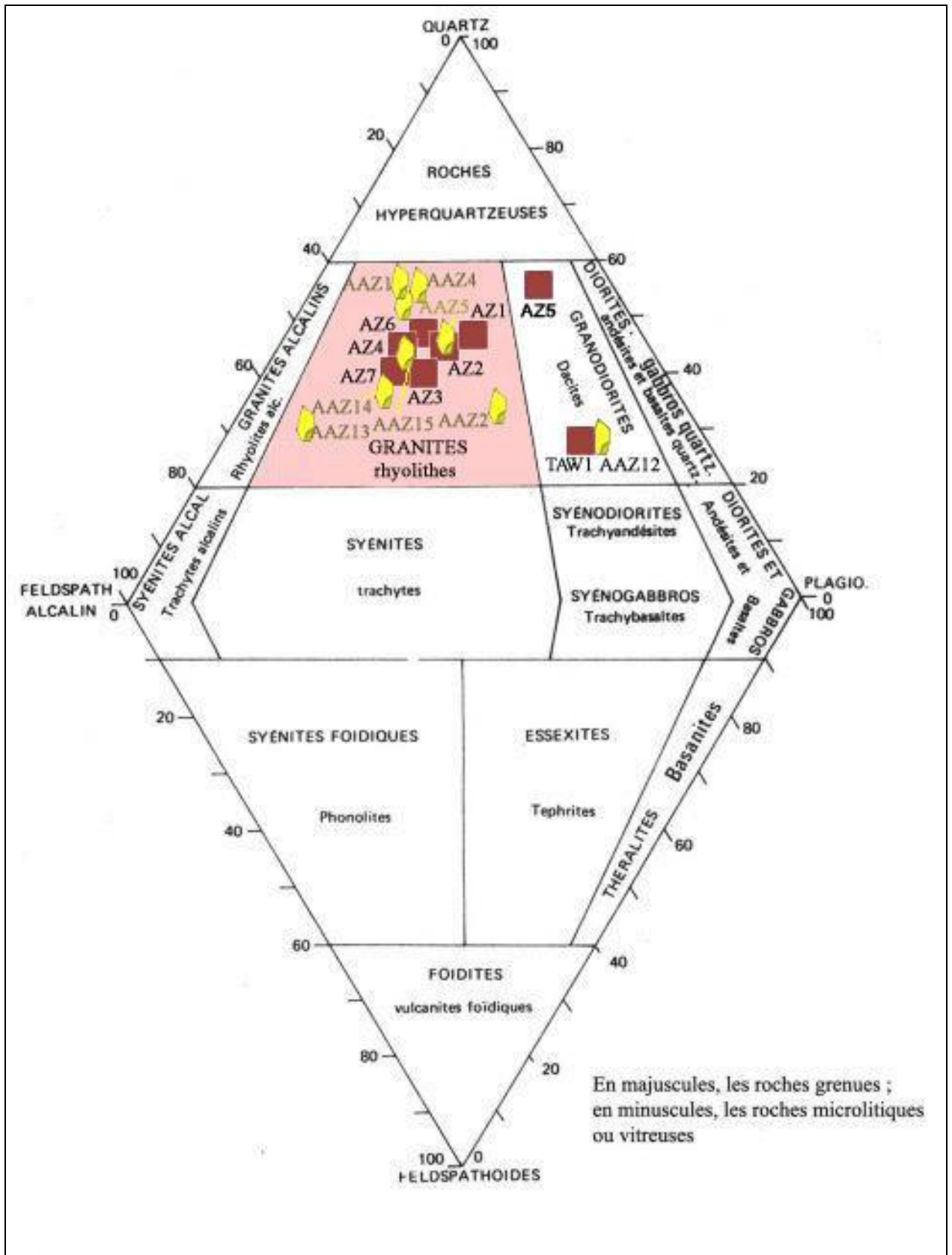


Fig. 90. Représentations des échantillons, archéologiques et naturels, sur le diagramme QAPF de Streckeisen (Streckeisen, A. L., 1974)

On peut déduire ainsi que :

Les échantillons AZ1, AZ2, AZ3, AZ4, AZ5, AZ6, AZ7, AAZ1, AAZ2, AAZ4, AAZ5, AAZ13, AAZ14 et AAZ15 sont des MICROGRANITES.

Les deux échantillons TIW1 et AAZ12 sont des GRANODIORITES.

Les échantillons AZ8 et AAZ16 ne sont pas y représentés parce qu'elles sont des roches ultrabasiqes, ce sont des DOLERITES, et ce diagramme n'est adapté qu'aux roches intermédiaires et acides (Streckeisen, A. L., 1974),

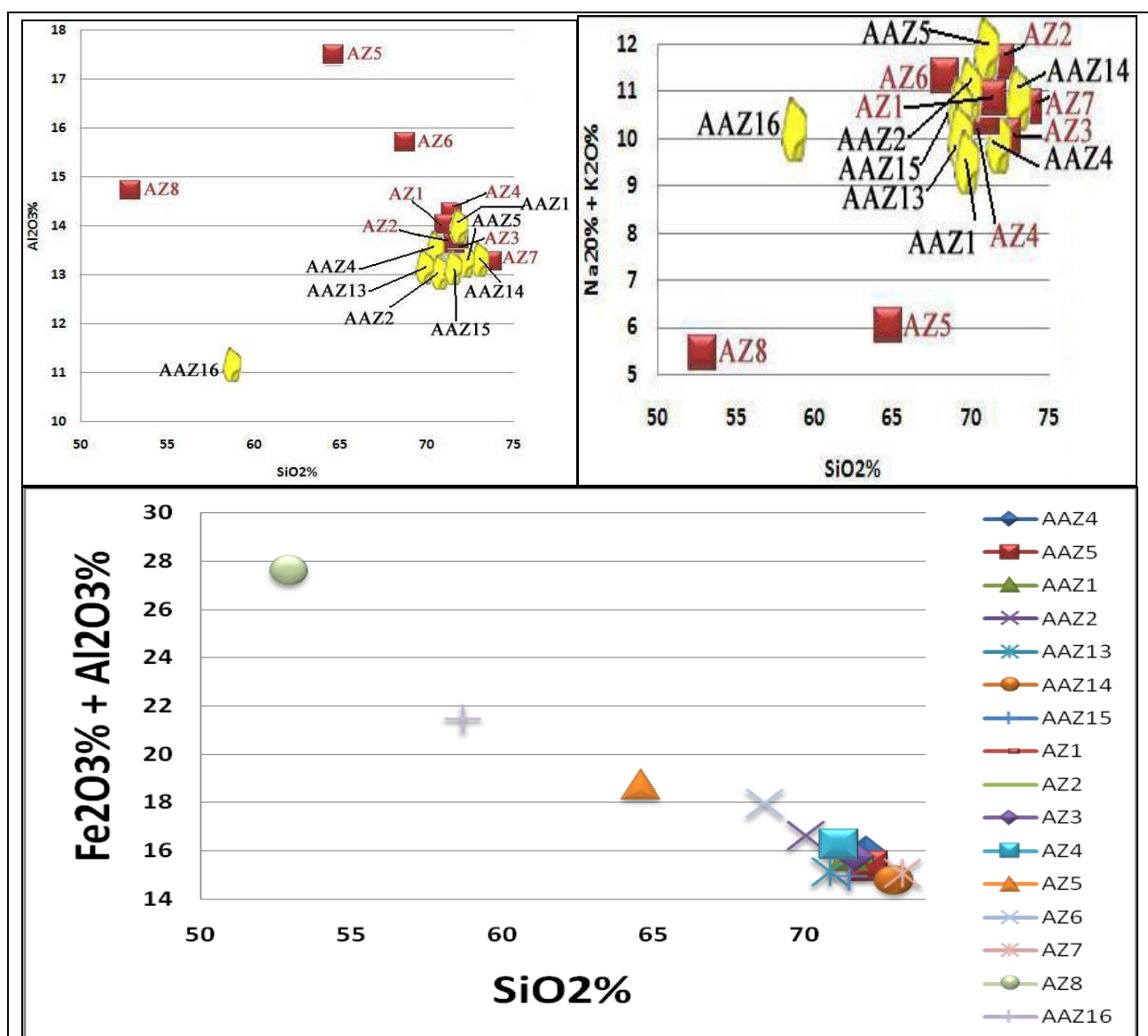


Fig. 91. Représentations des échantillons, archéologiques et naturels des roches hypo-volcaniques sur les diagrammes binaires selon les teneurs pondérales en éléments majeurs (SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, Na₂O et K₂O).

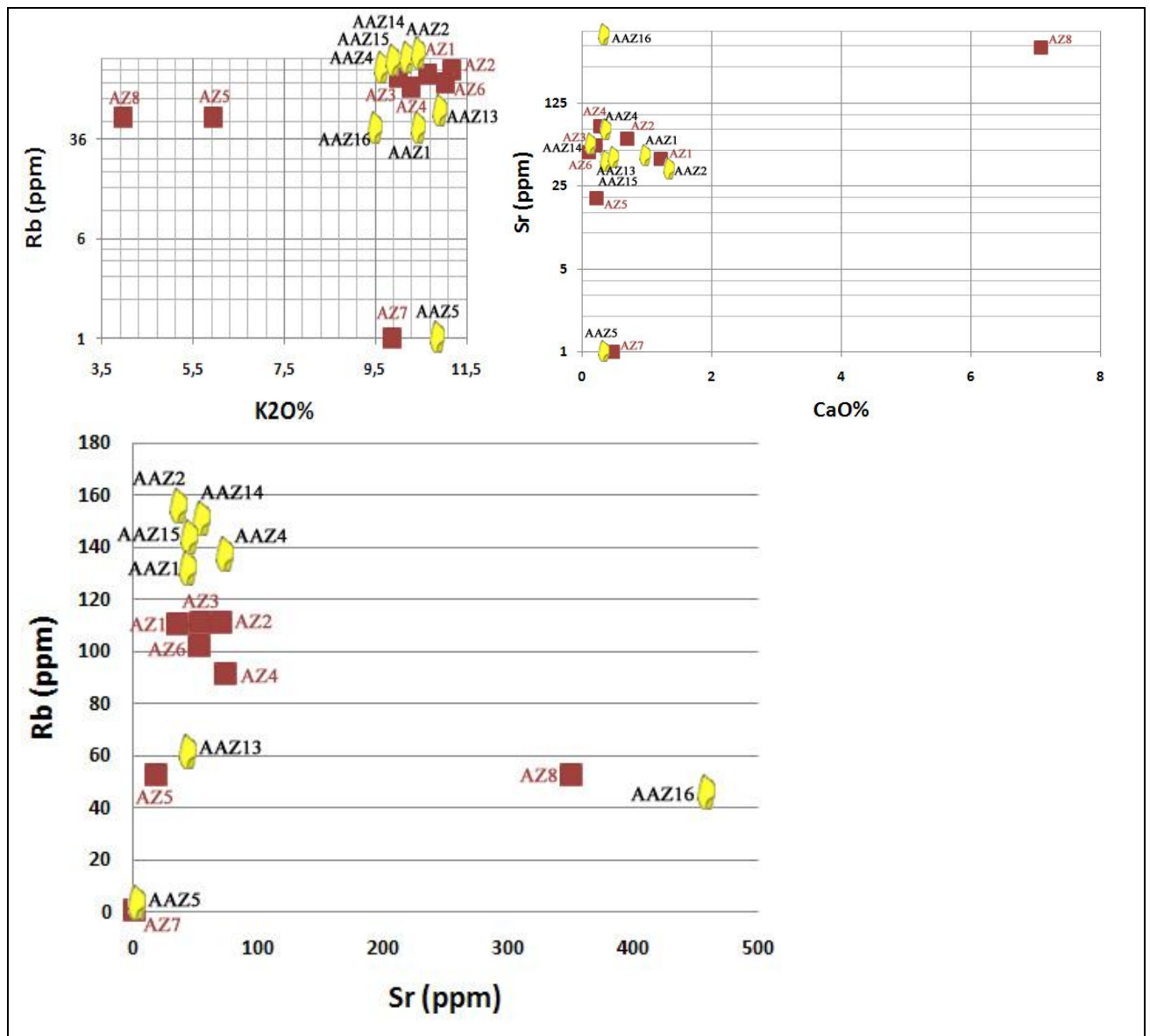


Fig. 92. Représentations des échantillons, archéologiques et naturels des roches hypo-volcaniques sur les diagrammes binaires selon les teneurs en éléments en traces Sr et Rb (en ppm) par rapport aux éléments majeurs K₂O et CaO en %.

D'après ces résultats précises et en se basant sur les parentés géochimiques entre les échantillons hypo-volcaniques des deux lithothèques, des correspondances peuvent être faites entre le lieu de collecte de chaque échantillon archéologique, aux piémonts des sept collines formant le dyke d'Azag-n-Ouchen, et l'affleurement géologique qui est le père de celui-ci :

- 🌿 **L'échantillon AAZ1** : C'est un échantillon qu'on a collecté au piémont sud de la colline AZAG4 (Filon d'Azag-n-Ouchen), il s'agit d'un biface acheuléen. Vu leur rareté sur le site, les bifaces acheuléens réguliers, n'ont pas subi des analyses destructives, en effet on ne dispose pas des lames minces de ces échantillons archéologiques. En revanche nous avons

procédé aux analyses géochimiques non destructives. Ces dernières montrent que cet échantillon archéologique a des similitudes nettes avec l'échantillon naturel AZ1 c'est-à-dire avec la colline Azag 1 (**Fig. 93.**).

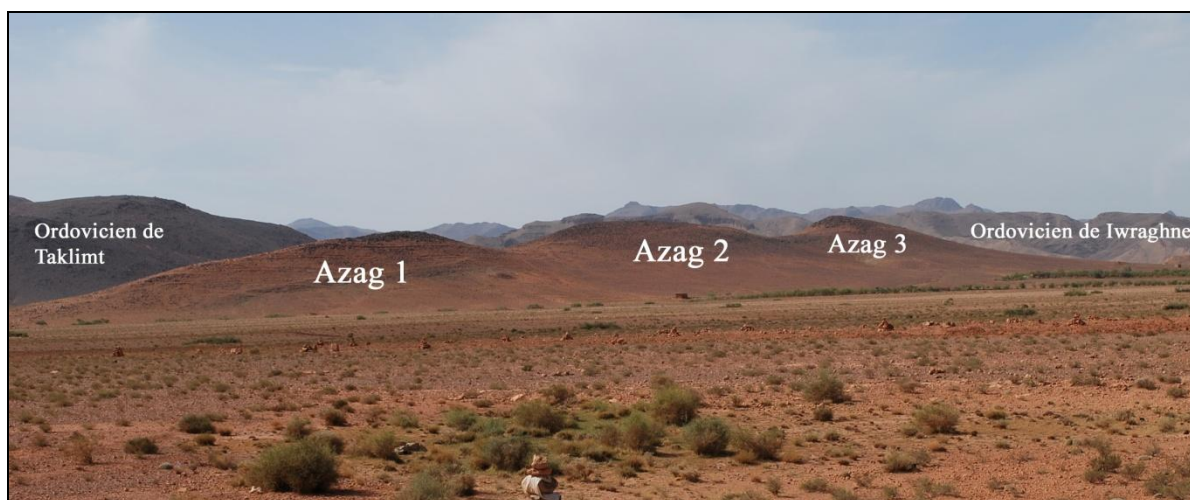


Fig. 93. Photographie montrant une vue vers le sud des trois premières collines de dyke de Azag-n-Ouchen. *Cliché A. Ait Touchnt*

- ❖ **L'échantillon AAZ2** : C'est un nucléus de grande taille et de Levallois à éclat préférentiel, collecté au piémont sud de la colline Azag 1 et montre une parenté géochimique avec l'échantillon naturel AZ1, c'est-à-dire avec la même colline au piémont de laquelle il a été collecté (**Fig. 93.**).
- ❖ **L'échantillon AAZ4** : Ce biface acheuléen régulier a été collecté au piémont sud de la colline AZAG7. Et comme le premier biface on a procédé aux analyses géochimiques non destructives. Ces dernières montrent que cet échantillon archéologique a des similitudes nettes avec l'échantillon naturel AZ3 c'est-à-dire avec la colline Azag 3 (**Fig. 95.**)
- ❖ **L'échantillon AAZ5** : C'est un nucléus Levallois à éclat préférentiel, collecté au piémont sud de la colline Azag 2 et montre une parenté géochimique avec l'échantillon naturel AZ7 c'est-à-dire avec la colline Azag 7 (**Fig. 94.**).



Fig. 94. Photographie montrant une vue vers le sud-ouest sur la septième colline Azga7 de dyke de Azag-n-Ouchen. *Cliché A. Ait Touchnt*

- ❖ **L'échantillon AAZ13 :** Il s'agit d'un biface irrégulier collecté au piémont nord de la colline Azag7. Les résultats et les représentations graphiques des analyses géochimiques montrent que cette pièce archéologique a une parenté nette et d'étroites similitudes avec l'échantillon naturel AZ6 c'est-à-dire avec la colline Azag6 (**Fig. 95.**).



Fig. 95. Photographie montrant une vue vers le nord-est des collines Azag 6, 5, 4 et 3 de dyke de Azag-n-Ouchen. *Cliché A. Ait Touchnt*

- ❁ **L'échantillon AAZ14** : C'est un nucléus Levallois à éclat préférentiel, collecté au piémont sud de la colline Azag 5. D'après les graphiques des analyses géochimiques, l'échantillon archéologique en question et l'échantillon naturel AZ7 montrent une similitude considérable, le nucléus provient de la colline 7 même s'il est récolté au piémont sud de la colline 5, d'ailleurs cette dernière montre une aberrance géochimique par rapport aux autres collines, et n'est pas une matière lithique de qualité pour la taille, (**Fig. 94**).
- ❁ **L'échantillon AAZ15** : Il s'agit aussi d'un nucléus Levallois à éclat préférentiel, collecté au piémont sud de la colline Azag 6. D'après les analyses géochimiques, l'échantillon archéologique en question et l'échantillon naturel AZ3 montrent une similitude considérable, donc il provient de la colline Azag3 (**Fig. 93**).
- ❁ **L'échantillon AAZ16** : Il s'agit d'un percuteur en dolérite qui porte nettement les points d'impact des percussions sur sa partie active et des petits éclats qui prennent toujours naissance de ces points. D'après les résultats de ses analyses géochimiques et leur représentation graphique, il est toujours lié à l'échantillon naturel AZ8 c'est-à-dire au filon doléritique d'Azag-n-Ouchen, ce dernier ne montre pas aucune variabilité intra-source comme les collines de microgranites (**Fig. 96**).



Fig. 96. Photographie montrant l'affleurement de dolérite de dyke de Azag-n-Ouchen.
Cliché A. Ait Touchnt

v. Sous famille des roches plutoniques, correspondances entre les deux lithothèques naturel et archéologique:

Dans la lithothèque archéologique d'Amane Oukider, site d'Azag-n-Ouchen et celui d'Imlil, un seul échantillon fabriqué à partir d'une roche magmatique plutonique est trouvé AAZ12, il s'agit d'un percuteur collecté au piémont sud de la colline Azag1. D'après les analyses géochimiques effectuées sur les échantillons naturels collectés dans le périmètre de l'étude, l'échantillon archéologique provient sans doute de l'affleurement du massif d'Igoudrane (**Fig. 64.**) dans le secteur minier de SMI (Société Métallurgique d'Imiter).

Puisque qu'il y'a pas que deux échantillons, un naturel et l'autre archéologique, on a pas procédé aux représentations graphiques et on a comparer les résultats des analyses géochimiques directement. Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 97.**)

Eléments majeurs en %	AAZ12	Taw1
<i>SiO2%</i>	53,62	54,80
<i>TiO2%</i>	1,20	0,98
<i>AL2O3%</i>	12,87	14,09
<i>Fe2O3%</i>	11,67	10,88
<i>MnO%</i>	0,19	0,19
<i>MgO%</i>	4,95	4,95
<i>CaO%</i>	7,20	6,45
<i>Na2O%</i>	1,66	2,56
<i>K2O%</i>	2,83	1,99
<i>P2O5%</i>	0,60	0,47
TOTAL	100,00	100,00
Eléments en traces en ppm	AAZ12	TAW1
<i>Ba</i>	958	810
<i>Ce</i>	67,1	55,3
<i>Co</i>	26,7	19,6
<i>Cr</i>	57,2	60,4
<i>Cu</i>	85,7	90,7
<i>Ga</i>	17,5	11,4
<i>Hf</i>	2,9	4
<i>La</i>	5,1	0
<i>Nb</i>	7,5	3,9
<i>Nd</i>	24,7	11,9
<i>Ni</i>	21,2	30,2
<i>Pb</i>	17	9,7
<i>Rb</i>	86,7	72,8
<i>S</i>	0	0

<i>Sc</i>	24,2	19,8
<i>Sr</i>	367	406
<i>Th</i>	18,6	11,3
<i>V</i>	201,1	181,2
<i>Y</i>	20	22,3
<i>Zn</i>	98,4	103,5
<i>Zr</i>	149,7	150

Fig. 97. Les résultats des analyses des éléments majeurs et ceux en traces sur les deux échantillons, le percuteur AAZ12 et le massif d'Igoudrane.

b. Famille des roches sédimentaires :

• **Groupe des grès (les arénites) :**

Comme d'habitude les résultats des analyses géochimiques sont bien représentés sur des graphiques (**Fig. 99.**) afin de détecter la provenance exacte des échantillons archéologiques. Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 98.**)

Eléments	JW1	JW2	JW3	JW4	JW5	AAZ6	IA5
majeurs							
<i>SiO2%</i>	90,43	93,72	97,17	94,82	94,85	96,66	94,99
<i>TiO2%</i>	0,09	0,04	0,30	0,48	0,47	0,35	0,11
<i>Al2O3%</i>	1,04	1,94	1,09	1,71	1,70	1,56	1,33
<i>Fe2O3%</i>	4,36	2,34	0,74	0,53	0,52	0,82	0,47
<i>MnO%</i>	0,07	0,06	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02
<i>MgO%</i>	3,63	0,13	0,00	0,37	0,37	0,00	1,02
<i>CaO%</i>	0,15	0,69	0,00	1,15	1,15	0,00	1,45
<i>Na2O%</i>	0,05	0,05	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00
<i>K2O%</i>	0,11	0,95	0,65	0,28	0,28	0,59	0,55
<i>P2O5%</i>	0,06	0,07	0,05	0,59	0,58	0,01	0,05
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Eléments en traces							
<i>Ba</i>	81,92	80,96	165,8	281,99	284,83	165,7	846,7
<i>Ce</i>	-	-	-	80,24	82,33	-	-
<i>Co</i>	-	-	3,4	-	-	3,4	4,2
<i>Cr</i>	4,46	4,37	6,5	22,09	22,46	6,4	2,1
<i>Cu</i>	11,41	11,42	10,7	9,28	9,28	10,7	2,1
<i>Ga</i>	-	-	0	-	-	0	0
<i>Hf</i>	-	-	8,4	-	-	8,3	3,5
<i>La</i>	4	4	-	11,93	12,08	-	-
<i>Nb</i>	11	11	8,2	10,55	10,76	8,3	2,8
<i>Nd</i>	43	43	6	42,66	43,39	7	8,5
<i>Ni</i>	7,75	7,69	3,1	7,69	7,75	4,1	5,1

Pb	-	-	30,2	-	-	29,1	0
Rb	5	5	11,9	4,92352	5,03172	12,5	8,6
S	-	-	0	-	-	0	354,6
Sc	3	3	0	3,23	3,31	0	0
Sr	125	124	17,5	124,13	124,69	16,6	44,3
Th	14	14	4,1	13,75	13,71	6,1	3,6
V	37	37	12,5	36,83	37,34	10,5	7,9
Y	21,80	21,67	0	21,67	21,80	0	0
Zn	-	-	0	-	-	0	1,5
Zr	1175,54	1163,18	389,9	1163,18	1175,54	409,7	123,9

Fig. 98. Résultats des analyses des éléments majeurs (en % massique) et ceux en traces (en ppm) dans les échantillons naturels des roches sédimentaires détritiques d'Amane Oukider, par la méthode de fluorescence des rayons X.

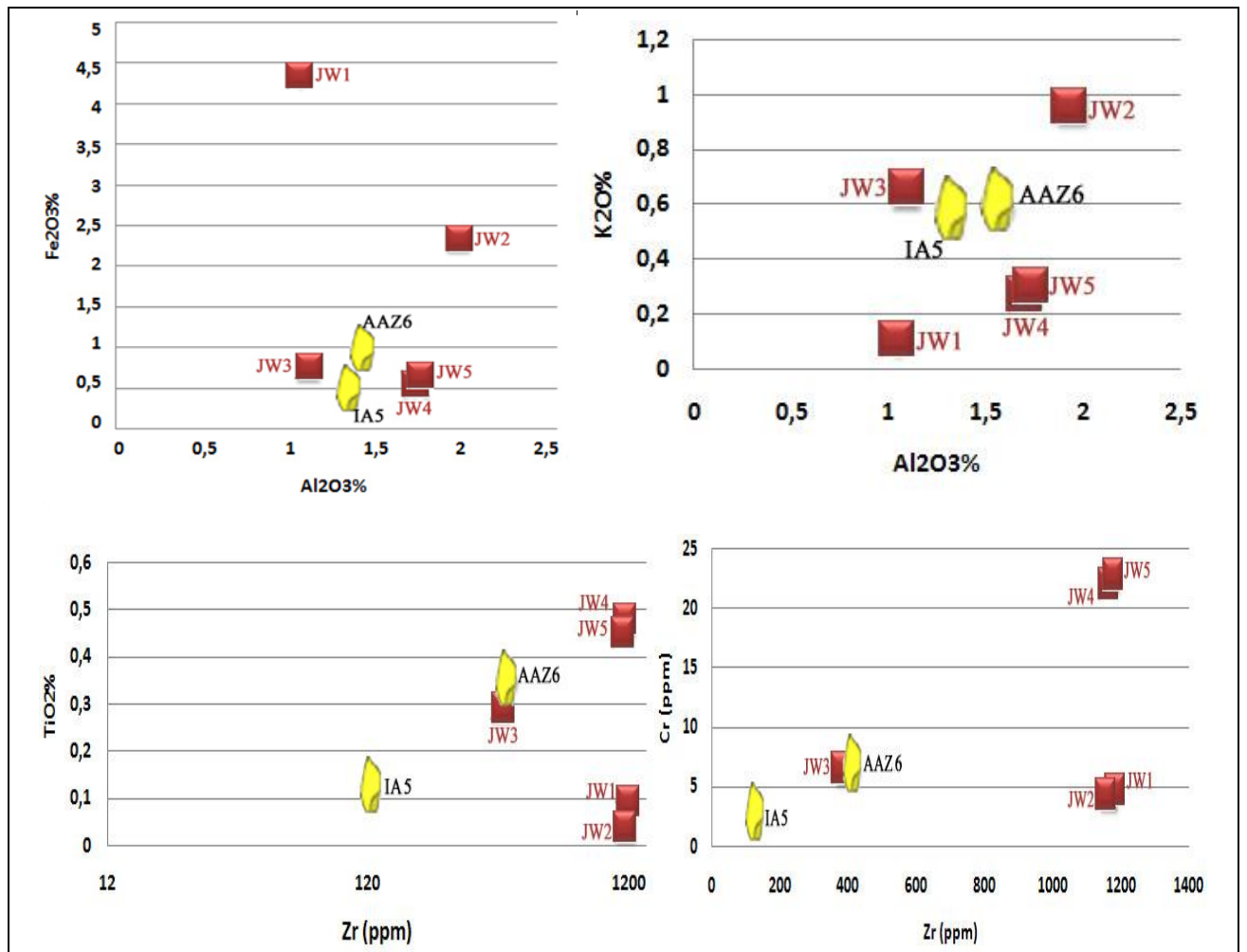


Fig. 99. Représentations graphiques des résultats des analyses géochimiques (éléments majeurs et éléments en traces) des échantillons archéologiques et naturels fabriqués des arénites et quartzites ordoviciens d'Amane Oukider.

D'après les analyses géochimiques et les représentations graphiques des diagrammes binaires, on constate facilement que les échantillons archéologiques IA5 et AAZ6 ont une nette parenté géochimique avec le même échantillon géologique JW3 (**Fig. 100.**).

L'échantillon géologique JW3 a été prélevé de la formation du Ktaoua inférieur (Or5a) de Djebel Waklim à quelques kilomètres au sud du site d'Azag-n-Ouchen, et plus précisément d'une intercalation (**Fig. 98.**) des niveaux gréseux et quartzitiques la plus épaisse (métriques). L'étude de la lame mince de l'échantillon a déjà montré une bonne classification des grains et un contact concavo-convexe entre eux, ce qui a montré qu'il s'agit bien d'un quartzite et non pas un grès.

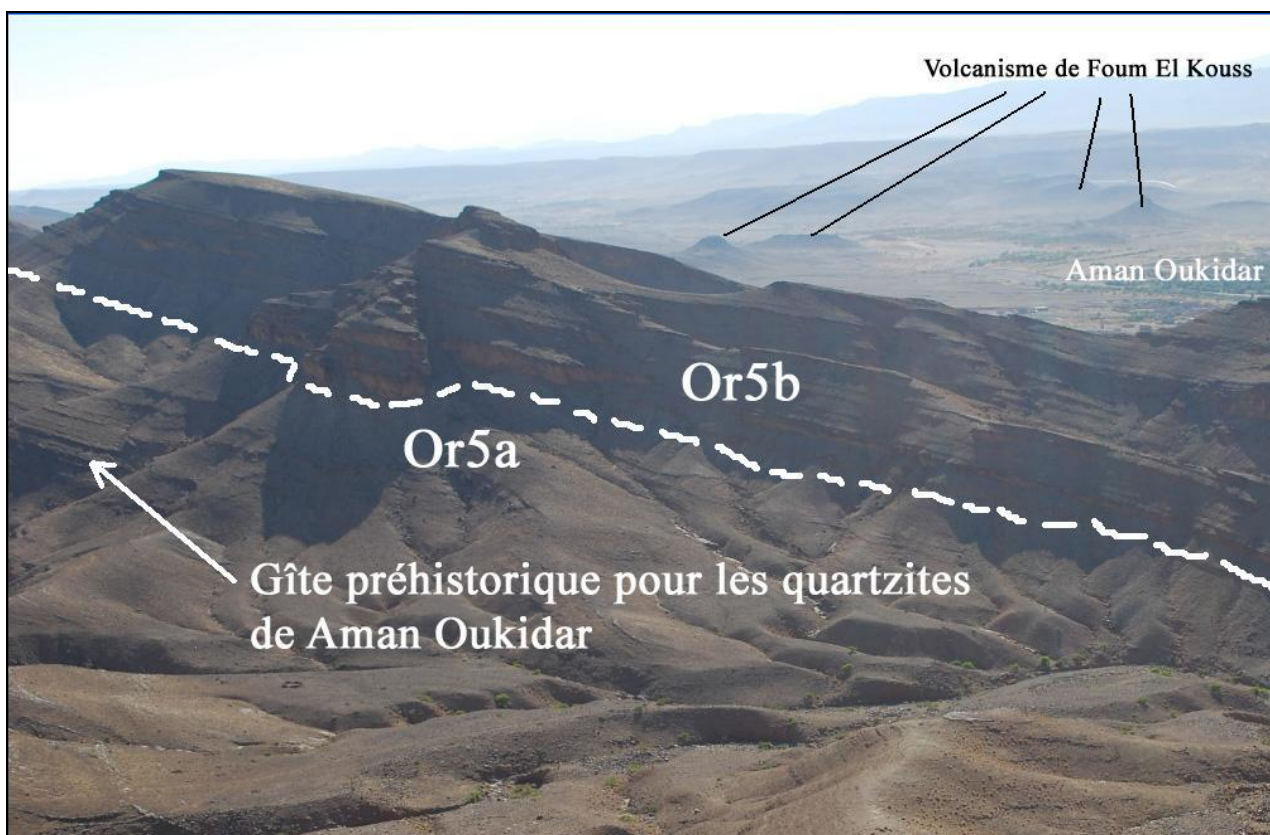


Fig. 100. Photographie montrant une vue vers l'ouest de l'affleurement des quartzites (**Or5a**) de la formation du Ktaoua inférieur exploité par les Hommes préhistoriques de Amane Oukider. *Cliché A. Ait Touchnt*

- **Groupe des roches chimiques siliceuses et carbonatées :**

Les résultats des analyses géochimiques (**Fig. 101.**) de toutes les échantillons de silex turonien, naturels et archéologiques, sont rassemblés et représentés sur les mêmes représentations graphiques (**Fig. 102.**) afin de faire les correspondances exactes entre les échantillons archéologiques et ceux naturels. On a analysé quelques échantillons naturels des calcaires durs de

la barre turonienne, parce qu'on a des échantillons archéologiques qui ne sont pas faits d'un silex pur.

<u>Éléments</u> <u>Majeurs en %</u>	Calcaires turoniens durs					Silex turoniens				
	IM1	IM2	IM3	IM4	IM5	IM6	IM7	IM8	IM9	IM10
SiO2%	5,71	20,79	17,54	18,43	17,33	98,77	96,44	98,99	98,92	96,3
TiO2%	0,02	0,02	0,09	0,08	0	0,01	0,012	0,01	0,01	0,01
AL2O3%	0,53	0,34	0,79	0,67	0,57	0,39	0,30	0,38	0,28	0,4
Fe2O3%	0,26	0,10	0,2	0,37	0,29	0,09	0,12	0,1	0,11	0,13
MnO%	0,20	0,13	0,15	0,45	0,22	0	0,00	0	0	0,07
MgO%	38,66	30,02	39,27	40,01	39,19	0,02	1,26	0,04	0,09	0,11
CaO%	54,03	48,00	41,2	39,28	41,59	0,58	1,59	0,37	0,5	2,01
Na2O%	0,10	0,18	0,21	0,25	0,17	0	0,08	0	0	0
K2O%	0,28	0,20	0,33	0,29	0,45	0,05	0,04	0,05	0,04	0,07
P2O5%	0,17	0,16	0,22	0,17	0,19	0,07	0,10	0,06	0,05	0,9
Totale	100,00	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<u>En traces (en ppm):</u>										
Ba	189	89,15	158,3	49	117,3	507,5	238,3	565	79,3	55
Ce	30,1	-	22,3	23,2	-	-	-	-	-	30,2
Co	0,5	-	0,6	0,5	2,6	3,5	-	1,9	2,5	0,9
Cr	2	3	7	1,6	1,3	0,7	4	0,7	2,1	1,3
Cu	12,94	12	1,6	2,4	14,4	11,8	9,12	12	12	3,4
Ga	0,54	0	0	0	0	0	-	0	0	0
Hf	1,05	3	0	0	0,8	1,5	-	1,9	2	0
La	5,3	3,8	0	4,6	-	-	-	-	-	4,1
Nb	1,02	0	0,5	0	0,4	0,6	0,36	0,5	0,3	0
Nd	-	5	0	4,2	6,1	2	-	7,5	6	4,6
Ni	-	4	1,4	1,7	4	4,2	2	2,9	4,8	2,1
Pb	27,98	5	4,8	35	34,8	0,1	-	3,7	0	40,1
Rb	-	0,3	0	0,1	0	0	-	0	0	0,3
S	2220,06	43	66,6	0	18,7	345	-	52,3	0	0
Sc	7,46	8,07	0	0	0	0	3	0	0	0
Sr	107,37	198,62	43,8	34,2	33,3	27,4	25,25	50,5	22,4	29,2
Th	2	3	2,2	2,1	1,9	2,2	1,85	2,1	3,1	1,2
V	20,06	2,45	1,6	10,5	9,8	3,8	4	4,8	5	2,4
Y	1	1,20	0	0,4	0	0	2,35	0	0	0,7
Zn	145,05	13,13	11,3	9,5	7,9	2,3	20,76	0	0	10
Zr	5	3	2,9	3,6	4,8	5,2	4	5,4	5,8	4,1

Fig. 101. Résultats des analyses des éléments majeurs (en % massique) et ceux en traces (en ppm) dans les échantillons naturels des roches sédimentaires carbonatées et siliceuses turoniennes d'Amane Oukider, par la méthode de fluorescence des rayons X.

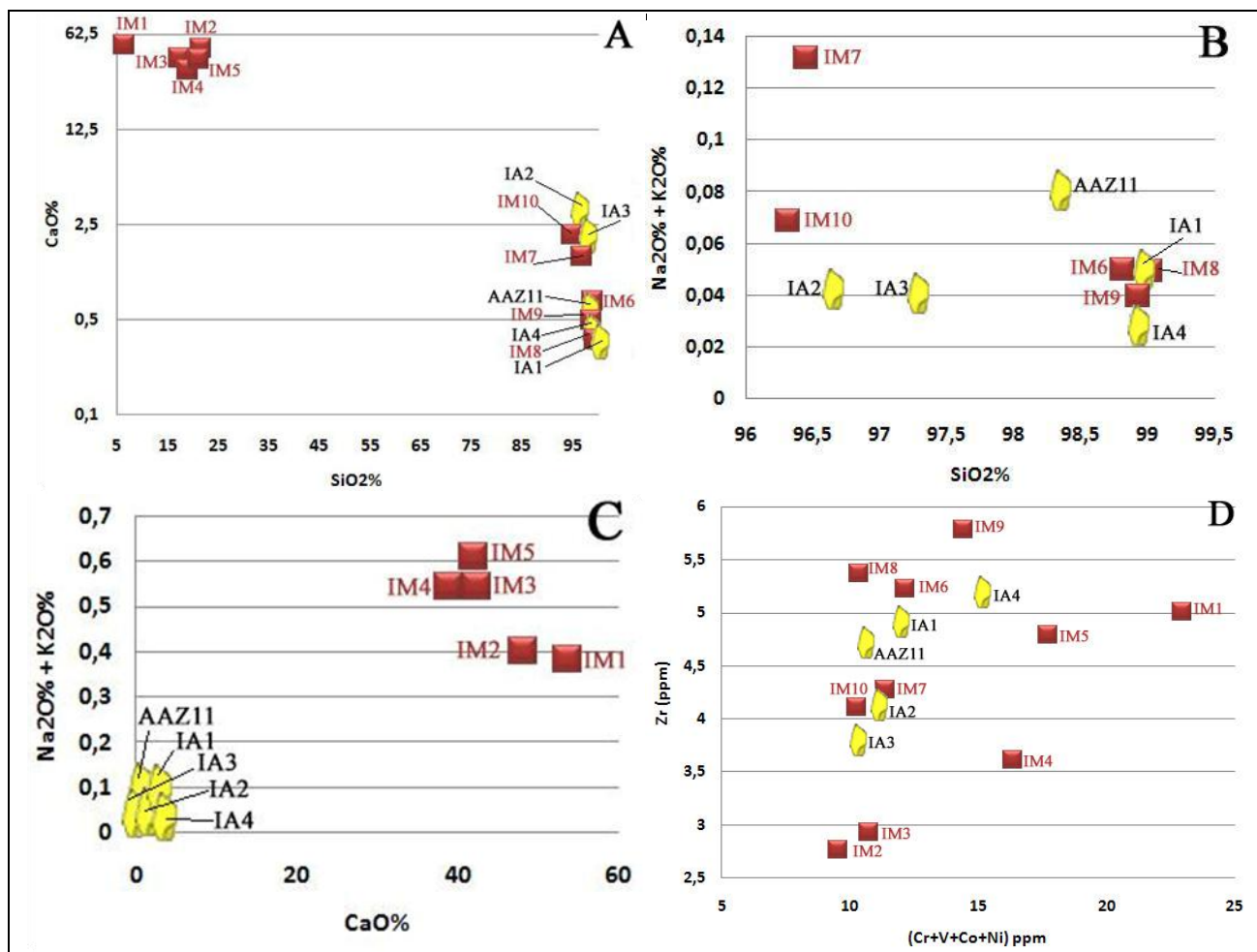


Fig. 102. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques fabriqués à partir des silex turoniens et ceux naturels de la barre turonienne d'Amane Oukider.

A : Répartition des échantillons selon la teneur massique en silice par rapport à la teneur massique en carbonates.

B : Répartition des échantillons en silex selon la teneur massique en silice par rapport à la teneur massique des alcalins.

C : Répartition des échantillons en carbonates selon la teneur massique en carbonates de calcium par rapport à la teneur massique des alcalins.

D : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm des éléments en traces **Cr**, **V**, **Co**, et **Ni** par rapport à la teneur en ppm de **Zr**.

La séparation des échantillons dans le diagramme CaO% - alcalins% est dû au fait que durant le débitage, et la sélection de l'échantillon pour les analyses la partie carbonatée a été éliminée.

Les représentations graphiques (**Fig. 102.**) des résultats des analyses montrent que les échantillons en calcaires, bien que durs, ne sont jamais exploités, en comparant les échantillons archéologiques à ceux naturels seulement en calcaires ils restent très séparés sans aucune parenté

géochimique (**Fig. 100.C**). Les échantillons blancs sont des silex malgré leur couleur proche de celui des carbonates (cas d'AAZ11).

Les échantillons en silex, archéologiques et naturels, sont groupés en deux groupes légèrement différents :

- a. Un premier groupe formé des échantillons : IA2, IA3, IM10 et IM7 : Dans ce groupe tous les échantillons sont semblables dans leurs comportements géochimiques, mais les deux échantillons archéologiques IA2 et IA3 sont plus proches d'IM10 que d'IM7. En effet on peut dire définitivement que l'échantillon IM10 est l'ancêtre géologique (**Fig. 103**) de ces deux échantillons archéologiques.



Fig. 103. Vue panoramique vers le sud-est sur Amane Oukider. La barre turonienne contenant le gîte **IM10** des rognons de silex et surplombe la plaine d' Amane Oukider. *Cliché A. Ait Touchnt*

- b. Un deuxième groupe formé des échantillons IA1, IA4, AAZ11, IM6, IM8 et IM9 : rassemblés dans le même groupe et ont des similitudes intimes surtout entre les trois échantillons archéologiques IA1, IA4 et AAZ11 d'un coté et l'échantillon naturel IM6 (**Fig. 102**.) d'un autre coté, cela est confirmé par les teneurs des

éléments en traces. En effet on peut dire définitivement que l'échantillon IM6 est l'ancêtre géologique de ces trois échantillons archéologiques.



Fig. 104. Vue panoramique vers l'est la plaine d'Amane Oukider (Sillon Préafricain). La barre turonienne contenant le gîte IM6 des rognons de silex, et surplombe la plaine contenant le site d'Azag-n-Ouchen. *Cliché A. Ait Touchnt*

Le dernier échantillon archéologique (AAZ3) analysé par la méthode XRF non destructif est un biface de petite taille fabriqué d'une pseudotachylite de la famille des mylonites qui forme les brèches de faille, c'est une sorte de silex riche en hématite qui le donne un aspect multicolore des teintes jaunâtres et rougeâtres.



Fig. 105. Les deux points analysés sur le biface en jaspe, le premier point (à gauche) est une inclusion d'hématite, le deuxième (à droite) est la matrice siliceuse du jaspe.

Grâce à une prospection exhaustive de la région, on a pu localiser l'origine géologique de ce biface trouvé sur le site préhistorique d'Azag-n-Ouchen. Il s'agit des brèches d'une faille en système Riedel qui traverse les granites précambriens de Tiounouine à une trentaine de kilomètres vers l'ouest d'Amane Oukider (**Fig. 106.**).



Fig. 106. Correspondance entre le biface trouvé sur le site d'Azag et son origine géologique sur les mylonites de Tiounouine. *A.Ait Touchnt, 2011.*

II. Conclusions:

L'abondance des phénomènes d'altération et des variabilités inter et intra-sources, forment des obstacles inévitables à ces études. Toutefois, la multiplication des études et des méthodes pétro-archéologiques rend les résultats de plus en plus satisfaisants. Les résultats obtenus ont permis de déterminer l'origine géologique exacte de chaque échantillon archéologique (**Fig. 106**). Un nombre considérable d'échantillons géologiques n'ont pas de correspondants archéologiques. Ces roches géologiques analysées et n'ont pas de correspondances archéologiques restent une base de données pour les prochaines études et d'éventuelles découvertes de nouveaux sites préhistoriques.

Echantillons archéologiques analysés sans trouver l'origine géologique :	c. Aucun échantillon
Echantillons géologiques analysés sans aucune descendance archéologique :	<p>d. Echantillons volcaniques de Foug El Kouss : Tous les échantillons à l'exception de F2, F4 et F22.</p> <p>e. Echantillons des collines de dyke d'Azag-n-Ouchen : AZ2, AZ4 et AZ5.</p> <p>f. Echantillons des formations ordoviciennes de Djebel Waklim : JW1, JW2, JW4 et JW5.</p> <p>g. Echantillons de la barre turonienne d'Imlil : IM1, IM2, IM3, IM4, IM5, IM7, IM8 et IM9.</p>

Fig. 107. Tableau qui résume tous les échantillons géologiques analysés sans aucun correspondant archéologique.

Echantillon archéologique :	AAZ1	AAZ2	AAZ3	AAZ4	AAZ5	AAZ6	AAZ7	AAZ8	AAZ9	AAZ10	AAZ11
Ancêtre géologique :	AZ1	AZ1	TIWN	AZ3	AZ7	JW3	* A.SMI	F22	* R.SMI	F4	IM6
Echantillon archéologique :	AAZ12	AAZ13	AAZ14	AAZ15	AAZ16	IA1	IA2	IA3	IA4	IA5	IA6
Ancêtre géologique :	TAW1	AZ6	AZ7	AZ3	AZ8	IM6	IM10	IM10	IM6	IW3	F2
* : A.SMI et R.SMI signifient respectivement andésite de SMI et rhyolithe de SMI, on a pas pu prélever des échantillons géologiques parce que ces affleurements font partie des la zone minière sécurisée de SMI (Société Métallurgique d'Imlil pour l'extraction d'argent natif).											

Fig. 108. Tableau qui résume tous les échantillons archéologiques analysés et leurs correspondants géologiques.

Les matières premières des échantillons archéologiques collectés au piémont de chaque formation géologique (collines d'Azag par exemple), ne proviennent pas forcément de cette formation en amont même si ceux de cet affleurement en amont sont dominants. D'après les résultats on constate qu'une grande circulation de la matière première a eu lieu sur ces sites.

Il faut signaler que la matière première d'Azag-n-Ouchen (microgranite est dolérite) n'est pas trouvée du tout sur le site d'Imlil, cela signifie que la microgranite d'Azag-n-Ouchen été utile seulement pendant les périodes plus anciens de la préhistoire d'Amane Oukider. Pendant les périodes plus récents les Hommes ont exploité seulement les silex crétacés d'Imlil et les quartzites ordoviciens de Djebel Waklim et peu des roches volcaniques de Foum El Kouss, qu'on les trouve dispersés sur les deux sites alors que les microgranites on les trouve seulement sur le site d'Azag-n-Ouchen ce qui témoigne l'augmentation de la distance parcourue par les matières lithiques avec le temps.

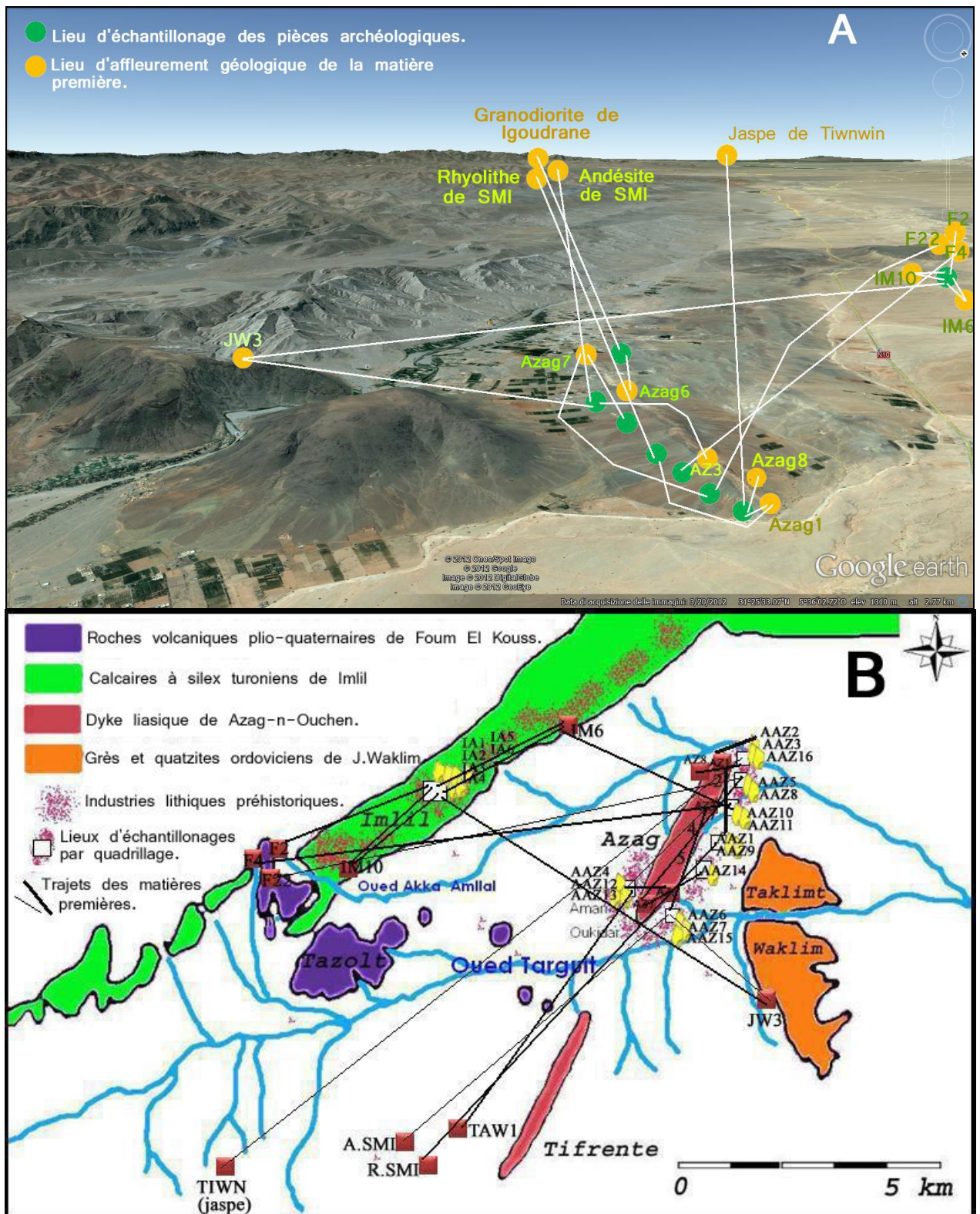


Fig. 109. Reconstitution des approvisionnements en différentes matières premières préhistoriques sur les sites d'Azagn-n-Ouchen et d'Imlil. A.Ait Touchnt 2011.
A : Reconstitution des trajets suivis par les matières premières lithiques sur une image satellite inclinée et montrant l'horizon occidental d'Amane Oukider.
B : Reconstitution des trajets suivis par les matières premières lithiques sur un fond topographique de géographie physique d'Amane Oukider montrant les affleurements géologiques exploités.

Les échantillons archéologiques qui sont des outils comme les éclats retouchés et les bifaces ont parcouru une grande distance depuis l'origine géologique de la matière première jusqu'au carré de quadrillage où ils ont été collectés, par rapport aux résidus comme les nucléus qu'on trouve souvent pas loin de leur origine géologique.

Selon le pourcentage en silice en relation avec leur perte au feu, cette dernière est inversement proportionnelle à la teneur en silice, les roches riches en silice sont pauvres en éléments volatils car elles ne perdent pas du poids après la perte au feu à 1100°C, et vice versa. Les échantillons analysés sont groupés en quatre groupes,

- Un groupe qui contient moins de 20% de la silice.
- Un groupe qui contient de 20% à 60% de la silice.
- Un groupe qui contient de 60% à 80% de la silice.
- Un groupe qui contient de 80% à 100% de la silice.

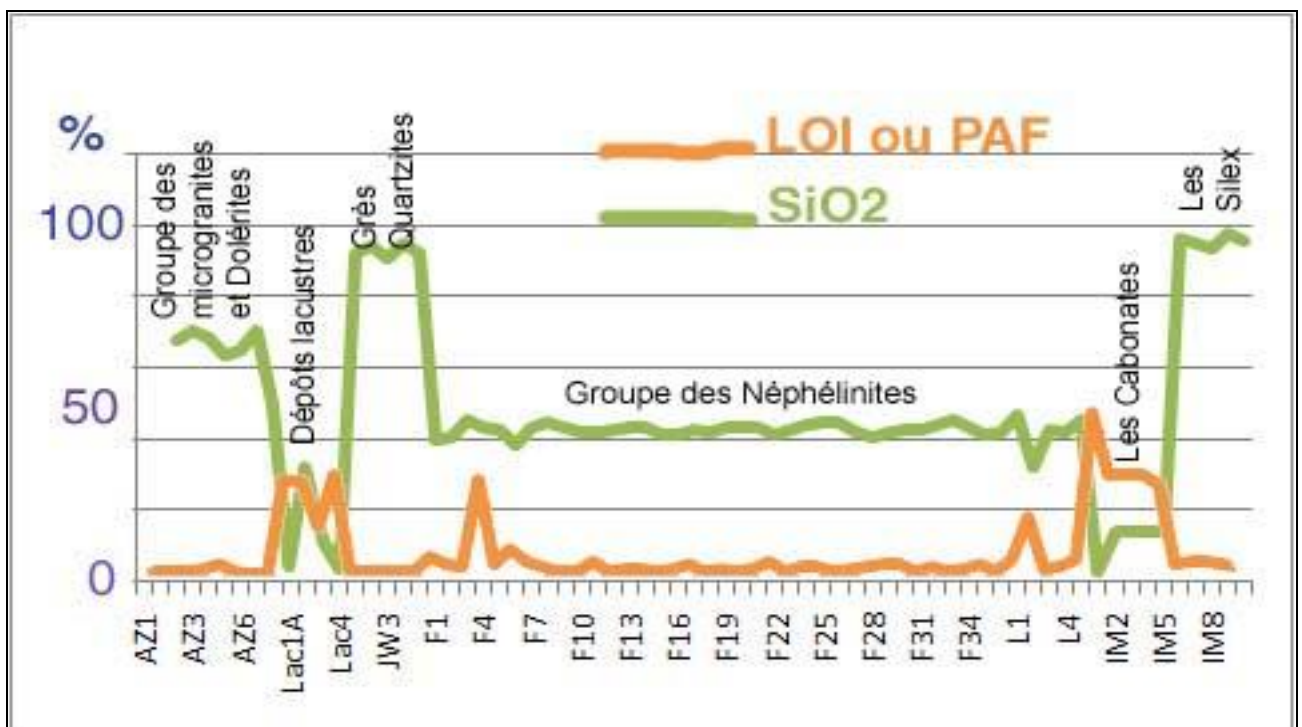


Fig. 110. Comportements des gîtes d'Amane Oukider selon la teneur en silice et leur PAF.

Les Hommes préhistoriques d'Amane Oukider préféraient les matières premières dont le pourcentage de la silice massique dépasse les 80%, ils ne savaient pas bien sûr que la matière première est siliceuse ou non, mais avec les tests de la taille ils pouvaient distinguer entre une matière première siliceuse qui donne une cassure conchoïdale d'une autre qui ne le donne pas. Cependant on a des grès mal consolidés qui contiennent plus de 96% de la silice mais ils ne sont pas bons pour la taille à cause du degré bas de la diagenèse de ceux-ci.

Les échantillons archéologiques fabriqués à partir des roches volcaniques basiques (non siliceuses) ont été probablement taillés pour tester cette matière première.

III.Site d'Aferdou :

1. Localisation géographique du site:

Le site préhistorique d'Aferdou est un ensemble des restes lithiques qui sont étalés sur une colline, à quelques kilomètres vers le sud ouest de la ville d'Er-Rachidia (**Fig. 111.**), et au piémont oriental de la butte témoin d'Aferdou-n-Imtgharen d'âge Eocène (Herbig, 1988). Les coordonnées GPS du site sont : 31°53'47,20''N 4°29'24,24''O et une altitude d'environ 1050 mètres.

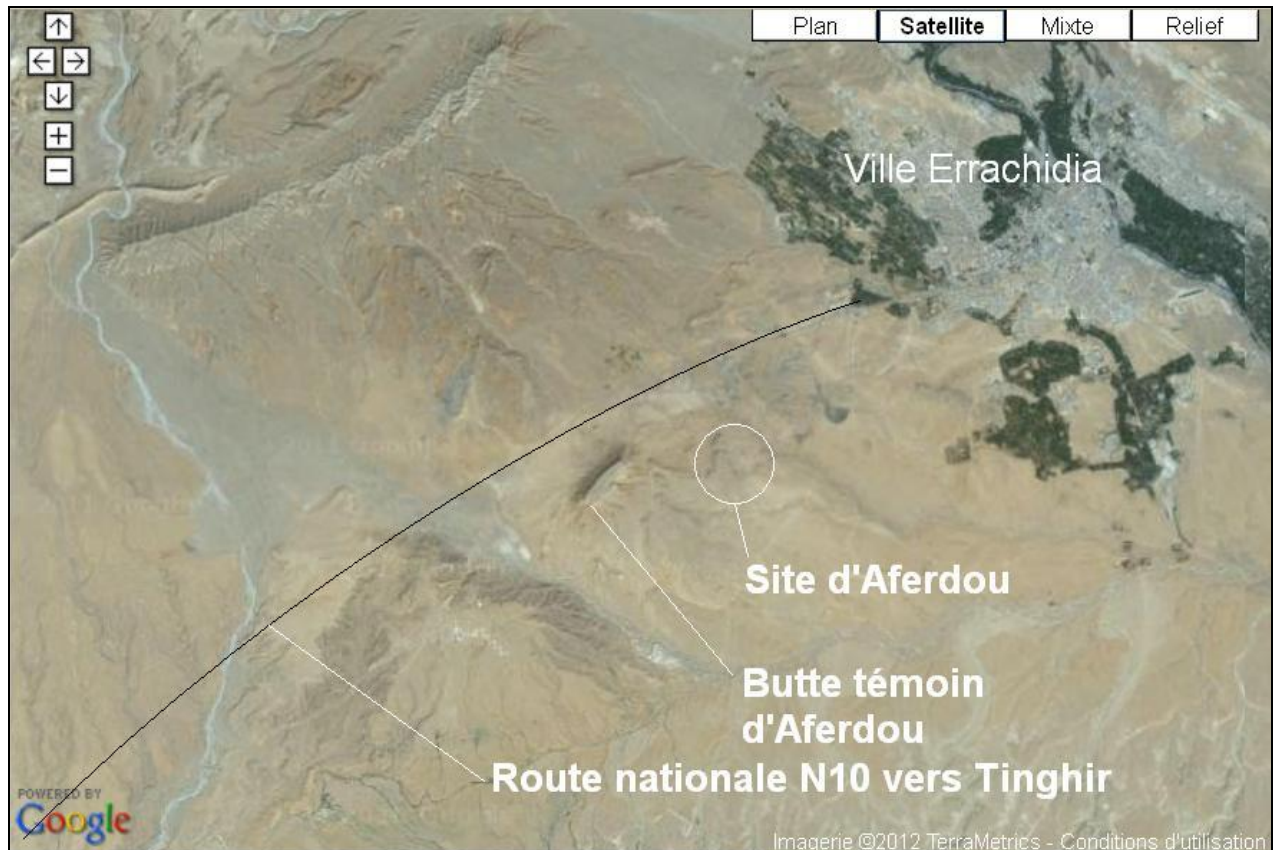


Fig. 111. Image satellite montrant la localisation du site d'Aferdou à quelques kilomètres au sud-ouest de la ville d'Er-Rachidia, d'après Imagerie 2012 Google Earth .

2. Contexte archéologique et constitution de la lithothèque archéologique du site d'Aferdou :

Le site fut découvert en 2005 (Boudad et *al*, 2008) lors d'une mission de prospection dans la région d'Er-Rachidia. Il s'agit d'un site qui se localise, comme souvent, sur la Hamada crétacée qui constitue en générale une source d'approvisionnement en matières premières siliceuses, au sud-ouest de la ville d'Er-Rachidia, pas très loin de la butte témoin d'Aferdou-n-Imtgharen d'âge Eocène (Herbig, 1988). Le matériel prélevé sur une surface (**Fig. 112.**) de 2m² (Boudad et al, 2008), est composé des nucléus, des blocs non débités et des éclats. Cette industrie peut être

attribuée au Paléolithique moyen. De part son emplacement, ce site correspond probablement à un atelier de taille et non pas à une zone d'occupation par les hommes préhistoriques (Boudad et al, 2008) ce qui va être confirmé par ces études pétroarchéologiques.



Fig. 112. Photographie d'une partie de la surface du site préhistorique d'Aferdou. *Cliché A. AIT TOUCHNT.*

Du point de vue de la production, plusieurs méthodes de débitage coexistent sur le site avec la présence d'un débitage Levallois récurrent (**Fig. 113.**) (Boëda, 1988), discoïde (**Fig. 113.**) (Boëda, 1993), lamellaire et SSDA ou Système de Surfaces de Débitage Alterné (**Fig. 113.**) (Forestier, 1993). La présence de la source de matière première en position primaire, ainsi qu'une chaîne opératoire incomplète c'est-à-dire l'absence des phases de retouches des supports confirme davantage l'hypothèse d'un atelier de taille.

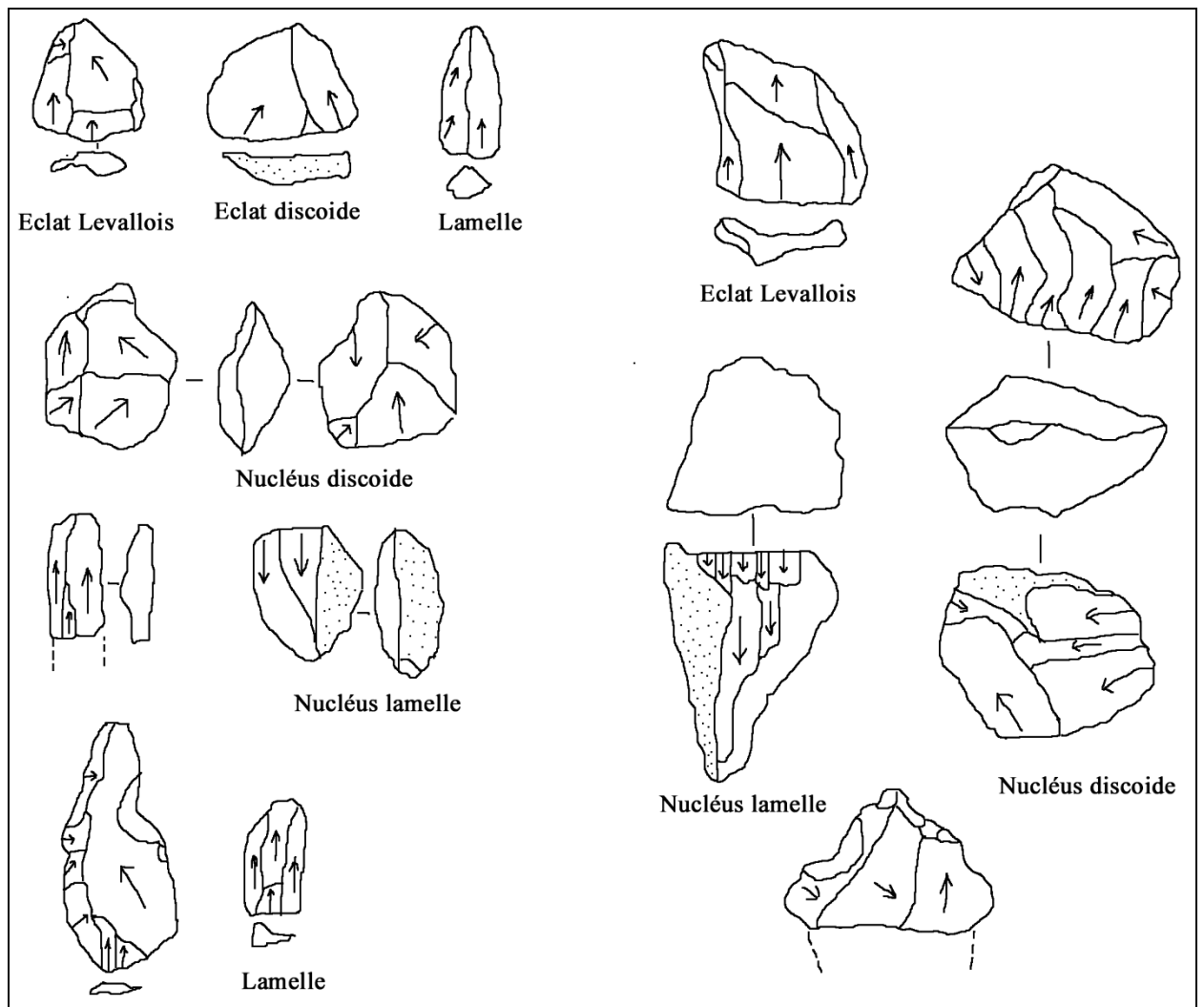


Fig. 113. Industries lithiques du site d'Aferdou (Boudad et al, 2008), *dessins M. Arzarello*.
Grandeur nature.

Pour accomplir la tâche pétroarchéologique on a constitué une lithothèque archéologique par un ensemble des échantillons archéologiques qui représentent les différentes matières lithiques. En effet, quatre échantillons (**Fig. 114.**) ont été prélevés sur une surface carrée de deux mètres carrés et représentative du site, les échantillons sont respectivement baptisés AFA1, AFA2, AFA3 et AFA4.

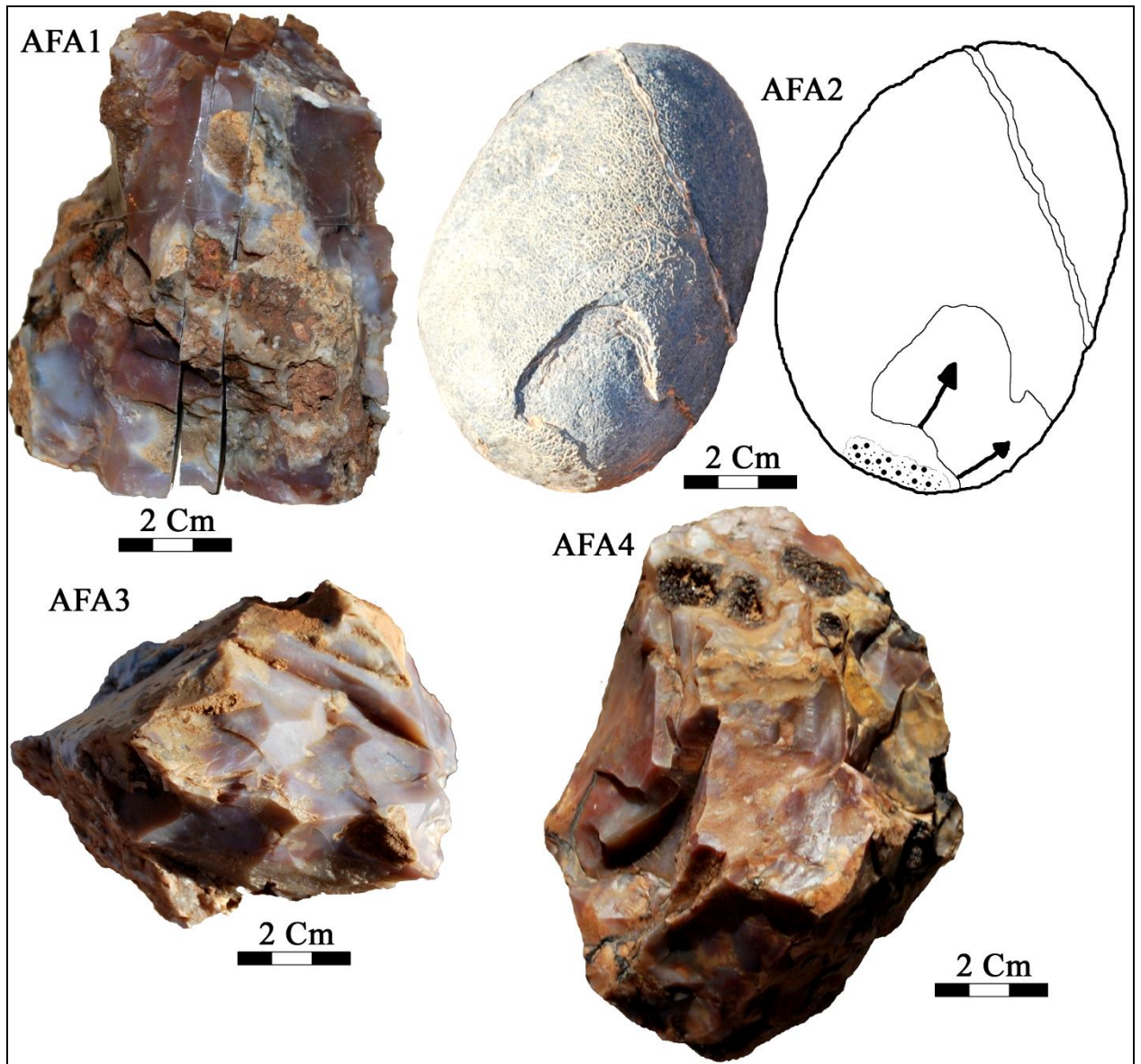


Fig. 114. Les quatre échantillons formant la lithothèque archéologique.

AFA1 : Nucléus discoïde ou hachereau.

AFA2 : Percuteur portant les traces et les négatifs de percussion.

AFA3 et AFA4 : Deux nucléus discoïdes.

3. Contexte géologique du site d'Aferdou et constitution physique de sa lithothèque naturelle:

La région d'Er-Rachidia appartient à la partie orientale du sillon préafricain, ici ce dernier change brusquement sa configuration et il s'élargit démesurément et son flanc sud, devenu tabulaire, disparaît sous les Hamadas de la région de Boudenib (Choubert et Marçais, 1952). Ce sillon devient très large par rapport à la région de Tinghir, on ne trouve plus aucune influence des matériaux lithiques du Paléozoïque provenant du domaine anti-atlasique. La totalité des matières

premières lithiques disponibles sont du domaine atlasique en positions primaire et secondaire (**Fig. 115.**).

Le site repose sur un reg sur des terrasses d'âge quaternaire ancien et moyen, et formées par des dépôts encroûtés formant des conglomérats et poudingues hétérogènes (**Fig. 115.**).

Les matières premières exploitées sont surtout des concrétions siliceuses très dures et très hétérogènes in-situ et d'âge turonien et aussi des galets allochtones inclus dans les dépôts secondaires formant les terrasses, sont exploités, débités et utilisés surtout comme des percuteurs.

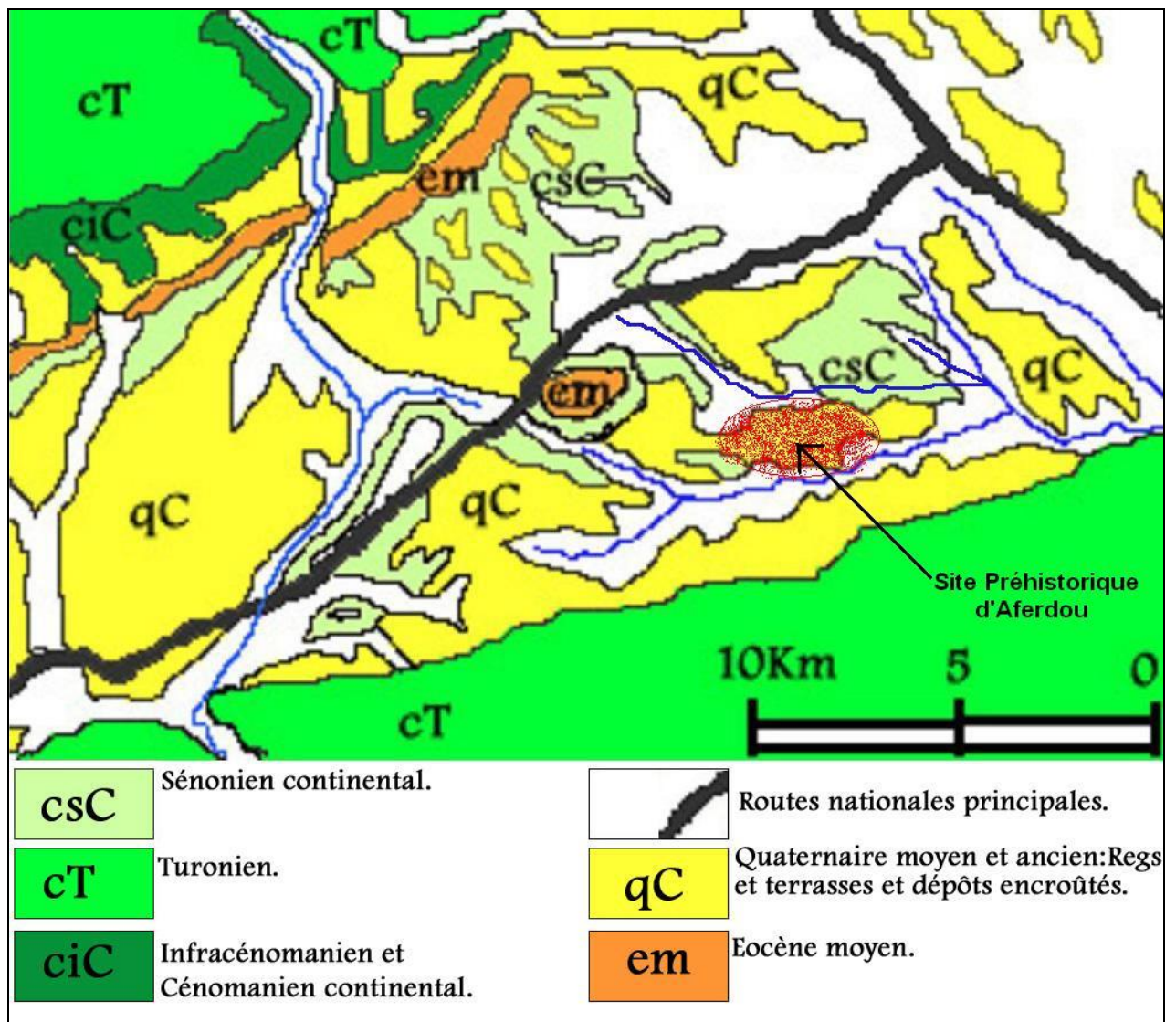


Fig. 115. Carte géologique montrant le contexte géologique du site d'Aferdou. Extrait de la carte géologique d'Ouarzazate à 500 000 ème.

Autour du site, et d'après la prospection effectuée sur terrain et à l'aide de la carte géologique (Feuille de Ouarzazate à 500 000ème), les terrasses quaternaires dominant sur le

paysages et formées par des dépôts encroûtés (Choubert, 1959), des arènes anciens, et des calcaires lacustres, mais on trouve aussi des affleurements géologiques plus anciens dont les principaux sont surtout des buttes témoins à relief culminant dont celle d'Aferdou d'âge Eocène moyen (Feuille de Ouarzazate à 500 000ème). On en trouve aussi en quantité considérable des grès rouges indifférenciés de Zegdou d'âge infra-cénomaniens mais l'utilité archéologique reste nulle, et on a aussi des affleurements calcaires riches en concrétions siliceuses dures d'âge turonien, ces calcaires sont coiffés par des lumachelles dures et minces, et forment le plancher de la Hamada qui se prolonge vers le sud et vers l'est. Puis un Sénonien continental à une dizaine de kilomètres vers le nord ouest du site mais il reste loin d'être exploité par les Préhistoriques.

Pour l'échantillonnage et la constitution physique de la lithothèque naturelle, on a d'abord échantillonné de la terrasse sur laquelle repose le site, deux échantillons de deux blocs en position secondaire. Puis on a prélevé deux autres échantillons, un siliceux et un de sa gangue carbonatée, de la formation turonienne en place près du site, puis un autre échantillon était prélevé de la formation éocène au sommet de la butte témoin d'Aferdou. En effet cinq échantillons naturels, baptisés respectivement NAF1, NAF2, NAF3, NAF4, et NAF5, ont été prélevés (**Fig. 116.**) et finement étudiés et analysés par différentes méthodes analytiques.

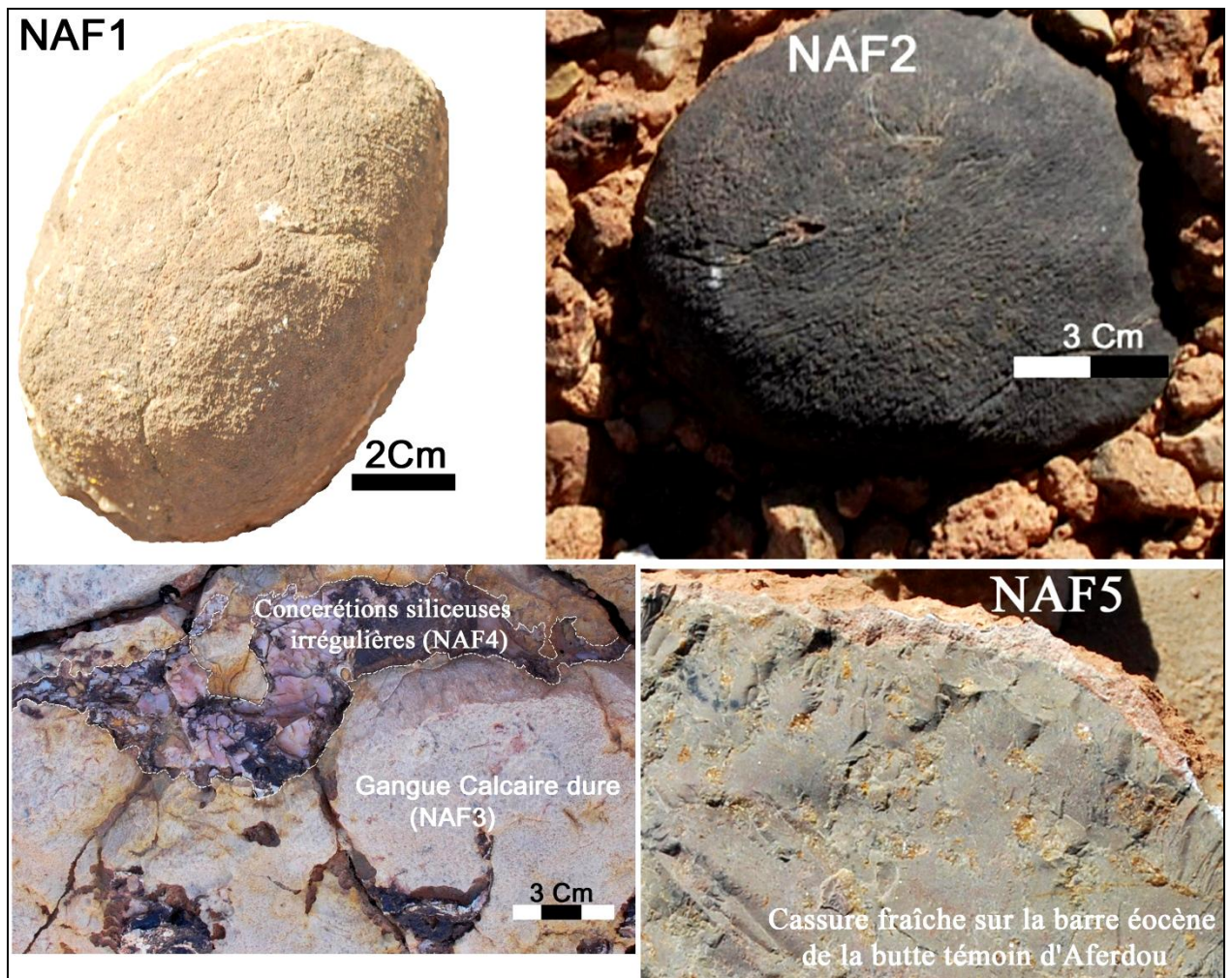


Fig. 116. Planche photographique montrant les cinq échantillons qui forment la lithothèque naturelle du site d'Aferdou.

4. Etudes pétrographiques des lames minces des échantillons formant les deux lithothèques naturelle et archéologique et prédétermination des gîtes du site d'Aferdou:

D'après les études pétrographiques effectuées sur les échantillons collectés sur le site d'Aferdou, on constate que les matières premières lithiques exploitées sont d'abord tous des roches sédimentaires, et de deux types : Un type de *cherts* très dur appelé agate, et les carbonates contenant ces derniers et formant la quasi-totalité du contexte géologique du site. Ici il faut signaler que les carbonates sont surtout utilisés comme des percuteurs pour le débitage alors que les *cherts* sont la matière première la plus débitée.

On utilise généralement le terme «*chert*» pour désigner tous les sédiments siliceux à grains fins d'origine chimique, biochimique, volcanique ou hydrothermale, ce sont souvent des roches très dures à cassure conchoïdale. La plupart des «*cherts*» sont formés par des grains fins de la silice et souvent avec des impuretés en faibles quantités (Tucker, 2001). En général les *cherts* se

composent de trois types de la silice (SiO₂) (Tucker, 2001) : microquartz, mégaquartz et chalcedonic-quartz.

D'après les études pétrographiques des deux lithothèques du site d'Aferdou (**Fig. 117.**) et (**Fig. 118.**), on observe que la matière première siliceuse contient du microquartz qu'est constitué des cristaux de quartz à seulement quelques microns de diamètre, et des cristaux de mégaquartz qui sont plus larges et mesurent jusqu'à 500 microns ou plus de diamètre. Dans ce cas le microquartz est formé par remplacement des carbonates de Calcium (CaCO₃) molécule par molécule (*Épigénie*), les morphologies des organismes restent les mêmes et identifiables ce qui permet de donner une âge relative aux affleurements, alors que le mégaquartz et le chalcedonic-quartz sont des remplissages des pores ou cristaux de néoformation. Les cristaux du mégaquartz sont surtout les *drusy*-quartz car ils se forment souvent comme ciment du remplissage des pores exactement comme la calcite-*spar*.

Le chalcedonic-quartz est une variété fibreuse dont la longueur des fibres varient entre quelques dizaines à quelques centaines des microns et se forment couramment en structures rayonnantes (*wedge-shaped*) avec des structures de croissance mamelonnées. La *chalcédonite* est la variété de chalcedonic-quartz la plus courante et dite de type *length-fast*, mais on trouve aussi en très faibles proportions la *quartzine* qui est une variété dite *length-slow* (Tucker, 2001).

Les photomicrographies des lames minces, des deux échantillons : naturel NAF4 et archéologique AFA1 (**Fig. 117.**) et (**Fig. 118.**), vues au microscope polarisant, montrent: le microquartz finement cristalline, Mégaquartz sous forme des cristaux plus larges dans la partie centrale, et Chalcedonic-quartz sous forme des franges fibreuses. Les photomicrographies des deux lames minces, AFA3 et AFA4, vues par microscope polarisant (**Fig. 117.**) et (**Fig. 118.**), montrent : le chalcedonic-quartz de type (*chalcédonite*) en structure de croissance mamelonnée.

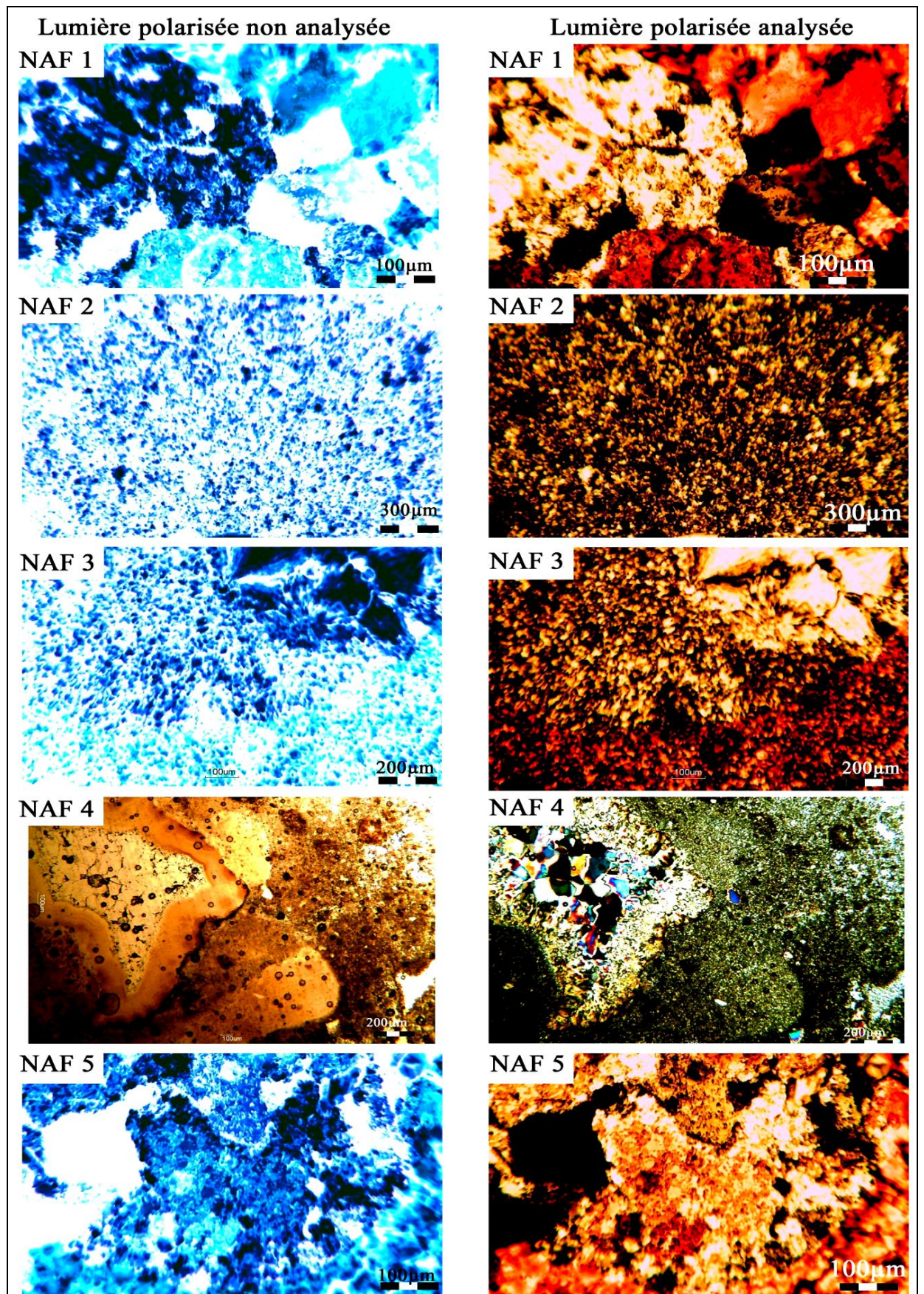


Fig. 117. Planche micrographique montrant les études pétrographiques des échantillons formant la lithothèque naturelle du site d'Aferdou.

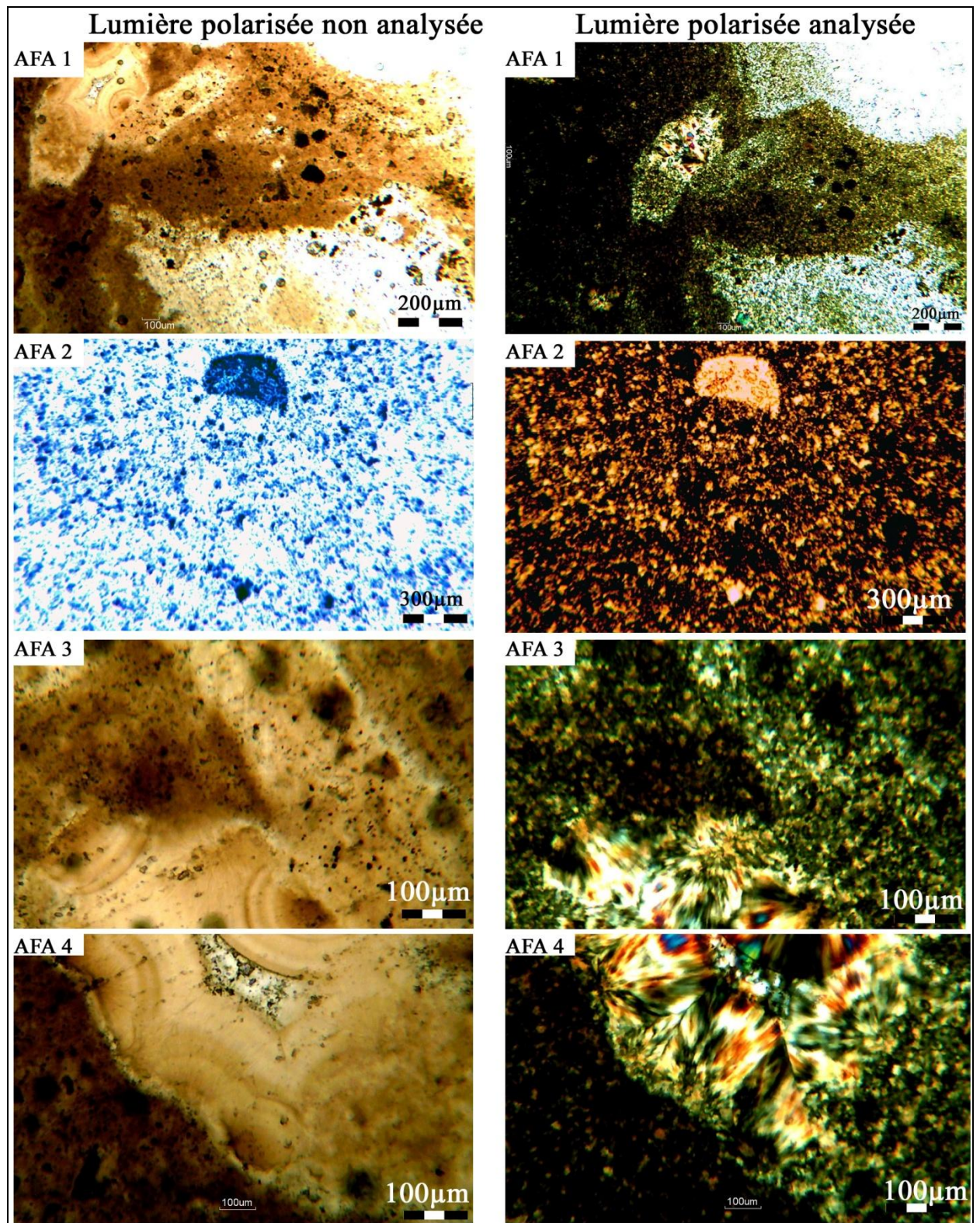


Fig. 118. Planche micrographique montrant les études pétrographiques des échantillons formant la lithothèque archéologique du site d'Aferdou.

D'après la pétrographie des échantillons archéologiques et ceux naturels de ce site, on peut déjà supposer que les échantillons archéologiques AFA1, AFA3 et AFA4, sont de même type pétrographique que l'échantillon naturel NAF4 collecté des concrétions siliceuses irrégulières dans la formation turonienne, alors que l'échantillon archéologique AFA2 (percuteur) possède une parenté pétrographique avec les échantillons naturels NAF1, NAF2, NAF3 et NAF5. Ici il faut rappeler que les deux échantillons naturels NAF1 et NAF2 sont collectés sur la terrasse quaternaire contenant le site, c'est-à-dire dans une position géologiquement secondaire, alors que l'échantillon naturel NAF5 est collecté de son contexte géologique primaire qui est la barre éocène de la butte témoin d'Aferdou et qui surplombe le site. Par conséquent on peut conclure que les galets calcaires proviennent de la barre éocène et les Préhistoriques ont exploités ces galets comme percuteurs directement de la terrasse quaternaire pour débiter les concrétions siliceuses de la barre turonienne sans aucune migration anthropique de la matière lithique.

5. Mesure de la perte au feu (PAF) et analyses géochimique par la méthode de la fluorescence des rayons X des échantillons formant les deux lithothèques naturelle et archéologique et détermination des gîtes du site d'Aferdou:

Les échantillons broyés et préparés comme décrit plus haut, ont été destinés à mesurer la perte au feu (PAF), Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 119.**).

<i>Échantillons</i>	<i>Creusets vides (g)</i>	<i>Poids ajoutés (g)</i>	<i>Poids totaux avant la perte</i>	<i>Poids totaux après la perte</i>	<i>PAF (L.O.I.)</i>	<i>Type prévu de la roche</i>
AFA1	11,43	0,764	12,2039	12,19	1,79	Agate
AFA2	10,49	0,60	11,10	10,84	42,35	Calcaires
AFA3	14,93	0,61	15,55	15,54	1,03	Agate
AFA4	10,93	0,67	11,61	11,60	1,65	Agate
NAF1	11,97	0,60	12,58	12,32	42,32	Calcaires
NAF2	26,81	0,62	27,44	27,22	35,63	Calcaires
NAF3	6,79	0,60	7,39	7,18	33,86	Calcaires
NAF4	11,13	0,63	11,76	11,75	1,56	Agate
NAF5	15,03	0,62	15,66	15,39	41,92	Calcaires

Fig. 119. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons archéologiques et naturels du site d'Aferdou

Après avoir mesuré la perte au feu, on a procédé directement à la méthode de l'analyse géochimique par la fluorescence des rayons X ou *X-Ray Fluorescence* sur les échantillons préparés et pastillés. Le tableau suivant montre les résultats obtenus (**Fig. 120.**).

Eléments Majeurs:	AFA1	AFA3	AFA4	NAF4	NAF1	NAF3	NAF2	NAF5	AFA2
SiO2%	97,52	99,09	97,54	98,43	6,09	27,05	29,85	6,88	6,58
TiO2%	0,01	0,01	0,02	0	0,05	0	0,01	0,06	0,05
Al2O3%	0,51	0,22	0,56	0,14	0,84	0,18	0,31	0,91	0,90
Fe2O3%	0,23	0,10	0,24	0,03	0,29	0,07	0,01	0,48	0,24
MnO%	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0	0,03	0
MgO%	0,05	0	0,08	0	0,65	0,43	0,63	0,65	0,71
CaO%	1,59	0,55	1,47	1,39	91,82	72,22	68,94	90,60	91,35
Na2O%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K2O%	0,05	0,02	0,06	0	0,15	0	0,06	0,36	0,10
P2O5%	0	0	0,01	0	0,05	0,01	0,15	0,01	0,05
Totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Eléments en traces (ppm)

Ba	2474,3	523,6	81,8	114	10,6	0,01	0,01	0,01	4
Ce	-	25,1	25,8	24,3	40,5	33,9	37,8	40,9	-
Co	4,8	0,4	1,5	0,7	0,8	0,9	1,3	1,5	5,3
Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	0,1	0,6	0,6	0,3	0	0	0	0	0
Ga	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hf	1,1	0	0	0	0	1,6	1,9	0,7	0
La	-	0	0	0	0	0	0	0	-
Nb	0,4	0	0,1	0	0,5	0,4	0	0,3	2,3
Nd	0,5	0	0	0	0	0	0	0	3,9
Ni	3,1	0,7	1,6	1,4	0	0	0	0	0
Pb	0	3,1	3,8	2,6	11,6	8	8,5	13,4	0
Rb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	691,9	19	0	0	4,1	105,2	12,6	11,5	1,7
Sc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sr	25,6	19,1	9	8,8	532,8	164,2	222,1	211,1	627,6
Th	2,2	2,2	2,3	2,1	0	0	0	0	0
V	15,1	19,9	12,9	8	7,3	8,1	3,1	8,8	17,2
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0
Zr	4,6	3	5,3	0	6,6	0,3	1,6	4,2	10,8

Fig. 120. Résultats des analyses des éléments majeurs (en % massique) et ceux en traces (en ppm) dans les échantillons naturels et archéologiques, formés des roches sédimentaires carbonatées et siliceuses d'Aferdou, par la méthode de fluorescence des rayons X.

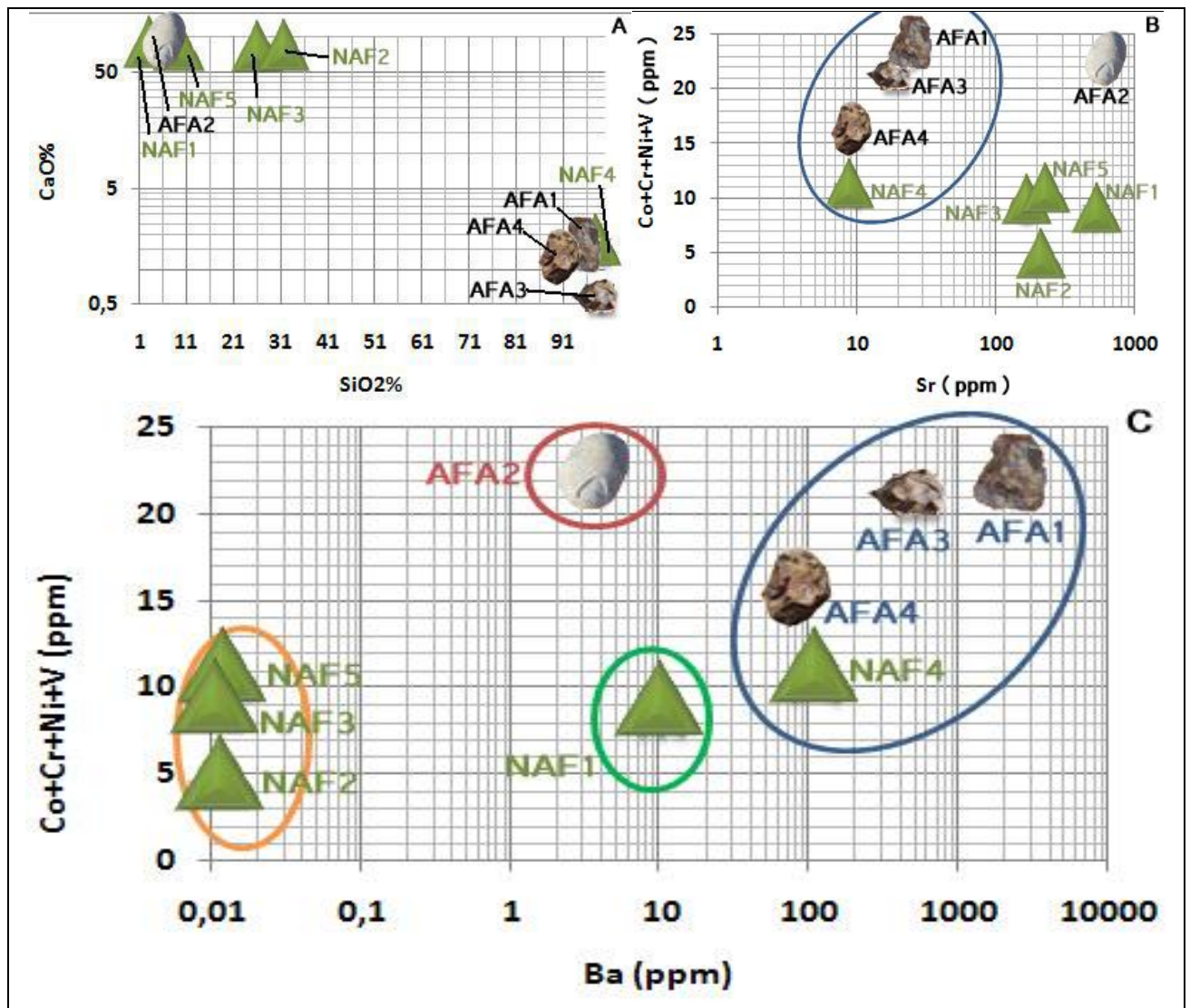


Fig. 121. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques fabriqués à partir des roches sédimentaires siliceuses (Agates) et des échantillons naturels du site d'Aferdou.

A : Répartition des échantillons selon la teneur massique en silice par rapport à la teneur massique en carbonates.

B : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en **Sr** par rapport aux éléments en traces **Cr, V, Co, et Ni** en ppm.

C : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en **Ba** par rapport aux éléments en traces **Cr, V, Co, et Ni** en ppm.

AFA1 et AFA3 présentent une grande teneur en Ba donc ils contiennent la baryte difficile à détecter optiquement, mais elle est caractérisée par sa grande dureté. Le Ba et Sr sont de même groupe et ont une affinité remarquable.

D'après ces résultats, on peut confirmer l'hypothèse émise d'après les résultats des études pétrographiques des lames minces de ces échantillons. Les échantillons : AFA1, AFA3, AFA4, et

NAF4 présentent la même signature géochimique. De la même façon que les échantillons : AFA2, NAF1, NAF2, NAF3 et NAF5, entre lesquels une correspondance peut avoir lieu.

6. Conclusions :

Les matières premières lithiques utilisées sur le site d'Aferdou sont toutes autochtones, aucune matière étrangère n'a pas été découverte sur le site. La distance parcourue par les matières lithiques depuis le gîte jusqu'au lieu de trouvaille est nulle.

Les sites de surface, dans la marge nord saharienne au sud-est marocain, sont généralement localisés sur et/ou à proximité des gîtes de matières premières. Pour le site d'Aferdou, la Hamada crétacée constituait aux Préhistoriques, leur source unique d'approvisionnement en rognons d'agate et des galets carbonatés pour confectionner leurs outils lithiques. Cette industrie peut être attribuée au Paléolithique moyen (Boudad et al, 2008). De part son emplacement, ce site correspond à un atelier de taille et non pas à une zone d'occupation par les hommes préhistoriques (Boudad et al, 2008). La présence de la source de matière première juxtaposée au site, en positions primaire et secondaire, ainsi qu'une chaîne opératoire incomplète confirme cette hypothèse d'atelier de taille.

IV. Site de Koudiat El-Askar :

1. Localisation géographique du site:

Le site se trouve sur la rive droite de l’oued Zerzaf (**Fig. 122.**), l’un des affluents de la vallée de Ziz et qui entaille les terrains crétacés à partir desquels il prend naissance.

A une vingtaine de kilomètres de la ville d’Erfoud sur la route nationale N13 d’Er-Rachidia se débouche vers l’est une piste non godronnée (**Fig. 122.**) qui mène, comme raccourcis vers la ville de Boudenib, à quelques kilomètres sur cette piste sur la rive droite d’Oued Zerzaf on atteint le site (**Fig. 122.**). Les coordonnées GPS du site sont comme suit : $31^{\circ}35'77,22''N$ - $4^{\circ}07'62,02''O$ – Altitude : 974 mètres.

«Koudiat» est un mot de dialecte arabe local qui signifie une petite colline, et le mot «El-Askar» signifie les militaires qu’ont été installés sur cette colline durant et après la période de la colonisation française (d’après les nomades locaux).

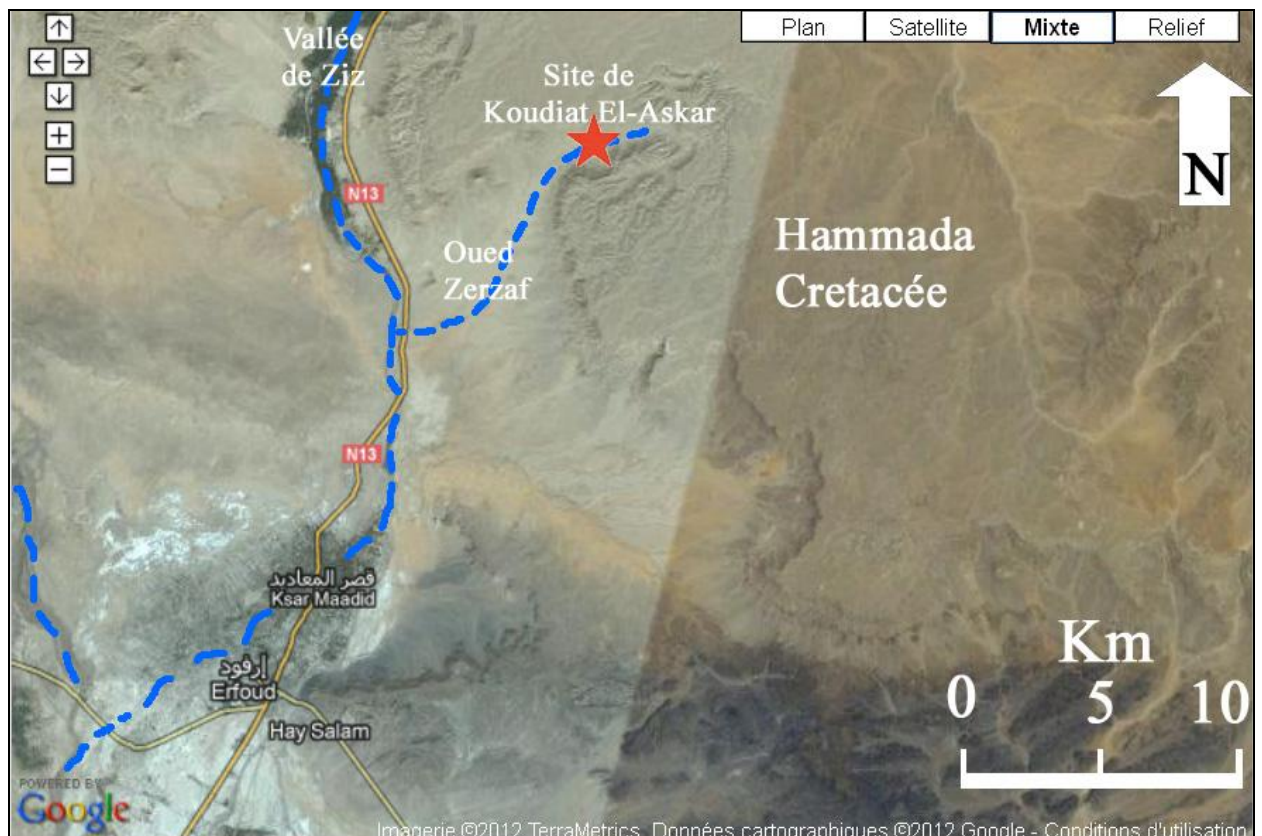


Fig. 122. Localisation du site Koudiat El-Askar sur la rive de Oued Zerzaf qui entaille la Hamada crétacée. D’après Google Earth.

2. Contexte archéologique du site et constitution physique de sa lithothèque archéologique

D'après les travaux de Stéphanie Guislain (Guislain 2000), effectués sur la zone d'oued Zerzaf, les vestiges lithiques du Paléolithique Moyen, réalisés en silex, sont très communs et étendus sur des hectares. Des nucléus de différentes tailles sont également trouvés sur le site, de type Levallois, discoïdes, et lamellaires. Les pointes pédonculées atériennes sont absentes sur le site malgré que les ouvrages aient signalé leur présence. En revanche, un grand nombre des ces pièces pédonculées ont été ramassées par les nomades et sont en vente dans les magasins et sur les tables des marchands de fossiles de la région (**Fig. 123.**).



Fig. 123. Site de Koudiat El-Askar. **A** : vue sur les outils lithiques préhistoriques sur le site. **B** : Un vendeur des fossiles et les artefacts préhistoriques à vendre à quelques centaines de mètres du site de Koudiat El-Askar. **C** : Pointes atériennes et autres artefacts sur la table du vendeur.

Nous avons récolté deux échantillons archéologiques sous forme de deux artefacts (KA3 et KA4), un rubané et l'autre blanchâtre (**Fig. 124.**).

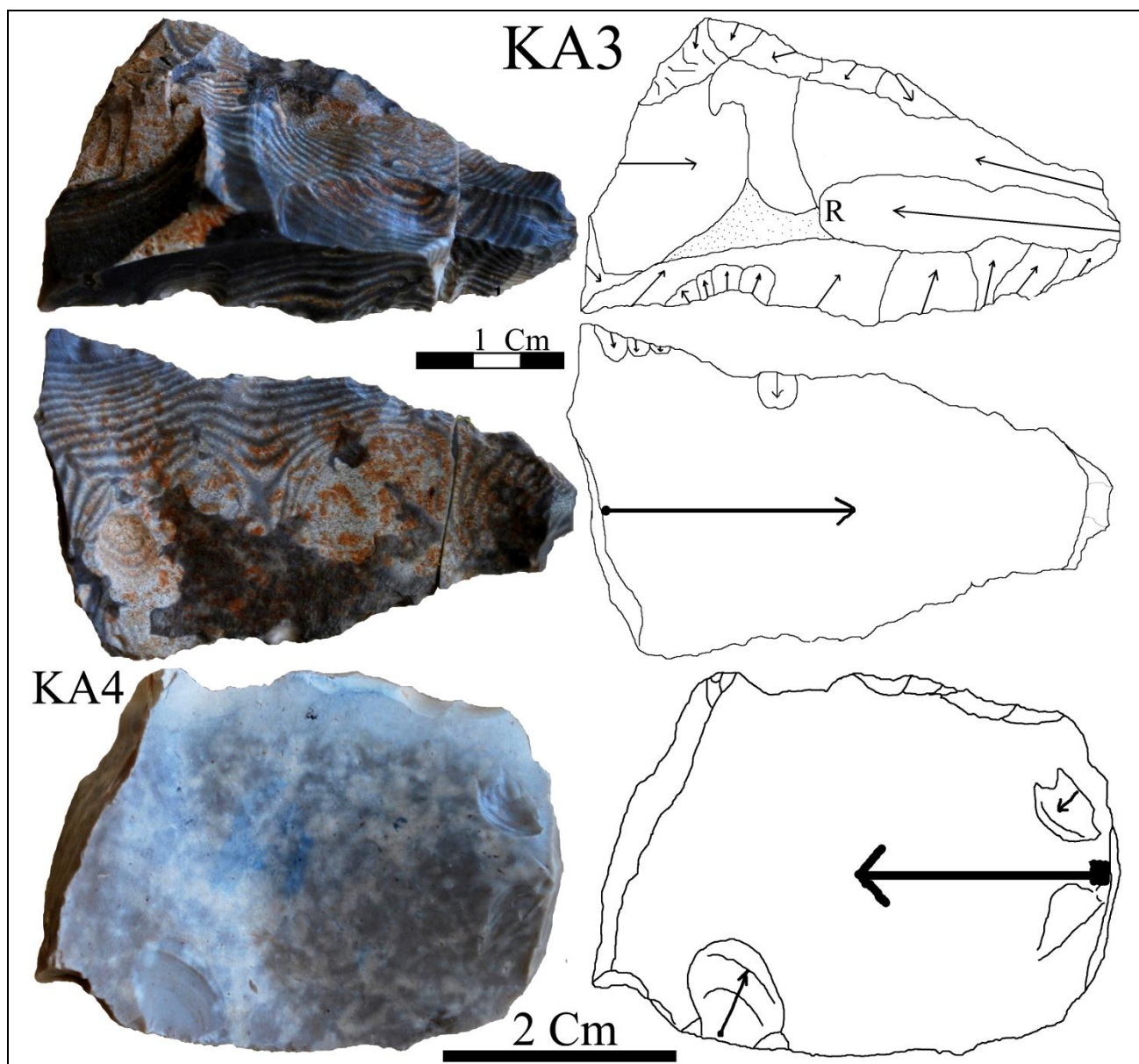


Fig. 124. Les deux échantillons archéologiques **KA3** et **KA4**, qui forment la lithothèque archéologiques du site de Koudiat El-Askar.

3. Contexte géologique du site et constitution de sa lithothèque naturelle :

Le site préhistorique de surface de Koudiat El-Askar est localisé dans la vallée de Zerzaf entaillée dans les terrains crétacés (**Fig. 125**), et surplombée par les escarpements de la barre turonienne. Les vestiges lithiques sont dispersés sur une basse terrasse fluviale soltanienne (**Fig. 125.**) autour de la colline de Koudiat El-Askar d'âge cénomanien et infra-cénomaniens (**Fig. 125.**).

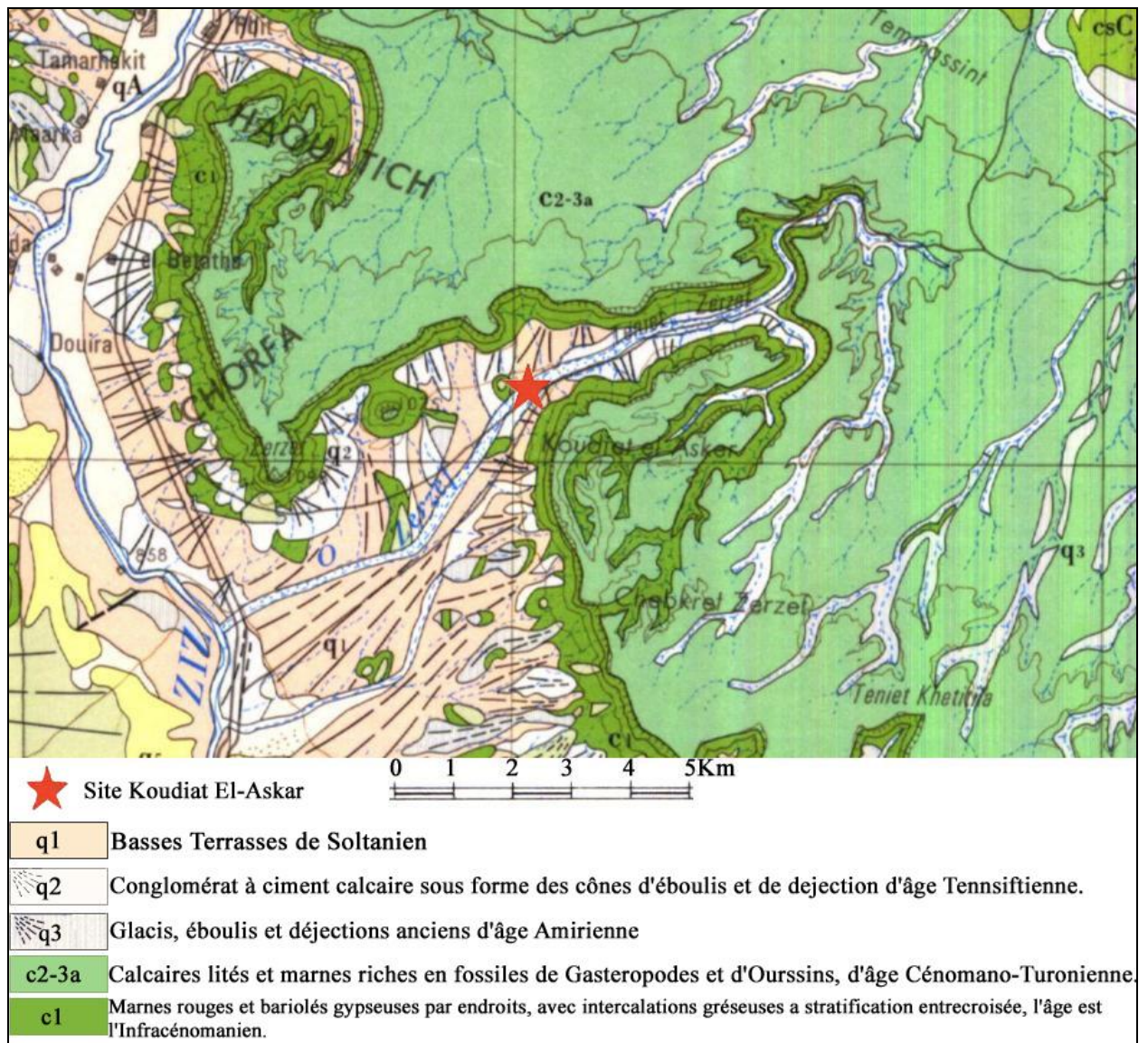


Fig. 125. Carte géologique de la région de Zerzaf contenant le site de Koudiat El-Askar, extraite de la feuille de Tafilalt-Taouz à 200 000ème.

Les Hommes préhistoriques qui ont vécu sur ce site n'ont exploité que le silex contenu dans les calcaires lités turoniens, sous forme des rognons ronds et réguliers de silex. Les rognons sont de deux types et ce sont inclus dans les mêmes niveaux calcaires lités :

- Un silex rubané (**Fig. 126.**), qui est largement exploité. Ces structures sédimentaires sont visible à l'œil nu et se voient nettement en cassures fraîches, ce sont ce qu'on appelle des "anneaux de Liesegang» (**Fig. 126.**) et (**Fig. 126.A.**), ce sont sous forme des bandes d'origine diagénétique dans les rognons de silex, le remplacement progressif avec plusieurs étapes d'apport ou de perte de silice (Tucker, 1981)

- Un silex blanchâtre grisâtre plus homogène et non rubané, son gîte se présente également comme le premier sous forme des rognons ronds dans les mêmes formations carbonatées du Crétacé (**Fig. 126.**).

Pour construire une lithothèque naturelle de ce site, on n'a pas trouvé plus de deux types de matières exploitables par les Préhistoriques, ce sont les deux types de silex précités. Ainsi deux échantillons naturels ont été prélevés de la barre turonienne, ce sont KA1 et KA2 (**Fig. 126.**). Le lieu de prélèvement est loin à une centaine de mètres vers le sud de la colline, c'est le point de la barre turonienne le plus proche du site.



Fig. 126. Planche photographique montrant les gîtes des deux types de silex exploités dans le site de Koudiat El-Asker. *Clichés A. AIT TOUCHNT.*

4. Mesure de la Perte Au Feu ou LOI :

Après les procédures décrites plus haut, on a bien mesuré la PAF pour les quatre échantillons collectés sur le site de Koudiat El-Askar. Le tableau de la figure suivante montre les résultats obtenus (**Fig. 127.**).

<i>Echantil lons</i>	<i>Creuset vide (g)</i>	<i>Poids ajouté (g)</i>	<i>Poids total avant la perte</i>	<i>Poids total après la perte</i>	<i>L.O.I.</i>	<i>Type prévu de la roche</i>
KA1	30,1303	0,6109	30,7412	30,7381	0,50744	Silex
KA2	11,0008	0,6057	11,6065	11,5483	9,60871	Silex
KA3	27,6932	0,6136	28,3068	28,3035	0,53780	Silex
KA4	10,9743	0,5043	11,4786	11,46	3,68828	Silex

Fig. 127. Résultats de la mesure de la Perte Au Feu (LOI) des quatre échantillons de Koudiat El-Askar.

D'après ces premiers résultats de la mesure de la PAF, on constate nettement que les deux types de silex exploités sur le site de Koudiat El-Askar (**Fig. 128.**) différent au point de vue de la

teneur en carbonates (Heiri et *al*, 2001). En effet, une parenté s'observe, d'une part, entre l'échantillon naturel KA1 et celui archéologique KA3. Et d'autre part entre l'échantillon naturel KA2 et celui archéologique KA4.

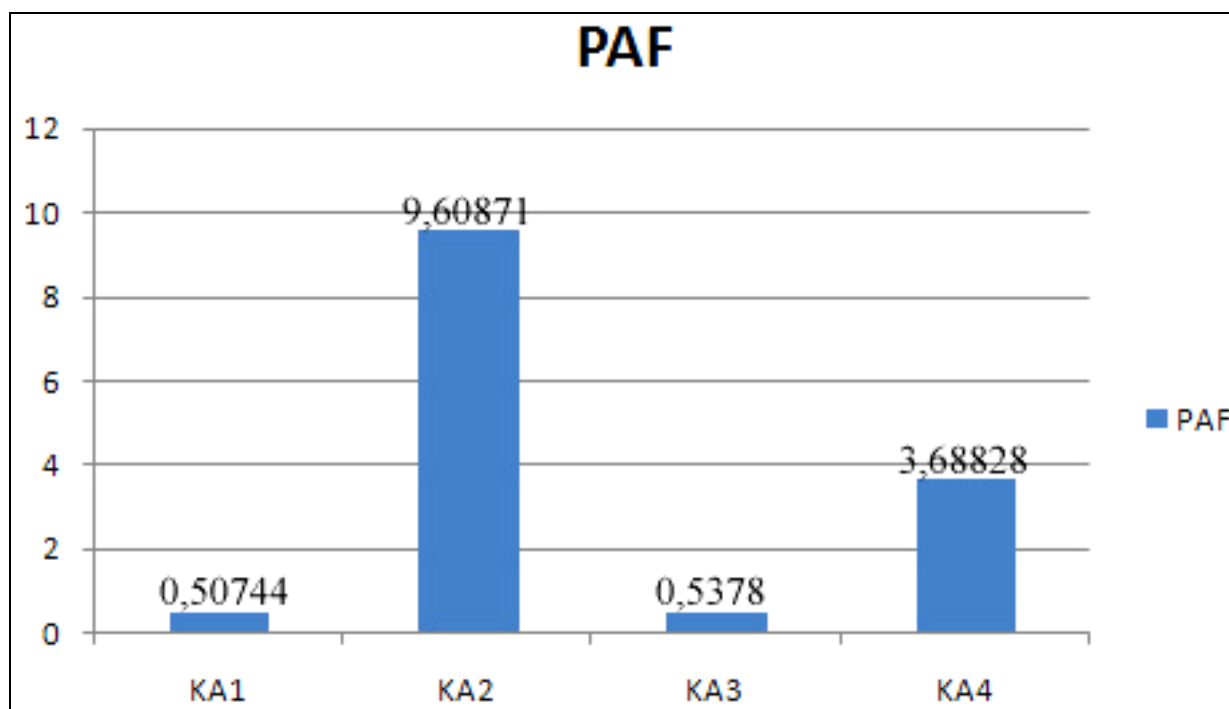


Fig. 128. Histogramme montrant les résultats de la mesure de la Perte Au Feu (LOI) des quatre échantillons de Koudiat El-Askar.

5. Analyses des échantillons par la méthode de la fluorescence des rayons X (XRF) :

La figure suivante (**Fig. 129.**) et (**Fig. 130.**) montre les résultats obtenus des analyses, on constate que les quatre échantillons montrent, grosso modo, le même comportement.

	<i>KA1</i>	<i>KA2</i>	<i>KA3</i>	<i>KA4</i>
SiO2%	99,44	98,80	99,68	99,25
TiO2%	0	0	0	0
AL2O3%	0,35	0,45	0,17	0,30
Fe2O3%	0,07	0,09	0,02	0,13
MnO%	0	0	0	0
MgO%	0	0,01	0	0
CaO%	0,09	0,57	0,10	0,28
Na2O%	0	0	0	0
K2O%	0,03	0,04	0,01	0,02
P2O5%	0,01	0,01	0	0,01
Totale	100	100	100	100

Fig. 129. Résultats des analyses éléments majeurs en pourcentages par la méthode XRF des échantillons naturels et archéologiques du site de Koudiat El-Askar.

	<i>KA4</i>	<i>KA2</i>	<i>KA3</i>	<i>KA1</i>
<i>Ba</i>	64,7	69,5	115,2	96,7
<i>Ce</i>	-	-	-	-
<i>Co</i>	2,9	3,5	3,2	2,8
<i>Cr</i>	0	0	0	0
<i>Cu</i>	0	0,2	0,7	1,1
<i>Ga</i>	0	0	0	0
<i>Hf</i>	1,6	1,1	2,3	2
<i>La</i>	-	-	-	-
<i>Nb</i>	0,5	1	0,1	0,2
<i>Nd</i>	4,8	3,4	9,3	3,9
<i>Ni</i>	2,8	2,8	4,6	4
<i>Pb</i>	0	0	0	0
<i>Rb</i>	0	0	0	0
<i>S</i>	0	0	72,6	0
<i>Sc</i>	0	0	0	0
<i>Sr</i>	19,2	37,4	13,7	15
<i>Th</i>	2,3	2,2	2,4	2,5
<i>V</i>	1,7	2,6	2,9	3,7
<i>Y</i>	0	0	0	0
<i>Zn</i>	0,6	0	0	0
<i>Zr</i>	2,4	2,6	1	2,6

Fig. 130. Résultats des analyses éléments en traces en ppm par la méthode XRF des échantillons naturels et archéologiques du site de Koudiat El-Askar.

KA3 contient une teneur élevée de Ba et S ce qui signifie qu'il contient de la baryte responsable de sa bonne dureté et sa bonne qualité de débitage.

KA2 contient une teneur élevée de Ca et Sr ce qui signifie leurs affinités.

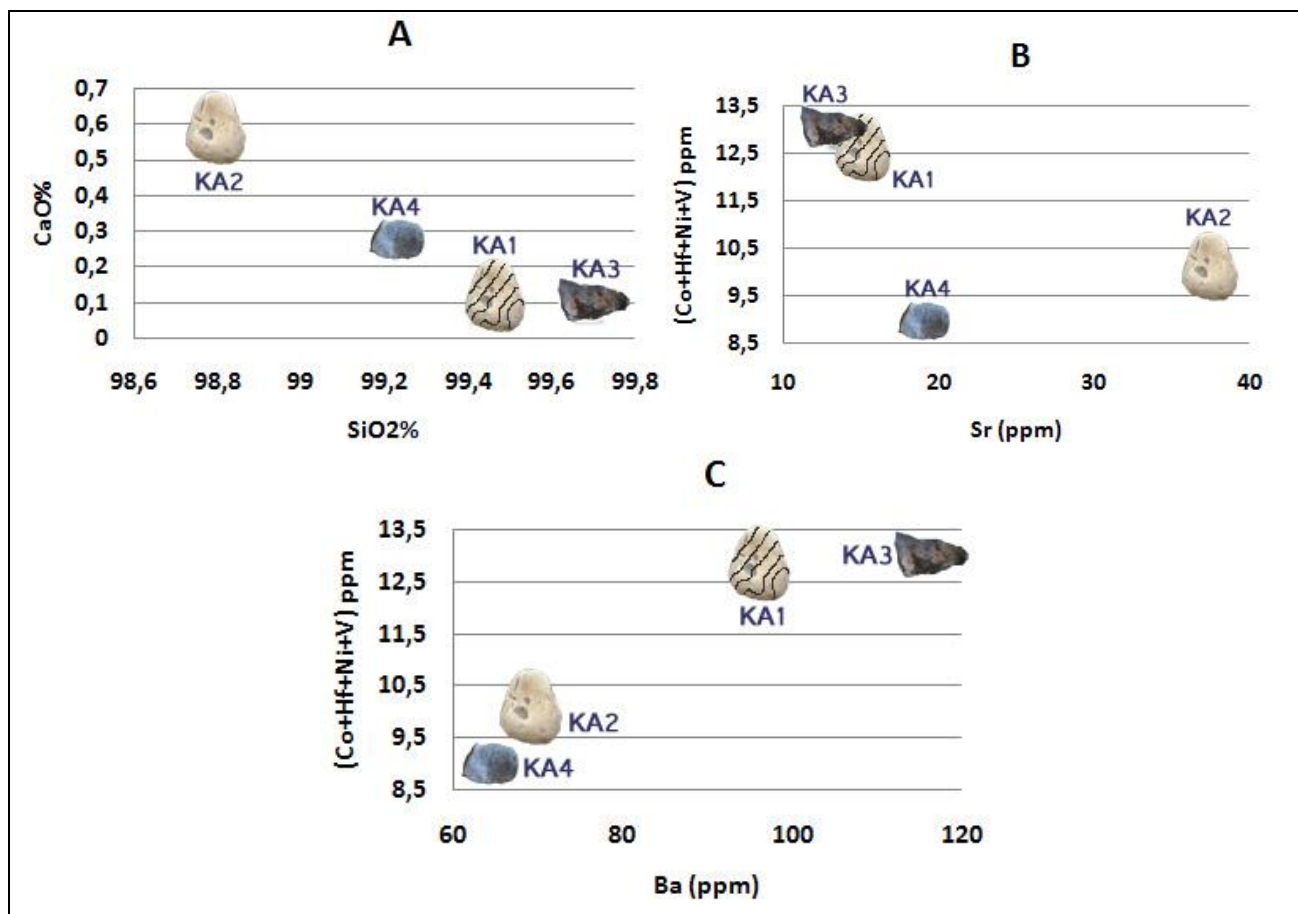


Fig. 131. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques fabriqués à partir des roches sédimentaires siliceuses (Silex) et des échantillons naturels du site de Koudiat El Askar.

A : Répartition des échantillons selon la teneur massique en silice par rapport à la teneur massique en carbonates.

B : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en **Sr** par rapport aux éléments en traces **Hf**, **V**, **Co**, et **Ni** en ppm.

C : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en **Ba** par rapport aux éléments en traces **Hf**, **V**, **Co**, et **Ni** en ppm.

D'après ces résultats, on peut confirmer l'hypothèse émise d'après les résultats des études macroscopiques de ces échantillons. L'échantillon archéologique KA3 provient directement de l'échantillon naturel KA1 c'est-à-dire des rognons de silex à anneaux de *Liesegang* qui sont exploités localement (**Fig. 131.**), et l'échantillon archéologique KA4 provient directement de l'échantillon naturel KA2 c'est-à-dire des rognons de silex gris et sans anneaux de *Liesegang* et qui sont aussi exploités localement (**Fig. 131.**), la matière première n'a pas connu aucun déplacement sur ce site.

6. Conclusion :

Les sites de surfaces au sud-est marocain, se ressemblent souvent dans leurs grandes lignes et sont généralement localisés à proximité des affleurements géologiques qui servaient de matières premières lithiques pour la fabrication des outils par les artisans paléolithiques. Le site de Koudiat El-Askar est très lié aux formations géologiques crétacées qui constituaient aux Préhistoriques leur source unique d'approvisionnement en rognons de silex, d'autres matières lithiques étrangères n'ont pas été retrouvées sur le site.

Le site peut être attribué au Paléolithique moyen et à l'épipaléolithique (Guislain, 2000). De part son emplacement, ce site correspond à un atelier de taille et non pas à une zone d'occupation par les hommes préhistoriques (Boudad et al, 2008). La présence de la source de matière première juxtaposée au site, en positions primaire et secondaire, ainsi qu'une chaîne opératoire incomplète confirme cette hypothèse d'atelier de taille.

V. Site de Hamar Lakhdad :

1. Localisation géographique du site:

Le site de Hamar Lakhdad est, comme tous les sites préhistoriques de surface de sud-est marocain, un vaste gisement situé à une trentaine de kilomètres au nord-est de la ville d'Erfoud (**Fig. 132.**), et qu'avait été découvert dans les années 90 par une équipe lors des prospections géologiques dirigée par le Professeur Larbi Boudad (Boudad, 2008).

Les coordonnées GPS du site sont : 31°22'21,52''N 04°01'54,27''O avec une altitude moyenne de 860 mètres. Le site est un plateau désertique sous forme d'un reg noir sur des collines très douces. Le fameux repère du site de Hamar lakhdad est une suite de monticules carbonatées, appelés les fameux mud-mounds ou les kess-kess qui surplombent le site (**Fig. 133.**).

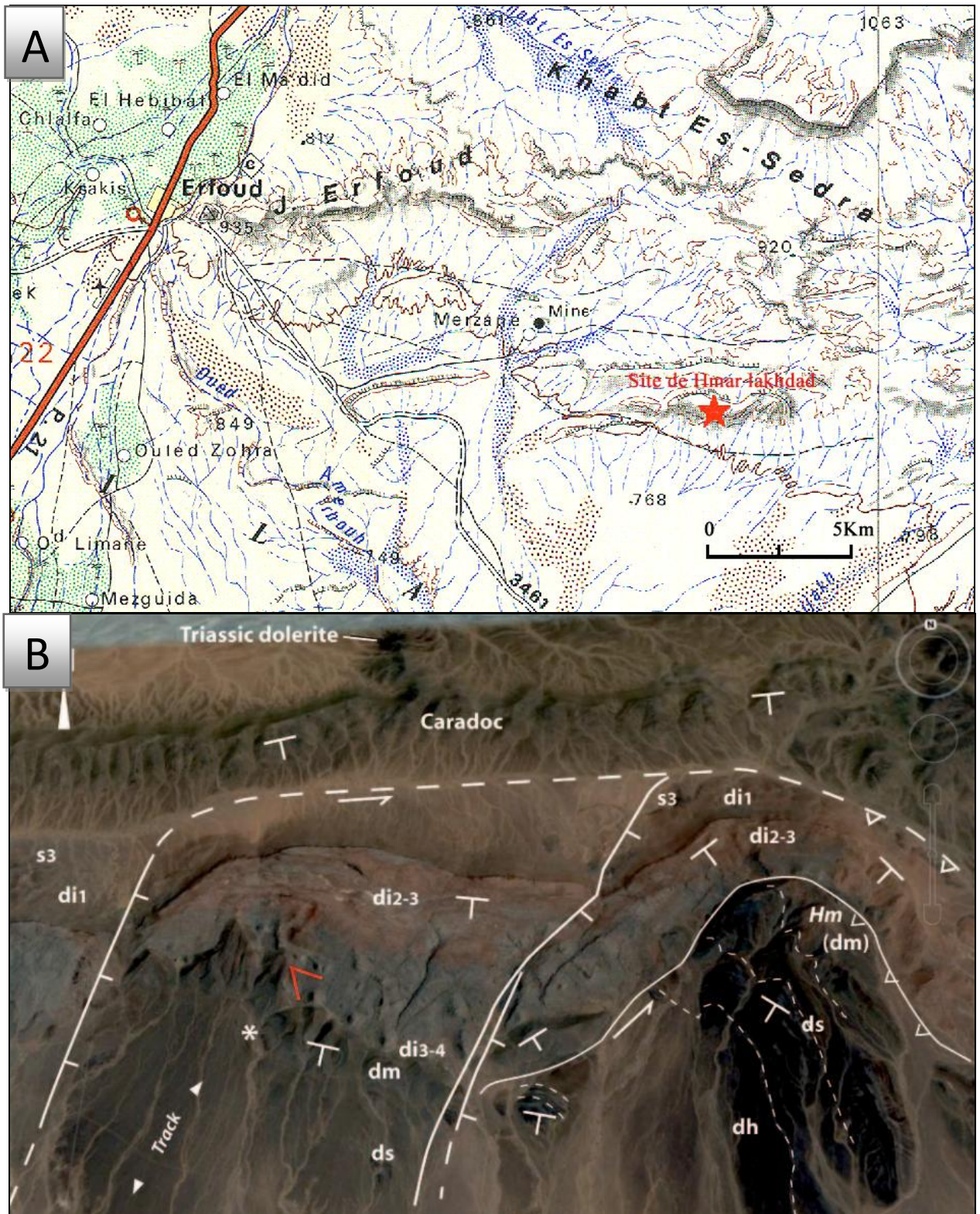


Fig. 132. Localisation géographique du site de Hamar Lakhdad.

A : Extrait de la feuille topographique d'Er-Rachidia à 50 000 ème.

B : Vue satellite du site de Hamar Lakhdad, d'après Google Earth.

2. Contexte archéologique du site et constitution physique de sa lithothèque archéologique:

Dans le cadre d'un projet de coopération scientifique et technique maroco-italien, un matériel lithique a été déjà collecté et étudié afin de préciser l'appartenance culturelle des industries de ce site (**Fig. 133.**) et (**Fig. 134.**). L'étude techno-typologique du matériel a mis en évidence que le matériel, exclusivement réalisé sur un grès faménnien en plaquettes (**Fig. 138.**) présentes à l'état détritique sur le site même, appartient à un ensemble Paléolithique moyen (Guislain et *al.*, 2008). Plusieurs systèmes de débitage du Paléolithique moyen ont été identifiés.

La grande représentativité des artefacts appartenant aux premières phases de la chaîne opératoire indique que les Hommes préhistoriques s'installaient sur le gisement même de matière première pour s'approvisionner en supports d'outils (Guislain et *al.*, 2008). Les phases de transformation des supports en outils sont également représentées essentiellement par des racloirs et des denticulés.

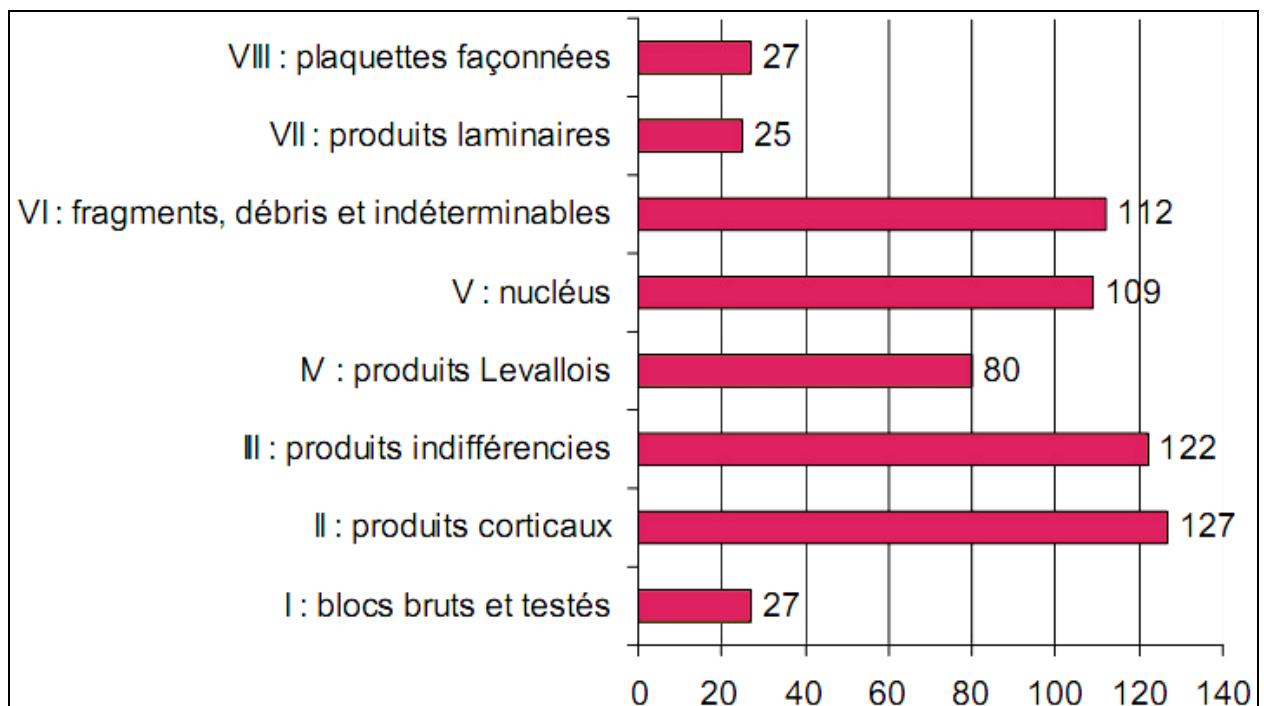


Fig. 133. Répartition des 630 artefacts collectés sur le site de Hamar Lakhdad, par catégories technologiques (Guislain et *al.*, 2008).

Les vestiges lithiques ont une patine noire et le plus souvent luisante (**Fig. 135.**), mais parfois on rencontre des pièces à encroûtements carbonatés comme témoignage d'une stagnation prolongée dans un milieu humide.

Le Levallois est le système de débitage le plus représentés sur les vestiges lithiques du site. En effet, l'étude des produits de débitage a permis d'identifier un grand nombre d'éclats Levallois qui sont bien représentés. Ces éclats laissés sur place, sont généralement épais, débordants ou/et outrepassés (Guislain et *al.*, 2008).

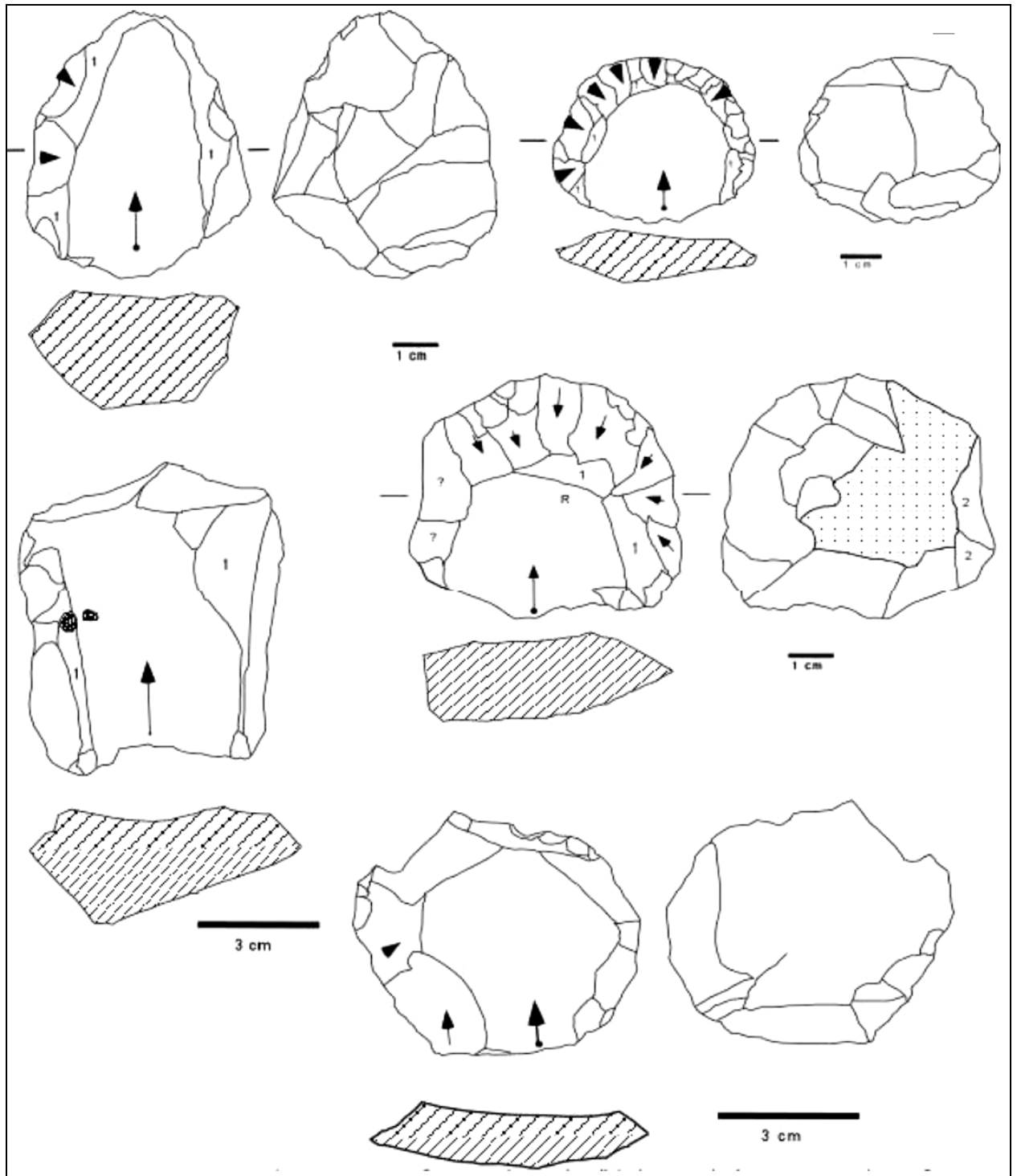


Fig. 134. Exemples des modalités Levallois utilisées sur le site Hamar Lakhdad (Guislain, 2000).

Pour la reconstitution de la lithothèque archéologique, trois pièces ont été collectés comme échantillons archéologiques et destinés aux études pétrographiques et aux analyses géochimiques destructives. Ces échantillons sont respectivement baptisés HL4, HL5 et HL6.

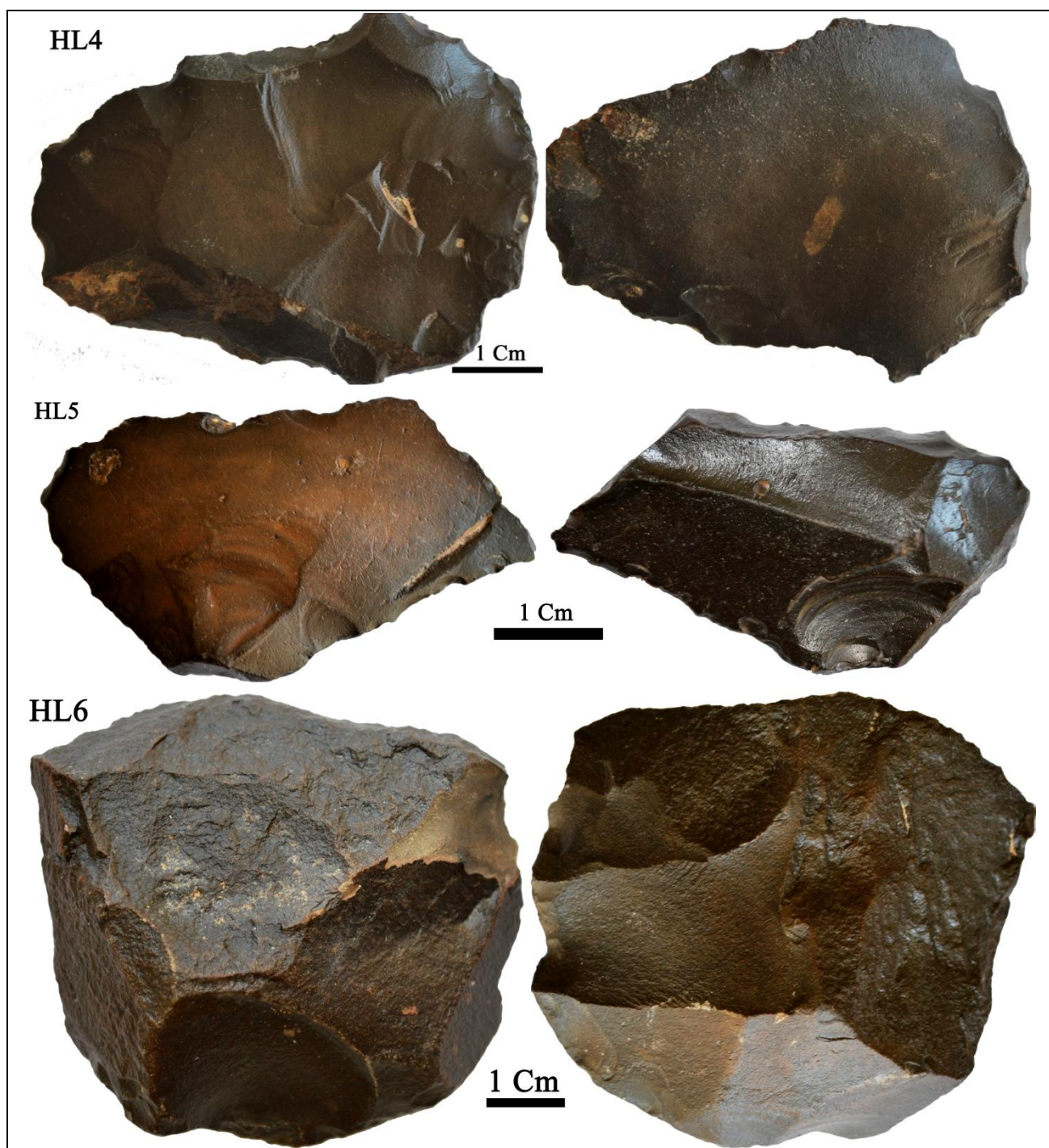


Fig. 135. Planche photographique montrant les échantillons archéologiques à analyser du site de Hamar Lakhdad.

3. Contexte géologique et constitution physique de la lithothèque naturelle :

Le site de Hamar Lakhdad se localise sur des terrains d'âge paléozoïque (**Fig. 137.**), les vestiges lithiques préhistoriques s'étalent sur un glacis formé par des grès fameniens du Dévonien. L'extension du gisement est très importante et estimée à environ 600 mètres carrés (Guislain *et al.*, 2008), et se prolonge sur des collines très douces avec des crêtes qui s'affleurent doucement et qui formaient, apparemment, l'origine de la matière première lithique pour les Hommes préhistoriques qui ont y vécu.

L'affleurement géologique le plus proche du site est une crête noire en bancs de nature gréseuse (**Fig. 137.**), chaque banc est épais de quelques dizaines de centimètres, et se désintègre en plaquettes suivant les plans de la stratification (**Fig. 138.**).

Les monticules carbonatés qui surplombent le site, et forment un repère géologique de celui-ci, sont des pustules calcaires géantes, de 30 à 50 mètres de hauteur et posées sur les calcaires crinoïdiques d'âge emsienne. Géologiquement c'est une accumulation de vase calcaire avec des débris fossiles et se seraient formés sur un haut-fond liés à la présence d'un volcan dans les couches du Lochkovien sous-jacentes (Brachert *et al.*, 1992), (Belka, 1998) et (Mounji *et al.*, 1998), ce volcan est attesté par les pépérites qui se trouvent juxtaposés aux monticules du côté nord (**Fig. 136.**).

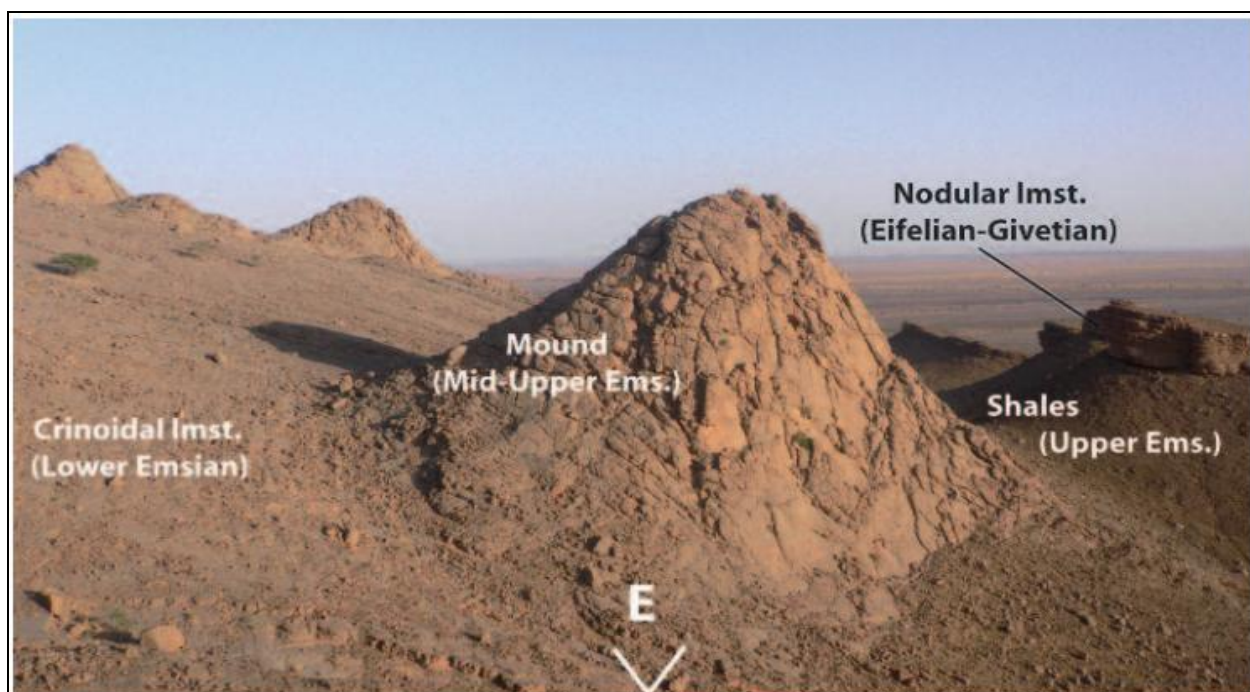


Fig. 136. Les monticules carbonatés typiques de Hamar Lakhdad, les repères surplombant le site.
Cliché A. AIT TOUCHNT.

La matière première lithique exploitée sur le site, est exclusivement du grès d'âge faménienne (**Fig. 137.**) et de teinte noire en plaquettes de dimension décimétrique (**Fig. 138.**).

Les plaquettes ont été exploitées sur le gîte même en position primaire à l’affleurement sous forme de crêtes de faible altitude mais essentiellement à l’état détritique sur toute la surface du glacis (Guislain *et al.*, 2008). Les mêmes plaquettes ont été exploitées par les préhistoriques sur les sites de l’oued Maarhach et de Tadart No Romi (Guislain, 1998) et (Guislain, 2000).

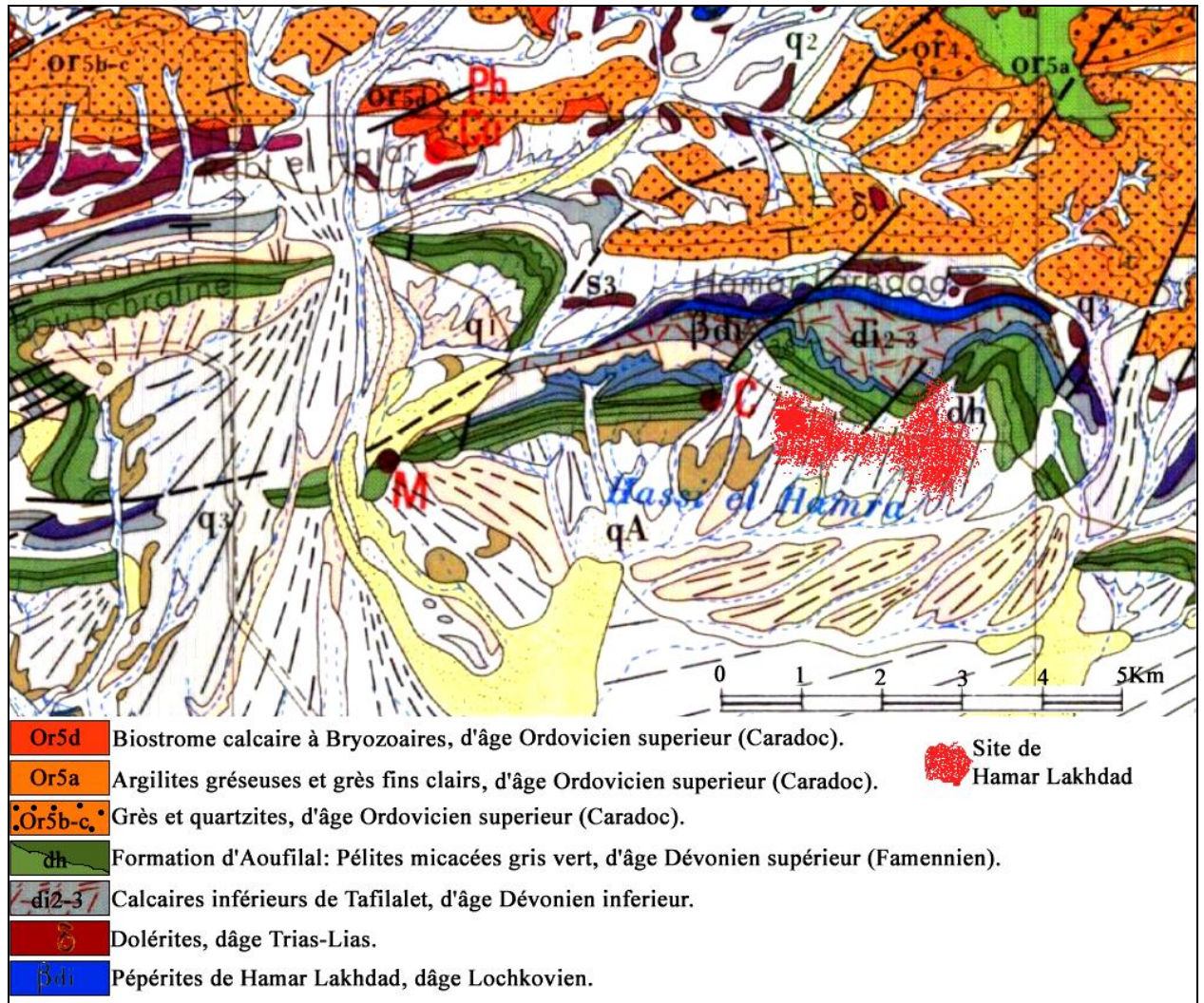


Fig. 137. Carte géologique montrant le contexte géologique du site de Hamar Lakhdad, extraite de la carte géologique de Tafilalet-Taouz à 200 000 ème.

Pour la reconstitution de la lithothèque naturelle et la caractérisation des matières premières naturelles disponibles sur le site, on a prélevé trois échantillons naturels baptisés respectivement : HL1, HL2 et HL3 (Fig. 138.).

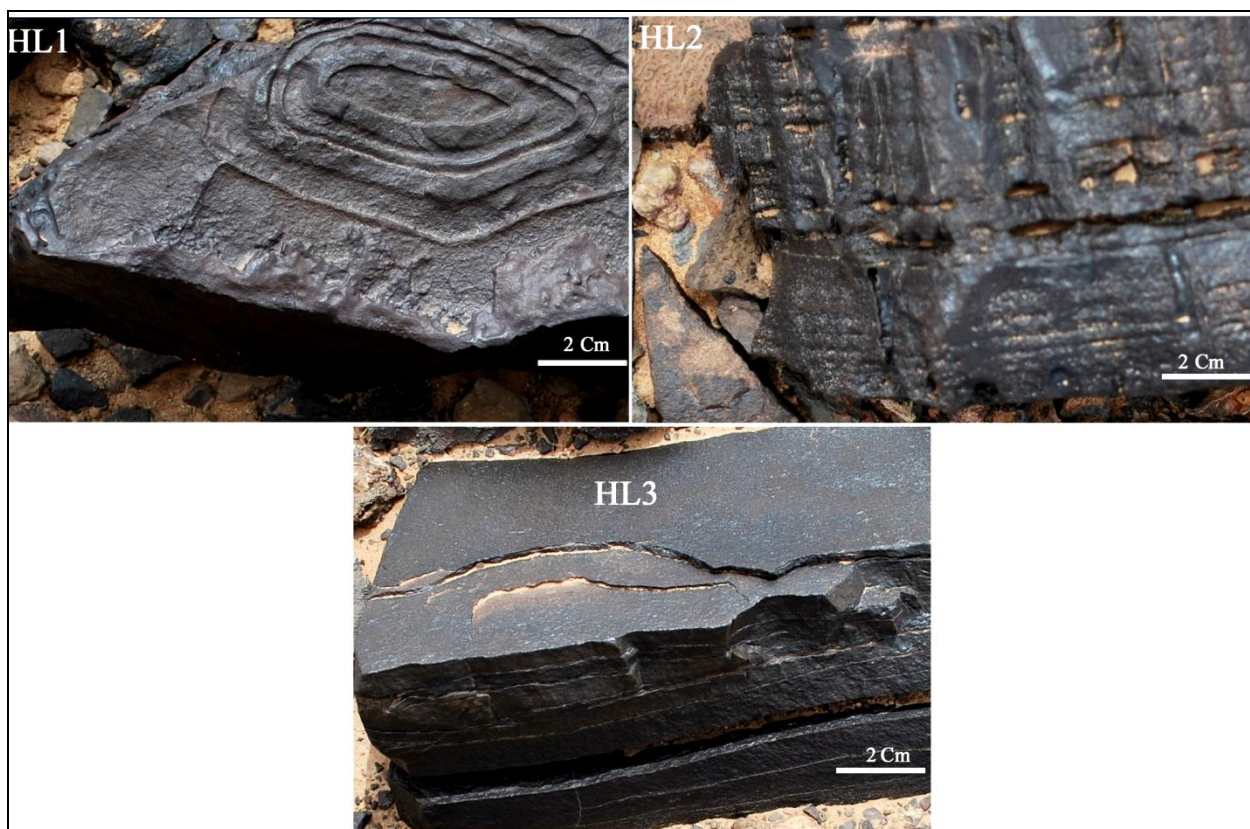


Fig. 138. Planche photographique montrant les trois échantillons formant la lithothèque naturelle du site de Hamar Lakhdad. *Clichés A. AIT TOUCHNT.*

4. Analyses des échantillons par la méthode de la fluorescence des rayons X (XRF) :

Après avoir préparé les échantillons naturels et archéologiques, nous avons procédé aux analyses géochimiques par la méthode de la fluorescence des rayons X, en commençant comme d'habitude par la mesure de la perte au feu (PAF), le tableau suivant (**Fig. 139.**) représenté les résultats obtenus.

<i>Echantillons</i>	<u>C.V. (g)</u>	<u>P.A.(g)</u>	<u>P.T.Av.P.</u>	<u>P.T.Ap.P.</u>	<u>L.O.I.</u>	<u>TYPE PREVU</u>
HL1	11,0105	0,7417	11,7522	11,7369	2,06282864	Grès
HL2	14,1054	0,6225	14,7279	14,6941	5,42971888	Grès
HL3	11,0383	0,6059	11,6442	11,6216	3,72998845	Grès
HL4	11,1833	0,8006	11,9839	11,9542	3,70971771	Grès
HL5	27,2197	0,6244	27,8441	27,8282	2,54644459	Grès
HL6	15,3986	0,6013	15,9999	15,9739	4,32396474	Grès

Fig. 139. Résultats de la mesure de la Perte Au Feu (LOI) des quatre échantillons de Hamar Lakhdad.

D'après ces premiers résultats de la mesure de la PAF, on constate nettement que les roches détritiques exploitées sur le site de Hamar Lakhdad (**Fig. 140.**) diffèrent légèrement au point de vue de la teneur en carbonates (Heiri et *al*, 2001). En effet, ces échantillons peuvent être groupés en trois couples : HL1-HL5, HL2-HL6 et HL3-HL4 (Fig. 138.).



Fig. 140. Histogramme montrant les résultats de la mesure de la Perte Au Feu (LOI) des quatre échantillons de Hamar Lakhdad.

	<i>HL1</i>	<i>HL2</i>	<i>HL3</i>	<i>HL4</i>	<i>HL5</i>	<i>HL6</i>
<i>SiO2%</i>	75,68	78,27	77,54	78,86	85,80	76,23
<i>TiO2%</i>	0,59	0,10	0,08	0,10	0,07	0,07
<i>AL2O3%</i>	7,97	5,80	6,31	6,87	6,82	7,15
<i>Fe2O3%</i>	12,99	9,40	11,01	10,24	8,82	11,14
<i>MnO%</i>	0,09	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03
<i>MgO%</i>	2,05	3,41	3,33	3,03	1,72	3,80
<i>CaO%</i>	0,23	2,65	1,47	1,62	0,42	1,34
<i>Na2O%</i>	0	0	0	0	0,01	0
<i>K2O%</i>	0,31	0,29	0,16	0,16	0,17	0,17
<i>P2O5%</i>	0,06	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03
Total	100	100	100	100	100	100

Fig. 141. Résultats des analyses par la méthode XRF des éléments majeurs en pourcentages dans les échantillons archéologiques et naturels du site de Hamar Lakhdad.

	HL1	HL2	HL3	HL4	HL5	HL6
Ba	82,4	475	298,1	435,9	642,6	230,7
Ce	-	-	-	-	-	-
Co	11,7	5,4	11,9	7,4	3,5	14,6
Cr	19,5	12,3	0,1	0	0,4	1,5
Cu	1,3	0	6,5	0,9	1,4	10,1
Ga	2,5	7,6	8,2	8,7	4,6	11,1
Hf	11,4	4,5	3,8	3,6	3,7	3,7
La	-	-	-	-	-	-
Nb	13,4	17,9	14,2	16,3	22,4	13,3
Nd	27	25,4	20,2	28,9	29,4	16,7
Ni	13,2	2,9	10,7	4,9	8,2	17,6
Pb	0	2,6	0	0	0	0
Rb	6,2	7,2	1,6	2,3	7,1	2,7
S	0	0	418,7	691,7	897,2	705,7
Sc	0,7	0,3	0	0	0	0
Sr	51,4	76,1	48,9	55,8	75	41,7
Th	9,6	5,4	5,4	5,2	5,5	5,5
V	29,1	4,2	10,3	10,9	6,4	14,6
Y	15,7	9,9	13,9	8	31,9	17,8
Zn	33,3	68,8	71	52,7	39,6	66,8
Zr	591,6	462,8	119,2	158,4	138,6	95,8

Fig. 142. Résultats des analyses par la méthode XRF des éléments en traces (en ppm) dans les échantillons archéologiques et naturels du site de Hamar Lakhdad.

Les échantillons sont riches en oxydes d'aluminium et de fer ce qui témoigne une phase initiale du métamorphisme, cela n'a aucune influence sur la qualité de la matière première pour le débiateg. Le Ba et cristaux de pyrite sont présents aussi puisque le S est bien présenté.

HL1 et HL2 sont riches en Zr, ce qui témoigne un long transport parce que le Zr est résistant, ce sont des grès géologiquement matures.

Les résultats des analyses géochimiques montrent que les échantillons naturels et archéologiques ont une source géologique commune qui est l'échantillon naturel HL3 (**Fig. 143.**) c'est-à-dire avec l'affleurement des grès famenniens juste à coté su site. En effet, la matière n'a pas subit aucun déplacement.

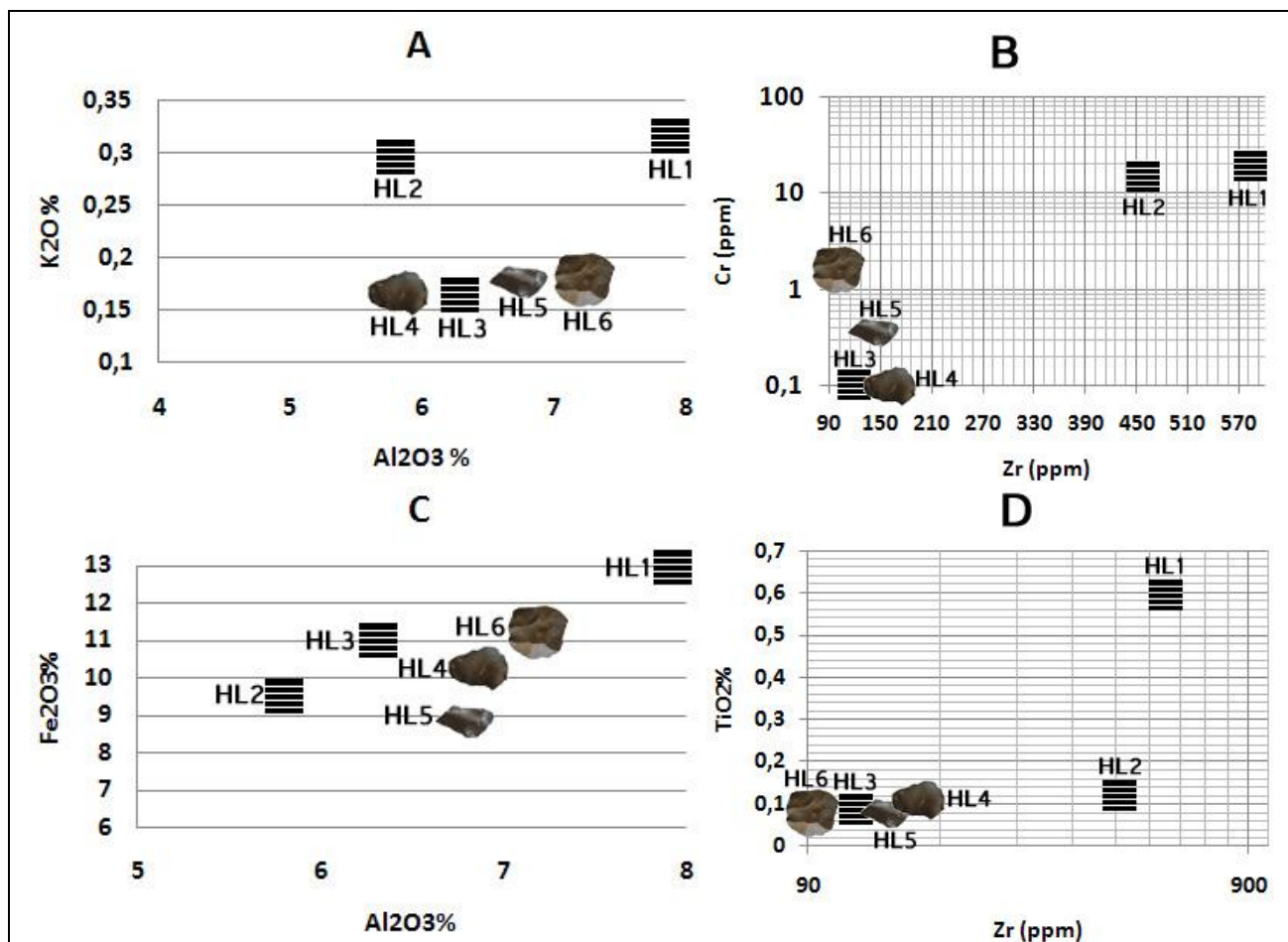


Fig. 143. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques fabriqués à partir des roches sédimentaires détritiques (grès fins) et des échantillons naturels du site de Hamar Lakhdad. **A** : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en K_2O , **B** : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Zr par rapport à la teneur en ppm en Cr . **C** : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en Fe_2O_3 , **D** : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Zr par rapport à la teneur massique en TiO_2 .

5. Conclusions :

Plusieurs groupes humains, culturellement différents, ont fréquenté le site de Hamar Lakhdad durant la préhistoire puisque plusieurs systèmes de débitage coexistent. Mais l'absence de stratigraphie dans les sites de surface est l'handicap majeur pour les interprétations.

Sachant que le site de Hamar Lakhdad étant installé sur un glaciais, certainement les objets lithiques ont été déplacés et remaniés. Les patines différentes de ces objets lithiques, témoignent des milieux différents c'est-à-dire des changements climatiques qui ont succédés sur le site durant et après l'occupation humaine préhistorique.

Les matières premières lithiques exploitées sur ce site par les Hommes préhistoriques, sont exclusivement des grès faméniens (Dévonien) en plaquettes noires, c'est l'échantillon naturel HL3 (**Fig. 143.**). Ces plaquettes sont des roches métamorphiques de bas degré. L'approvisionnement en matière première s'effectuait sur le gîte même en position primaire à l'affleurement mais surtout à l'état détritique sur toute l'étendue du glacis d'environ 600 m² de superficie, la matière première se désintègre et se remobilise en aval en formant ces plaquettes noires à la disposition des Hommes préhistoriques.

Les produits retouchés sont incontestablement bien représentés, ce qui laisse supposer que le site est également un site d'habitat (Boudad, 2008).

VI.Site de Taddart No Romi :

1. Localisation géographique du site:

Le site de Taddart No Romi se trouve à une dizaine de kilomètres à l'WNW du village de Merzouga (**Fig. 144.**), dans le synclinal de l'Erg Chebbi composé des schistes carbonifères, avec un réseau hydrographique très dense qui débouche dans la vallée de Ziz. C'est une zone vaste qu'est caractérisée par des cuvettes remplies des dépôts quaternaires, qui s'alternent de l'ouest vers l'est avec des affleurements géologiques en collines douces et en dômes (**Fig. 144.**).

Le site se trouve sur la rive gauche d'oued Ziz sur un plateau près d'une intercalation gréseuse qui affleure à peine sous les dépôts quaternaires. L'origine du nom du site revient à une ancienne maison (*Taddart* en berbère) construite par un étranger européen (*Romi*). Les coordonnées GPS du site sont : 31°07'22,59''N 4°06'18,41''O et sur une altitude d'environ 720 mètres.



Fig. 144. Photo satellite montrant la localisation du site de Taddart No Romi (étoile jaune) près du village de Merzouga.

2. Contexte archéologique et constitution de la lithothèque archéologique:

Les vestiges lithiques du site de Taddart No Romi sont riches et diverses, on distingue des outils sur éclats, des plaquettes blanchâtres qu'ont déjà une morphologie idéale et retouchées avec un taux de transformation très faible (Guislain, 2000), ...etc. Par contre le taux des nucléus Levallois parmi les artefacts lithiques est très fort parce que leur mise en forme demande plus de travail, et toutes les méthodes Levallois sont représentées (Guislain, 1998). Selon Stéphanie Guislain, la morphologie des supports initiaux (**Fig. 145.**) est exploitée afin de réduire les processus de la mise en forme (Guislain, 2000).

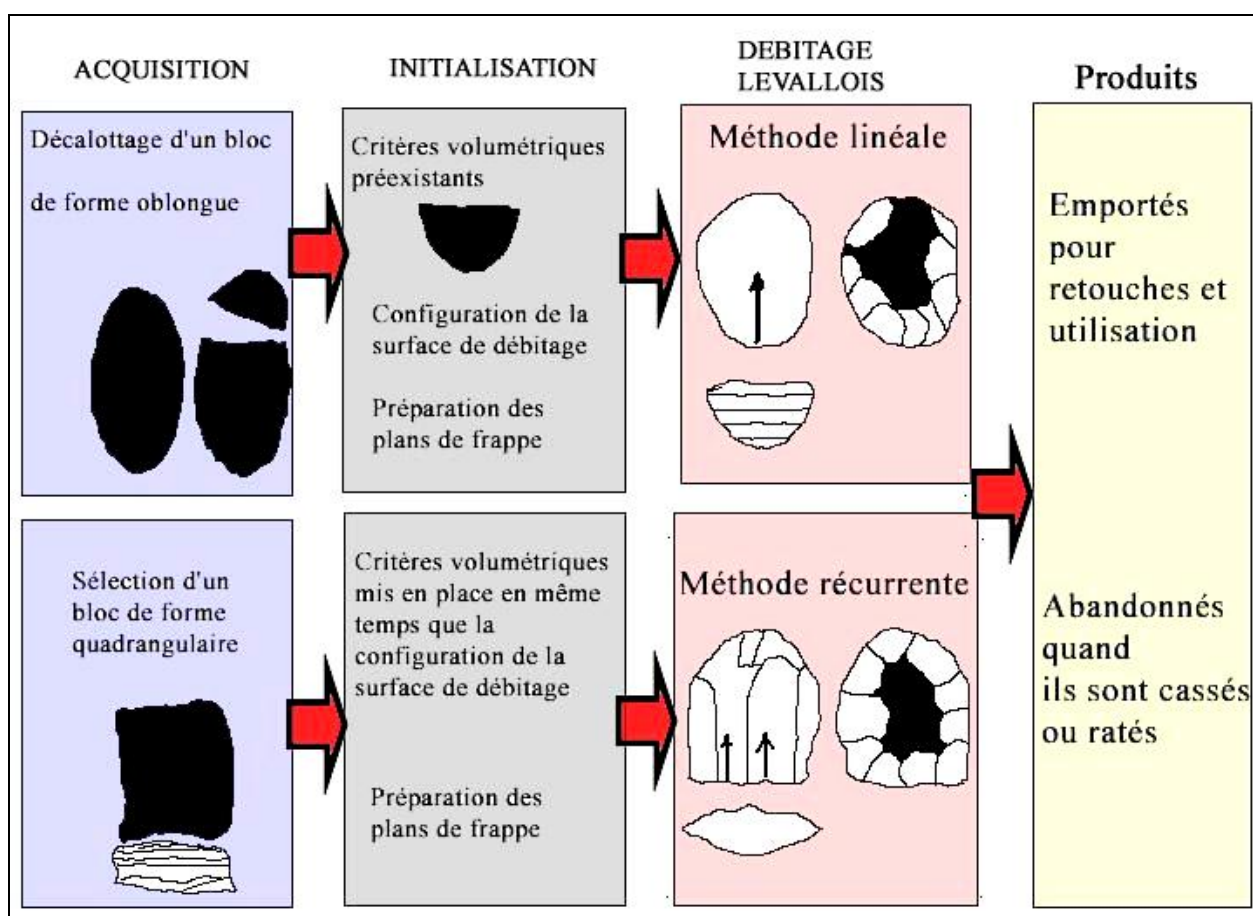


Fig. 145. Représentation schématique de la chaîne opératoire du site de Taddart No Romi, d'après Stéphanie Guislain (Guislain, 2000).

La morphologie naturelle des plaquettes commune sur le site de Taddart No Romi, a conditionné le taux de leur transformation très faible, et forme ainsi un avantage aux artisans préhistoriques de réduire la procédure de la mise en forme déjà faite naturellement. Ainsi on distingue sur les sites des plaquettes non exploitées, des plaquettes testées et des plaquettes retouchées directement en outils.

Le débitage sur le site de Taddart No Romi a été fait essentiellement selon le système de production Levallois, cela attesté par la forte présence des nucléus Levallois (**Fig. 146.**) qui atteint jusqu'à 90% de l'assemblage lithique (Guislain, 2000). Mais les produits Levallois sont mal représentés ce qui témoigne leur exportation loin du site.

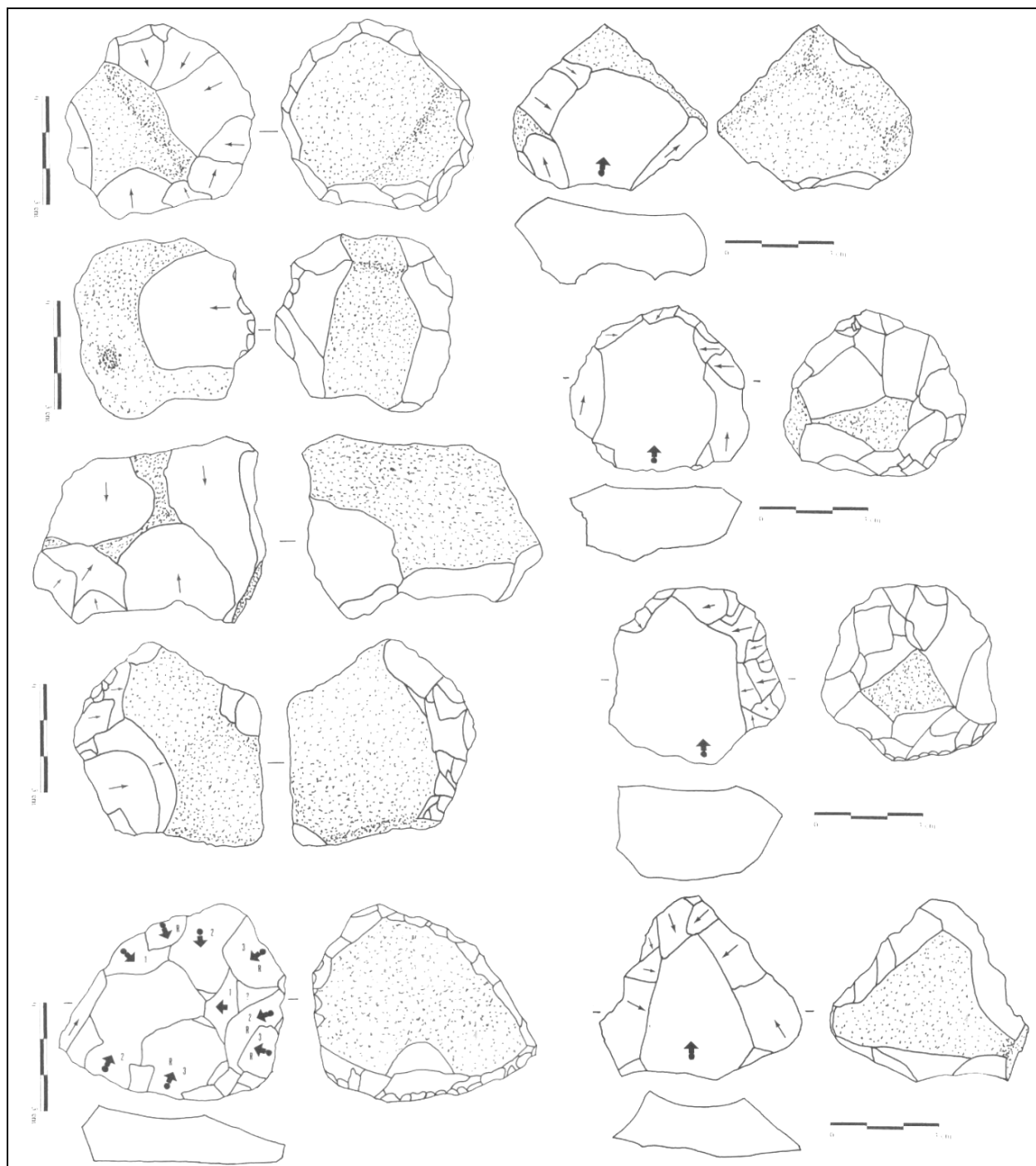


Fig. 146. Les Nucléus représentatifs du site de Taddart No Romi.(Guislain, 2000).

Pour les produits de débitage, ceux corticaux et les entames sont les plus représentés, alors que les éclats Levallois et les produits indifférenciés sont peu nombreux.

Afin d'accomplir la tâche pétroarchéologique, on a constitué une lithothèque archéologique de quatre échantillons (artefacts) représentant les différents matières lithiques débités sur le site, TAD2, TAD5, TAD6, et TAD7 (Fig. 147.).

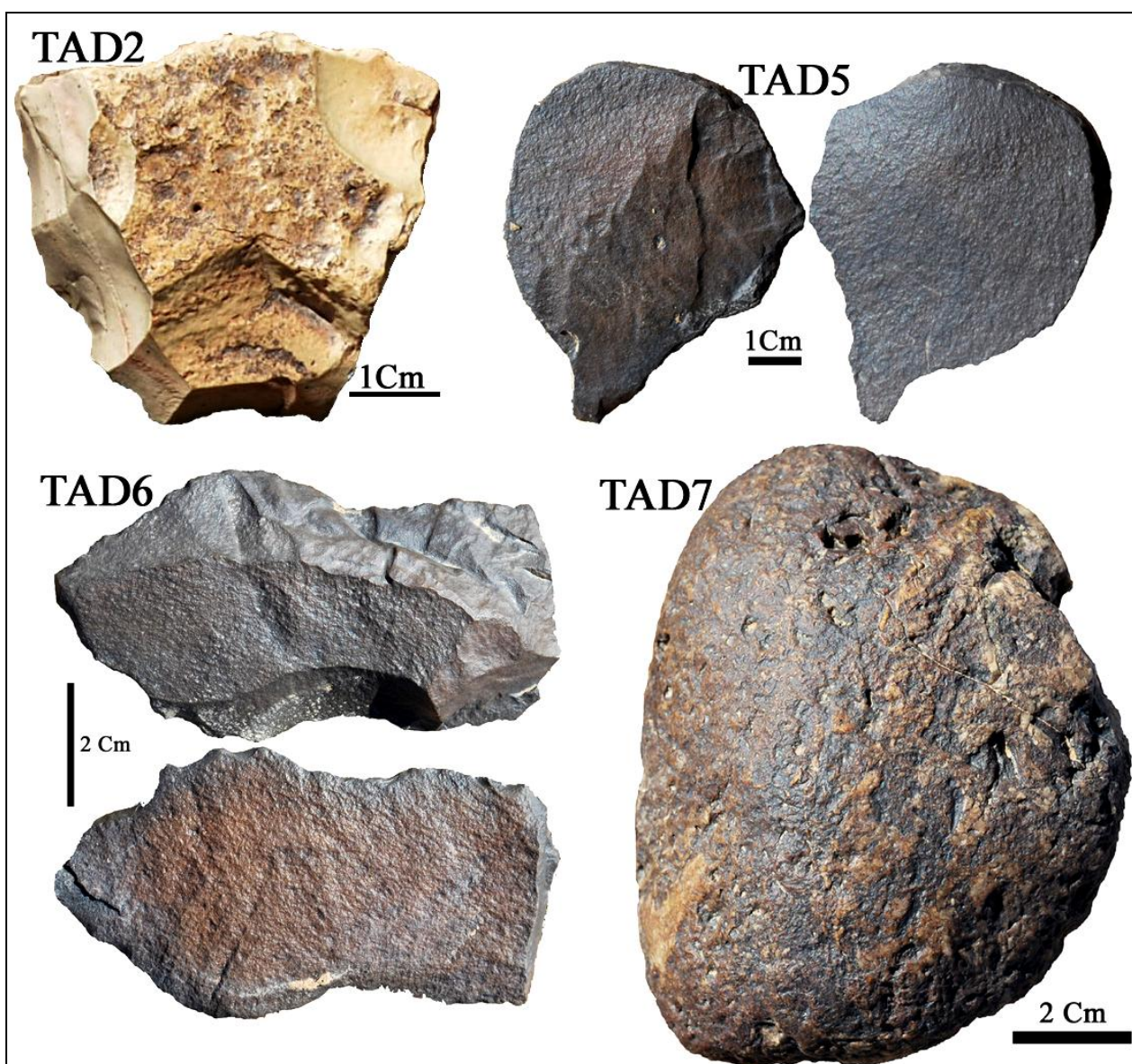


Fig. 147. Planche photographique montrant les échantillons archéologiques à analyser du site de Taddart No Romi.

L'échantillon archéologique TAD2 : Est une plaquette retouchée en silex, appartenant aux niveaux de cristallisation des niveaux des grès, ou bien des quartz des filons magmatiques.

Les échantillons TAD5 et TAD6 : Ce sont des quartz-arérites de même formations.

L'échantillon TAD7 : C'est une roche magmatique riche en alcalins et en aluminium, c'est une roche anatectique probablement.

3. Contexte géologique et constitution de la lithothèque naturel :

La zone contenant le site est géologiquement située entre le domaine anti-atlasique et les chaînes d'Ougarta (Guislain, 2000). Le site qui s'étend sur plusieurs centaines de mètres carrés, repose sur des résidus des nappes alluviales quaternaires, et en partie directement sur les plaines d'âge viséenne (Fig. 148.).

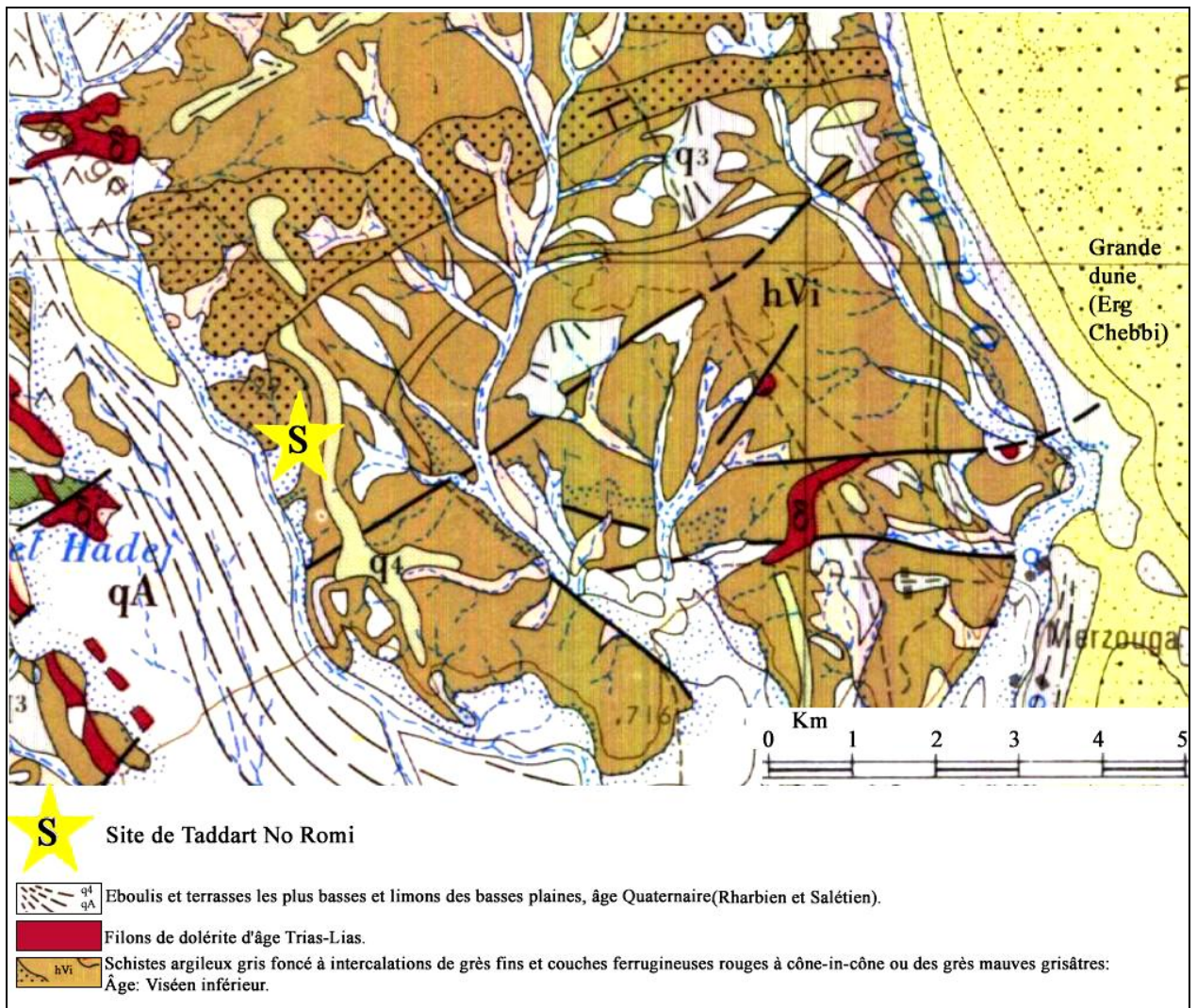


Fig. 148. Carte géologique montrant le contexte géologique du site de Taddart No Romi, extraite de la feuille de Tafilalt-Taouz à 200 000 ème.

Les Hommes préhistoriques qui ont vécu sur cet endroit ont disposés de quelques types de matières premières lithiques. On trouve surtout :

- Des roches de teinte noire et patine brillante, et qui se présentent sous forme des plaquettes épaisses, jusqu'à dix centimètres d'épaisseur. Cette matière lithique est caractérisée par des stries et des structures qu'un observateur pourrait considérer au premier coup d'œil comme des fossiles, ce sont des structures diagénétiques appelées *cône-in-cône* (**Fig. 149.**), il s'agit des grès d'âge faménnienne dont les affleurements sont commune dans cette zone d'étude (Guislain, 2000).

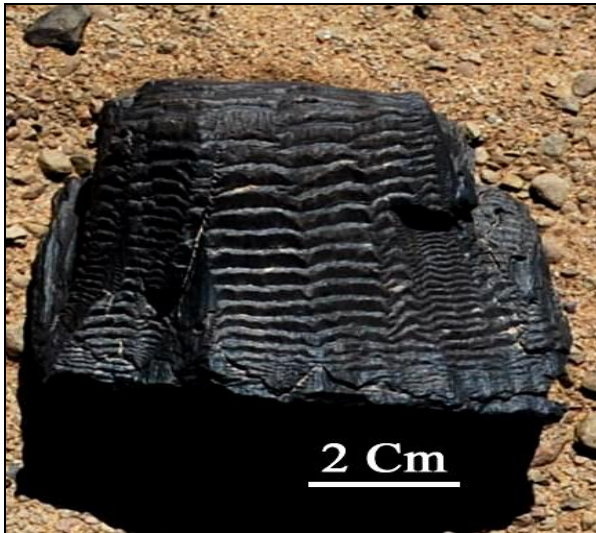


Fig. 149. Structures en *cône-in-cône* des grès faménniens du site de Taddart No Romi (échantillon naturel TAD3).

- Des plaquettes de teinte claire blanchâtre, probablement d'origine volcanique (**Fig. 150.**), c'est la matière lithique la plus disponible aux Préhistoriques de l'Ouest de Merzouga. Selon les travaux effectués par Stéphanie Guislain, ces plaquettes représentent 89% des matières premières lithiques du site de Taddart No Romi, dont 27,7% seulement ont été exploité. Grosso modo on distingue deux types morphologiques de ces plaquettes, un type carré ou rectangulaire, et un type biscornu ou tourmenté (Guislain, 2000).

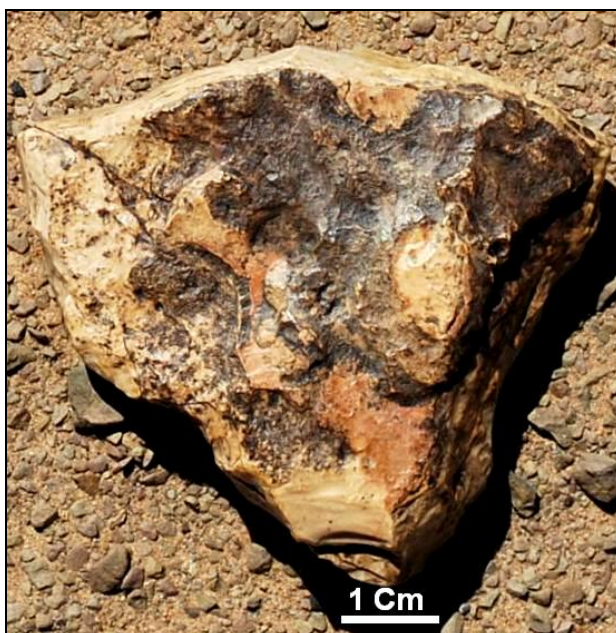


Fig. 150. Plaquettes blanchâtres exploitées sur le site de Taddart No Romi (échantillon naturel TAD1).

- Des grès de teinte noire, et de couleur mauve grisâtre en cassure fraîche (**Fig. 151.**), et affleurent en points réduits et dispersés au milieu du plateau contenant le site et ce sont d'âge Viséen inférieur (**Fig. 151.**).

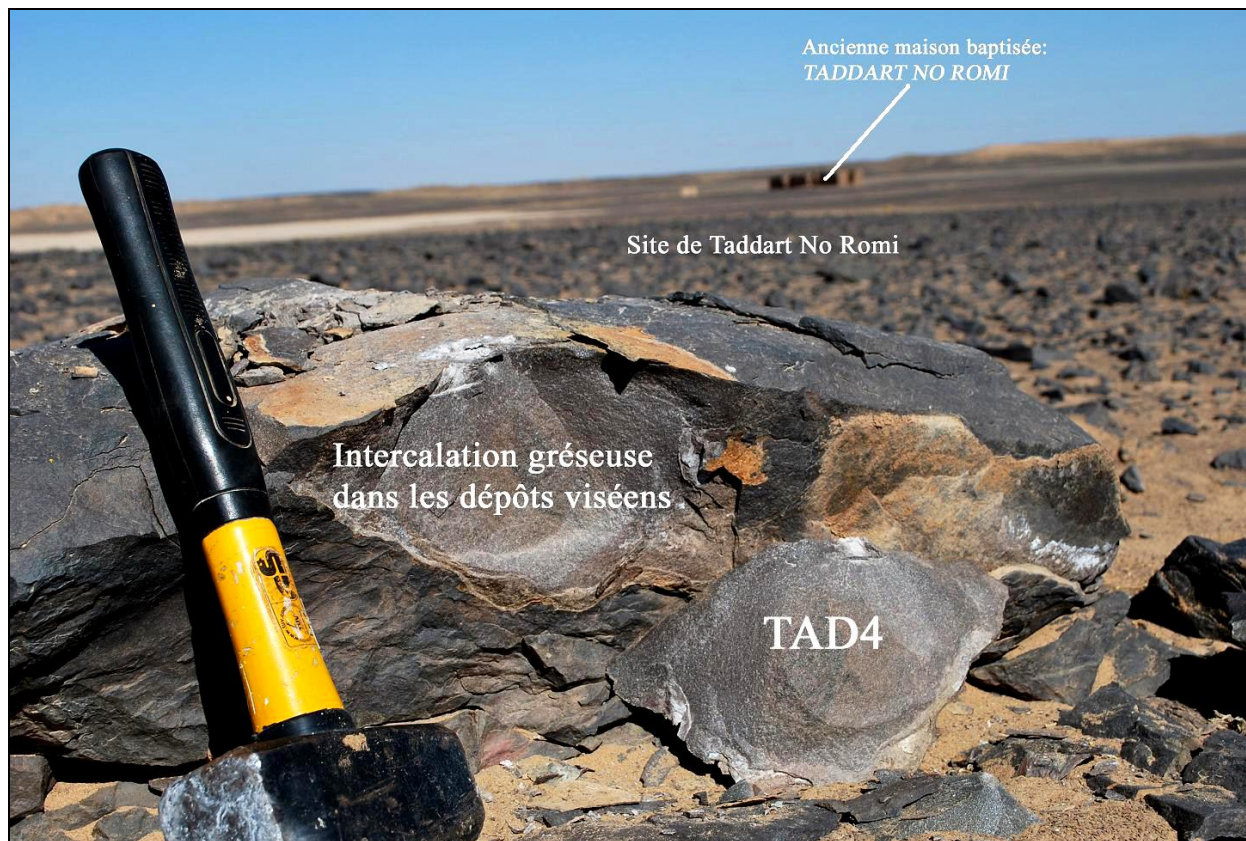


Fig. 151. Photographie montrant le site préhistorique de Taddart No Romi.
TAD4 : est l'échantillon naturel prélevé pour les analyses. *Cliché Ait Touchnt A.*

Les gîtes de ces matériaux lithiques sont nombreux et proches du site, avec une distance maximale de trois kilomètres (Guislain, 2000). On trouve également des rognons siliceux de petites dimensions et de mauvaise qualité collectés directement du lit de l'oued Ziz.

A mi-chemin entre le site et le village de Merzouga se trouve un affleurement gréseux d'âge Viséen inférieur et Tournaisien (Carbonifère) d'après la carte géologique Tafilalt-Taouz à 1/200 000. Un échantillon géologique baptisé TAD8 à été prélevé au cœur de la formation (**Fig. 152.**).

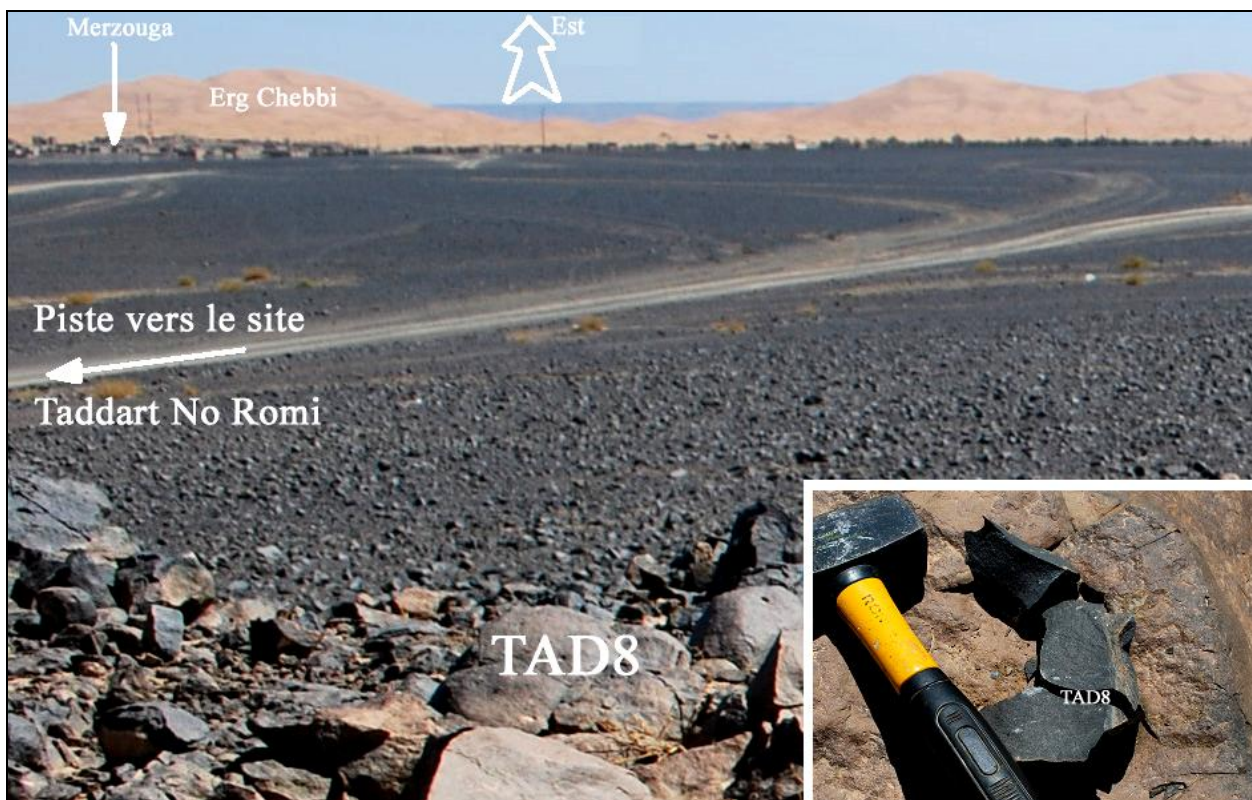


Fig. 152. Planche photographique, de l'intercalation gréseuses au milieu du site de Tadart No Romi, et de l'affleurement gréseux carbonifère en relief dans le reg de l'ouest de Merzouga pas loin de site de Tadart No Romi. *Photos A.Ait Touchnt.*

Pour la constitution de la lithothèque naturel, on a prélevé quatre échantillons, nommés respectivement : TAD1 (**Fig. 150.**), TAD3 (**Fig. 149.**), TAD4 (**Fig. 151.**) et TAD8 (**Fig. 152.**).

4. Analyses des échantillons par la méthode de la fluorescence des rayons X (XRF) :

Les mêmes procédures manipulatoires ont été suivies afin de préparer les échantillons, naturels et archéologiques, puis nous avons procédé aux analyses géochimiques par la méthode de la fluorescence des rayons X, en commençant comme d'habitude par la mesure de la perte au feu (PAF). Le tableau (**Fig. 153.**) résume les résultats obtenus de la mesure de la perte au feu.

<i>Echantillons</i>	<u>C.V. (g)</u>	<u>P.A.(g)</u>	<u>P.T.Av.P.</u>	<u>P.T.Ap.P.</u>	<u>L.O.I.</u>	<u>TYPE PREVU</u>
Tad1	12,096	0,588	12,684	12,6815	0,42517007	Silex
Tad2	10,914	0,4156	11,3296	11,3268	0,67372474	Silex
Tad3	26,8974	0,62	27,5174	27,5013	2,59677419	Grès
Tad4	11,0826	0,5758	11,6584	11,6529	0,95519278	Grès
Tad5	33,9068	0,6173	34,5241	34,5155	1,39316378	Grès
Tad6	14,7792	0,7235	15,5027	15,4953	1,02280581	Grès
Tad7	10,9381	0,6248	11,5629	11,5574	0,88028169	Diorite
Tad8	10,5684	0,5821	11,1505	11,122	4,89606597	Grès

Fig. 153. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels et archéologiques du site de Tadart No Romi.

Les résultats de la mesure de la perte au feu montrent que les échantillons ne sont pas de même nature et peuvent être groupés en quatre groupes (**Fig. 154**).

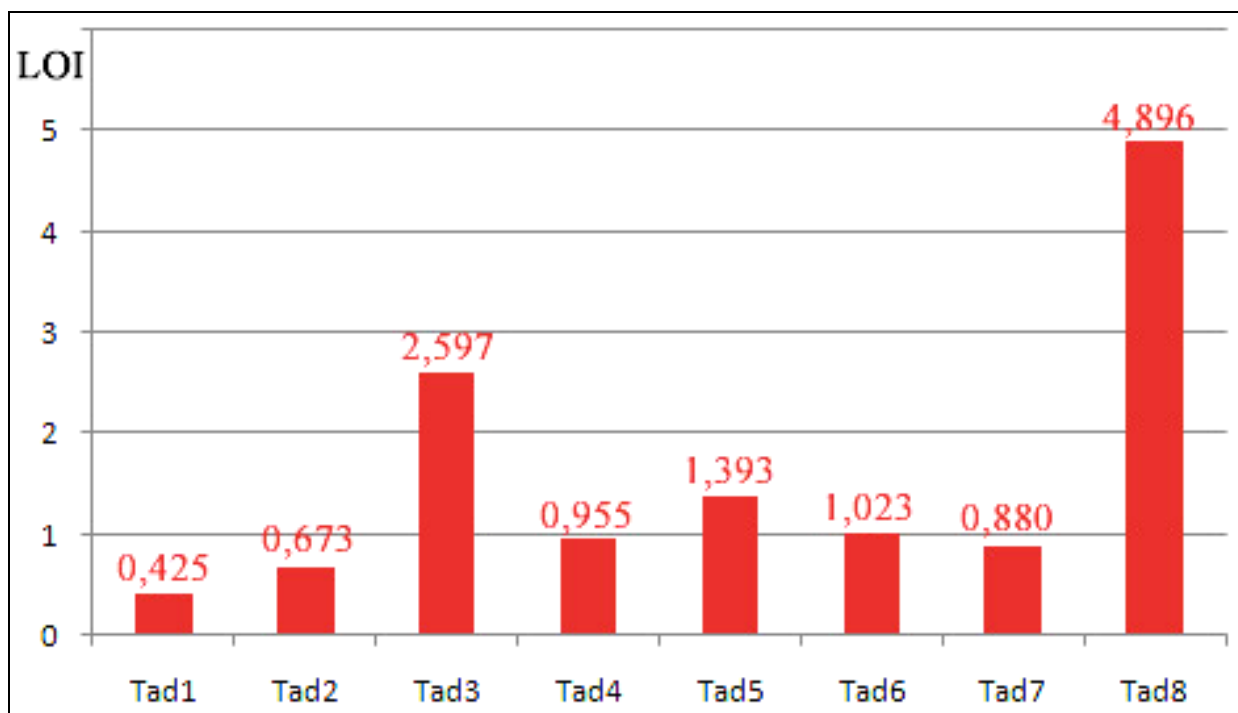


Fig. 154. Histogramme montrant la variation de la valeur de la PAF des échantillons, naturels et archéologiques, du site de Taddart No Romi.

- Le groupe formé des échantillons Tad1 et Tad2 : avec une faible perte au feu ce qui montre une grande teneur en silice.
- Le groupe contenant l'échantillon Tad3 : La perte au feu est relativement moyenne.
- Le groupe formé des échantillons Tad4, Tad5, Tad6 et Tad7 : Dont la perte au feu est faible, mais pas plus que le premier groupe, ce qui montre une grande teneur en silice.
- Le groupe contenant l'échantillon Tad8 : Dont la perte au feu est relativement élevée, ce qui signifie une faible teneur en silice par rapport aux autres échantillons.

	Tad1	Tad2	Tad3	Tad4	Tad5	Tad6	Tad7	Tad8
SiO2%	99,57	99,39	77,62	91,21	82,76	88,54	55,31	42,36
TiO2%	0,00	0,00	0,18	0,28	0,22	0,28	0,82	3,28
Al2O3%	0,18	0,23	6,97	2,70	4,07	3,70	22,12	11,84
Fe2O3%	0,00	0,07	12,89	4,91	12,00	6,37	1,53	14,54
MnO%	0,00	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02	0,12	0,17
MgO%	0,07	0,04	1,48	0,44	0,61	0,59	0,10	11,01
CaO%	0,17	0,23	0,44	0,25	0,15	0,23	2,53	9,85
-2O%	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,12	10,28	4,02
K2O%	0,01	0,01	0,28	0,09	0,10	0,11	6,98	0,84
P2O5%	0,00	0,00	0,10	0,05	0,07	0,04	0,20	2,09
Totale	100	100	100	100	100	100	100	100

Eléments en traces en ppm :

Ba	74,5	162,6	72,7	51,9	28,6	111	1352	1711,2
Ce	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	1,9	5	17,7	10,1	18,6	12,9	6,5	39,7
Cr	0	0	14,2	7	6,9	7,7	0	74,6
Cu	1,3	1,8	5,4	2	2,6	2,8	3,2	28,3
Ga	0	0	6,4	0	0	0,5	35	25,1
Hf	1,2	1,7	3,3	8,7	6,4	8,4	22,1	5,8
La	-	-	-	-	-	-	-	-
Nb	0,6	0,4	5,1	6	5,9	7	106,6	131,5
Nd	1,4	5,4	11	25,8	12,2	20,7	28,8	156,3
Ni	3,2	4,8	25,6	7,6	13	13,1	0	74,9
Pb	0	0,2	3	8,2	13,1	11,1	4,2	0
Rb	0	0	8	0,2	0,2	0,8	167,7	8,2
S	0	0	664,2	448,3	186	121,6	563,8	1413,3
Sc	0	0	0	0	0	0	0	11,2
Sr	54,9	33,9	38,5	42,7	33,3	80	2016,2	2152,4
Th	2,3	2,5	4,7	5,8	4,5	6,1	47,7	13,5
V	1,7	4,6	34,8	14,3	19,7	13,1	102	183
Y	0	0	1	8,2	2,3	6,3	13	20,5
Zn	0	0	51,8	12,9	62,5	49,3	109,9	107,9
Zr	1,2	1,4	49,7	509	296,2	457,8	601,8	514,7

Fig. 155. Résultats des analyses par la méthode XRF des éléments majeurs en pourcentages et des éléments en traces (en ppm) dans les échantillons archéologiques et naturels du site de Taddart No Romi.

Les plaquettes sont riches en carbonates de baryum en traces, c'est-à-dire un silex riche en whiterite qui est un minéral dur est clair qui donne à ces plaquettes cette couleur claire.

Pour ce granite il s'agit de granite **S-type**, ce des granites qui dérivent de la fusion des roches méta-sédimentaires et sédimentaires, ils s'appellent aussi des granites perallumineuses avec

($\text{Al}_2\text{O}_3\% > [\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}\%]$). Minéralogiquement il se caractérise par l'abondance des minéraux perallumineux comme Muscovite, Grenat, Corindon et Al_2O_5 . L'enrichissement en Al_2O_3 de beaucoup des roches sédimentaires est dû à l'insolubilité de l'aluminium qui s'accumule dans les sédiments.

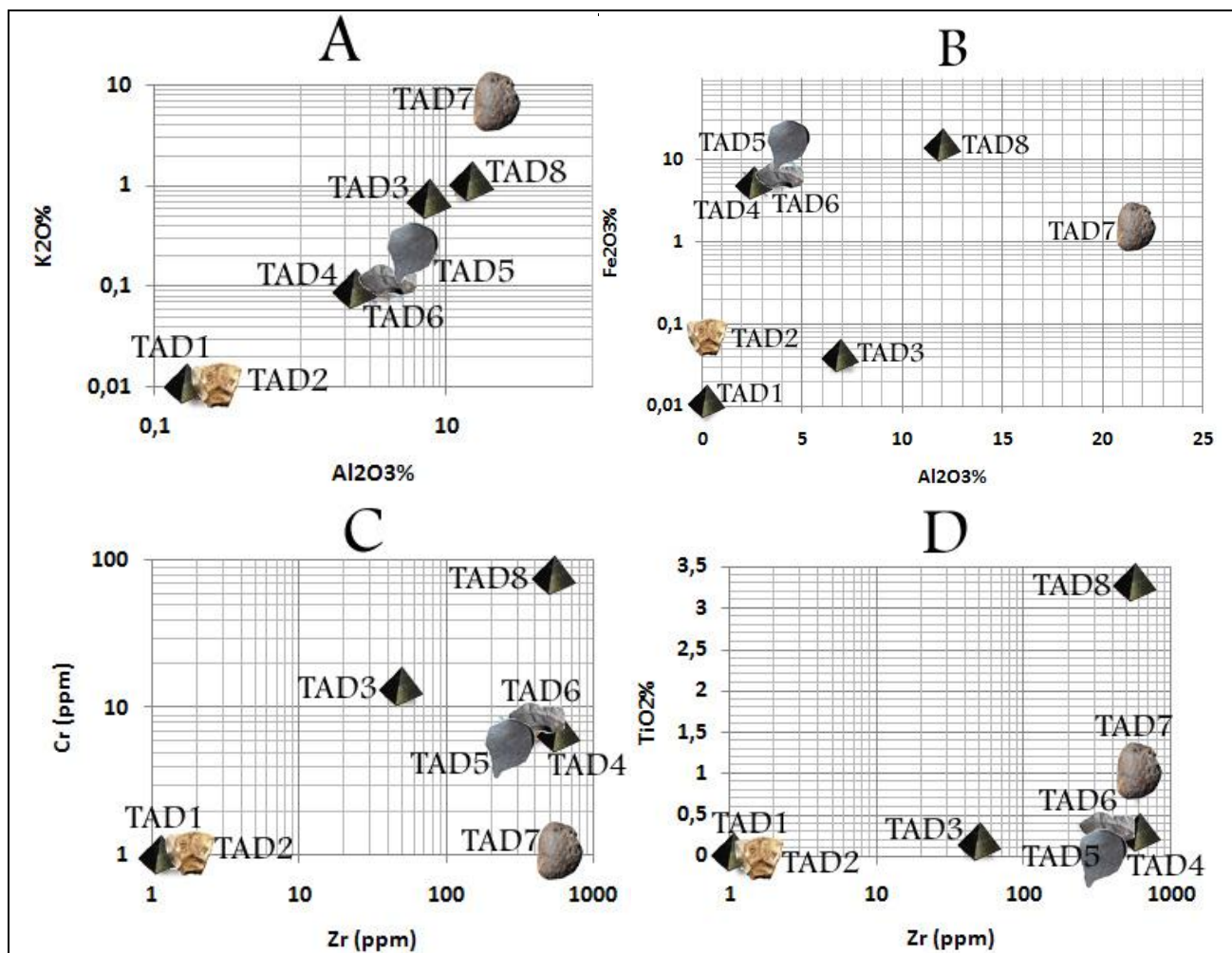


Fig. 156. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques et des échantillons naturels du site de Taddart No Romi.

A : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en K_2O . **B :** Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en Fe_2O_3 . **C :** Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Zr par rapport à la teneur en ppm en Cr . **D :** Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Zr par rapport à la teneur massique en TiO_2 .

5. Conclusions :

En conclusion on peut faire les correspondances suivantes :

Les échantillons naturels Tad3 et Tad8 n'ont pas de parenté avec aucun échantillon archéologique ce qui montre qu'ils n'ont pas été exploités.

Les échantillons archéologiques Tad5 et Tad6 montrent toujours une parenté géochimique claire avec l'échantillon naturel Tad4, ce qui signifie que cette intercalation gréseuse est la source majeure de la matière première lithique aux artisans paléolithiques sur ce site.

L'échantillon naturel Tad1 est identique à celui archéologique Tad2. En effet, les plaquettes siliceuses blanchâtres communes sur le site ont été largement exploitées.

L'échantillon archéologique Tad7, qui est un percuteur, ne présente pas aucune correspondance avec aucun échantillon naturel, il s'agit d'un galet de roche plutonique collecté directement sur le lit de l'oued juxtaposé au site. Ces galets viennent de la boutonnière précambrienne d'Ougnat loin d'une trentaine de km vers l'ouest du site. Les affluents d'oued Ziz qui traversent la boutonnière apporte des grandes galets d'origines géologiques variables vers l'aval et les mettre à la disposition des Hommes préhistoriques de Merzouga.

Ces résultats montrent que les échantillons naturels et archéologiques, ont deux sources géologiques essentielles qui sont :

- L'affleurement de l'intercalation gréseuse (Tad4), qui est au milieu du plateau schisteux carbonifère contenant le site. En effet, cette matière n'a pas subi aucun déplacement.
- Les plaquettes blanchâtres siliceuses (Tad2), qui sont dispersées sur le plateau.

Le site été un atelier de taille et non pas un lieu d'habitat puisqu'il n'ya pas de matières premières lithiques importées et puisqu'il y a un manque des pièces retouchés et la chaîne opératoire incomplète.

VII. Site de Djebel Kfiroun:

1. Localisation géographique du site:

Le site de Djebel Kfiroun se trouve à environ deux kilomètres au sud ouest du village de Taouz, et sur la basse vallée de Ziz et au piémont sud d'un massif montagneux résiduel qui s'appelle Djebel Kfiroun d'où le nom du site (**Fig. 157.**) et (**Fig. 158.**).

Les coordonnées GPS sont : N30.53.624, W04.01.084, Altitude : 698 mètres.



Fig. 157. Image satellite inclinée vers le sud et montrant la localisation géographique du site de Djebel Kfiroun au sud ouest du village de Taouz. D'après Google Earth.



Fig. 158. Photographie montrant le flanc sud de Djebel Kfiroun contenant le site.

2. Contexte archéologique du site de Djebel Kfiroun et constitution physique de sa lithothèque archéologique :

La bonne matière première lithique et la proximité d'un ou plusieurs points d'eau, ont attiré les Hommes préhistoriques sur ce site durant la préhistoire (Guislain, 2000). Cependant, une suite de problèmes liés au contexte géomorphologique a freiné l'interprétation archéologique du site (Guislain, 2000). En effet, la mise en place de nouveaux glacis ont mélangé et érodé la surface du site, et aussi ils ont couvert partiellement les restes lithiques.

Le site est attribué à la civilisation acheuléenne grâce à la grande présence des bifaces et des hachereaux (Guislain, 2000). Le site se trouve sur le même axe géologique et géographique de la haute et la moyenne vallée de Drâa. Dans cette dernière les populations acheuléennes ont été installées sur les bords de l'Oued Drâa et à proximité des formations des grès et quartzites de Bani et de Saghro (Camps et al, 1978).

Pour reconstituer la lithothèque archéologique du site, et sur une superficie représentative du site, on a prélevé quatre échantillons (**Fig. 159.**), deux fabriqués à partir des grès (JK2 et JK3) et deux de l'hématite (JK5 et JK6).

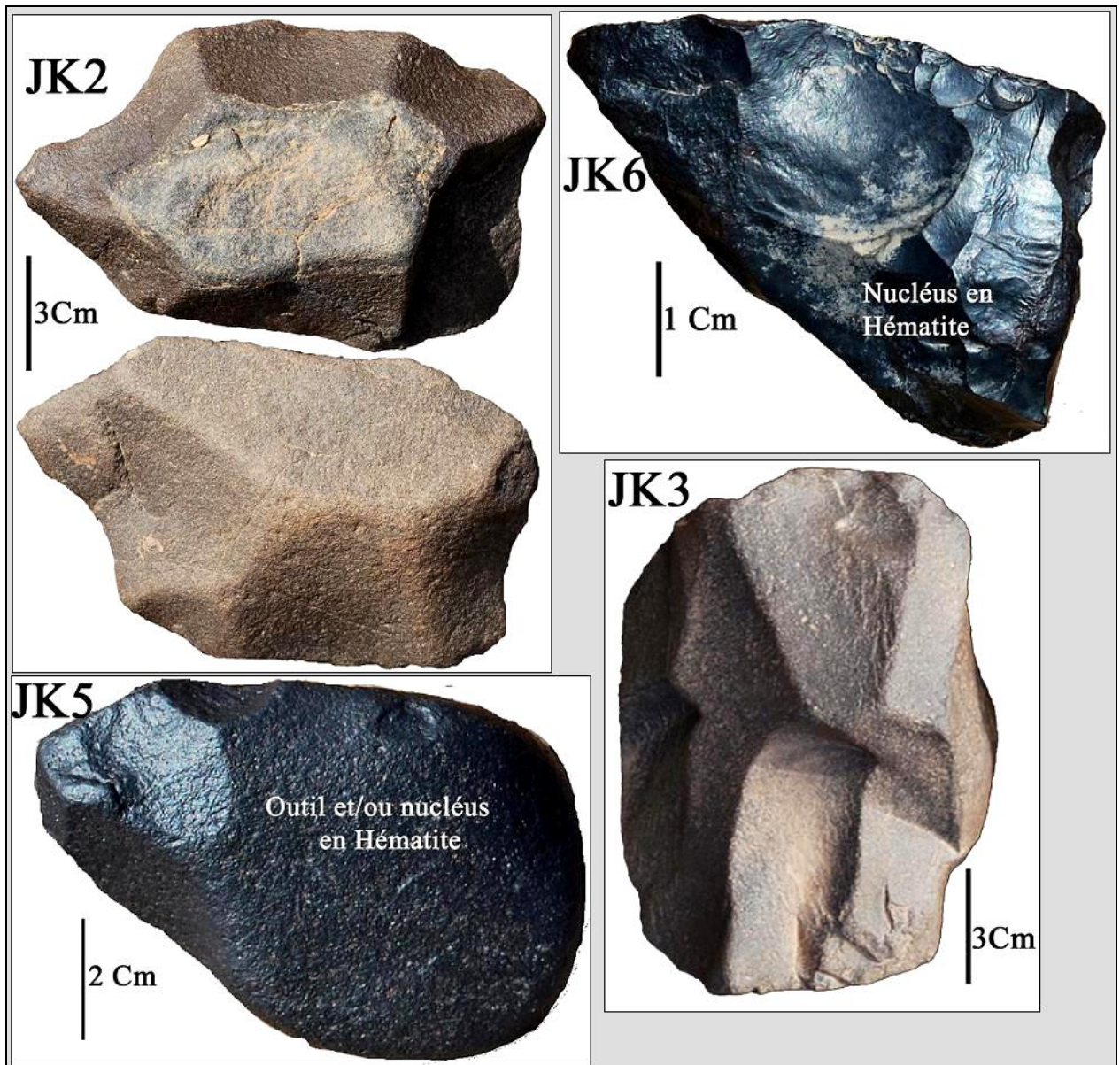


Fig. 159. Planche photographique des échantillons archéologiques formant la lithothèque archéologique du site de Djebel Kfiroun.

3. Contexte géologique du site de Djebel Kfiroun et constitution physique de la lithothèque naturelle :

Le Djebel Kfiroun est un lambeau résiduel séparé des autres terrains ordoviciens par l'oued Ziz sur sa rive gauche. Ce massif, long de six kilomètres de l'est à l'ouest se forme essentiellement des terrains sédimentaires ordoviciens dont les plus hautes crêtes s'orientent de l'est à l'ouest et culminent à environ 859 mètres d'altitude. Son flanc méridional qui surplombe le site est formé par la formation inférieure de Ktaoua (**Fig. 160.**) formée par des grès et les quartzites. Les éboulis provenant de l'érosion de cette formation s'étaient sous forme des cônes de déjection qui se terminent en avant par un reg plat cloisonné par des crêtes calcaires à Orthocères et autres faunes

d'âge Dévonien inférieur (**Fig. 160.**). Le flanc septentrional de Djebel Kfiroun est la formation supérieure de Tiouririne formée essentiellement par des grès grossiers d'âge ordovicien. L'apparence perturbée des terrains est due à un réseau de failles parallèles qui ont mis en contact des terrains ordoviciens et ceux dévoniens (**Fig. 160.**).

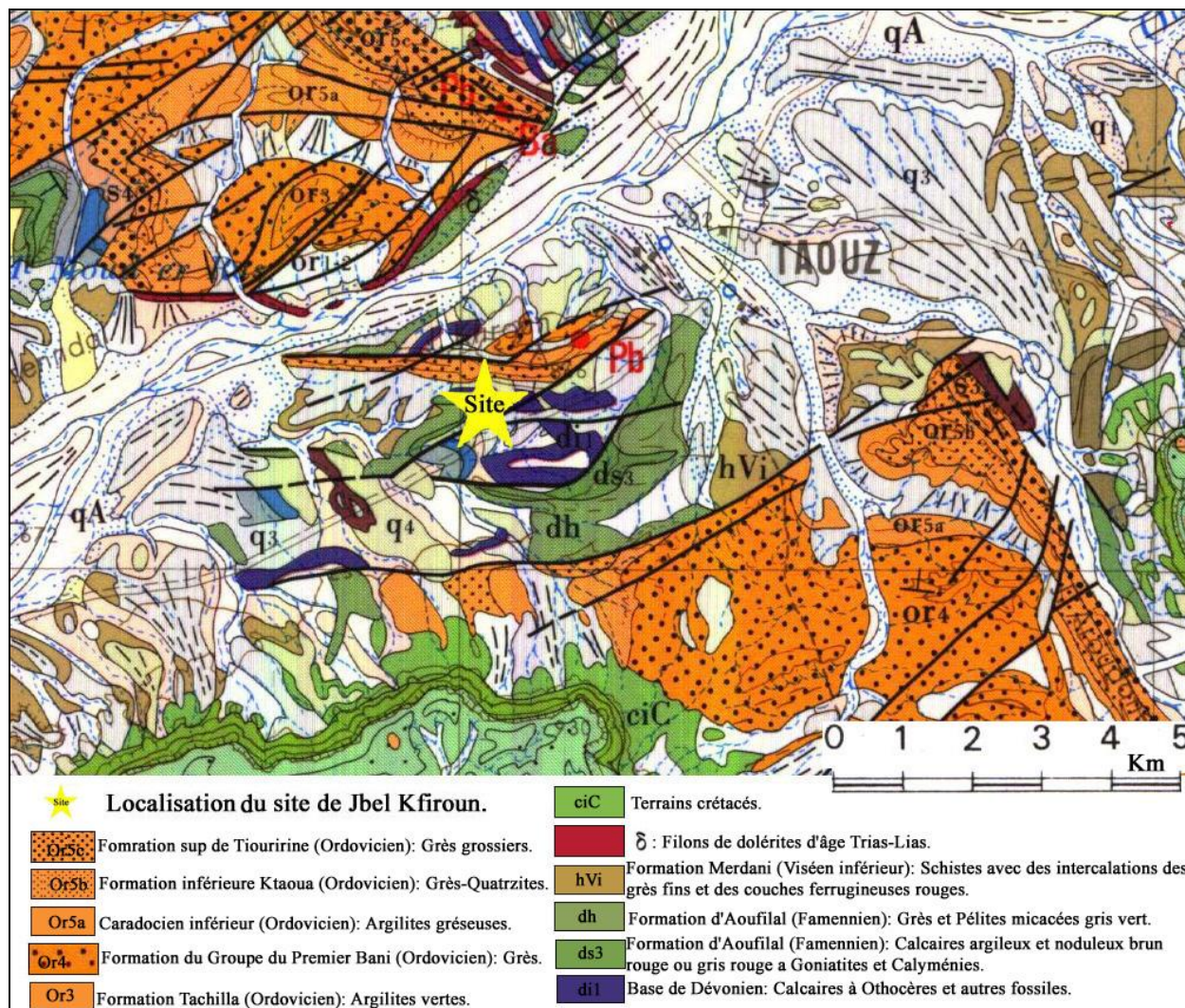


Fig. 160. Carte géologique montrant le contexte géologique du site de Djebel Kfiroun, extraite de la feuille de Tafilalt-Taouz à 200 000 ème.

Les types pétrographiques des matières lithiques sont abondantes autour du site, mais celles aptes à la taille pour la réalisation d'outils lithiques par l'Homme préhistorique sont de deux types et se présentent sous forme des formations sédimentaires qui affleurent en amont du site et dispersées en aval sur le site lui même. On cite surtout les grès fins quartziques (**Fig. 161.A.**) de la formation inférieure de Ktaoua d'âge Ordovicien qui forme la crête culminante du massif de Djebel Kfiroun. On cite aussi des hématites dispersés sur le plateau et qui sont parfois taillés (**Fig. 161.B.**).

Pour la reconstitution de la lithothèque naturelle, on a prélevé seulement deux échantillons qui sont aptes à la taille (**Fig. 161.**), un seul échantillon au cœur la crête culminante de Djebel Kfiroun formée par les grès fins quartziques de la formation inférieure de Ktaoua et nommé JK1 (**Fig. 161.A.**), et un bloc de l'hématite nommé JK4 (**Fig. 161.B.**).

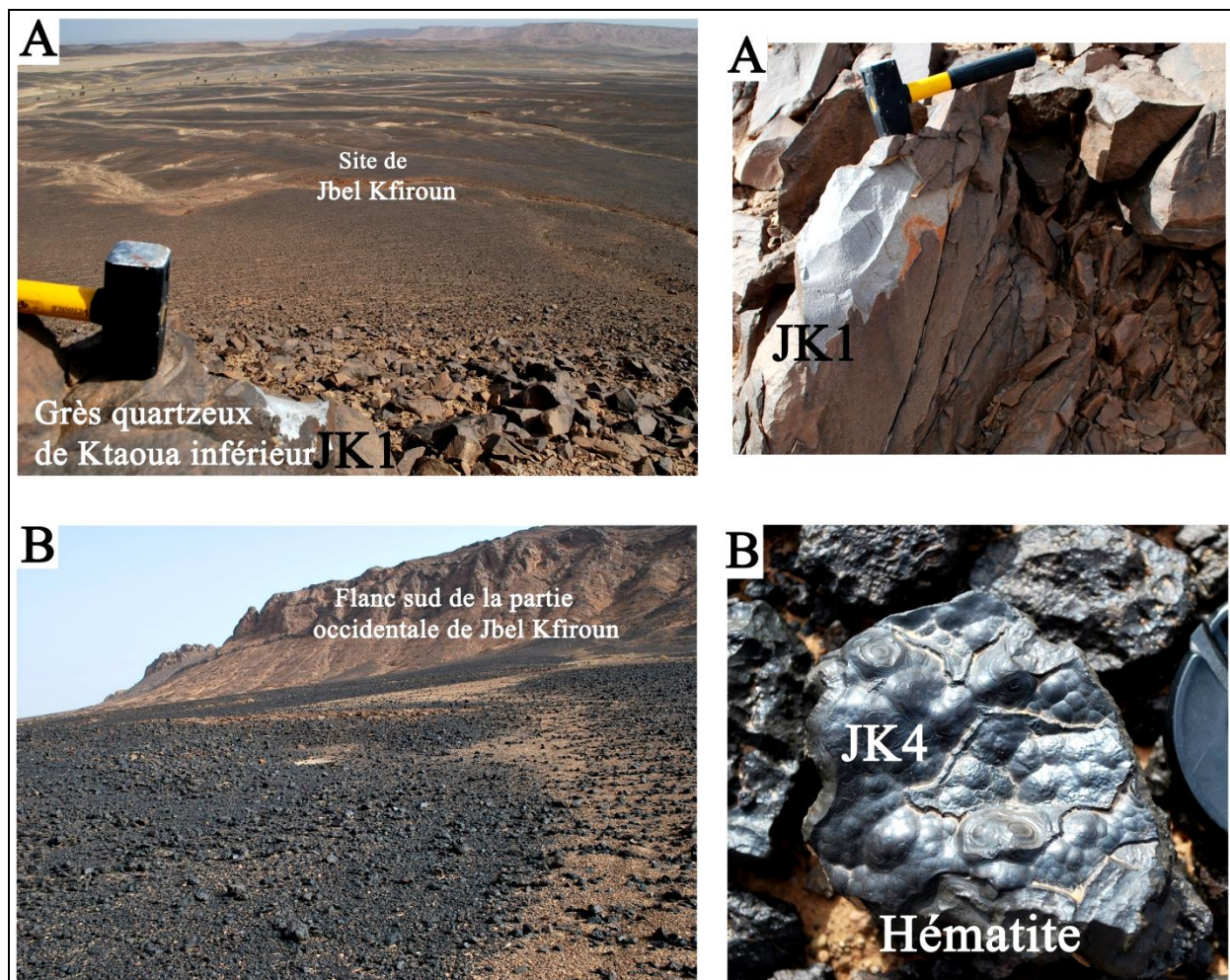


Fig. 161. Planche photographique montrant : **A** : Vue panoramique sur le site de Djebel Kfiroun à partir de la crête grés-quartzique de Ktaoua inférieur (Ordovicien) au sommet de la partie orientale, et l'échantillon naturel JK1. **B** : Les hématites dispersées sur le reg contenant le site et l'échantillon naturel JK4.

4. Etude pétrographique des lames minces des échantillons naturels et archéologiques en grès quartzeux fins exploités à Djebel Kfiroun:

a. La lithothèque naturelle :

La crête culminante de Djebel Kfiroun formée par les grès fins quartziques de la formation inférieure de Ktaoua est la matière première essentiellement apte à être débitée par l'Homme préhistorique pour la fabrication de ses outils lithiques. Les hématites sont aussi taillées mais en faibles proportions, un échantillon naturelle a été prélevé (JK4) pour l'étudier mais l'étude de sa

lame mince est inutile et nécessite un microscope optique à réflexion à cause de l'opacité du matériel parce que en général la goethite et l'hématite sont opaques en lame mince, ce type d'artefacts préhistoriques en hématite sont exclusifs à ce site. En effet, des études pétrographiques ont été effectuées seulement sur le matériel des grès quartzeux (**Fig.162.**).

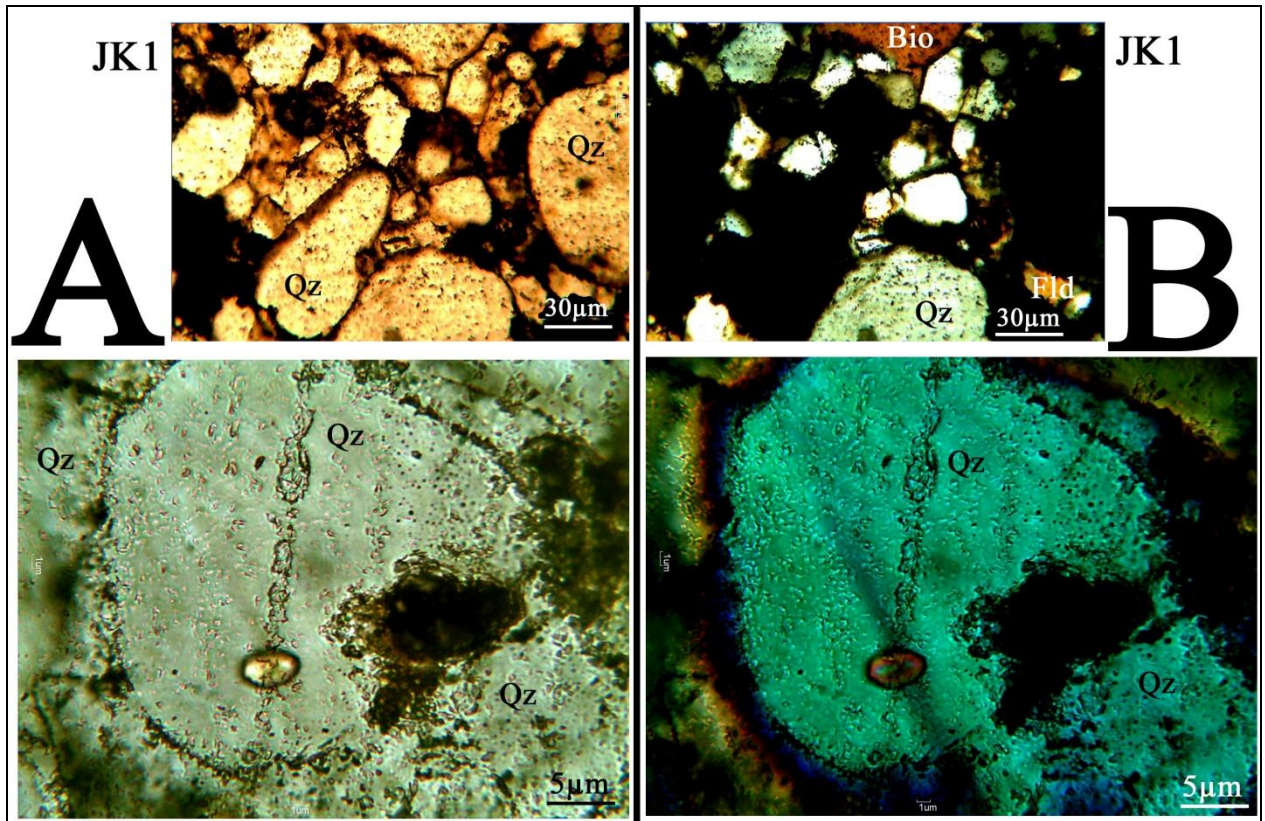


Fig. 162. Observation de la lame mince de l'échantillon naturel JK1 prélevé au cœur la crête culminante de Djebel Kfiroun au microscope optique polarisant, sous un faible puis un fort grossissement, **A** : Observation avec la lumière polarisée non analysée, **B** : Observation avec la lumière polarisée et analysée, **Qz** : Quartz, **Bio** : Biotite, **Fld** : Feldspath.

D'après les observations de la lame mince au microscope optique polarisant, la roche est formée essentiellement des grains de quartz, plus de 92% selon les statistiques effectuées sur la lame mince, et en faible quantité des feldspaths et des biotites altérés en chlorite (métamorphisme de bas degré). Les grains de quartz sont bien classés selon le diagramme montrant l'estimation de degré de la sélection des grains de quartz formant les éléments figurés des roches détritiques (Gómez Gras, 1999), et ils sont fins (taille maximale ne dépasse pas 75µm donc ce sont des siltites) c'est la raison pour laquelle est une matière lithique de bonne qualité. L'étude d'un grain de quartz représentatif sous un grand grossissement montre des interpénétrations avec les grains juxtaposés et à l'intérieur du grain lui-même dues aux dissolutions partielles sous la pression élevée, ce qui témoigne le degré élevé de tassement des grains (Gómez Gras, 1999). Ce caractère

pétrographique montre la grande aptitude de la roche à donner une cassure conchoïdale lors de débitage par l'Homme préhistorique, et d'ailleurs c'est la raison pour laquelle cet affleurement été préféré.

b. La lithothèque archéologique :

La roche qui constitue ces deux artefacts JK2 et JK3, semble être la même roche de point de vue pétrographique (**Fig. 163.**), il s'agit d'un grès à grains fins dont la taille est entre 30 et 75µm. Le contact entre les grains de quartz est linéaire voire concavo-convexe (Gómez Gras, 1999), et ils sont bien classés selon le diagramme montrant l'estimation de degré de la sélection des grains de quartz formant les éléments figurés des roches détritiques (Gómez Gras, 1999).

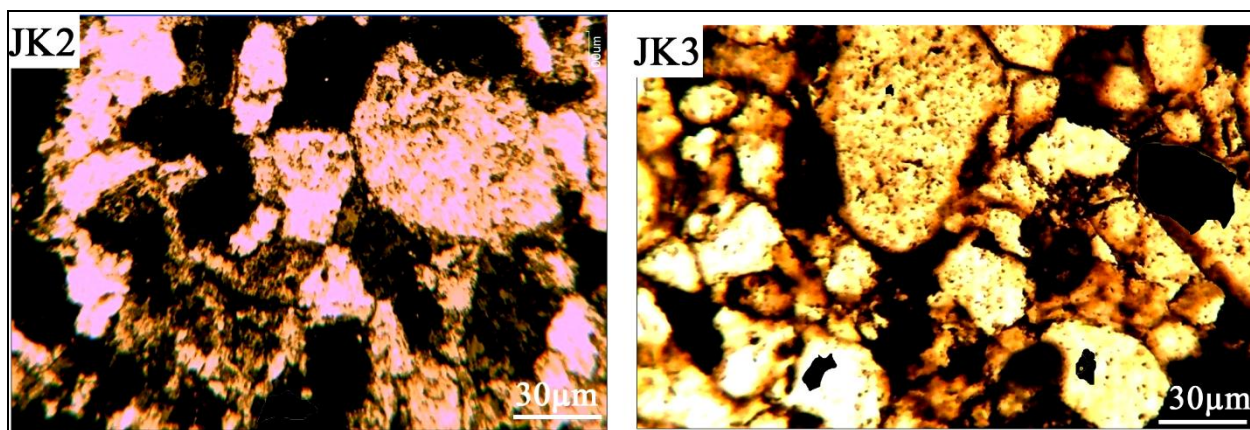


Fig. 163. Planche micrographique des lames minces des échantillons archéologiques JK2 et JK3, observées au microscope optique polarisant avec la lumière polarisée non analysée.

5. Analyses des échantillons par la méthode de la fluorescence des rayons X (XRF) :

Les mêmes procédures manipulatoires ont été suivies afin de préparer les poudres puis les pastilles des échantillons, naturels et archéologiques, puis nous avons procédé aux analyses géochimiques par la méthode de la fluorescence des rayons X, en commençant comme d'habitude par la mesure de la perte au feu (PAF).

<i>Echantillons</i>	<u>C.V. (g)</u>	<u>P.A.(g)</u>	<u>P.T.Av.P.</u>	<u>P.T.Ap.P.</u>	<u>L.O.I.</u>	<u>TYPE PREVU</u>
JK1	10,4825	0,7823	11,2648	11,2529	1,52115557	Grès
JK2	10,8574	0,6262	11,4836	11,454	4,72692431	Grès
JK3	13,5007	0,6419	14,1426	14,1239	2,91322636	Grès
JK4	10,9873	0,6161	11,6034	11,5463	9,26797598	Hématite
JK5	15,1097	0,6299	15,7396	15,6786	9,68407684	Hématite
JK6	13,5076	0,6312	14,1388	14,0749	10,1235741	Hématite

Fig.164. Les résultats de la mesure de la perte au feu des échantillons de site de Djebel Kfiroun.

D'après ces résultats les échantillons archéologiques et ceux naturels sont déjà groupés en deux groupes, les grès quartzitiques montrent une faible perte au feu alors que les hématites ont une perte au feu avoisinant les 10% (**Fig. 165.**).

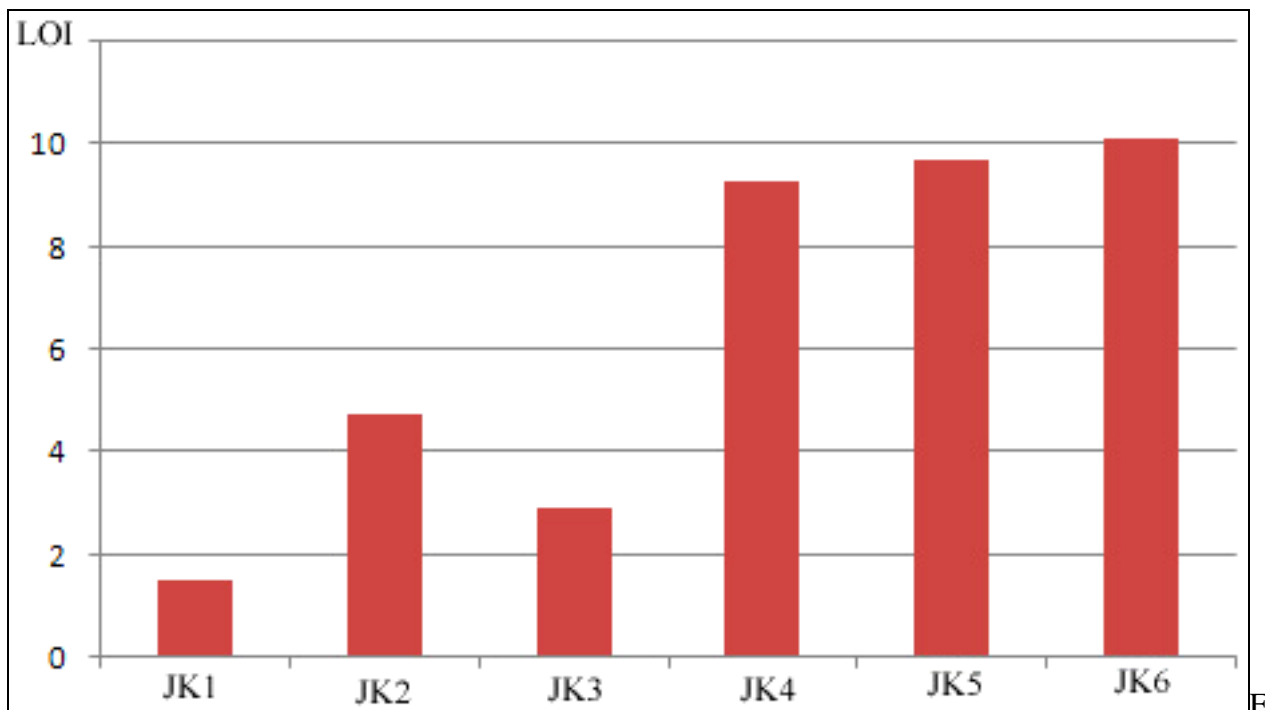


Fig. 165. Histogramme montrant la variation de la perte au feu dans les échantillons de Djebel Kfiroun.

Les résultats des analyses géochimiques des six échantillons permettront de les classer facilement en deux groupes (**Fig. 166.**) : Un groupe contenant les échantillons JK1, JK2 et JK3, et un groupe contenant les échantillons JK4, JK5 et JK6.

Éléments majeurs :	JK1	JK2	JK3	JK4	JK5	JK6
SiO2%	88,4443542	79,3197565	82,6364573	10,0341072	9,46319867	9,74950342
TiO2%	0,1320065	0,16796137	0,16477858	0,80316867	1,23962369	1,02074597
AL2O3%	5,01624695	4,68192316	6,1277034	8,20772362	8,68843387	8,44736261
Fe2O3%	1,22867587	4,52445937	3,25437693	69,3145561	75,2739347	72,2853675
MnO%	0,04061738	0,32542515	0,12358393	0,09902079	0,01106807	0,05517546
MgO%	0,11169781	0,56686962	0,06179197	0,12102542	0,36524626	0,24277202
CaO%	1,42160845	7,09636784	3,19258496	6,05127077	2,33536248	4,19885235
Na2O%	3,51340374	3,13877808	4,1915551	0	0	0
K2O%	0,06092608	0,05248793	0,07209063	2,50852679	1,47205313	1,99183403
P2O5%	0,03046304	0,12597103	0,17507724	2,86060073	1,15107914	2,00838667
total	100	100	100	100	100	100

Éléments en traces (ppm)	JK1	JK2	JK3	JK4	JK5	JK6
Ba	105,3	1497,9	1179,6	24,6	18,7	21,65
Ce	na	na	na	na	na	na
Co	3,7	6,2	11,1	17,6	15,9	16,75
Cr	10,8	11,7	12,9	0	0	0
Cu	0	2,4	17	0	0	0
Ga	1,5	0	3,2	0,4	0,3	0,35
Hf	3,3	3	3,5	1,6	2	1,8
La	na	na	na	0	0	0
Nb	3,3	3,8	3,7	6,5	7,5	7
Nd	9,6	1,7	15,5	96,6	88	92,3
Ni	1,6	4,6	9	0	0	0
Pb	0	0	2,5	0	0	0
Rb	0	0	0	7,5	6,6	7,05
S	3396	2597,6	1567,5	0	0	0
Sc	0	0	0,1	15,2	16,7	15,95
Sr	28,6	190,2	75,6	92,2	89	90,6
Th	5,2	5,2	5,4	0	0	0
V	71,9	147,6	57	366,8	402,4	384,6
Y	0	0,6	4,4	0	0	0
Zn	10,8	19,8	1,2	0	0	0
Zr	139,6	136,1	136,6	28,3	30	29,15

Fig. 166. Résultats des analyses par la méthode XRF des éléments majeurs en pourcentages et des éléments en traces (en ppm) dans les échantillons archéologiques et naturels du site de Jbel Kfiroun.

Pour le premier groupe on constate que les trois échantillons sont presque identiques avec une grande richesse en silice, sauf que l'échantillon naturel JK1 est pauvre en oxydes de fer par contre les deux échantillons archéologiques JK2 et JK3 ont une légère augmentation de la teneur en fer, cela peut être expliqué par une patine importante qui se dépose sur la surface de l'artefact,

cette patine est matérialisée par une coloration marron foncée et les arrêtes de l'artefact sont fortement émoussées (**Fig. 159.**), alors que l'échantillon naturel a été prélevé dans une cassure fraîche au cœur de l'affleurement.

Pour le deuxième groupe on constate une forte teneur en fer, et une teneur considérable en silice pour les échantillons JK4 et JK5, alors que l'échantillon JK6 est pauvre en silice.

Dans le site il ya une grande disponibilité des oxydes et hydroxydes de fer qui se dépose sur les artefacts.

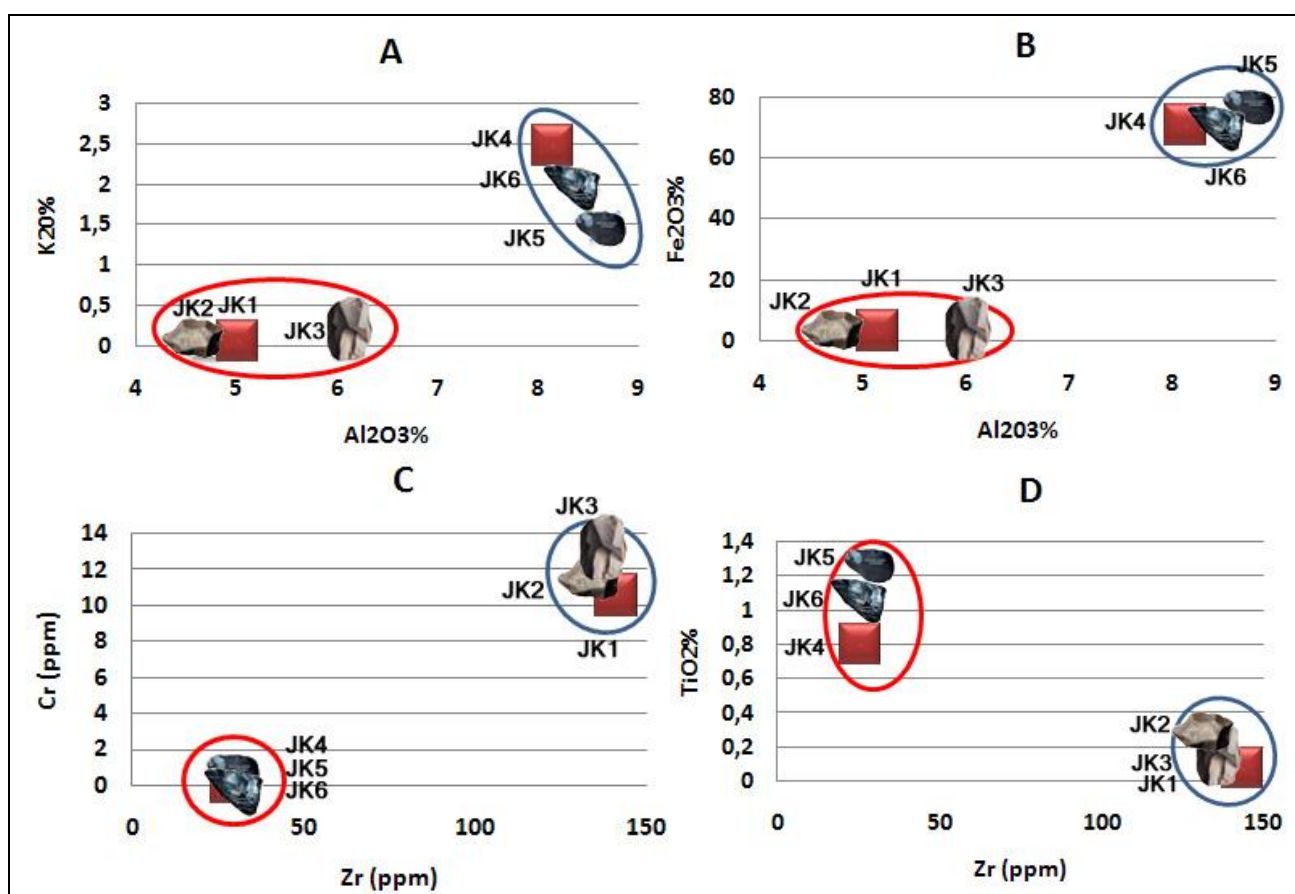


Fig. 167. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques et des échantillons naturels du site de Jbel Kfiroun. **A :** Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en K_2O . **B :** Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en Fe_2O_3 . **C :** Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Zr par rapport à la teneur en ppm en Cr . **D :** Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Zr par rapport à la teneur massique en TiO_2 .

Les échantillons archéologiques JK2 et JK3 présentent la même signature géochimique que l'échantillon naturel JK1 (**Fig. 167.**).

Les échantillons archéologiques JK5 et JK6 présentent la même signature géochimique que l'échantillon naturel JK4 (**Fig. 167.**).

6. Conclusions :

Les études effectuées sur le site de Djebel Kfiroun ont permis de mettre en lumière les comportements vis-à-vis de l'approvisionnement en matière première des populations acheuléennes qui ont vécu sur la vallée de Ziz durant le Paléolithique ancien.

Les Préhistoriques ont exploité préférentiellement les grès quartzeux de la formation ordovicienne dite Ktaoua inférieur et qui forment la crête culminante du massif de Djebel Kfiroun. Mais ici il faut signaler que les Acheuléens de Djebel Kfiroun n'ont pas grimper la montagne pour s'approvisionner en ces grès quartzeux, mais ils ont exploité directement les éléments lithiques étalées sur les formations superficielles en aval (glacis) à l'état détritiques qui proviennent du démantèlement du massif de Djebel Kfiroun, cela est attesté par les nucléus dormants trouvés au milieu du site en aval du massif (Guislain, 2000). Malgré la multitude des matières premières sur le site (Calcaires dévoniens, grès mal consolidés,...), les Acheuléens de Djebel Kfiroun savent bien comment sélectionner les matériaux lithiques taillables qui proviennent précisément du niveau des grès quartzeux de Ktaoua inférieur (**Fig. 167.**).

Les hématites, dont la formation est généralement liés aux formations détritiques ordoviciennes, sont également parfois taillées mais dans des périodes plus récentes (**Fig. 167.**).

VIII. Site de Tiounouine :

Le site de Tiounouine se trouve au sud de la ville de Boumalne à quelques dizaines de kilomètres des fameux sites d'Amane Oukider (site d'Azag-n-Ouchen et celui d'Imli). Les coordonnées GPS d'une bonne concentration en artefacts sont N 31°16'42.1'' 005° 52' 50.0'' et à une altitude de 1648 mètres. Sur ce site d'âge probablement Paléolithique moyen et supérieur, les Préhistoriques ont exploité les jaspes rouges (**Fig. 168.**) et (**Fig. 169.**) qui cimentent les brèches d'une faille d'orientation NE-SW et qui traverse la boutonnière précambrienne de Tiounouine formée surtout des granites et peu des microgranites. Ce type de roches s'appellent Tachilites ou Mylonites.



Fig. 168. Image satellite montrant les brèches de faille exploités par les Préhistoriques au milieu des granites de Tiounouine. D'après Google Earth.



Fig. 169. Planche photographique montrant les artefacts lithiques de site de Tiounouine. *Clichés A. Ait Touchnt*

IX. Site de Tinifift :

Le site se trouve au sud-est de Tinghir, les coordonnées GPS 31°14'27,93"N -5°08'54,03"O et une altitude de 1069 mètres. Le site fut découvert lors d'une mission de prospection par Ahmed Ait Touchnt, Richard Wyatt et Larbi Boudad. Ce site se situe au pied du grand montagne de Gaiz (**Fig. 170.**) dans la région d'Alnif. Le village s'appelle Tinifift qui est un terme berbère qui signifie l'entonnoir (**Fig. 170.**) grâce à la forme du sommet du Jbel Gaiz qui est sous cette forme. Les Préhistoriques ont exploité des quartzite ordovicien du Premier Bani (**Fig. 170.**).



Fig. 170. Photographie montrant le reg contenant le site de Tinifift. *Cliché A. Ait Touchnt*

Ce site est le plus riche en matériel lithique dans la région d'Alnif au sud est de Tinghir, avec une densité relativement importante. Le matériel est assez homogène avec des galets à enlèvement isolés (**Fig. 171.**), des bifaces sur le quartzite, et des nucléus de grande taille surtout des nucleus Levallois et Discoïde et des nucléus dormant (**Fig. 171.**).



Fig. 171. Planche photographique montrant les artefacts lithiques dispersés sur le reg contenant le site de Tinifit. *Clichés A. Ait Touchnt*

Le gîte de la matière première est une longue terrasse élevée riche en gros bloc de quartzite (**Fig. 170.**).

X. Site de de Imi-n-Tizi :

Le site se trouve à quelques centaines de mètres de la route nationale liant Tinghir et Alnif, les coordonnées GPS sont : $31^{\circ}15'31,07''\text{N}$ - $5^{\circ}15'36,19''\text{O}$ et une altitude de 1070 mètres. Les restes lithiques sont dispersés au piémont d'une terrasse élevée ancien qui se présente sous forme d'une crête. Le village juxtaposé s'appelle Imi-n-Tizi d'où le nom du site (**Fig. 172.**).



Fig. 172. Photographie montrant le reg contenant le site de Imi-n-Tizi, on peut voir le Jbel Gaiz qui surplombe le site de Tinifift. *Cliché A. Ait Touchnt*

L'assemblage lithique n'est pas différent du dernier sauf que ce site présente des différents types de biface, de type acheuléens (**Fig. 173**), et un type régulier et mince qui est probablement atérien (**Fig. 173**).



Fig. 173. Planche photographique montrant les bifaces du site de Imi-n-Tizi. *Clichés A. Ait Touchnt*

La matière première est sous forme des grès et des quartzites qui se présentent sur place sous forme des blocs sur une terrasse ancienne aux pieds des formations ordoviciennes de Premier Bani avec fer oolithique (d'après la carte géologique de Toudgha Mairer à 1 /200 000). Le site est riche aussi en tumulus protohistoriques.

CHAPITRE 5 :

**CONCLUSIONS GENERALES ET
PERSPECTIVES.**

I. Conclusions générales :

Grâce à ce travail il a été possible d'approfondir la connaissance des stratégies de l'approvisionnement en matières lithiques pour les sites préhistoriques déjà signalés (Guislain, 2000). Mais aussi sur des nouveaux sites découverts lors des activités des prospections de ce travail (Site de Tiounouine, site d'Imi-n-Tizi et site d'Iminiker).

Les études ont montré la potentialité de la valorisation des sites préhistoriques de surface en étudiant leurs coté pétro-archéologiques et en reconstituant les comportements humaines au Paléolithique, en les comparant aux autres sites en stratigraphies au nord et au centre du Maroc et aussi en Algérie.

Pour tous les sites étudiés il résulte que les affleurements géologiques des bonnes matières lithiques ont joué le rôle déterminant dans l'implantation dans un site par l'Homme préhistorique mais aussi dans quelques sites les points et cours d'eau et les cuvettes lacustres comme dans le cas du site d'Azag-n-Ouchen où les artefacts lithiques moustériens et/ou atériens sont inclus dans les dépôts lacustres et les travertins du Pléistocène supérieur et d'Holocène à l'instar du site de Tarf H'mer et autres sites au nord de la Mauritanie (Pasty, 1998), même chose dans la Saoura au Sahara nord ouest, les sites de Zouiya El Kabira et de Foum El Hartani sont implantés à proximité d'un Oued (Chavaillon, 1971, 1985). Les matériaux lithiques exploités sont souvent autochtones à l'exception du site d'Azag-n-Ouchen où la matière lithiques a parcouru plus de 30 kilomètres dans les cas des jaspes mylonitiques de Tiounouine. Cela est confirmé grâce à une prospection détaillée et exhaustive qui témoigne que la source le plus proche du site est loin de 30 Km a vol d'oiseau du site d'Azag-n-Ouchen.

Les matières premières sont diverses dans le sud est marocain grâce à la proximité des boutonnières anciennes de Saghro et d'Ougnat et aussi de la barre turonienne qui a livré le silex sur des centaines des kilomètres aux populations paléolithiques.

La matière première exploitée varie selon l'outil souhaité ou la méthode de débitage à utiliser et à l'âge de l'outil. Les populations acheuléennes ont exploités des grès et des quartzites d'âge ordovicien et des roches hypo-volcaniques des filons magmatiques liasiques sans précision de choix de la matière lithique parce que les produits sont de grandes dimensions, des éclats peuvent atteindre 40 centimètres de longueur et 5 kilogrammes du poids, la matière lithique n'a pas subi de migration. Alors que les civilisations moustériennes et atériennes ont précis d'avantage la qualité de la matière première à débiter, ils ont choisi des microgranites à grains homogènes et

fins, des quartzites et des grès quartzitiques et des rhyolithes, et aussi des hématites homogènes dans le cas particulier du site de Jbel Kfiroun.

Durant le Paléolithique moyen et supérieur, les matières premières lithiques ont subi des migrations relativement longues. Au Paléolithique supérieur les arénites de l'ordovicien et les roches magmatiques ont été abandonnés parce qu'ils ne sont plus utiles pour des outils sophistiqués et de petites tailles, en fait les Hommes ont fait recours aux silex turoniens et des quartzites de très bonne qualité à grains fins, bien classés et bien entassés. Les percuteurs absents dans les périodes plus récentes s'explique pas l'utilisations des bois ou ossements qui ne se conservent pas.

La majorité des sites étudiés sont des ateliers de taille où les pièces retouchés sont absents et les chaînes opératoires sont incomplètes (Boudad, 2008). Deux sites seulement sont vraisemblablement des sites d'habitat atérien (site d'Azag-n-Ouchen et site de Taddart No Romi).

Les sites étudiés ne présente qu'une petite partie des territoires du sud-est marocain, il est fort probable que d'autres sites à découvrir sont y présents. Au futur les études géologiques peuvent amener à leurs découvertes puisqu'on peut localiser les matières lithiques susceptibles à être exploités par les populations paléolithiques. En particulier les études géologiques des dépôts quaternaires peuvent découvrir d'éventuels sites en stratigraphies.

La vulnérabilité de ces sites est un problème à coté de leurs études, en fait les chercheurs des pièces antiques détériorent les assemblages lithiques en sélectionnant les pièces acheuléennes et d'autres artefacts. Aussi l'urbanisation et l'exploitation des terrains amènent à la disparition complète de ces sites.

II. Perspectives :

Cette étude a focalisé seulement un point de vue pétroarchéologique de chaque site, en effet on a étudié et analysé un nombre limité des échantillons. Une étude complète de chaque site des tous les points de vues est souhaitée.

Un approfondissement de l'étude des relations entre les sites et les émergences hydriques est aussi souhaité au futur pour mieux effectuer des reconstitutions paléo-environnementales de ces sites.

Une grande aide de l'analyse des sites à été donné par la consultation des photos aériennes grâce à Google Earth, en effet au futur pour approfondir cet aspect avec l'utilisation des systèmes SIG et les systèmes des traitements d'images pour une meilleure restitution des informations sur les sites. Les données obtenus seront objet de publications scientifiques consultables dans les sites web des universités marocaines afin de connaître mieux la préhistoire du sud marocain.

Les sites de surfaces dans le sud est marocain sont nombreux, et malheureusement ils sont encours de destruction à cause de l'exploitation croissant des terrains pour les constructions et les champs agricoles. Dernièrement trois nouveaux sites ont été découverts et répertoriés lors de plusieurs missions de coopération marocao-française, maroco-italienne et maroco-américaine, mais leur étude et leur préservation est d'une urgence prioritaire.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES :

- Ait Touchnt, A. et *al.* 2011. Approche pétrographique et caractérisation géochimique pour l'étude de l'approvisionnement en matières premières lithiques durant le paléolithique ancien et moyen, dans les sites préhistoriques de surface dans le sud-est marocain. 6ème Rencontre des Quaternaristes Marocains (RQM6), Actes RQM6, Tanger, 2011.
- Alvaro J.J., Ferretti A., González-Gómez C., Serpaghi E., Tortello M.F., Vecoli M. & Vizcaino D., 2007. A review of the Late Cambrian (Furongian) paleogeography in the western Mediterranean region, NW Gondwana. *Earth-Sci. Rev.*, 85, 47-81.
- Antoine, M., 1950. A-propos de la carrière de Sidi Abderrahmane, B.S.P.F., t.47, pp.290-292.
- Antoine, M., 1954. Pour une réhabilitation des stations de surface. *Bulletin de la Société de Préhistoire du Maroc*, 7-8, 147-153.
- Arambourg, C., 1949a. Présentation d'objets énigmatiques provenant du Villafranchien d'Algérie, C.R.Somm. Soc. Géol. France, pp. 120-123.
- Arambourg, C., 1949b. Sur la présence dans le Villafranchien d'Algérie de vestiges éventuels d'industries humaines, C.R.A.S, Paris, 299, pp. 66-67.
- Arzarello, M., Boudad, L., Peretto, C., Guislain, S., Aarab, M., 2012. Le débitage Levallois du site d'Amane Oukider (Sud-Est du Maroc) : analyse technologique d'un assemblage standardisé
- Asfaw, B., White, T., Lovejoy, O., Latimer, B., Simpson, S. & Suwa, G., 1999. *Australopithecus garhi*: a new species of early hominid from Ethiopia. *Science* 284, 629–635.
- Aubry, M.-P., 1975. Recherches sur la nanopétrographie des roches siliceuses. *Bull. Soc. Géol. de Normandie et Amis du Muséum du Havre*, t. LXII, fasc. 2, 2^e trim., p.7.
- Balout, L., 1955. *Préhistoire de l'Afrique du Nord*, Paris, Arts et Métiers graphiques, 544p.
- Ballout, L., 1965. Données nouvelles sur le problème du Moustérien en Afrique du Nord, V^e Congrès panafricain de Préhistoire de Santa-Cruz de Ténérife, Iles Canaries, pp.137-145.
- Belka, Z. 1998. Early Devonian kess-kess carbonate mud mounds of the eastern Anti-Atlas (Morocco), and their relation to submarine hydrothermal venting. *J. Sedim. Res.*, 68, 368-377.

- Berrahma, M., Delaloye, M., 1989. New geochronological ideas on the volcanic massif of Siroua, Anti-Atlas, Morocco. *Journal of African Earth Sciences* 9 (3-4): 651-656.
- Boëda, E., 1988. Le concept Levallois et évaluation de son champ d'application. *L'Homme de Neandertal*, Liège, 1988, vol. 4 La technique, 13-26.
- Boëda, E., 1993. Le débitage discoïde et le débitage Levallois récurrent centripète. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 90-6, 392-404.
- Bordes, F., 1976-77. Moustérien et Atérien, *Quaternaria*, 19, pp.19-34.
- Boudad, L. et al. 2008. Les sites de plein air du Tafilalt : Cartographie et problèmes de conservation. 4ème Rencontre des Quaternaristes Marocains (RQM4), Actes RQM4, Oujda, 2008, 320-333.
- Boudad, L., Guislain, S., 2012. Acquisition de supports prédéterminés destinés à la réalisation de bifaces: l'exemple de sites de surfaces du Sud-Est marocain. *L'anthropologie* 116 (2012) 364–377.
- Biberson, P., 1961. Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc atlantique. *Publ. Serv. Antiq. Maroc*, 16, 235p.
- Brachert T.C., Buggisch W., Flügel E., Hüssner H.M., Joachimski M.M., Tourneur E. & Walliser O.H., 1992. Controls of mud-mounds formation: The Early Devonian Kess-Kess carbonates of the Hamar Laghdad, Anti-Atlas, Morocco. *Geologische Rundschau*, 81, 15-44.
- Camps, G., 1974. Les civilisation préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara. Paris. Doin.
- Camps, G., et Riser, J., 1978. Le gisement de l'Oued Neffid dans le Tinzouline (vallée moyenne du Draa) : Un exemple de l'Acheuléen du sud est marocain *B.S.P.F.*, t. 75, n°10, (Etudes et Travaux), pp. 291-302, 6 fig.
- Chavaillon, N., 1971. L'Atérien de la Zouia El Kébira au Sahara nord occidental (Rep. Algérienne), *Libyca*, t. XIX, t. pp.9-52.
- Chavaillon, N., 1985. L'Atérien de Foum el-Hartani au Sahara nord occidental (Rep. Algérienne), *B.S.P.F.*, t. 82, n°10-12, pp. 307-337.
- Choubert G., 1943. L'Acadien et l'Ordovicien de l'Anti- Atlas *C.R. Acad. Sci. Paris*, 18 janv. t 216, n°3, pp 158-160
- Choubert G., 1945. Note préliminaire sur le Pontien du Maroc. (Essai de synthèse orogénique du Maroc atlasique *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 5^{ème} série t. XV, pp.677-764.

- Choubert, G., 1947. L'accident majeur de l'Anti-Atlas. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris 224: 1172-1173
- Choubert G., Marçais J., 1952. Aperçu structural In: Géologie du Maroc Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 100, fasc 1, partie 1 – et : 19ème Congr. Géol. Int, Alger 1952, Monogr région , 3ème série Maroc, 6, pp 9-73
- Choubert G., 1952. Histoire géologique du domaine de l'Anti-Atlas In: Géologie du Maroc Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 100, fasc 1, partie 2 – et: 19ème Congr. Géol. Int, Alger 1952, Monogr. région, 3ème sér Maroc, 6, pp 77-194
- Choubert G., Faure-Muret A., 1956. Lexique stratigraphique du Maroc Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 134, et: Lexique stratigr. int , Paris, vol 4 (Afrique) fasc. 1a.
- Choubert, G., Faure-Muret, A., 1980. 1. Anti-atlas (Morocco). Earth-Science Reviews 16: 87-113
- Choubert G., 1959. Carte géologique du Maroc - 1/500 000: Ouarzazate (feuille 4) Cartes géoscientifiques et Notices Ministère de l'Energie et des
- Church T., 1994. Lithic Resource studies: a sourcebook for archaeologists, Lithic Technology, Special Publication, 3, 255 p.
- Destombes J., 2006. Mémoire explicatif des cartes géologiques au 1/200 000 de l'Anti-Atlas marocain. Paléozoïque inférieur. Cambrien moyen et supérieur-Ordovicien-Base du Silurien. Région de Zagora-Coude du Draa. Notes Mém. Serv. géol. Maroc, 90bis A.
- Destombes J., Feist R., 1987. Découverte du Cambrien supérieur en Afrique (Anti-Atlas, Maroc) C.R. Acad. Sci. Paris, t 304, 13, pp 719-724
- Destombes J., Hollard H., Willefert S., 1985. Lower Paleozoic rocks of Morocco In: Lower Paleozoic rocks of the World (Holland C. H. Ed), John Wiley & Sons Ltd, 4, pp 91-336.
- Duffaud F.C., Brun L., Planchut B., 1966. Le bassin du Sud-Ouest Marocain In: Bassins sédimentaires du littoral Africain (Reyre D. Ed.), Assoc. Serv. Géol. Afr., Paris, 1ère partie, pp 5-12
- Ennih, N., Liégeois, J. P., 2001. The Moroccan Anti-Atlas : the West African Craton passive margin with limited Pan-African activity. Implications for the northern limit of the craton. Precambrian Research 112: 289-302
- Ferrandini M., Philip J., Babinot J.f., Ferrandini J., Tronchetti G. 1985. La plate-forme carbonatée du Cénomano-Turonien de la région d'Erfoud-

Errachidia (Sud-Est marocain): Stratigraphie et paléoenvironnements Bull. Soc. géol. fr., (8), I, 4, pp 559-564

- Ferrandini M., 1988. Les foraminifères benthiques du Cénomanién supérieur dans le Sud-Est marocain Revue de Paléobiologie, Benthos 86, Vol Spéc 2, pp 429-430
- Forestier, H., 1993. Le Clactonien: Mise en application d'une nouvelle méthode de débitage s'inscrivant dans la variabilité des systèmes de production lithique du Paléolithique ancien. Paleo, 5, 53-82.
- Francaviglia, V.M., 1990. Les gisements d'obsidienne hyperalcaline dans l'Ancien Monde: étude comparative, Revue d'Archéométrie, 14, 43-63.
- Gasquet, D., 1991. Genèse d'un pluton composite tardi-hercynien. Le massif du Tichka, Haut-Atlas occidental (Maroc). doct. d'Etat Thesis, Université de Nancy I, France, 413 pp.
- Glascock, M.D. 2002. "Introduction: Geochemical evidence for long-distance exchange", dans Geochemical Evidence for long-distance Exchange, édité par Michael D. Glascock, John Wiley & sons, Toronto, p. 1-11.
- Gomez-Gras, D. 1999. Petrología Sedimentaria de Roques Detríticas. Universidad autónoma de Barcelona. Colección Materials, 70.
- Guiraud, R., Doumnang Mbaigane, J. C., Carretier, S., Dominguez, S., 2000. Evidence for a 6000 km length NW-SE striking lineament in northern Africa: the Tibesti Lineament. Journal of Geological Society of London 157: 897-900
- Guislain, S., 1998. Relations entre matières premières lithiques et élaboration technique: influence des caractères des supports sur le déroulement de la séquence opératoire. XIIIème UISPP, Forli, vol. 2,
- Guislain, S., 2000. Organisation de la production lithique au Paléolithique inférieur et moyen. Approche et détermination de quelques modes d'acquisition des matières premières du Tafilalt (Sud-Est marocain). Thèse de l'Université d'Aix-en-Provence, 367p.
- Guislain, S. et al., 2008. Etude préliminaire d'un vaste gisement de surface du sud-est marocain. 4ème Rencontre des Quaternaristes Marocains (RQM4), Actes RQM4, Oujda, 2008, 334-344.
- Heiri, O. et al., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. Journal of Paleolimnology 25: 101-110.

- Herbig, H., 1988. The Upper Cretaceous to Tertiary Hammada west of Errachidia (SE Morocco): A continental Sequence involving paleosol development. *N. Jb. Geol. Pal. Paläont. Abh.*, 176, 2, 187-212.
- Hindermeyer, J., Choubert, G., Destombes, J. and Gauthier, H., 1977. Carte géologique de l'Anti-Atlas oriental: feuille Dadès et Jbel Saghro. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, 161.
- Ibhi A., Nachit H., 1999. Découverte d'une association d'enclaves carbonatite-lherzolite dans le volcanisme Plio-Quaternaire de Foum El Kouss (Jbel Saghro): mise en évidence d'un manteau carbonaté à l'aplomb de l'Anti-Atlas oriental marocain. – *Géol. Méditerr.*, XXXVI, 1/2, 19-28.
- Ibhi, A., Nachit, H., Abia, E. H., Hernandez, J., 2002. Intervention des ségrégas carbonatitiques dans la pétrogenèse des néphélinites à pyroxène de Jbel Saghro (Anti-Atlas, Maroc). *Bulletin de la Société Géologique de France* 173 (1): 37-43
- Leaky, L.S.B., 1931. *The Stone Age Cultures of Kenya Colony*. Cambridge Univ. Press, 283p., 47 fig. 31 pl. 2 cartes.
- Leblanc, M., Lancelot, J. R., 1980. Interprétation géodynamique du domaine panafricain (Précambrien terminal) de l'Anti-Atlas (Maroc) à partir de données géologiques et géochronologiques. *Canadian Journal of Earth Sciences* 17: 142-155
- Masson A., 1979. Recherches sur la provenance des silex préhistoriques – Méthode d'étude; *Etudes Préhistoriques*, n°15, p.29-40.
- Masson A., 1981. Pétroarchéologie des roches siliceuses. Intérêt en Préhistoire. Thèse de 3^e cycle, Université Claude Bernard-Lyon I, 1 vol.
- Masson A., 1987. L'homme et le matériel lithique et céramique, Pétrographie, roches siliceuses. In: *Géologie de la Préhistoire* (sous la direction de J.-C. Miskovsky), Ed. Geopre, Paris.
- Mounji D., Bourque P.A. & Savard M. M., 1998. Hydrothermal origin of Devonian mud-mounds of Hmar-Lakhdad. Evidence from architectural and geochemical constraints. *Geology*, 26, 1123-1126.
- Pasty J.F., 1998. Le Paléolithique moyen du nord mauritanien. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille 1, 358p.
- Rio M., Chalamet A., 1980. Relations entre l'habitus, la dimension des cristallites et le comportement thermique de la silice dans divers types d'accidents siliceux. *Bull. Minér.*, vol. 103, p. 44.

- Rodrigue, A., 2002. *Préhistoire du Maroc*, Ed. La croisée des chemins. Casablanca, Maroc, 117p.
- Rosenfeld, A., 1965. *The inorganic raw materials of antiquity*. Weidefeld & Nicolson edit. Londres, 245p., 30 fig., 26pl.
- Schiavo A., Taj-Eddine, K. (Coord.), 2007. *Carte Géologique du Maroc au 1/50 000, feuille Imiter*, Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 518.
- Semaw, S., 2000. *The World's Oldest Stone Artefacts from Gona, Ethiopia: Their Implications for Understanding Stone Technology and Patterns of Human Evolution Between 2.6–1.5 Million Years Ago*. *Journal of Archaeological Science* 27, 1197–1214.
- Shackley, M.S., 1998. *Gamma rays, x-rays and stone tools: some recent advances in archaeological geochemistry*. *Journal of Archaeological Science* 25, 259–270.
- Slansky, M., 1992. « Terminologie et classification des roches sédimentaires formées de silice, silicates, carbonates et phosphates », 133p., table des matières p 2 et 3, glossaire p 115 à 133, tab., fig., dans *Manuels et Méthodes n°22*, Editions du BRGM, ISBN=2-7159-0528-9, Orléans (F.).
- Soulaïmani A., bouabdellim., Piqué A., 2003. *L'extension continentale au Néo-Protérozoïque supérieur-Cambrien inférieur dans l'Anti-Atlas (Maroc)*. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 174, pp.83-92.
- Stelcl J., et Malina J., 1970. *Anwendung der Petrographie in der Archäologie*. *Folia Fac. sc. nat. Univ. Purkyn. Brunens. Brno*, t.11, *Geologia* n° 20, n°5, pp.5-111, 10 fig., 43 pl., 7 tabl.
- Streckeisen, A. L., 1974. *Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*. *Geologische Rundschau. Internationale Zeitschrift für Geologie*. Stuttgart. Vol.63, p. 773-785.
- Torti C., 1980. *Circulations paléolithiques: questions de longueur ... et de prudence*. *BSPF* 80 (2), pp.44-45.
- Trevor, BH., 2004. *The Size of sedimentary particles*, in *A partical Guide to the Study of Galacial sediments*. Directed bay Evans, DJA ET Benn. Edition Arnold, New work.
- Tucker, E., 1981. *Sedimentary petrology: an introduction*. Blackwell Scientific Publications. Londres. 252 p.
- Tucker, E., 2001. *An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, University of Durham, USA.

- Tuduri, J., Chauvet, A., Barbanson, L., Bourdier, J. L., Labriki, M., Ennaciri, A., Ennaciri-Leloix, C., and Badra, L., 2004. Long-lived tectono-magmatic event and formation of the Au-Ag Jbel Saghro province during the Upper Neoproterozoic (Eastern Anti-Atlas, Morocco).
- Tykot R.H. 2004. Scientific methods and applications to archaeological provenance studies. Proceedings of the International School of Physics “Enrico Fermi” Course CLIV, M. Martini, M. Milazzo and M. Piacentini (Eds.) IOS Press, Amsterdam.
- Vaufrey, R., et Gobert, E.G., 1932. Deux gisements extrêmes de l’Ibéromaurusien, L’Anthropologie, 17, 1-2, pp 449-490.
- Wengler, L., 1986. Erosion et sites de surface au Maghreb: Marja, site du Maroc oriental. B.S.P.F., 1986, 83, 2, 47-55.
- Wiedmann J., Butt A., Einsele G., 1982. Cretaceous stratigraphy, environment, and subsidence history at the Moroccan continental margin In: Geology of the Northwest African Continental Margin (von Rad U, Hinz K, Sarnthein M & Seibold E Eds), 367-395, Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

**LISTE
DES FIGURES:**

Fig. 1. Les principales caractéristiques structurales et géologiques du Maroc. Modifié par A.Ait Touchnt 2011.....	17
Fig.2. Localisation de Maroc dans le continent africain, et ses frontières géographiques. D'après Google Earth, Modifié, A.Ait Touchnt 2011.....	21
Fig.3. Carte géologique simplifiée de l'Anti-Atlas marocain (Choubert 1980), Modifié, A. Ait Touchnt 2011.....	23
Fig.4. Mosaïque de photographies en chevauchements partiels montrant le Djebel Lamgaismat (ou Lmgaysmat) obtenues à partir du village d'Alougoum. Clichés A. Ait Touchnt.....	25
Fig. 5. Photographie montrant le faciès côtier du Cretacé au sud du village de Taouz. Cliché A.Ait Touchnt 2011.....	29
Fig. 6. Un galet aménagé de type <i>Chopping Tools</i> de Souk Larbâa du Gharb, des milliers de même type s'étalent sur des dizaines d'hectares sur une colline au centre du village. Cliché A.Ait Touchnt.....	34
Fig. 7. Chronologie comparée de l'Atérien, du Moustérien et du Paléolithique supérieur européen (Camps, 1978).....	37
Fig. 8. Profil topographique tracé à partir de la feuille topographique de Boumalne 1/100 000, et couplé au diagramme montrant l'influence à la fois, du pendage de la surface topographique et de la distance de l'affleurement géologique dans le site d'Azag-n-Ouchen à Amane Oukider. (Ait Touchnt et al, 2011).....	44
Fig. 9. Etapes d'échantillonnage sur le site préhistorique de surface, exemple de site d'Imlil. Ait Touchnt, A. 2011.....	45
Fig.10. Fiche descriptive des caractères macroscopiques de la roche formant l'artefact préhistorique, (Masson, 1981). Modifié par A.Ait Touchnt.....	46
Fig.11. Fiche descriptive des caractères macroscopiques des gîtes des matières premières (Masson, 1981). Modifié A.Ait Touchnt, 2011.....	47
Fig. 12. Diagramme diachronique montrant les étapes des préparations et des traitements des échantillons. Ait Touchnt, A. 2011.....	49
Fig. 13. Schéma montrant le mode de fonctionnement d'un microscope polarisant. (a) nicol polariseur en fonction, (b) nicols polariseur et analyseur en fonction . Ait Touchnt, A. 2011.....	51
Fig. 14. Microscope Electronique à Balayage de type ZEISS EVO 40, Model 7060. Università Degli Studi di Ferrara. Cliché A.Ait Touchnt. 2011.....	52
Fig. 15. Photos du spectromètre XRF portable ARTAX, Département des Sciences de la Terre Università Degli Studi di Ferrara. Clichés A.Ait Touchnt. 2011.....	53

- Fig. 16.** Localisation des deux gisements préhistoriques d'Azag-n-Ouchen et d'Imlil. La ligne fine représente la route nationale N10 liant les villes d'Ouarzazate et Tinghir, on note la zone claire au nord de la route (Haut Atlas) et la zone sombre au sud (Anti-Atlas). *D'après Google Earth*..... **56**
- Fig. 17.** Photographie prise à partir de Djebel Waklim, illustrée et montre l'hierarchie des formations mésozoïques et paléozoïques qui forment le cotexte géologiques des gisements préhistoriques d'Azag-n-Ouchen et d'Imlil. (Ait Touchnt et *al*, 2011)..... **57**
- Fig. 18.** Représentation des affleurements géologiques d'exploitables matières premières des deux sites d'Azag et Imlil (Ait Touchnt et *al*, 2011). *Extrait de la carte géologique de Djebel Saghro-Dadès à 200 000^{ème}* **58**
- Fig. 19.** Colonne stratigraphique montrant les affleurements géologiques essentiels de Tinghir. (Ait Touchnt et *al*, 2011)..... **60**
- Fig. 20.** Photographies montrant des vues sur le site d'Azag-n-Ouchen, sa grande richesse et sa destruction rapide. *Clichés A.Ait Touchnt 2011* **61**
- Fig. 21. A :** Modèle utilisé pour la production des éclats Levallois préférentiels. A gauche: la surface de débitage montre des zones qui peuvent être portés par des éclats débordants. A droite préparation précise du plan de frappe, (Dessin M. Arzarello). **B :** Schéma des variantes du débitage Levallois à éclat préférentiel dansle site de Amane Oukider ; type 1 – éclat préférentiel débordant latéral ; type 2 – éclat préférentiel débordant latéral et distal ; type 3 – éclat préférentiel débordant latéral sur les deux côtés ; type 4 – éclat préférentiel non débordant (Arzarello et *al*, 2012). **C :** Nucléus Levallois : 1) à éclat préférentiel débordant latéral ; 2) à éclat préférentiel non débordant (Arzarello et *al*, 2012)..... **62**
- Fig. 22.** Coordonnées GPS des lieux d'échantillonnages sur les sept collines d'Azag (Ait Touchnt et *al*, 2011)..... **63**
- Fig. 23.** Planche photographique montrant les photos des artefacts analysés d'Azag. AAZ1, AAZ3, AAZ4, et AAZ13: Bifaces. AAZ2, AAZ5, AAZ7, AAZ8, AAZ11, AAZ14 et AAZ15 : Nucléus Levallois. AAZ6: Eclats Levallois. AAZ9 : Pointe pédonculée atérienne. AAZ10, AAZ12 et AAZ16: Percuteurs. (Ait Touchnt et *al*, 2011)..... **64 et 65**
- Fig. 24.** Planche micrographique montrant les études effectuées à travers la loupe binoculaire, et les cinq groupes des matières lithiques archéologiques du site d'Azag-n-Ouchen..... **66 et 67**
- Fig. 25.** Planche micrographique montrant les études pétrographiques effectuées sur les lames minces des outils lithiques du groupe des roches magmatiques filoniennes.
Qz : Minéraux de Quartz. **Phx Fldx :** Phénocristaux des Feldspaths. **PL :** Plagioclases. **Phx GR :** Phénocristaux automorphes de magnétite (Spinelle). **MA :** Minéraux d'altération..... **70**
- Fig. 26.** Diagramme montrant l'estimation de degré de la sélection des grains de quartz formant les éléments figurés des roches détritiques (Gómez Gras, 1999) 1-Très bien sélectionnés, 2-Bien sélectionnés, 3-Modérément sélectionnés, 4-Mal sélectionnés, 5-très mal sélectionnés..... **71**
- Fig. 27.** Schéma montrant les types communs des contacts entre les grains de quartz dans des grès et les quartzites (Gómez Gras, 1999)..... **72**

Fig. 28. Planche micrographique montrant les études pétrographiques effectuées sur la lame mince de l'outil lithique du groupe des grès et quartzites.....	73
Fig. 29. Planche micrographique montrant les études pétrographiques effectuées sur les lames minces des outils lithiques du groupe des roches volcaniques.....	73
Fig. 30. Planche micrographique montrant les études pétrographiques effectuées sur la lame mince de l'outil lithique (percuteur) appartenant au groupe des roches plutoniques, a : vue macroscopique de la surface polie de l'échantillon. b : microphotographie de la lame mince de l'échantillon vu au microscope polarisant. Pl : Plagioclases. FeMg : Minéraux mafiques (ferromagnésiens). Bt : Biotite. Qtz : Quartz. Amp : Amphibole.....	74
Fig. 31. Micrographie montrant la lame mince de l'échantillon archéologique appartenant au groupe des silex.....	75
Fig. 32. Planche micrographique montrant les surfaces des matières lithiques des échantillons archéologique du groupe des roches filoniennes, observés au MEB.....	76
Fig. 33. Planche micrographique montrant la surface de la matière lithique de l'échantillon archéologique du groupe des silex, observée au MEB (x 1 000 et x 2 000). A : La partie siliceuse de l'échantillon composée d'une majorité de silice à aspect de quartz cryptocristallin. B : La partie blanche carbonatée montrant les cristaux réguliers de la calcite.....	77
Fig. 34. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches volcaniques.....	77
Fig. 35. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches hypo-volcaniques.....	78
Fig. 36. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches plutoniques.....	78
Fig. 37. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires chimiques siliceuses.....	78
Fig. 38. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires détritiques (arénites).	79
Fig. 39. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches volcaniques du site d'Azag-n-Ouchen.	79 et 80
Fig. 40. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches hypo-volcaniques du site d'Azag-n-Ouchen.	80
Fig. 41. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches plutoniques du site d'Azag-n-Ouchen.	81

Fig. 42. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires chimiques siliceuses du site d'Azag-n-Ouchen.....	82
Fig. 43. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires détritiques arénitiques du site d'Azag-n-Ouchen.	82 et 83
Fig. 44. Photographie montrant la vue panoramique vers le sud sur la hamada crétacée contenant le site d'Imlil. <i>Cliché A.Ait Touchnt 2011.</i>	83
Fig. 45. La concentration superficielle des produits de débitage sur le site d'Imlil.	84
Fig. 46. Planche photographique montrant les artefacts analysés d'Imlil et qui forment la lithothèque archéologique du site. IA1 : Eclat épais outrepassé. IA2 : Eclat lamellaire retouché. IA3 et IA4 : Eclats Levallois préférentiels. IA5 : Nucléus Levallois à éclat préférentiel. IA6 : Grand nucléus lamellaire.	85
Fig. 47. Planche micrographique montrant les études effectuées à travers la loupe binoculaire, et les trois groupes des matières lithiques archéologiques du site d'Imlil. (CPX : Phénocristaux de clynopyroxène, Qz : Quartz)	86
Fig. 48. Planche micrographique montrant les études pétrographiques effectuées à travers le microscope polarisant des trois groupes des matières lithiques archéologiques du site d'Imlil. CPX : Phénocristaux de clynopyroxène. Ne : Néphéline. Qz : Quartz.	88
Fig. 49. Résultats de la mesure de la PAF des échantillons archéologiques formant la lithothèque archéologique d'Imlil.	89
Fig. 50. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires chimiques siliceuses du site d'Imlil.	90
Fig. 51. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches sédimentaires détritiques ou arénites du site d'Imlil.	91
Fig. 52. Résultats des analyses XRF (éléments majeurs en % et éléments en traces en partie par million ou ppm) des échantillons archéologiques à base des roches magmatiques volcaniques du site d'Imlil.	92
Fig. 53. Inventaire des gîtes des matières premières analysées d'Amane Oukider.....	93
Fig. 54. Planche micrographique montrant les résultats des études pétrographiques sur les sept collines et la dolérite de l'affleurement d'Azag-n-Ouchen.	94

- Fig. 55.** Planche photographique montrant les deux couches des dépôts lacustres (E et F) qui se répartirent au milieu du site préhistorique du site de surface d'Azag-n-Ouchen. **A** : Fossile d'une tige des cannes (*g/Arundo donax*), venant de la couche E. **B** : Un nucléus Levallois à éclat préférentiel, inclus dans la couche F. **C** : Un éclat Levallois, inclus dans la couche F. **D** : Affleurement du filon de la microgranité-Dolérite. **E** : Couche sus-jacente des dépôts lacustres d'Azag-n-Ouchen dans laquelle des empreintes de végétaux sont parfaitement visibles. **F** : Couche sous-jacente des dépôts lacustres d'Azag-n-Ouchen dans laquelle des artefacts lithiques sont parfaitement distingués.95
- Fig. 56.** Planche micrographique montrant les composants des deux couches des dépôts lacustres (E et F) qui se répartirent au milieu du site préhistorique du site de surface d'Azag-n-Ouchen. La couche **E** : Est riche en restes végétaux des Poacées et des cristallisations secondaires de la calcite (**Cal**) et de la matière organique de couleur sombre. La couche **F** : Est riche surtout en grains de quartz (**Qz**) probablement d'origine éolienne et des vides probablement dus aux activités de la bioturbation.96
- Fig. 57.** Photographie illustrée montrant la série ordovicienne d'Amane Oukider: les formations du Ktaoua inférieur (**Or5a**) et de Rouïd Aïssa (**Or5b**), au-dessus des grès du 1^{er} Bani (**Or4**) et du Tachilla (**Or3**).97
- Fig. 58.** Les résultats des études pétrographiques faites sur les échantillons naturels de Djebel Waklim.100
- Fig. 59.** Mosaïque de vues aériennes obtenues à partir de Google Earth 2012, sur le complexe volcanique de Foum El-kouss. Les numéros de **1** à **36** montrent l'emplacement des échantillons prélevés et analysés.102
- Fig. 60.** Planche micrographique montrant les résultats des études pétrographiques sur les échantillons naturels de Foum El-Kouss (**OL** : Olivine).103
- Fig. 61.** Photographie de la barre turonienne d'Imlil. **A** : Sommet lité renfermant les rognons de silex exploités par les Préhistoriques. **B** : Base karstifiée tantôt massif et tantôt lité, privée du silex. *Cliché A. Ait Touchnt.*105
- Fig. 62.** Le silex le plus exploité du site d'Imlil. 1 : Vue du site, 2 : Rognon de silex en place (Echantillon IM2), 3 : Même rognon taillé au laboratoire, 4 : lame mince du même rognon de silex et sa gangue carbonatée.105
- Fig. 63.** Planche micrographiques montrant les résultats des études pétrographiques faites sur les lames minces des échantillons naturels formant des rognons siliceux inclus au sommet de la barre turonienne d'Imlil.....106
- Fig. 64.** Planche montrant l'affleurement du massif plutonique d'Igoudrane (Tuduri, 2004) (**a**), et un échantillon macroscopique (TAW1) montrant l'aspect général du faciès localisé au cœur du massif (**b**), la microstructure du faciès granodioritique à amphibole (**Amp**), biotite (**Bt**), plagioclase (**Pl**) et quartz (**Qtz**), observée en lumière polarisée non analysée (**c**).....107
- Fig. 65.** Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des deux collines Azag1 (**AZ1**) et Azag2 (**AZ2**).108
- Fig. 66.** Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des deux collines Azag3 (**AZ3**) et Azag4 (**AZ4**).109

Fig. 67. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des deux collines Azag5 (AZ5) et Azag6 (AZ6).	110
Fig. 68. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels de la colline Azag7 (AZ7) et le filon de dolérite Azag8 (AZ8).	111
Fig. 69. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des dépôts lacustres de la couche E montrant des cellules végétales (Poacées) calcifiées.....	112
Fig. 70. Microphotographies obtenues par le Microscope Electronique à Balayage des échantillons naturels des dépôts lacustres de la couche F sans fossiles.	113
Fig. 71. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels des roches volcaniques d’Amane Oukider.	114 et 115
Fig. 72. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons des roches naturels hypovolcaniques ou filoniens d’Amane Oukider.	115
Fig. 73. Résultat de la mesure de la PAF (ou LOI) de l’échantillon naturel des roches plutoniques du massif d’Igoudrane (Zone minière d’Imiter).....	115
Fig. 74. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels des arénites de Djebel Waklim.	116
Fig. 75. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels des roches carbonatées turoniennes d’Imlil.	116
Fig. 76. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels des roches siliceuses (silex) turoniennes d’Imlil.	116
Fig. 77. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons des roches formant les dépôts organiques et lacustres d’Azag-n-Ouchen.	117
Fig. 78. Résultats des analyses des éléments majeurs (en pourcentages massiques %) dans les échantillons naturels des roches volcaniques d’Amane Oukider, par la méthode de fluorescence des rayons X.....	117 et 118
Fig. 79. Résultats des analyses des éléments en traces (en ppm) dans les échantillons naturels des roches volcaniques d’Amane Oukider, par la méthode de fluorescence des rayons X...	118 et 119
Fig. 80. Diagramme TAS montrant l’appartenance alcaline des échantillons naturels et archéologiques du groupe des roches volcaniques d’Amane Oukider.....	120
Fig. 81. Groupement et nomination des échantillons naturels et archéologiques des roches volcaniques d’Amane Oukider selon l’appartenance alcaline.	121
Fig. 82. Log stratigraphique sommaire du secteur minier, d’après documents inédits SMI.....	122
Fig. 83. Photographie illustrée montrant la localisation de l’échantillon F22 sur le corps volcanique de Foum El Kouss. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	122

Fig. 84. Photographie illustrée montrant le filon des rhyolithes dans la zone minière d’Imiter qui est l’origine de la pièce atérienne AAZ9. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	123
Fig. 85. Photographie montrant les nodules de basalte andésitique F4 incluses dans les tufs volcaniques de Foug El Kouss. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	123
Fig. 86. Photographie de la coulée téphritique ou basanitique F2 qui est l’origine géologique de l’échantillon archéologique IA6. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	124
Fig. 87. Résultats des analyses éléments majeurs en pourcentages par la méthode XRF des échantillons naturels des roches filoniennes du site d’Azag-n-Ouchen.....	125
Fig. 88. Résultats des analyses éléments en traces en ppm par la méthode XRF des échantillons naturels des roches filoniennes du site d’Azag-n-Ouchen.....	125
Fig.89. Diagramme TAS montrant l’appartenance alcaline des échantillons naturels du groupe des roches hypo-volcaniques d’Amane Oukider, ce sont les sept collines du filon d’Azag-n-Ouchen.....	126
Fig. 90. Représentations des échantillons, archéologiques et naturels, sur le diagramme QAPF de Streckeisen (Streckeisen, A. L., 1974)	128
Fig. 91. Représentations des échantillons, archéologiques et naturels des roches hypo-volcaniques sur les diagrammes binaires selon les teneurs pondéraux en éléments majeurs (SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Na ₂ O et K ₂ O).	129
Fig. 92. Représentations des échantillons, archéologiques et naturels des roches hypo-volcaniques sur les diagrammes binaires selon les teneurs en éléments en traces Sr et Rb (en ppm) par rapport aux éléments majeurs K ₂ O et CaO en %.....	130
Fig. 93. Photographie montrant une vue vers le sud des trois premières collines de dyke de Azag-n-Ouchen. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	131
Fig. 94. Photographie montrant une vue vers le sud-ouest sur la septième colline Azga7 de dyke de Azag-n-Ouchen. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	132
Fig. 95. Photographie montrant une vue vers le nord-est des collines Azag 6, 5, 4 et 3 de dyke de Azag-n-Ouchen. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	132
Fig. 96. Photographie montrant l’affleurement de dolérite de dyke de Azag-n-Ouchen. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	133
Fig. 97. Les résultats des analyses des éléments majeurs et ceux en traces sur les deux échantillons, le percuteur AAZ12 et le massif d’Igoudrane.....	134 et 135
Fig. 98. Résultats des analyses des éléments majeurs (en % massique) et ceux en traces (en ppm) dans les échantillons naturels des roches sédimentaires détritiques d’Amane Oukider, par la méthode de fluorescence des rayons X.....	135 et 136

- Fig. 99.** Représentations graphiques des résultats des analyses géochimiques (éléments majeurs et éléments en traces) des échantillons archéologiques et naturels fabriqués des arénites et quartzites ordoviciens d'Amane Oukider.136
- Fig. 100.** Photographie montrant une vue vers l'ouest de l'affleurement des quartzites (**Or5a**) de la formation du Ktaoua inférieur exploité par les Hommes préhistoriques de Amane Oukider. *Cliché A. Ait Touchnt*.137
- Fig. 101.** Résultats des analyses des éléments majeurs (en % massique) et ceux en traces (en ppm) dans les échantillons naturels des roches sédimentaires carbonatées et siliceuses turoniennes d'Amane Oukider, par la méthode de fluorescence des rayons X.138
- Fig. 102.** Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques fabriqués à partir des silex turoniens et ceux naturels de la barre turonienne d'Amane Oukider. **A** : Répartition des échantillons selon la teneur massique en silice par rapport à la teneur massique en carbonates. **B** : Répartition des échantillons en silex selon la teneur massique en silice par rapport à la teneur massique des alcalins. **C** : Répartition des échantillons en carbonates selon la teneur massique en carbonates de calcium par rapport à la teneur massique des alcalins. **D** : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm des éléments en traces **Cr**, **V**, **Co**, et **Ni** par rapport à la teneur en ppm de **Zr**.139
- Fig. 103.** Vue panoramique vers le sud-est sur Amane Oukider. La barre turonienne contenant le gîte **IM10** des rognons de silex et surplombe la plaine d'Amane Oukider. *Cliché A. Ait Touchnt*.140
- Fig. 104.** Vue panoramique vers l'est la plaine d'Amane Oukider (Sillon Préafricain). La barre turonienne contenant le gîte **IM6** des rognons de silex, et surplombe la plaine contenant le site d'Azag-n-Ouchen. *Cliché A. Ait Touchnt*.141
- Fig. 105.** Les deux points analysés sur le biface en jaspe, le premier point (à gauche) est une inclusion d'hématite, le deuxième (à droite) est la matrice siliceuse du jaspe.141
- Fig. 106.** Correspondance entre le biface trouvé sur le site d'Azag et son origine géologique sur les jaspes de Tiounouine. *A.Ait Touchnt, 2011*.142
- Fig. 107.** Tableau qui résume tous les échantillons géologiques analysés sans aucun correspondant archéologique.143
- Fig. 108.** Tableau qui résume tous les échantillons archéologiques analysés et leurs correspondants géologiques.143
- Fig. 109.** Reconstitution des approvisionnements en différentes matières premières préhistoriques sur les sites d'Azagn-n-Ouchen et d'Imlil. *A.Ait Touchnt 2011*. **A** : Reconstitution des trajets suivis par les matières premières lithiques sur une image satellite inclinée et montrant l'horizon occidental d'Amane Oukider. **B** : Reconstitution des trajets suivis par les matières premières lithiques sur un fond topographique de géographie physique d'Amane Oukider montrant les affleurements géologiques exploités.145
- Fig. 110.** Comportements des gîtes d'Amane Oukider selon la teneur en silice et leur PAF.146
- Fig. 111.** Image satellite montrant la localisation du site d'Aferdou à quelques kilomètres au sud-ouest de la ville d'Er-Rachidia, *d'après Imagerie 2012 Google Earth*.148

Fig. 112. Photographie d'une partie de la surface du site préhistorique d'Aferdou. <i>Cliché A. AIT TOUCHNT</i>	149
Fig. 113. Industries lithiques du site d'Aferdou (Boudad et al, 2008), <i>dessins M. Arzarello</i> . Grandeur nature.....	150
Fig. 114. Les quatre échantillons formant la lithothèque archéologique. AFA1 : Nucléus discoïde ou hachereau. AFA2 : Percuteur portant les traces et les négatifs de percussion. AFA3 et AFA4 : Deux nucléus discoïdes.....	151
Fig. 115. Carte géologique montrant le contexte géologique du site d'Aferdou. Extrait de la carte géologique d'Ouarzazate à 500 000 ème.....	152
Fig. 116. Planche photographique montrant les cinq échantillons qui forment la lithothèque naturelle du site d'Aferdou.....	154
Fig. 117. Planche micrographique montrant les études pétrographiques des échantillons formant la lithothèque naturelle du site d'Aferdou.....	156
Fig. 118. Planche micrographique montrant les études pétrographiques des échantillons formant la lithothèque archéologique du site d'Aferdou.....	157
Fig. 119. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons archéologiques et naturels du site d'Aferdou.....	158
Fig. 120. Résultats des analyses des éléments majeurs (en % massique) et ceux en traces (en ppm) dans les échantillons naturels et archéologiques, formés des roches sédimentaires carbonatées et siliceuses d'Aferdou, par la méthode de fluorescence des rayons X.....	159
Fig. 121. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques fabriqués à partir des roches sédimentaires siliceuses (Agates) et des échantillons naturels du site d'Aferdou. A : Répartition des échantillons selon la teneur massique en silice par rapport à la teneur massique en carbonates. B : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Sr par rapport aux éléments en traces Cr , V , Co , et Ni en ppm. C : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Ba par rapport aux éléments en traces Cr , V , Co , et Ni en ppm.....	160
Fig. 122. Localisation du site Koudiat El-Askar sur la rive de Oued Zerzaf qui entaille la Hamada crétacée. <i>D'après Google Earth</i>	162
Fig. 123. Site de Koudiat El-Askar. A : vue sur les outils lithiques préhistoriques sur le site. B : Un vendeur des fossiles et les artefacts préhistoriques à vendre à quelques centaines de mètres du site de Koudiat El-Askar. C : Pointes atériennes et autres artefacts sur la table du vendeur.....	163
Fig. 124. Les deux échantillons archéologiques KA3 et KA4 , qui forment la lithothèque archéologiques du site de Koudiat El-Askar.....	164
Fig. 125. Carte géologique de la région de Zerzaf contenant le site de Koudiat El-Askar, extraite de la feuille de Tafilalt-Taouz à 200 000ème.	165

Fig. 126. Planche photographique montrant les gîtes des deux types de silex exploités dans le site de Koudiat El-Asker. <i>Clichés A. AIT TOUCHNT</i>	166
Fig. 127. Résultats de la mesure de la Perte Au Feu (LOI) des quatre échantillons de Koudiat El-Askar.....	166
Fig. 128. Histogramme montrant les résultats de la mesure de la Perte Au Feu (LOI) des quatre échantillons de Koudiat El-Askar.....	167
Fig. 129. Résultats des analyses éléments majeurs en pourcentages par la méthode XRF des échantillons naturels et archéologiques du site de Koudiat El-Askar.....	167
Fig. 130. Résultats des analyses éléments en traces en ppm par la méthode XRF des échantillons naturels et archéologiques du site de Koudiat El-Askar.....	168
Fig. 131. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques fabriqués à partir des roches sédimentaires siliceuses (Silex) et des échantillons naturels du site de Koudiat El Askar. A : Répartition des échantillons selon la teneur massique en silice par rapport à la teneur massique en carbonates. B : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Sr par rapport aux éléments en traces Hf, V, Co, et Ni en ppm. C : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Ba par rapport aux éléments en traces Hf, V, Co, et Ni en ppm.....	169
Fig. 132. Localisation géographique du site de Hamar Lakhdad. A : Extrait de la feuille topographique d'Er-Rachidia à 50 000 ème. B : Vue satellite du site de Hamar Lakhdad, d'après Google Earth.....	172
Fig. 133. Répartition des 630 artefacts collectés sur le site de Hamar Lakhdad, par catégories technologiques (Guislain et <i>al.</i> , 2008).....	173
Fig. 134. Exemples des modalités Levallois utilisées sur le site Hamar Lakhdad (Dessins S.Guislain).....	174
Fig. 135. Planche photographique montrant les échantillons archéologiques à analyser du site de Hamar Lakhdad.....	175
Fig. 136. Les monticules carbonatés typiques de Hamar Lakhdad, les repères surplombant le site. <i>Cliché A. AIT TOUCHNT</i>	176
Fig. 137. Carte géologique montrant le contexte géologique du site de Hamar Lakhdad, extraite de la carte géologique de Tafilalet-Taouz à 200 000 ème.....	177
Fig. 138. Planche photographique montrant les trois échantillons formant la lithothèque naturelle du site de Hamar Lakhdad. <i>Clichés A. AIT TOUCHNT</i>	178
Fig. 139. Résultats de la mesure de la Perte Au Feu (LOI) des quatre échantillons de Hamar Lakhdad.....	178
Fig. 140. Histogramme montrant les résultats de la mesure de la Perte Au Feu (LOI) des quatre échantillons de Hamar Lakhdad.	179

Fig. 141. Résultats des analyses par la méthode XRF des éléments majeurs en pourcentages dans les échantillons archéologiques et naturels du site de Hamar Lakhdad.....	179
Fig. 142. Résultats des analyses par la méthode XRF des éléments en traces (en ppm) dans les échantillons archéologiques et naturels du site de Hamar Lakhdad.....	180
Fig. 143. Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques fabriqués à partir des roches sédimentaires détritiques (grès fins) et des échantillons naturels du site de Hamar Lakhdad. A : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en K_2O . B : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Zr par rapport à la teneur en ppm en Cr . C : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en Fe_2O_3 . D : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en Zr par rapport à la teneur massique en TiO_2	181
Fig. 144. Photo satellite montrant la localisation du site de Taddart No Romi (étoile jaune) près du village de Merzouga.....	183
Fig. 145. Représentation schématique de la chaîne opératoire du site de Taddart No Romi, d'après Stéphanie Guislain (Guislain, 2000).....	184
Fig. 146. Les Nucléus représentatifs du site de Taddart No Romi (Guislain, 2000).....	185
Fig. 147. Planche photographique montrant les échantillons archéologiques à analyser du site de Taddart No Romi.....	186
Fig. 148. Carte géologique montrant le contexte géologique du site de Taddart No Romi, extraite de la feuille de Tafilalt-Taouz à 200 000 ème.....	187
Fig. 149. Structures en <i>cône-in-cône</i> des grès faméniens du site de Taddart No Romi (échantillon naturel TAD3).....	188
Fig. 150. Plaquettes blanchâtres exploitées sur le site de Taddart No Romi (échantillon naturel TAD1).....	188
Fig. 151. Photographie montrant le site préhistorique de Taddart No Romi. TAD4 : est l'échantillon naturel prélevé pour les analyses. <i>Cliché Ait Touchnt A</i>	189
Fig. 152. Planche photographique, de l'intercalation gréseuses au milieu du site de Taddart No Romi, et de l'affleurement gréseux carbonifère en relief dans le reg de l'ouest de Merzouga pas loin de site de Taddart No Romi. <i>Photos A.Ait Touchnt</i>	190
Fig. 153. Résultats de la mesure de la PAF (ou LOI) des échantillons naturels et archéologiques du site de Taddart No Romi.	190
Fig. 154. Histogramme montrant la variation de la valeur de la PAF des échantillons, naturels et archéologiques, du site de Taddart No Romi.....	191
Fig. 155. Résultats des analyses par la méthode XRF des éléments majeurs en pourcentages et des éléments en traces (en ppm) dans les échantillons archéologiques et naturels du site de Taddart No Romi.....	192

- Fig. 156.** Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques et des échantillons naturels du site de Taddart No Romi. **A** : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en K_2O . **B** : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en Fe_2O_3 . **C** : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en **Zr** par rapport à la teneur en ppm en **Cr**. **D** : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en **Zr** par rapport à la teneur massique en TiO_2193
- Fig. 157.** Image satellite inclinée vers le sud et montrant la localisation géographique du site de Djebel Kfiroun au sud ouest du village de Taouz. D'après Google Earth.....195
- Fig. 158.** Photographie montrant le flanc sud de Djebel Kfiroun contenant le site.195
- Fig. 159.** Planche photographique des échantillons archéologiques formant la lithothèque archéologique du site de Djebel Kfiroun.....197
- Fig. 160.** Carte géologique montrant le contexte géologique du site de Djebel Kfiroun, extraite de la feuille de Tafilalt-Taouz à 200 000 ème.....198
- Fig. 161.** Planche photographique montrant: **A** : Vue panoramique sur le site de Djebel Kfiroun à partir de la crête grés-quartzique de Ktaoua inférieur (Ordovicien) au sommet de la partie orientale, et l'échantillon naturel JK1. **B** : Les hématites dispersées sur le reg contenant le site et l'échantillon naturel JK4.....199
- Fig. 162.** Observation de la lame mince de l'échantillon naturel JK1 prélevé au cœur la crête culminante de Djebel Kfiroun au microscope optique polarisant, sous un faible puis un fort grossissement. **A** : Observation avec la lumière polarisée non analysée. **B** : Observation avec la lumière polarisée et analysée. **Qz** : Quartz. **Bio** : Biotite. **Fld** : Feldspath.....200
- Fig. 163.** Planche micrographique des lames minces des échantillons archéologiques JK2 et JK3, observées au microscope optique polarisant avec la lumière polarisée non analysée.201
- Fig.164.** Les résultats de la mesure de la perte au feu des échantillons de site de Djebel Kfiroun.....201
- Fig. 165.** Histogramme montrant la variation de la perte au feu dans les échantillons de Djebel Kfiroun.....202
- Fig. 166.** Résultats des analyses par la méthode XRF des éléments majeurs en pourcentages et des éléments en traces (en ppm) dans les échantillons archéologiques et naturels du site de Jbel Kfiroun.....203
- Fig. 167.** Représentations graphiques des teneurs en éléments majeurs et éléments en traces dans les échantillons archéologiques et des échantillons naturels du site de Jbel Kfiroun. **A** : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en K_2O . **B** : Répartition des échantillons selon la teneur massique en Al_2O_3 par rapport à la teneur massique en Fe_2O_3 . **C** : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en **Zr** par rapport à la teneur en ppm en **Cr**. **D** : Répartition des échantillons selon la teneur en ppm en **Zr** par rapport à la teneur massique en TiO_2204
- Fig. 168.** Image satellite montrant les brèches de faille exploités par les Préhistoriques au milieu des granites de Tiounouine. D'après Google Earth.....206

Fig. 169. Planche photographique montrant les artefacts lithiques de site de Tiounouine. <i>Clichés A. Ait Touchnt</i>	207
Fig. 170. Photographie montrant le reg contenant le site de Tinifit. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	208
Fig. 171. Planche photographique montrant les artefacts lithiques dispersés sur le reg contenant le site de Tinifit. <i>Clichés A. Ait Touchnt</i>	209
Fig. 172. Photographie montrant le reg contenant le site de Imi-n-Tizi, on peut voir le Jbel Gaiz qui surplombe le site de Tinifit. <i>Cliché A. Ait Touchnt</i>	210
Fig. 173. Planche photographique montrant les bifaces du site de Imi-n-Tizi. <i>Clichés A. Ait Touchnt</i>	210