

Les matériaux non transformés :
Silex, roches tenaces, obsidienne,
marbre, etc.
Caractérisation et provenance

Photo en lumière polarisée analysée d'une dunite à grains fins des Iles Kerguelen
Source : <http://geosciences.geol.u-psud.fr/geochrono/fr/memb/gd/PhotoGM92-453.jpg>

1. Types de roches et formation
 2. Les méthodes
 - Observation macroscopique
 - Observation microscopique
 3. Etudes de cas
 - Le silex
 - L'obsidienne
 4. Exemples de reconstitution de réseaux d'approvisionnement
- Bibliographie

1. Types de roches et formation

- ▶ Matériau de la croûte terrestre
- ▶ 3 groupes :
 - roches ignées ou magmatiques
 - roches sédimentaires
 - roches métamorphiques

roches ignées ou magmatiques

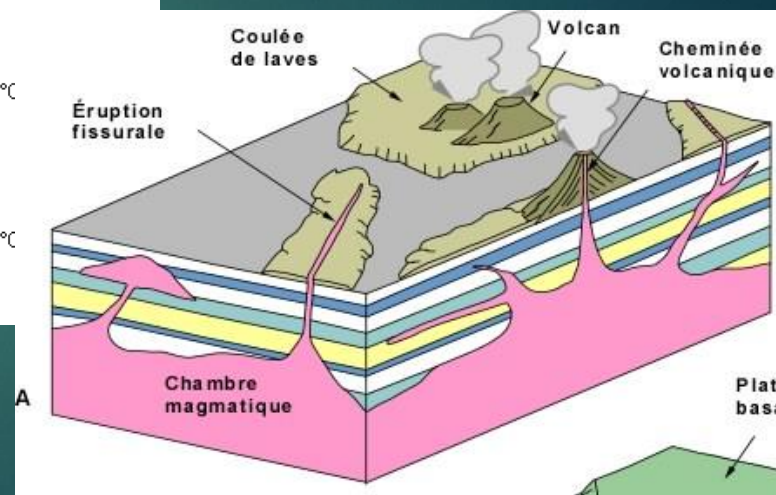
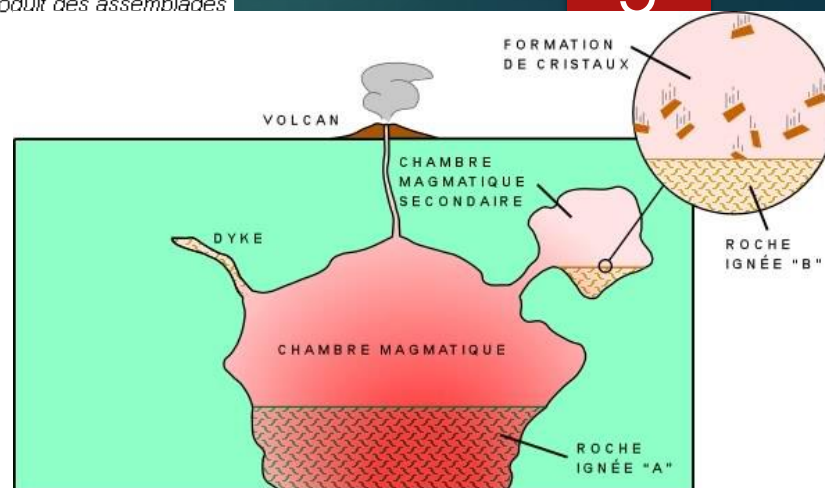
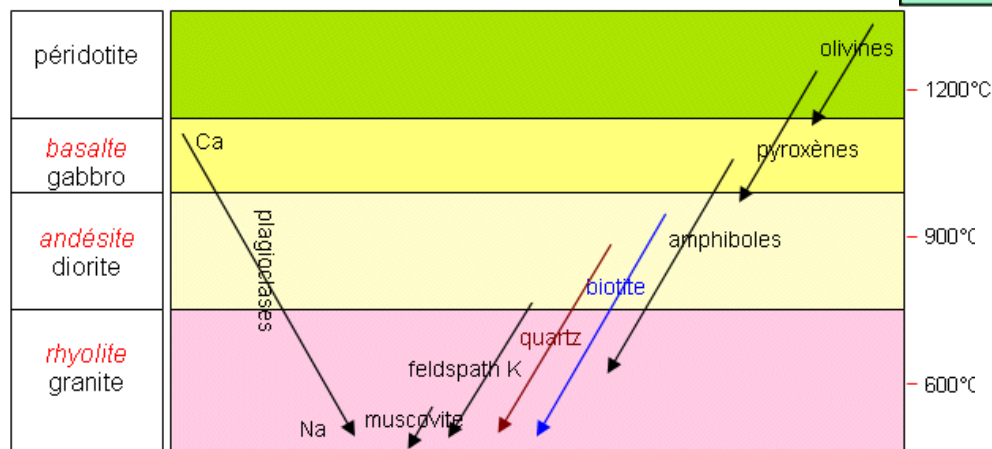
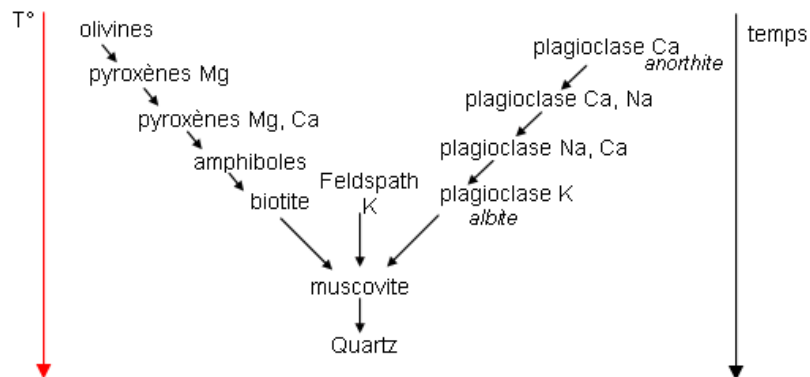
- ▶ Refroidissement lent et en profondeur = plutoniques
- ▶ Écoulement et projection en surface = volcaniques (certaines se solidifient trop vite et sont vitreuses et non cristallisées)

Exemples :

- basalte : lave riche en métaux (Fe, Ca, Mg) ; minéraux présents : olivine, amphibole et pyroxène. Générés là où les plaques tectoniques s'écartent pour laisser monter le magma,
- Granite : plus grands cristaux que le basalte ; feldspath, mica et quartz. Roche issue du magma remontée lente
- Obsidienne : lave vitreuse

suite réactionnelle de Bowen

la cristallisation fractionnée = cristallisation dans un ordre bien défini des silicates dans un magma qui produit des assemblages minéralogiques différents



Roches sédimentaires

6

- ▶ Diagenèse d'un sédiment (ensemble des processus physico-chimiques & biochimiques) : accumulation d'éléments d'origine biologique (squelettes, coquilles), minérale (dépôt d'éléments détritiques) et chimique (calcaire, silice, évaporites)
- ▶ Exemples :

sédimentaires	évaporites
- Calcaire (vase calcaire avec débris animaux) - Marne (argile calcaire) - Travertin, tuf (précipitation de calcite) - Conglomérat (galets dans une matrice) - Grès (sable dans une matrice) - Limon, loess (poudres à grains très fin durcies ou transportées par le vent)	- sel (chlorure de sodium) - gypse, albâtre (sulfate de calcium) - phosphates

Roches métamorphiques

7

- Issues de roches sédimentaires ou magmatiques

Recuites sous l'effet de la pression et de la température

- Exemples :

Métamorphisme de contact (voisinage des intrusions)	Régional (effets de surrection)
Cornéenne Schiste Marbre Gneiss	Ardoise Eclogite Amphibolite Quartzite



Statue de Chéphren en albâtre
Musée du Caire



Grès : Stèle de la Table-des-Marchands
Philippe Berthé / © CMN Paris
<http://locmariaquer.monuments-nationaux.fr/>

Objets en jade/jadéitite

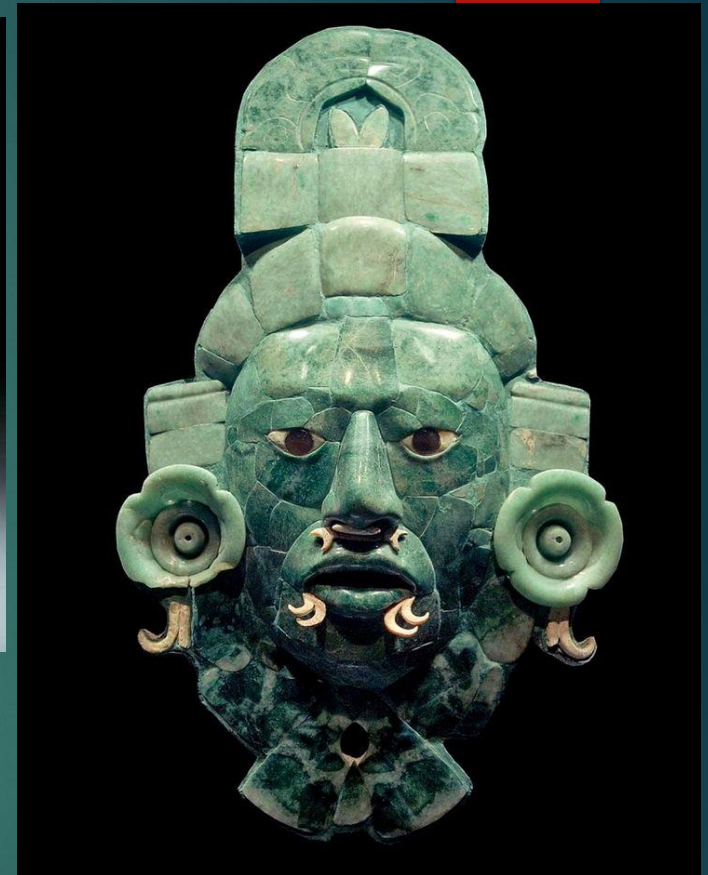
9



Chine disque Zhou 3-4e s. BC



Néolithique européen vers 4500 BC



Guatemala Calakmul
Masque Maya 375-450 AD

Les études de cas archéologiques

Roches	Céramique	Métal	Verre	autres
Basalte, granite, diorite Roches tenaces (jadéite, néphrite etc.) Obsidienne Silex et chert Jaspe Quartz Hématite et magnétite Albâtre Calcaire & marbre Grès, quartzite Schiste Stéatite & chlorite Turquoise	Poterie Objets en argile	Cuivre Or Argent Plomb	Faïence Verre & pâte de verre	Ambre Matières dures animales Bitume

Principaux matériaux ayant fait l'objet d'études de provenance : les roches ont fait l'objet d'un très grand nombre de travaux

2. Les méthodes

11

► Observation macroscopique

Propriétés physiques : couleur, densité, dureté, indice de réfraction

► Observation microscopique

- Pétrographie en lames minces en lumière naturelle/polarisée
 - > destructif, peu coûteux
- Analyses physico-chimiques

Observation macroscopique : bases de données et lithothèques

Notice d'œuvre Détaillée Le Musée d'Angoulême (France, Angoulême, bât.)

N° d'inventaire : 123

Découverte : Recoux (Soyaux, l.d.)

Lieu sur la collecte : Recoux (Soyaux, l.d.) (Europe, France (pays), Poitou-Charentes, Charente, Soyaux) (le 27 février 2006)

Précision découverte : Position : Position secondaire. Formation géologique : Rs (C3b), argiles à silex surmontant le Turonien (feuille Angoulême) Modalité de présence : gros rognon globuleux (20x15 cm), à peine branchu.

Collecteur : Augier Dominique

DÉSIGNATION

Discipline : Géologie

Domaine : Lithothèque

Dénomination : silex

Nombre d'exemplaires : 1

DESCRIPTION

Description : Points communs avec : les silex coniaciens ?blonds? translucides de type Le Grand Bois 17 (Voeil-et-Giget), Claix 15-1, La Meule 71 (Gersac) (don C. Delage 709-11), Forêt de Gersac 74-2 (don C. Delage 709-14).

Descripteur : Féblot-Augustins Jehanne

Lithothèque du Bassin de la Charente

<http://www.alienor.org/ARTICLES/lithotheque/index.htm>



échantillon de silex n°123,
lithothèque du Musée
d'Angoulême
© Musée des Beaux-Arts
d'Angoulême, Anne
Delagnes



DONNÉES SUR L'EXÉCUTION



remplir par l'archéologue

Fiche 1

N° Ech CCol

Lieu de dépôt Institut Dolomieu

Réalisateur C. Bressy

Date 15 septembre 2000

Localisation du gîte

Localisation Col de la Colombière

Commune Le Grand Bornand

Pays France

Secteur Bornes

Coordonnées
X 919,8
Y 2117,8
Z 1480

Carte IGN 3430 ET

à remplir par la pétrographe

Contexte géologique

Carte géologique Annecy-Ugine

Milieu Marin

Faciès

Position Primaire

Étage géologique Sinémurien (I3-4)

Roche encaissante Blocs de calcaire éboulé

à remplir par l'archéologue

Géologie

Conditions de
gisement Éboulis

Abondance ++

Dimensions 10-12 x 8 x 5 en cm

Fracturation Tectonique

Forme Nodules irréguliers

Caractères macroscopiques

Auteur C. Bressy

Cortex Gréseux

Couleur Gris noir

Fatigue Grise

Éclat Gras, opaque

Cassure Conchoïdale

Zonation Absente

Grain Moyen

Litage Absent

Homogénéité Homogène

Rassoulement Absent

Toucher Neutre

Éléments:

Remarques particulières: Diaclases parfois colmatées par de la calcite ou de la calcédoine.

Les Faciès « ensemble des caractères lithologiques et biologiques d'une roche » qui caractérise un niveau géologique »

Welcome to FlintSource.NET

The website dedicated to sourcing flint, and similar materials.

An initiative by Rengert Elburg & Paul van der Kroft

Last updated on:

May 1, 2008

Search by name Search by region Related literature Related websites Fieldtrips About



Latest additions:

- Hohentwiel
- Eastern Cantabria
- Tüllinger Berg
- S. Sallerup
- Zitenice

Latest updates:

- Lousberg
- Helgoland
- Kleinkems
- Blütjaspis
- Hertingen

Most visited:

- Carpathian obsidian
- Banded flint
- Bugey region
- Limburg region
- Bakony Mountains

FLINTSOURCE.NET

8th anniversary

1999 - December 30 - 2007

Using the buttons and links above, our samples can be browsed by material name, or by mapped locations of flint/chert/hornstone, quartzite, radiolarite, obsidian and 'other material'.

This site is best viewed with Internet Explorer 5+ or Netscape 6+

FLINTSOURCE.NET

FlintSource.NET

An initiative by Rengert Elburg & Paul van der Kroft
With contributions by Marlina Elburg, Jehanne Fablot-Augustins, Andreas Kinne and Matthias Rummer

Select a region:



Other pages:

- Homepage
- Search by name
- Related literature
- Related WebSites

Last update:

December 30, 2007

Flint / Chert / Hornstone Quartzite Radiolarite Obsidian Other material



14° 00'

N 47° 30'

E 20° 00' all maps © I/O-Graph E 25° 00'

FLINTSOURCE.NET

FlintSource.NET

An initiative by Rengert Elburg & Paul van der Kroft
With contributions by Marlina Elburg, Jehanne Fablot-Augustins, Andreas Kinne and Matthias Rummer

FLINTSOURCE.NET

FlintSource.NET

An initiative by Rengert Elburg & Paul van der Kroft
With contributions by Marlina Elburg, Jehanne Fablot-Augustins, Andreas Kinne and Matthias Rummer

Select the first letter of the author you are looking for or read the introduction:

ABCDEF
GHIJKL
MNOPQR
STUVWX
YZ

Other pages:

- Homepage
- Search by name
- Map by type
- Related WebSites

Last update:
April 27, 2008

Abels, B.U.

1986 *Archäologischer Führer Oberfranken.*

Acquafredda, P., I.M. Muntoni & M. Pallara

2006 La determinazione di provenienza dell'ossidiana mediante SEM+EDS: caratteristiche della metodica di studio dall'Italia sud-orientale. In: *Materie prime e scambi nella preistoria Italiana.*: 509-519.

Affolter, J.

1989 Première approche des gîtes de silex et leur exploitation préhistorique, *Minaria Helvetica* 9: 55-60.

Affolter, J.

1997a Petrographic characterization and diffusion of the Etrelles flint. In: *Ramos et al.* 1997: 391-396.

Affolter, J.

1997b Origine des matières premières siliceuses. In: *Othenin-Girard* 1997: 116-121.

Affolter, J.

1998 Analyse pétrographique des roches taillées. In: *Pignat & Winiger* 1998: 81-88.

Affolter, J.

1999 Caractérisation pétrographique et utilisation préhistorique de quelques matériaux siliceux alpins. In: *Casa* 1999: 253-256.

Affolter, J.

2000 Origine des matières premières siliceuses utilisées au Mésolithique dans le Jura. In: *Croft* 2000: 49-

Affolter, J.

2001 Séminaire sur le silex du Grand-Pressigny (27-28 avril 2000), *Bulletin des Amis du Musée du Grand-Pressigny* 52: 18-20.

Map by type:

- Flint and chert
- Quartzite
- Radiolarite
- Obsidian
- Other material

Other pages:

- HomePage
- Search by name
- Related literature
- Related WebSites

Last update:

May 1, 2008

Erdöbénye

Locality: Erdöbénye-Alsó liget, Zemplén Mountains, Hungary

Synonyms: FlintSource sample 213 and 214.

Geographical description: WhereItIs

Geographical co-ordinates: Lat. 48° 16' 58" N
Long. 021° 19' 28.5" E
(Mapdatum WGS 84)

Co-ordinate precision: Precision

Other topographical information: HowToGetThere

Additional information: NoSitePic

Visitors information: PlacesToEatAndDrink

Sampling information: N/A



Foto: Matthias Rummer 2002

Archaeological flake with cortex
size: 24 mm

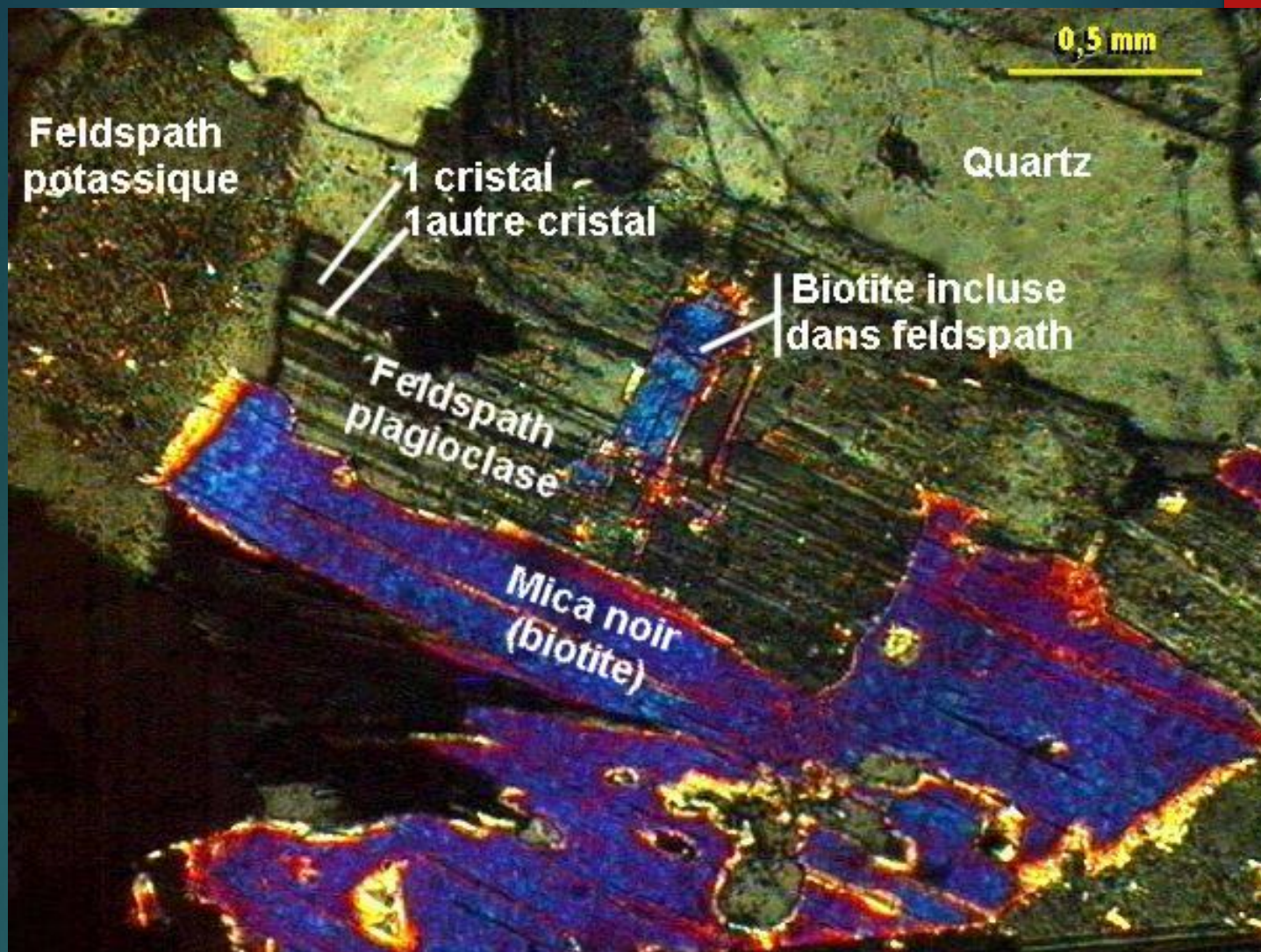


Foto: Matthias Rummer 2002

Ventral view of same flake of Carpathian obsidian
size: 24 mm

Observation microscopique : La pétrographie en lame mince

- ▶ **Lame mince** : échantillon de roche aminci jusqu'à le rendre transparent (30 micromètres) afin d'en permettre l'observation en lumière transmise (traversant l'échantillon) au microscope pétrographique. Il est fixé sur une lame de verre.
- ▶ **biréfringence** : propriété du minéral de réfraction du rayonnement polarisé selon deux directions. les teintes de biréfringence qui peuvent caractériser certains minéraux.
- ▶ **LPA** : lumière polarisée et analysée



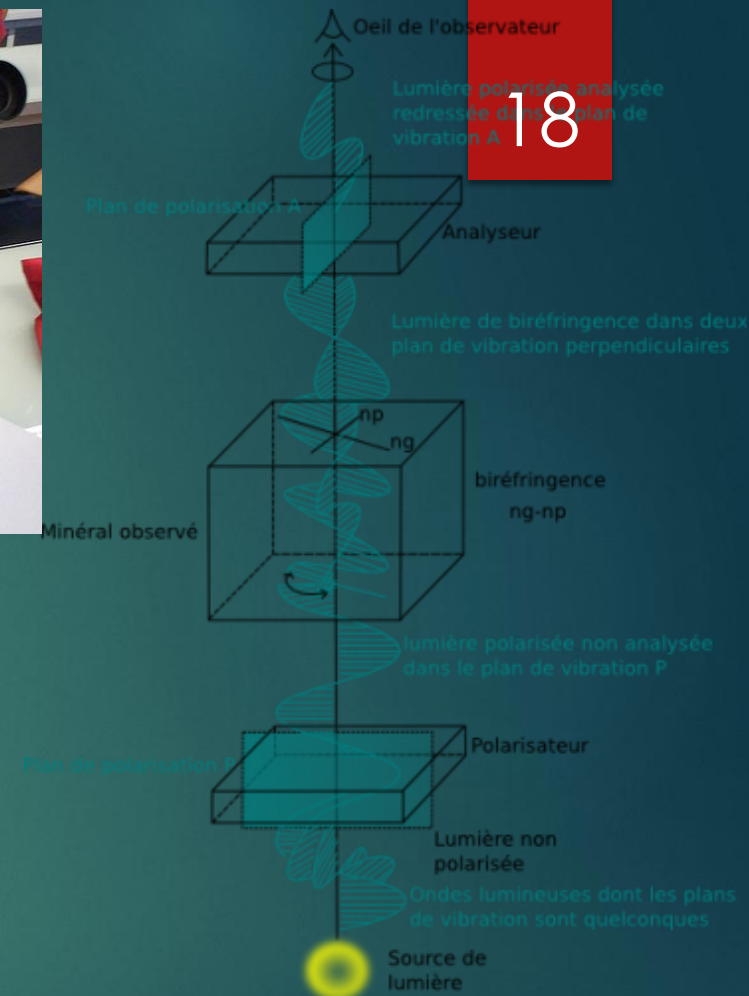
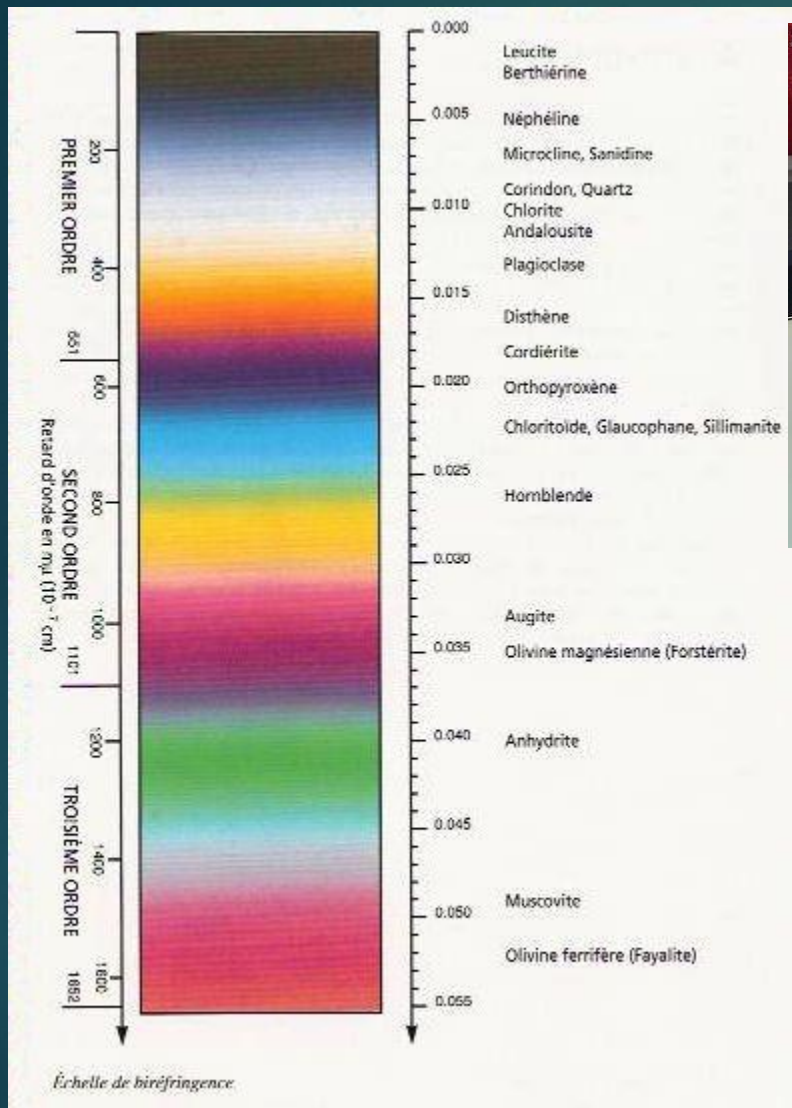
Huelgoat (Finistère - France) : lame mince de granite (photo C. LIEVRE)

source : <http://back.ac-rennes.fr/pedagogie/svt/photo/huelgoat/huelg/c-huelg08.htm>

Principe de la lumière polarisée

17

- ▶ La lumière ordinaire (naturelle ou artificielle) est une onde électromagnétique qui vibre dans toutes les directions dans un plan perpendiculaire au trajet de propagation. Lorsque cette lumière traverse un filtre particulier — filtre polarisant — elle ne vibre que dans une seule direction, cette lumière est appelée **lumière polarisée**.
- ▶ Dans la plupart des minéraux, suivant la direction de polarisation, la lumière n'aura pas la même vitesse. Lorsqu'un rayon lumineux pénètre dans un cristal, il se dédouble en deux rayons de polarisation différente qui se propagent avec une vitesse différente, c'est la biréfringence.



Echelle des teintes de biréfringence (3 premiers ordres)

Source : <http://www.svt-monde.org/spip.php?article26>

Microscope polarisant virtuel :

<http://www.discip.crdp.ac-caen.fr/svt/cgaulsvt/travaux/Micropol/ress/menu.html>

Observation microscopique : Analyses physico-chimiques

- ▶ A) Mesure de la composition élémentaire ou isotopique
 - Principe : mesure des longueurs d'onde liées à un rayonnement électromagnétique (spectre visible, rayons X, rayons gamma) absorbés ou émis lorsqu'un échantillon est excité suite à un bombradement (par des neutrons, protons, électrons ou rayons X)
 - résultat : un spectre sur lequel les pics d'une certaine longueur d'onde (=signatures) sont caractéristiques des éléments chimiques et leur intensité en rapport avec la proportion de l'élément
 - limites : précision variable selon la méthode et les instruments (d'éléments majeurs & mineurs aux traces – ppm)

Mesure de la composition élémentaire ou isotopique

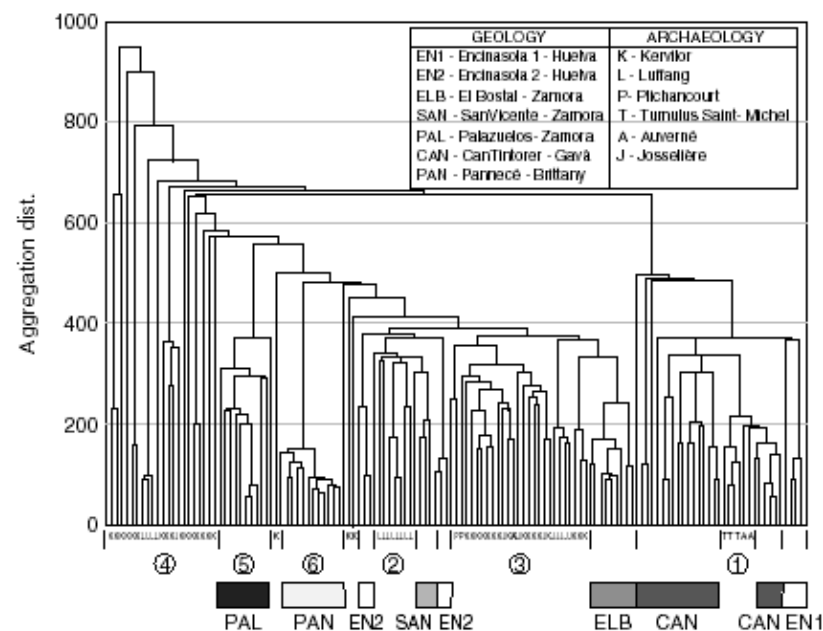
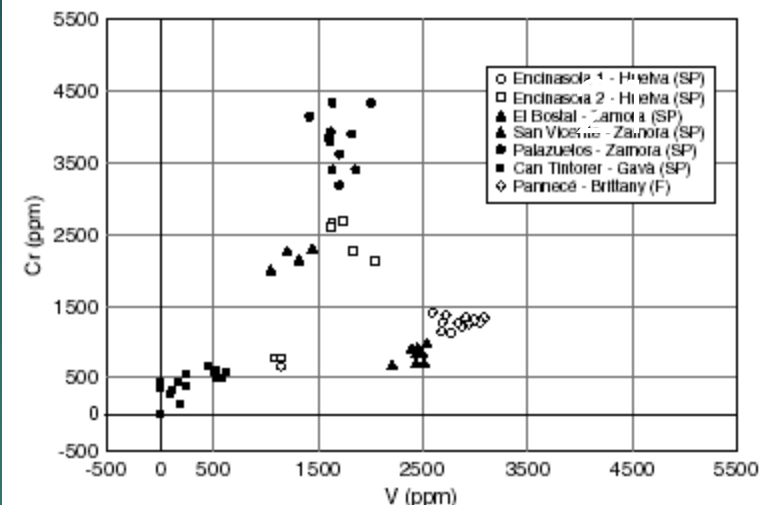
20

NAA	Analyse par activation neutronique (Neutron activation analysis)
XRF	Fluorescence aux rayons X (X-Ray Fluorescence)
PIXE/ PIGM E	fluorescence X induite par particules accélérées (Particle Induced X-ray Emission)/ proton induced gamma ray emission
OES	Spectroscopie à émission optique (Optical Emission Spectroscopy)
AAS	Spectroscopie à absorption atomique (Atomic Absorption Spectroscopy)
ICP-S	Analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (Inductively coupled mass spectrometry)
WDS	Analyse à la microsonde électronique (microscope

Nom	Encinasola1		Encinasola2		El Bostal		San Vicente		Palazuelo		Can Tintorer		Pannecé		DL
	X	σ	X	σ	X	σ	X	σ	X	σ	X	σ	X	σ	
SiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.12	0.72	0.86	0.46	0.63	27.16	22.22	0.00	0.00	0.03
Al ₂ O ₃	39.78	0.16	40.31	0.11	39.90	0.37	39.40	0.70	39.33	0.37	27.94	8.33	39.90	0.54	0.02
MnO ₂	<0.01	—	<0.01	—	<0.01	—	<0.01	—	<0.01	—	<0.01	—	<0.01	—	0.01
Fe ₂ O ₃	1.43	0.09	0.45	0.03	1.02	0.48	0.86	0.35	0.76	0.53	1.70	0.47	0.19	0.02	0.01
MgO	0.16	0.03	0.13	0.05	0.13	0.07	0.11	0.04	0.11	0.04	0.65	0.59	0.21	0.09	0.03
CaO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.11	0.02	0.13	0.06	4.68	6.67	0.21	0.19	0.01
Na ₂ O	0.22	0.05	0.05	0.05	0.09	0.07	0.26	0.15	0.20	0.08	0.37	0.42	0.47	0.37	0.04
K ₂ O	0.09	0.06	0.04	0.01	0.05	0.01	0.10	0.05	0.08	0.03	0.47	0.39	0.12	0.05	0.01
TiO ₂	0.16	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.13	0.01	0.21	0.11	0.49	0.62	0.01	0.01	0.01
P ₂ O ₅	58.02	0.10	58.57	0.13	58.29	0.21	57.77	0.46	58.01	0.35	36.28	17.23	58.46	0.35	0.03
V	1130	40	1800	160	2430	100	1260	170	1630	220	280	240	2850	160	30
Cr	750	60	2450	230	840	110	2190	140	3590	700	420	190	1290	90	40
Ni	<4	—	<4	—	<4	—	<4	—	<4	—	32	37	<4	—	4
Cu	<3	—	17	30	84	14	14	2	23	15	60	76	20	10	3
Zn	<3	—	3	3	350	50	17	2	19	9	27	20	13	3	3
Ga	53	23	<3	—	30	15	78	3	87	63	24	7	160	10	3
As	270	30	213	24	49	8	68	4	50	11	267	118	9	3	3
Rb	<9	—	<9	—	<9	—	<9	—	<9	—	<9	—	<9	—	9
Sr	7	12	<6	—	<6	—	7	5	12	14	370	275	22	27	6
Y	<7	—	<7	—	22	5	<7	—	8	20	11	13	<7	—	7
Zr	57	25	40	20	<12	—	12	2	33	20	<12	—	<12	—	12
Nb	<14	—	<14	—	<14	—	<14	—	<14	—	<14	—	<14	—	14
Mo	65	7	25	10	85	20	<14	—	<14	—	<14	—	19	4	14
U	<14	—	<14	—	310	50	<14	—	<14	—	<14	—	<14	—	14

Oxides are given in wt%, trace elements in ppm weight; DL, detection limit.

Exemple de résultat avec la méthode PIXE. Les groupes sont reconstitués par classification automatique et sur la base de diagrammes combinant les éléments ou molécules



Querré et al., Transport of Neolithic variscites demonstrated by PIXE analysis, *X-Ray Spectrom.* 2008; **37**, p. 116–120

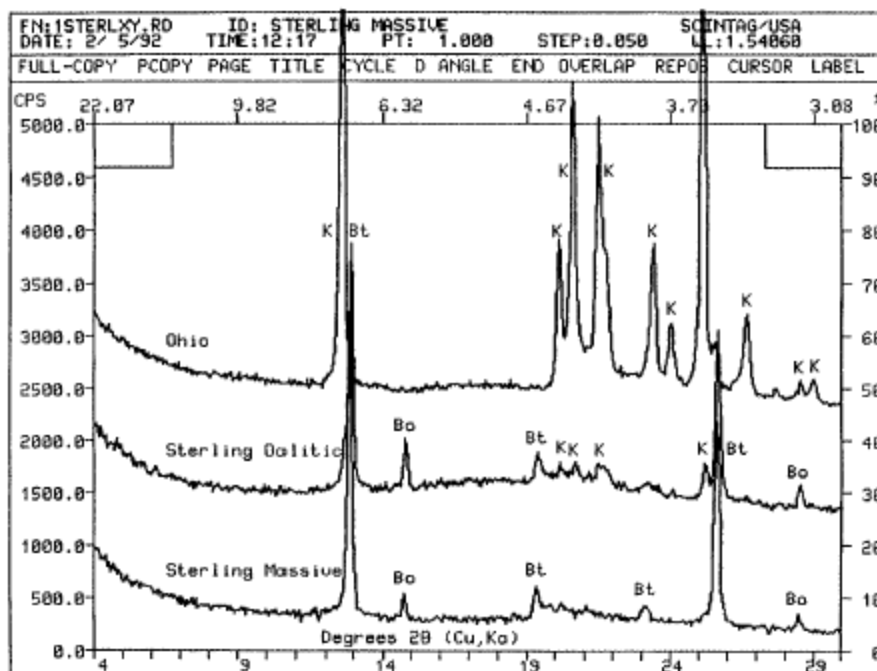


Figure 5. X-ray diffractogram of Ohio and Sterling, IL, pipestones, showing peaks for Bo = boehmite, Bt = berthierine, and K = kaolinite (courtesy Illinois State Geological Survey, UIUC).

Méthodes basées sur un spectre de masse atomique ou moléculaire

23

B) Méthodes basées sur un spectre de masse atomique ou moléculaire

- Principe : dosage des isotopes selon leur masse pour les éléments légers (O, C, N, S) ou lourds (Sr – Strontium, Pb)
- La composition chimique peut être distincte entre la matière première et le produit fini (minéral et objet en métal)
- Précision : meilleure que pour les méthodes élémentaires

TIMS	Thermal ionisation mass spectrometry (éléments lourds)
SIRA	Stable isotope analysis (éléments légers)
ICP-MS	Inductively coupled plasma spectroscopy

Le dosage des isotopes stables sur les éléments légers est principalement utilisé dans les études de provenance des calcaires, marbres et matériaux carbonatés

Le dosage des isotopes sur les éléments lourds est utilisé pour les métaux (Pb), les ivoires (Sr)

3. Etudes de cas

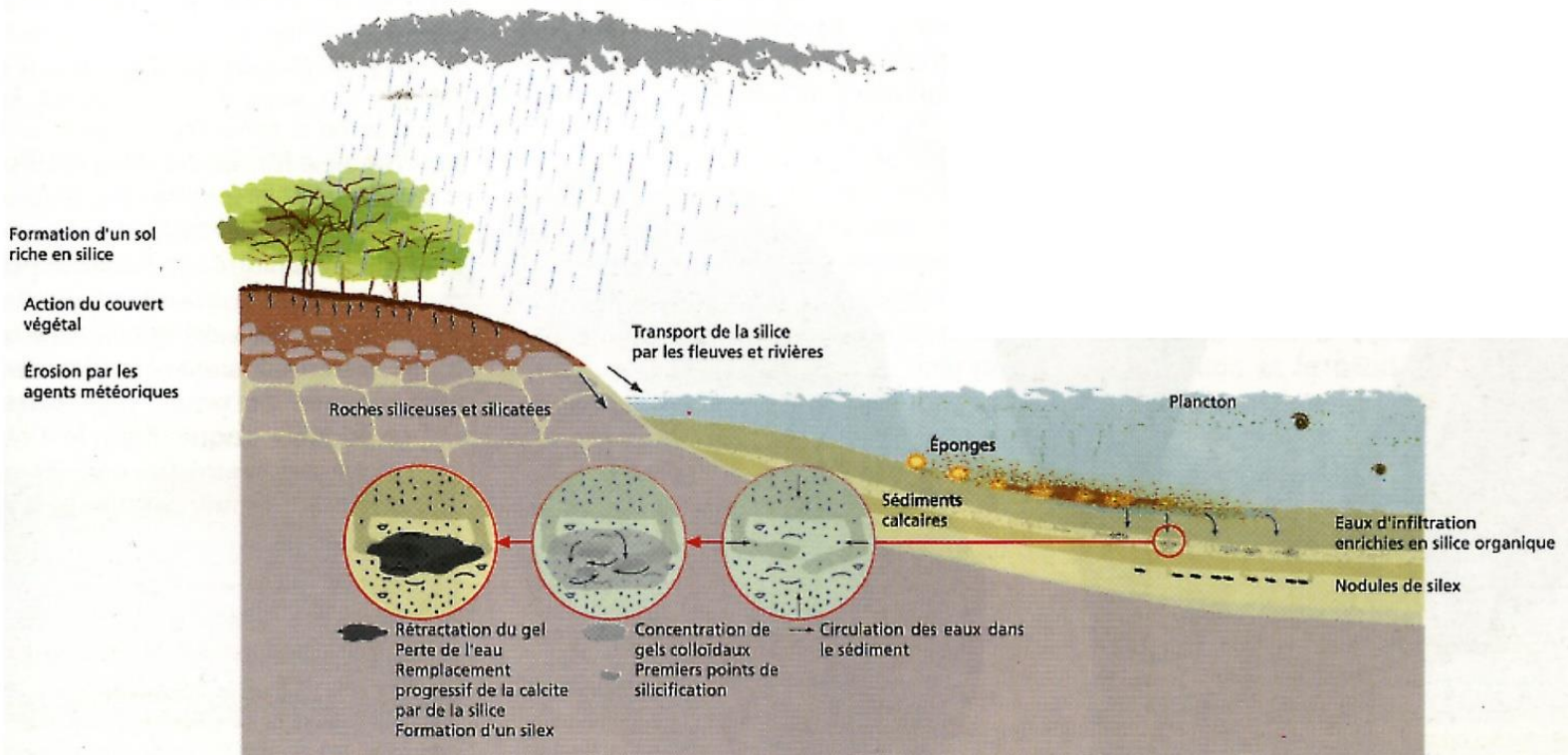
24

- ▶ Les silex
- ▶ L'obsidienne

31. Les silex

25

- « Roche siliceuse constituant des accidents dans des couches calcaires, formée de silice d'origine biochimique et pédogénétique précipitant dès le début de la diagénèse »

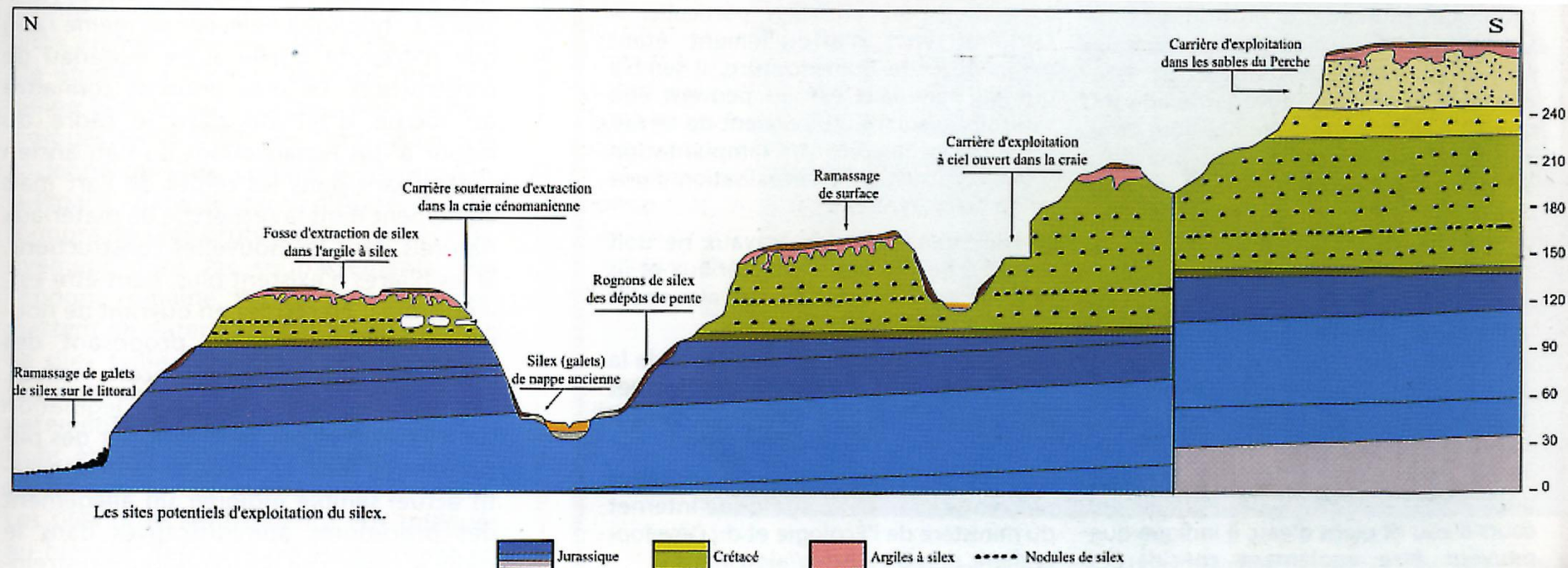


Source : Lebas P., Pontvianne C., Savary X., 2006, Le silex en Basse-Normandie, CRÉCET

- L'histoire du silex et des processus de génèse, post-dépositionnels et postérieurs à son utilisation par l'homme se lit sur les stigmates présents sur la pièce

- Différentes configurations gîtologiques sont accessibles pour s'approvisionner, en position primaire, ou secondaire par ramassage ou extraction

Types	Histoire	Mécanismes
archéologique	évolution post-dépositionnelle : postérieure à la taille	transformations au sein du gisement archéologique : altération, néo-cortex secondaire
Récolte par les préhistoriques et introduction dans le site		
gîtologique	évolution prédépositionnelle : remaniement	transformations post-génétiques : désagrégation, traces de chocs, altération, néo-cortex
Mise à l'affleurement		
génétique	formation des silex	Processus enregistrés pendant la sédimentation et la lithification, cortex



Le Bassin Parisien : un monde de silex

27



Les silex très abondants dans le Bassin parisien, peuvent être très proches, voire identiques s'il sont prélevés dans les mêmes niveaux géologiques



Etiolles : silex tertiaire



Silex secondaire crétacé



Grimes Graves (Norfolk, GB)



Jablins (Seine-et-Marne)

La micropaléontologie

30

- ▶ Etude des microfossiles ($1\text{ mm} <$) vus au microscope électronique après dissolution des silex
- ▶ L'utilisation des microfossiles permet d'identifier l'étage géologique selon les associations et les espèces (foraminifères, charophytes, bryozoaires etc.) et de reconstituer leur provenance régionale

Exemples :

- déplacement de pièces à Etiolles venant du silex de la craie (Santonien et campanien de la vallée de la Seine, Campanien de l'Yonne, silex gris de Chartres) (M. Mauger)
- origine vaclusienne de calcaires blancs du Néolithique ancien du Bassin parisien (RRBP) (C. Constantin, D. Vachard)



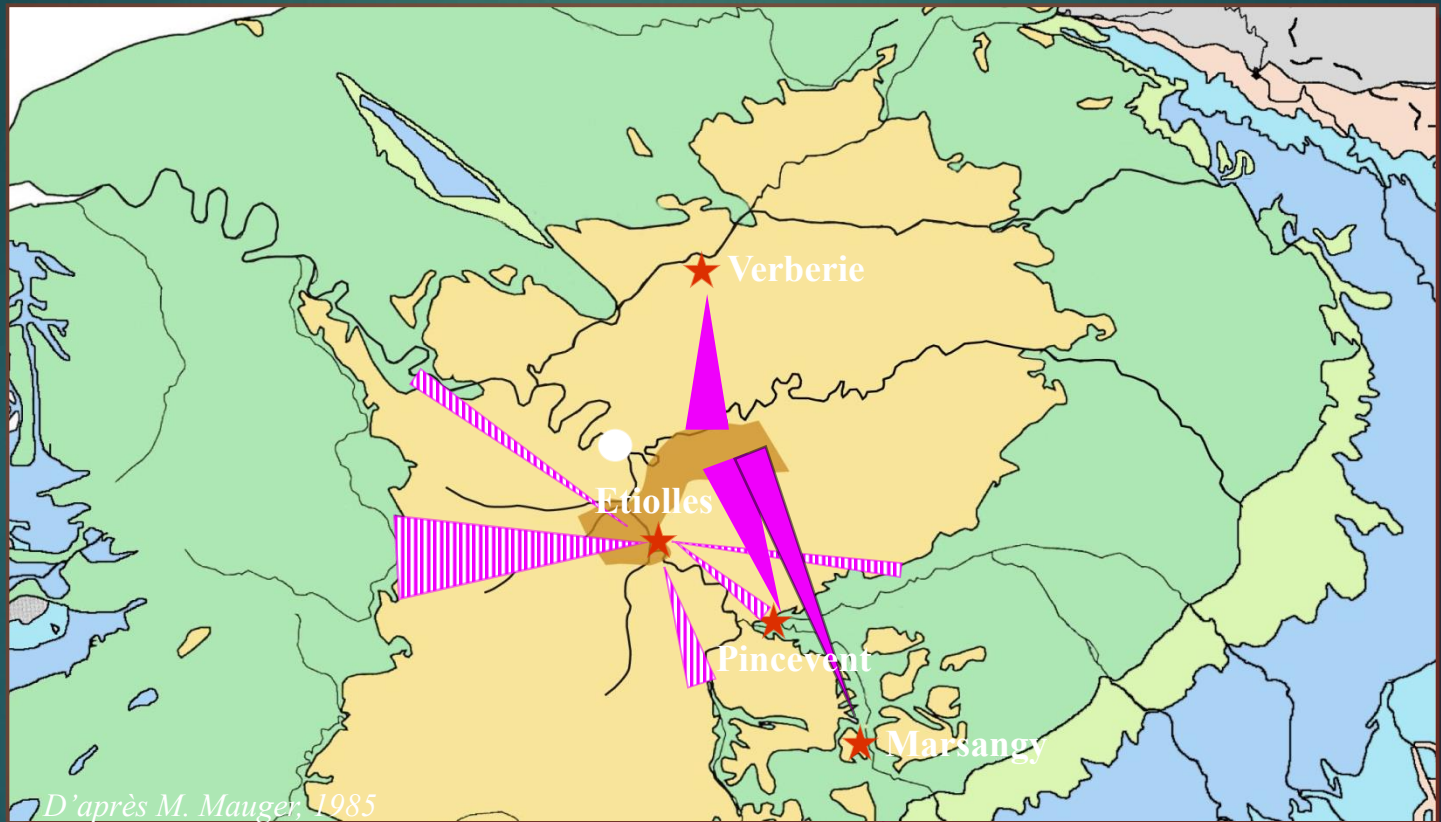
Dinoflagellé du Crétacé supérieur dans une lame de silex archéologique (site magdalénien du Pont de Longues, 63).

La circulation des produits en silex allochtones au Magdalénien

31

Des mouvements de faible ampleur à double sens : centre-périphérie

Importation :  de silex tertiaires (centre-périphérie)
 de silex secondaires (périphérie-centre)



Une exception : un trajet plus lointain

un fragment de lame en silex du Grand Pressigny à Pincevent (200 km vers le sud)

32. Les obsidiennes

32

- ▶ Roche volcanique vitreuse riche en silice
- ▶ Cassure conchoïdale (apte à la taille)

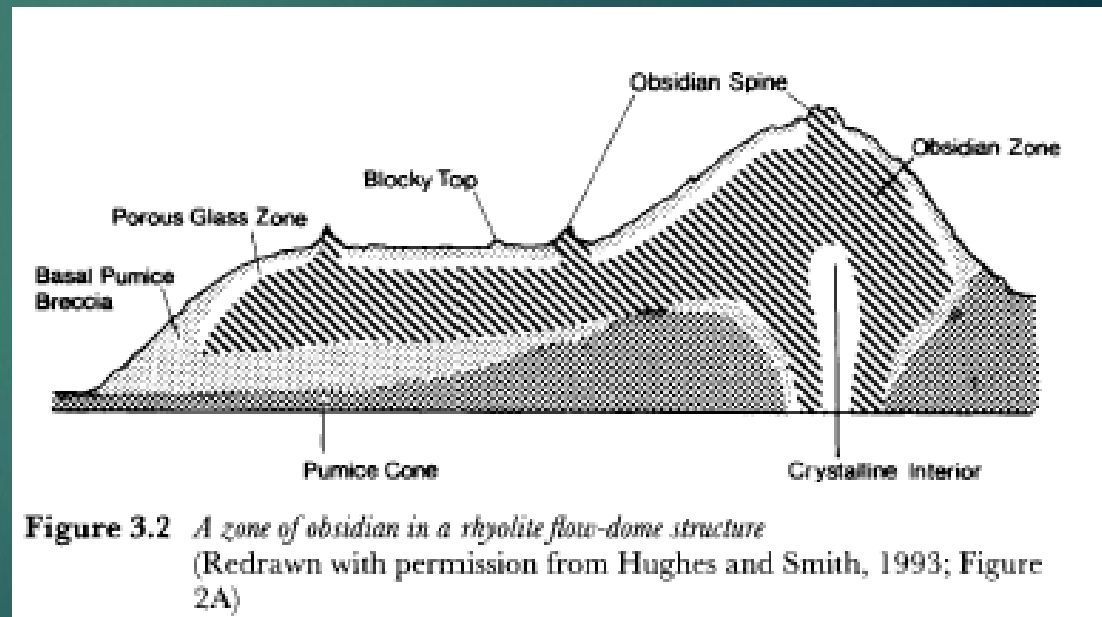


Figure 3.2 *A zone of obsidian in a rhyolite flow-dome structure*
(Redrawn with permission from Hughes and Smith, 1993; Figure 2A)

Coulée d'Obsidienne Newberry Caldera (Oregon, US)

Source s: Pollard et Heron , 1996,
http://geology.about.com/od/more_igrocks/ig/obsidian/obsidblocks.htm



Nucleus, figurine anthropomorphe et Pointes de Tlatilco
Museo Nacional de Anthropologia Mexico

Historique en Méditerranée

34

- ▶ Matériau idéal pour les études de provenance en analyse élémentaire
- ▶ De nombreux éléments traces sont impliqués dans la genèse de l'obsidienne
- ▶ Début dans les années 1960 alors que les sources sont connues
- ▶ Premiers succès d'identification à partir des éléments traces mesurés par OES discriminant plusieurs sources (Cann & Renfrew 1964) mais à partir d'échantillons réduits
- ▶ La NAA a permis de distinguer différentes coulées en Sardaigne et à Mélos et discrimine les sources d'Europe centrale
- ▶ La datation par traces de fission a montré également des âges distincts de certaines sources et peut donc les discriminer (sauf en Sardaigne)
- ▶ Une reconstitution des réseaux d'échange a été rendue possible à partir du moment où les échantillons étudiés ont été suffisants
- ▶ De nombreuses méthodes ont été testées, pas toujours opérationnelles au cours des années 1970 à 1980
- ▶ La XRF discrimine bien les sources sur la base des éléments majeurs/mineurs ce qui est confirmé par l'AAS et la datation par hydratation
- ▶ L'ICP-MS discrimine les sources du Monte Arci à une échelle détaillée (1987)

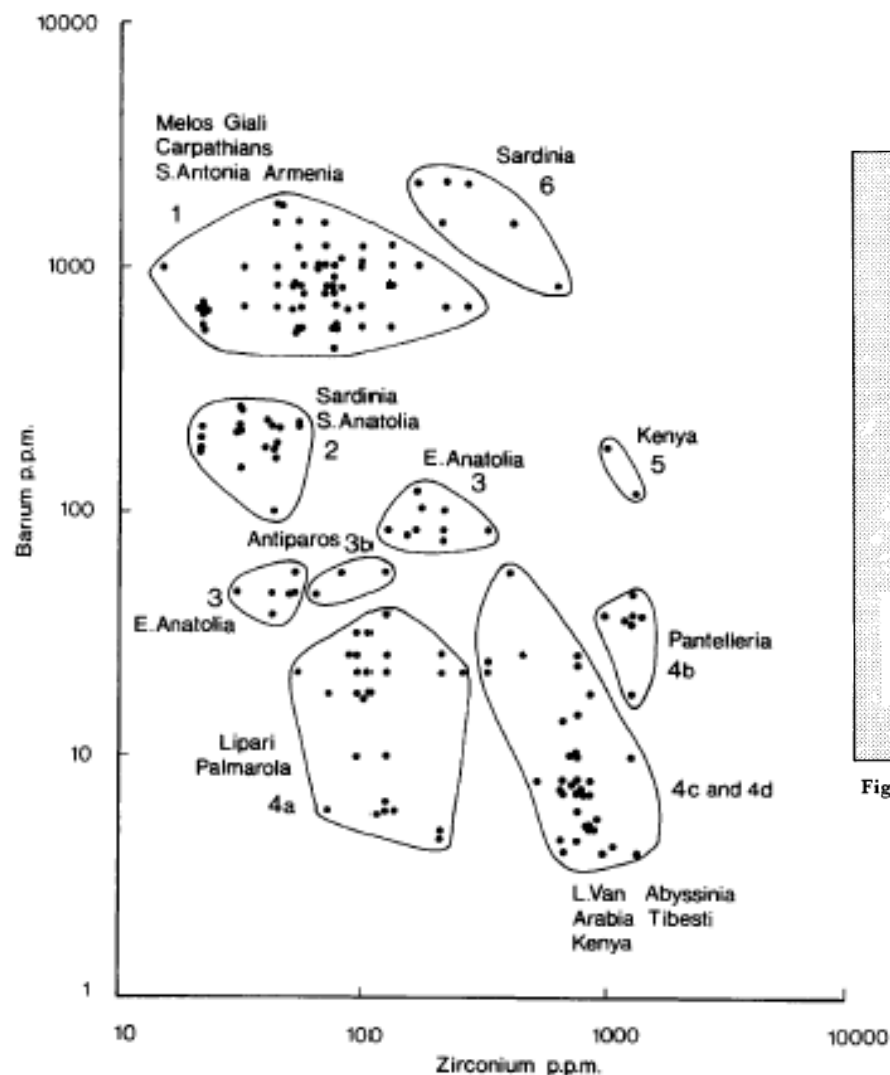


Figure 3.4 The content of Ba and Zr in a number of Old World obsidians. Each dot represents a single specimen and divisions into discrete groups are indicated (Redrawn with permission from Cann *et al.*, 1969; Figure 106)

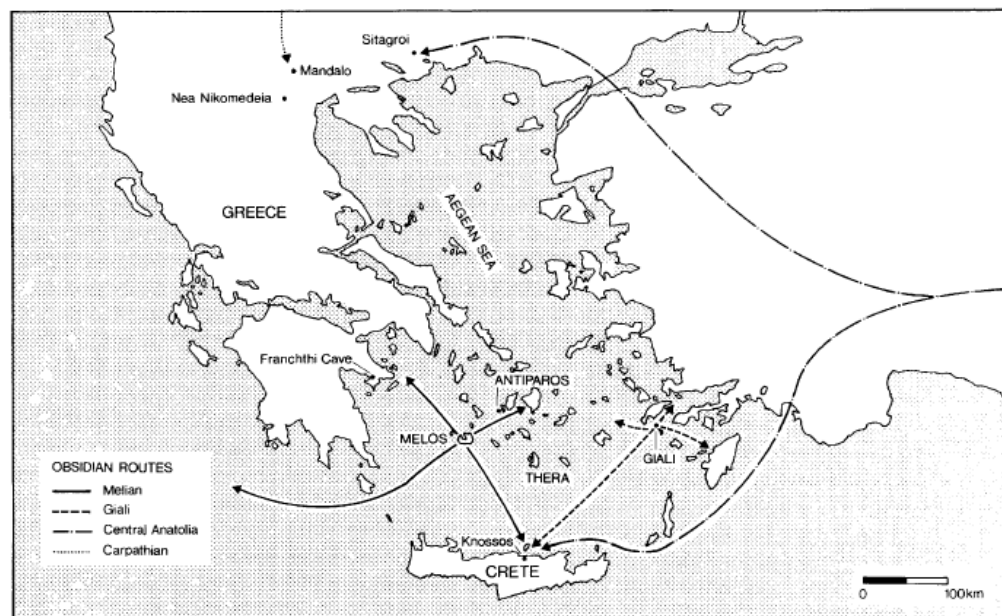


Figure 3.3 Map of the Aegean showing the location of obsidian sources (Melos, Antiparos, and Giali) and sites referred to in the text. Melian obsidian is found in abundance on many Aegean islands and on the southern Greek mainland. It is also found in northern Greece, western Anatolia, and, apparently, mainland Italy in much smaller quantities. Other arrows represent the most southerly location of Carpathian obsidian (Mandalo) and the presence of central Anatolian obsidian at Sitagroi and Knossos (see text for details)

Source : Pollar & Heron 1996

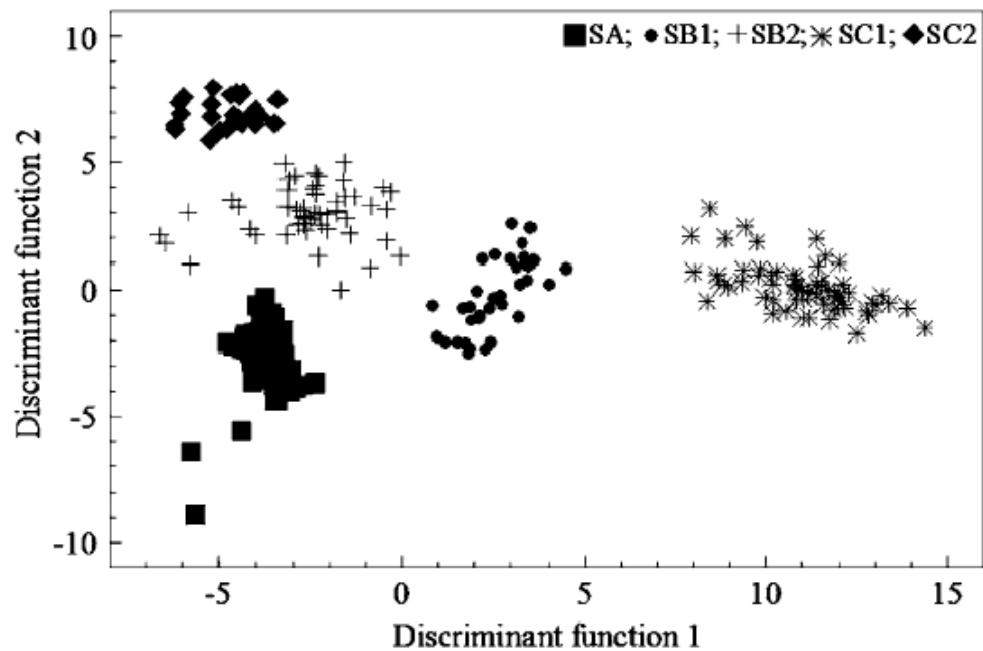


Fig. 2. – Multivariate discriminant function analysis of ICP-MS data for Monte Arci (Sardinia) reveals five distinct source groups.

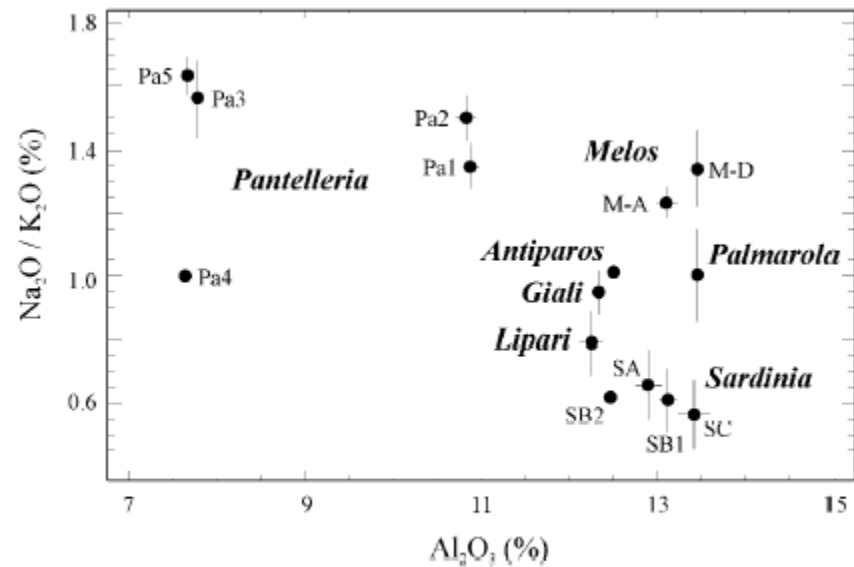


Fig. 1. – X-ray fluorescence of major elements can discriminate most Mediterranean obsidian sources.

Source : Tykot R. H., 2004

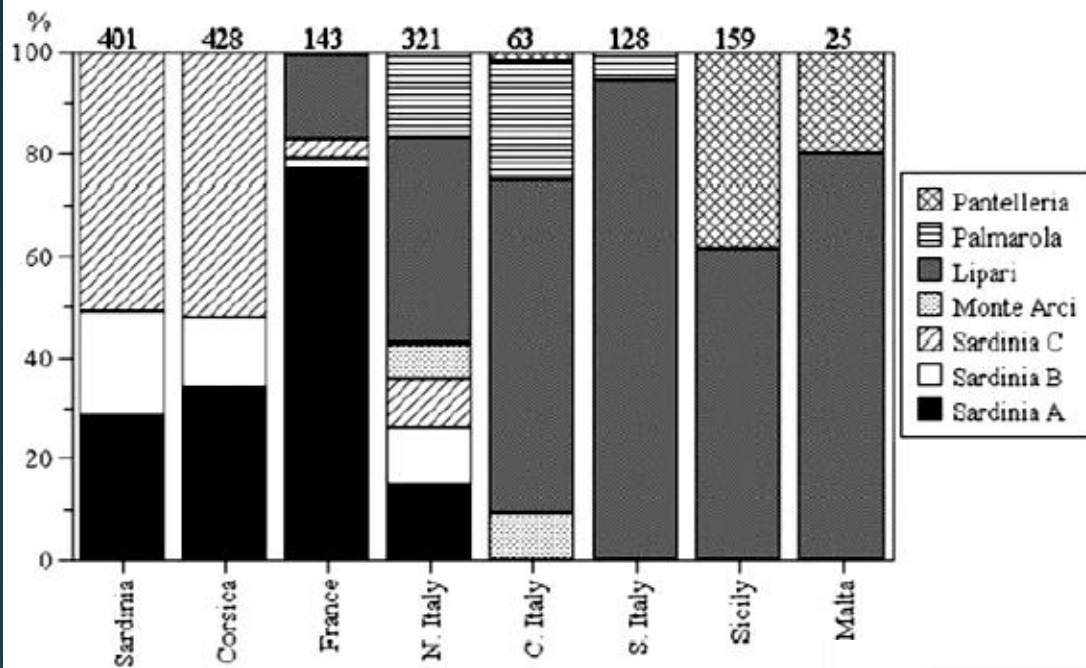


Fig. 4. – Frequency of obsidian sources present at archaeological sites central Mediterranean.

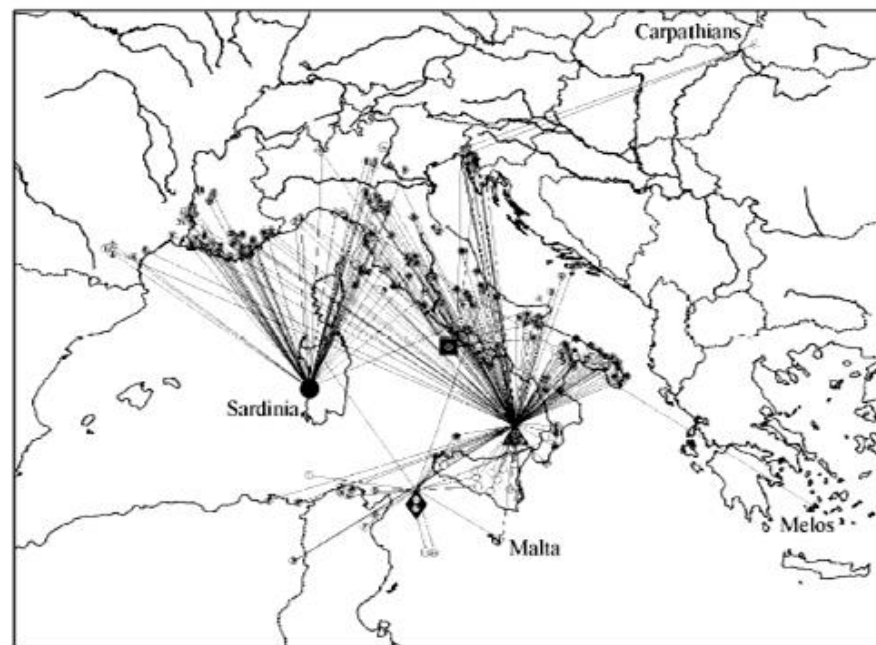
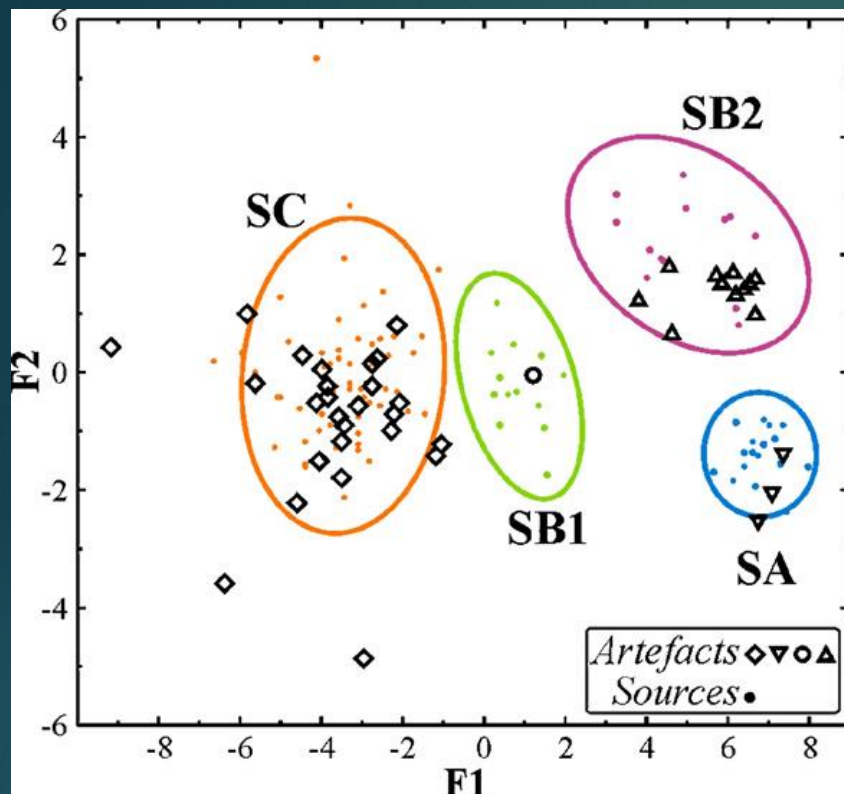
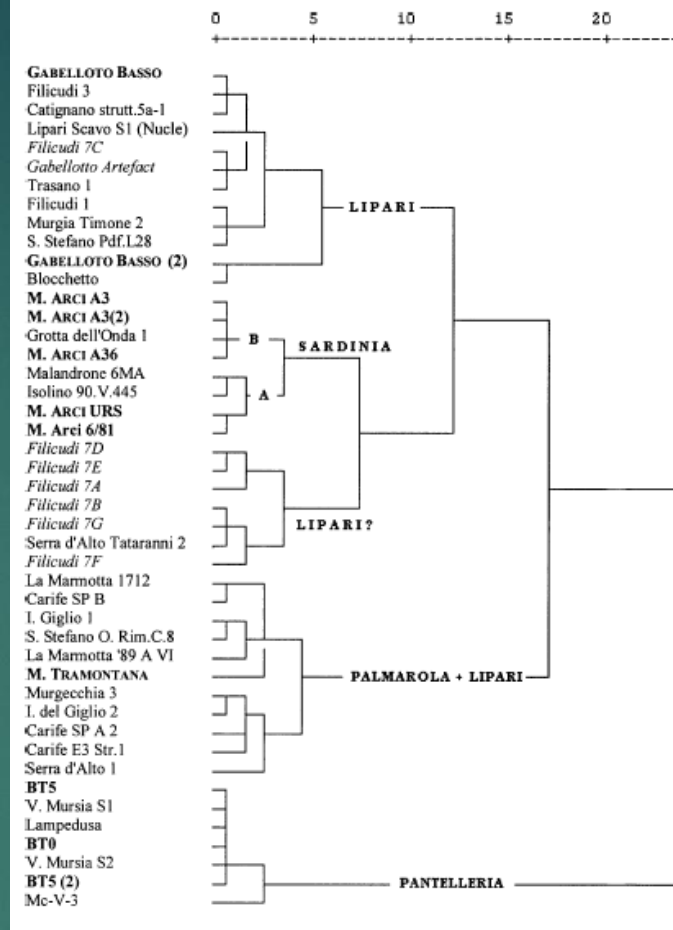


Fig. 3. – Distribution of obsidian in the central Mediterranean. Data for sites from all time periods are shown.



Représentation des analyses EMP-WDS des artefacts de Vasculacciu au moyen des fonctions discriminantes (cf. texte). Les ellipses définissant les types sardes d'obsidiennes sont calculées à 90% de confiance pour les teneurs en Na, Al, Mg, Si, P, K, Ca, Ti et Fe déterminées pour 101 échantillons géologiques (Bressy et al. 2008, fig.2)



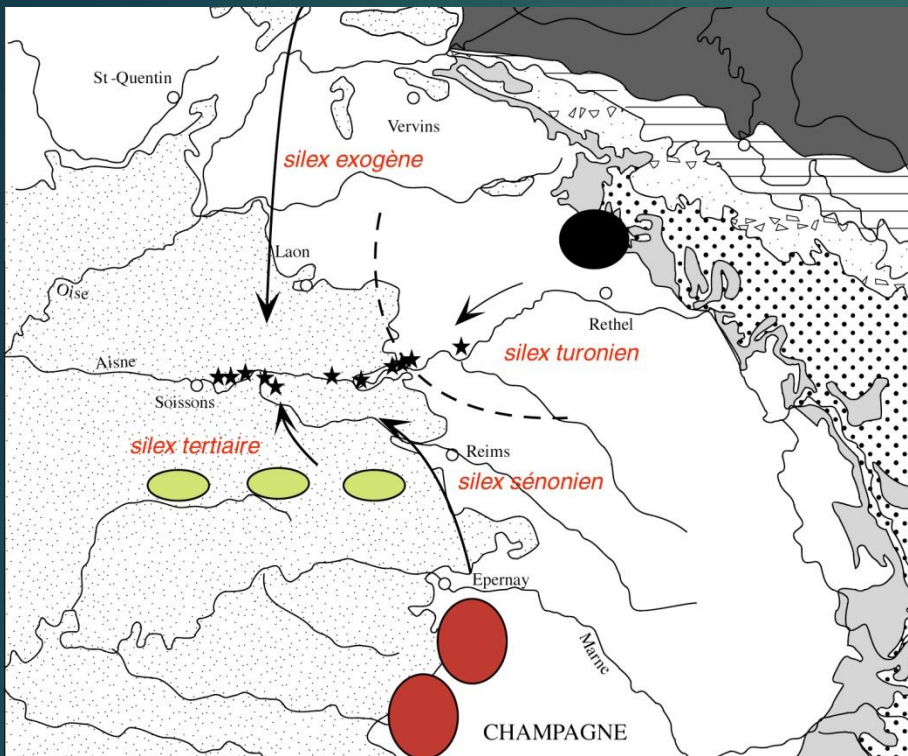
Dendrogramme obtenu d'après la valeur des paramètres Mössbauer En gras, obsidiennes sources ; en caractères ordinaires, artefacts d'origine déterminée antérieurement à ce travail ; en italiques, pièces en obsidienne de provenance non déterminée antérieurement. (Scorzellia et al. 2001, fig. 3)

4. Exemples de reconstitution de réseaux d'approvisionnement

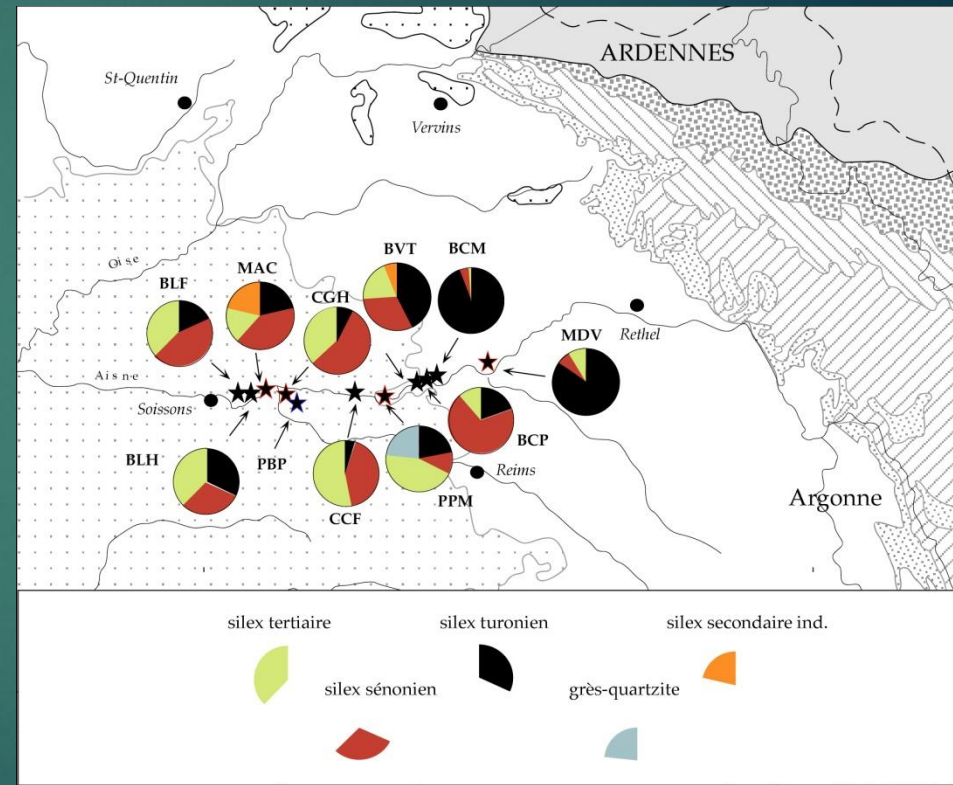
Circulation et échanges : Néolithique ancien rubané

40

diversité des matériaux
lithiques



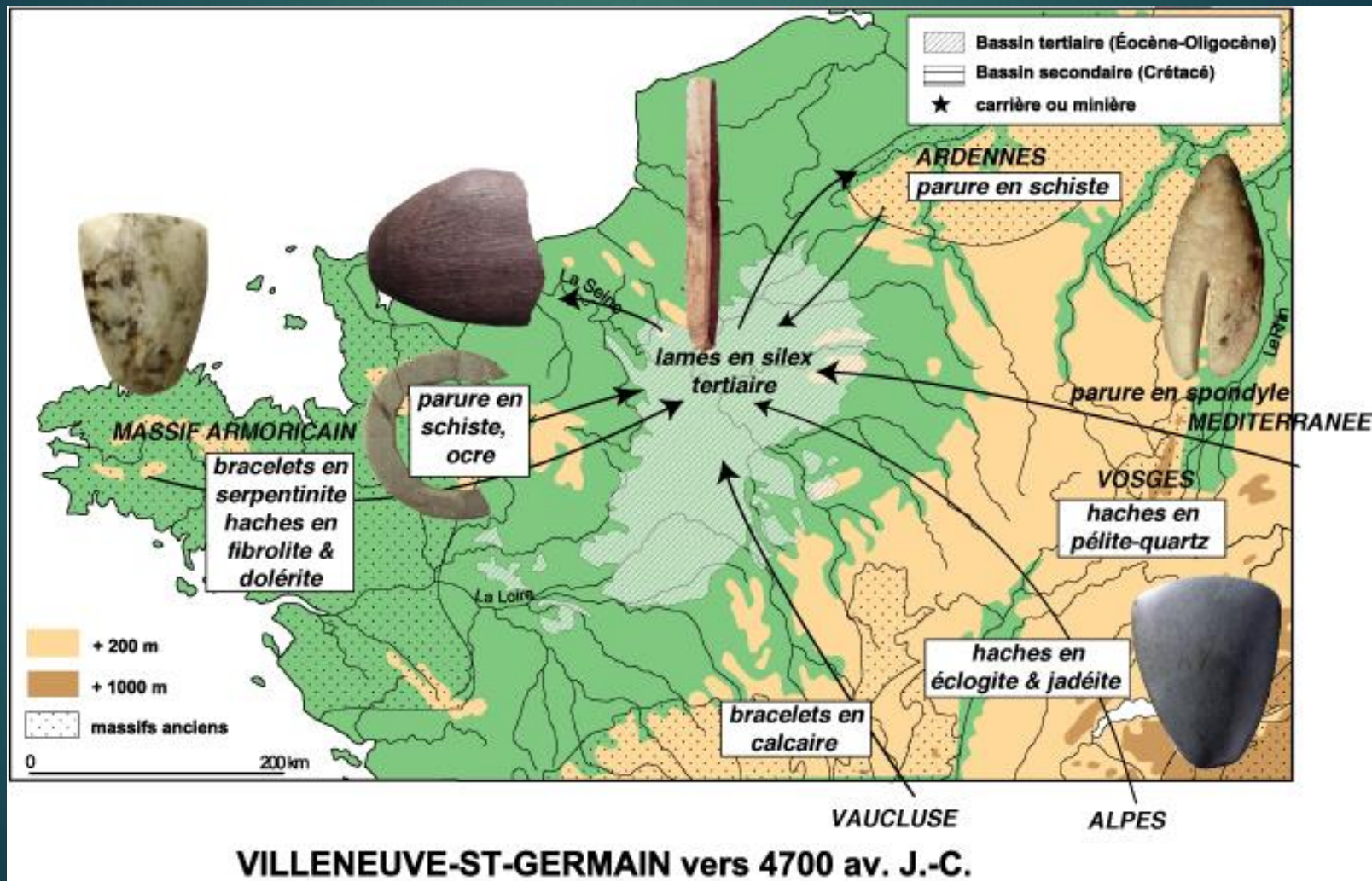
sélection de matériaux de bonne
qualité, souvent régionaux



exemple des sites de la vallée de
l'Aisne

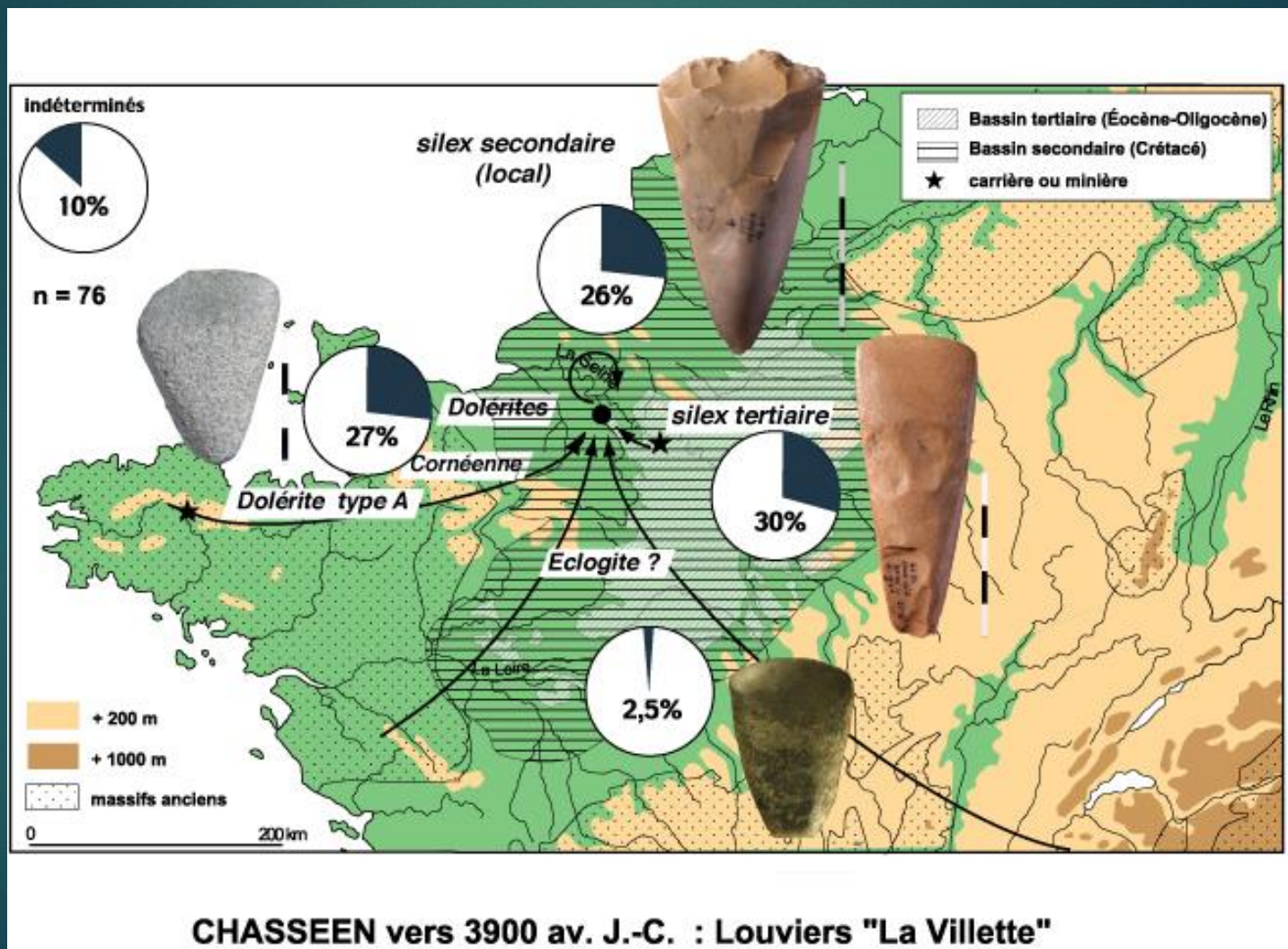
Circulation et échanges : Néolithique ancien VSG

41



Circulation et échanges : Néolithique moyen chasséen

42



Haches en JADE alpines : une européenne

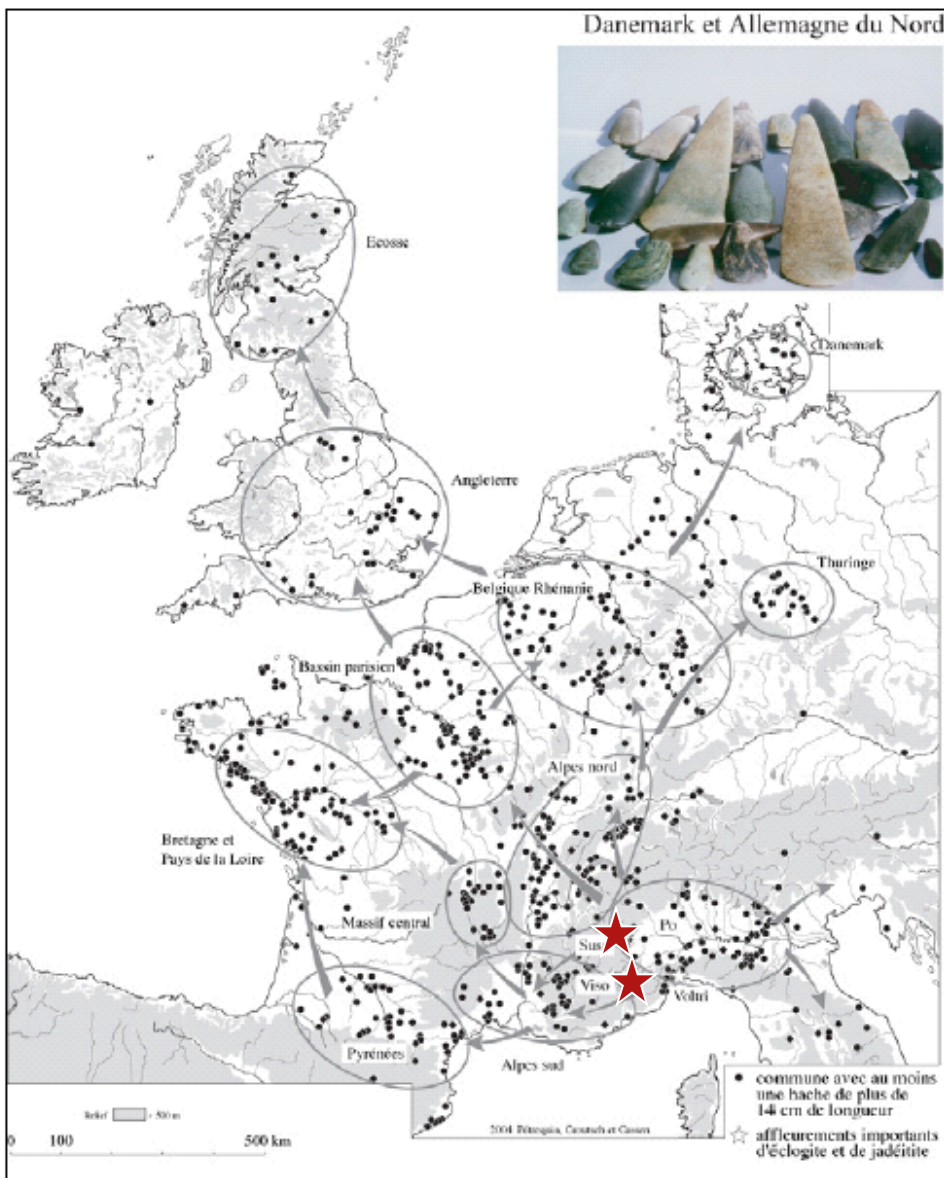


Fig. 1 - Répartition, à l'échelle de l'Europe occidentale, des communes qui ont livré au moins une grande hache polie en roche alpine (photo L. KLASSEN).

Les grandes haches alpines en Jadéite et éclogite ont circulé à partir de 5000 av. J.-C.

Elles circulent jusque dans le Danemark, l'Ecosse et se retrouvent dans les sépultures monumentales du golfe du Morbihan vers 4500 av. J.-C.

Deux groupes de carrières (Mont Viso et Mont Beigua en Italie) ont été identifiées comme seules sources

Les carrières



L'exploitation de gros blocs en altitude (2000-2300 m) est faite par le feu.

La taille des ébauches se fait sur place et sous des abris

Clichés : P. Pétrequin programme
JADE



Site d'Oncino Porco sur les pentes
du Mont Viso (Italie)

Généralités

- BRAVARD J.-P., CAMMAS C., NEHLIG P., POUPET P., SALVADOR P.-G., WATTEZ J., *La géologie*, Paris, Errance, 1999.
- HERRMANN J.J. JR., HERZ N., NEWMAN R. (Eds.), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*. Archetype Publ., London., 2002.
- MISKOVSKY J.C., *Géologie de la préhistoire*, 1987 (réed. 2002).
- GUILAINE J. (ed.). *Matériaux, Productions, Circulations du Néolithique à l' Age du Bronze*, Errance, Paris, 2002.
- POLLARD A.M.. Archaeological Petrology and the Archaeometry of Lithic Materials. 50th Anniversary Volume, *Archaeometry*, 50, 2007, p. 194-215.
- POLLARD A. M. & HERON C., *Archaeological Chemistry*. The Royal Society of Chemistry, RSC Paperbacks, Cambridge, 1996
- SHACKLEY M. S. Archaeological Petrology and the Archaeometry of Lithic Materials, *Archaeometry*, 50, 2008, p 194-215.
- TYKOT R. H., Scientific methods and applications to archaeological provenance studies, in M. Martini, M. Milazzo and M. Piacentini (Eds.) *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLIV*, IOS Press, Amsterdam 2004.
- WAELKENS M., HERZ N., MOENS L. (Eds), *Ancient Stones. Quarrying Trade and Provenance—Interdisciplinary Studies on Stones and Stone Technology in Europe and the Near East from the Prehistoric to the Early Christian Period*, Leuven University Press (Acta Archaeologica Lovaniensia: Monographiae).

Silex

- ▶ BRESSY C., Caractérisation et gestion du silex des sites mésolithiques et néolithiques du Nord-Ouest de l'arc alpin. Une approche pétrographique et géochimique, BAR International Series, 1114, 2003
- ▶ CRADDOCK, P. T., COWELL, M. R., LEESE, M. N., HUGHES, M. J., 1983, The trace element composition of polished flint axes as an indicator of source *Archaeometry*, 25, 135–64.
- ▶ FERNANDES P. et RAYNAL J.P., Pétroarchéologie du silex : un retour aux sources. *Comptes rendus Palevol* , 5, N° 6, 2006, p. 829-837.
- ▶ MAUGER M., L'approvisionnement en matériaux siliceux au Paléolithique supérieur, *in: Environnements, et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Taborin Y. Ed., Paris, Maison des sciences de l'homme, 1994,,p. 78-93 (DAF ; 43).
- ▶ TURQ A. 2005 - Réflexions méthodologiques sur les études de matières premières lithiques. 1 : des lithothèques au matériel archéologique. *Paléo*, n° 17, p. 111-134.

Obsidienne

- ▶ POUPEAU G., LE BOURDONNEC F.-X., DUBERNET S., SCORZELLI R. B., DUTTINE M., CARTER T., Tendances actuelles dans la caractérisation des obsidiennes pour les études de provenance, *Archeosciences*, 31, 2007.
- ▶ RENFREW, C., CANN, J.R. AND DIXON, J.E., Obsidian in the Aegean. *Annual of the British School of Archaeology at Athens*, 60, 1965, p. 225-247.
- ▶ TORRENCE, R., *Production and Exchange of Stone Tools*. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.
- ▶ WILLIAMS THORPE, O., S.E. WARREN & J.G. NANDRIS., The distribution and provenance of archaeological obsidian in Central and Eastern Europe. *Journal of Archaeological Science* 11, 1984, p. 183–212
- ▶ WILLIAMS-THORPE, O., Obsidian in the Mediterranean and the Near East: a provenancing success story. *Archaeometry*, 37 2, 1995, p.17-248.

Marbre

GORGONI, C., LAZZARINI, L., PALLANTE, P., TURI, B., 2002. An updated and detailed mineropetrographic and C-O stable isotopic reference database for the main Mediterranean marbles used in antiquity. In: J.J. Herrmann Jr., N. Herz, R. Newman (Eds.) *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*. Archetype Publ., London

HERZ N., WAELEKENS M. (Eds) *Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade*, NATO ASI Series E, Vol. 153, Dordrecht, London-Boston, 1988

HERZ N., 1992, Provenance determination of Neolithic to Classical Mediterranean marbles by stable isotopes *Archaeometry*, 34, 185–94.

MELLO E., MONNA D., ODDONE M., "Discriminating Sources of Mediterranean Marbles: A Pattern Recognition Approach," *Archaeometry*, 30 (Part 1), 1988, p. 102-108

SCHVOERER M., *Archéomatériaux. Marbres et autres roches*, 4e Conférence internationale de l'Association pour l'étude des marbres et autres roches utilisés dans le passé, ASMOSIA 4, Bordeaux-Talence, 9-13 oct. Presses universitaires de Bordeaux, 1995

ASMOSIA (Association for the Study of Marble and Other Stones In Antiquity; www.asmosia.org)

47

Autres roches

PETREQUIN DL, CASSEN S, CROUTSCH C, ERRERA M. La valorisation sociale des grandes haches dans l'Europe néolithique. In *Matériaux, Productions, Circulations du Néolithique à l'Age du Bronze*'' , Guilaine J (ed.). d. Errance: Paris, 2002; 67.

SURMELY (F.), GOËR de HERVE (A. de), D'AMICO (C.), SANTALLIER (D.), FORESTIER (F.-H.) et RIALLAND (Y.) - 2001 - Circulation des haches polies en Auvergne au néolithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 98, 4, p. 675-691.

WISSEMAN S. U. ,MOORE D. M. ,HUGHES R. E. ,HYNES M. R. , EMERSON T. E., Mineralogical Approaches to Sourcing Pipes and Figurines from the Eastern Woodlands, U.S.A. *Geoarchaeology*, Vol. 17, No. 7, 689–715 (2002)

QUERRE G., HERBAULT F., CALLIGARO TH., Transport of Neolithic variscites demonstrated by PIXE analysis, *X-Ray Spectrometry*, , 37, 2008, p.6–120.