

Provenance et caractérisation physico-chimique des matériaux : problématiques archéologiques et méthodes

UNIVERSITÉ PARIS 1 PANTHÉON-SORBONNE

LICENCE D'ARCHÉOLOGIE (SEMESTRE 6 – 3^E ANNÉE)
ARCHEOMETRIE

F. GILIGNY V.3

Plan du cours

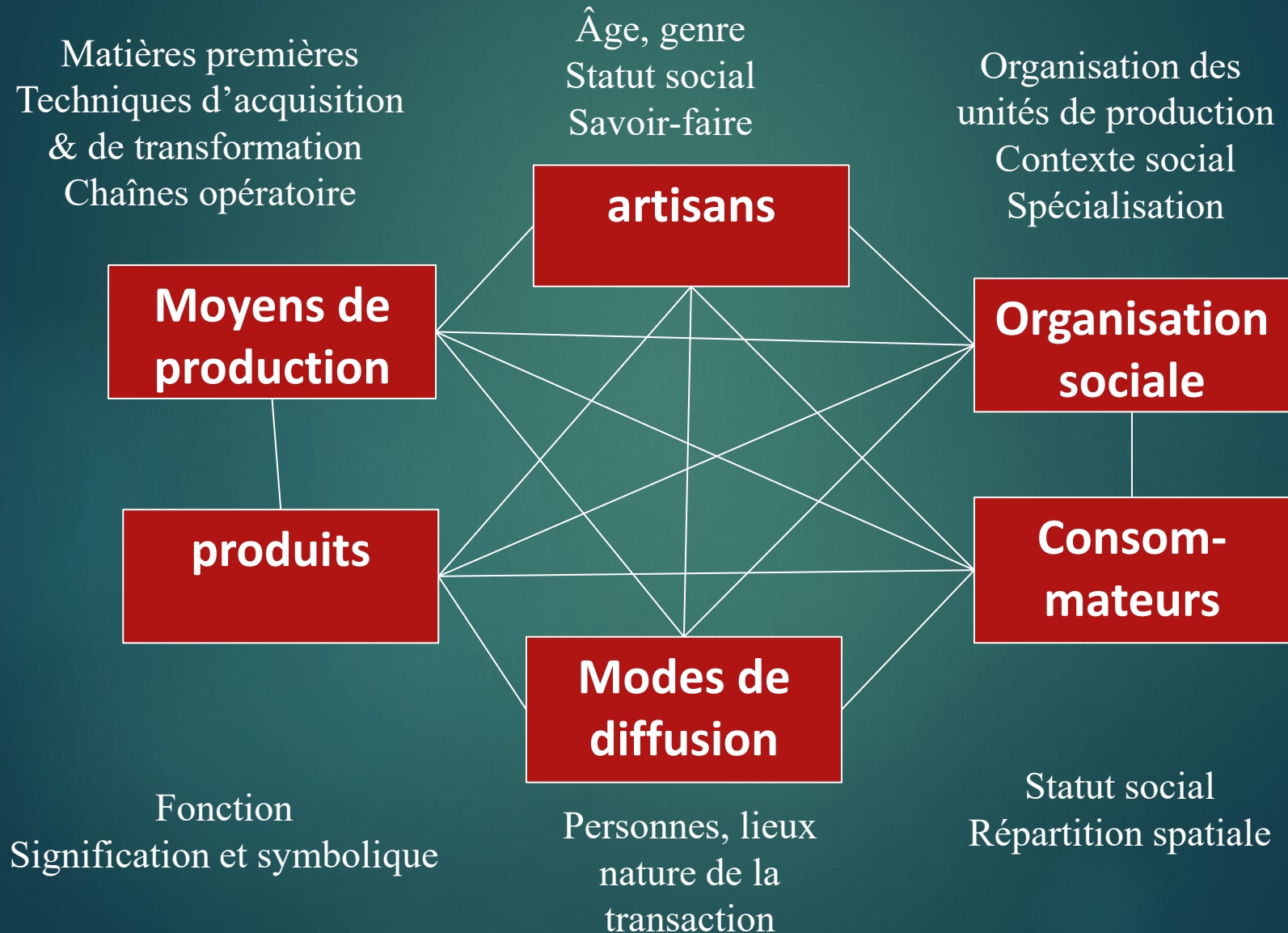
2

- ▶ **I. Démarche : les éléments du système de production/diffusion**
- ▶ **II. Les méthodes**
- ▶ **III. Le système d'approvisionnement**
- ▶ **IV. Les modes de diffusion**

Articles à lire dans le dossier « documents » de la section :
REGERT M., GUERRA M.-F., REICHE I. 2015. Physico-chimie des matériaux du patrimoine culturels, in : Techniques de l'ingénieur, 38 p.

I. Démarche : les éléments du système de production/diffusion

3



La démarche archéologique : caractériser le système de production et d'approvisionnement

- 1° caractériser les produits : (caractères intrinsèques des artefacts) :
- identification des matières premières
 - identification les techniques de fabrication : , caractérisation du mode de transformation (alliages, type de cuisson..), pour l'étude desquels on fait appel aux analyses physiques et chimiques.
 - la morphologie et le décor (critères stylistiques)
- 2° Rechercher l'origine géographique des matériaux (provenance) :
- recherche dans les référentiels connus (archéologiques et gîtologiques)
 - échantillonnage et recherche des matières premières locales ou régionales disponibles

- 
- ▶ 3° rechercher le lieu de production
 - structures d'extraction (mines carrières),
 - structures de production et les outils et déchets de fabrication (fours, moules, rejets de cuisson...).

 - ▶ 4° déterminer les modalités de la production
 - identifier le processus de production (chaînes opératoires),
 - organisation sociale liée à cette production (division du travail, spécialisation artisanale, contrôle, transferts techniques & emprunts, apprentissage),
 - déterminer finalité de la production (utilisation locale ou exportation).

2. La démarche archéologique : Caractériser le système de distribution

6

- ▶ 1° Identifier la nature du produit qui circule
 - Produit fini ou semi-fini
 - circulation du contenu ou du contenant?

- ▶ 2° Identifier les lieux et le mode de circulation
 - voies de circulation ou commerciales,
 - moyen de transport,
 - le lieu de transaction, lieu de stockage

- ▶ 3° Identifier les modalités sociales :
 - nombre de personnes mis en cause,
 - nature de la transaction
 - mode de paiement ou d'échange.

Caractériser le système de production

7

Infrastructure & logistique

- ▶ Installations : (bâtiments, machines,
- ▶ Structures associées : habitat, voies de communication, locaux de stockage
- ▶ Moyens de transport

Ressources matérielles

- ▶ Approvisionnements (matériaux)
- ▶ Source d'énergie (bois, eau)

Produits

- Déchets & ratés de production
- Produits et semi-produits

Ressources humaines

- Ressources humaines et savoir-faire technique

Sources iconographiques et textes

8



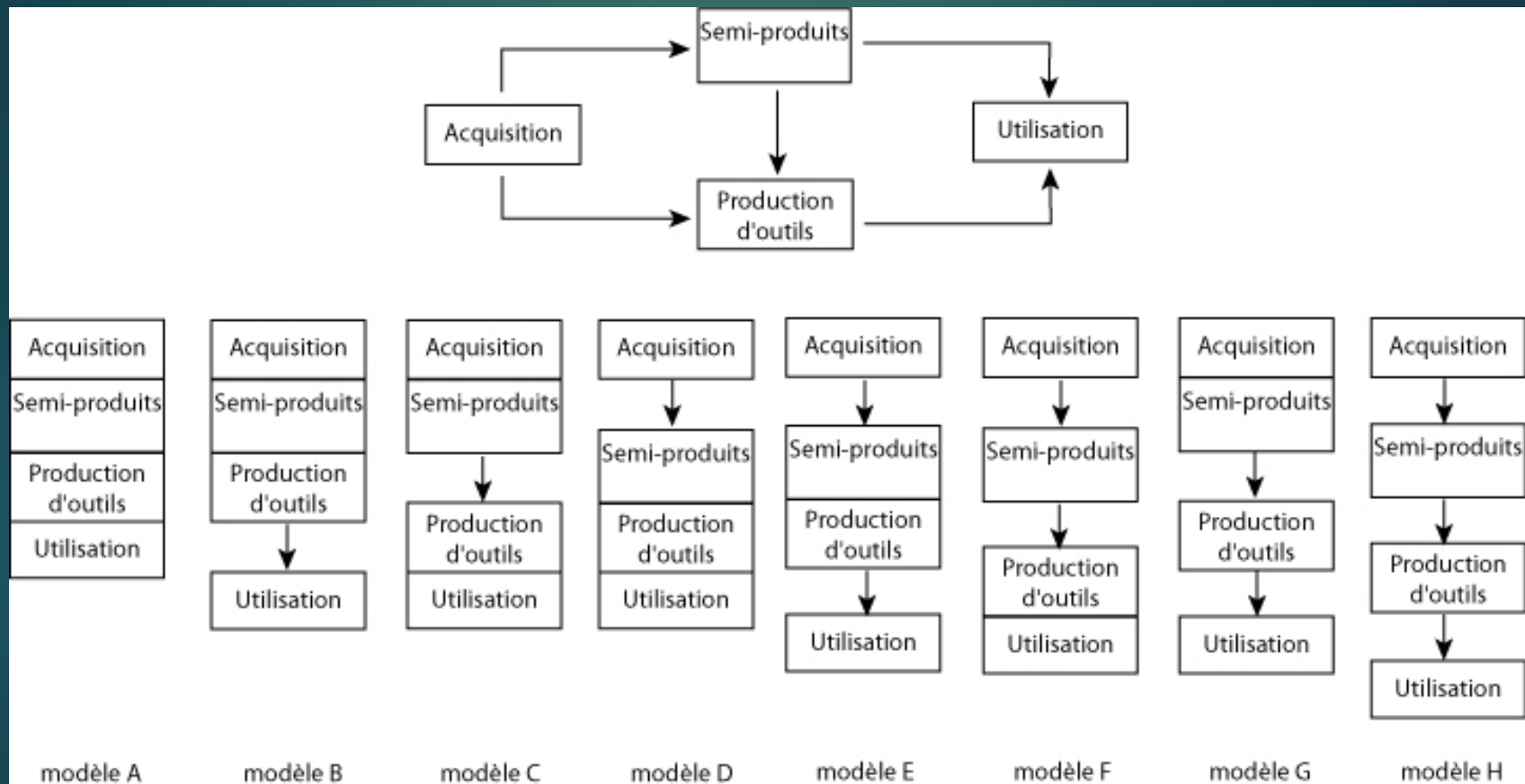
Fabrique de porcelaine à King-To-Tchen (Kiang-Si, Chine) : ouverture des fours (Rennes, musée des Beaux-Arts)



Extraction de minerai, période médiévale The Book of Simple Medicines (BNF Fr. 12322, fol. 121v), c. 1520-1530

Partition spatiale du système de production : modèle pour les industries lithiques

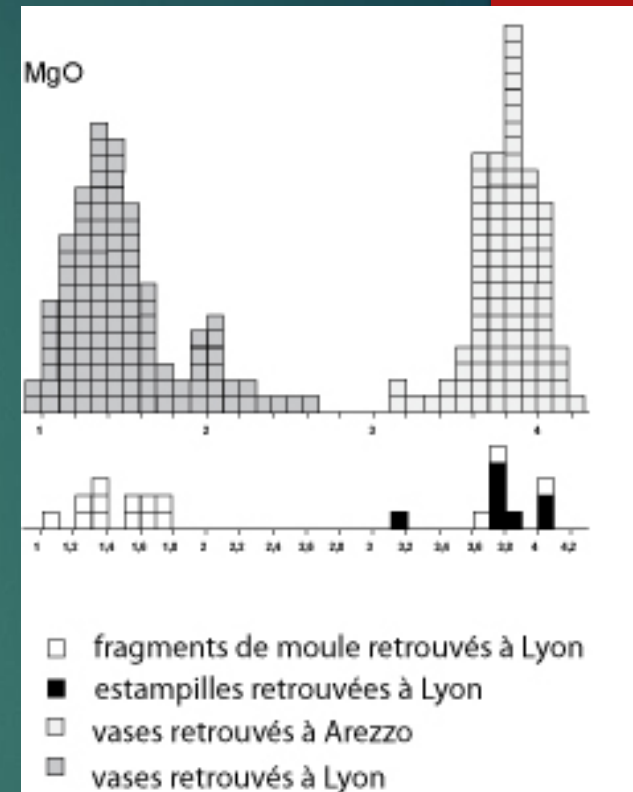
9



Modèle d'inférences archéologiques pour la production des artefacts en pierre (GROOTH (M. E. Th.) de — Socio-economic aspects of neolithic flint mining : a preliminary study. Helinium, 31/2, 1991, p. 153-189. : fig. 6)

Déplacements d'objets ou de personnes?

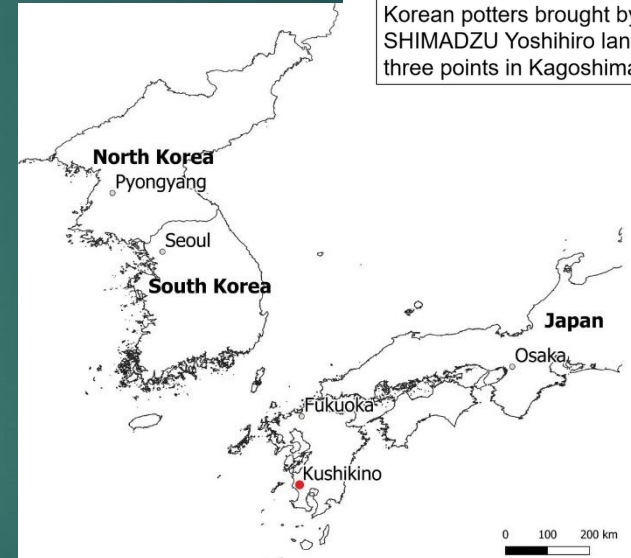
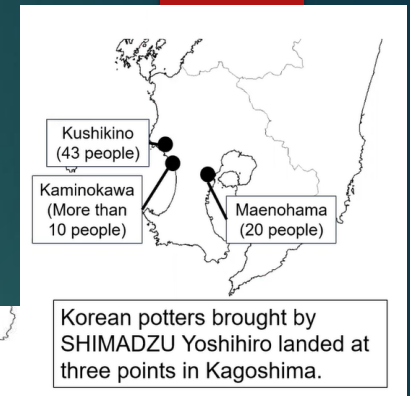
- Identifier ce qui circule : parfois les objets circulent avec les personnes ou sont associés :
- Les petits objets peuvent circuler avec les personnes : les fibules sur les vêtements, les objets de parure sur le corps
- objets en association : dans la Grèce antique le dernier peson pouvait rester attaché à la pièce de tissu,
- Les artisans peuvent circuler avec leur savoir-faire et leurs outils



Distribution selon la présence de deux éléments chimiques des moules (carrés hachurés), et des estampilles (carrés noirs) dans les ateliers lyonnais gallo-romains; source : DESBAT A., PICON M. Ateliers lyonnais. Succursales de potiers italiens et imitation d'amphores, dans Le Courrier du CNRS, n°73, 1989, p.49-51.

Le rapt de potiers coréens au 16^e s.

- ▶ Pendant la guerre d'Imjin (1592-98) le Japon envahit la Corée par surprise, un grand nombre de captifs sont envoyés au Japon (entre 20 et 100.000), dont un nombre important de potiers
- ▶ Les potiers sont regroupés en villages qu'ils ne peuvent quitter, ni même se marier en dehors, ceux du village de Kushukino sur l'île de Kyushu font même le projet de s'enfuir en bateau, mais renoncent.
- ▶ Ils décrivent leurs conditions de vie, peu à peu les coréens se japonisent et certains prennent même des noms japonais, comme le potier Yi Sam-P'yŏng, d'autres transmettent leur culture jusqu'à nos jours (village de Naeshirogawa/Miyama)

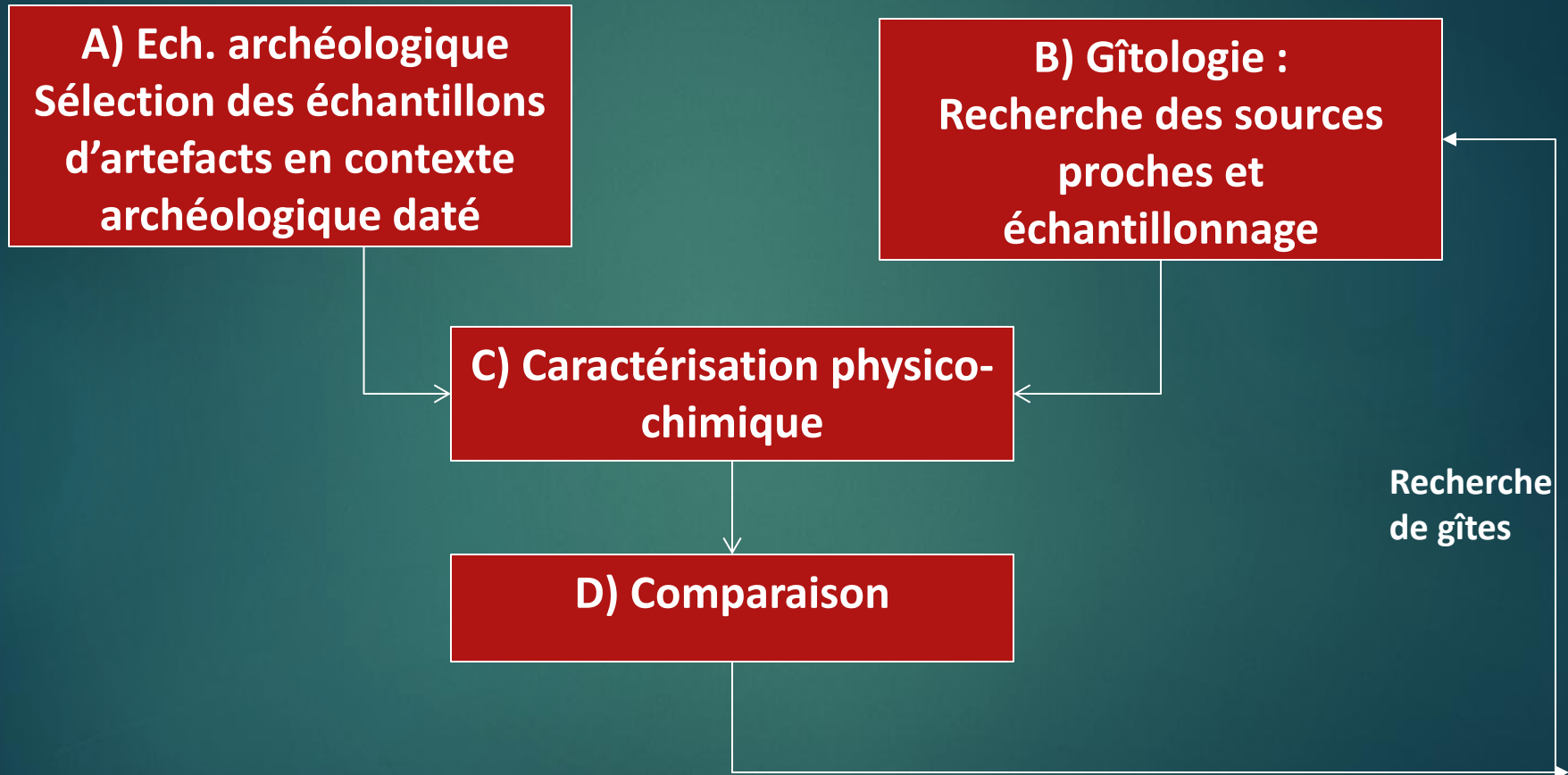


“Si, parmi les captifs coréens, il y a des artisans, des brodeuses ou des femmes qui sont habiles de leurs mains, elles doivent m’être offertes ...” général Hideyoshi (futur roi du Japon)

II. Les méthodes

Identifier les produits et les sources de matières premières

13



Processus de caractérisation des sources & des produits

14

- **ETAPE A Artefacts en contexte archéologiques**

Sélection des échantillons d'artefacts en contexte archéologique daté

- **ETAPE B Gîtologie :**

Localisation des gîtes & échantillonnage

- **ETAPE C : caractérisation**

caractérisation physico-chimique

- Analyse optique (macro/microscopique), pétrographie
- Constituants physico-chimiques (majeurs, mineurs, traces, isotopes)
- Inclusions (micropaléontologie, impuretés)

Structuration des données, définition des groupes de référence

- **ETAPE D : Comparaison & recherche de provenance**

-> **Contraintes :**

- Localisation la plus exhaustive des sources
- Caractérisation discriminante des artefacts/matériaux
- Transformation des matériaux par réutilisation/recyclages (métal)

Méthodes & techniques de caractérisation des matériaux en archéométrie

principe	technique
Méthode optique (faible/fort grossissement)	loupe binoculaire, microscope optique/polarisant
Microscopie électronique	microscope électronique à balayage (MEB)
Rayons X	diffraction des rayons X (XRD) spectrométrie de fluorescence X (XRF)
spectrométrie	spectrométrie d'émission optique (OES) spectrométrie d'absorption atomique (AAS) spectroscopie d'absorption infrarouge (IR spectroscopy) spectroscopie RAMAN spectrométrie d'émission couplée à un plasma induit (ICP-AES) spectrométrie de masse (SIRA) spectrométrie de masse à thermo-ionisation (TIMS)
autres	chromatographie sur couches minces ou en phase gazeuse (GC) émission de rayons X induite par particules accélérées (PIXE) activation neutronique (NAA) résonance magnétique nucléaire (RMN) analyse à la microsonde électronique (EPMA)

- ▶ **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 bombardement (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)

- ▶ Détection des éléments
- ▶ Majeurs : plusieurs %,
- ▶ Mineurs env. 1%,
- ▶ Traces : parties pour mille (‰) à millions (ppm)

Table des éléments périodiques

17

colonnes périodes ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	¹ H hydrogène 1,0			nombre de masse de l'isotope le plus abondant nombre de charge (ou numéro atomique) A Z X nom M symbole de l'élément masse molaire atomique de l'élément (g · mol⁻¹)														⁴ He hélium 4,0
2	⁷ Li lithium 6,9	⁹ Be béryllium 9,0											¹¹ B bore 10,8	¹² C carbone 12,0	¹⁴ N azote 14,0	¹⁶ O oxygène 16,0	¹⁹ F fluor 19,0	²⁰ Ne néon 20,2
3	²³ Na sodium 23,0	²⁴ Mg magnésium 24,3											²⁷ Al aluminium 27,0	²⁸ Si silicium 28,1	³¹ P phosphore 31,0	³² S soufre 32,1	³⁵ Cl chlore 35,5	⁴⁰ Ar argon 39,9
4	³⁹ K potassium 39,1	⁴⁰ Ca calcium 40,1	⁴⁵ Sc scandium 45,0	⁴⁸ Ti titane 47,9	⁵¹ V vanadium 50,9	⁵² Cr chrome 52,0	⁵⁵ Mn manganèse 54,9	⁵⁶ Fe fer 55,8	⁵⁹ Co cobalt 58,9	⁵⁸ Ni nickel 58,7	⁶³ Cu cuivre 63,5	⁶⁴ Zn zinc 65,4	⁶⁹ Ga gallium 69,7	⁷⁴ Ge germanium 72,6	⁷⁵ As arsenic 74,9	⁸⁰ Se sélénium 79,0	⁷⁹ Br brome 79,9	⁸⁴ Kr krypton 83,8
5	⁸⁵ Rb rubidium 85,5	⁸⁸ Sr strontium 87,6	⁸⁹ Y yttrium 88,9	⁹⁰ Zr zirconium 91,2	⁹³ Nb niobium 92,9	⁹⁸ Mo molybdène 95,9	⁹⁸ Tc technétium 98,9	¹⁰² Ru ruthénium 101,1	¹⁰³ Rh rhodium 102,9	¹⁰⁶ Pd palladium 106,4	¹⁰⁷ Ag argent 107,9	¹¹⁴ Cd cadmium 112,4	¹¹⁵ In indium 114,8	¹²⁰ Sn étain 118,7	¹²¹ Sb antimoine 121,7	¹³⁰ Te tellure 127,6	¹²⁷ I iode 126,9	¹²⁹ Xe xénon 131,3
6	¹³³ Cs césium 132,9	¹³⁸ Ba baryum 137,3	L	¹⁸⁰ Hf hafnium 178,5	¹⁸¹ Ta tantalé 180,9	¹⁸⁴ W tungstène 183,9	¹⁸⁷ Re rhénium 186,2	¹⁹² Os osmium 190,2	¹⁹³ Ir iridium 192,2	¹⁹⁵ Pt platine 195,1	¹⁹⁷ Au or 197,0	²⁰² Hg mercure 200,6	²⁰⁵ Tl thallium 204,4	²⁰⁸ Pb plomb 207,2	²⁰⁹ Bi bismuth 209,0	²¹⁰ Po polonium ~ 209	²¹⁰ At astate ~ 210	²²² Rn radon ~ 222
7	²²³ Fr francium ~ 223	²²⁶ Ra radium 226,0	A	²⁶¹ Ku kurchatovium ~ 261	²⁶² Ha hahnium ~ 262	¹⁰⁶ Sg seaborgium —	¹⁰⁷ Ns nielsbohrium —	¹⁰⁸ Hs hassium —	¹⁰⁹ Mt meitnerium —	¹¹⁰ X —	¹¹¹ X —	¹¹² X —	¹¹⁴ X —	¹¹⁶ X —	¹¹⁸ X —			
L = Lanthanides : 57 à 71																		
	¹³⁹ La lanthane 138,9	¹⁴⁰ Ce cérium 140,1	¹⁴¹ Pr praseodyme 140,9	¹⁴² Nd néodyme 144,2	¹⁴⁶ Pm prométhium ~ 145	¹⁵² Sm samarium 150,4	¹⁵³ Eu europium 152,0	¹⁵⁸ Gd gadolinium 157,2	¹⁵⁹ Tb terbium 158,9	¹⁶⁴ Dy dysprosium 162,5	¹⁶⁵ Ho holmium 164,9	¹⁶⁶ Er erbium 167,3	¹⁶⁹ Tm thulium 168,9	¹⁷⁴ Yb ytterbium 173,0	¹⁷⁵ Lu lutétium 175,0			
A = Actinides : 89 à 103																		
	²²⁷ Ac actinium ~ 227	²³² Th thorium 232,0	²³¹ Pa protactinium 231,0	²³⁸ U uranium 238,0	²³⁷ Np neptunium ~ 237	²⁴⁴ Pu plutonium ~ 244	²⁴³ Am américium ~ 243	²⁴⁷ Cm curium ~ 247	²⁴⁷ Bk berkélium ~ 247	²⁵¹ Cf californium ~ 251	²⁵⁴ Es einsteinium ~ 254	²⁵⁷ Fm fermium ~ 257	²⁵⁸ Md mendelevium ~ 258	²⁵⁹ No nobélium ~ 259	²⁶⁰ Lr lawrencium ~ 260			

Structure d'un atome

18

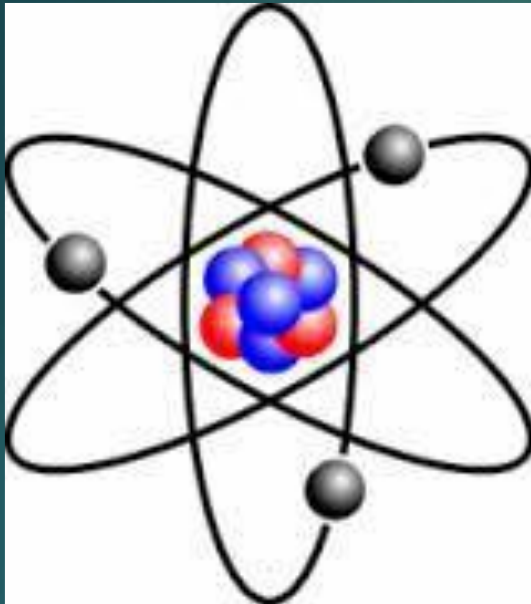


Schéma d'un atome Noyau= protons + neutrons + couches d'électrons

éléments ↑ nombre de protons Z	A Z		
	16 8 O	17 8 O	18 8 O
	13 7 N	14 7 N	15 7 N
	12 6 C	13 6 C	14 6 C
A - Z			nombre de neutrons
isotopes (sosies)			

Isotopes (stables ou instables) déterminés en fonction de leur nombre de neutrons

A = nombre de masse somme du nombre de protons (Z) et du nombre de neutrons

Mesure de la composition élémentaire ou isotopique par irradiation ou rayons X

19

méthode et technique	principe	support & quantité	application
NAA	Analyse par activation neutronique (Neutron activation analysis) : analyse des rayons gamma émis pendant la désintégration après irradiation dans un réacteur nucléaire. Analyse élémentaire	(5-100 mg en pastille)	tous éléments chimiques à partir du F, sauf lePb
XRD	Diffraction aux rayons X : onde diffractée après irradiation aux rayons X permettant de détecter la structure cristallographique du matériau	quelques mg réduits en poudre	minéraux cristallisés
XRF	Fluorescence aux rayons X (X-Ray Fluorescence) / : irradiation aux rayons X excitant les électrons des niveaux d'énergie internes et les obligeant à changer de niveau; détection des éléments majeurs	>100 mg sur l'objet	éléments atomiques de la matière non organique
PIXE/ PIGME	fluorescence X induite par particules accélérées (Particle Induced X-ray Emission/Proton induced gamma ray emission) : Composition élémentaire grâce aux interactions atomiques.	Non destructif	éléments chimiques légers en traces et impuretés dans les métaux ou minéraux

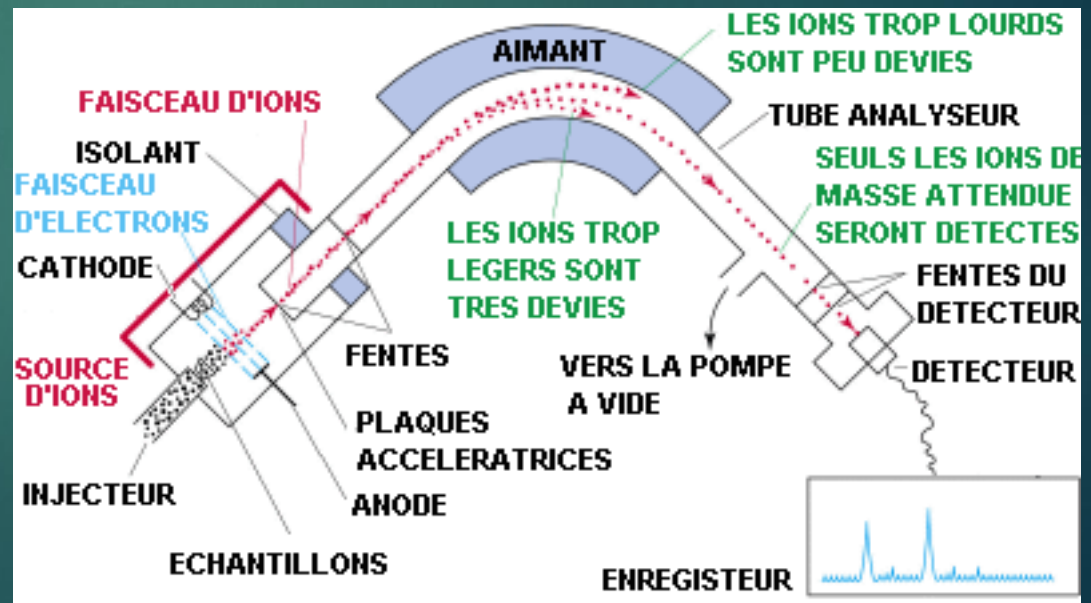
B) Méthodes basées sur un spectre de masse atomique ou moléculaire

20

- **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 (minerai et objet en métal) –
- **Précision** : meilleure que pour les méthodes élémentaires

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)



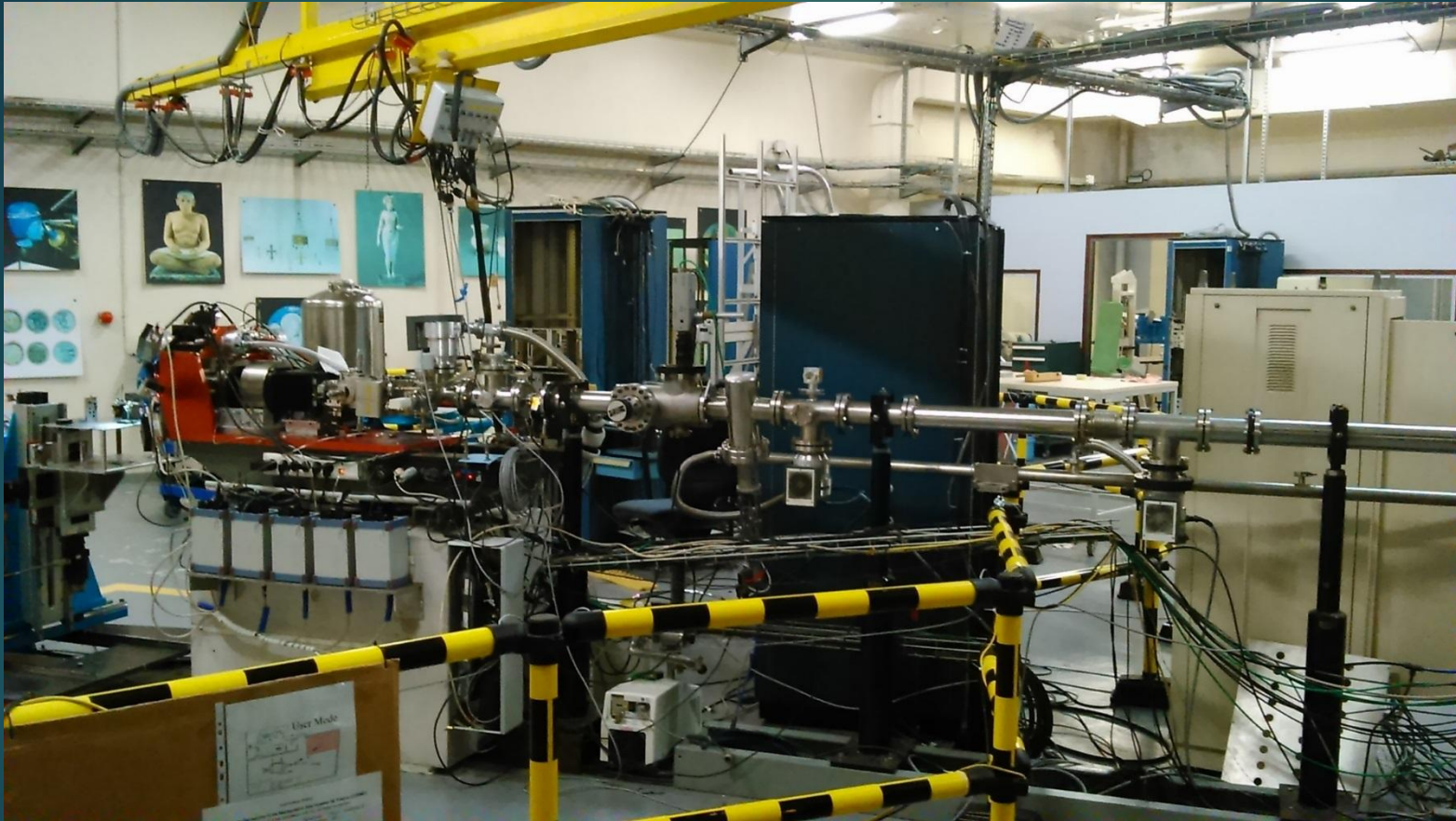
Spectrométrie

21

sigle	principe	support & quantité	application
SIRA	spectrométrie de masse : séparation des éléments chimiques selon leur masse atomique	10-9 g	tous éléments chimiques
AAS	Spectroscopie à absorption atomique (Atomic Absorption Spectroscopy) : absorption de radiations par un échantillon quand il est illuminé par une source optique	Non destructif	éléments métalliques sauf terres rares
OES	Spectroscopie à émission optique (Optical Emission Spectroscopy) : l'émission de radiations par un échantillon après excitation par une source optique, thermique ou électrique	Non destructif	éléments chimiques métalliques
EDS	Scanning electron microscopy (Energy Dispersive spectrometer) : Analyse à la microsonde électronique sur un spectromètre à dispersion de longueur	Non destructif	
TIMS	spectrométrie de masse à thermo-ionisation : enlèvement de charges électriques aux atomes par apport d'énergie thermique	qlq mg solide ou liquide	tous matériaux
ICP-AES	spectrométrie d'émission couplée à un plasma induit : ionisation des échantillons par une torche à plasma		tous matériaux

Un laboratoire : le C2RMF

22



- ▶ **AGLAE accélérateur de particules :**
- ▶ <https://c2rmf.fr/analyser/un-laboratoire-de-haute-technologie-pour-les-collections-des-musees/aglae>
- ▶ Visite virtuelle ici : : <https://www.v36.fr/visite-virtuelle/220619-C2RMF/>

- Techniques d'examen des œuvres : Photographie rasante et infra-rouge, MEB, radiographie, réflectographie infrarouge
- méthodes d'analyse élémentaire :
 - analyse par faisceau d'ions (IBA) à l'aide du système [AGLAE](#)
 - micro-fluorescence X (MFX), (composition chimique sans prélèvement)
 - microanalyse au microscope électronique à balayage (SEM - EDX)
- caractérisation chimique des micro-prélèvements
- spectrométrie d'émission atomique par plasma à couplage inductif (ICP)
- Analyse organique :
 - Spectrométrie infrarouge (IRTF)
 - spectrométrie de masse (CPG/MS)
- Physique de la couleur, mesure de la couleur
- Datation
 - thermoluminescence
 - radiocarbone

Exemples d'application

24

- ▶ **Ex1 : Cartographier les aires d'approvisionnement selon les matériaux disponibles puis les groupes chimiques céramiques**
- ▶ **Ex2 : Cartographier les centres de production et les produits : les amphores**
- ▶ **Ex 3 : Caractérisation de l'obsidienne**
- ▶ **Ex4 : Provenance de la variscite au Néolithique**

Ex1 : Cartographier les aires d'approvisionnement selon les matériaux disponibles

25

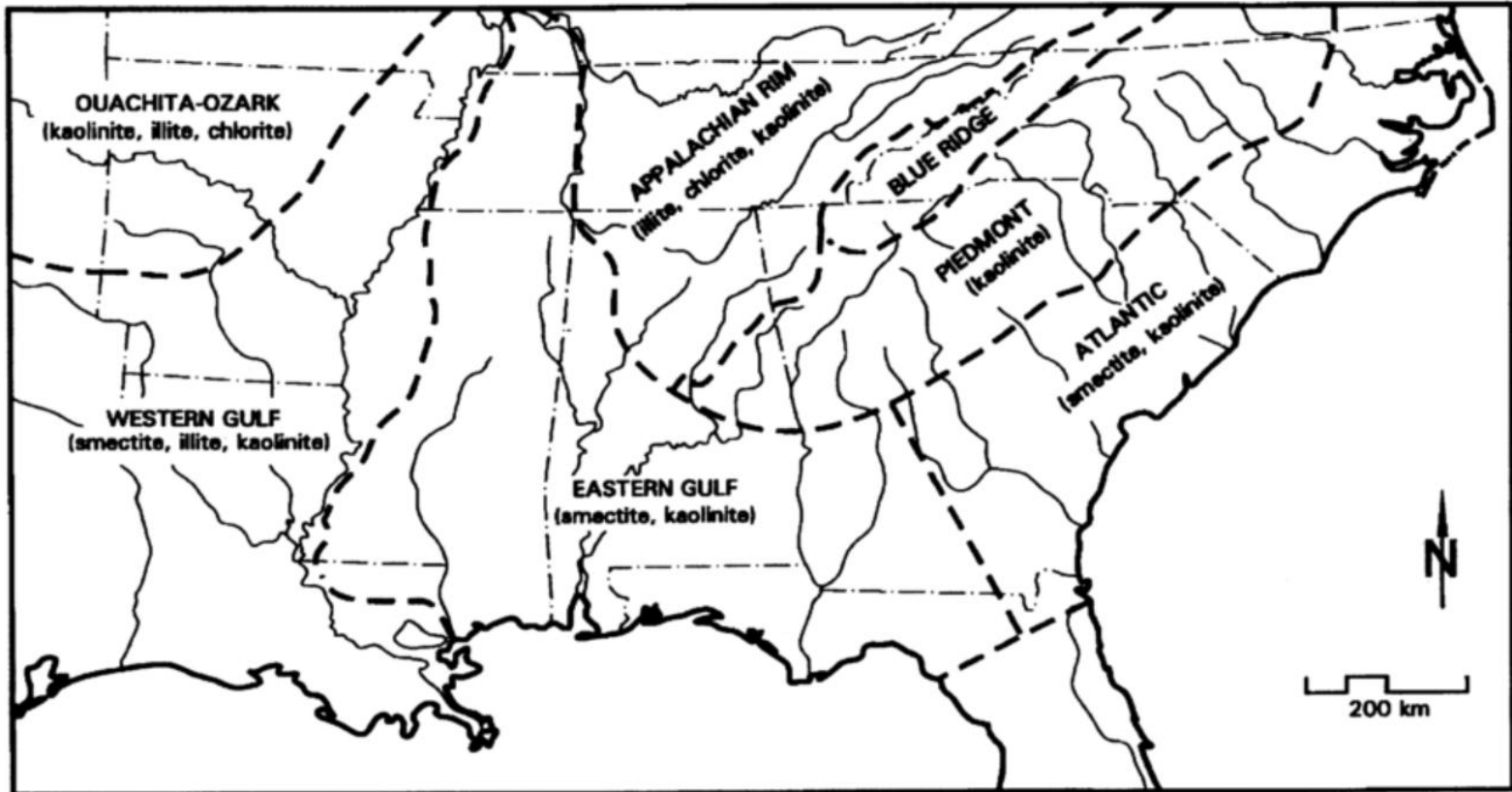


Figure 5. Clay-mineral provinces in the southeastern United States. Dominant clay minerals within each province are listed parenthetically.

- Provinces minéralogiques pour les argiles bassin du Mississippi

Cartographie des groupes chimiques sur la céramique

26

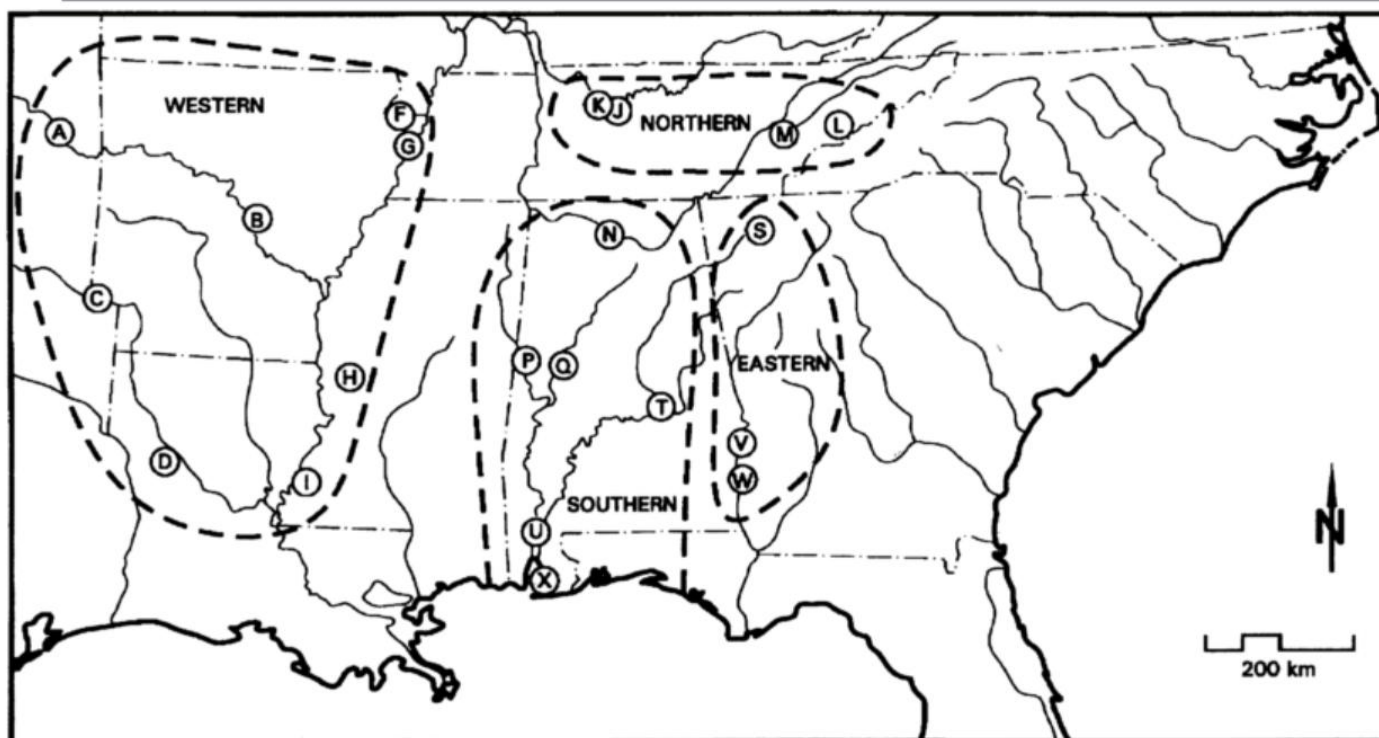
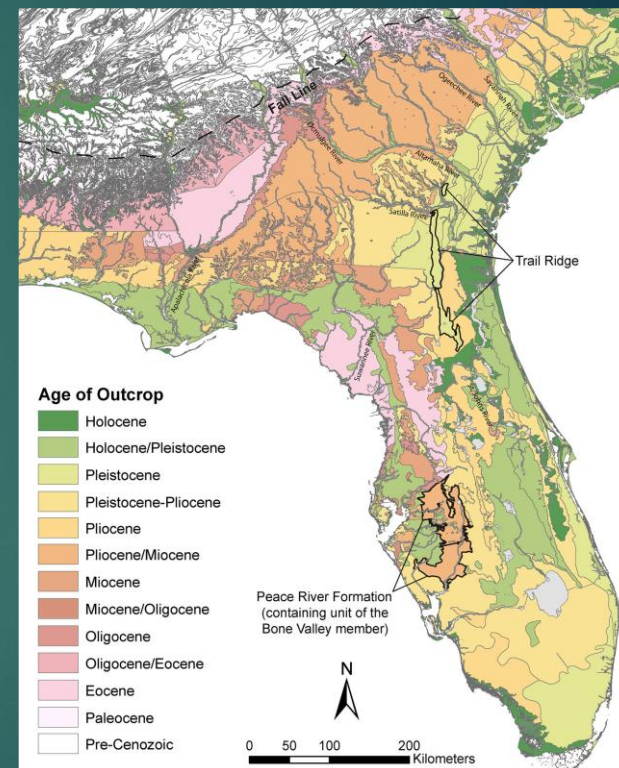
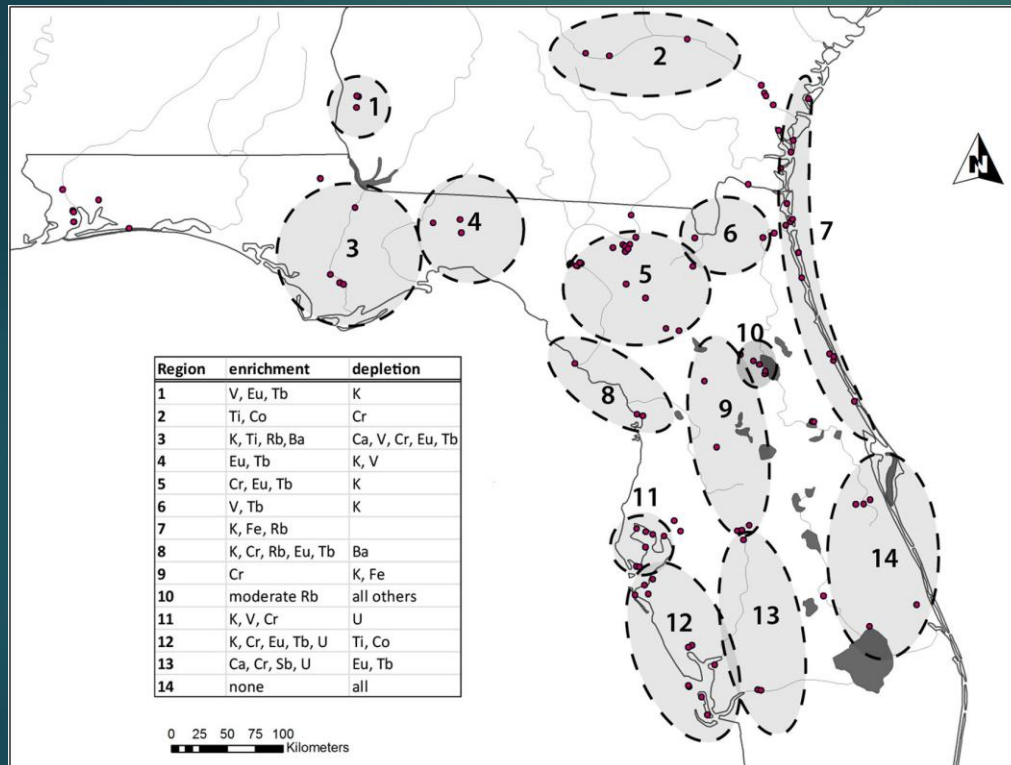


Figure 4. Geographical areas encompassing the four chemical groups. A, Spiro region; B, Little Rock region; C, Great Bend region; D, Natchitoches region; F, Big Lake region; G, Pecan Point region; H, Lower Yazoo region; I, Natchez region; J, Nashville region; K, Lower Harpeth region; L, Sevierville region; M, Tellico region; N, Wheeler Lake region; P, Gainesville Lake region; Q, Black Warrior region; S, Carters Lake region; T, Wetumpka region; U, Mobile Delta region; V, Eufaula region; W, Fort Gaines region; X, Mobile Bay region.

- Définition d'aires géographiques correspondant aux 4 groupes chimiques (Steponaitis et al. 1996, fig. 4)

Cartographie des groupes chimiques sur la céramique

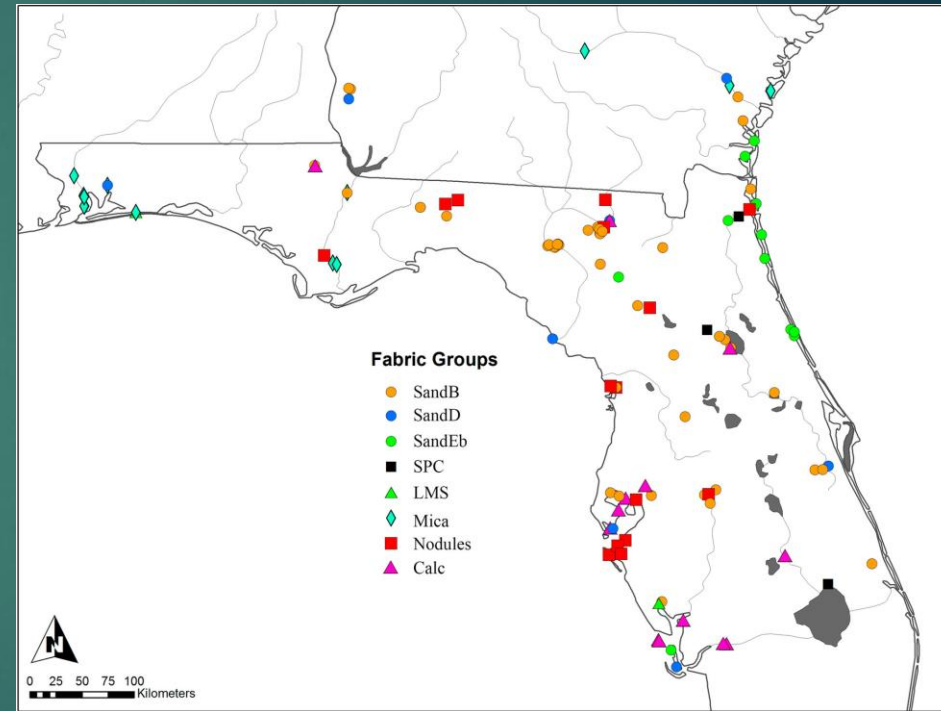
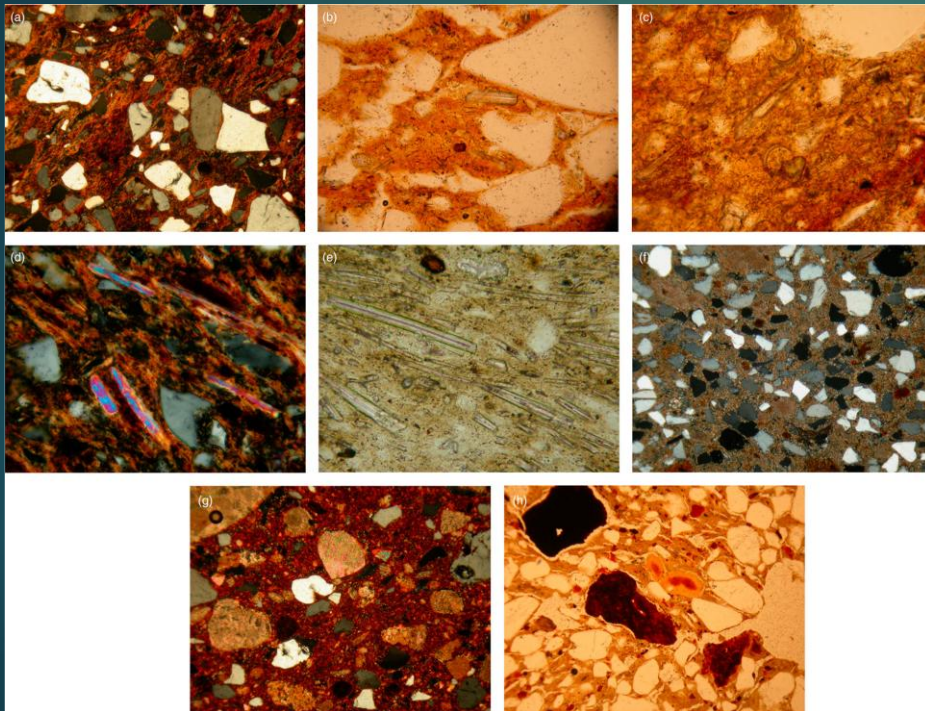
27



- A une échelle encore plus réduite, régionale, voire micro-régionale, il est possible de différencier des productions (Ardren et al. 2026 <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2025.105519>)

Groupes de production (fabric groups)

28

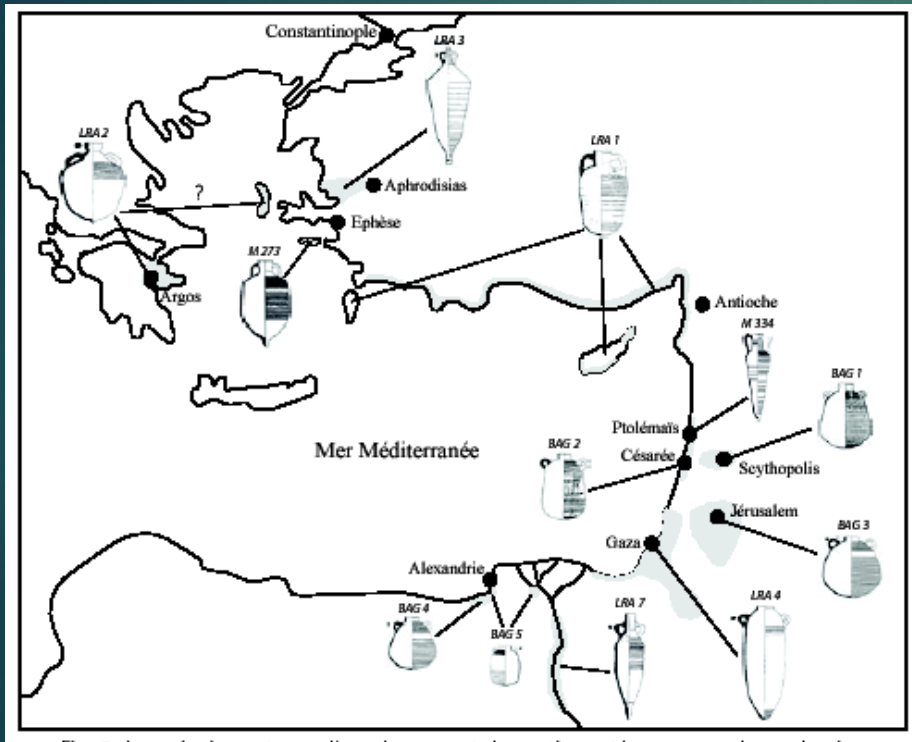


Photographie des groupes de production selon les résultats des analyses chimiques

Ex2 : Cartographier les centres de production et les produits : les amphores

29

- Travail cartographique : délimitation des zones de production à partir des ateliers connus et des concentrations des produits



Zones de production des amphores proto-byzantines (D. Pieri 2005)

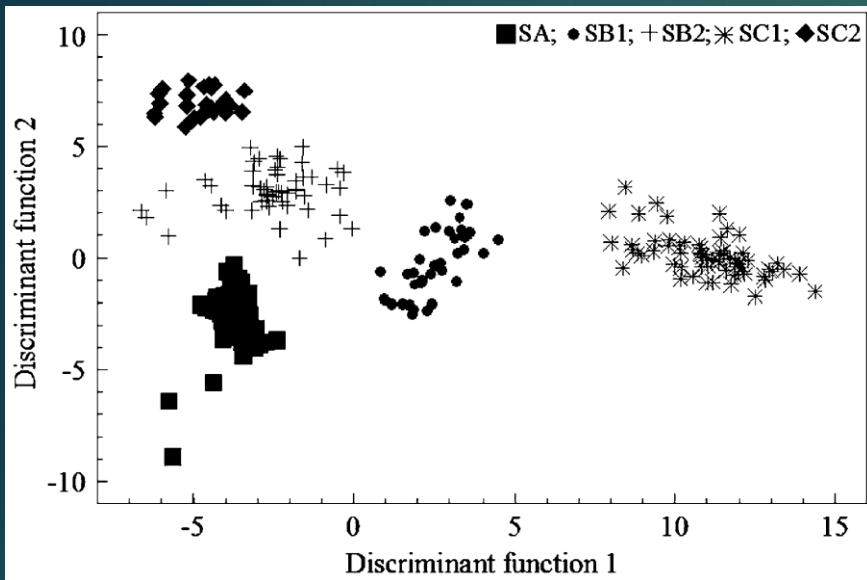


Carte des exportations d'amphores de Marseille en Gaule méridionale à la fin du VIe s. © M. Py

<http://www.lattara.culture.fr>

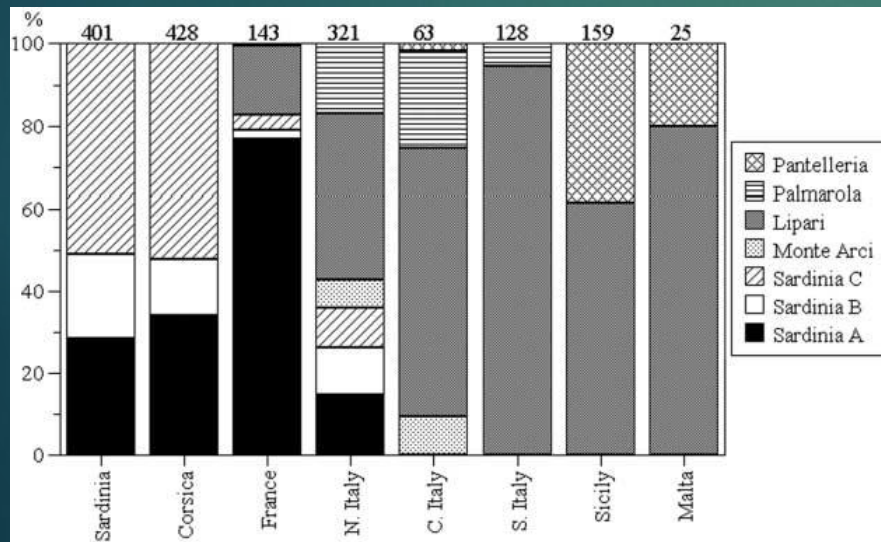
Ex3 : caractérisation de l'obsidienne

30

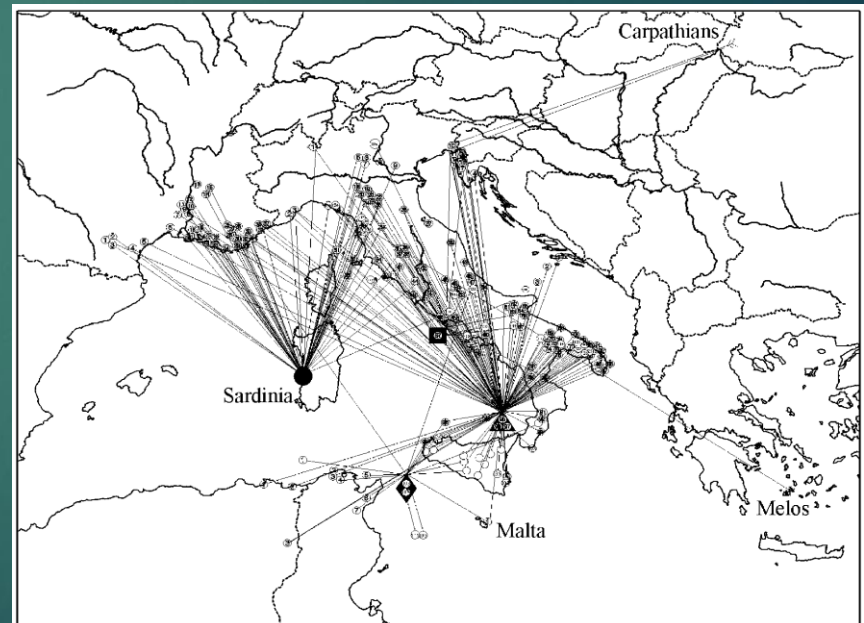


Source : Tykot 2004

Analyse discriminante de résultats ICP-MS pour l'obsidienne de Monte Arci (Sardinia)



Variation de proportion selon les sources par région géographique

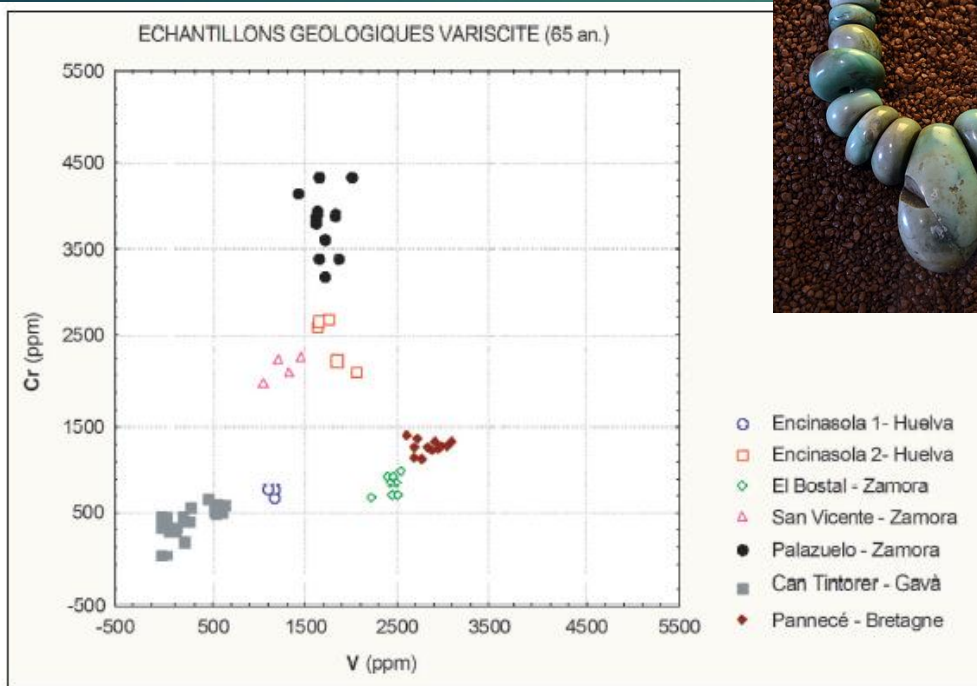


Distribution de l'obsidienne en Méditerranée centrale (toutes périodes).

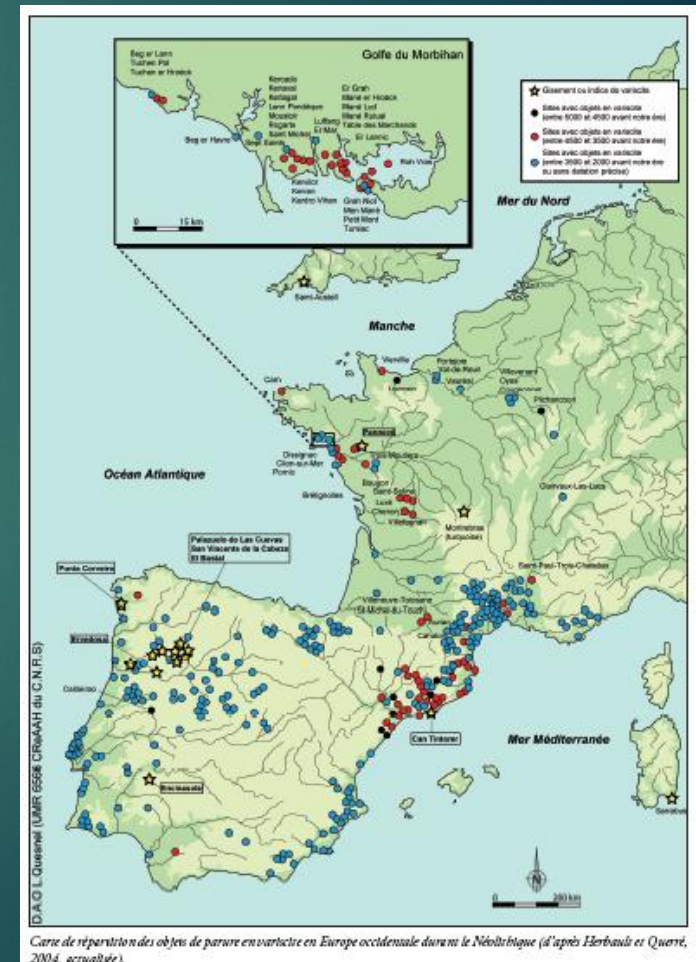
Ex4 : Provenance de la variscite au Néolithique

Des perles et pendeloques en variscite, un minéral à base de phosphate d'aluminium, se retrouvent dans de nombreuses sépultures de la façade atlantique, de Catalogne et dans le nord-est de la péninsule Ibérique du Ve millénaire, à la fin du IIIe millénaire

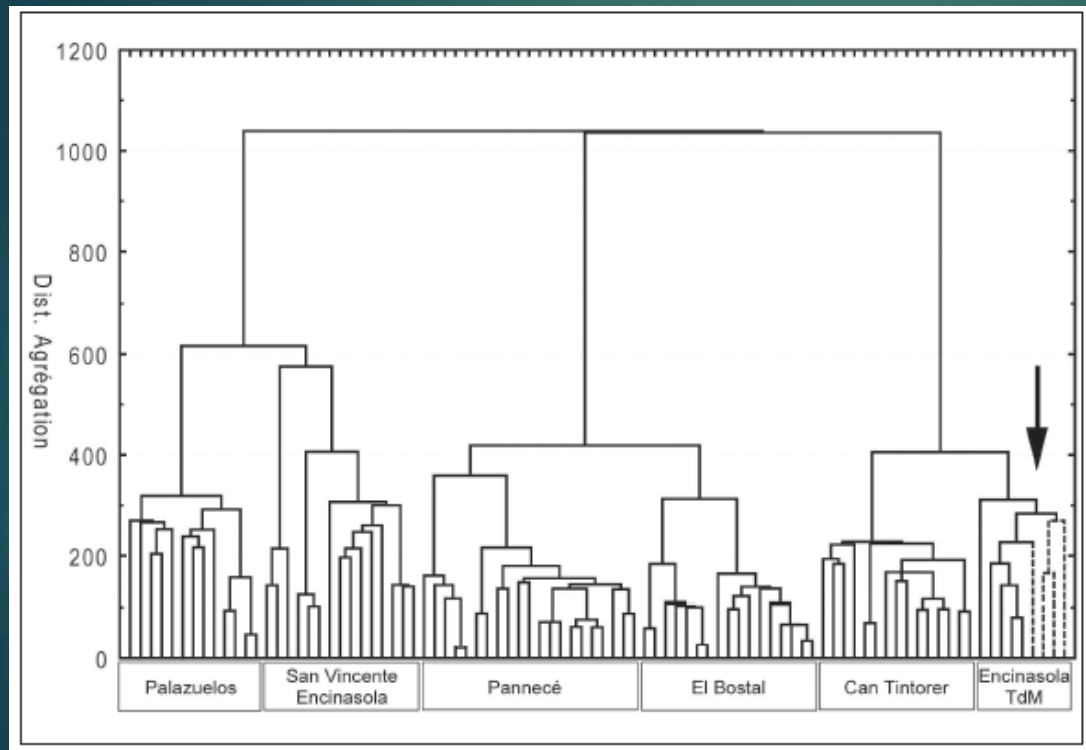
Collier de la Table des Marchands
Locmariaquer



B. Analyse par PIXE du contenu en Cr et V d'échantillons géologiques de la péninsule Ibérique (Espagne) et Pannecé (France) (Querré et al., 2008).



A partir de bases de données géochimiques sur les variscites géologiques et archéologiques de l'Ouest de l'Europe (analyse PIXE), des analyses statistiques (ACP et CAH) permettent de partitionner les gîtes connus et d'attribuer les éléments archéologiques (perle de la Table des Marchands, Morbihan)



Querré G., Domínguez Bella S., Cassen S., 2012, La Variscite ibérique : exploitation, diffusion au cours du Néolithique, in: *Roches et sociétés de la Préhistoire : Entre massifs cristallins et bassins sédimentaires*, Marchand G., Querré G. (Dir.), Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 307-315

Apport de l'archéométrie à Notre-Dame

<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-archaeological-science-reports/vol/61/suppl/C>

33

archéoacoustique	Comportement sonore
Modèle numérique	Archives et données
Agraphes métalliques	Archéologie du bâti
Isotopes des bois de charpente	Provenance des bois
Xylologie, dendrochronologie	Datation et comportement mécanique de la charpente
Pierres et mortiers, analyses physico-chimiques	Étude des scellements et résistance mécanique
Analyse du plomb des toitures et canalisations	Couverture, système hydraulique et chauffage
Paléopollutions de la pierre	Histoire des pollutions
Chimie des vitraux	Système technique des vitraux
Géophysique : radar et résistivité	Structures enfouies, histoire du bâtiment

III. Le système d'approvisionnement : gestion des territoires et des ressources

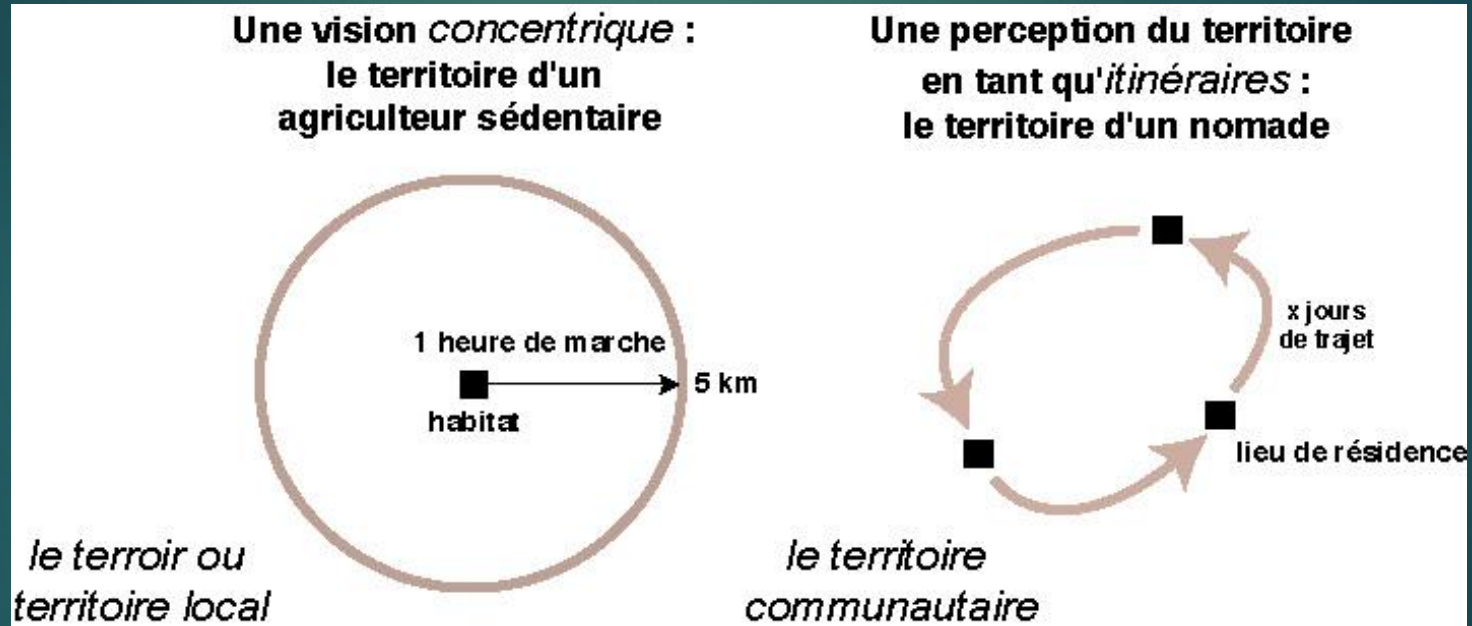
34

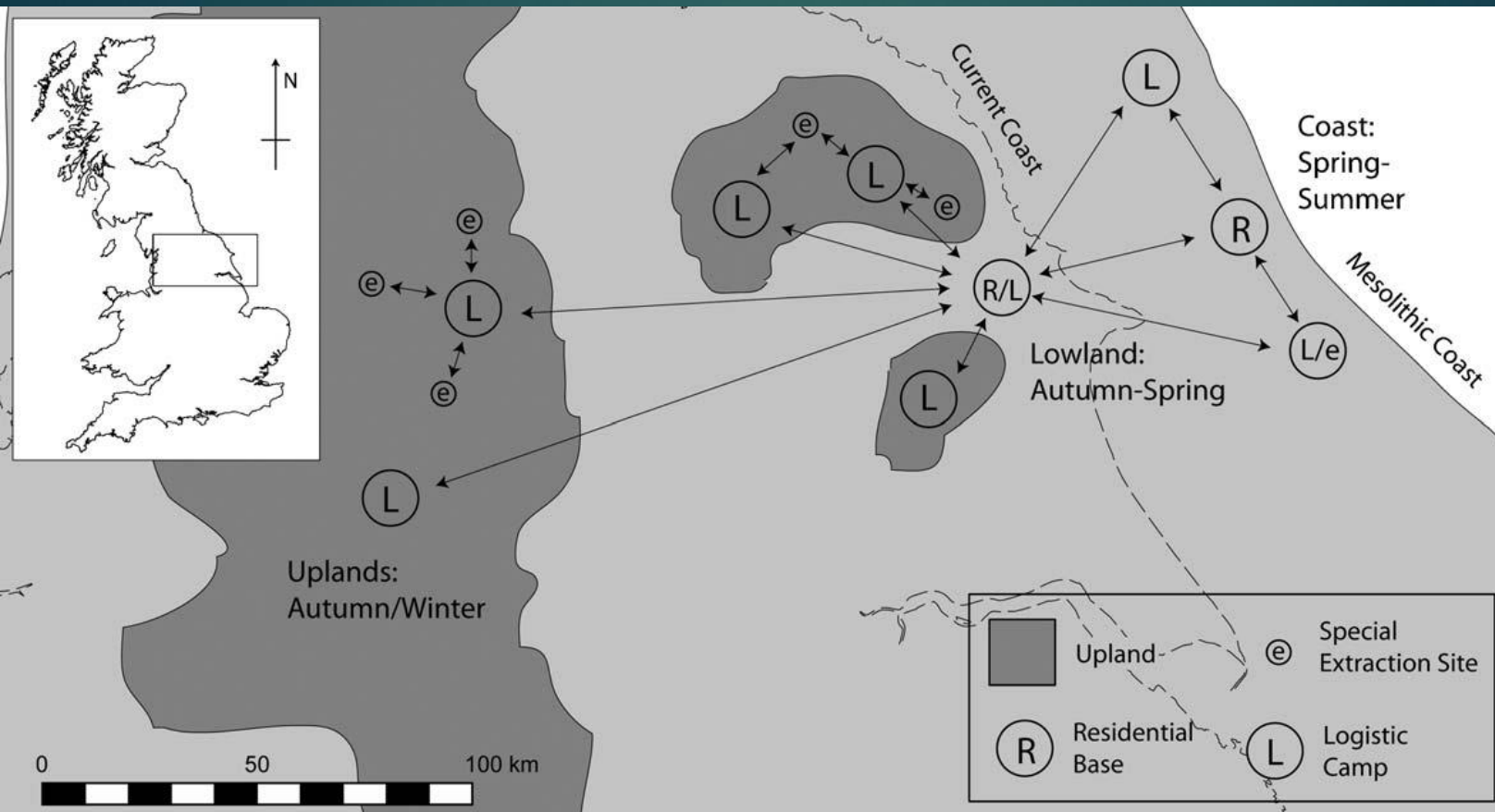
- ▶ L'extension d'un territoire d'approvisionnement varie en fonction de :
 - son mode d'occupation d'un territoire (sédentaire, nomade..)
 - le type d'économie de la société (économie de subsistance, de marché..)
 - l'accessibilité et de la difficulté d'exploitation d'une ressource
- ▶ Modèles de territoires : vision concentrique versus itinéraires
 - Pour des sociétés de chasseurs-cueilleurs, le territoire moyen d'approvisionnement actuel est de deux heures de marche, soit 10 km en terrain plat. Pour des sociétés d'agriculteurs il est d'une heure de marche, soit 5 km en terrain plat.

Modèles de territoires

35

La structure et la perception des territoires pour des sédentaires ou des nomades est fondamentalement différente, tout comme leur conception du monde.





- Système de mobilité logistique au Mésolithique dans le centre de la Grande-Bretagne (Donahue et Lovis 2006)
- Les sites résidentiels sont complémentaires entre camp d'automne/hiver, de printemps/automne, printemps/été, lieu de chasse et de collecte ou d'extraction de matériaux

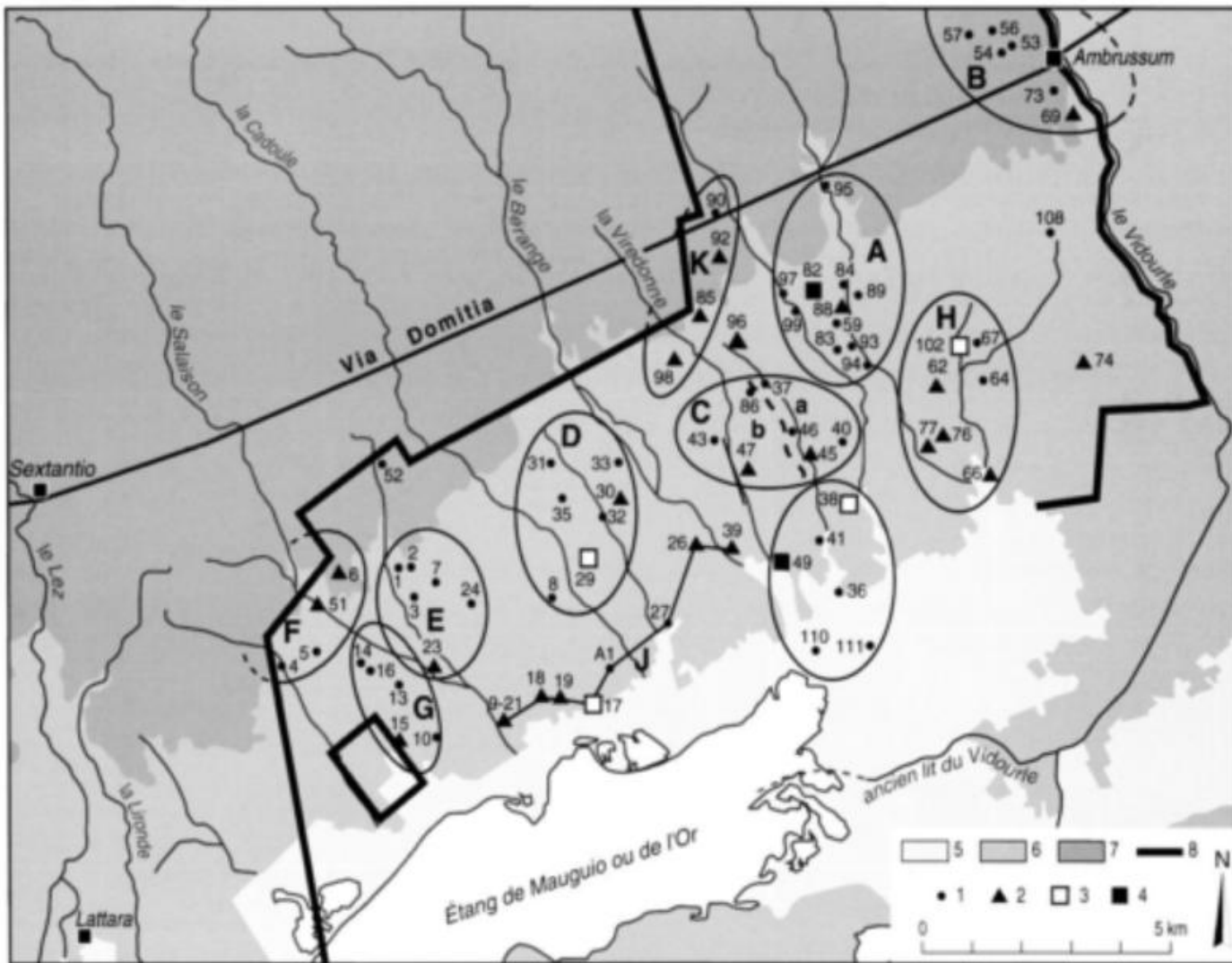


Figure 2. Carte des réseaux d'habitats du Lunellois sous le haut Empire. 1. Petit établissement. 2. Établissement moyen. 3. Grand établissement : villa? 4. Agglomération. 5. Altitude inférieure à 20 m. 6. Altitude supérieure à 20 m. 7. Emprise présumée de la lagune durant l'Antiquité. 8. Limite de la zone prospectée. (F. Favory, C. Raynaud, K. Roger; DAO Th. Panouillères et M. Clatot).

- Réseaux d'habitat dans le Lunellois sous le Haut-empire (Favory & Van der Leeuw 1998). Des entités territoriales associant des établissements ruraux de petite à grande taille et d'agglomérations ponctuent le territoire

Les sous-systèmes d'approvisionnement

38

► RESSOURCES ALIMENTAIRES

Eau, sel, épices

Ressources carnées et animales

Ressources végétales

► MATERIAUX (industries, vêtement, parure, architecture)

Roches, matières minérales (argile, ocre), minerais métalliques

Bois, vannerie écorce

Fourrures, peaux, fibres textiles

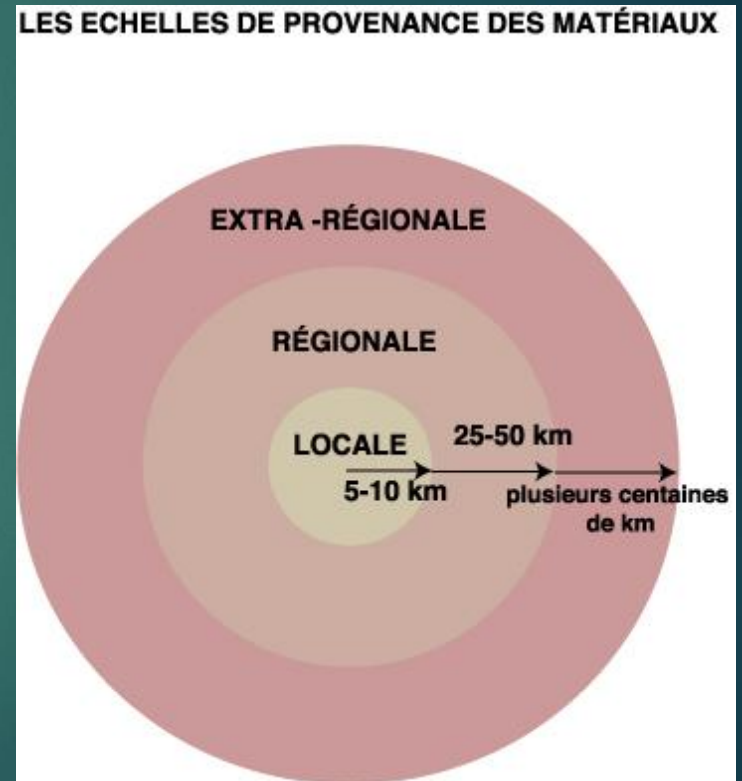
Matières dures animales, coquillages, corail etc.

► PRODUITS MANUFACTURES/ARTISANAUX

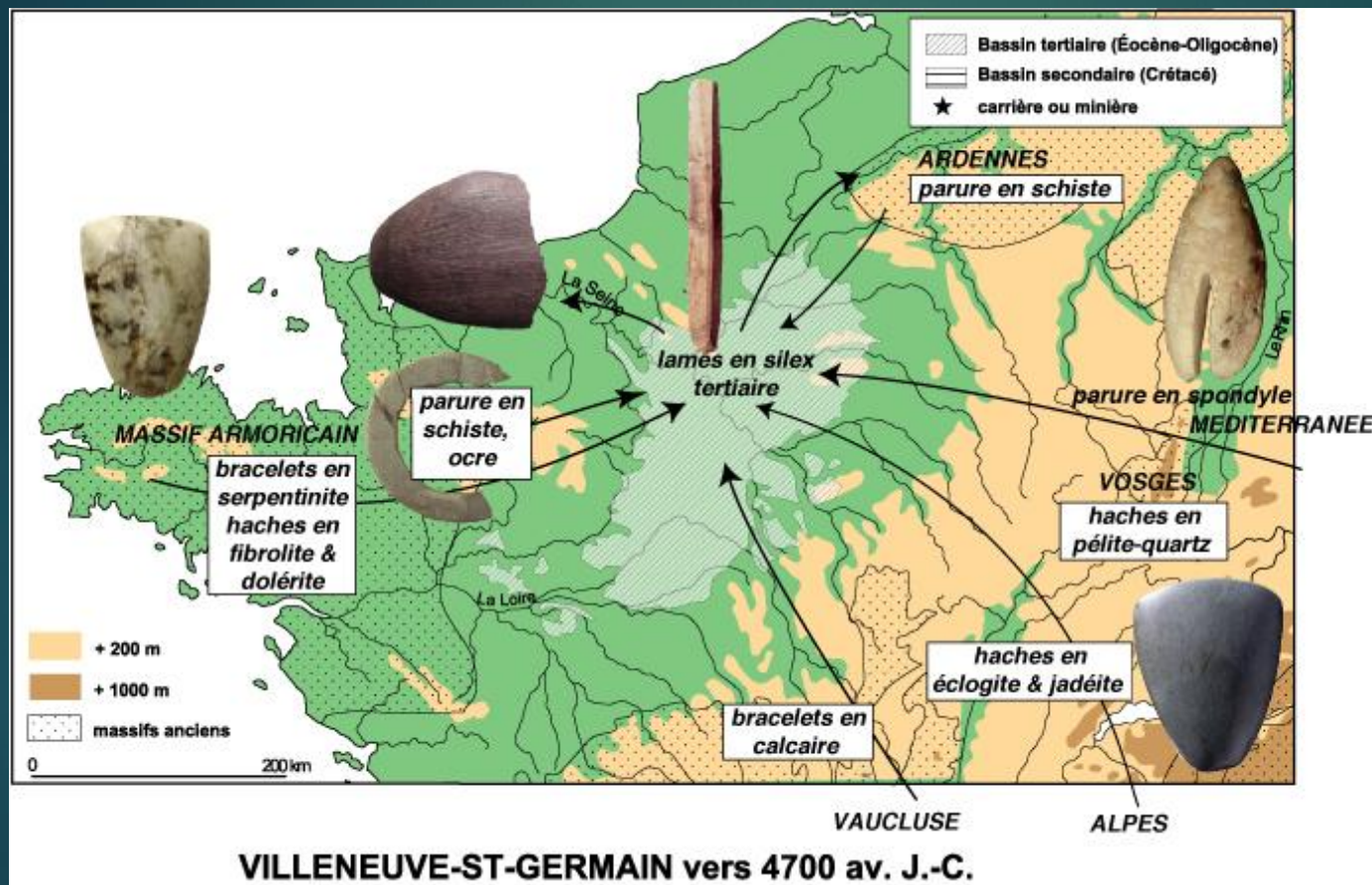
Outillage en pierre, céramique, objets en métal, verre etc.

L'approvisionnement à différentes échelles

- Le système d'approvisionnement en matières s'analyse à plusieurs échelles : locale, régionale voire extra-régionale , car une partie des matériaux - parfois la majorité - peut être de provenance lointaine.
- Les échelles de distance varient en fonction des matériaux et des contextes économiques
- Elles varient également dans le temps

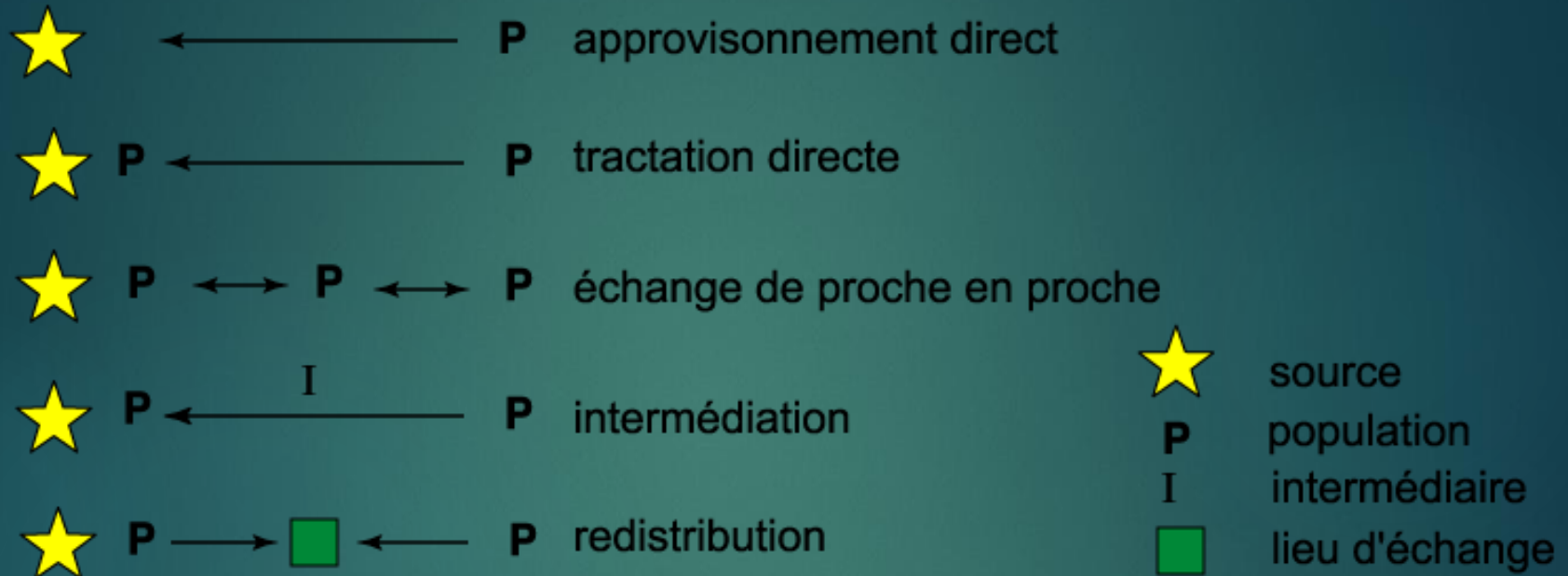


Exemple : Circulation et échanges au Néolithique ancien VSG (4900-4700 BC)



Les habitats du Néolithique ancien dans le bassin de la Seine vers 4800 BC s'approvisionnent depuis plusieurs zones en roches et coquillages pour les parures : Massif armoricain, Vosges, Alpes, Vaucluse et Mer Egée

IV. Les modes de diffusion

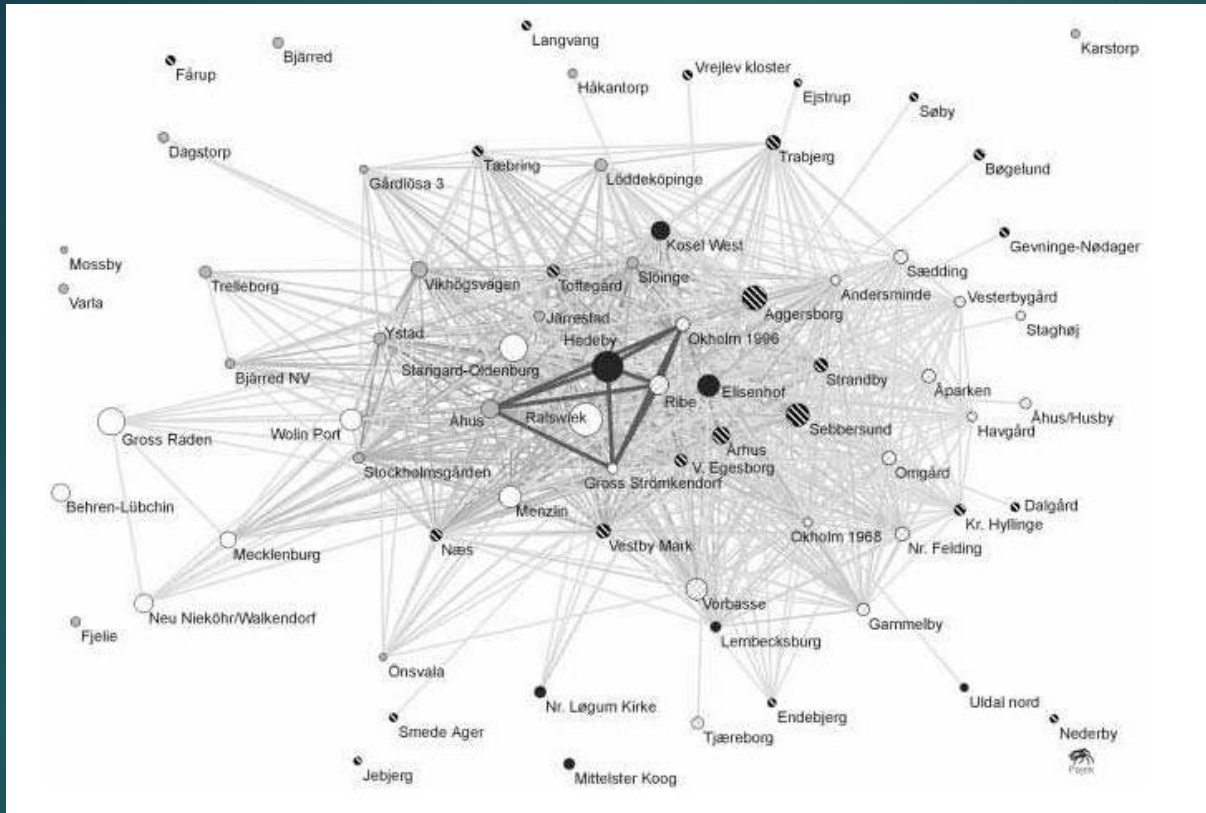


Paramètres :

- le nombre de personnes mis en cause,
- la nature de la transaction (directe ou avec un intermédiaire),
- le lieu de transaction,
- le mode de paiement ou d'échange.

The Viking Small World

42



Les relations entre sites Viking commerçant entre eux peuvent être représentés par des graphes : ici la représentation de 72 sites liés à travers 31 types d'objets. Au centre, les emporia dont Hedeby, célèbre comptoir commercial maritime. Il s'agit ici de l'effet « *small world* » ou monde fortement interconnecté.

Les modèles anthropologiques

43

- ▶ L'échange et la circulation des biens sont dits « cloisonnés » et les biens classés en catégories. ex : biens de subsistance/biens de prestige
- ▶ Les catégories de circulation de biens (selon M. Godelier)
 - Formes non marchandes :
Partage ; don ; prestations avec redistribution ; tribut
 - Formes marchandes :
Troc ; échange avec monnaie ; échange avec monnaie comme capital

Ouvrages généraux sur les méthodes d'examen et les techniques d'analyse dédiées à l'étude des matériaux du patrimoine culturel

- BOWMAN S., 1991, *Science and the Past*. British Museum Press, Londres.
- **DILLMANN, P. & BELLOT-GURLET, L. (éds.), 2015. Circulation des matériaux et des objets dans les sociétés anciennes, Paris, Editions des Archives Contemporaines.**
- DILLMANN, P., BRUGAL J.-P., 2015. Méthodes et Formations en Archéométrie en France, *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 138. [en ligne]
- DUBRANA D., 2001, Histoire secrète des chefs-d'œuvre : Enquête au Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France. Editions SPE – Barthélémy, Paris, 241 p.
- **ELLIS L. éd 2000, *Archaeological Method and Theory: An Encyclopedia*. Taylor & Francis, New York & London. (Nombreux articles concernant l'Archéométrie en général)**
- LANG J., MIDDLETON A., 1997, *Radiography of Cultural Materials*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- MILLS J.S., WHITE R., 1994, *The organic chemistry of museum objects*. Butterworth-Heinemann, 2^{ème} éd., Londres, 206 p.
- **POLLARD A.M., BATT C., STERN B., YOUNG S.M.M., 2007, *Analytical Chemistry in Archaeology*. Cambridge University Press.**
- POLLARD A.M., HERON C., 1996, *Archaeological Chemistry*. RCS Paperbacks, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 375 p.
- REGERT M., GUERRA M.-F., REICHE, I., 2006, Physico-chimie des matériaux du patrimoine culturel. *Techniques de l'Ingénieur* p. 3780, 3781 et p 3782.
- **REGERT M., GUERRA M.-F. 2016. Physico-chimie des matériaux archéologiques et culturels, Paris, Éditions des archives contemporaine.**
- WINEFORDNER J.D. (ed.), 2000, *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*. Wiley-Interscience, New York, 755 p.
- *Technè*, n° 13-14, 2001 : Numéro spécial sur le C2RMF.

► Archéologie :

DJINDJIAN F., *Méthodes pour l'archéologie*, Armand Colin, Paris, 1991.

EARLE T.K. & ERICSON J.E. eds *Exchange systems in Prehistory*, Academic Press, New York, 1977.

RENFREW C., BAHN P. *Archaeology : Theories, Methods and Practice*. Thames and Hudson, London, 1991 (4e ed. 2004).

► Anthropologie économique :

BRAUDEL F. *Civilisation matérielle, économie et capitalisme*. Paris, 1979.

GODELIER M. *L'énigme du don*, Paris, Fayard, 1996.

MAUSS M. *Essai sur le don*. In : *Œuvres complètes*, Paris, PUF.

POLANYI K. *La grande transformation : aux origines politiques et économiques de notre temps*. Gallimard, Paris, 1983 (1^{ère} éd. Anglaise 1944).

SAHLINS M. *Age de pierre, âge d'abondance. L'économie des sociétés primitives*, Gallimard, 1976.

WALLERSTEIN I. *The Modern World-System, vol. I : Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy in the Sixteenth Century*. New-York/London, Academic Press, 1974.