



Article scientifique

Article

1976

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

---

## Pour une préhistoire de la métallurgie : (Europe, Proche-Orient)

---

Gallay, Alain; Lahouze Davaud, Marie-Noëlle

### How to cite

GALLAY, Alain, LAHOUCHE DAVAUD, Marie-Noëlle. Pour une préhistoire de la métallurgie : (Europe, Proche-Orient). In: Archives suisses d'anthropologie générale, 1976, vol. 40, n° 2, p. 137–200.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:95441>

## **Pour une préhistoire de la métallurgie (Europe, Proche-Orient)**

par

Alain GALLAY et Marie-Noëlle LAHOUCHE

---

### **INTRODUCTION**

Dans de nombreux domaines de l'archéologie l'accumulation extrême des faits entraîne actuellement de notables perturbations dans la cohérence des théories. L'élaboration de modèles s'avère de plus en plus délicate car il devient pratiquement impossible de maîtriser l'ensemble de l'information. L'histoire de l'origine de la métallurgie en est un bon exemple. Un peu témérairement nous avons tenté de « passer outre » et nous nous sommes proposés de mettre sur pied quelques lignes directrices permettant d'ordonner ce vaste champ de recherche, à la fois sur le plan logique (étapes de la technologie du cuivre), sur le plan historique (insertion spatiale et chronologique de ces diverses étapes) et sur le plan culturel (centres d'inventions et problèmes de diffusion).

Ce travail est le résultat d'un séminaire donné en 1973-74 dans le cadre de l'enseignement de préhistoire du Département d'Anthropologie de l'Université de Genève, auquel ont activement participé plusieurs étudiants. Il s'agit donc d'une étude collective<sup>1</sup>.

Les limites de l'entreprise sont données par les conditions pratiques de notre travail :

- Recours exclusif à des sources bibliographiques dans un domaine spécifique où l'information est souvent très rare, incomplète et dispersée.
- Connaissances souvent trop théoriques des problèmes techniques posés par le travail du métal.

---

<sup>1</sup> Nous remercions ici pour leur collaboration Chantal Bernasconi, Pierre Corboud, Bernadette Mudry et Christian Simon qui nous ont aidés à rassembler et à dépouiller une partie de la littérature que nous présentons en annexe.

— Maîtrise probablement insuffisante de l'archéologie de certaines régions (notamment au Proche-Orient).

— Nécessité de s'astreindre à un rythme de travail rapide de façon à cerner l'ensemble du sujet dans l'intervalle de l'année universitaire (17 séances environ).

Malgré ces imperfections, nous pensons utile de diffuser, de façon très schématique, les résultats acquis, ne serait-ce que pour susciter discussions et critiques.

La bibliographie critique que nous présentons en annexe permet de se faire une idée de l'information mobilisée et constitue probablement l'apport le plus positif de cette tentative.

Il n'est pas question de reprendre ici l'ensemble des propositions émises sur notre sujet. Nous nous contenterons d'examiner les idées des quelques chercheurs qui, à notre avis, permettent de formuler le plus clairement les principaux problèmes posés.

## I. PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

### 1. Evaluation des théories proposées.

#### I.1. G. CHILDE ET LA THÉORIE DIFFUSIONNISTE.

Les idées de Childe ont eu une influence considérable sur l'ensemble de la préhistoire européenne récente; malgré leur caractère souvent caduc, dû aux découvertes récentes, il convient d'en rendre compte car on décèle encore actuellement l'influence de ce chercheur dans de nombreux travaux.

Les principes qui régissent l'œuvre de Childe sont les suivants:

— C'est dans le Proche-Orient que la civilisation est la plus ancienne. Ces centres d'invention privilégiés sont situés dans les principaux bassins alluviaux: Mésopotamie, Egypte, Indus.

— La civilisation peut être diffusée et a effectivement diffusé d'Orient en Occident. Plus on s'éloigne des centres, plus les acquisitions techno-économiques sont tardives.

— La diffusion de certains types orientaux en Europe occidentale permet d'étendre à cette région la chronologie historique du Proche-Orient (cross-dating).

— Les civilisations d'Europe occidentale ont des capacités d'invention limitées, d'où leur tendance à emprunter à l'extérieur.

— Les divers traits culturels d'une civilisation ne sont pas structurellement liés, d'où des possibilités de diffusion pour des éléments culturels isolés.

Childe aborde donc tout naturellement l'étude de la métallurgie sous cet angle.

*Stades techniques (modes)*. Les stades techniques proposés par Childe reposent surtout sur les types d'outils produits et non sur des critères technologiques. Cette option est motivée par la rareté des analyses métalliques disponibles à l'époque; mais Childe (1944) admet explicitement que la composition du métal n'est pas un critère significatif. Les quatre stades (modes) proposés sont:

Mode 0: utilisation du cuivre natif martelé, meulé, tordu, sans fonte.

Mode 1: armes et ornements en cuivre ou en bronze. Pas d'outils destinés à l'artisanat.

Mode 2: cuivre et bronze régulièrement utilisés pour des outils destinés à l'artisanat (couteaux, scies, ciseaux).

Mode 3: métal également utilisé pour des outils destinés à l'agriculture (faucilles) et aux gros travaux (masses, socs de charrue).

Le tableau 1 illustre la répartition de ces quatre modes.

TABLEAU I. — *Stades technologiques de la métallurgie selon Childe*

| Mode | Egypte                                  | Europe                             |
|------|---|------------------------------------|
| 0    | Badarien<br>Amratien                    | Cuivre<br>balkanique               |
| 1    | Gerzéén                                 | Bronze ancien                      |
| 2    | Epoque thinite<br>Ancien + Moyen Empire | —                                  |
| 3    | Nouvel Empire                           | Bronze moyen (2-3)<br>Bronze final |

Cette classification, mise au point à partir des documents égyptiens, est d'une utilisation délicate ailleurs, car les variations locales sont nombreuses (Childe le souligne lui-même). D'autre part, elle ne semble pas

jouer un rôle essentiel dans l'image que donne Childe de la diffusion de la métallurgie. Enfin, il est évident que les problèmes que nous posons se situent dans la tranche chronologique précédant le Bronze ancien européen et l'apparition du bronze au Moyen Empire; les distinctions de Childe sont donc insuffisantes dans l'optique où nous nous plaçons.

*Diffusion de la métallurgie.* Schématiquement Childe admet le processus suivant:

1. Apparition simultanée de la métallurgie dans les trois centres: Mésopotamie, Egypte et Indus.
2. Diffusion dans les zones périphériques, généralement montagneuses: Crète, Iran, Syrie.
3. Diffusion en Turquie et au delà du Caucase dans la zone de la civilisation des Kourganes.
4. Diffusion de la métallurgie égéenne en Europe essentiellement selon l'axe méditerranéen en direction de la péninsule Ibérique (Los Millares). L'axe danubien semble moins important. Les conceptions de Childe sur les relations existant entre la diffusion des mégalithes et la diffusion de la métallurgie ne semblent pas très claires. Il admet en effet que les deux phénomènes ne sont pas obligatoirement liés, mais constate également qu'étudier l'un des aspects du problème revient toujours à étudier l'autre. L'idée d'une transmission de la métallurgie égéenne en péninsule Ibérique influencera considérablement les idées de E. Sangmeister.
5. Développement de la métallurgie centre-européenne sous l'influence de la péninsule Ibérique et du courant de diffusion steppique (Kourganes, céramique cordée, etc.).

Une critique fondamentale des conceptions de Childe, à laquelle nous adhérons pleinement, a été proposée par C. Renfrew. Il nous suffira de souligner ici les points suivants:

- Les recherches récentes montrent que les centres d'invention de la métallurgie ne sont pas situés dans les plaines alluviales mais dans les zones montagneuses situées au nord de la Mésopotamie et en Turquie.
- La méthode du cross-dating entraîne Childe dans un système chronologique caduc. La remise en question de ce système (Renfrew, 1973a) est à l'origine d'un vieillissement des civilisations européennes et porte un très sérieux coup au modèle diffusionniste.

— Curieusement, il existe chez Childe une certaine incohérence entre ses constatations — les civilisations européennes sont très originales et variées; les objets du Proche-Orient y sont exceptionnels — et sa théorie: les inventions européennes dépendent toutes d'un contact avec la Méditerranée orientale.

### 1.2 R.-J. FORBES.

Le schéma que propose Forbes tente de renouveler le modèle diffusionniste de Childe en tenant compte des découvertes récentes. Ce chercheur propose quatre étapes successives:

1. Nord de l'Iran et de l'Afghanistan
2. Transcaucasie, Indus
3. Turquie, Balkans, Europe centrale
4. Reste de l'Europe.

L'axe de diffusion danubien est privilégié par rapport à l'axe méditerranéen qui reste secondaire. Les bases chronologiques et culturelles de cette construction restent malheureusement insuffisantes.

### 1.3 J. MARÉCHAL ET L'AUTONOMIE DE LA MÉTALLURGIE CENTRE-EUROPEENNE.

Pour ce chercheur, spécialiste des problèmes d'ordre technologique, il existe un centre d'invention de la métallurgie indépendant du Proche-Orient en Europe centrale. Pour autant qu'on puisse le reconstituer à partir des indications souvent fragmentaires et dispersées dans divers articles, Maréchal semble admettre trois étapes dans le développement de ce centre:

1. Métallurgie néolithique. Ce type de métallurgie, très largement répandu, serait antérieur au développement de la métallurgie centre-européenne. Il correspond au travail du cuivre natif et, dans une certaine mesure, au travail des carbonates et oxydes sans possibilité de fonte réelle.
2. Métallurgie du deuxième millénaire. Il faut situer à cette époque le début de l'exploitation des gisements de *fahlerz* d'Europe centrale, donnant des cuivres avec une forte proportion d'arsenic et d'antimoine. Les premiers cuivres coulés apparaissent mais l'extraction du minerai implique uniquement des fusions réductrices.

3. Dans une troisième étape, on assiste à la diffusion de cette métallurgie centre-européenne vers la périphérie, notamment vers les îles Britanniques, la péninsule Ibérique, les Balkans (Tiszapolgár, Bodrogkeresztur), l'Autriche et l'Italie (Remedello).

A ce stade, les impuretés caractéristiques des anciens cuivres disparaissent et l'on voit apparaître la technique des fusions oxydantes permettant d'exploiter les chalcopyrrites.

La deuxième étape décrite par Maréchal correspond, semble-t-il, à la métallurgie campaniforme. Si cette interprétation est juste, le schéma diffusionniste de cet auteur pourrait être acceptable pour l'Espagne et la Grande-Bretagne (éventuelle extension de la civilisation campaniforme) et pour l'Autriche dont le centre se développe au Bronze ancien (Gemeinlebern, etc.). Par contre, les dérivations en direction de Remedello, Baden, Tiszapolgár et Bodrogkeresztur doivent être rejetées pour des raisons d'ordre chronologique car ces ensembles sont trop anciens.

#### 1.4. C. RENFREW ET L'AUTONOMIE DES MÉTALLURGIES BALKANIQUE ET IBÉRIQUE.

Renfrew est à l'origine d'une remise en question radicale de l'évolution des civilisations préhistoriques européennes basée sur l'application systématique des données des datations C 14 rectifiées par calibration et sur la critique des traits culturels retenus par Childe et ses successeurs dans leur tentative de coordination entre le Proche-Orient et l'Europe (relations entre la stratigraphie de Troie et les Balkans notamment). Cette approche montre que les civilisations européennes sont en fait beaucoup plus anciennes qu'on le croyait. Ce changement d'optique est à l'origine d'une nouvelle conception de l'analyse culturelle où l'on insiste plus sur la dynamique interne des civilisations et leur cohérence structurelle que sur les contacts extérieurs. On constate ainsi que les métallurgies des Balkans et du sud de la péninsule Ibérique sont trop anciennes pour dériver de sources orientales; elles sont donc probablement originales. Selon Renfrew, les étapes logiques de l'acquisition de la métallurgie sont les suivantes:

1. Simple utilisation du cuivre natif.
2. Martelage à froid du cuivre natif.
3. Martelage à chaud du cuivre natif pour pallier les risques de cassure.

4. Réduction des carbonates et oxydes à une température ne dépassant pas 700°.
5. Moulage à moule ouvert impliquant des températures de 1000° au moins.
6. Moulage à moule bivalve.
7. Alliage avec l'arsenic et avec l'étain.
8. Moulage à cire perdue.

Le tableau 2 permet de se faire une idée des dates d'apparition de ces différentes étapes dans le Proche-Orient et les Balkans (dates C 14 calibrées entre parenthèses).

TABLEAU 2. — *Chronologie des stades technologiques selon Renfrew*

| Etapes | Proche-Orient            | Balkans                                     |
|--------|--------------------------|---|
| 1      | Néolithique très ancien  | Vinča ancien<br>4200 b.c. (4000 B.C.)       |
| 2      |                          |   |
| 3      |                          | Vinča<br>3800 b.c. (4700 B.C.)              |
| 4      | Çatal Hüyük<br>6000 b.c. |   |
| 5      | Turquie<br>5000 b.c.     | Gumelnitza<br>av. 3200 b.c. (av. 4000 B.C.) |
| 6      |                          |   |
| 7      | 2400 b.c. (3000 B.C.)    | 2500 b.c. (3000 B.C.)                       |
| 8      |                          |   |

Enfin Renfrew insiste à juste titre sur les relations existant entre les diverses techniques du feu, notamment entre les techniques potières (modes de cuisson, fours) et la métallurgie.

## 1.5. E. SANGMEISTER ET L'UTILISATION DES ANALYSES MÉTALLIQUES.

Dès 1950, les chercheurs allemands, notamment Junghans et Sangmeister, mettent sur pied un gigantesque travail d'analyse des impuretés des cuivres préhistoriques de l'Allemagne du Sud-Ouest. L'entreprise sera par la suite étendue à l'ensemble de l'Europe (SAM1, 1960; SAM2, 1968). A partir de ces analyses (notamment des teneurs en As, Sb, Bi, Ni et Ag), Sangmeister tente de définir un certain nombre de groupes spécifiques et étudie leurs insertions géographique, chronologique et culturelle. Nous n'insisterons pas ici sur l'intérêt de cette entreprise qui a déjà rendu de très nombreux services, ni sur la nécessité de poursuivre la collecte des matériaux de base. Nous voudrions pourtant formuler ici quelques réserves qui nous sont venues à l'esprit lorsque nous avons voulu utiliser les résultats acquis. Ces réserves se situent sur deux plans.

*Taxonomie des groupes métalliques.* L'information recueillie est trop complexe pour être traitée « manuellement », les groupes obtenus restent donc très arbitraires. On se trouve, en fait, dans une situation où le recours aux techniques statistiques d'analyses multivariées est absolument indispensable.

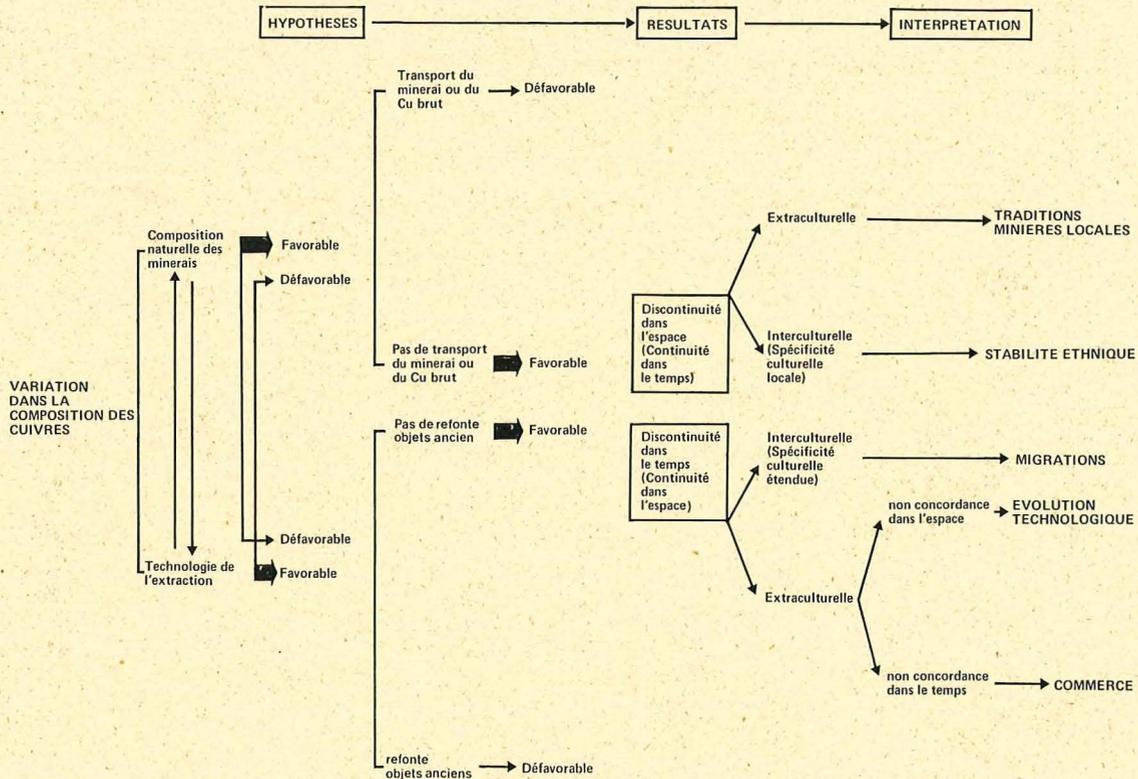
*Origine des impuretés rencontrées dans les cuivres.* L'analyse devrait permettre d'obtenir un certain recouvrement entre unités spatio-temporelles (et/ou culturelles) et types de cuivre. Nous nous demandons pourtant si ce projet est réalisable car les facteurs qui influencent la nature des cuivres sont multiples et l'interprétation des résultats pose de sérieux problèmes. Nous résumerons cette problématique dans le tableau 3, qui nécessite les commentaires suivants.

On peut admettre deux origines aux variations observées dans la composition des cuivres manufacturés: la composition naturelle des minerais d'une part, les techniques d'extraction et de raffinage d'autre part. Suivant le poids donné à l'un ou l'autre des facteurs, on se trouve devant des problèmes assez différents.

Si l'on admet que la composition des minerais est essentielle, la situation est favorable pour tenter de mettre en évidence des discontinuités géographiques significatives (dans la mesure où l'on admet que le transport du minerai ou du cuivre brut est peu important).

Si, au contraire, on admet que la technologie de l'extraction est l'aspect le plus important on sera amené à privilégier les discontinuités temporelles

TABLEAU 3. — *Interprétation culturelle des variations dans la composition des cuivres préhistoriques*



(dans la mesure où la refonte des objets anciens ne vient pas perturber l'analyse).

L'interprétation des groupes obtenus (résultats) reste d'autre part délicate et nécessite une confrontation générale des résultats acquis dans les autres domaines de la recherche archéologique. Le tableau 3 donne une idée des possibilités existant dans ce domaine en distinguant les cas où les groupes métalliques coïncident avec les groupes culturels (discontinuités interculturelles) de ceux où cette superposition n'existe pas (discontinuités extraculturelles).

## 2. Les techniques de travail du cuivre.

Dans une première étape nous donnerons ci-dessous une partition logique du champ technique abordé sans idée préconçue au sujet de l'insertion historique des unités. Nous verrons par la suite comment réordonner ces unités en fonction de l'évolution historique reconnue. On verra alors que la séquence obtenue s'inscrit harmonieusement dans l'évolution globale des arts du feu.

### 2.1. TRAVAIL DU CUIVRE NATIF (A).

*A 1. Travail du cuivre natif par martelage à froid.* Le cuivre natif peut être martelé ou abrasé. Ce travail ne se distingue guère du travail de la pierre polie (bouchardage, sciage, polissage, etc.). Le métal n'est alors qu'une pierre aux propriétés un peu particulières (déformable).

*A 2. Travail du cuivre natif par martelage à chaud.* Le métal est déformé et étiré par martelage à chaud (forgeage). Ce travail nécessite des températures nettement inférieures à 1000°.

*A 3. Fonte du cuivre natif.* Le métal natif peut être fondu et coulé dans des moules. Ce travail nécessite une température dépassant 1000° (température de fusion du cuivre: 1083°).

### 2.2. EXTRACTIONS RÉDUCTRICES (B).

*B 1. Réduction des carbonates-oxydes sans fonte.* Les minerais traités sont exclusivement des carbonates (azurite, malachite) et des oxydes (cuprite, mélaconite).

L'extraction du cuivre (réduction) nécessite une température de l'ordre de 700°. L'opération complexe s'applique toujours à de petites quantités

de minerai d'où le métal est extrait par grillage sans fonte réelle. Le cuivre obtenu est travaillé par martelage à chaud et par abrasion. Ce stade ne permet pas d'obtenir des objets moulés.

*B 2. Réduction des carbonates-oxydes avec fonte.* La maîtrise de fours atteignant une température de l'ordre de  $1000^{\circ}$  permet d'obtenir du cuivre fondu et par conséquent des objets moulés mais les minerais de base restent les carbonates et les oxydes. Il devient alors possible de refondre des objets anciens. Selon Maréchal, les premières fusions réductrices étaient appliquées à des cuivres contenant suffisamment d'étain ( $\text{Sn} > 4\%$  environ) pour que les propriétés du métal soient modifiées.

### 2.3. EXTRACTIONS OXYDANTES (C).

Cette technique complexe d'extraction s'applique notamment aux minerais de cuivre contenant également du fer sous forme de composé sulfuré (chalcoppyrite, bornite, etc.). L'extraction du cuivre nécessite donc l'élimination préliminaire du fer. Les opérations sont les suivantes:

1. Grillage partiel (oxydation partielle du Fe)
2. Fusion pour matte (première fusion avec adjonction de silice et de chaux)
3. Convertissage de la matte (oxydation totale du Fe)
4. Affinage du cuivre brut (fusion en atmosphère oxydante puis réduction au moyen de charbon de bois et de bois vert.)

Cette technologie nécessite des fours atteignant  $1000^{\circ}$ , dont l'atmosphère peut être contrôlée, ainsi qu'une connaissance totale des phénomènes d'oxydo-réduction. La maîtrise de la fusion du cuivre permet d'obtenir des objets coulés d'assez grandes dimensions. Les pièces obtenues pouvaient être martelées à chaud ou à froid puis recuites.

### 2.4. MAÎTRISE DES ALLIAGES INTENTIONNELS (D).

La maîtrise des alliages intentionnels nécessite en principe des températures de l'ordre de  $1000^{\circ}$ .

*D 1. Cuivre à l'arsenic.* La notion d'alliage intentionnel de Cu et d'As n'est pas claire dans la mesure où il n'est pas possible d'envisager l'extraction séparée des deux métaux, puis leur mélange. Il s'agit plus certainement d'une sélection intentionnelle des minerais de Cu à forte proportion

d'As. On retiendra ici un peu arbitrairement la proportion de 3% d'As pour le stade D 1. Selon Maréchal, les cuivres à l'arsenic présentent les conditions de volatilité et d'oxydabilité nécessaires pour pouvoir être obtenus par fusion réductrice.

*D 2. Bronze.* Les premiers alliages intentionnels de cuivre et d'étain contiennent environ 10% de ce dernier métal.

### 3. Trame chronologique.

La trame chronologique proposée sera basée sur les dates C 14 et leur calibration par la dendrochronologie (courbe de Suess, Renfrew 1973a). Nous conservons pourtant les dates C 14 non corrigées dans les tableaux chronologiques. Nous pensons, en effet, qu'il est prématuré d'utiliser définitivement la courbe de Suess puisque plusieurs auteurs ont proposé des courbes légèrement différentes. Il faut donc attendre encore avant d'adopter définitivement un système de correction. D'autre part, les données manquent pour les dates les plus anciennes (au-delà de 4200 b.c.).

Conformément aux décisions prises lors du 12<sup>e</sup> Nobel Symposium, Uppsala, 1970, nous adopterons la notation b.c. (before Christ) pour les dates C 14 brutes et la notation B.C. pour les dates calibrées. Nous suivrons, d'autre part, la position adoptée par Renfrew au sujet de la chronologie du Néolithique européen et des raccords entre le Proche-Orient et les Balkans (Renfrew 1970a, 1973a). Il est inutile de développer ici les arguments qui sont à l'origine de cette remise en question radicale de la position de l'Europe par rapport au Proche-Orient.

## II. LES CINQ STADES DU DÉVELOPPEMENT DE LA MÉTALLURGIE DU CUIVRE

L'analyse des données actuellement accessibles dans la littérature montre qu'il est possible de distinguer cinq stades dans le développement du travail du cuivre. Nous en donnerons ici une idée générale ainsi qu'une représentation spatio-temporelle à l'aide de cartes isochrones (cf. fig. 1, 2, 3, 4). On trouvera dans la dernière partie de cette étude des données plus spécifiques ordonnées par régions.

### 1. Stade 1. Cuivre natif martelé

Les premiers objets de cuivre martelé à froid (A1) apparaissent en Turquie (Cayönü Tepe) et en Mésopotamie (Zawi Chemi) au moment

où s'élaborent les diverses modalités d'une économie productrice (Proto-agriculture) vers 7500 b.c. en Mésopotamie et 7000 b.c. en Turquie. L'utilisation du cuivre remonte donc à l'aurore du Néolithique proche-oriental. Pourtant, on ne peut parler, à ce stade, de métallurgie puisque le travail du cuivre n'est pas encore englobé dans la sphère des techniques du feu.

Dès cette époque, les principaux éléments constitutifs de ce qui sera plus tard la métallurgie sont en place mais leur intégration dans une technique homogène est loin d'être opérée :

- le cuivre natif est reconnu, collecté et travaillé (Cayönü Tepesi, 7000 b.c.) ;
- des petits fragments de minerais (malachite, etc.) sont utilisés pour confectionner des perles (Cayönü Tepesi) ;

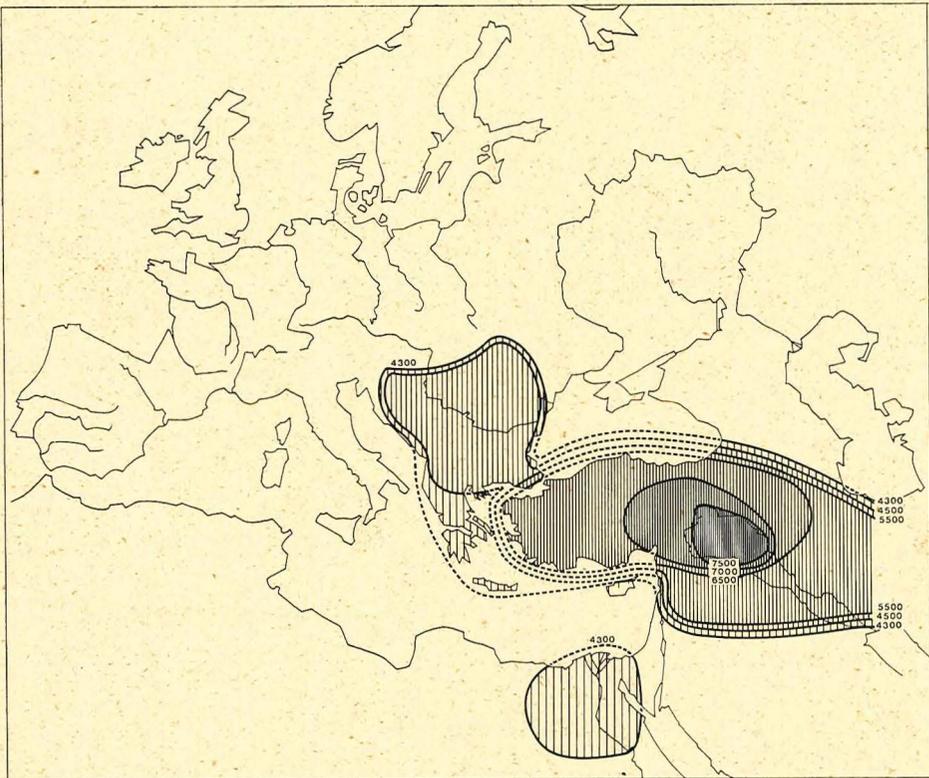


FIG. 1. — Carte isochrone: date d'apparition du stade I (travail du cuivre natif) en Europe et au Proche-Orient de 7500 à 4300 b.c. (dates C 14 non calibrées).

— on sait réduire le gypse en plâtre pour l'utiliser dans des enduits divers (crânes surmodelés du Néolithique précéramique B de Jéricho, 7000 b.c., revêtements de sol) ce qui nécessite des températures de 200° à 300°; — malgré l'absence de céramique on observe fréquemment des cas de cuisson accidentelle de petites figurines en argile en relation avec les fours où sont préparées et séchées les céréales.

L'introduction des techniques céramiques (maîtrise de température de l'ordre de 600-700°) ne bouleverse en rien cette situation, sauf peut-être en Turquie où les fusions réductrices (B 1) apparaissent très tôt.

Curieusement l'étape A1 n'est bien individualisée que dans deux régions: le Proche-Orient (Mésopotamie, Egypte, Turquie) et les Balkans. Dans le reste de l'Europe l'introduction du travail du métal se fera à un niveau plus élaboré (cuivre fondu). On observe donc dès cette période archaïque deux centres probablement indépendants.

Le centre le plus ancien correspond à l'est de la Turquie et au nord de la Mésopotamie. On trouve dans cette zone des petits objets de cuivre martelé à froid dès la fin du 8<sup>e</sup> et le début du 7<sup>e</sup> millénaire (Cayönü Tepesi, 7000 b.c.; Ali Kosh, 6500 b.c.).

L'Egypte accuse par contre un retard certain puisque les premiers objets de cuivre natif ne remontent qu'au Badarien dans la deuxième moitié du cinquième millénaire (4500-4000 b.c.). Il en va de même des Balkans où il faut attendre le début de la civilisation de Vinča (4500 b.c.) pour voir apparaître le travail du cuivre natif.

Ce stade technique ne persistera longtemps qu'en Mésopotamie, seule région où l'étape A2 (martelage du cuivre à chaud) paraît bien individualisée dès la civilisation d'Hassuna (5500 b.c.).

## 2. Stade 2. Réduction des carbonates et oxydes

A l'origine (stade 1), le travail du cuivre natif est indépendant des arts du feu; les moyens sont différents pour cette seconde étape qui nécessite au moins des températures de l'ordre de 700° (B1). Il faut donc s'attendre à observer ce complexe technique dans des groupes néolithiques aux techniques agricoles bien développées connaissant l'usage de la céramique.

Pratiquement il faut isoler l'étape B1, qui ne requiert pas des températures de l'ordre de 1000°, de l'étape B2 (fusions réductrices et possibilité de fonte). Si B1 paraît effectivement isolable du point de vue historique, B2 est pratiquement confondue avec C. Cette situation paraît logique puisque B2 nécessite des températures du même ordre de grandeur (1000°)

que C. La maîtrise progressive des températures de plus en plus hautes semble donc jouer un rôle décisif.

La réduction des carbonates et oxydes par grillage ne permet d'obtenir que de petits objets retravaillés par martelage. Cette étape n'est bien indi-

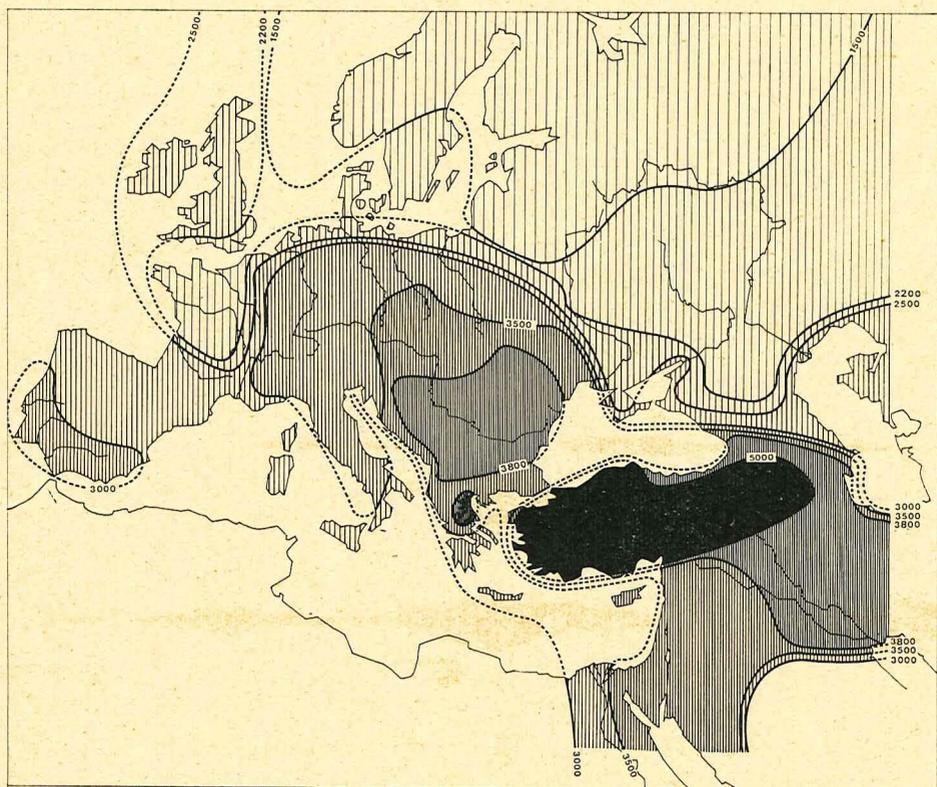


FIG. 2. — Carte isochrone: date d'apparition des stades 2 et 3 (extractions réductrices et oxydantes) en Europe et au Proche-Orient de 5000 à 1500 b.c. (dates C 14 non calibrées).

vidualisée qu'en Turquie où elle apparaît dès 6500 b.c. pour persister probablement dans les sites contemporains d'Hacilar (5500-5000 b.c.). Çatal Hüyük est certainement le site qui a livré les éléments les plus intéressants pour notre propos. Malgré le rôle effacé que joue la céramique, absente de certains niveaux (VIB à VIII), les techniques du feu semblent jouir d'un développement sans égal dans tout le Proche-Orient contemporain. On trouve, en effet, dans ce site des perles, des anneaux et des tubes de cuivre

qui proviennent manifestement de la réduction de minerais de cuivre. Les gros objets de métal font par contre totalement défaut. Les nombreux colorants à base de minerais de cuivre (malachite, azurite) ou de plomb (cinabre) utilisés dans les peintures murales et pour enduire les squelettes de certaines sépultures témoignent d'autre part d'une bonne connaissance de certains minerais métalliques. Mellaart mentionne également dans le niveau VI des fours (de potiers?) à chambre de combustion séparée, preuve d'un développement certain des arts du feu.

Par analogie, ce stade semble exister également en Mésopotamie dès le cinquième millénaire où le traitement du minerai est bien attesté dès cette période par la présence de fragments de creusets contenant des restes de cuivre (Tal-i-Iblis en Iran, par ex.). La présence, déjà ancienne, de fours à céramique à dômes temporaires permettant d'obtenir des atmosphères réductrices (Sialk), l'apparition des premières perles de fritte dès la civilisation d'Halaf, montrent d'autre part que les conditions de développement de l'étape B1 (fours réducteurs, températures de 700°-800°) sont présentes dès cette période.

En Egypte, la période amratiennne pourrait également appartenir à cette phase de développement, mais ne constitue qu'une courte période de transition. L'étape B1 est donc limitée au Proche-Orient et ne paraît réellement développée qu'en Turquie qui apparaît, dans la zone considérée, comme le centre d'invention de la métallurgie, bien avant la Mésopotamie et l'Egypte. Le caractère progressiste de cette zone se retrouvera du reste plus tard à l'étape C.

### 3. Stade 3. Fusions oxydantes et fonte du cuivre

Il n'y a pas lieu de distinguer chronologiquement la situation technique B2 (réduction des carbonates-oxydes avec possibilité de fonte) et la situation C (fusion oxydante des sulfures et fonte). L'étape correspondant à la fonte du cuivre natif (A3) signalée par Wertime à Sialk et à Suse (Iran), à Arpatchigah (Iraq), à Beycesultan et Mersin (Anatolie) est également liée à C en raison des températures nécessaires et ne peut en aucun cas constituer une étape archaïque précédant l'époque où l'on voit apparaître l'extraction des minerais.

Dès ce moment se développent au Proche-Orient les fours à dôme permanent ou semi-permanent et chambre de combustion séparée. Des systèmes d'aération adéquats (évents, soufflets, etc.) permettent d'obtenir des températures de 800° à 1200° et de maîtriser complètement les phéno-

mènes d'oxydo-réduction. Bien qu'ils soient probablement en relation avec les techniques potières, ces fours (par ex. Sialk) fournissent la preuve du développement d'un milieu technique parfaitement outillé pour procéder à des fusions oxydantes et à la fonte du cuivre.

Sur le plan des objets, la fonte du cuivre et l'usage de moules permettent d'obtenir des objets de plus grandes dimensions mais l'usage du métal reste limité à la parure et aux armes (poignards, lames de hache). Du point de vue typologique, le fait le plus caractéristique semble être l'apparition des lames de haches plates de section quadrangulaire, sans rebords de fixation. Ces haches se rencontrent pratiquement toujours dans le contexte technique défini ici et constituent un excellent point de repère aussi bien au Proche-Orient qu'en Europe.

Si les étapes A1-2 et B1 se développent encore au sein de civilisations proprement néolithiques, l'étape C est caractéristique de ce que l'on pourrait appeler le Chalcolithique (ou Enéolithique). Si ce terme paraît adéquat dans le cadre du Proche-Orient, son utilisation dans le cadre européen rencontre certaines difficultés (cf. A. Gallay 1970). Les auteurs d'Europe de l'Est l'utilisent en effet judicieusement pour désigner des ensembles danubiens comme Tiszapolgár et Bodrogkeresztur; par contre, les chercheurs occidentaux (dont nous-mêmes) ont encore l'habitude de classer des civilisations qui appartiennent manifestement déjà à ce stade (Pfyn, Cortaillod, La Lagozza, etc.) dans le Néolithique proprement dit.

Au Proche-Orient les haches plates les plus anciennes sont, à notre connaissance, celles du niveau 22 de Mersin, qu'on pourrait placer aux environs de 5000 b.c. D'autres trouvailles de cuivre, sensiblement plus récentes, proviennent de Beycesultan (niv. 34) et de Can Hasan. Comme à l'étape précédente, la Turquie est donc encore une fois nettement en avance sur le reste du Proche-Orient. Le cuivre coulé apparaît en fait bien plus tard en Mésopotamie (Obeid, Djemdet-Nasr, 3700-3100 b.c.) et en Palestine (Ghassoulien, 3800-3200 b.c.) qui ne constitue qu'une province latérale secondaire de la métallurgie mésopotamienne. En Egypte, le cuivre coulé apparaît avec le Gerzéen vers 3500 b.c. Des nécropoles comme celle de Nagada ont fourni des haches plates, caractéristiques de ce niveau de développement, associées à des lames de poignards et des épingles. Le travail du cuivre pur persistera très longtemps en Egypte puisqu'on n'observe aucun changement notable pendant l'époque thinite et l'Ancien Empire. Le bronze n'apparaît en effet qu'au début du Moyen Empire vers 1800 b.c.

Un deuxième centre de métallurgie du cuivre, très vraisemblablement autonome, apparaît vers 3800 b.c. dans les Balkans (Vinča-Pločnik,

Tiszapolgár, Gumelnitza) et étend son influence jusqu'au nord-ouest de la mer Noire (Cucuteni, Tripolje). Cette métallurgie est caractérisée par l'utilisation de moules monovalves et par la présence, à côté des haches plates, de haches-herminettes à trou de fixation. Le travail de l'or est également connu (pendentifs discoïdes).

Un troisième centre légèrement plus tardif semble exister vers 3000 b.c. en *péninsule Ibérique* (Almeria III, Vila Nova de São Pedro I, etc.). Ce centre est probablement autonome et présente une métallurgie originale malgré des contacts probables avec le Néolithique final de l'Égée (et non avec le Bronze ancien comme le pense Sangmeister). Cette métallurgie est caractérisée par un cuivre avec un faible (inférieur à 3%) pourcentage d'arsenic (dû à la nature des minerais et non à une volonté délibérée d'alliage), par la présence de moules bivalves et l'abondance des poignards à nervure médiane (Vila Nova de São Pedro I, Alcalar, Los Millares, etc.).

Entre 3500 et 3000 b.c., l'usage du cuivre coulé se généralise en Europe bien que les objets de métal restent encore très rares. En effet, pratiquement tous les groupes culturels de cette période, tant en Méditerranée (La Lagozza, etc.) qu'en Europe centrale (Lengyel, Jordansmühl, Baalberg, Salzmünde, etc.) n'ont fourni que quelques objets de cuivre pur. Si la métallurgie méditerranéenne paraît être en relation avec la péninsule Ibérique, le cuivre d'Europe centrale se rattache à l'horizon lengyelien tardif (vers 3500-3000 b.c.); il est donc en relation évidente avec la seconde phase du cuivre hongrois (Bodrogeresztur).

#### 4. Stade 4. Cuivre (bronze) à l'arsenic

Selon Gimbutas, le cuivre à l'arsenic doit être considéré comme un bronze et inaugure l'âge du Bronze. Le problème reste pourtant complexe car la teneur en arsenic peut varier considérablement. En Transcaucasie (civilisation Kuro-Araxe), les poignards et les haches nécessitant un forgeage après fonte ont couramment 3% d'arsenic alors que ce dernier métal-loïde peut atteindre 22% dans les objets ne nécessitant pas de forgeage. Les objets d'Europe centrale contiennent par contre beaucoup moins d'arsenic (rarement plus de 1.5%). Il est donc hasardeux de bâtir des théories diffusionnistes en utilisant le cuivre à l'arsenic comme traceur unique. Il existe apparemment plusieurs régions possédant des minerais naturellement riches en arsenic (Portugal, Europe centrale, Danemark, Irlande, etc.) et l'apparition des cuivres arsenicaux ne correspond pas obligatoirement à une rupture d'ordre historique. En Europe centrale on constate pourtant

que les cuivres à l'arsenic sont généralement plus récents que les cuivres purs alors qu'en péninsule Ibérique, zone naturellement riche en cuivre arsenical, la teneur en arsenic a tendance à croître au cours du temps (Néolithique récent 1-1.5%; Campaniforme 2%; El Argar A 3-4%).

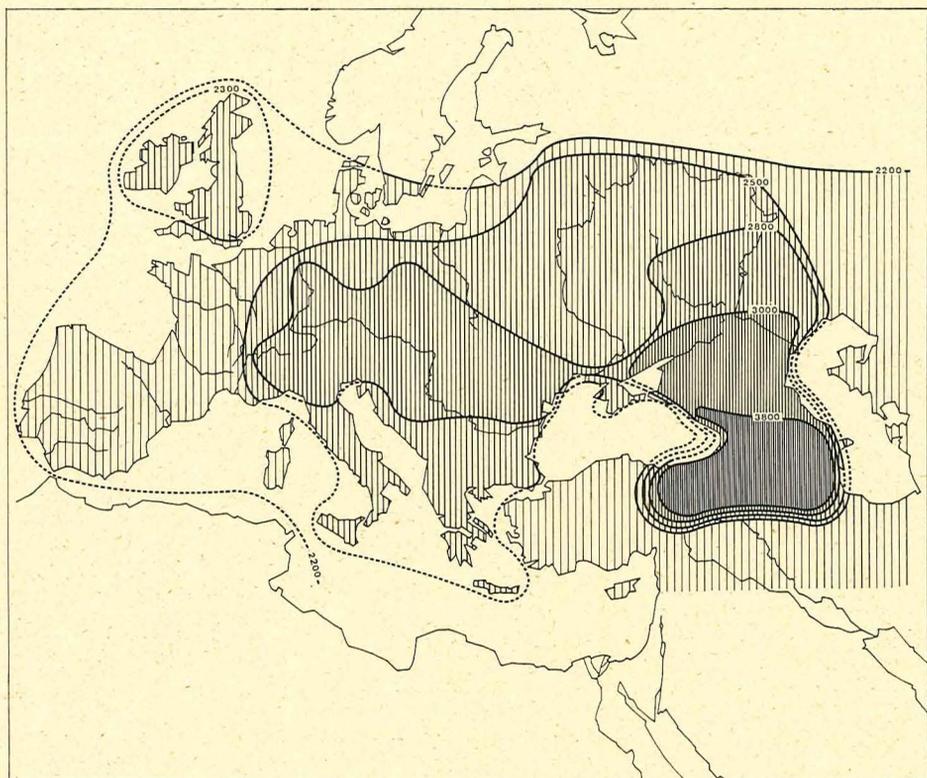


FIG. 3. — Carte isochrone: date d'apparition du stade 4 (alliage: cuivre à l'arsenic) en Europe et au Proche-Orient de 3800 à 2200 b.c. (dates C 14 non calibrées).

Le cuivre à l'arsenic semble avoir été inventé en Transcaucasie dès 4000 b.c. (Kültepe I). Transmis au nord du Caucase, il est assimilé par les peuples de la civilisation des Kourganes dès 3000 b.c. Gimbutas met en relation l'expansion de cette civilisation et la diffusion des cuivres à l'arsenic identifiables notamment dans des larges poignards à lame triangulaire. On retrouvera ce complexe bien individualisé au niveau des trois ensembles suivants :

« Bronze ancien » égéen (Minoen ancien II et III notamment entre 2500 et 1800 b.c.)

Civilisation de Baden dans les Balkans (vers 2500 b.c.)

Civilisation de Gaudio, Rinaldone, Remedello en Italie (entre 2600 et 2000 b.c.).

L'extension de cette métallurgie en Europe centrale est moins nette. On peut vraisemblablement la repérer au niveau de la *Trichterbecherkultur* (phase C), de Pfyn et de la deuxième phase de la civilisation de Cortaillod (vers 2800 b.c.). Les traces de l'impulsion primitive se perdent par contre complètement au moment de l'extension de la civilisation de la céramique cordée et du début du Bronze ancien (Únětice, etc.).

Un autre centre (autonome?) semble exister en Europe atlantique, notamment dans la péninsule Ibérique et en Irlande, où le cuivre à l'arsenic est lié aux Campaniformes à partir de 2200 b.c. (Campaniformes de type AOC dans les îles Britanniques). Ce phénomène reste pourtant lié à la richesse en arsenic des cuivres de l'Europe atlantique et n'est en aucun cas caractéristique de l'ensemble de la métallurgie campaniforme. En Europe continentale les cuivres campaniformes ne contiennent en effet qu'un plus faible pourcentage d'arsenic. Les analyses faites sur quelques poignards campaniformes donnent les moyennes suivantes :

Cuivre avec environ 3% d'arsenic, probablement étape D1

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| Grande-Bretagne    | 3.0% environ        |
| Péninsule Ibérique | 3.1% ( 9 poignards) |
| Pays-Bas           | 3.3% (11 poignards) |

Cuivre avec peu d'arsenic (étape C?)

|  |                      |
|--|----------------------|
| France                                       | 0.87% (12 poignards) |
| Europe centrale (Allemagne, Tchécoslovaquie) | 0.31% (10 poignards) |

## 5. Stade 5. Maîtrise du bronze

Avec le bronze nous avons pour la première fois la preuve d'un mélange intentionnel de deux métaux afin de rendre outils et armes plus résistants. Ces alliages intentionnels contiennent environ 10% d'étain.

Le bronze apparaît pour la première fois en Mésopotamie et correspond au début de la période historique (première dynastie d'Ur) vers 3000 b.c. Une très riche orfèvrerie accompagne alors les objets de bronze : poignards, épingles, herminettes, haches, etc.

On retrouve le bronze à une époque plus récente en Turquie notamment à Troie où ce métal est connu dès la première ville de ce site (Troie I) vers 2500 b.c. mais se développera surtout à partir de Troie II.

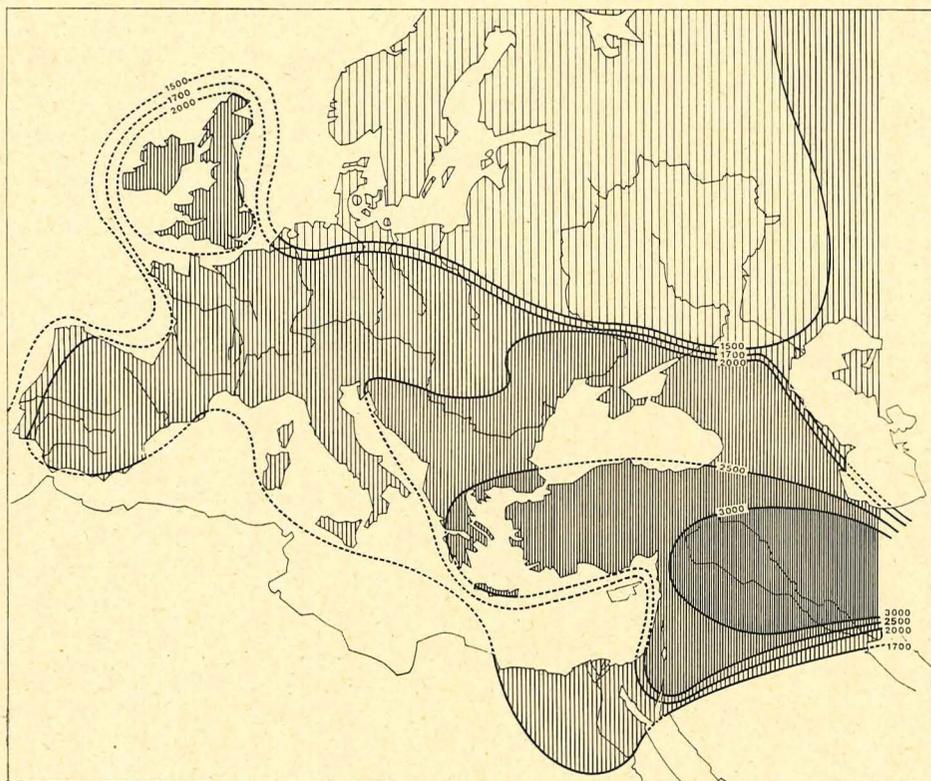


FIG. 4. — Carte isochrone: date d'apparition du stade 5 (maîtrise du bronze) en Europe et au Proche-Orient de 3000 à 1500 b.c. (dates C 14 non calibrées).

A Chypre l'usage du bronze n'apparaît qu'avec le Chypriote moyen vers 1500 b.c. Le Bronze ancien (Chypriote ancien) ne possède par contre qu'une métallurgie du cuivre, et n'est en fait qu'un Chalcolithique relativement tardif. Cette situation est probablement due à l'absence de gisements d'étain dans l'île. Seule l'extension du commerce de ce métal au Bronze moyen entraînera une modification de la situation.

En Europe l'usage du bronze se généralise vers 1500 b.c. seulement. Les premières phases du Bronze ancien sont donc souvent caractérisées par

des outillages de cuivre pur ou des alliages à faible teneur d'étain. C'est notamment le cas en Espagne avec El Argar A (avant 1500 b.c.) et en Europe centrale avec les premières phases de la civilisation d'Únětice. Dans le cas de la civilisation du Rhône, les objets de la phase II ne contiennent jamais plus de 5% d'étain et les objets contenant 10% et plus d'étain ne se généralisent qu'à partir de la transition entre la phase III et la phase IV (Gallay 1976).

Deux centres font pourtant exception et pourraient correspondre à des centres d'invention autonomes. Le premier est situé dans les îles Britanniques où le bronze apparaît très tôt (vers 2100 b.c.) en relation avec les Campaniformes classiques (phase 2 de Case). Cette invention reste pourtant sans répercussion sur le continent. Un second centre précoce semble exister dans les Balkans, notamment en Macédoine (Sitagroi Va-b avant 2000 b.c.). Partout ailleurs le bronze ne se répand en Europe que vers 1700-1500 b.c. (El Argar B, Polada, civilisation du Rhône IV, Únětice, Minoen moyen, *Timber Grave*, etc.).

## 6. Conclusion

Au terme de cette enquête, nous formulerons quelques remarques qui paraissent se dégager de notre courte expérience :

1. Nous n'avons pas trouvé dans les analyses métalliques portant sur les métaux faiblement représentés (entreprise Sangmeister) des « marqueurs » vraiment utilisables pour notre tentative de reconstitution historique. Les variations portant sur ces métaux sont probablement nettement influencées par la composition naturelle de minerais qui ne devaient pas être exportés, à l'époque, sur de bien grandes distances. De plus, si les méthodes statistiques permettant de traiter ce type de données existent, elles n'ont pour le moment que bien timidement été utilisées. Il est donc très difficile de tirer les conclusions d'une information extrêmement touffue ; mais peut-être ne sommes-nous pas assez familiers des données de cet ordre. Nous avons donc préféré ne retenir que les composants, arsenic et étain, volontairement recherchés et utilisés par les populations pré- et protohistoriques. Dans cette optique la succession cuivre pur, cuivre à l'arsenic, bronze paraît cohérente et peut servir de base aux tentatives d'interprétation historique.

2. L'évolution de la technologie du métal est en étroite relation avec la maîtrise progressive de températures de plus en plus élevées. Il est donc

nécessaire de porter son attention sur l'ensemble du « milieu technique » et notamment sur l'évolution des techniques potières. Il faut pourtant se garder de généraliser. A ce titre, les découvertes de métal dans les civi-

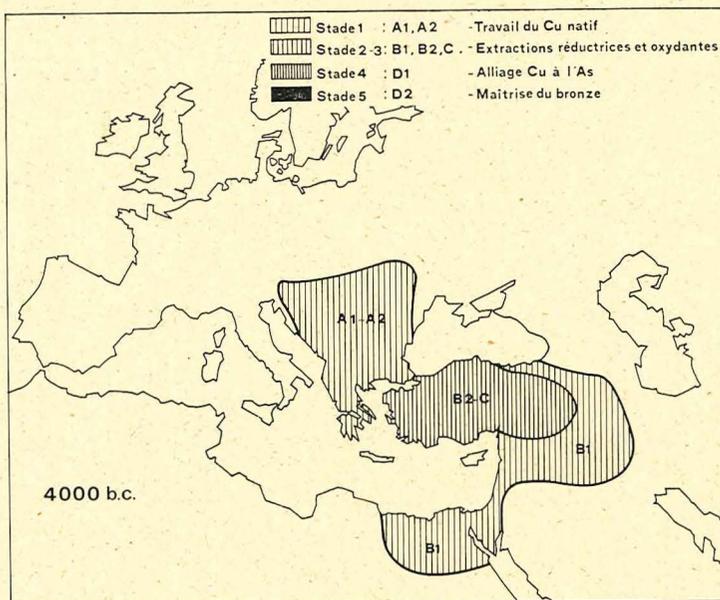


FIG. 5. — Extension géographique des stades 1 et 2-3 aux environs de 4000 b.c. (date C 14 non calibrée) en Europe et au Proche-Orient.

lisations du Néolithique suisse doivent nous rendre prudents. Ces trouvailles de métal, bien rares il est vrai, sont en effet associées à des céramiques dont la cuisson ne nécessite pas des fours construits mais de simples tas de cuisson en plein air. La discordance entre les deux techniques est donc très nette (considérer ces objets comme des importations ne fait que déplacer le problème car les civilisations voisines ne sont pas mieux outillées).

3. Le diffusionnisme tel que le concevait Childe doit évidemment être rejeté, comme le propose Renfrew, puisqu'il existe en Europe des centres d'invention précoces probablement en grande partie autonomes, les Balkans et peut-être la péninsule Ibérique pour la fonte du cuivre, la péninsule Ibérique et les îles Britanniques pour le cuivre à l'arsenic, les îles Britanniques enfin pour le bronze.

Malgré cela le développement de la métallurgie européenne ne paraît pas totalement indépendant de ce qui se passe au Proche-Orient et semble

suivre les mêmes voies. Emprunt, convergence des inventions? A la suite de Leroi-Gourhan (1945, p. 419-420) nous pensons qu'il s'agit un peu d'un faux problème.

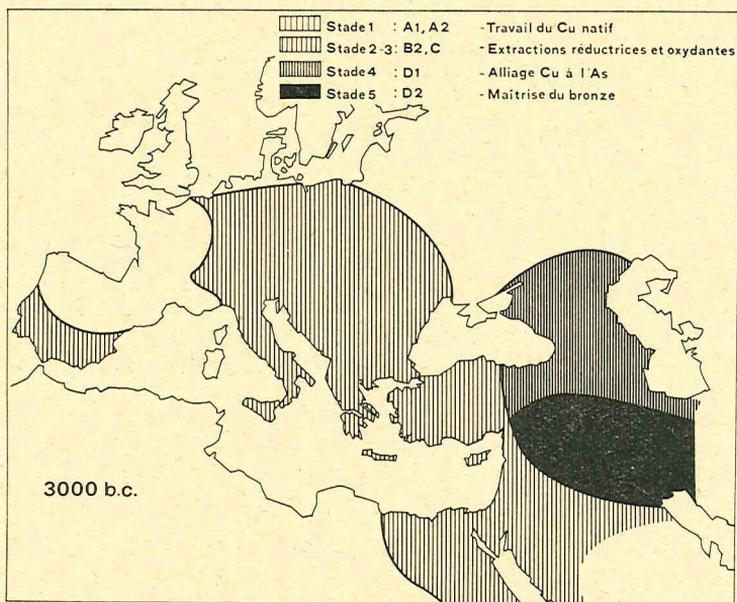


FIG. 6. — Extension géographique des stades 2-3, 4 et 5 aux environs de 3000 b.c. (date C 14 non calibrée) en Europe et au Proche-Orient.

« L'emprunt pur n'est possible que pour un groupe dont le milieu technique possède déjà le moyen de le recevoir. Ce qui n'est pas dire que l'emprunteur soit exactement au niveau du prêteur: un léger retrait est au contraire normal. Pour l'invention, la même condition s'impose: le groupe n'invente que s'il est en possession d'éléments préexistants suffisants pour fonder l'innovation. Une certaine identité se révèle par conséquent entre l'invention et l'emprunt... » (p. 419). « Il est donc difficile en pratique d'envisager isolément l'emprunt et l'invention: cette distinction arbitraire, à laquelle nous devons sacrifier provisoirement, est la source des plus grands déboires de l'Ethnologie, de l'impossibilité où l'observateur se trouve presque normalement de trancher en faveur de l'emprunt ou de la convergence technique. » (p. 420).

On comprend donc pourquoi des auteurs comme Renfrew insistent sur la dynamique interne des groupes culturels et laissent quelque peu dans l'ombre les apports extérieurs.

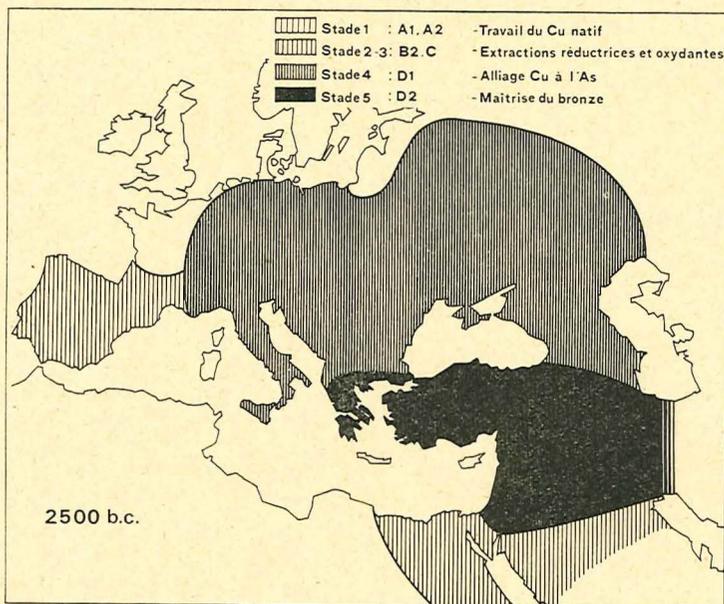


FIG. 7. — Extension géographique des stades 2-3, 4 et 5 aux environs de 2500 b.c. (date C 14 non calibrée) en Europe et au Proche-Orient.

Dans cette optique le présent travail ne prétend pas apporter les éléments d'une *explication* du développement de la métallurgie mais les éléments historiques indispensables à la construction future de cette dernière.

### III. DONNÉES SPÉCIFIQUES ET BIBLIOGRAPHIE CRITIQUE

#### 1. Généralités

##### 1.1. GÎTES MÉTALLIFÈRES, MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE

— Détermination des minerais de cuivre (composition, types de minerais, teneur en cuivre).

MARÉCHAL 1964 (Dictionnaire archéologique des techniques 2) et 1970. PUGH 1970 (manuel pratique de détermination des types de minerais). ROUTHIER 1963.

— Géologie, gîtes métallifères.

BETEKTINE 1968. RAGUIN 1961 (données géologiques précises).

— Localisation des gisements métallifères. Il est difficile de trouver des indications portant sur les gîtes proprement préhistoriques. Données géographiques éparées souvent en relation avec des sites archéologiques proches. Cartes générales encore trop rares.

CLARK 1955 (Europe, Proche-Orient). COGLAN 1958 (Grande-Bretagne). CZEDIK-EYSENBERG 1958 (Autriche). FORBES 1972 (Europe, Proche-Orient). LAURENT 1963 (Suisse occidentale). MARÉCHAL 1970 (Italie). MARTINI 1971 (Alpes). OTTAWAY 1973 (Europe du Nord). PITTARD 1971 (Suisse). RENFREW 1973a (Balkans, avec carte). ROUTHIER 1963 (Europe). TRUMP 1966 (Italie). WERTIME 1973a (Proche-Orient, avec carte).

— Preuves archéologiques de l'extraction du minerai (galeries, mines).

FORBES 1972 (Europe, Proche-Orient). JOVANOVIĆ 1971 (Balkans, mines). MARÉCHAL 1964 (Allemagne).

## 1.2. TECHNOLOGIE ET TYPOLOGIE DES OBJETS DE MÉTAL

— Exploitation du métal ou du minerai dans le sol (mines).

BOTTERO 1964 (Dictionnaire archéologique des techniques, 2, rubrique: mines). CLARK 1955. JOVANOVIĆ 1971 (Balkans). MARÉCHAL 1964 (Dict. arch. des tech., 2, rubrique: mines).

— Travail du cuivre natif.

FORBES 1972 (Studies in Ancient Technology, 9. Etude synthétique dans une perspective diffusionniste). WERTIME 1973 (Analyse intéressante de cette étape).

— Méthodes d'extraction du métal à partir du minerai (préparation du minerai, grillage, affinage, fours, maîtrise des températures, lingots, etc.).

BOTTERO 1964 (Dict. arch. des tech., 2, rubrique: métallurgie). CHAUSSIN, HILLY 1965 et 1966 (propriétés physiques et chimiques du cuivre. Bonnes précisions sur les températures de fusion des alliages. Réactions physiques et chimiques pendant les opérations métallurgiques). MARÉCHAL 1964 (Dict. arch. des tech., 2, rubrique: métallurgie. En général, les articles de Maréchal donnent de bons renseignements sur la technologie, mais les datations et l'interprétation historico-culturelle restent contestables). MARÉCHAL 1965 (avantages de l'alliage cuivre-arsenic). RENFREW 1973a (étapes technologiques). WERTIME 1964 (températures nécessaires à l'extraction du cuivre). WERTIME 1973b (généralités sur la technologie).

— Opérations nécessaires à l'obtention des objets (martelage, moulage, trempe, écrouissage, etc.).

CHARLES 1970 (technique du moulage à partir d'études d'objets). MARÉCHAL 1964 (Dict. arch., 2, rubrique: métallurgie). RENFREW 1970a (description de différentes techniques de la métallurgie balkanique).

— Technologie préhistorique. Etapes de développement, exemples de techniques de travail.

CHARLES 1967 (propriétés et utilisation de l'alliage cuivre-arsenic). COGHLAN 1958 (méthodes de réduction des sulfures de cuivre en Grande-Bretagne et en Irlande). CZEDIK-EYSENBERG 1958 (Autriche préhistorique). FORBES 1971 (Studies in Ancient Technology, 8. Etude synthétique et régionale intéressante mais chronologie contestable). LEROI-GOURHAN 1943 (références préhistoriques et ethnologiques). MARÉCHAL 1970 (chronologie contestable). VERCOUTTER 1964 (Egypte).

— Principales catégories d'objets. Typologie.

CHRISTOPHE, DESHAYES 1964 (code pour une classification des outils en métal de l'âge du Bronze des Balkans à l'Indus). MÜLLER-KARPE 1968, 1974 (très riche figuration d'une grande partie de l'outillage métallique du Néolithique et de l'âge du Bronze pour l'Europe et le Proche-Orient. Références bibliographiques, contexte, etc.). VERRON 1973 (liste-type du matériel métallique de l'âge du Bronze).

### 1.3. THÉORIES SUR L'ORIGINE DE LA MÉTALLURGIE

— Théories sur les étapes technologiques de la métallurgie et l'influence de l'environnement.

CHILDE 1944 (étapes technologiques différenciées en quatre modes). COGHLAN 1958 (étapes en Grande-Bretagne et en Irlande. Importance donnée à la composition du minerai). FORBES 1971 (Studies in Ancient Technology, 8. Chronologie contestable). MARÉCHAL 1965 (seuls les renseignements technologiques sont utilisables). RENFREW 1973a (analyse des étapes technologiques dans la perspective d'une invention autonome de la métallurgie européenne). WERTIME 1973a (analyse de l'apparition de chaque étape technologique dans une perspective diffusionniste).

— Analyse géochronologique. Ecole diffusionniste, théorie des centres autonomes européens d'invention de la métallurgie.

CHILDE 1964 (chronologie, méthode du « cross-dating » et ses contradictions. Diffusion des objets métalliques et mouvements de civilisations). FORBES 1971 (Studies in Ancient Technology, 8. Position des divers auteurs). MARÉCHAL 1970 (courants de diffusion de la métallurgie européenne). RENFREW 1973a (remise en question du diffusionnisme à partir des nouvelles méthodes de datation. Centres d'invention de la métallurgie, l'exemple des Balkans et de l'Égée).

#### I.4. ANALYSES MÉTALLIQUES

— Analyse chimique du métal.

BURRIEL-MARTI, RAMIREZ-MUÑOZ 1957 (méthodes d'analyse, photométrie à flamme, spectrométrie). JUNGHANS, SANGMEISTER, SCHRÖDER 1960 et 1968 (analyses chimiques des objets. Détermination de groupes métalliques tenant compte de la composition chimique. Insertion chronologique et géographique. Théories sur l'extension de la métallurgie en Europe. L'interprétation historico-culturelle des analyses reste discutable).

— Analyse métallographique. Lames minces, spectroanalyse, microphotographie, etc.

ALLEN, BRITTON, COGHLAN 1970 (analyses faites sur des objets de l'âge du Bronze de Grande-Bretagne). BRIARD, MARÉCHAL 1958 (analyse chimique et structurale de plusieurs objets). CHARLES 1970 (très bon exemple d'analyse liée à une interprétation technologique). COGHLAN 1960 (présentation de méthodes d'analyse avec bons exemples de microphotographies). COLES 1970 (analyse de matériaux du Bronze ancien). MARÉCHAL 1964 (Dict. arch. des tech., 2. Quelques exemples de microphotographies de structures métalliques). SCIARONE, SCHILT 1966 (analyses métalliques de surface et tests de dureté). VOCE 1958.

## 2. Données régionales

### 2.1. LES « SOURCES » ORIENTALES

#### LA MÉSOPOTAMIE (tabl. 4)

*Stade I. Utilisation de minerais et cuivre natif martelé à froid (A1), 7500-5500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Mésolithique protoagricole puis Néolithique. Sédentarisation et premiers villages. Cuisson accidentelle de l'argile dans les fours à céréales puis apparition de la céramique.

— Ornements en minerai de cuivre dès 8500 b.c. Zawi Chemi Shanidar, Iraq N. Petits objets en cuivre natif martelé à froid dès 7500 b.c. Cayönü Tepesi dans la boucle de l'Euphrate, 7000 b.c. Ali Kosh, Iran, 6500 b.c.

*Stade I. Cuivre natif martelé à chaud (A2), 5500-5000 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Chalcolithique ancien (Hassuna, Samarra, etc.). Premiers canaux d'irrigation témoignant d'une agriculture intensive et colonisation de la Basse-Mésopotamie (Eridu). Développement des poteries peintes.

— Possibilité de façonner de petits objets de cuivre (couteaux, poinçons, perles). Samarra, Iraq, 5200 b.c., Sialk I et II, Iran. Les objets de métal deviennent plus nombreux mais restent de petites dimensions.

*Stade 2. Réduction des carbonates et oxydes (B1), 5000-3700 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Chalcolithique récent (Halaf, etc.). Développement de l'art céramique et fours à dômes temporaires permettant d'obtenir des atmosphères réductrices (connus dès Sialk I/3 en plein stade 1). Premières perles de fritte.

— Petits objets obtenus par grillage (Tepe Guran, Iran, Tell Halaf, Syrie). Creusets ayant servi à la réduction du minerai (Tal-i-Iblis, Iran).

*Stade 3. Fusion oxydante et fonte du cuivre (A<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>, C) 3700-3200 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Chalcolithique tardif et début du Bronze ancien (Obeid, Djemdet Nasr, etc.). Développement de l'urbanisation et de l'irrigation, croissance démographique. Fours à foyers séparés permettant d'atteindre des températures de 800° à 1200° (Sialk III, début du quatrième millénaire).

— Cuivre coulé et moulé d'où apparition de gros objets: poignards à soie, haches plates, etc., mais encore seulement armes et bijoux. Sialk III, Tell Halaf, Syrie; Tepe Hissar I, Iran, tous après 3500 b.c. Possibilité de fondre le cuivre natif.

Le stade 4 (cuivre à l'arsenic, D1) n'est pas représenté en Mésopotamie.

*Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 3200 b.c.*

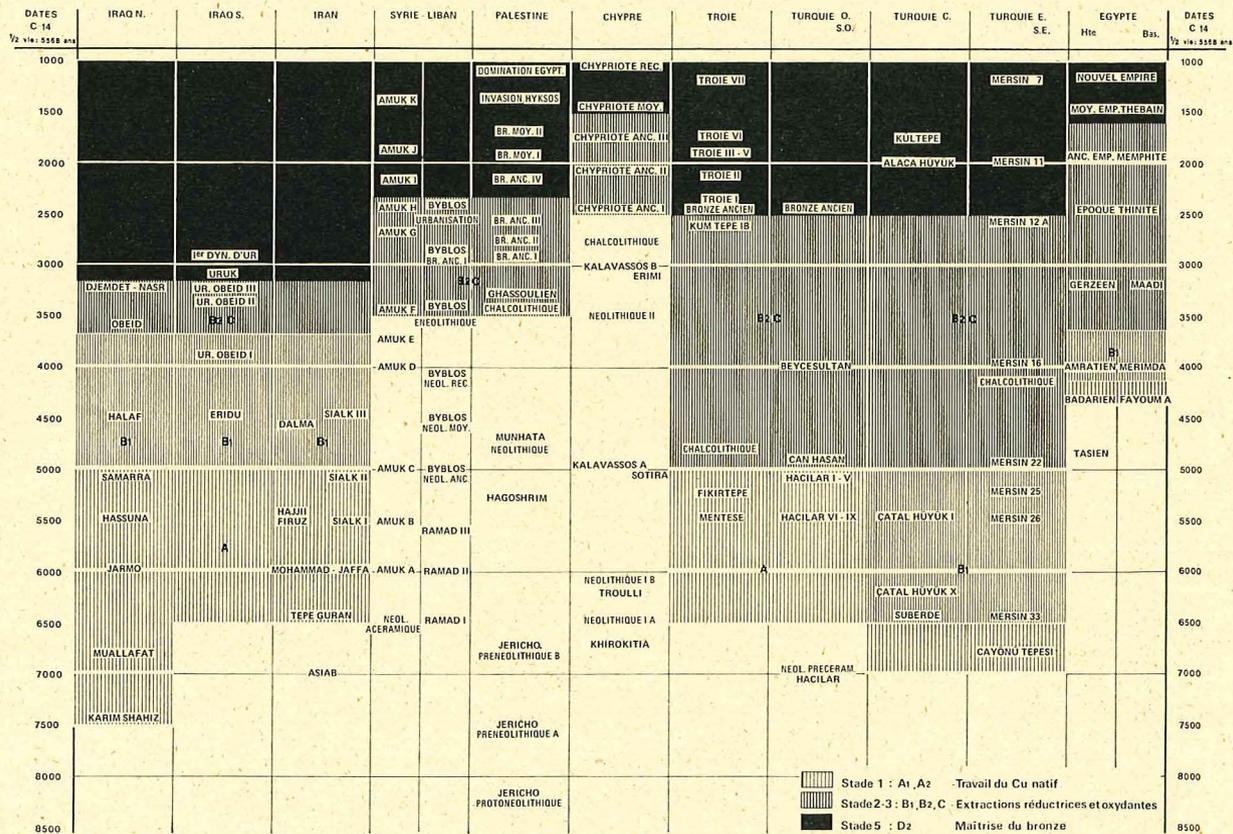
— Contexte technoéconomique: Bronze ancien. Début de la période historique, premières dynasties d'Ur.

— Maîtrise des alliages intentionnels (notamment Cu+Sn pour le bronze où l'étain atteint 10%). Usage courant des métaux précieux. Haute technicité (brasure, soudure, etc.). Diversification des objets de métal et apparition de l'outillage utilitaire en métal. Mundigak III, Afghanistan, 2500 b.c. Tepe Hissar III, Iran, vers 2000 b.c. Tepe Gawra, Iran, 3<sup>e</sup> millénaire. Ur, Iraq. Kültepe, Transcaucasie, 1950-1800 b.c.

— A partir de 2000 b.c., maîtrise parfaite de la métallurgie et développement du commerce des métaux (cf. liaisons commerciales reliant Babylone, Assur, Kültepe, Ugarit et Cnossos).

BOTTERO 1964 (Dict. arch. des tech., 2: gîtes métallifères et mines. Informations technologiques utilisables). CHILDE 1953 (typologie de l'outillage métallique). GARELLI

TABLEAU 4. — *Tableau chronologique : stades de développement de la métallurgie au Proche-Orient*



1969 (chronologie des époques « historiques ». Maîtrise des températures: céramique et métal). MELLAART 1965 (civilisations urbaines, informations succinctes). MELLAART 1966 (civilisation de Tell Halaf). SINGH 1974 (excellente présentation des sites néolithiques avec dates C 14 et bibliographie). WERTIME 1973b (inventaire des premiers objets de cuivre d'Iran et d'Iraq. Dates des premières étapes trop récentes).

## LA TURQUIE (tabl. 4)

### *Stade 1. Cuivre natif martelé à froid (A1), 7200-6500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Mésolithique protoagricole et Néolithique précéramique. Protoagriculture et domestication du chien. Rare utilisation du feu en dehors de l'usage culinaire. Cuisson accidentelle des argiles et fabrication de plâtres (Cayönü Tepesi, Hacilar précéramique), calcination des ocres.

— Petits objets de cuivre natif martelé à froid (Cayönü Tepesi, 7000 b.c.).

### *Stade 2. Réduction des carbonates et oxydes (B1), 6500-5000 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Néolithique. Agriculture extensive et élevage. Poterie monochrome et présence de fours à chambre de combustion séparée (Çatal Hüyük). Plâtres. Colorants divers (azurite, malachite, cinabre).

— Réduction de minerais donnant de petites masses de cuivre (perles, alènes). Les températures obtenues sont inférieures à 1000°. Suberde, 6500 b.c. Çatal Hüyük, niveau 9, 6500 b.c.; niveau 6a, 5800 b.c. Nette avance technologique sur la Mésopotamie.

### *Stade 3. Fusion oxydante et fonte du cuivre (A3, B2, C), 5000-2500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Chalcolithique. Possibilité d'atteindre une température de 1000°.

— Cuivre coulé: poignards, haches plates, épingles. Objets en argent. Mersin, dès le niveau 20-23, 5000 b.c. Beycesultan, niveau 34, avant 3000 b.c. Nette avance technologique sur la Mésopotamie.

Le stade 4 (cuivre à l'arsenic, D1) n'est pas représenté en Turquie.

### *Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 2500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Bronze ancien, développement des sites fortifiés (Troie).

— Maîtrise des alliages intentionnels (cuivre avec 10% d'étain), moules complexes (monovalves et bivalves). Usage des métaux précieux. Haute

technicité dans le domaine de la bijouterie et de l'orfèvrerie. Présence exceptionnelle d'objets en fer (lames d'épée des tombes royales d'Alaca Hüyük et de Dorak). Objets diversifiés: haches, poignards, couteaux, pointes de flèche, épingles, etc. Mersin, niveau 11, 2500 b.c. Troie I, 2500 b.c. et surtout Troie II, 2500-2000 b.c. Le célèbre « trésor de Priam » est attribué, selon les auteurs, à Troie IIG ou à Troie III mais ne provient pas de la Troie homérique comme le pensait Schliemann.

BLEGEN 1966 (chronologie de Troie). GILES, KUIJPERS 1974 (preuves archéologiques de gîtes métallifères préhistoriques). MELLAART 1965 (renseignements généraux et succincts). MELLAART 1967 (la ville néolithique de Çatal Hüyük — matériel et chronologie C 14). SCHLIEMANN 1885 (le matériel métallique de la fouille de Troie faite au siècle dernier — chronologie et théories vieillies). WERTIME 1973b (inventaire des premiers objets métalliques de Turquie).

#### L'ÉGYPTE (tabl. 4)

Aucune trace de métal dans le Néolithique égyptien contrairement à la Mésopotamie et à la Turquie.

##### *Stade 1. Cuivre martelé à froid (A1), 4400-4100 b.c.*

— Contexte technoéconomique: « Chalcolithique » (Badarien). Agriculture, outillage lithique de tradition néolithique. Céramique rouge à bordure noire cuite en deux temps. Emaillage sporadique de petites perles.

— Minerais utilisés comme fards et comme colorants (carbonates et oxydes de cuivre). Petits objets de cuivre natif (perles, alènes) et de plomb. Pas d'extraction à partir du minerai.

##### *Stade 2. Réduction des carbonates et oxydes (B1), 4100-3600 b.c.*

— Contexte technoéconomique: époque prédynastique (Amratien).

— Difficulté de caractériser le stade technologique de cette période (mode 0 de Childe). Très probablement première extraction du cuivre à partir de minerais. Premiers poignards (El Amrah). Première utilisation de l'or et de l'argent.

##### *Stade 3. Fusion oxydante et fonte du cuivre (A3, B2, C), 3600-1750 b.c.*

— Contexte technoéconomique: époque prédynastique (Gerzéen, Maadien). Intensification des relations commerciales; première navigation sur le Nil. Persistance de ce stade jusqu'à la fin de l'Ancien Empire.

— Maîtrise des températures au-delà de 1000°. Apparition du cuivre coulé obtenu après réduction des carbonates et oxydes (B2). Début de l'exploita-

tion des mines du Sinaï. La technique du moulage s'ajoute au martelage. Epingles, haches, poignards, ciseaux, rasoirs (armes et outils). Mostagedda, El Badari, Nagada, Matmar.

— L'apparition de la métallurgie égyptienne (B2) est sensiblement contemporaine de celle de la métallurgie mésopotamienne (C). Cf. relations entre le Gerzéen et l'époque Protoliteraire à la fin du 4<sup>e</sup> millénaire.

— Le Chalcolithique persistera très longtemps en Egypte sans changements notables. La date d'apparition des fusions oxydantes (C) n'est pas fixée avec certitude.

— A l'époque thinite (I<sup>ère</sup> et II<sup>e</sup> dynastie, 2400-2100 b.c.), peu de changements mais vulgarisation du cuivre. Exploitation des mines du Sinaï (inscription de Wadi Maghara). Progrès dans l'orfèvrerie (vaisselle de métal). Tombes de Tarkhan, tombe 3471 de Saqqarah.

— A l'Ancien Empire (III<sup>e</sup>-IV<sup>e</sup> dynastie, 2100-1750 b.c.), exploitation intense des mines du Sinaï et commerce avec la Haute-Nubie. Fours perfectionnés permettant le grillage du minerai et la refonte du cuivre (étape C?). Memphis, Gizeh, Saqqarah, Abousir, Dahchour.

Le stade 4 (cuivre à l'arsenic, D1) n'est pas représenté en Egypte.

#### *Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 1750 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Moyen Empire.

— Premiers objets encore rares, indiscutablement en bronze (tombeau des princesses, sous Amenemhat III, XII<sup>e</sup> dynastie). Procédés de moulage perfectionnés (coffres métalliques du « trésor de Tod » vers 1500 b.c.).

— Le bronze se développera surtout au Nouvel Empire. Nombreux progrès technologiques (soufflet à pied, fonte à cire perdue, etc.).

EHRLICH 1965 (chronologie et figuration du matériel). HAYES, ROWTON, STUBBINGS 1962 (bonne chronologie historique). LUCAS 1948 (l'un des rares articles concernant la métallurgie préhistorique et protohistorique. Chronologie contestable). DE MORGAN 1926 (inventaire succinct des premiers objets métalliques). RENFREW 1970b (tableau de comparaison entre les dates historiques et les dates C 14 calibrées. Bonne chronologie). VANDIER 1952 (manuel général. Théories archéologiques et chronologie contestables). VERCOUTTER 1964 (Dict. arch. des tech., 2, rubriques: métallurgie, mines. Bons renseignements technologiques).

#### LA MÉDITERRANÉE ORIENTALE (SYRIE, LIBAN, ISRAËL) (tabl. 4)

Aucune découverte de métal dans le Néolithique. Zone d'invention des techniques agricoles au même titre que la Turquie et l'Iran, la côte

orientale de la Méditerranée accuse pourtant un très net retard par rapport au reste du Proche-Orient dans le domaine de la métallurgie.

Les stades 1 (A1) et 2 (B1) ne sont pas représentés. Métallurgie importée, toute constituée, de l'extérieur au stade 3 (A3, B2, C).

*Stade 3. Fusions oxydantes et fonte du cuivre (A3, B2, C), 3500-2400 b.c.*

— Contexte technoeconomique: Chalcolithique (Ghassoulien).

— Minerai essentiellement composé de malachite de provenance locale (minerai très riche en cuivre). Il faut probablement distinguer une métallurgie locale et des objets de métal importés. Métallurgie locale: réduction des carbonates et oxydes locaux et fonte en moule ouvert (haches, poinçons, etc.), donc étape B2. Importation d'objets moulés à cire perdue (sceptres) provenant de Syrie ou de Transjordanie (?). Etape C. Abou Matar, Ghassoul, Beersheba.

— La situation n'évolue guère au Bronze ancien I-III (Protocananéen). Le métal est relativement rare. Objets de cuivre souvent importés. Relations avec l'Egypte (Gerzéen, Maadien).

Le stade 4 (cuivre à l'arsenic D1) n'est pas représenté en Méditerranée orientale.

*Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 2400 b.c.*

— Contexte technoeconomique: Bronze ancien IV, Bronze moyen.

— Apparition du bronze importé après la destruction des sites palestiniens (vers 2400 b.c.) par des envahisseurs venus d'Asie occidentale. Poignards, épées, dagues, épingles (Gibéon, Bronze moyen I et II).

Peu d'informations bibliographiques: PERROT 1968 (très bonne synthèse chronologique et technologique). SINGH 1974 (bonne présentation des sites néolithiques, donc avant l'apparition de la métallurgie proprement dite). PRITCHARD 1963 et 1964 (le site de Gibéon, Palestine. Age du Bronze. Figuration du matériel).

CHYPRE (tabl. 4)

Pas de métal au Néolithique. A l'époque dite « Chalcolithique » le seul objet métallique, une alène trouvée à Erimi, est très certainement importé car il contient un faible pourcentage d'étain (0.15%) et aucune trace de zinc ni de plomb (l'étain n'existe pas à Chypre et les cuivres proprement chypriotes contiennent toujours du zinc et du plomb).

Comme en Méditerranée orientale la métallurgie est importée toute constituée au stade de développement C.

*Stade 3. Fusions oxydantes et fonte du cuivre (A3, B2, C), 2500-1500 b.c.*

— Contexte techno-économique: Bronze ancien (Chypriote ancien I-III). Coupure profonde dans le développement de l'île. Apparition de la polyculture (olivier, etc.) et de l'araire.

— Métallurgie caractérisée par une typologie des objets de caractère Bronze ancien mais par une technologie limitée au travail du cuivre (absence d'étain à Chypre). Origine peu claire (Syrie, Liban, Mésopotamie?). Fonte du cuivre natif (A3) et extraction à partir de minerais. Moules ouverts, finition par martelage. Haches plates, poignards, épingles mais aussi outils artisanaux (mode 2 de Childe). Ambelikou.

Le stade 4 (cuivre à l'arsenic, D1) n'est pas représenté à Chypre.

*Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 1500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Bronze moyen (Chypriote moyen). Développement de l'urbanisation et du commerce.

— Apparition du bronze mais la typologie des objets reste dans la tradition du Bronze ancien.

— Le travail du bronze se développera surtout au Bronze récent (Mycénien). Importation massive d'étain et exportation du cuivre notamment vers l'Égypte. Commerce intensif (lingots en « peau de bœuf », navire naufragé du cap Gelidonya). Outillage très diversifié comprenant également des outils pour les gros travaux (pics de mineurs, houes, faucilles, bèches, etc., mode 3 de Childe).

BUCHHOLZ 1969 (premiers objets de cuivre). CATLING 1964 (typologie complète des objets métalliques de l'âge du Bronze). CATLING 1969 (présentation assez sommaire de l'âge du Bronze). DIKAIOS, STEWART 1962 (typologie du matériel métallique néolithique et chalcolithique). FORBES 1972 (Studies in Ancient Technology, 9: gîtes métallifères et technologie). FRANKS 1876 (analyse chimique de quelques objets protohistoriques). KARAGEORGHIS 1968 (généralités. Chronologie contestable). NAUE, 1888 (figuration des premiers objets de cuivre). RACHET 1969 (bonne synthèse. Bonne chronologie relative).

## L'ÉGÉE (tabl. 5)

Pas de métal au Néolithique ancien et moyen. Développement autonome au niveau économique et technologique.

Stade 1. Cuivre natif martelé à froid (A1), dès 4000 b.c.

— Contexte technoéconomique: Néolithique récent (Dimini, Thessalie). Stade très mal connu. Rare utilisation du cuivre. Rapide passage aux stades suivants.

TABEAU 5. — Tableau chronologique : stades de développement de la métallurgie en Egee

| DATES<br>C 14<br>1/2 vie<br>5568 ans | MACEDOINE                           | THESSALIE  | GRECE SUD                         | CYCLADES                                     | CRETE  | DATES<br>C 14<br>1/2 vie<br>5568 ans |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------------------|--|--|--------------------------------------|
| 1000                                 |                                     |  | MYCENIEN<br>HELLADIOUE REC<br>III | CYCLADIOUE REC<br>III                        | MINOEN TARDIF<br>MINOEN MOY III<br>MINOEN MOY II         | 1000                                 |
| 1500                                 |                                     |  | HELLADIOUE MOY II<br>I            | CYCLADIOUE MOY II<br>I                       | MINOEN MOY I<br>MINOEN ANC. III<br>MINOEN ANC. II B      | 1500                                 |
| 2000                                 | SITAGROI V B<br>SITAGROI V A        | THESSALIOUE ANC. II                                | KORAKOU<br>EUTRESIS II            | PHYLAKOPI<br>KEROS - SYROS<br>GROTTA - PELOS | VASILIKI<br>KOUMASA<br>MINOEN ANC. II A<br>MINOEN ANC. I | 2000                                 |
| 2500                                 | SITAGROI IV                         | RACHMANI   |                                   | KEPHALA                                      | PHALSTOS   | 2500                                 |
| 3000                                 | SITAGROI III                        | LARISSA<br>DIMINI CLASSIQUE                        | ELATEIA REC.                      | LERNA II                                     | CNOSSOS I - II   | 3000                                 |
| 3500                                 |                                     | DIMINI<br>OTZAKI                                   |                                   | SALIAGOS III<br>II                           | CNOSSOS II<br>CNOSSOS III<br>CNOSSOS IV                  | 3500                                 |
| 4000                                 | SITAGROI II                         | LARAPI   |                                   | SALIAGOS I                                   | CNOSSOS V  | 4000                                 |
| 4500                                 | SITAGROI I<br>SERVIA ANCIEN         | SESKLO   | ELATEIA MOY.                      |  | CNOSSOS VI   | 4500                                 |
| 5000                                 | NEA NIKOMEDIA II<br>(PRE - SESKLO)  | PRE - SESKLO                                       | NEOLITHIQUE ANC.<br>ELATEIA ANC.  | LERNA I                                      | CNOSSOS VII<br>CNOSSOS VIII<br>CNOSSOS IX                | 5000                                 |
| 5500                                 |                                     | PROTO - SESKLO                                     |                                   |  | CNOSSOS X  | 5500                                 |
| 6000                                 | NEA NIKOMEDIA I<br>(PROTO - SESKLO) | NEOL. PRECERAMIQUE<br>ARGUISSA - MAGULA<br>SOUFFLI |                                   |  |  | 6000                                 |
| 6500                                 |                                     |  |                                   |  |  | 6500                                 |
| 7000                                 |                                     |  |                                   |  |  | 7000                                 |
| 7500                                 |                                     |  |                                   |  |  | 7500                                 |
| 8000                                 |                                     |  |                                   |  |  | 8000                                 |
| 8500                                 |                                     |  |                                   |  |  | 8500                                 |

Stade 1 : A1, A2 - Travail du Cu natif  
 Stade 2-3 : B2, C - Extractions réductrices et oxydantes  
 Stade 4 : D1 - Alliage Cu à l'As  
 Stade 5 : D2 - Maîtrise du bronze

Le stade 2 (réduction des carbonates et oxydes, B1) n'est pas représenté en Grèce.

Stade 3. Fusions oxydantes et fonte du cuivre (A3, B2, C), 3500-2500 b.c.

— Contexte technoéconomique: Néolithique final (Larissa, Rachmani, Thessalie, etc.). Apparition de la polyculture (figue, raisin, peut-être olive). Fours de potiers complexes permettant le contrôle de l'atmosphère de cuisson et l'obtention de températures de l'ordre de 1000° (par ex. four d'Olynthos).

— Nette avance de la Macédoine dans le domaine de la métallurgie, probablement sous l'influence des Balkans (Sitagroi III). Objets encore petits mais assez communs. Formes limitées, haches plates, poinçons, épingles, hameçons, perles. Début du travail des métaux précieux. Nature des minerais difficile à déterminer (carbonates et oxydes, malachite?).

— Etape C atteinte à Sitagroi (niv. III) vers 3400 b.c. et à Cnossos I vers 3200 b.c. Sitagroi III, Macédoine. Sesklo, Thessalie. Cnossos I, Crète. Kephala, Cyclades. Emborio, Chios.

*Stades 4 et 5. Alliages intentionnels, cuivres à l'arsenic et bronze (D1, D2), dès 2500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Bronze ancien (essentiellement Minoen ancien et Cycladique ancien). Polyculture, développement des communautés proto-urbaines, fortifications dans les Cyclades, fort essor démographique. Essor du commerce par voie maritime sous l'influence des marins cycladiques, commerce avec l'Italie.

— Les cuivres à l'arsenic tendent à dominer les bronzes vu la rareté de l'étain en Egée (Crète: 37% de cuivres à l'arsenic contre 19% de bronzes au Bronze ancien). Le taux d'arsenic dans le cuivre monte souvent à plus de 3%. Utilisation de l'or, de l'argent et du plomb. Peu d'indications concernant les techniques d'extraction (surtout utilisation des carbonates et oxydes) et les fours. Moules simples (Chalandriani, Keros-Syros), moules bivalves et fonte à cire perdue dès le Minoen ancien II. Haute technicité dans le façonnage: moules permettant d'obtenir des poignards à nervure, importance du martelage après moulage, rivetage.

Grande diversité d'objets: poignards, haches, rasoirs, pinces, etc. Poliochni, Lemnos. Thermi, Cyclades. Chalandriani, Keros-Syros. Phylakopi, Mélos. Sitagroi V, Macédoine vers 2100 b.c., Koumasa, Crète, etc.

Selon Gimbutas la métallurgie du Bronze ancien égéen serait en relation avec la métallurgie des steppes nord-pontiques (zone des Kourganés).

BRANIGAN 1968 (excellente présentation chronologique, typologique et technologique du matériel métallique du Bronze ancien crétois. Figuration des objets). GIMBUTAS 1974 (théorie proposant une relation entre la mythologie du Néolithique balkanique et la mythologie crétoise). RACHET 1969 (synthèse succincte et générale. Bonne présentation des sites. Peu d'éléments technologiques. Bonne chronologie relative). RENFREW 1972. (bonne synthèse technologique et chronologique des Cyclades et de l'Egée au III<sup>e</sup> millénaire. Récentes informations chronologiques. Figuration typologique. Bibliographie importante). RENFREW 1973b. (présentation du site de Sitagroi (Macédoine) et théorie sur l'invention indépendante de la métallurgie en Europe. Méthodes récentes de datation C 14 calibrée par la dendrochronologie).

## LES STEPPES ET LES PAYS BALTES (tabl. 6)

On distinguera ici quatre zones géographiques :

1. La Transcaucasie au sud du Caucase.
2. Les steppes proprement dites avec la civilisation des Kourganes. Cette zone est elle-même divisée en trois : la Ciscaucasie directement au nord du Caucase, le nord de la mer Noire et le nord de la Caspienne (Kazakhstan).
3. A l'ouest, l'Ukraine et la Roumanie (zone de la civilisation de Tripolje).
4. Au nord, une zone forestière englobant les Pays Baltes.

1. *La Transcaucasie*

Le développement primitif de cette zone est probablement identique à celui de la Mésopotamie. Evolution distincte à partir du début du 4<sup>e</sup> millénaire.

*Stade 4. Cuivre à l'arsenic (D1), dès 4000 b.c.*

— Contexte technoéconomique : âge du Bronze, civilisation Kuro-Araxe d'origine locale coexistant avec la civilisation des Kourganes.

— Région très riche en minerai de cuivre, nombreuses mines anciennes. Développement précoce de la métallurgie notamment des alliages intentionnels. Poignards, couteaux, perles. Kültepe I. Azerbaïdjan, 3820 ± 90 b.c.).

— A partir de 3000 b.c. la métallurgie transcaucasienne est transmise au nord du Caucase aux peuples de la civilisation des Kourganes qui en assurent la diffusion. Développement des alliages cuivre-arsenic. Nouveaux types métalliques, notamment des armes : hallebardes (?) spatuliformes, poignards triangulaires (caractéristiques de la métallurgie du cuivre arsenical), poinçons de section quadrangulaire, haches à talon perforé, faucilles, etc. Moules monovalves et bivalves, scories, tuyères, cuivre fondu. Kültepe II, Azerbaïdjan, 2930 ± 90 b.c.

— Manque d'indications concernant le passage au stade D2 dont l'apparition doit être au moins aussi ancienne qu'en Mésopotamie. Bronze à Kültepe en Transcaucasie vers 1950-1800 b.c.

2. *Zone de la civilisation des Kourganes.*

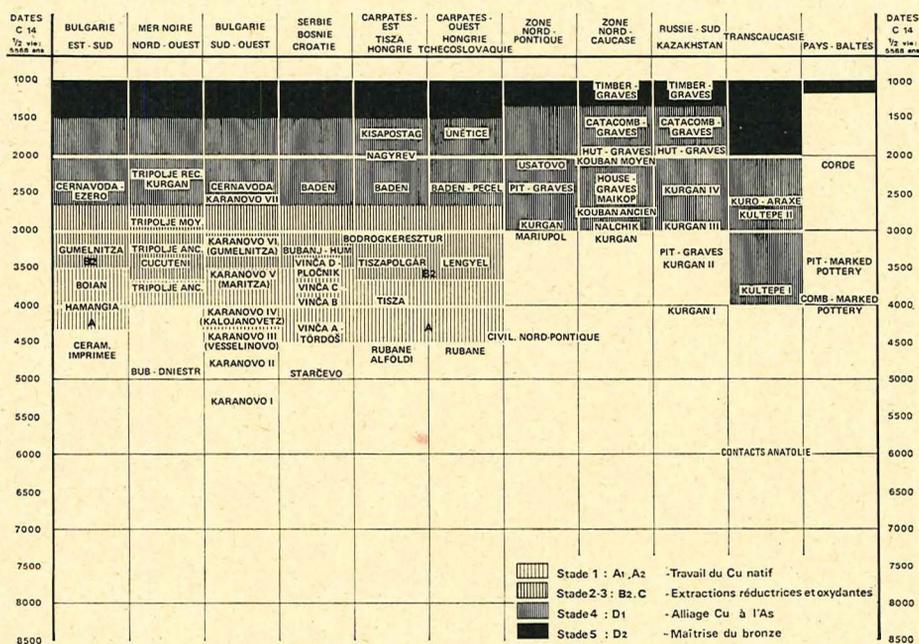
Pas de métallurgie importante avant 3000 b.c. Pourtant haches de pierre imitant des prototypes transcauciens (présence de contacts).

Stade 4. Cuivre à l'arsenic (D1), 3000-1500 b.c.

— Contexte technoéconomique: variable suivant les régions.

— Kazakhstan: civilisation des tombes en fosse (*pit-graves*). Métallurgie d'origine transcaucasienne dès 3000 b.c. mais développement encore restreint.

TABLEAU 6. — Tableau chronologique : stades de développement de la métallurgie dans les steppes et les Pays Baltes



— Ciscaucasie: Kouban ancien (*house-graves*). Coffres de bois ou sépultures dolméniques sous tumulus. Riche métallurgie, objets de cuivre avec parfois de l'étain (preuve d'une certaine autonomie par rapport à la Transcaucasie). Cuivre à l'arsenic, objets en or et en argent. Tombes de Kabardino, Maikop, Tsarskaja, etc.

— Nord de la mer Noire: tombes en fosse (*pit-graves*) et civilisation d'Usatovo. Métallurgie du cuivre probablement légèrement plus tardive (vers 2500 b.c.?). Cuivre arsenical (0.9% à 1.9% d'As). Haches plates, poignards triangulaires, poinçons de section quadrangulaire (Usatovo, 2380 ± 60 b.c.).

— A partir de 2000 b.c. unification culturelle de la zone (*hut-graves* puis *catacomb-graves*) mais pas de changements importants dans la métallurgie. Les poignards à languette tendent à remplacer les poignards à large lame triangulaire.

*Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 1500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: civilisation des tombes à charpente (*timber-graves*).

— La métallurgie du bronze et les alliages intentionnels avec l'étain ne paraissent être attestés en zone des Kourganés qu'à partir de 1500 b.c. environ.

### 3. Zone de la civilisation de Tripolje

Cette zone dépend en partie de l'évolution de la métallurgie balkanique.

*Stade 1. Cuivre natif (A1-A2), dès 4000 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Tripolje ancien.

— Poinçon de cuivre provenant de Floresty.

*Stade 3. Réduction des carbonates-oxydes et fonte du cuivre (B2), 3800-2500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Tripolje ancien et moyen dès 3800 b.c.

— Métallurgie sous influence balkanique. Haches plates quadrangulaires, couteaux avec rivet, poinçons, haches de type Pločnik, ornements discoïdes.

*Stade 4. Cuivre à l'arsenic (D1), 2500-1500 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Tripolje récent dès 2500 b.c.

— Influence de la métallurgie de la civilisation des Kourganés sur Tripolje.

### 4. Les Pays Baltes

— Contexte technoéconomique: zone forestière avec persistance d'une économie prédatrice (Subnéolithique, *Combmarked pottery*, *Pitmarked pottery complex*).

*Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 1200 b.c.*

— Apparition très tardive de la métallurgie sous l'influence de l'expansion du groupe de Lausitz (Bronze moyen et final d'Allemagne et d'Europe du Nord).

GIMBUTAS 1956 (synthèse des époques néolithique et chalcolithique des steppes et Pays Baltes par une des meilleures spécialistes de ces régions. Figuration du matériel). GIMBUTAS 1965 (bonne synthèse des périodes protohistoriques des steppes et Pays Baltes. Figuration du matériel). GIMBUTAS 1973 (excellent article de synthèse concernant les zones des steppes avec informations sur la métallurgie). GIMBUTAS, 1961 (informations culturelles et chronologiques sur la zone des steppes). MERPERT 1961 (informations culturelles et chronologiques sur le Chalcolithique de la zone des steppes russes). OZOLS 1969 (étude des périodes néolithiques et de l'apparition de la métallurgie tardive du Bronze moyen dans les Pays Baltes). PASSEK 1962 (tentative de corrélation chronologique entre l'Europe occidentale et orientale. Etude détaillée de la zone Tripolje). PROTROVSKY 1962 (le Chalcolithique de Transcaucasie. Autonomie de cette région en matière de métallurgie).

## 2.2. LES DÉVELOPPEMENTS EUROPÉENS ET LA MÉTALLURGIE PRÉCAM-PANIFORME.

### LES BALKANS (tabl. 6)

Du fait du vieillissement général des civilisations des Balkans (dates C 14 calibrées et réévaluation par Renfrew des corrélations chronologiques avec la stratigraphie de Troie), le développement de la métallurgie balkanique est très probablement autonome.

#### *Stade 1. Cuivre natif martelé à froid (A1), 4500-3700 b.c.*

— Contexte technoéconomique: fin du complexe Starčevo, Tisza, Vinča-Tördös, Boian ancien, Karanovo III-IV. Richesse des possibilités agricoles permettant un habitat permanent.

— Connaissance des principaux affleurements de minerais de cuivre (carbonates, oxydes) où apparaît le cuivre natif. Travail du cuivre natif à froid selon les techniques du travail de la pierre. Objets de parure et petits outils. Balomir, Transylvanie. Obre I et Cernica, Yougoslavie. Herpály, Andolina près Bucarest.

Le stade 2 (réduction des carbonates et oxydes sans fonte réelle, soit (B1) ne semble pas représenté dans les Balkans.

#### *Stade 3. Réduction des carbonates-oxydes et fonte du cuivre (B2), 3700-2800 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Chalcolithique: Vinča-Pločnik, Tiszapolgár, Lengyel, Gumelnitza, Bodrogkeresztur, etc. Progrès dans la cuisson de la poterie: glaçures et céramique graphitée. Fours permettant d'obtenir des températures de 700° à 1000° (Vinča-Pločnik, Gumelnitza).

— La fonte du cuivre est possible. Cuivre extrait par réduction des carbonates-oxydes. Pas d'information concernant la présence éventuelle de fusions oxydantes (C).

Dans une première étape (Tiszapolgár, Vinča-Pločnik, etc.), fonte à moule ouvert avec noyau de charbon pour ménager certains trous d'emmanchement mais absence de forgeage après cuisson (outils trapus). Dans une seconde étape (Bodrogkeresztur) apparition des moules bivalves et développement du forgeage et des recuits après démoulage (outils plus élégants). Morphologie originale de l'outillage métallique, petits objets, haches-marteaux et haches-herminettes à trou d'emmanchement médian. Travail de l'or (plaquettes discoïdes et grands disques).

*Stade 4 et 5. Alliages intentionnels, cuivre à l'arsenic et bronze (D1, D2), dès 2800 b.c.*

— Contexte technoéconomique: Baden, Cernavoda-Ezero, Karanovo VII. Interruption brutale des cultures du cuivre par de nouvelles influences extérieures (en relation avec la zone des Kourganes selon Gimbutas). Sites fortifiés, chariots, sépultures d'animaux, huttes funéraires.

— Régression de la métallurgie, objets métalliques moins nombreux. Essentiellement cuivre à l'arsenic (D1) mais présence d'objets en bronze (D2). Moules bivalves. Nouveaux types d'objets: haches à trou d'emmanchement proximal, hallebardes (?) spatuliformes, poignards triangulaires.

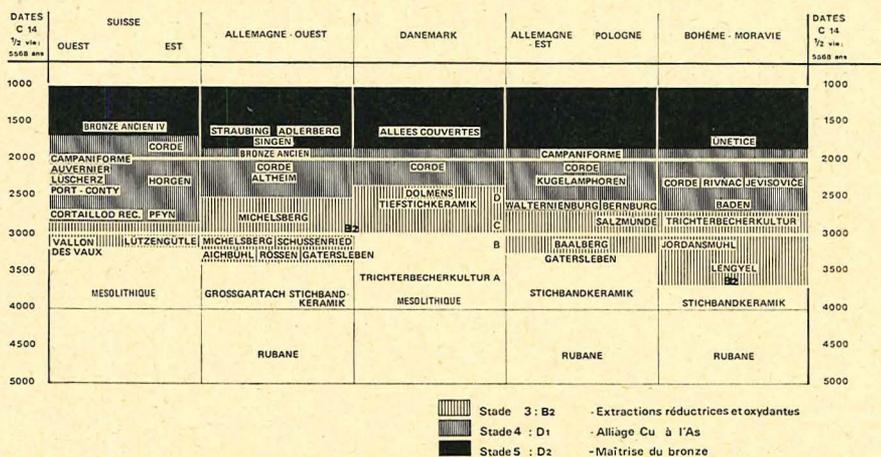
— Généralisation du bronze et régression du cuivre à l'arsenic à la fin du Bronze ancien (Nagyrev tardif, etc.) vers 1500 b.c.

BOGNÁR-KUTZIÁN 1963 (présentation complète du cimetière de Tiszapolgár (Chalcolithique). Chronologie. Typologie). BOGNÁR-KUTZIÁN 1972 (synthèse détaillée de la civilisation chalcolithique de Tiszapolgár. Figuration du matériel. Bibliographie importante). CHARLES 1970 (analyse métallique d'objets en cuivre. Bonne information technologique). DRIEHAUS 1961 (chronologie relative des civilisations chalcolithiques). GEORGIEV 1972 (bonne présentation culturelle du Chalcolithique et Bronze ancien des Balkans et de l'Égée). GIMBUTAS 1956 (influence de la civilisation des Kourganes sur la diffusion du cuivre à l'arsenic en Europe balkanique. Théorie à discuter). JOVANOVIĆ 1971a et b (sites balkaniques du Néolithique final et du Chalcolithique. Technologie et typologie. Autonomie de la métallurgie des Balkans). KALICZ 1970 (bon ouvrage de vulgarisation sur le Chalcolithique hongrois: Tisza, Tiszapolgár, Bodrogkeresztur. Figuration du matériel). NEUSTUPNY 1968 (chronologie absolue C 14 des civilisations énéolithiques des Balkans). PATAY 1968 (les civilisations de la Tisza et de Lengyel. Chronologie relative). RENFREW 1970a (théorie sur l'invention autonome de la métallurgie des Balkans. Excellente argumentation chronologique et technologique. Réponse à l'école diffusionniste). ŠIŠKA 1968 (civilisation de Tiszapolgár — résumé allemand).

L'EUROPE CENTRALE (tabl. 7)

Le développement de la métallurgie en Europe centrale est directement influencé par les Balkans. Le stade 1 (utilisation du cuivre natif) paraît faire défaut, ainsi que le stade 2 (réduction des carbonates-oxydes sans fonte).

TABLEAU 7. — *Tableau chronologique : stades de développement de la métallurgie en Europe centrale*



Stade 3. Réduction des carbonates et oxydes et fonte du cuivre (B2), 3500-2800 b.c.

— Contexte technoéconomique: Chalcolithique (Enéolithique). Complexe Lengyel et influence sur les civilisations néolithiques périphériques.

— Métallurgie en relation avec Tiszapolgár et Bodrogkeresztur. Cuivre pratiquement pur. Objets de parure, spirales, haches plates, haches-herminettes à trou médian, rares poignards. Pas de renseignements sur la présence éventuelle de fusions oxydantes (C). Développement maximum pendant l'horizon lengyelien tardif (vers 3000 b.c.). Civilisations: Jordansmühl (Tchécoslovaquie, Allemagne), Baalberg-Salzmünde (Allemagne), Lengyel-tardif (Brzesc Kujawski, Pologne), *Trichterbecherkultur C* (Danemark), horizon lengyelien tardif dans les Alpes suisses et autrichiennes (Stollhof, Autriche, peut-être première phase du Cortaillod).

*Stade 4. Cuivre à l'arsenic (DI), 2800-2000 b.c.*

— Contexte technoeconomique: civilisations tardives mais plus anciennes que la civilisation de la céramique cordée. Influence de la civilisation de Baden. Altheim (Allemagne), Pfyn et Cortaillod (Suisse).

— Métal relativement rare. Haches plates. Influence de la métallurgie italienne (Remedello) sur les civilisations succédant au Cortaillod en Suisse (Sion-Petit-Chasseur, civilisation d'Auvernier).

Dans une deuxième phase:

— Régression générale de la métallurgie (sauf en Suisse où persistent les traditions du groupe d'Auvernier) avec l'apparition de la civilisation de la céramique cordée. Métal présentant de nombreuses impuretés (nickel, argent, etc.). Persistance sporadique des cuivres à l'arsenic. Le cuivre des objets anciens semble être systématiquement réutilisé.

— La métallurgie campaniforme et ses prolongements seront traités par la suite.

BANDI, SANGMEISTER et al. 1973 (étude et analyse des objets de cuivre d'un site suisse: Burgäschisee-Süd appartenant au Cortaillod). BECKER 1966 (chronologie et matériel de la *Trichterbecherkultur* au Danemark). BEHRENS 1973 (figuration et chronologie du matériel métallique néolithique d'Allemagne centrale). BRONSTED 1957 (étude de quelques objets *TBK* du Danemark). BUCHVALDEK 1966 (éléments cordés en Tchécoslovaquie). DRIEHAUS 1960 (analyse d'objets de cuivre et chronologie relative du groupe Altheim). DRIEHAUS, BEHRENS 1961 (chronologie relative des civilisations du Néolithique final). GIMBUTAS 1956 (matériel métallique de la civilisation de Jordansmühl). ITTEN 1970 (la civilisation de Horgen en Suisse et sa pauvreté en métal). JAZDZEWSKI 1973 (bonne synthèse des éléments culturels et chronologiques des Néolithique et Enéolithique d'Europe centrale. Accent mis sur l'apparition de la métallurgie dans ces civilisations). KALICZ 1968 (monographie récente sur le Bronze ancien hongrois. Chronologie et figuration du matériel). MAUSER-GOLLER 1969 (bonne synthèse. Problèmes chronologiques du Néolithique d'Allemagne du Sud-Ouest et de Suisse). NEUSTUPNY 1968 (chronologie absolue C 14 des civilisations énéolithiques d'Europe centrale et septentrionale). NEUSTUPNY 1969 (chronologie relative de la civilisation Lengyel). OTTAWAY 1973 (excellente analyse d'objets en cuivre de provenances diverses. Conclusions chronologiques, typologiques et technologiques). PREUSS 1966 (matériel de la civilisation de Baalberg). PITTIONI 1957 (chronologie relative de la *Trichterbecherkultur* en Allemagne centrale). REITINGER 1969 (synthèse très générale sur l'Autriche préhistorique. Information sur le matériel de la civilisation d'Altheim). SANGMEISTER 1971 (état des connaissances au sujet des cuivres à l'arsenic d'Europe centrale (à partir d'analyses). Théorie diffusionniste et chronologie discutables). SCHWAB 1970 (figuration et inventaire des objets de cuivre du canton de Fribourg, Suisse). SPINDLER 1971 (analyse métallique d'une spirale en cuivre du canton de Fribourg, Suisse, début du Néoli-

thique moyen. Datation incertaine). STRAHM 1970 (bonne synthèse sur le Néolithique final suisse. Chronologie relative et figuration du matériel). STRAHM 1971 (civilisation de la céramique cordée en Suisse). ZÁPOTOCKÝ 1966 (quelques informations concernant la métallurgie de la *Trichterbecherkultur* en Tchécoslovaquie).

## L'ITALIE (tabl. 8)

Première métallurgie à un stade de développement déjà avancé.

### *Stade 3. Fusion oxydante et fonte du cuivre (A3, B2, C), 3300-2600 b.c.*

— Contexte technoéconomique: fin de la civilisation des vases à bouche carrée (Pescale, Rivoli-Castelnovo), civilisation de La Lagozza.

— Possibilité de couler le cuivre. Haches plates, spirales, perles, etc. (Bocca Lorenza, Rivoli, Isolino en Italie du Nord).

— En Italie centrale et méridionale, traces de fonte du cuivre dans la civilisation de Diana, à Ariano et dans les îles Lipari.

### *Stade 4. Cuivre à l'arsenic (D1), 2600-2000 b.c.*

— Contexte technoéconomique: civilisation de Gaudio, Rinaldone, Remedello.

— Essentiellement cuivre à l'arsenic (jusqu'à 39%). Certitude d'une métallurgie locale. Ressources minières dans les Colline Metallifere et le Monte Amiata en Toscane. Moules bivalves, travail de l'or et surtout de l'argent (épingles, parures). Typologie homogène sur l'ensemble de l'Italie: poignards triangulaires à nervure médiane, haches plates, hallebardes, bracelets (Buccino, Remedello, Rinaldone, Monte Bradoni).

— Contact avec l'Egée, notamment avec la Crète, et peut-être aussi avec la zone des Kourganés (poignards triangulaires, haches-marteaux perforées).

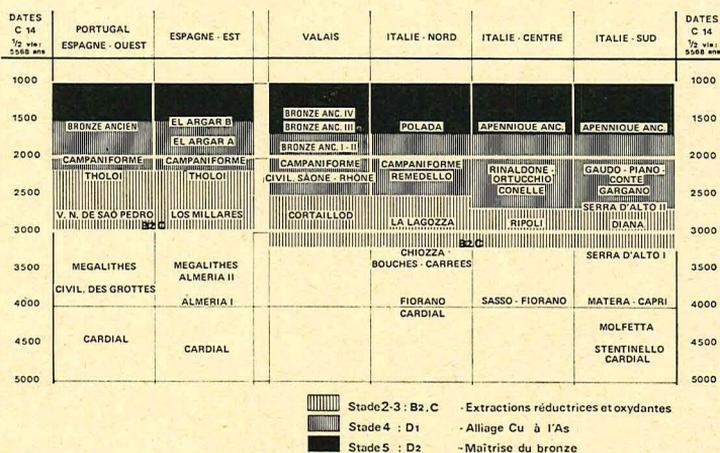
— Des figurations d'armes en métal de cette époque se retrouvent dans l'art rupestre de l'Italie septentrionale et sur certaines statues-stèles (styles II-III, IIIA 1-2 du Val Camonica).

La métallurgie campaniforme de l'Italie et ses prolongements sera traitée par la suite.

ANATI 1970 (chronologie et typologie des styles des gravures rupestres avec figuration d'objets métalliques de Suisse, de France méridionale et d'Italie du Nord). BARFIELD, 1971 (vue d'ensemble de la préhistoire de l'Italie du Nord. Localisation des sites. Figuration du matériel. Tableau chronologique). CORNAGGIA-CASTIGLIONI, FUSSI,

D'AGNOLO, 1963 (commerce de l'obsidienne, carte). EATON 1973 (analyse du matériel métallique de Buccino (civilisation de Gaudo). Piccola guida della Preistoria italiana 1962 (manuel pratique pour la localisation des sites. Planches). TRUMP 1966 (vue d'ensemble de la préhistoire de l'Italie centrale et méridionale. Localisation des sites. Figuration du matériel. Tableau chronologique). ZORZI 1953 (site campaniforme avec analyse d'une hache en cuivre).

TABLEAU 8. — *Tableau chronologique : stades de développement de la métallurgie dans la Péninsule Ibérique et en Italie*



## LA PÉNINSULE IBÉRIQUE (tabl. 8)

Absence de métal pendant la première phase de développement du mégalithisme (Almeria I et dolmens sans couloir en Espagne, dolmens sans couloir et cistes collectives au Portugal). Apparition relativement précoce de la métallurgie (stade B2-C) dans la seconde moitié de l'évolution du mégalithisme.

*Stade 3. Fusion oxydante et fonte du cuivre (A3, B2, C), 3000-2200 b.c.*

— Contexte technoéconomique: période dite des « colonies » par de nombreux auteurs. Développement du mégalithisme (dolmens à couloir) et apparition de sites fortifiés avec remparts de pierres sèches (Los Millares, Vila Nova de São Pedro, Zambujal, etc.). Selon Sangmeister ces sites fortifiés seraient des établissements de colons originaires de Méditerranée orientale. A la suite de Renfrew nous pensons que ces constructions sont

plus probablement en relation avec des populations strictement autochtones.

— Métallurgie locale autonome (éventuellement contacts secondaires avec le Néolithique final de l'Égée). Certains objets sont en cuivre pur mais la majorité des pièces ont de 1 à 1,5% d'arsenic (minerais sulfurés locaux de type *fahlerz* contenant naturellement une certaine proportion d'arsenic). Présence de moules bivalves contestée par Renfrew. Objets de métal variés: haches plates, ciseaux, poignards à nervure centrale, etc. Los Millares, Alcalar, Vila Nova de São Pedro, etc.

La suite du développement de la métallurgie ibérique peut être traitée avec la métallurgie campaniforme.

GALLAY, SPINDLER 1970 (chronologie et étude de la métallurgie à partir d'un site néolithique et chalcolithique du Portugal). JUNGHANS, SANGMEISTER, SCHRÖDER 1960 et 1968 (détermination de groupes métalliques à partir d'analyses chimiques des objets. Interprétation chronologique discutable). MALUQUER DE MOTES 1945 (inventaire du matériel métallique des sépultures mégalithiques de la province de Lerida). MUÑOZ AMILIBIA 1965 (la civilisation des tombes en fosse de Catalogne et la pauvreté de sa métallurgie). RENFREW 1967 (analyse du mégalithisme. Théorie des « colonies » et du « diffusionnisme » remise en question). SANGMEISTER, SCHUBART 1971 (étude du site chalcolithique de Zambujal, Portugal). SAVORY 1968 (synthèse générale de la préhistoire ibérique. Figuration du matériel. Localisation des sites). SCHUBART 1970 (étude du site chalcolithique de Columbeira, Portugal). TARRADELL MATEU 1963 (informations générales sur le Chalcolithique et l'âge du Bronze). VILASECA, CAPAFONS 1967 (étude du site chalcolithique de l'Arbones, Espagne).

### 2.3. LA MÉTALLURGIE CAMPANIFORME ET SES PROLONGEMENTS (tabl. 9)

Le complexe campaniforme occupe une bonne partie de l'Europe et constitue une des énigmes de la préhistoire récente européenne. Les traits marquants de cette civilisation nous paraissent être les suivants:

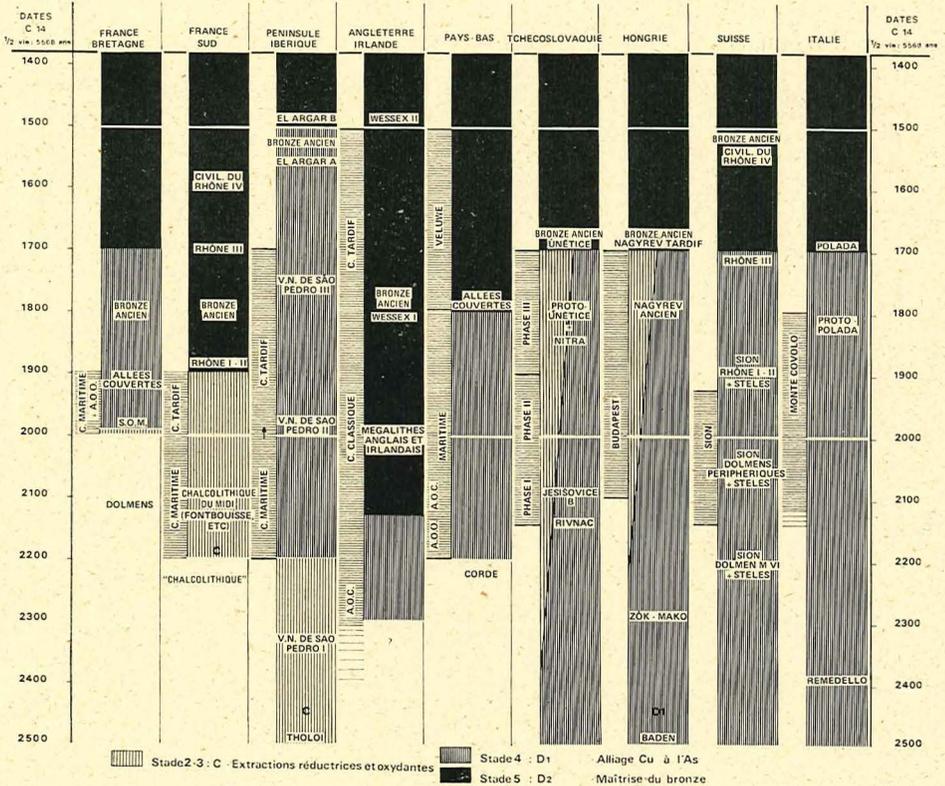
— Grande extension géographique mais extension temporelle très faible (2250-1900 b.c. environ) parlant en faveur d'une diffusion extrêmement rapide.

— On ne peut étudier le complexe campaniforme comme n'importe quelle autre civilisation car les éléments rattachables à cet ensemble se combinent généralement à des traditions néolithiques spécifiquement locales qui varient d'une région à l'autre.

— Le type anthropologique spécifiquement campaniforme (brachycéphalie, planoccipitalie, grande taille) n'apparaît pas partout et semble limité à l'Europe centrale.

— Certains traits culturels campaniformes parlent en faveur d'un groupe nomade: présence du cheval, absence de structures d'habitation propres, rareté des habitats indépendants, etc.

TABLEAU 9. — *Tableau chronologique : stades de développement de la métallurgie campaniforme*



— Certains objets campaniformes semblent être des objets de prestige: céramique très richement décorée, objets d'or et d'argent, etc.

— Origine très peu claire à en juger par la variété des hypothèses proposées. On a placé successivement l'origine des Campaniformes en Tchécoslovaquie (Hájek), au Portugal (Sangmeister), et aux Pays-Bas (Van der Waals).

— Les Campaniformes semblent être à l'origine des principales civilisations du Bronze ancien (Ůnětice, Straubing, civilisation du Rhône, El Argar,

Wessex, etc.) et jouent donc un rôle essentiel dans l'apparition de la métallurgie du bronze en Europe occidentale et en Europe centrale.

On étudiera la métallurgie campaniforme par région.

## LES ILES BRITANNIQUES

La première métallurgie des îles Britanniques semble directement liée au Campaniforme et non aux civilisations dites mégalithiques. Durée exceptionnellement longue des traditions campaniformes.

*Stade 4. Cuivre à l'arsenic (DI), 2300 (peut-être 2400) -2150 b.c.*

— Gobelets campaniformes à décor cordé de type AOC.

— Cuivre coulé avec 3% d'arsenic en Irlande. En Grande-Bretagne et notamment en Ecosse cuivre nettement moins riche en arsenic (C). Haches plates à talon épais.

*Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D 2), dès 2150 b.c.*

On peut distinguer deux étapes successives:

1. Gobelets campaniformes classiques. 2150-1900 b.c. Apparition précoce du bronze (10% de Sn).

Haches plates à talon aminci.

2. Bronze ancien archaïque (Wessex I), à partir de 1900 b.c. Persistance des traditions campaniformes dans la céramique. Développement de la métallurgie du bronze.

Haches à rebord.

## LES PAYS-BAS

Selon Van der Waals les Campaniformes hollandais dériveraient de la civilisation de la céramique cordée avec la filiation suivante: *PFB* (*Protruding Foot Beaker Culture* ou Cordé), *A00* (*All-over-ornamented Beakers*) et *AOC* (*All-over-corded Beakers*), *BB* (*Bell Beaker Culture*, civilisation campaniforme à gobelets de type maritime évoluant par la suite vers des types locaux jusqu'au Bronze ancien).

*Stade 4. Cuivre à l'arsenic (DI), dès 2250 b.c. (gobelets A00-AOC).*

Métallurgie caractérisée par un cuivre nettement arsenical (environ 3.3% d'arsenic).

## LA PÉNINSULE IBÉRIQUE

L'occupation campaniforme succède sans hiatus à l'occupation néolithique (métallurgie de type C) dans les sites fortifiés et dans les sépultures mégalithiques.

*Stade 4. Cuivre à l'arsenic (D1) 2200-1500 b.c.*

On peut distinguer deux étapes successives:

1. Campaniforme. Métallurgie très différente de la métallurgie néolithique. Cuivres avec environ 2% d'arsenic. Moules monovalves et importance du forgeage. Lames à tranchants amincis et absence de nervure médiane. Poignards à soie et pointes de Palmela.
2. Bronze ancien archaïque (El Argar A). Apparition des cuivres contenant de l'étain (mais teneur inférieure à 8%) et grand développement des cuivres à l'arsenic (teneur entre 3 et 4%). Persistance des haches plates, apparition des haches à rebord, hallebardes, poignards à rivets, pointes de flèches.

*Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 1500 b.c.*

Apparition des vrais bronzes et très forte régression des cuivres à l'arsenic dès la seconde moitié du Bronze ancien (El Argar B).

## LA FRANCE

La métallurgie précampaniforme est limitée au sud de la France et se rencontre notamment dans la civilisation de Fontbouïse (stade C, cuivre fondu). La métallurgie campaniforme utilise un cuivre et probablement des techniques qui ne diffèrent pas essentiellement des techniques néolithiques, donc:

*Stade 3. Fusion oxydante et fonte du cuivre (C), 2200-1900 b.c.*

Les objets spécifiquement campaniformes (poignards à languette, etc.) trouvés notamment dans les mégalithes ne possèdent qu'un pourcentage relativement faible d'arsenic (0.87%). Le bronze n'apparaît que progressivement au cours du Bronze ancien, notamment dans la civilisation rhodanienne.

## L'EUROPE CENTRALE ET LA SUISSE

Le Campaniforme s'insère entre les traditions de la fin du Néolithique et le Bronze ancien tant en Allemagne qu'en Tchécoslovaquie ou en Hongrie.

*Stade 3. Fusion oxydante et fonte du cuivre (C) 2200-1700 b.c.*

Les objets métalliques contiennent généralement une part très faible d'arsenic (0.31%). L'influence des anciens cuivres à l'arsenic (cf. Europe centrale, stade D1) sur la métallurgie campaniforme semble donc très limitée.

*Stade 5. Bronze et alliages intentionnels (D2), dès 1700 b.c.*

Le bronze proprement dit apparaît relativement tard dans des ensembles Bronze ancien (Únětice, Nagyrev) dérivant directement du Campaniforme.

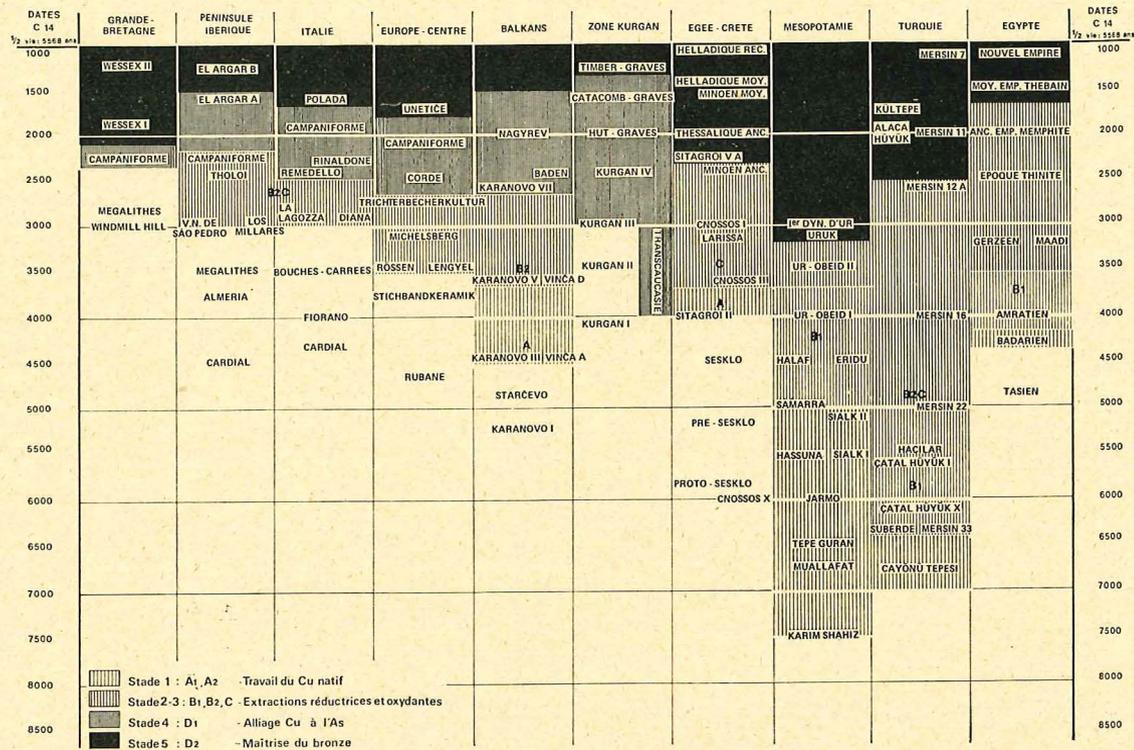
En Suisse, l'occupation campaniforme paraît pratiquement limitée au haut bassin rhodanien (Sion-Petit-Chasseur) et à la région de Bâle. Les Campaniformes valaisans sont à l'origine de la civilisation du Rhône. Pas de renseignements sur la métallurgie proprement campaniforme. Le bronze apparaît timidement à la phase II de la civilisation du Rhône mais se développe surtout à la phase IV.

## L'ITALIE

L'occupation campaniforme se situe dans la seconde moitié de la civilisation de Remedello. Peu de renseignements sur la nature du métal des objets proprement campaniformes (poignards à languette). La métallurgie du bronze apparaît à une phase déjà avancée du Bronze ancien (Polada). Nette avance de l'Italie du Nord sous l'influence de l'Europe centrale (civilisation du Rhône, Únětice, Straubing) dont dérivent les principaux types métalliques (poignards à manche massif, épingles, etc.).

La plupart des informations viennent des communications faites au Symposium sur la civilisation campaniforme: Glockenbecher Symposium (Oberried, 1974) 1976.

BUTLER, VAN DER WAALS 1966 (excellente synthèse chronologique, typologique et technologique des Campaniformes hollandais). CASE 1966 (excellente synthèse sur la métallurgie campaniforme en Irlande). COURTIN 1974 (synthèse récente sur le Néolithique et Chalcolithique en France méridionale). GUILAINE 1967 (bonne monographie sur les Campaniformes des Pyrénées françaises. Figuration du matériel). HARBISON 1969

TABLEAU 10. — *Tableau chronologique général : stades de développement de la métallurgie en Europe et au Proche-Orient*

(typologie du matériel métallique irlandais). HARBISON 1973 (les Campaniformes et le Bronze ancien irlandais par l'un des meilleurs spécialistes). LANTING, MOOK, VAN DER WAALS 1973 (bonne chronologie relative du complexe phénomène campaniforme. Peu d'éléments sur la métallurgie). HÁJEK 1956 (quelques éléments chronologiques sur la céramique campaniforme de Tchécoslovaquie). L'HELGOUACH 1963 (synthèse sur la civilisation campaniforme en Bretagne, France). RIQUET, GUILAINE, COFFYN 1963 (quelques informations sur les Campaniformes français). SANGMEISTER 1963 (théorie classique sur l'origine portugaise des Campaniformes. Bases chronologiques contestables). TREINEN 1968 (informations culturelles et chronologiques sur les Campaniformes français).

### RÉSUMÉ

A partir des informations recueillies dans la littérature, les auteurs ont tenté d'abord de mettre en ordre les théories concernant l'origine et le développement de la métallurgie au Néolithique et à l'âge du Bronze d'Europe et du Proche-Orient (diffusionnisme selon Childe, autonomie de la métallurgie centre-européenne selon Maréchal, autonomie des Balkans et de la péninsule Ibérique selon Renfrew, théorie résultant des analyses métalliques de Sangmeister). L'étude technologique a permis ensuite de définir cinq stades de travail du cuivre et de ses alliages (A: travail du cuivre natif. B: extractions réductrices. C: extractions oxydantes. D<sub>1</sub>: cuivre à l'arsenic. D<sub>2</sub>: maîtrise du bronze). Les conclusions tendent à nuancer les théories diffusionnistes de Childe et sont plus favorables à la présence de divers centres autonomes d'invention. Le deuxième chapitre présente un rapport sur l'insertion spatiale et chronologique (basée essentiellement sur les dates C 14) de ces étapes technologiques dans les différentes régions. Chaque étude géographique est suivie d'une bibliographie critique.

### ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von den in der Literatur zu findenden Angaben, versuchten die Verfasser zunächst Ordnung in die Theorien über Ursprung und Entwicklung der Metallgewinnung während der Jungsteinzeit und der Bronzezeit Europas, wie auch die des Vorderen Orients zu bringen: Ausbreitungstheorie nach Childe; Eigenständigkeit der mitteleuropäischen Metallurgie vertreten durch Maréchal; Eigenständigkeit des Balkans und der Iberischen Halbinsel nach Renfrew; Theorien basierend auf den Metallanalysen Sangmeisters. Die Untersuchung der Technologien erlaubte es schliesslich, fünf Entwicklungsstufen der Bearbeitung des Kupfers und seiner Legierungen abzugrenzen (A: Bearbeitung des gediegenen Kupfers. B: Gewinnung

mittels reduzierender Prozesse. C: Gewinnung mittels oxydierender Prozesse. D1: Herstellung einer Kupfer-Arsenlegierung. D2: Herstellung von Bronze). In den Schlussfolgerungen wird versucht, die Ausbreitungstheorie nach Childe teilweise in Frage zu stellen, indem die Autoren eher zur Annahme des Vorliegens verschiedener voneinander unabhängiger Entstehungszentren neigen. Im zweiten Teil wird eine Darstellung über das räumliche und zeitliche (hauptsächlich auf C 14 Untersuchungen basierend) Gefüge der technologischen Entwicklungsstufen in den verschiedenen Gegenden vorgelegt. Den jeweiligen, nach Regionen gegliederten Abschnitten folgen erläuternde Literaturhinweise.

#### SUMMARY

In a review of the existing literature, the authors attempt, first, to present the various theories concerning the origin and the development of metallurgy during the Neolithic and Bronze Ages in Europe and the Near East (e.g., the diffusionism of Childe, the autonomous development of central-european metallurgy according to Maréchal, the independent origin in the Balkans and the Iberian Peninsula according to Renfrew, the theories based on the metallurgical analysis of Sangmeister). Technological studies permit, next, the definition of five stages in the prehistoric production of copper and its alloys (A: work with native copper. B: smelting in a reducing atmosphere. C: smelting in an oxidizing atmosphere. D1: production of copper alloyed with arsenic. D2: production of bronze, an alloy of copper and tin). The conclusions tend to modify Childe's diffusionist theories, and lend support to the existence of diverse centers of independent invention. The second part of this study presents a report on the spatial and chronological stages in different regions. Each geographical section is followed by an annotated bibliography.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN, I. M., D. BRITTON et H. H. COGLAN. 1970. *Metallurgical Reports on British and Irish Bronze Age Implements and Weapons in the Pitt Rivers Museum*. Occasional Papers on Technology, 10. Oxford, T. K. Penniman, B. M. Blackwood.
- ANATI, E. 1970. *Débat sur l'art rupestre alpin*, in: *Valcamonica Symposium*, 1968. Capo di Ponte, Edizioni del Centro Camuno di Studi Preistorici, 175-189.
- BANDI, H. G., E. SANGMEISTER, H. SPYCHER, C. STRAHM et K. ZIMMERMANN. 1973. *Seeberg, Burgäschisee-Süd. Steingeräte und Kupferfunde*. Acta Bernensia, 2, 6. Bern, Stämpfli.

- BARFIELD, L. 1971. *Northern Italy before Rome*. London, Thames and Hudson.
- BECKER, C. J. 1966. *The Inter-Relationship of the TRB and Battle-Axe Cultures in Denmark*. *Palaeohistoria*, 12, 33-40.
- BEHRENS, H. 1973. *Die Jungsteinzeit im Mittelbe-Saale-Gebiet*. Berlin, VEB.
- BETEKTINE, A. 1968. *Manuel de minéralogie descriptive*. Moscou, Mir.
- BLEGEN, C. W. 1966. *Troy and the Trojans*. London, Thames and Hudson.
- BOGNÁR-KUTZIÁN, I. 1963. *The Copper-Age Cemetery of Tiszapolgár-Basatanya*. *Archaeologia Hungarica*, Series Nova, 42. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- 1972. *The early Copper Age Tiszapolgár Culture in the Carpathian Basin*. *Archaeologia Hungarica*, Series Nova, 48. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- BOTTERO, J. 1964. *Métallurgie, Asie occidentale. Mines, Asie occidentale*, in: *Dictionnaire archéologique des techniques*, 2. Paris, l'Accueil, 649-657, 695-696.
- BRANIGAN, K. 1968. *Copper and Bronze Working in Early Bronze Age Crete*. *Studies in Mediterranean Working in Early Bronze Age Crete*, 19. Lund, P. Åström.
- BRIARD, J., J. R. MARÉCHAL. 1958. *Etude technique d'objets métalliques du Chalcolithique et de l'âge du Bronze de Bretagne*. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 55, 7-8, 422-430.
- BRŪNSTED, J. 1957. *Danmarks Oldtid. 1, Stenalderen*. Copenhagen, Gyldendal.
- BUCHHOLZ, H.-G. 1969. *Naissance d'une civilisation. Archéologie vivante, Chypre à l'aube de son histoire*, 2, 3. Paris, Les publications d'art et d'archéologie, 19-29.
- BUCHVALDEK, M. 1966. *Le peuplement à céramique cordée en Tchécoslovaquie. Investigations archéologiques en Tchécoslovaquie*. 7<sup>e</sup> Congr. int. Sc. préh. et protoh., Prague 1966. *Academia, Académie tchécoslovaque des Sciences*, 93-98.
- BURRIEL-MARTI, F., J. RAMIREZ-MUÑOZ. 1957. *Flame Photometry. A Manual of Methods and Applications*. Amsterdam-London-New-York-Princeton, Elsevier Publishing Company.
- BUTLER, J. J., J. D. VAN DER WAALS. 1966. *Bell Beakers and Early Metal-Working in the Netherlands*. *Palaeohistoria*, 12. Groningen, 41-139.
- CASE, H. J. 1966. *Were Beaker People the First Metallurgists in Ireland?* *Palaeohistoria*, 12. Groningen, 141-177.
- CATLING, H. W. 1964. *Cypriot Bronzework in the Mycenaean World*. *Oxford Monographs on Classical Archaeology*. Oxford, Clarendon Press.
- 1969. *La conquête du cuivre*. *Archéologie vivante, Chypre à l'aube de son histoire*, 2, 3. Paris, 81-88.
- CHARLES, J. A. 1967. *Early Arsenical Bronzes. A Metallurgical View*. *Amer. J. of Archeol.* 71, 22-26.
- 1970. *A Metallurgical Examination of South-East European Copper-Axes*. *Proc. of the Prehist. Soc. for 1969 (NS)*, 25. Cambridge, 40-42.
- CHAUSSIN, C., G. HILLY. 1965-1966. *Métallurgie 1 : Alliages métalliques. 2 : Elaboration des matériaux*. Paris, Dunod.
- CHILDE, V. G. 1944. *Archaeological Ages as Technological Stages*. *J. Roy. Anthr. Inst. of Great Britain and Ireland*, 74, 7-24.
- 1953. *L'Orient préhistorique*. Paris, Payot.
- 1964. *La naissance de la civilisation*. Paris, Gonthier.
- CHRISTOPHE, J., J. DESHAYES. 1964. *Index de l'outillage. Outils en métal de l'âge du Bronze, des Balkans à l'Indus*. Paris, CNRS.

- CLARK, J. G. D. 1955. *L'Europe préhistorique. Les fondements de son économie*. Paris, Payot.
- CLARK, G., S. PIGGOTT. 1965. *Prehistoric Societies*. London, Hutchinson.
- COGHLAN, H. H. 1958. *Research upon Prehistoric Copper Metallurgy in England*. *Archaeologia Austriaca*, 3. Archiv für ur- und frühgeschichtliche Bergbauforschung, 12, 57-64.
- 1960. *Metallurgical Analysis of Archaeological Materials: I*. Viking Fund Publications in Anthropology, 25. Chicago, 1-20.
- COLES, J. M. 1970. *Metal Analyses and the Scottish Early Bronze Age*. *Proc. Preh. Soc. for 1969 (NS)*, 35, 330-344.
- CORNAGGIA CASTIGLIONI, O., F. FUSSI, G. D'AGNOLO. 1963. *Indagini sulla provenienza dell'ossidiana utilizzata nelle industrie preistoriche del Mediterraneo occidentale*. *Atti della Soc. ital. di Scienze natur. e del Museo Civ. di Storia natur. in Milano*, 102, 3, 310-322.
- COURTIN, J. 1974. *Le Néolithique de la Provence*. *Mém. Soc. préh. franç.* 11. Paris, Klincksieck.
- CZEDIK-EYSENBERG, F. 1958. *Beiträge zur Metallurgie des Kupfers in der Urzeit*. *Archaeologia Austriaca*, 3. Archiv für ur- und frühgeschichtliche Bergbauforschung, 12, 1-18.
- Dictionnaire archéologique des techniques*, 1, 2. Paris, l'Accueil.
- DIKAIOS, P., J. R. STEWART. 1962. *The Stone Age and the Early Bronze Age in Cyprus*. *The Swedish Cyprus Expedition*, 4, 1A. Lund.
- DRIEHAUS, J. 1960. *Die Altheimer Gruppe und das Jungneolithikum in Mitteleuropa*. Mainz, Römisch-germanisches Zentralmuseum.
- 1961. *Mitteuropäisches Aeneolithikum und balkanische Kupferzeit. L'Europe à la fin de l'âge de la Pierre*. *Actes du Symposium consacré aux problèmes du Néolithique européen*, Prague, Liblice, Brno 1959. Praha, Editions de l'Académie tchécoslovaque des Sciences, 353-360.
- et H. BEHRENS. 1961. *Stand und Aufgaben der Erforschung des Jungneolithikums in Mitteleuropa*. *L'Europe à la fin de l'âge de la Pierre*. Id. 233-275.
- EATON, E. R. 1973. *Eneolithic Blades from Buccino (Salerno)*. *Bollettino del Centro Camuno di Studi Preistorici*, 10. Capo di Ponte, 89-100.
- (EHRICH, R. éd.) 1965. *Chronologies in Old World Archaeology*. Chicago, London, the University of Chicago Press.
- FORBES, R. J. 1971, (2<sup>e</sup> éd.). *Studies in Ancient Technology*, 8. Leiden, E. J. Brill.
- 1972, (2<sup>e</sup> éd.). *Studies in Ancient Technology*, 9. Leiden, E. J. Brill.
- FRANKS, A. W. 1876. *La composition des instruments en métal trouvés dans l'île de Chypre et sur d'autres trouvailles d'instruments en cuivre*. *Congr. int. Anthropol. Archéol. préh.*, 7<sup>e</sup> session, Stockholm 1874. Norstedt et Soener, 346-357.
- GALLAY, A. 1970. *Les stratigraphies de la Suisse et la structure du Néolithique d'Europe occidentale*. *Sibirium*, 10, Varese, 3-18.
- 1976. *Origine et expansion de la civilisation du Rhône. Les âges des métaux dans les Alpes*. *Colloque 26, 9<sup>e</sup> Congr. int. Sc. préh. protoh.*, Grenoble 1976. Union intern. des Sciences préhist. et protohist.
- GALLAY, G., K. SPINDLER. 1970. *Archäologische und anthropologische Betrachtungen zu den neolithisch-kupferzeitlichen Funden aus der Cova da Moura|Portugal*. *Die Madrider Mitteilungen*, 11. Heidelberg, 35-58.

- GARELLI, P. 1969. *Le Proche-Orient asiatique des origines aux invasions des Peuples de la Mer*. Nouvelle Cléo, 2. Paris, P.U.F.
- GEORGIEV, G. I. 1972. *Die Gemeinsamkeit der Kulturen Südbulgariens und Nordgriechenlands während des Neolithikums, Aenolithikums und der Frühbronzezeit*. Acta of the 2nd International Colloquium on Egean Prehistory, Athens 1972, E. Arditis, 115-128.
- GILES, D. L., E. P. KUIJPERS. 1974. *Stratiform Copper Deposit, Northern Anatolia, Turkey: Evidence for early Bronze I (2800 B.C.) Mining Activity*. Science, 186, 4166. Washington, 823-825.
- GIMBUTAS, M. 1956. *The Prehistory of Eastern Europe 1. Mesolithic, Neolithic and Copper Age Cultures in Russia and the Baltic Area*. American School of Prehistoric Research, Peabody Museum, Harvard University, 20. Cambridge, Mass.
- 1961. *Notes on the Chronology and Expansion of the Pit-Grave Kurgan Culture. L'Europe à la fin de l'âge de la Pierre*. Actes du Symposium consacré aux problèmes du Néolithique européen, Prague, Liblice, Brno 1959. Praha, Editions de l'Académie des Sciences, 193-200.
- 1965. *Bronze Age Cultures in Central and Eastern Europe*. Paris, London, Mouton.
- 1973. *The beginning of the Bronze Age in Europe and the Indo-Europeans: 3500-2500 B.C.* The Journal of Indo-European Studies, 1, 2. Athens, 163-214.
- 1974. *The Gods and Goddesses of Old Europe. 7000 to 3500 B. C. Myths, Legends and Cult Images*. London, Thames and Hudson.
- Glockenbecher Symposium* (Oberried, 1974). 1976, Bussum, Fibula-Van Dishoeck.
- GUILAINE, J. 1967. *La civilisation du vase campaniforme dans les Pyrénées françaises*. Carcassonne, CNRS.
- HÁJEK, L. 1956. *Chronologie de la civilisation des gobelets campaniformes en Tchécoslovaquie. Chronologie préhistorique de la Tchécoslovaquie*. Prague, Musée national de Prague, Département de Préhistoire, 64-65.
- HARBISON, P. 1969. *The Daggers and the Halberds of the Early Bronze Age in Ireland*. *Prähistorische Bronzefunde*, 6, 1. München, C. H. Beck.
- 1973. *The Earlier Bronze Age in Ireland*. J. Roy. Soc. of Antiquaries of Ireland, 103, 93-152.
- HARRISON, R., S. QUERO, M. C. PRIEGO. 1975. *Beaker metallurgy in Spain*. *Antiquity*, 49. Gloucester, 273-278.
- HAYES, W. C., M. B. ROWTON, F. H. STUBBINGS. 1962. *Chronology*. Cambridge Ancient History, I, ch. VI.
- ITTEN, M. 1970. *Die Horgener Kultur*. Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz, 17. Basel, Birkhäuser.
- JAZDZEWSKI, K. 1973. *Fragen des frühesten Kupferhorizontes in Mitteleuropa*. Actes 8<sup>e</sup> Congr. int. Sc. préh. protoh., Belgrade 1971, 2. Union internat. des Sciences préhist. et protohist., 343-349.
- JOVANOVIĆ, B. 1971a. *Metalurgija Eneolitskog Perioda Jugoslavia*. (avec résumé en anglais). Archaeological Institute, special editions, 9. Beograd, D. Bošković, B. Gavela.
- 1971b. *Early Copper Metallurgy of the Central Balkans*. Actes 8<sup>e</sup> Congr. int. Sc. préh. protoh., Belgrade 1971, 1. Union internat. des Sciences préhist. et protohist., 131-140.

- JUNGHANS, S., E. SANGMEISTER, M. SCHRÖDER. 1960. *Metallanalysen kupferzeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europa*. Studien zu den Anfängen der Metallurgie, 1. Berlin, Gebr. Mann.
- 1968. *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Die Materialgruppen beim Stand von 12000 Analysen*. Id. 2, 1-2-3. Berlin, Gebr. Mann.
- KALICZ, N. 1968. *Die Frühbronzezeit in Nordost-Ungarn*. Archaeologia Hungarica, 45. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- 1970. *Dieux d'argile. L'âge de Pierre et du Cuivre en Hongrie*. Hereditas. Budapest, Corvina.
- KARAGEORGHIS, V. 1968. *Chypre*. Archaeologia Mundi. Genève, Nagel.
- LANTING, J. N., W. G. MOOK, J. D. VAN DER WAALS. 1973. *C14 Chronology and the Beaker Problem*. Helinium, 13, 1. Wetteren, 38-58.
- LAURENT, R. 1963. *Matériaux pour l'étude des techniques métallurgiques au Bronze final*. Bull. mens. Soc. linnéenne Lyon, 37, 4, 159-165.
- L'HELGOUACH, J. 1963. *La céramique campaniforme en Armorique. Répartition. Formes. Décors. Les civilisations atlantiques du Néolithique à l'âge du Fer*. Actes du 1<sup>er</sup> Colloque Atlantique, Brest 1961. Rennes, Laboratoire d'Anthropologie préhistorique, 57-88.
- LEROI-GOURHAN, A. 1943. (2<sup>e</sup> éd. 1971). *L'Homme et la Matière. Evolution et techniques*. Paris, Albin Michel.
- 1945. (2<sup>e</sup> éd. 1973). *Milieu et techniques. Evolution et techniques*. Paris. Albin Michel.
- LUCAS, A., 1948. *Ancient Egyptian Materials and Industries*. London, E. Arnold.
- MALUQUER DE MOTES, J. 1945. *La provincia de Lerida durante el Eneolítico, Bronce y primera edad del Hierro*. Ilerda, 5. Lerida. 5-77.
- MARÉCHAL, J. R. 1964. *Métallurgie, mines* in: Dictionnaire archéologique des techniques 2. Paris, L'Accueil, 666-675, 700-702.
- 1965. *Nouvelles théories sur l'origine et la propagation du cuivre et de ses alliages en Europe*. Atti del 6<sup>o</sup> Congresso Internazionale delle Scienze preistoriche e protostoriche, Rome 1962. Firenze, Sansoni, 370-376.
- 1970. *Nouveaux aspects de la métallurgie préhistorique européenne*. Sibirium, 10. Varese, 293-304.
- MARTINI, J. 1971. *Un horizon à minéralisations cuprifères dans les Préalpes médianes romandes et chablaisiennes (Alpes occidentales)*. C. R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève, 6, 1, 33-46.
- MAUSER-GOLLER, K. 1969. *Die relative Chronologie des Neolithikums in Südwestdeutschland und der Schweiz*. Schriften zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz, 15. Basel, Schweiz. Ges. für Ur- und Frühgesch.
- MAYOR, J. 1893. *La Maison Joly en V'île. Objets de l'âge dit du Bronze*. Fragments d'archéologie genevoise 2. Bull. Soc. Hist. d'Archéol. Genève 1. Livraison 3, 366-385.
- MELLAART, J. 1965. *Earliest Civilisations of the Near East*. London, Thames and Hudson.
- 1966. *The Chalcolithic and Early Bronze Age in the Near East and Anatolia*. Beirut, Khayats.
- 1967. *Çatal Hüyük, a Neolithic Town in Anatolia*. London, Thames and Hudson.

- MERPERT, N. I. 1961. *L'Énéolithique de la zone steppique de la partie européenne de l'U.R.S.S. L'Europe à la fin de l'âge de la Pierre*. Actes du Symposium consacré aux problèmes du Néolithique européen, Liblice, Prague, Brno 1959. Praha, Editions de l'Académie tchécoslovaque des Sciences, 176-192.
- MORGAN, J. de. 1926. *La Préhistoire orientale. L'Égypte et l'Afrique du Nord*. La Préhistoire orientale, 2. Paris, Librairie orientaliste Paul Geuthner.
- MÜLLER-KARPE, H. 1968. *Jungsteinzeit (Text, Tafeln)*. *Handbuch der Vorgeschichte*, 2. München, C. H. Beck.
- 1974. *Kupferzeit (Text, Regesten, Tafeln)*. *Handbuch der Vorgeschichte*, 3. München, C. H. Beck.
- MUÑOZ AMILIBIA, A. M. 1965. *La cultura neolítica catalana de los « Sepulcros de Fosa »*. Barcelona, Publicaciones Eventuales.
- NAUE, J. 1888. *The Copper Bronze and Iron Weapons of Cyprus*. The Owl. Science Literature and Art 2, 3, 4, 9-32.
- NEUSTUPNY, E. 1968. *Absolute Chronology of the Neolithic and Aeneolithic Periods in Central and South-Eastern Europe*. Slovenska Archeologia, 16, 1. Nitra-Hrad, 19-60.
- 1969. *Der Übergang vom Neolithikum zum Aeneolithikum und der Aushlang der Lengyel-Kultur*. Studijne Zvesti 17. Symposium über den Lengyel-Komplex und die benachbarten Kulturen, Nitra, Male Vozokany, 1967. R. Habelt, 271-291.
- (OLSSON, I. ed.). 1970. *Radiocarbon Variations and Absolute Chronology*. Proceedings of the Twelfth Nobel Symposium held at the Institute of Physics at Uppsala University. Stockholm, Almquist and Wicksell.
- OTTAWAY, B. 1973. *An analysis of cultural Relations in Neolithic North-Central Europe Based on Copper Ornaments*, in: *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*. London, Duckworth, 609-616.
- OZOLS, J. 1969. *Die baltische Steinkistengräberkultur*. Vorgeschichtliche Forschungen, 16. Berlin, W. de Gruyter.
- PASSEK, T. 1965. *Relations entre l'Europe occidentale et l'Europe orientale à l'époque néolithique*. Atti del 6° Congresso Internazionale delle Scienze preistoriche e protostoriche, Rome 1962. Firenze, Sansoni, 127-144.
- PATAY, P. 1968. *Theiss-Kultur-Lengyel-Kultur*. In: *Studien zur europäischen Vor- und Frühgeschichte*. Neumünster, K. Wachholtz, 10-15.
- PERROT, J. 1968. *Préhistoire palestinienne*. Supplément au Dictionnaire de la Bible, 43. Paris, Letouzet et Ané, 286-446.
- Piccola guida della preistoria italiana*. 1962, Firenze, Sansoni.
- PIOTROVSKY, B. 1965. *The Aeneolithic Culture of Transcaucasia in the Third Millennium B.C.* Atti del 6° Congresso Internazionale delle Scienze preistoriche e protostoriche, Rome 1962. Firenze, Sansoni, 360-366.
- PITTARD, J. J. 1971. *Du cuivre dans les Préalpes*. C. R. Soc. Phys. Hist. nat., 6, 1. Genève, 33-46.
- PITIONI, R. 1957. *Urzeitlicher Bergbau auf Kupfererz und Spurenanalyse. Beiträge zum Problem der Relation Lagerstätte-Fertigobjekt*. Archaeologia Austriaca, 1, Archiv für ur- und frühgeschichtliche Bergbauforschung, 10. Wien, F. Denticke.

- POUGH, F. H. 1970 (2<sup>e</sup> éd.). *Guide des roches et minéraux*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.
- PREUSS, J. 1966. *Die Baalberger Gruppe in Mitteldeutschland*. Veröffentlichungen des Landesmuseums für Vorgeschichte in Halle, 21. Berlin, VEB.
- PRITCHARD, J. B. 1963. *The Bronze Age Cemetery at Gibeon*. Museum Monographs. Pennsylvania, The University Museum.
- 1964. *Winery, Defenses and Soundings at Gibeon*. Id.
- RACHET, G. 1969. *Archéologie de la Grèce préhistorique. Troie, Mycènes, Cnossos*. Verviers, Marabout Université.
- RAGUIN, E. 1961. *Géologie des gîtes minéraux*. Paris, Masson.
- REITINGER, J. 1969. *Oberösterreich in ur- und frühgeschichtlicher Zeit*. Linz, Oberösterreichischer Landesverlag.
- RENFREW, C. 1967. *Colonialism and Megalithism*. *Antiquity*, 41. Gloucester. 276-288.
- 1970a. *The Autonomy of the South-East European Copper Age*. *Proc. Preh. Soc.* for 1969 (N. S.), 25. Cambridge, 12-39.
- 1970b. *New Configurations in Old World Archaeology*. *World Archaeology*, 2, 2, 199-211.
- 1972. *The Emergence of Civilisation. The Cyclades and the Aegean in the Third Millennium B.C.* London, Methuen.
- 1973a. *Before Civilization. The Radiocarbon Revolution and Prehistoric Europe*. London, Jonathan Cape.
- 1973b. *Sitagroi and the Independent Invention of Metallurgy in Europe*. Actes 8<sup>e</sup> Congr. int. Sc. préh. protoh., Belgrade 1971, 2. Union internat. des Sciences préhist. et protohist., 473-481.
- RIQUET, R., J. GUILAINE, A. COFFYN. 1963. *Les Campaniformes français (Etat actuel des recherches et perspectives)*. *Gallia Préhistoire*, 6, 63-128.
- ROUTHIER, P. 1963. *Les gisements métallifères. Géologie et principes de recherche*, 1, 2. Paris, Masson.
- SANGMEISTER, E. 1963. *La civilisation du vase campaniforme (exposé sur la civilisation du vase campaniforme). Les civilisations atlantiques du Néolithique à l'âge du Fer*. Actes du 1<sup>er</sup> Colloque Atlantique, Brest 1961. Rennes, Laboratoire d'Anthropologie préhistorique, 25-55.
- 1971. *Aufkommen der Arsenbronze in SO-Europa*. Actes 8<sup>e</sup> Congr. int. Sc. préh. protoh., Belgrade 1971, 1. Union internat. des Sciences préhist. et protohist. 109-129.
- H. SCHUBART. 1971. *Grabungen in der kupferzeitlichen Befestigung von Zambujal/Portugal*. *Die Madrider Mitteilungen*, 12. Heidelberg, 11-45.
- SAVORY, H. N. 1968. *Spain and Portugal. The Prehistory of the Iberian Peninsula*. London, Thames and Hudson.
- SCIARONE, H. A., A. R. SCHILT. 1966. *Report on the Metallurgical Examination of a Number of Early Metal Objects*. *Palaeohistoria*, 12. Groningen, 110-121.
- SCHLIEMANN, H. 1885. *Ilios, ville et pays des Troyens*. Paris, Firmin-Didot.
- SCHNABEL, C. 1896. *Traité théorique et pratique de métallurgie. Cuivre, plomb, argent, or*. Paris, Baudry.
- SCHUBART, H. 1970. *Die kupferzeitliche Befestigung von Columbeira/Portugal*. *Die Madrider Mitteilungen*, 11. Heidelberg, 60-73.

- SCHWAB, H. 1970. *Prähistorische Kupferfunde aus dem Kanton Freiburg*. Jahrbuch der schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, 55, 13-21.
- SINGH, P. 1974. *Neolithic Cultures of Western Asia*. London, New-York, Seminar Press.
- ŠIŠKA, S. 1968. *Tiszapolgarska Kultura na Slovensku* (avec résumé en allemand). Slovenska Archeologia, 16, 1. Nitra-Hrad, 61-175.
- SPINDLER, K. 1971. *Eine kupferne Doppelspirale aus Font*. Jahrbuch der schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, 56, 101-114.
- STRAHM, C. 1969. *Die späten Kulturen. Die jüngere Steinzeit, 2. Ur- und frühgeschichtliche Archäologie der Schweiz*, 97-116.
- 1971. *Die Gliederung der schmurkeramischen Kultur in der Schweiz*. Acta Bernensia, 6. Bern, Stämpfli.
- TARRADELL MATEU, M. 1963. *Las primeras civilizaciones con metal (Eneolítico y Bronce). Problemas de la prehistoria y de la arqueología catalanas*. 2º Symposium de prehistoria peninsular, Barcelona 1962. Instituto de Arqueología, 39-51.
- THOMAS, H. L. 1967. *Near Eastern Mediterranean and European Chronology. The Historical, Archaeological, Radiocarbon, Pollenanalytical and Geochronological Evidence*. Studies in Mediterranean Archaeology, 17, 1-2. Lund.
- TREINEN, F. 1970. *Les poteries campaniformes en France*. Gallia Préhistoire, 13, 1, 2, 53-107, 263-332.
- TRUMP, D. H. 1966. *Central and Southern Italy before Rome*. London, Thames and Hudson.
- VANDIER, J. 1952. *Manuel d'archéologie égyptienne. Les époques de formation. La préhistoire. Les trois premières dynasties*. Paris, Picard.
- VERCOUTTER, J. 1964. *Métallurgie, Egypte. Mines, Egypte* in: *Dictionnaire archéologique des techniques*, 2. Paris, L'Accueil, 657-666, 697-700.
- VERRON, G. 1973. *Méthodes statistiques et étude des cachettes complexes de l'âge du Bronze* in: *L'Homme, hier et aujourd'hui*. Recueil d'études en hommage à A. Leroi-Gourhan. Paris, Cujas, 609-624.
- VILASECA, S., F. CAPAFONS. 1967. *La cueva sepulcral eneolítica de l'Arbones (termino de Pradell)*. Trabajos de prehistoria, 23. Madrid, 9-61.
- VOCE, E. 1958. *Examination of a Fragment of Bronze Dagger from Ashmolean Museum (Appendix)*. Archaeologia Austriaca, 3, Archiv für ur- und frühgeschichtliche Bergbauforschung, 12, 64-69.
- WERTIME, T. A. 1964. *Man's First Encounter*. Science, 146, 3649. Washington, 1257-1267.
- 1973a. *How Metallurgy Began: A Study in Diffusion and Multiple Innovation*. Actes 8<sup>e</sup> Congr. int. Sc. préh. protoh., Belgrade 1971, 2. Union internat. des Sciences préhist. et protohist., 481-492.
- 1973b. *The Beginnings of Metallurgy: A New Look*. Science, 182, 4115. Washington, 875-887.
- ZÁPOTOCKÝ, M. 1966. *Etat actuel des recherches sur la civilisation des gobelets à entonnoir en Tchécoslovaquie. Investigations archéologiques en Tchécoslovaquie*. 7<sup>e</sup> Congr. int. Sc. préh. protoh., Prague 1966. Academia, Académie tchécoslovaque des Sciences, 68-71.

- ZORZI, F. 1953. *Resti di un abitato capannicolo eneolitico alle Colombare di Negrar (Verona)*. Actes du 4<sup>e</sup> Congrès international du Quaternaire, Rome, Pise 1953. Istituto italiano di Paleontologia umana, 782-794.

## INDEX

- Abou Matar; Israël, 170.  
 Abousir; Egypte, 169.  
 Alaca Hüyük; Turquie, 168.  
 Alcalar; Portugal, 154, 183.  
 Ali Kosh; Iran, 150, 164.  
 Almeria; Espagne, 154, 182.  
 Altheim; Allemagne, 180.  
 Ambelikou; Chypre, 171.  
 Amiata (Monte); Italie, 181.  
 Amratien, El Amrah; Egypte, 152, 168.  
 Andolina; Roumanie, 177.  
 Arbones; Espagne, 183.  
 Argar, El; Espagne, 155, 158, 184, 186.  
 Ariano; Italie, 181.  
 Arpatchigah; Iraq, 152.  
 Assur; Iraq, 165.  
 Auvernier; Suisse, 180.  
 Azerbaïdjan; Iran, 174.  
 Baalberg; Allemagne, 154, 179, 180.  
 Babylone; Iraq, 165.  
 Badarien, El Badari; Egypte, 150, 168, 169.  
 Baden; Autriche, 142, 156, 178, 180.  
 Bâle; Suisse, 187.  
 Balomir; Roumanie, 177.  
 Beersheba; Israël, 170.  
 Bell Beaker Culture, voir Campaniforme.  
 Beycesultan; Turquie, 152, 153, 167.  
 Bocca Lorenza; Italie, 181.  
 Bocca quadrata; Italie, 181.  
 Bodrogheresztur; Hongrie, 142, 153, 154, 177, 178, 179.  
 Boian; Roumanie, 177.  
 Bradoni (Monte); Italie, 181.  
 Brzesc Kujawski; Pologne, 179.  
 Buccino; Italie, 181, 182.  
 Burgäschisee-Süd; Suisse, 180.  
 Camonica (Val), voir: Val Camonica.  
 Campaniforme, (civil.), Bell Beaker Culture, Glockenbecherkultur, 142, 155, 156, 158, 180, 181, 183-189.  
 Can Hasan; Turquie, 153.  
 Catacomb-grave, 176.  
 Çatal Hüyük; Turquie, 151, 167, 168.  
 Cayönü Tepesi; Turquie, 148, 149, 150, 164, 167.  
 Cernavoda-Ezero; Roumanie, 178.  
 Cernica; Roumanie, 177.  
 Chalandriani; Grèce, 173.  
 Chios; Grèce, 173.  
 Chypriote, 157, 171.  
 Cnossos, Crète; Grèce, 165, 173.  
 Colline Metallifere; Italie, 181.  
 Columbeira; Portugal, 183.  
 Combmarked pottery, 176.  
 Cordé, céramique cordée, 140, 156, 180, 181, 185.  
 Cortailod; Suisse, 153, 156, 179, 180.  
 Cucuteni; Roumanie, 154.  
 Cycladique; Grèce, 173.  
 Dahchour; Egypte, 169.  
 Djemet-Nasr; Iraq, 153, 165.  
 Diana; Italie, 181.  
 Dimini; Grèce, 172.  
 Dorak; Turquie, 168.  
 Emborio; Grèce, 173.  
 Eridu; Iraq, 164.  
 Erimi; Chypre, 170.  
 Floesty; U.R.S.S., 176.  
 Fontbouïsse; France, 186.  
 Gaudio; Italie, 156, 181, 182.  
 Gawra, Tepe; Iran, 165.  
 Gelidonya (Cap); Chypre, 171.  
 Gemeinlebarn; Autriche, 142.  
 Gerzéen, Gerzeh; Egypte, 153, 168, 169, 170.

- Ghassouliën*, Teleilat Ghassoul; Jordanie, 153, 170.  
 Gibéon; Jordanie, 170.  
 Gizeh, El; Egypte, 169.  
*Glockenbecherkultur*, voir *Campaniforme*.  
*Gobelets en entonnoir (civil. des)*, voir: *Trichterbecherkultur*.  
*Gumelnitza*; Roumanie, 154, 177.  
 Guran, Tepe; Iran, 165.  
 Hacilar; Turquie, 151, 167.  
*Halaf, Tell*; Syrie, 152, 165, 167.  
*Hassuna*; Iraq, 150, 164.  
 Herpály; Hongrie, 177.  
 Hissar, Tepe; Iran, 165.  
*Horgen*; Suisse, 180.  
*House-grave*, 175.  
*Hut-grave*, 176.  
 Isolino; Italie, 181.  
 Jéricho; Jordanie, 150.  
*Jordansmühl*; Pologne, 154, 179, 180.  
 Kabardino; U.R.S.S., 175.  
*Karanovo*; Bulgarie, 177, 178.  
 Kephala; Grèce, 173.  
 Keros-Syros; Grèce, 173.  
*Kouban*; U.R.S.S., 175.  
 Koumasa, Crète; Grèce, 173.  
 Kültepe; Turquie, 155, 165, 174.  
*Kourganes (civil. des)*, 140, 155, 173, 174, 176, 178, 181.  
*Kuro-Araxe*; Iran/U.R.S.S., 154, 174.  
*Lagozza, La*; Italie, 153, 154, 181.  
 Larissa; Grèce, 172.  
*Lausitz (groupe de)*; Allemagne, 176.  
 Lemnos; Grèce, 173.  
*Lengyel*; Hongrie, 154, 177, 178, 179, 180.  
 Lipari (Iles); Italie, 181.  
*Los Millares*; Espagne, 140, 154, 181, 183.  
*Maadien*, Maadi; Egypte, 168, 170.  
 Maikop; U.R.S.S., 175.  
 Matmar; Egypte, 169.  
 Mélos; Grèce, 173.  
 Memphis; Egypte, 169.  
 Mersin; Turquie, 152, 153, 167, 168.  
*Minoen*, 156, 158, 173.  
 Mostagedda; Egypte, 169.  
 Mundigak; Afghanistan, 165.  
*Mycénien*, 171.  
 Nagada; Egypte, 153, 169.  
*Nagyrev*; Hongrie, 178, 187.  
*Obeid, El*; Iraq, 153, 165.  
 Obre; Yougoslavie, 177.  
 Olynthos; Grèce, 172.  
 Palmela; Espagne, 186.  
 Pescale; Italie, 181.  
*Pfyn*; Suisse, 153, 156, 180.  
 Phylakopi; Grèce, 173.  
*Pit-grave, tombe en fosse*, 175, 183.  
*Pitmarked pottery (complex)*, 176.  
*Pločnik*; Yougoslavie, 153, 176, 177, 178.  
*Polada*; Italie, 158, 187.  
 Poliochni; Grèce, 173.  
*Protocananéen*, 170.  
*Protolithéale (époque)*; Iraq, 169.  
 Rachmani; Grèce, 172.  
*Remedello*; Italie, 142, 156, 180, 181, 187.  
*Rhône (civil. du)*; France, Suisse, 158, 184, 186, 187.  
*Rinaldone*; Italie, 156, 181.  
*Rivoli, Rivoli-Castelnovo*; Italie, 181.  
*Salzmünde*; Allemagne, 154, 179.  
*Samarra*; Iraq, 164, 165.  
 Saqqarah; Egypte, 169.  
*Sesklo*; Grèce, 173.  
 Sialk; Iran, 152, 153, 165.  
 Sinaï (Mont); Egypte, 169.  
 Sion, Petit-Chasseur; Suisse, 180, 187.  
 Sitagroi; Grèce, 158, 173.  
 Starčevo; Yougoslavie, 177.  
 Stollhof; Autriche, 179.  
*Straubing*; Allemagne, 184, 187.  
 Suberde; Turquie, 167.  
 Suse; Iran, 152.  
 Tal-i-Iblis; Iran, 152, 165.  
 Tarkhan; Egypte, 169.  
 Thermi; Grèce, 173.  
*Thinite (époque)*; Egypte, 153, 169.  
*Timber-grave*, 158, 176.  
*Tisza, Theiss*; Hongrie/Yougoslavie, 177, 178.  
*Tiszapolgár*; Hongrie, 142, 153, 154, 177, 178, 179.  
*Tördös, Turdas*; Roumanie, 177.  
*Trichterbecherkultur (TBK)*, civilisation des gobelets en entonnoir, 156, 179, 180, 181.

- Tripolje*; U.R.S.S., 154, 174, 176, 177.  
*Troie*; Turquie, 142, 156, 167, 168, 177.  
*Tsarskaja*; U.R.S.S., 175.  
*Ugarit*; Syrie, 165.  
*Únetice, Aunjetitz*; Tchecoslovaquie, 156,  
158, 184, 187.  
*Ur*; Iraq, 156, 165.  
*Usatovo*; U.R.S.S., 175.
- Val Camonica*; Italie, 181.  
*Vila Nova de São Pedro*; Portugal, 154,  
182, 183.  
*Vinča*; Yougoslavie, 150, 153, 177, 178.  
*Wadi Maghara*; Egypte, 169.  
*Wessex*; Grande-Bretagne, 185.  
*Zambujal*; Portugal, 182, 183.  
*Zawi Chemi Shanidar*; Iraq, 148, 164.

*Département d'anthropologie de  
l'Université de Genève  
12, rue Gustave-Revilliod  
CH 1227 Carouge-Genève*