

La circulation des objets métalliques à l'âge du Bronze entre Rhône et Saône : utilisation d'une transformation cartographique linéaire

Claude Mordant, Laure Saligny, Nathalie Poulet-Crovisier

CNRS - Université de Bourgogne

Résumé.— Afin de comprendre les flux de circulation des matériaux métalliques pour la période de l'âge du Bronze, et aller au-delà des cartes de répartition classiques des découvertes archéologiques, on propose un mode de représentation graphique plus quantitatif et synthétique, la transformation cartographique linéaire. On a testé sur l'axe Saône-Rhône la pertinence de cette méthode. Haches, épées et poignards de bronze, ont été répertoriés sur une bande de 50 km de part et d'autre de l'axe fluvial, afin d'estimer la fréquence et les masses d'objet en « circulation ».

Âge du Bronze • Archéologie • Cartographie • Rhône • Saône • Transformation cartographique linéaire

Abstract.— **Circulation flows of metal objects during the Bronze Age on the Saône-Rhône axis using a cartographic linear transformation.**— In order to gain a better understanding of circulation flows of metal objects during the Bronze Age, and move beyond traditional distribution maps of archaeological discoveries, the authors propose a more quantitative and concise method of graphic representation, namely cartographic linear transformation. The value of the method was tested on the Saône-Rhône axis. Bronze axes, swords and daggers were recorded along a 50 km strip either side of the river axis, in order to estimate the frequency and mass of objects in "circulation".

Archaeology • Bronze Age • Cartographic linear transformation • Cartography • Rhône • Saône

Resumen.— **La circulación de los materiales metálicos durante la edad del Bronce: uso de una transformación cartográfica linear.**— Para entender los flujos de circulación de los materiales metálicos durante la edad del Bronce, y seguir mas allá de los mapas clásicos de repartición de los descubrimientos arqueológicos, se propone una modalidad de representación gráfica mas cuantitativa y sintética, la transformación cartográfica linear. Se ha probado la eficiencia del método en el eje Saône-Rodano. Hachas, espadas y puñales de bronce han sido repertoriados a lo largo de una extensión de 50 km. a los dos lados del eje fluvial, con la finalidad de cuantificar la frecuencia y el peso de los objetos "en circulación".

Arqueología • Cartografía • Edad del Bronce • Ródano • Saône • Transformación cartográfica linear

En archéologie, le recours aux cartes de répartition d'objets ou de types variés est systématique pour apprécier les densités, comprendre des occupations, proposer des mouvements d'échanges. Ces modes « traditionnels » de représentations, « des points sur une carte », en ce qui concerne les petites échelles répondent en partie à ces besoins. On développe, à Dijon (UMR 5594 et MSH Pôle géomatique) depuis quelques années maintenant, des modèles d'analyses cartographiques tournés vers l'étude des dépôts et de la production métallique à l'âge du Bronze, en essayant d'estimer des flux de

circulation des matériaux et des produits finis (Mordant, 2003; Mordant *et al.*, 2004; Gauthier, 2005a et b; Saligny *et al.*, 2005).

Les objectifs pour la constitution de ces modèles ont été en particulier :

- pouvoir utiliser des données peu ou mal localisées. Dans nos thématiques archéologiques, ces informations peu ou mal spatialisées sont fréquentes; il s'agit d'un aspect inhérent au matériau d'étude. Nous sommes donc fréquemment contraints de n'utiliser qu'une partie (souvent minoritaire) des corpus dans les analyses spatiales;
- employer une représentation cartographique évocatrice des notions d'axes et de circulation « orientée »;
- développer un outil capable de mettre en évidence des évolutions, dans l'espace et le temps, des phénomènes de circulation en modifiant les modes habituels de représentation.

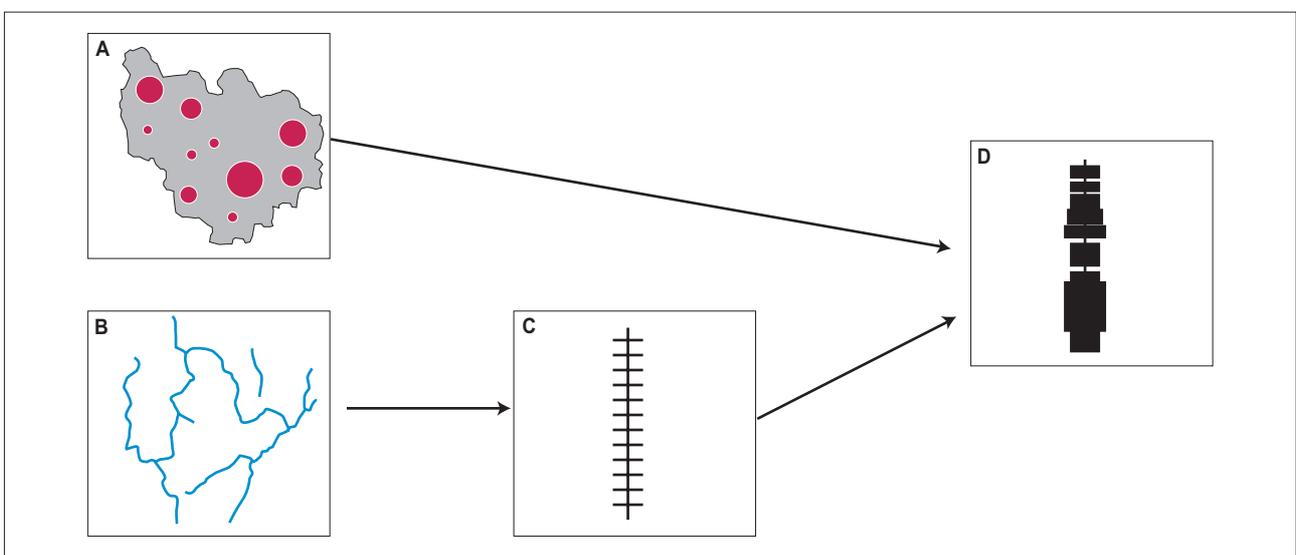
1. Méthodologie et développement d'un outil

L'une des orientations de ces recherches conduites à Dijon a permis la mise en place d'un outil de transformation cartographique (fig. 1) fondé sur deux approches, la segmentation linéaire et la projection géométrique. Un test « manuel » à l'aide d'ArcView 3.2 a été conduit pour l'étude de la circulation des objets à l'âge du Bronze sur l'axe Rhône-Saône (Mordant, 2003, 2004) et après ces premiers résultats graphiques, il a été décidé de développer un script afin d'automatiser le processus et de rendre les opérations plus rapides.

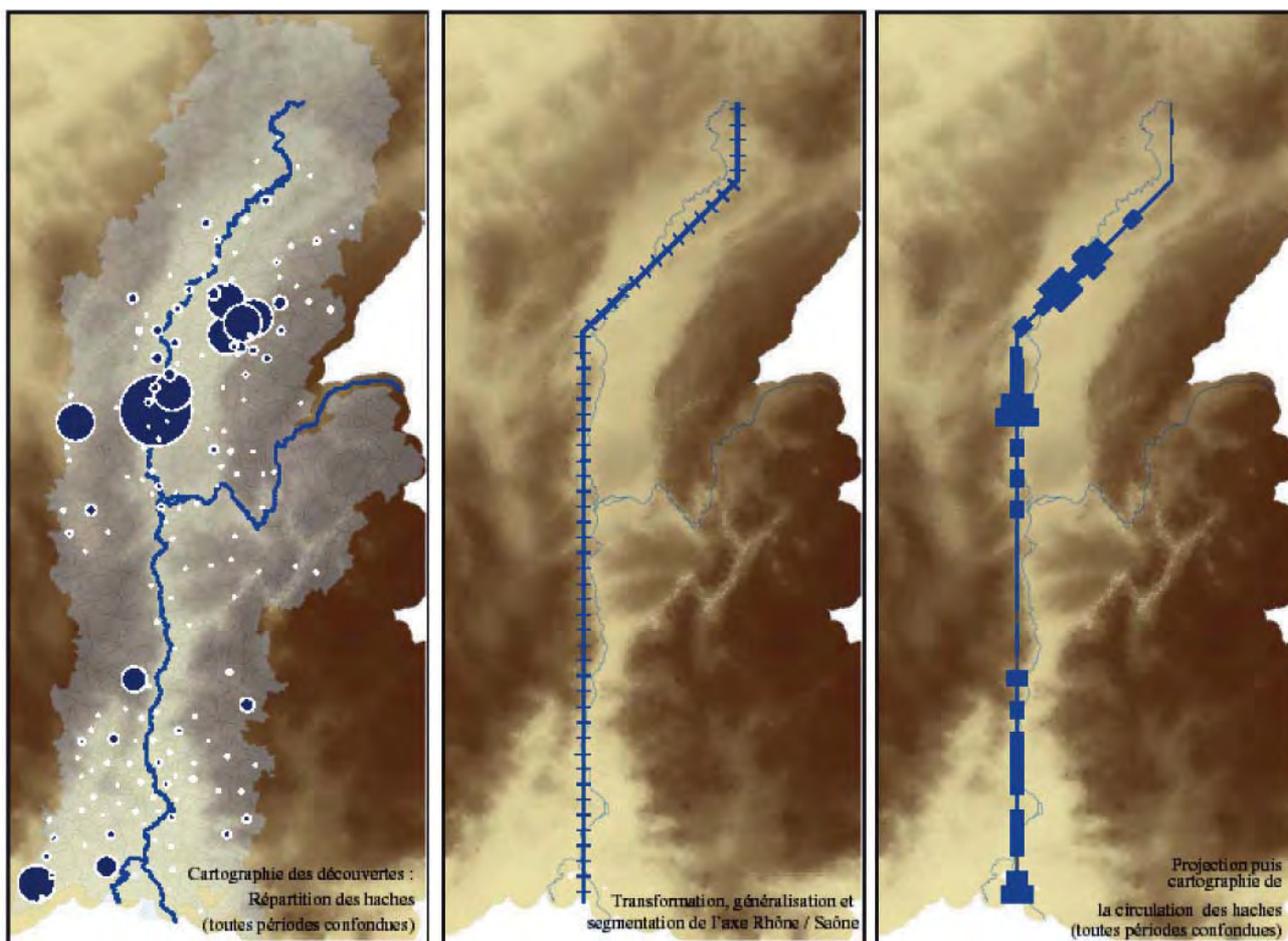
Étudier des phénomènes de circulation implique souvent d'identifier et de quantifier des témoins liés à des voies naturelles, des espaces de circulation (cours d'eau et vallées, itinéraires routiers...).

Pour ce faire, ces voies (B) sont, dans un premier temps, simplifiées sous forme d'axes, puis découpées selon un pas (la segmentation) (C). Les découvertes (A) sont ensuite projetées (géométriquement) le long de ces axes (distance cartésienne la plus courte) puis elles sont dénombrées pour chaque tronçon (la valeur du tronçon étant leur somme de ces découvertes) (D). Le résultat peut être lu sous forme « d'histogramme ».

Ces deux approches adaptées à la cartographie permettent d'obtenir une modélisation des phénomènes recherchés sous forme de transformation cartographique linéaire. Il s'agit d'un changement de base ou de référentiel spatial, les informations ponctuelles étant transformées en informations linéaires (Cauvin, 1997). Ces informations linéaires ont pour origine des axes naturels, voies ou cours d'eau (comme dans notre exemple ci-après) mais



1. Transformation cartographique, passage d'un semis de points à une information linéaire



2. Exemple de résultats sur l'axe Rhône-Saône avec la matérialisation des trois étapes

leur forme est simplifiée (pour une meilleure lisibilité) et leurs tronçons, découpés régulièrement, ont une largeur proportionnelle à un poids x . Cette variable peut être un nombre de découvertes ou la masse du métal retrouvé (Mordant *et al.*, 2004, fig. 6-9).

Précisons que l'outil développé permet aussi de faire une projection des découvertes en fonction de leur rive d'appartenance, ce qui permet de les comparer.

Nous espérons compléter et enrichir prochainement cet outil avec de nouveaux modules. Un premier concernerait la prise en compte du relief dans l'étude spatiale des phénomènes (avec des analyses de « distance-coût » et/ou des calculs de bassins-versants), la notion de distance euclidienne n'étant pas suffisante pour sélectionner et projeter les sites/artefacts.

Un second serait fondé sur une cartographie améliorée, offrant la possibilité de différencier chacune des rives d'un même axe. Actuellement, nous pouvons cartographier soit l'ensemble (tel que sur les figures de l'article), soit une rive après l'autre, avec une représentation obligatoirement symétrique de part et d'autre de l'axe. Cela nous oblige à produire deux cartes au lieu d'une seule. Ce graphisme n'est donc pas satisfaisant car il n'est pas aisé d'identifier immédiatement la rive droite de la rive gauche. À terme, il est donc souhaitable de pouvoir analyser et croiser d'autres facteurs archéologiques et les potentialités du milieu de ces vallées selon ces dissymétries, rive gauche/rive droite (largeur et topographie de la vallée, qualité des sols.) ; il est sûr qu'une autre représentation graphique plus conforme à une rapide observation devra être mise au point. On sait aussi que les cours d'eau structurent et orientent les échanges et circulations, matérialisent des limites, des barrières parfois ; il s'avère donc utile de proposer un outil facile d'usage pouvant rendre compte de ces différences entre les rives.

2. Application à la circulation des objets métalliques à l'âge du Bronze (2) pour le Rhône et la Saône (fig. 3, 4 et 5)

Pour cet exemple, l'inventaire des découvertes (haches, poignards et dépôts) a été conduit pour toutes les communes rencontrées dans une bande de 50 km de part et d'autre de l'axe fluvial Saône-Rhône et repose sur une documentation uniquement bibliographique dont les incertitudes sont parfois grandes (3). Il faut préciser que le choix de la largeur de cette bande n'est aucunement le résultat des recherches archéologiques. *A priori*, les découvertes archéologiques sont équivalentes à l'intérieur ou à l'extérieur de cette bande.

Le choix de la valeur 50 km retenue pour cet essai s'appuie sur les modèles théoriques de structuration de l'espace en France orientale aux époques protohistoriques où il est rare qu'un site important (« place centrale ») contrôle un espace d'un diamètre supérieur. C'est cette valeur maximale qui ressort au Hallstatt final pour les résidences princières celtiques comme Vix (Chaume, 2001) mais, à l'âge du Bronze, les envergures territoriales sont plus modestes (de 10 à 25 km de rayon) aussi bien en Armorique (Brun, 1998) qu'en Bourgogne septentrionale (Mordant, Gouge, 1992). Ainsi, avec cette valeur maximale, il est sûr que nous encadrons au plus large l'axe Saône-Rhône, élément structurant qui polarise et active la circulation des produits, en particulier le métal au cours de la protohistoire. La proposition de cette valeur et de celle d'une influence significative de cet axe de circulation à 50 km de ses rives constitue de fait une hypothèse assez lourde, mais celle-ci autorise cependant une mise en route crédible de l'outil.

Par ailleurs, l'axe majeur de la Saône et du Rhône après Lyon est assez rectiligne et d'orientation N/S, mais la haute vallée du Rhône en amont et à l'est de Lyon, « plus tourmentée » introduit un biais dans la recherche automatique des communes « limitrophes » du Rhône et perturbe donc localement la cartographie de cette bande de 100 km de large ; il a été jugé préférable de laisser, pour ce premier test, « en l'état » mais cette proposition reste insatisfaisante à terme.

Les premières interprétations archéologiques relatives à ces nouvelles représentations ont déjà été exposées plusieurs fois ; elles sont rapidement reprises ici pour l'essentiel à partir des textes déjà publiés (Mordant, 2003, 2004 ; Saligny *et al.*, 2005).

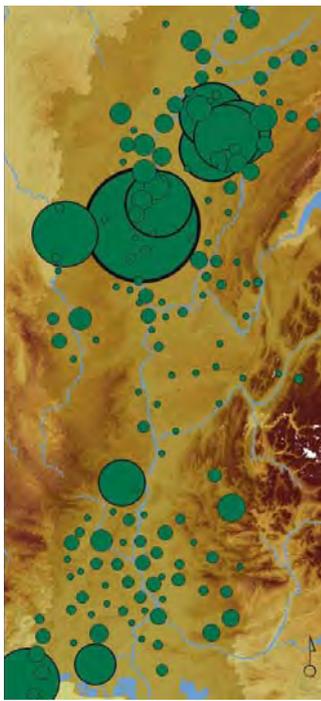
Il convient de rappeler que les propositions de S. Needham (1998) sur l'estimation du flux de métal en circulation au sein des sociétés servent d'hypothèses de départ mais également souligner ces points marquants :

- les régions productrices d'objets métalliques sont riches en minerais disponibles sur place par rapport aux régions consommatrices ravitaillées suite aux échanges de lingots et produits finis ;
- les dépôts de bronze sont considérés comme des indicateurs de recyclage, les haches comme de bons marqueurs de circulation de matière comme les épées et poignards qui illustrent aussi les phénomènes de représentation du pouvoir.

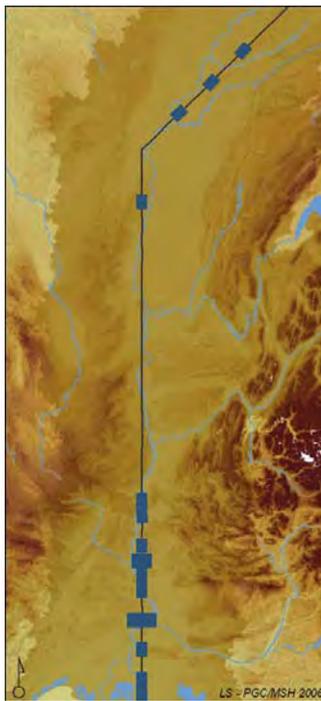
2.1 Ruptures et discontinuités : le jeu modulé des dynamiques culturelles

• *Bronze ancien*. La culture du Rhône correspond, pour l'ensemble du transect, au démarrage d'une production et d'une consommation du métal (cuivre arsenié puis bronze véritable à l'étain) ; les cartes montrent une présence relativement continue, avec un peu plus de dépôts dans la zone sud.

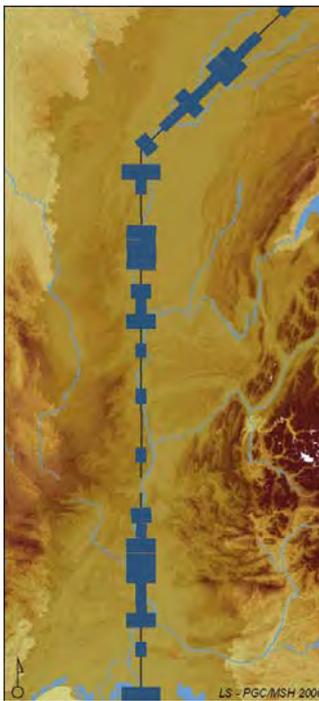
• *Bronze moyen et début du Bronze final*. Pour le secteur septentrional, la dynamique de la Culture des Tumulus orientaux doit transparaître. Il est logique de lui rattacher la forte augmentation des productions de haches et d'armes, mais aussi la présence renforcée des



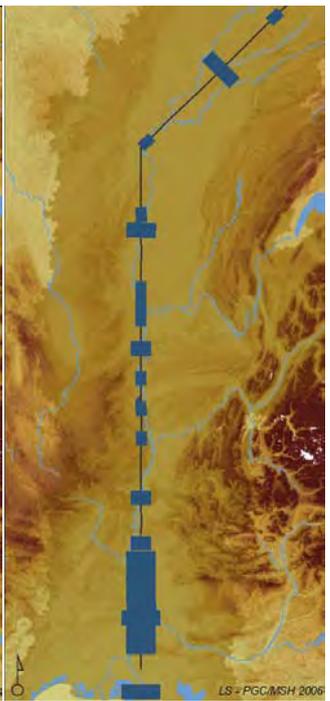
Répartition des haches



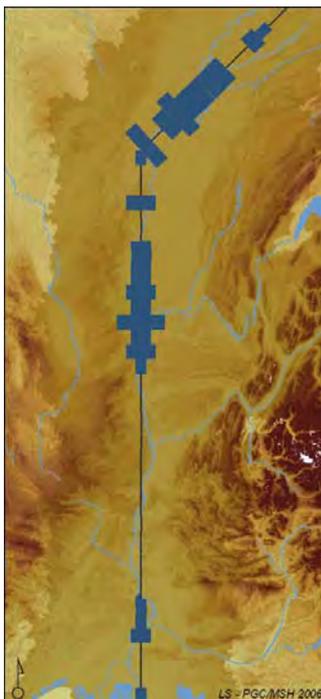
Chalcolithique



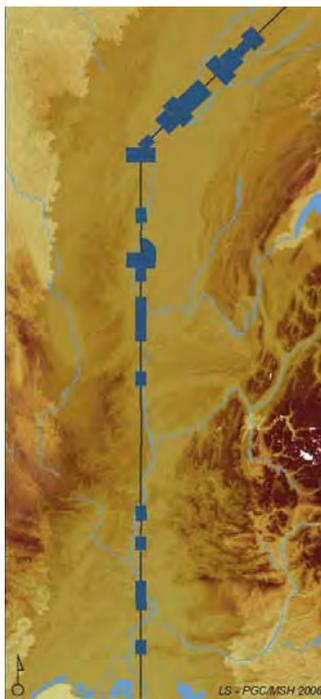
Bronze ancien



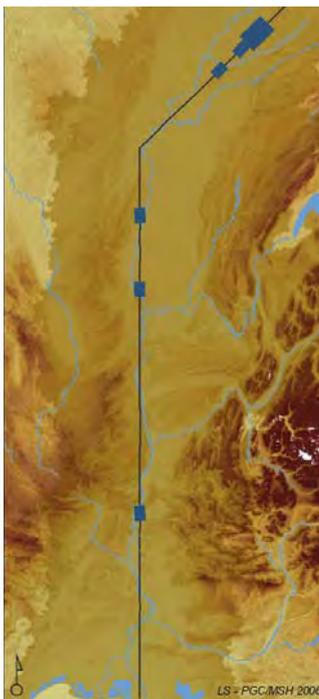
Bronze moyen 1



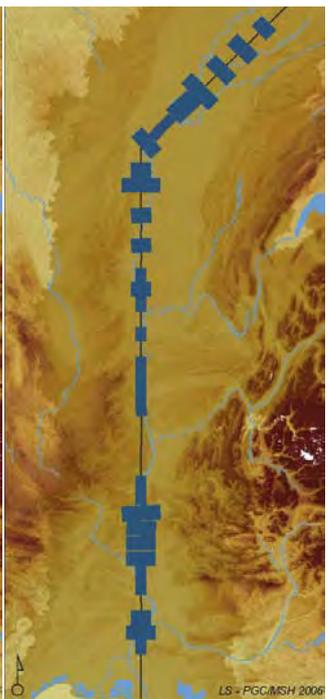
Bronze moyen 2



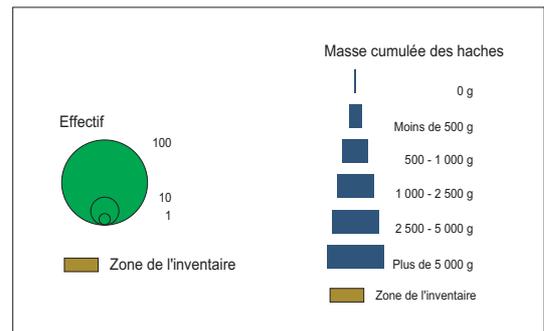
Bronze final 1



Bronze final 2



Bronze final 3



3. Évolution de la circulation métallique au cours de l'âge du Bronze: les haches en fonction de la masse (tabl. 2)

dépôts ; la même dynamique s'observe au Bronze final 1, ce qui s'avère logique quand on sait la continuité culturelle attestée entre ces deux étapes. La différence avec la zone sud est plus que manifeste avec une discrétion des témoins métalliques.

• *Fin du Bronze final*. Pour le secteur sud, c'est une reprise certaine, perceptible surtout par les haches et quelques dépôts ; les indicateurs sont aussi en hausse dans le Nord après une sorte d'étiage de l'étape moyenne du Bronze final.

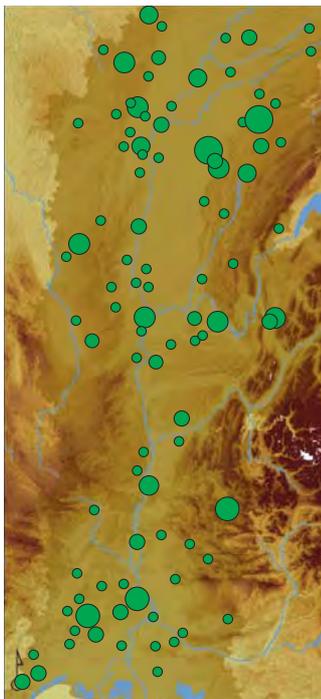
Globalement, mis à part l'épisode initial du Bronze ancien, il est clair que les deux zones, nord et sud du transect, ne connaissent pas les mêmes dynamiques pour ce qui est des indicateurs choisis ; il est même assez remarquable de retrouver, sur la très longue durée, ce « blanc » documentaire en aval de Lyon qui sépare régulièrement les deux entités. Ces observations doivent être évidemment mises en perspective avec les histoires culturelles de chacune. Le Bronze ancien « rhodanien » constitue un puissant dénominateur commun pour la première métallurgie, même si les particularismes Nord/Sud sont régulièrement explicités (Gallay, 1996). Au Bronze moyen, il est sûr que la partition culturelle de l'espace est clairement établie avec une zone nord sous influence dominante nord-orientale (Culture des Tumulus, certes, mais avec aussi une composante originale régionale du Sud du Jura et du Nord des Alpes) et la zone sud résolument tournée vers la Méditerranée et l'Italie du Nord ; les récents travaux de J. Vital (1999) l'attestent. Avec le Bronze final, cette bipartition se maintient et les recherches récentes confortent également cette originalité du dynamisme culturel méridional par rapport au Nord-Est et à la traditionnelle vision de l'emprise d'un modèle « Champs d'Urnes » devenu obsolète maintenant.

2.2 Une mise en évidence des variations du flux de métal en circulation ?

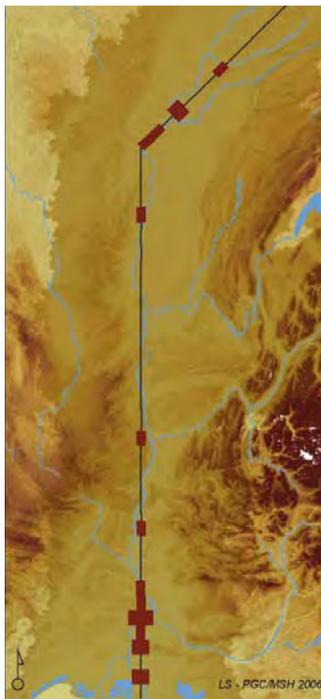
La zone sud, une région à forte potentialité extractive et productrice. Le Languedoc oriental développe dès le Chalcolithique (culture de Fontbouisse), une métallurgie du cuivre active avec production de haches plates et de poignards ; les autres régions, plus au nord, se comportent comme des zones uniquement « réceptrices » et consommatrices, avec une très modeste présence de métal (Needham, 1998). Cette métallurgie précoce méridionale s'explique par la présence des gîtes métallifères de la Montagne Noire ; Cabrières en est le mieux connu et son activité minière est attestée dès le Chalcolithique et au Bronze ancien (Ambert *et al.*, 1998).

Si l'on considère les onze siècles initiaux, du Chalcolithique au début du Bronze moyen, la situation observée montre une augmentation progressive de la quantité circulante (les haches) et peu de dépôts (donc de « recyclage » si l'on considère le dépôt comme un indicateur de ce phénomène). Cette quantité disponible de métal primaire est forte avec un maximum atteint au Bronze moyen 1. Pour cette dernière période, des lingots spécifiques en forme de haches à rebords sont connus dans le sillon rhodanien et jusqu'en Bourgogne occidentale à Granges-sous-Grignon (Côte-d'Or) (Nicolardot, Verger, 1998, fig. 6) ; il y a donc bien confirmation d'une circulation d'un flux de matière première en provenance du Sud.

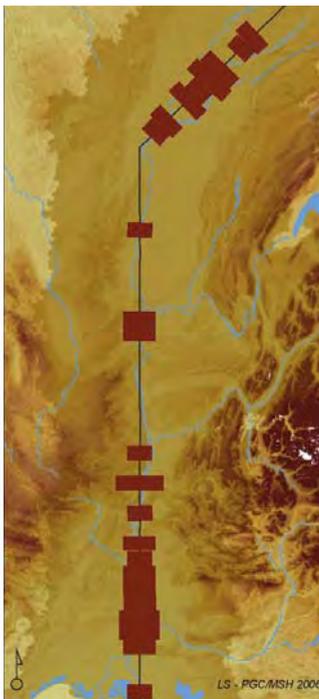
Pourquoi la brutale rupture du Bronze moyen 2 ? Un arrêt des mines de la Montagne Noire peut être avancé (cf. supra) et si l'on privilégie cette approche « économique », la région bascule dans une situation de dépendance, de pénurie, voire de récession relative. Il est sûr que la rareté des bronzes connus pour cette période, mais aussi ensuite au Bronze final 1 et au Bronze final 2, pourrait plaider en faveur de cette proposition. Cette rupture reste curieuse cependant, car cette région est très ouverte et expliquer cette carence du métal uniquement par des considérations économiques de rareté locale du métal apparaît en contradiction avec le modèle même de l'âge du Bronze qui compense par les échanges les déficiences locales. Les ressources alternatives en cuivre ne sont guère éloignées en fait, aussi bien dans les Alpes que dans les Pyrénées et la péninsule Ibérique.



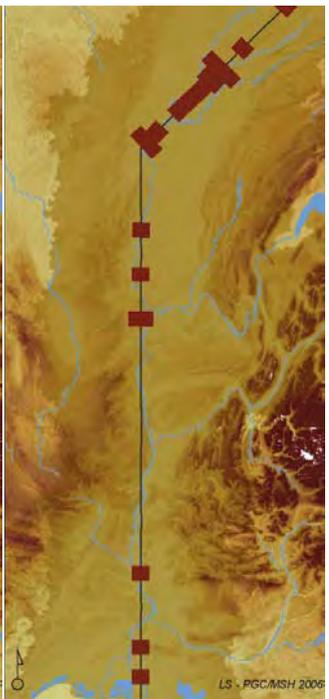
Répartition des poignards



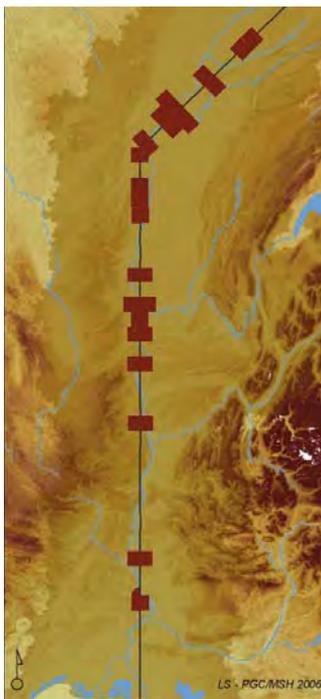
Chalcolithique



Bronze ancien



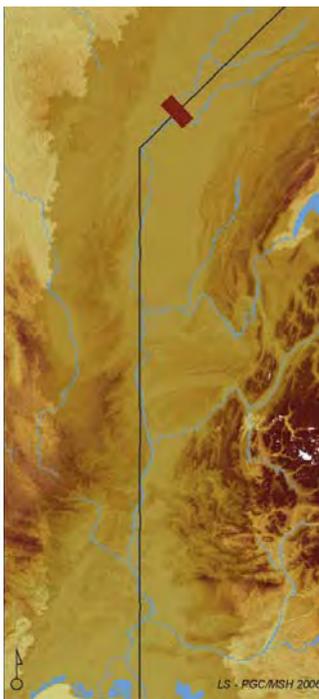
Bronze moyen 1



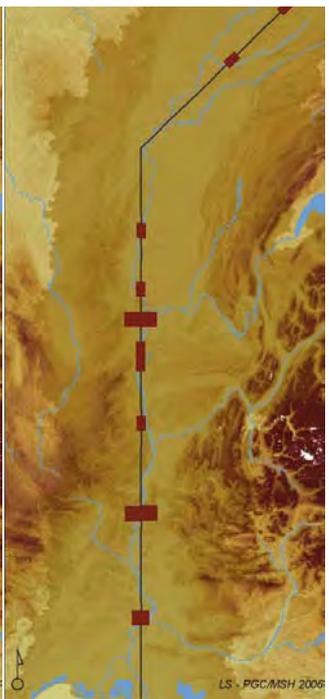
Bronze moyen 2



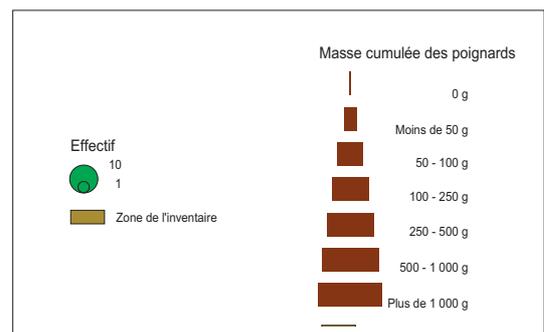
Bronze final 1



Bronze final 2



Bronze final 3



4. Évolution de la circulation métallique au cours de l'âge du Bronze: la circulation des poignards en fonction de la masse (tabl. 3)

Une hypothèse résolument opposée est aussi envisageable comme celle d'un usage du métal « à flux tendu », c'est-à-dire sans stocks et sans dépositions culturelles (dépôts de bronzes ou mobilier funéraire) avec une consommation équilibrée, équivalente au flux entrant et avec un recyclage actif immédiat. Dans un tel système socio-économique « les vivants consomment » tout le métal, sans laisser de témoin archéologique ou presque ; cela suppose, dans ce cas, une forte différence comportementale par rapport aux sociétés nord-orientales contemporaines.

Avec la fin du Bronze final, la zone méridionale retrouve des indicateurs assez proches de ceux du Nord ; il faut y voir évidemment l'effet d'une augmentation généralisée de l'usage du bronze mais peut-être aussi un recours à des pratiques socio-culturelles différentes.

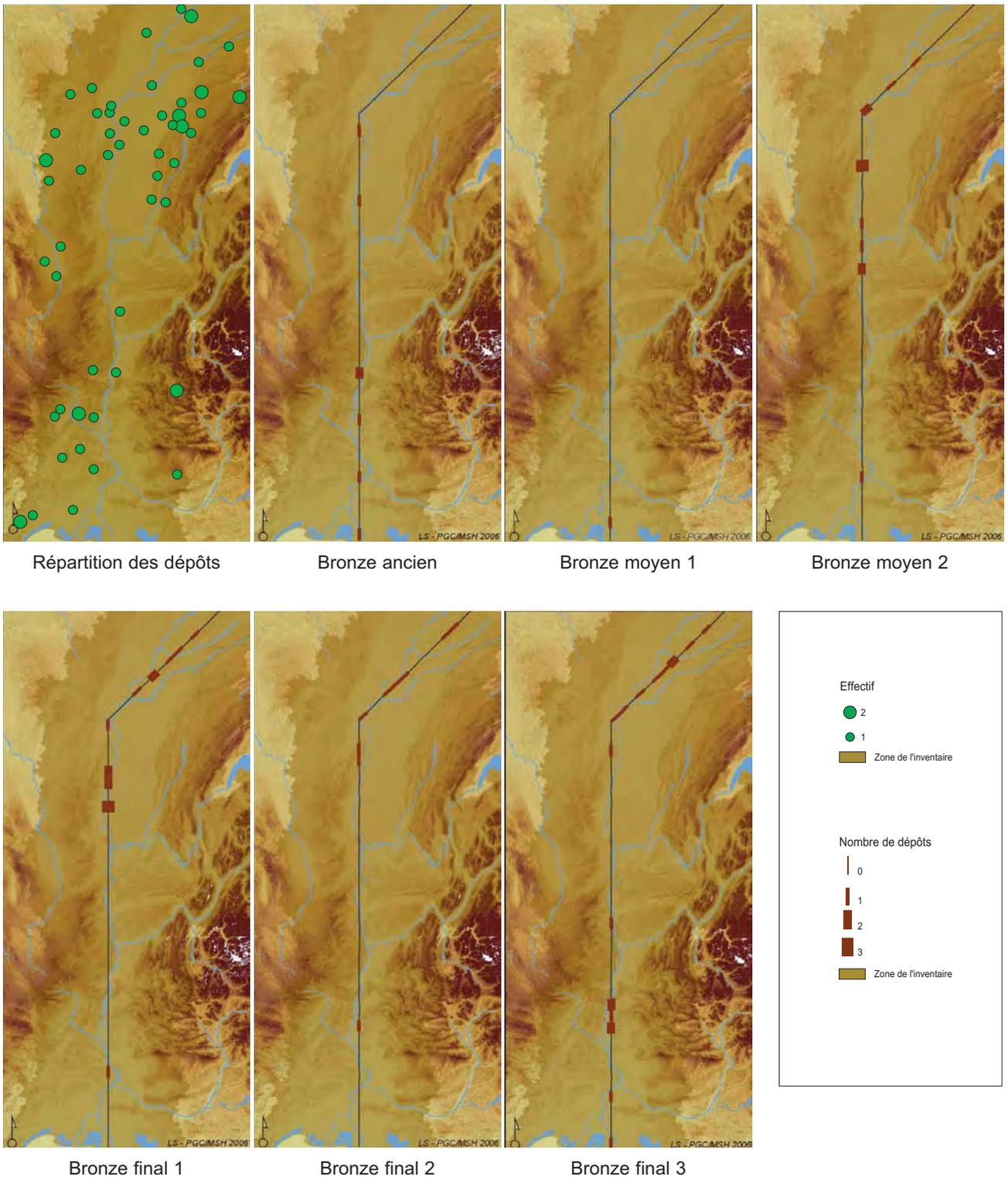
La zone nord : une région dépendante et consommatrice vis à vis du métal. Pour la première moitié du temps considéré (Chalcolithique - Bronze moyen 1), la région répond bien en effet au type de région dépendante, avec une circulation progressivement croissante du métal et une introduction de produits finis de provenance diverse. Le premier cuivre de la Bourgogne orientale et de Franche-Comté méridionale ressemble bien aux productions languedociennes, mais d'autres bronzes proviennent de l'Ouest comme des pays du Rhin supérieur et moyen. Au Bronze ancien, nous sommes pleinement dans la sphère culturelle de la Culture du Rhône.

Au Bronze moyen 2 - Bronze final 1, il est significatif de constater la forte présence des haches (indice de circulation du métal) et des dépôts où ces dernières sont nombreuses. Si l'on suit l'hypothèse que la fréquence élevée des dépôts serait révélatrice d'un recyclage intense pour une activation de l'usage du bronze, ce fait irait de pair avec une quantité disponible limitée, voire insuffisante, de matériau primaire sous forme de lingots de cuivre. À l'opposé, on peut y voir aussi le souci de thésauriser et de stocker une part significative du métal pour en renforcer le prestige. Les deux indicateurs élevés semblent souligner une période d'usage actif du métal et donc de compétition sociale marquée, si l'on postule que le métal participe de manière essentielle à l'affirmation du pouvoir et de la richesse des élites.

Au Bronze final 2, les indicateurs sont en baisse, mais doit-on conclure, corrélativement, à une relative diminution du flux de métal en circulation ? Cette période montre une nette tendance à la production de biens élitaires avec des dépôts de prestige comme Blanot (Côte-d'Or) (Thevenot, 1991), Evans (Piningre *et al.*, 2000) ou des offrandes dans les rivières (épées de type Forel, Port-Nidau, Mâcon par exemple pour cette zone ; Brun, Mordant, 1988, cartes 29, 31). À l'échelle de l'Europe occidentale et moyenne, cette étape moyenne du Bronze final est généralement reconnue comme une période d'active compétition culturelle interrégionale. Ainsi, la baisse de fréquence des dépôts et leur changement de nature pourraient signifier aussi une moindre thésaurisation (accompagnée ou non d'un recyclage rapide sans latence) et une consommation « en flux tendu » plus soutenue, voire avec crise liée à une surconsommation de prestige ?

Au Bronze final 3, on retrouve une situation plus « équilibrée » avec une remontée des trois indicateurs : synonyme de reprise d'une circulation plus facile et d'une consommation soutenue en cette fin de l'âge du Bronze ?

La pratique du dépôt/abandon d'objets de métal (bronze surtout, mais aussi lingots de cuivre), dans les sépultures, les dépôts terrestres ou en milieu aquatique, répond à une exigence sociale large chez les peuples européens de l'âge du Bronze mais cette particularité culturelle varie dans le temps et l'espace. Assurément d'autres études montrent que les sociétés de l'âge du Bronze du Sud de la France « consomment socialement » le bronze de manière différente de celles du domaine nord-alpin ; dans le premier cas, les thésaurisations deviennent très rares au cours du Bronze final. Ainsi, dans les interprétations de cartes régionales ou européennes à petite échelle, il convient d'être bien attentif à ces possibles variations de comportements



5. Évolution de la circulation métallique au cours de l'âge du Bronze : les dépôts en fonction de leur effectif (tabl. 4). Il n'y a pas de dépôts au Chalcolithique.

culturels afin d'éviter les explications simplistes et de mettre en relation les baisses d'occurrence avec un immédiat déclin socio-économique des populations. Ces documents cartographiques peuvent avec les bases de données qui les sous-tendent constituer des « éléments de preuve » de telles fluctuations culturelles, sociales au sein des sociétés et nous permettre de visualiser ces fluctuations majeures d'objets de métal en circulation/thésaurisation.

En archéologie, l'analyse des phénomènes spatiaux est tributaire de l'hétérogénéité et de l'aspect lacunaire des sources, la localisation est parfois estimée, souvent imprécise. C'est

pourquoi, très fréquemment, une partie de l'information archéologique pour les analyses spatiales ne peut être mobilisée (Nuninger, 2002). Le développement de ce modèle d'analyse et de ce type de représentation cartographique semble un moyen d'étudier et de comparer dans l'espace et dans le temps des phénomènes archéologiques sans être d'emblée trop pénalisé par les contraintes inhérentes aux sources archéologiques. L'usage du transect a montré toute son efficacité démonstrative en écologie dans la comparaison des milieux et de leurs dynamiques de peuplement ; il est possible de penser qu'un tel outil puisse fournir de nouveaux indicateurs des répartitions, des mouvements et des échanges de produits manufacturés ou plus largement des implantations humaines.

Notes

1. L'essentiel du travail de développement de cet outil a été réalisé au cours d'un stage de DSER Informatique au Pôle Géomatique de la MSH de Dijon, par Nathalie Poulet-Crovisier, sous la direction de J.-J. Chabrier, C. Mordant, L. Saligny, S. Vottier-Koscielinski.

2. Le [tableau 1](#) reprend les datations des différentes périodes chronologiques de l'âge du Bronze. Les datations de l'âge du Bronze en Europe moyenne reposent sur des datations absolues réalisées par la méthode du Carbone 14 et surtout grâce aux études dendrochronologiques des bois des habitats palafitiques des bords de lacs subalpins. Il s'agit de dates « historiques » calibrées.

3. La base de données a été réalisée rapidement à partir de la bibliographie, sans recherche de validation poussée, étape nécessaire qui devrait pouvoir être envisagée maintenant que l'outil apparaît opérationnel. Les trouvailles sont tirées principalement de : Bocquet, 1969 ; Chardenoux, 1979 ; Gagnière *et al.*, 1963 ; Gallay G., 1981 ;

Lagrand, 1968 ; Millotte, 1963 ; Oberkampff, 1997 ; Roudil, 1972. Les [tableaux 2, 3 et 4](#) synthétisent les données pour chacune des découvertes concernées et pour chaque période de l'âge du Bronze.

Âge du Bronze	Code	Datation (av. J.-C.)
Âge du Bronze Ancien	BA	2300 av. J.-C. - 1650 av. J.-C.
Âge du Bronze Moyen	BM	1650 av. J.-C. - 1350 av. J.-C.
Bronze Moyen 1	BM1	1650 av. J.-C. - 1450 av. J.-C.
Bronze Moyen 2	BM2	1450 av. J.-C. - 1350 av. J.-C.
Âge du Bronze Final	BF	1350 av. J.-C. - 800 av. J.-C.
Bronze Final 1	BF1	1350 av. J.-C. - 1150 av. J.-C.
Bronze Final 2	BF2	1150 av. J.-C. - 950 av. J.-C.
Bronze Final 3	BF3	950 av. J.-C. - 800 av. J.-C.

Bibliographie

- AMBERT P., dir. (1999). *Archéologie en Languedoc*. Actes du colloque « Mines et métallurgistes de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques », Cabrières 16-19 mai 1997. *Revue de la Fédération archéologique de l'Hérault*, n° 21.
- BOCQUET A. (1969). « L'Isère pré et protohistorique ». *Gallia Préhistoire*, t. 12, fasc. 1, p. 121-258 ; fasc. 2, p. 273-400.
- BRUN P. (1998). « Le complexe culturel atlantique : entre le cristal et la fumée ». In JORGE S., dir., *Existe uma Idade do Bronze Atlântico. Trabalhos de Arqueologia*, 10, p. 40-51.
- BRUN P., MORDANT C., dir. (1988). *Le Groupe Rhin-Suisse-France orientale et la notion de civilisation des Champs d'Urnes en France*. Nemours : APRAIF, « Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île-de-France », n° 1.
- CAUVIN C. (1997). « Au sujet des transformations cartographiques de position ». *Cybergéo*, 14/01/97 (<http://www.cybergeo.presse.fr>)
- CHARDENOUX M.B. (1979). « Les haches dans la France méridionale ». *Prähistorische Bronzefunde*, t. IX, fasc. 11.
- CHAUME B. (2001). *Vix et son territoire à l'Âge du Fer*. Montagnac : Éd. Monique Mergoïl, coll. « Protohistoire européenne », 6, viii-643 p.
- GAGNIÈRE S., GERMAND L., GRANIER J. (1963). *Les Armes et les outils protohistoriques en bronze du Musée Calvet d'Avignon*. Avignon : Musée Calvet, 65 p.

Tableau 2. Haches

	Effectif Haches	Masse / individu en g.	M. totale en kg	Nb de tronçons concernés sur un total de 56	Masse minimum en g	Masse maximum en g	Masse moyenne en g	Écart-type en g
Chalco. 2700-2300	25	200	5	14	200	1 200	357	263
BA 2300-1600	136	400	54,4	33	400	2 000	1 648	3 399
BM1 1600-1500	100	400	40	23	400	15 200	1 739	2 995
BM2 1500-1350	110	400	44	24	400	7 600	1 833	2 135
BF1 1350-1150	70	200	14	24	200	1 600	583	486
BF2 1150-950	17	200	3,4	8	200	1 000	425	290
BF3 950-800	147	200	29,4	33	200	3 600	891	881

Tableau 3. Poignards

	Effectif Poignards	Masse / individu en g.	M. totale en kg	Nombre de tronçons	Masse minimum en g	Masse maximum en g	Masse moyenne en g	Écart-type en g
Chalco. 2700-2300	28	25	0,7	14	25	175	50	42
BA 2300-1600	50	250	12,5	23	250	1 500	543	327
BM1 1600-1500	25	100	2,5	15	100	700	167	153
BM2 1500-1350	47	100	4,7	19	100	1 100	247	243
BF1 1350-1150	28	50	1,4	17	50	350	82	71
BF2 1150-950	8	50	0,4	1	400	400		
BF3 950-800	26	50	1,3	10	50	450	130	149

Tableau 4. Dépôts

	Effectif Dépôts	Nombre de tronçons	Effectif minimum	Effectif maximum	Effectif moyen	Écart-type
Chalco. 2700-2300						
BA 2300-1600	7	6	1	2	1,2	0,4
BM1 1600-1500	1	1	1	1		
BM2 1500-1350	12	8	1	3	1,5	0,7
BF1 1350-1150	15	10	1	3	1,5	0,7
BF2 1150-950	10	10	1	1		
BF3 950-800	18	15	1	2	1,2	0,4

GALLAY A. (1996). « Le concept de culture du Rhône: repères pour un historique ». In MORDANT C., GAIFFE O., dir., *Cultures et sociétés du Bronze ancien en Europe*, Actes du Colloque de Clermond-Ferrand, 1992. Paris: CTHS.

GALLAY G. (1981). *Die kupfer und alterbronzezeitlichen Dolche und Stabdolche in Frankreich*. Munich: Beck, coll. « Prähistorische Bronzefunde », t. VI, fasc. 5.

GAUTHIER E. (2005a). « L'évolution de la consommation du métal à l'Âge du Bronze, en France orientale et en Transdanubie ». *Histoire & Mesure*, vol. XIX, n° 3/4, p. 345-376.

GAUTHIER E. (2005b). *La Consommation du métal en France orientale et en Transdanubie du XVII^e au IX^e s. avant notre ère. Analyse spatiale et modélisation des systèmes socio-économiques à l'Âge du Bronze*. Dijon: Université de Bourgogne, thèse de doctorat.

LAGRAND C. (1968). *Recherches sur le Bronze final en Provence méridionale*. Aix-en-Provence: Université d'Aix, thèse inédite.

MILLOTTE J.-P. (1963). *Le Jura et les plaines de la Saône aux Âges des Métaux*. Paris: Les Belles Lettres, coll. « Annales littéraires de l'Université de Besançon ».

MORDANT C. (2001). « À propos des recherches sur l'Âge du Bronze en France orientale et occidentale (1996-2000) ». *Documents d'Archéologie méridionale*, t. 24, p. 267-272.

- MORDANT C. (2003). « Les dépôts d'objets métalliques de l'Âge du Bronze et de l'Âge du Fer: l'Est de la France. Nouvelles approches et méthodes d'études ». *Documents d'Archéologie Méridionale*, t. 26, p. 371-376.
- MORDANT C., coll. GABILLOT M., KROLIKOWSKI F., SALIGNY L. (2004). « Approche de la notion de flux de métal et de recyclage au sein des sociétés européennes de l'Âge du Bronze ». In LEHÖREFF A., dir., *L'Artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale*. Actes du colloque de Ravello, 2000. Rome: École française de Rome, coll. de l'École française de Rome, 332, p. 263-285.
- MORDANT C., GOUGE P. (1992). « L'occupation du sol à l'Âge du Bronze dans les vallées de l'Yonne et de la Haute-Seine ». In MORDANT C., RICHARD A., dir., *L'Habitat et l'occupation du sol à l'Âge du Bronze en Europe*. Actes du colloque international de Lons-le-Saunier, 1990. Paris: CTHS, p. 133-164.
- NEEDHAM S.P. (1998). « Modelling the flow of metal in the Bronze Age ». In MORDANT C., PERNOT M., RYCHNER V., dir., *L'Atelier du bronzier en Europe du xx^e au viii^e avant notre ère*. T. 3, *Production, circulation et consommation du bronze*. Actes du colloque international Bronze'96, Neuchâtel-Dijon. Paris: CTHS, p. 285-307.
- NICOLARDOT J.-P., VERGER S. (1998). « Le dépôt des Granges-sous-Grignon (Commune de Grignon, Côte-d'Or) ». In MORDANT C., PERNOT M., RYCHNER V., dir., *L'Atelier du bronzier en Europe du xx^e au viii^e avant notre ère*. T. 3, *Production, circulation et consommation du bronze*. Actes du colloque international Bronze'96, Neuchâtel-Dijon. Paris: CTHS, t. 3, p. 9-32.
- NUNINGER L. (2002). *Peuplement et territoires protohistoriques du VIII^e au I^{er} siècle avant J.-C. en Languedoc oriental (Gard-Hérault)*. Besançon: Université de Franche-Comté, thèse de doctorat.
- OBERKAMPF M. (1997). *Âge du Bronze de Haute-Savoie - En dehors des stations littorales*. Annecy: Éd. Musée-château d'Annecy.
- PININGRE J.-F., MOSCA P., BONVALOT N. (1999). « Une découverte exceptionnelle dans la vallée du Doubs: le dépôt de vaisselle en bronze de l'Âge du Bronze final d'Evans (Jura): présentation préliminaire ». *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 96, n° 2, p. 241-247.
- ROUDIL J.-L. (1972). *L'Âge du Bronze en Languedoc oriental*. Paris: Klincksieck, coll. « Mémoires de la Société préhistorique française », n° 10.
- SALIGNY L., POULET-CROVISIER N., MORDANT C. (2005). « Les anamorphoses linéaires: une nouvelle approche pour l'analyse des flux de circulation des objets métalliques à l'Âge du Bronze ». In *Temps et espaces de l'Homme en société: analyses et modèles spatiaux en archéologie*. Actes du colloque d'Antibes, 2004. Juan-les-Pins, p. 151-161.
- THEVENOT J.-P., dir. (1991). *L'Âge du Bronze en Bourgogne. Le dépôt de Blanot (Côte-d'Or)*, Dijon: *Revue archéologique de l'Est*, supplément n° 11.
- VITAL J. (1999). « Identification du Bronze moyen-récent en Provence et en Méditerranée nord-occidentale ». *Documents d'Archéologie méridionale*, 22, p. 7-115.

Adresse des auteurs

Claude Mordant, UMR 5594 Archéologie, Cultures et Sociétés, Université de Bourgogne, Bâtiment Sciences Gabriel, 6 Bd Gabriel, 21 000 Dijon. Courriel: claudemordant@u-bourgogne.fr

Laure Saligny, Pôle Géomatique et Cartographie, Maison des Sciences de l'Homme, UMS 2739 Dijon, Université de Bourgogne, Bâtiment Sciences Gabriel, 6 Bd Gabriel, 21 000 Dijon. Courriel: laure.saligny@u-bourgogne.fr

Nathalie Poulet-Crovisier, Centre de données, Institut Pierre Simon Laplace, 4 place Jussieu, 75005 Paris. Courriel: Nathalie.Poulet@ipsl.jussieu.fr