

Les grelots mésoaméricains : sons et couleurs du pouvoir?

par Pablo Saindon

Département d'anthropologie de la Faculté des arts et des sciences de l'Université de
Montréal

Mémoire présenté à la Faculté des arts et des sciences en vue de
l'obtention du grade de maîtrise en anthropologie

Avril 2013
© Pablo Saindon 2013

Résumé

Ce mémoire prend la forme d'une réflexion critique sur le modèle proposé par Hosler afin d'expliquer les taux quantifiés d'étain et d'arsénique dans des objets de statut métalliques Mésoaméricains provenant principalement de l'Occident mésoaméricain et couvrant les deux phases de développement de la métallurgie mésoaméricaine. Ces objets font partie de la collection du Museo Regional de Guadalajara. Plus particulièrement, ce mémoire s'intéresse aux grelots mésoaméricains puisqu'ils représentent un élément important de la métallurgie préhispanique en Mésoamérique. Cette réflexion critique soulève plusieurs considérations techniques, méthodologiques, étymologiques, iconographiques, ethnohistoriques et logiques du modèle de Hosler relativement à la couleur des alliages constituant les grelots mésoaméricains. Les paramètres sur lesquels Hosler base son modèle sont questionnables à plusieurs niveaux. Ainsi, le fait que les niveaux d'arsenic ou d'étain observés dans les alliages cupriques de biens utilitaires sont généralement inférieurs à ceux quantifiés dans les alliages cupriques usités pour la fabrication de biens de statut de la Période 2 pourrait s'expliquer par le fait qu'il s'agit de deux méthodes de fabrication distinctes ayant des contraintes techniques différentes ou que ces artefacts ont des paramètres et des fonctions distinctes. Les limites de l'association soleil-or, lune-argent y sont également exposées et un chapitre est consacré à la sonorité.

Mots clefs : Mésoamérique, métallurgie, grelot, Hosler, couleur, son, alliages.

Abstract

This thesis takes the form of a critical reflection on the model proposed by Hosler to explain the levels of tin and arsenic in metallic Mesoamerican status objects coming mainly from the western part of Mesoamerica and covering both phases of the development of Mesoamerican metallurgy. These objects are part of the collection of Museo Regional de Guadalajara. In particular, this thesis focuses on Mesoamerican bells since they represent an important element of the development of pre-Hispanic metallurgy. This critical reflection raises several technical, methodological, etymological iconographic, ethnohistorical and logical concerns regarding Hosler's model relating to the colour of the alloys making up Mesoamerican bells. The desire to obtain certain colours can not be proven based solely on the results of composition analysis. Furthermore, the parameters on which Hosler bases her model are questionable on several levels. For example, the fact that the levels of arsenic or tin observed in copper based alloys used for the fabrication of utilitarian goods are generally lower than those measured in copper alloys used for status goods from Period 2 could be explained by the differing technical constraints of two distinct fabrication methods or by the contrasting parameters and functions of the two types of artifact. The limits of the association between sun-gold and moon-silver are also exposed. A chapter is also dedicated to the sonority of the bells.

Keywords: Mesoamerica, metallurgy, bell, Hosler, colour, sound, alloys.

Membres du jury :

Adrian L. Burke (président)

Louise I. Paradis (directrice)

Claude Chapdelaine

Plan du mémoire :

Introduction.....	p.1
1. Problématique.....	p.8
2. Les grelots mésoaméricains, terminologie et méthode de fabrication.....	p.18
3. Évaluation critique du modèle des couleurs de Hosler.....	p.28
3.1. Sur l'existence de deux groupes d'alliages pouvant être associés aux couleurs dorée et argentée.....	p. 35
3.1.2. Le modèle de Hosler; un modèle dichotomique?.....	p.40
3.1.3. Discussion.....	p.45
3.2. La Période 2; entre continuité et renouveau.....	p.45
3.2.1. Considérations relatives à la porosité.....	p.46
3.2.2. Autres considérations.....	p.49
3.2.3. Discussion.....	p.62
3.3. Les alliages; considérations techniques.....	p.64
3.3.1. Le cuivre.....	p.74
3.3.2. L'arsenic.....	p.83
3.3.3. Étain.....	p.85
3.3.4. Plomb.....	p.87
3.3.5. Argent.....	p.89
3.3.6. Or.....	p.92
3.3.7. Discussion.....	p.98

4. Associations des métaux précieux avec les astres.....	p.101
5. Les sons du pouvoir?.....	p.112
6. Discussion et conclusion.....	p.118
Bibliographie.....	p.124
Annexe 1- Typologie de Hosler.....	p.xv
Annexe 2- Résultats d'analyses d'artéfacts cupriques mésoaméricains du MRG.....	p.xvii
Annexe 3- Information fournie par Hosler sur son échantillonnage par type.....	p.xxviii

Liste des figures :

Figure 1- Exemple de grelots mal préservés.....	p.3
Figure 2- Terminologie des parties du grelot.....	p.20
Figure 3- Scène du codex Florentino.....	p.23
Figure 4- Vestige du tube d'alimentation.....	p.25
Figure 5- Scène du codex Florentino.....	p.25
Figure 6- Figurine d'Atetelco.....	p.33
Figure 7- Histogrammes des concentrations d'arsenic et d'étain dans les grelots du MRG.....	p.36
Figure 8- Pendentif aztèque en or de la tombe d'Ahuizotl.....	p.51
Figure 9- Grelot représentant un guerrier-aigle aztèque.....	p.51
Figure 10- Grelot représentant Xolotl.....	p.52
Figure 11- Danseurs traditionnels mexicains.....	p.59
Figure 12- Image provenant du codex Vaticano B.....	p.60
Figure 13- Image du codex Mendoza.....	p.66
Figure 14- Image de la Relación de Michoacán.....	p.66
Figure 15- Diagramme relatif aux <i>liquidi</i> et aux <i>solidi</i> de l'alliage cuivre-or.....	p.69
Figure 16- Grelots du MRM.....	p.80
Figure 17- Dieu de la mort maya tel qu'illustré dans le codex Madrid.....	p.82
Figure 18- Diagramme de phases Cu-As.....	p.84

Figure 19- Diagramme de phases du bronze.....	p.86
Figure 20- Diagramme de phases Cu-Pb.....	p.88
Figure 21- Diagramme de phases Cu-Ag.....	p.90
Figure 22- Bâton d'or.....	p.95
Figure 23- Montagne d'or.....	p.95
Figure 24- Montagne d'or (cadrage différent).....	p.96
Figure 25- Les titres du Seigneur 9 vent.....	p.96
Figure 26- Le Seigneur Xolotl d'Or et le Seigneur Xolotl de Jade.....	p.97
Figure 27- Éloge de la patrie mixtèque.....	p.97
Figure 28- Coyolxauhqui.....	p.105
Figure 29- Détail de l'ornement de joue de Coyolxauhqui.....	p.105
Figure 30- Tlazolteotl.....	p.106
Figure 31- La lune en compagnie de Tlazolteotl.....	p.107
Figure 32- Les disques bimétalliques de la Tombe 7 de Monte Alban.....	p.108
Figure 33- Ornement nasal composite (<i>teocuitlayacapalotl</i>).....	p.108
Figure 34- Pendentif du Museo del Estado de Morelia.....	p.114
Figure 35- Pendentif à grelot du MRM.....	p.114
Figure 36- Dieu de la pluie tarasque.....	p.115
Figure 37- Collier.....	p.116
Figure 38- Bracelet.....	p.117

Liste des cartes :

Carte 1- Limites de la Mésoamérique selon P. Kirchhoff.....	p.1
Carte 2- «La Zone Métallurgique».....	p.8
Carte 3- Carte des ressources minérales de l'Occident.....	p.57

Liste des tableaux :

Tableau 1- Teneur de la collection d'objets métalliques du MRG.....	p.15
Tableau 2- Teneur de l'échantillon retenu par cette dernière aux fins d'analyses.....	p.16
Tableau 3- Nature et importance relative des méthodes d'analyses utilisées pour étudier l'échantillon retenu par Hosler.....	p.17
Tableau 4- Tableau (Hosler 1994a: 49).....	p.58
Tableau 5- Tableau (Hosler 1994a: 47).....	p.58
Tableau 6- <i>Liquidi et solidi</i> de l'alliage cuivre-or.....	p.70
Tableau 7- Dureté et liquidi certains métaux et alliages.....	p.93

Remerciements

Ce travail n'aurait pas pu être réalisé sans l'aide précieuse de plusieurs personnes qu'il convient ici de remercier.

Tout d'abord, je tiens à souligner l'appui de ma directrice, la docteure Louise Paradis, qui mérite toute mon admiration et ma gratitude pour avoir orchestré ce projet, usant de ses contacts pour rendre possible mon séjour de recherche au Mexique. Je pense ici à la docteure Dominique Rabi qui s'est montrée particulièrement disponible, efficace et altruiste. La docteure Louise Paradis n'est pas seulement une chercheuse notoire et émérite, mais également une professeure dévouée et disponible qui, grâce à ses nombreuses qualités tant humaines que professionnelles, a grandement contribué à l'accomplissement de mes projets.

En second lieu, j'aimerais remercier tout spécialement la docteure Blanca Maldonado que j'ai eu l'honneur d'avoir comme amie et mentor lors de mon séjour de recherche au Mexique qui est une personne et une chercheuse exceptionnelle.

Toute ma gratitude aussi aux membres de l'équipe du Colegio Michoacano qui ont contribué aimablement au succès de mon séjour de recherche en s'occupant, entre autres, de l'obtention des permis obligatoires pour la réalisation de ce projet et rédigé ma lettre d'invitation nécessaire pour l'obtention de ma bourse de mobilité. J'aimerais exprimer toute mon appréciation à Guadalupe qui a toujours été avenante et qui a assuré le lien entre moi et le Colegio Michoacano où elle travaille.

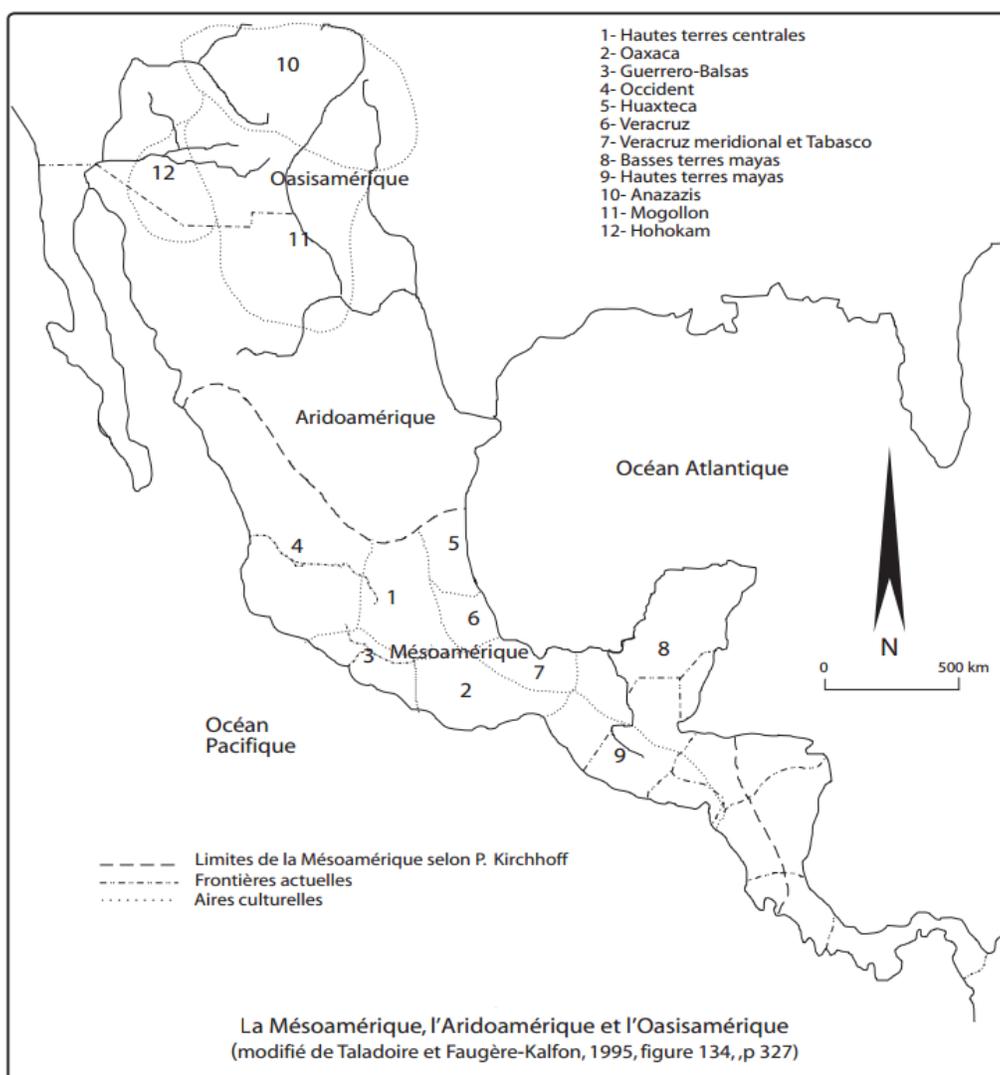
Mes égards aussi à l'équipe du Museo Regional Michoacano qui a accepté que j'examine leur collection de grelots.

Merci également à toute autre personne ayant, à un moment donné ou à un autre, contribué de quelque manière que ce soit à la réalisation de ce projet.

Introduction

La Mésoamérique peut être définie et circonscrite de différentes façons. Kirchoff en propose des limites (fig. 1) de cette aire culturelle incluant diverses ethnies partageant des traits communs. Darras, pour sa part, conçoit la Mésoamérique de la façon suivante :

«Cet espace doit être perçu comme un lieu fluctuant d'interactions multiples, un tissu hiérarchisé de relations sociales, économiques et idéologiques englobant des entités diverses qui contribuaient à un même processus culturel tout en gardant leurs particularismes. » (Darras 2000)



Carte 1- Limites de la Mésoamérique selon P. Kirchoff. Carte tirée du site internet : http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/35/63/83/PDF/article_HISTGEO.pdf

Les grelots revêtent un intérêt particulier pour l'étude de la métallurgie en Mésoamérique. Effectivement, ils constituent la majeure partie des collections d'objets métalliques mésoaméricains précolombiens. D'ailleurs, le terme désignant les grelots et le métal les constituant est le même dans plusieurs langues mésoaméricaines (Hosler 1995 : 113). Cette prédilection pour les grelots qui perdura tout au long des deux phases de développement de la métallurgie mésoaméricaine (Hosler 1994a), ainsi que leur diffusion s'expliqueraient vraisemblablement par le fait qu'outre la brillance et la couleur des objets métalliques, c'est leur sonorité qui les rendit si précieux auprès des Mésoaméricains. Les outils métalliques sont rares dans cette aire culturelle puisque cette matière première était, pour ainsi dire, réservée à la fabrication d'objets religieux ou de statut.

Le projet initial de ce mémoire sur les grelots en Mésoamérique visait, entre autres, à comparer la collection de grelots du Museo Regional Michoacano (MRM) avec d'autres collections de grelots mésoaméricains et tout particulièrement avec l'imposante collection du MRG (Museo Regional de Guadalajara) étudiée par Dorothy Hosler. L'étude de cette collection par Hosler lui permit de proposer une typologie (voir annexe 1). En comparant la collection du Museo Regional Michoacano aux études d'autres collections similaires, j'espérais alors dégager certains éléments nouveaux permettant de raffiner les descriptions stylistiques et typologiques et, éventuellement, avancer des hypothèses sur la distribution spatio-temporelle et l'utilisation de ces artefacts.

À cette étape du projet, il était impossible de connaître l'ampleur de la collection de grelots du MRM. Il s'agit en fait d'une collection modeste que trente fiches descriptives numérisées de l'INAH présentent succinctement et dont le niveau de conservation varie énormément. Plusieurs de ces grelots ne proviennent pas de fouilles archéologiques. Aussi, la provenance de plusieurs reste incertaine, voire totalement inconnue.



Figure 1- Exemple de grelots mal préservés (photo de l’auteur autorisée par l’INAH, Museo Regional Michoacano)

Faute de contexte archéologique et vu les considérations sus-mentionnées, l’étude de cette collection se révéla intéressante, mais sans plus. Heureusement, le découragement laissa vite place à l’enthousiasme lorsque je réalisai que plusieurs considérations sur lesquelles se fonde le modèle proposé par Hosler sont discutables et qu’il y avait là matière à écrire un mémoire. Certaines photographies prises lors de mon séjour de recherche serviront à illustrer mes propos à l’occasion.

La problématique de base de ce mémoire est donc d’évaluer certaines des hypothèses auxquelles est arrivée Hosler dans ses études sur la métallurgie mésoaméricaine et plus particulièrement sur les grelots.

Ce travail se veut une réflexion critique du modèle de Hosler afin d’expliquer les taux quantifiés d’étain et d’arsénique dans des objets de statut métalliques mésoaméricains provenant principalement de l’Occident mésoaméricain et couvrant les deux phases de développement de la métallurgie mésoaméricaine. Ces objets font partie de la collection du Museo Regional de Guadalajara. Selon ce modèle, les métallurgistes mésoaméricains en vinrent à utiliser des alliages cupriques à haute teneur en arsenic ou en étain dans le but délibéré d’obtenir des teintes rappelant respectivement celles de l’argent (Hosler 1986 :447) et de l’or (Hosler 1986 : 448).

Le modèle proposé par Hosler fut généralement bien accueilli par les chercheurs s'intéressant à la métallurgie mésoaméricaine. D'ailleurs, le lecteur désirant en apprendre davantage sur la métallurgie mésoaméricaine et son avènement peut lire Hosler 1994 puisque la chercheuse y expose l'essentiel de son travail. Nonobstant le fait que nous puissions ou non être d'accord avec les conclusions de Hosler, reconnaissons que ses travaux sont principalement intéressants à considérer puisqu'ils :

- dressent un bon tour d'horizon de ce qui avait déjà été dit à ce sujet;
- produisent des résultats d'analyses métallographiques et chimiques d'artéfacts cupriques mésoaméricains (voir annexe 2);
- présentent deux périodes de développement de la métallurgie mésoaméricaine;
- proposent une réutilisation du concept des couleurs (association or/soleil et argent/lune) déjà énoncé pour l'Amérique du Sud dans le but d'expliquer les résultats de ses analyses d'artéfacts cupriques mésoaméricains¹;
- suggèrent une typologie (voir annexe 1).

Les travaux de Hosler ont principalement le mérite d'avoir alimenté les discussions relativement à la métallurgie mésoaméricaine qui, malgré ce fait, demeure encore aujourd'hui bien peu connue.

Dans le cadre du présent mémoire, les fondements du modèle de Hosler relativement à la couleur des alliages seront évalués et confrontés à d'autres sources. Voici quelques exemples d'aspects sur lesquels il s'attardera particulièrement :

- Hosler prétend que le fait que les taux d'arsenic et d'étain observés dans des objets dits élitiques soient supérieurs, selon ses analyses, à ceux détectés dans des biens utilitaires prouverait que des considérations idéologiques (ici l'obtention de

¹ À ce niveau, mais aussi, entre autres, parce qu'elle suggère un modèle panmésoaméricain, ce modèle peut être qualifié de diffusionniste.

- teintes dorées ou argentées). Ce travail se propose de faire la lumière sur cette hypothèse et d'en démontrer les limites;
- Nous considérerons également la réutilisation par Hosler de l'association lune-argent et soleil-or déjà énoncée (voir par exemple Lechtman; 1977: 9; 1984: 14) pour l'Amérique du Sud dans le but d'expliquer les résultats de ses analyses d'artéfacts mésoaméricains et sur laquelle repose partiellement son modèle;
 - Hosler affirme que la qualité sonore des métaux constitua un point d'intérêt tel pour les Mésoaméricains que cet aspect aurait modelé la métallurgie en Mésoamérique. Le fait que les grelots constituent la majeure partie des objets métalliques en Mésoamérique corroborerait cette affirmation selon elle (Hosler 2009: 195-196). Nous tenterons de voir si d'autres considérations pourraient expliquer ce fait.

Parmi les sources qui serviront à évaluer et confronter le modèle de Hosler, le travail de Schulze (2008) occupera une place importante puisque ce dernier est probablement le chercheur ayant présenté la contre-argumentation la plus structurée et étayée au dit modèle dans sa thèse doctorale déposée à l'UNAM en 2008 qui porte sur les grelots du Templo Mayor et qui lui valu le prix de la meilleure thèse. Le travail de Schulze soulève un nombre impressionnant de considérations, surtout techniques, qui lui permettent de suggérer que les fondements du modèle de Hosler sont discutables.

Donc, dans la mesure où le présent mémoire se propose de reconsidérer certains aspects du modèle proposé par Hosler, le travail de Schulze devient un incontournable qui, par la force des choses, est appelé à être considéré, critiqué et réévalué au même titre que celui de Hosler auquel il s'oppose à plusieurs niveaux. La critique de ces sources fait donc partie intégrante de ce mémoire et conséquemment elle se fera tout au long du travail plutôt que dans une section réservée à l'évaluation des sources. Seront également considérées d'autres sources autant modernes qu'anciennes (des sources ethnohistoriques du XVI siècle et des artéfacts préhispaniques) pour tenter de se forger une opinion éclairée sur le modèle de Hosler. Différents aspects de la question seront ainsi traités en

expliquant les différentes positions ou et en exposant les diverses informations recueillies puis en procédant à une comparaison critique pour tenter d'en arriver à des conclusions partielles dont la somme servira de base logique à la discussion finale.

Le but de ce travail n'est aucunement d'invalider le modèle proposé par Hosler, mais plutôt de l'évaluer d'une manière critique.

Cet exercice soulèvera plusieurs considérations techniques, méthodologiques, étymologiques, iconographiques, ethnohistoriques et logiques qui conforteront ou ébranleront ledit modèle. À la base, je pourrais émettre comme hypothèse de recherche que, bien que les considérations idéologiques servant de base logique à l'argumentation de Hosler soient certainement avérées, les arguments techniques (voire ses résultats d'analyses) méritent d'être reconsidérés. Je pense que ce travail ne permettra pas d'invalider ou de conforter le modèle de Hosler, mais en démontrera plutôt les limites de l'argumentaire. Il me semble effectivement restrictif de baser un modèle sur de simples considérations idéologiques et je reste confiant d'être en mesure de démontrer que d'autres considérations peuvent également expliquer certaines compositions et ainsi démontrer que la question est loin d'être réglée.

Plus spécifiquement, le présent mémoire propose au lecteur un chapitre qui porte sur la problématique où la métallurgie mésoaméricaine est introduite et où le modèle des couleurs de Hosler est résumé et expliqué. Dans le deuxième chapitre, la terminologie technique relative aux grelots et à la métallurgie sera présentée et la méthode de fabrication dite de la cire perdue sera expliquée en se basant sur un passage de Sahagún. Le troisième chapitre quant à lui est réservé à la contre argumentation. Ce sera là l'opportunité de démontrer que le modèle de Hosler n'est pas le seul à proposer des explications aux concentrations d'éléments observées par cette chercheuse et qu'en outre, il existe des raisons de questionner les résultats d'analyses. Nous y évaluerons également le bien-fondé de certains contre arguments de Schulze et présenterons quelques éléments de réflexion. Je tenterai aussi d'établir si des considérations techniques pourraient également permettre d'expliquer d'une autre manière certaines concentrations

particulières. Nous y considérerons les divers éléments susceptibles de composer les grelots mésoaméricains, soit : le cuivre, l'arsenic, l'étain, le plomb, l'argent et l'or. S'ensuivra le quatrième chapitre qui s'attardera aux associations métaux/astres en Mésoamérique. Selon Hosler, le fait que les grelots constituent la majeure partie des objets métalliques en Mésoamérique démontrerait que la qualité sonore des métaux constitua un point d'intérêt tel pour les Mésoaméricains que cet aspect aurait modelé la métallurgie en Mésoamérique. Le cinquième chapitre démontrera les limites de cette argumentation. Le tout se terminera par une discussion finale.

1. Problématique

Dans le cadre de ce travail, le terme métallurgie implique la transformation du métal dans le but de lui donner forme. Dans le cas qui nous occupe, la seule méthode qui fut utilisée pour fabriquer les grelots est celle de la cire perdue : tous les grelots mésoaméricains connus étaient coulés en un seul bloc grâce à cette méthode, même les grelots dont les motifs décoratifs laissent croire à l'utilisation d'appliqués (Hosler 1994a: 53-54). En Mésoamérique, la métallurgie s'est développée vers 650 de l'aire commune dans une zone riche en minéraux que Dorothy Hosler a renommé «*the West Mexican metalworking zone*» et qui correspond grosso modo à une zone comprenant les actuels états de Michoacan, Jalisco, Colima, Nayarit and Guerrero (Hosler 2009: 193). Dans le cadre de ce travail, l'expression «Zone Métallurgique» servira à désigner cette zone située dans l'Occident réputée être le berceau de la métallurgie mésoaméricaine (voir carte 2).



Carte 2- «La Zone Métallurgique », tirée de Hosler 1995: 101.

Le fait que cette technologie s'y développa plus tard qu'en Amérique du Sud et qu'au Panama et qu'elle présente des similitudes avec ces traditions métallurgiques pousse la plupart des spécialistes en la matière à considérer sérieusement l'hypothèse selon laquelle elle aurait possiblement été introduite par des contacts maritimes en provenance de la Colombie et de l'Équateur (Arsandaux et Rivet: 1921; Meighan: 1969 ; Mountjoy: 1969, Pendergast: 1962 ; Rivet: 1923; Willey: 1966 ; Marcos: 1978, Maldonado: 2006 ; Hosler: 1986, 1988a et b, 1994a, 1996, 2010).

Comme George Kubler (1981: 11) le fait remarquer, le terme «période» revêt plusieurs sens. Pour sa part, Hosler l'utilise comme un synonyme de «phase de développement». Cette chercheuse distingue deux phases de développement de la métallurgie en Mésoamérique qu'elle nomme Période 1 et Période 2. Ces étapes de développement ont une durée inégale. De fait, la Période 1 de Dorothy Hosler débute vers 650 de l'ère commune et se termine vers 1150 (Hosler 2010: 249)². Cette période dure donc 500 ans, et est donc plus longue que la Période 2 qui, elle, s'étend de 1150 de l'ère commune jusqu'à la conquête.

La Période 1 se caractérise essentiellement par l'utilisation presque exclusive de cuivre natif et d'oxydes de cuivre dont la fonte était relativement aisée (Hosler 1994a). Bref, la Période 1 se caractérise par l'utilisation du cuivre dont le niveau de pureté variait. Dès la Période 1, on constate que la méthode de la cire perdue est utilisée en Occident. Selon le modèle de Hosler, les métallurgistes de la Période 1 auraient été particulièrement intéressés par les propriétés auditives du métal. Selon elle, le fait que les grelots de cuivre constituent la majeure partie des collections d'objets métalliques démontre l'intérêt particulier des Mésoaméricains de cette période pour les qualités sonores du métal (Hosler 1994a: 45, 58).

² Date révisée dans cette parution.

Pour sa part, la Période 2 se caractériserait principalement par l'utilisation accrue d'alliages très communs dans l'aire andine centrale. Ces alliages permirent la fabrication d'objets beaucoup plus fins (par exemple les grelots à paroi fine étriquée) et, selon Hosler, l'obtention de teintes dorées ou argentées associées respectivement à la lune et au soleil (voir par exemple, Hosler 1986: 447; 1994a; 1995: 100 et 2009: 197). De plus, les alliages de la Période 2 permirent d'obtenir de nouvelles tonalités par l'obtention de grelots de formes et de grandeurs diverses.» (Hosler 1994a: 45). Bref, durant la Période 2, l'usage d'alliages se généralise et le pourcentage des minéraux ajoutés au cuivre pour obtenir ces alliages augmente significativement. Les alliages réalisés lors de la Période 2 ne peuvent qu'être l'expression de l'intention d'obtenir certaines caractéristiques par l'addition délibérée de certains éléments spécifiques dont les caractéristiques tant physiques que chimiques étaient connues (Torres Montes & Franco Velázquez 1996: 105) (sauf bien entendu dans les cas où le métal provenait de la refonte d'objets recyclés puisqu'il devenait pour ainsi dire impossible de contrôler les niveaux des divers éléments) puisque la teneur de ces éléments dépasse de loin les niveaux rencontrés sous forme de traces dans les divers gisements de cuivre. C'est donc ainsi que se caractérise la Période 2 de Hosler et qu'elle se distingue de la Période 1. Selon le modèle de Hosler, les métallurgistes de la Période 2 auraient mis l'accent sur la couleur des alliages (Hosler 1994a: 45). Hosler soutient que la teneur de certains minéraux contenus dans certains alliages de cette période dépassait significativement les besoins purement mécaniques et que les métallurgistes mésoaméricains le savaient parfaitement puisqu'ils n'y avaient recours que lorsque l'obtention de teintes particulières était recherchée dans les objets dits élitiques.

Selon Hosler, le nouvel intérêt qu'auraient porté les Mésoaméricains de la Période 2 aux teintes dorées et argentées n'éclipsa jamais l'intérêt qu'ils manifestèrent pour la sonorité du métal comme le démontrerait selon elle la quantité impressionnante de grelots de cette période. Par contre, il semble probable que les grelots en vinrent à être considérés comme des symboles de statut. De fait, leur sonorité semble parfois avoir été reléguée au deuxième rang (pensons par exemple aux ornements de joue de

Coyolxauhqui qui sont parfois représentés d'une manière telle qu'on ne peut concevoir qu'ils auraient pu émettre quelque tintement que ce soit, ce qui en pousse même certains, dans ce cas précis, à les percevoir comme des glyphes servant à identifier la déesse.

Hosler postule que l'utilisation d'alliages volontaires (marquant en principe le début de la Période 2) marquerait un changement qui aurait été, du moins partiellement, acquis du savoir-faire andin (Hosler 1994a: 51). Elle admet cependant l'utilisation, quoique rare, de l'argent, de l'or et de l'alliage cuivre-argent (Hosler 1994a:52) et parle de la possible utilisation d'alliage cuivre-arsenic de faible concentration dès la Période 1 (Hosler 1994a: 51 et 1995: 102). Elle propose que, durant la Période 1, la technique de la cire-perdue et certains types de grelots originaires, selon elle, de l'Amérique Centrale méridionale et de Colombie furent introduits en Mésoamérique. Elle propose aussi que, durant la même période, le travail à froid (incluant par exemple les aiguilles et les pinces à épiler) originaires, selon elle, du sud de l'Équateur et du nord du Pérou, fut également introduit en Mésoamérique. Cependant, elle avance que, durant la Période 1, les métallurgistes mésoaméricains de l'Occident utilisèrent principalement le cuivre non-allié (Hosler 1995: 102) sans expliquer clairement pourquoi les alliages n'auraient pas été introduits en Mésoamérique en même temps que les techniques du travail à froid. Hosler infère cette présumée introduction comme suit:

«The late appearance of metallurgy in West Mexico suggests that it was introduced from outside. [argument faible lorsque considéré individuellement] Also, some metal artifacts from Andean South America and lower Central America and Colombia are identical in formal design to later West Mexican types. Such design similarities can signal historical connections, but they represent only one measure of them. To thoroughly explore this issue we need to investigate all aspects of the technology: the kinds of objects made and their design characteristics, the manufacturing techniques, the metals and alloys used to make them, and, where possible, their meaning in specific social contexts. This evidence, taken as a whole, unambiguously indicates that Period 1 West Mexican metallurgy is so similar to that of certain south and Central American metalworking zones that some elements of West Mexican metallurgy clearly were introduced from those areas. The metallurgy of two regions played primary roles: lower Central America and Colombia, and the southern part of the modern nation of Ecuador. »(Hosler 1994a: 87) Le lecteur désireux d'en apprendre davantage sur les arguments avancés par Hosler à ce sujet est invité à lire le chapitre 4 de Hosler (1994a).

Il importe néanmoins de spécifier qu'il ne s'agit pas là d'un fait établi, mais plutôt d'un modèle discutable bien que généralement accepté.

Comme je viens de le mentionner, Hosler pense que des considérations idéologiques expliqueraient l'utilisation de la majorité des alliages de haute concentration de la Période 2 (ici l'obtention de teintes particulières et l'obtention de grelots plus grands et aux parois plus fines réputés accroître la gamme sonore). Elle base son argumentation sur le fait que les niveaux d'arsenic ou d'étain observés dans les alliages cupriques de biens utilitaires sont généralement inférieurs à ceux quantifiés dans les alliages cupriques de biens de statut de la Période 2 (Hosler 1995: 100-101). La chercheuse en vient donc à la conclusion suivante: « Although the mechanical properties of these alloys were required by the design characteristics of the objects, their colors were a matter of choice, accomplished by adding the alloying element in high concentrations. » (Hosler 1995: 102). Ces concentrations, précise-t-elle, surpassent des considérations purement techniques.

« The focus on color, especially the colors of gold and silver, is apparent in bells and in other status items such as large ornamental tweezers, rings and ornamental shields fashioned from copper alloys by hot or cold work. When made from bronze, these artifacts contain the alloying element, tin or arsenic, in concentrations between 5 and 23 weight per cent, levels which laboratory studies (Hosler 1986) have shown are far higher than necessary solely to optimize artifact design and mechanical function. These levels of tin or arsenic dramatically alter the color of copper metal³, however, from red to increasingly golden or silvery hues. Artisans also used copper alloys, especially the bronzes, for utilitarian objects, such as axes, needles and awls. These contain tin and arsenic in concentrations between approximately 2 and 5 weight per cent. At these levels, alloy concentration is sufficient to confer the increased strength required to improve performance and design without appreciably affecting color. » (Hosler 1995: 100-101)

Retenons que, selon Hosler, des concentrations entre 5 et 23 % d'étain ou d'arsenic dans des alliages cupriques sont réputées augmenter respectivement et de

³ Hosler nous dit qu'à partir de 5 %, l'étain et l'arsenic modifient radicalement les mélanges cupriques, mais, selon elle, un changement moins drastique est déjà observable à des niveaux aussi bas que 1,5 % (Hosler 1986: 455).

manière directement proportionnelle l'aspect doré ou argenté des alliages. Selon la chercheuse, un intérêt pour ces modifications chromatiques expliquerait l'utilisation de niveaux élevés d'étain et d'arsenic de certains alliages cupriques puisque l'or aurait été étroitement associé au soleil (voir par exemple : Hosler 1986: 419, 1994a, 1995: 105-106) et l'argent à la lune chez les Mésoaméricains (voir par exemple: Hosler 1994a, 1995: 100 et 105-106 et 2009: 197). Il s'agit là d'une idée empruntée de Lechtman (1977: 9 et 1984: 14).

Son argumentation relativement à la couleur des alliages s'appuie sur des résultats d'analyses quantitatives de la collection d'objets métalliques du Museo Regional de Guadalajara (MRG). Malheureusement, Hosler ne dévoile pas adéquatement la méthodologie qu'elle utilisa pour en arriver à ses résultats et c'est là une grave lacune qui a pour conséquence de priver ses lecteurs de la possibilité de juger de la validité des données sur lesquelles repose son modèle. La précision, la justesse, les limites de détection et les étalons utilisés par chaque laboratoire devraient toujours être fournis. Outre des résultats d'analyses quantitatives, Hosler fournis des résultats d'analyses semi-quantitatives et métallographiques qui ont peu d'incidence sur son argumentation relativement à la couleur des grelots. Les analyses métallographiques confirment cependant que les grelots mésoaméricains ainsi analysés furent tous coulé d'un seul bloc. Cela est important car la méthode de fabrication pourrait expliquer en partie certains résultats d'analyses comme nous le verrons ultérieurement.

À la page 39 de sa thèse doctorale, elle fait brièvement allusion aux analyses quantitatives de l'ensemble des artefacts du Museo Regional de Guadalajara qu'elle étudia et qui lui permirent d'élaborer son modèle. On peut y lire que la principale méthode quantitative utilisée fut la spectrométrie d'absorption atomique qui sert à déterminer les concentrations des divers éléments (Hosler 1986: 39). Ce n'est cependant pas la seule méthode d'analyse quantitative à avoir été utilisée comme en témoignent les notes accompagnant les résultats d'analyses qu'elle présente où il est stipulé que certains grelots furent analysés avec des méthodes quantitatives différentes. Effectivement, à la page 196 du volume 2 de sa thèse doctorale de 1986, on peut lire ce qui suit :

«Artifact compositions cited in text and also reported in these appendices may contain minor discrepancies; in such cases values assumed should be those reported in these appendices. In several cases, samples from the same object were analysed by more than one technique. Minor variations occur in the values for certain elements⁴, particularly tin, in objects analysed by both atomic absorption and neutron activation. Such variation is expectable and results largely from the standards used for calibration. For the sake of consistency when differences occur in the values of weight percent reported for any one element the value determined by atomic absorption is cited in the text.» (Hosler 1986 volume 2: 196)

Ces deux types d'analyses quantitatives (soit l'activation neutronique (qu'on abrège par l'acronyme NAA de l'anglais «neutron activation analyses») et la spectrométrie d'absorption atomique (qu'on abrège par l'acronyme AAS de l'anglais «*atomic absorption spectrometry*»)) furent menées par trois différents responsables de trois différents laboratoires. Il faut toutefois noter que cela n'implique aucunement que chaque artéfact formant l'échantillon retenu fut analysé trois fois. Pour connaître les analyses auxquelles furent soumises les diverses pièces, il s'agit de consulter l'annexe 2 du présent travail. Les analyses NAA furent menées par l'analyste Garman Harbottle du Chemistry department Brookhaven National Laboratories et le second type d'analyses fut confié à l'analyste Fredric Leipziger du Northern Analytical Laboratory Inc. ainsi qu'à Walter Correia du MIT Central Analytic Laboratories of the Center for Materials Science and Engineering (Hosler 1986 volume 2: 196).

Impossible cependant d'en apprendre davantage sur la méthodologie utilisée; ce qui est pour le moins troublant si l'on considère qu'Hosler utilise ces données pour appuyer son modèle relatif à la couleur des alliages mésoaméricains. Dans le chapitre exposant la contre argumentation, nous aurons l'occasion de revenir sur l'incidence que peut avoir la méthodologie utilisée lors de telles analyses sur les résultats. La constance est donc impérative si l'on prétend comparer des résultats d'analyses et la transparence l'est pour juger de la pertinence même de la méthodologie. Ici donc, impossible de se prononcer. Par contre, comme nous aurons l'occasion de l'expliquer dans le chapitre traitant de l'évaluation critique du modèle des couleurs de Hosler, il est important de tenir

⁴ Nous verrons ultérieurement que ces écarts sont parfois plus importants qu'elle ne le prétend ici.

compte de la méthode de fabrication de l'objet que l'on souhaite analyser pour déterminer la méthodologie à adopter surtout si l'on compte comparer des résultats d'analyses d'objets ayant été conçus avec des méthodes de fabrication distinctes comme le fait Hosler pour en tirer des conclusions.

Un échantillon représentant 6,5 % (voir tableau 2) des grelots constituant la collection dite Solorzano du Museo Regional de Guadalajara fut étudié par Hosler (Hosler 1986: 43).

Solorzano Collection: Artifact Frequencies.

Type	Total	% of Total
Bells	1936	60%
Open Loops	685	21%
Axe monies	185	5.8%
Sheet ornaments	136	4.2
Needles	87	2.7
Axes	44	1.3
Tweezers	42	1.3
Awls	23	(1
Bell ornaments	22	(1
Pins	17	(1
Fish Hooks	14	(1
Beads	9	(1
Other	32	1

Tableau 1- Teneur de la collection d'objets métalliques du MRG. Tiré de (Hosler 1986: 32)

Artifact Types Sampled for Laboratory Studies.

Type	Total in the collection	Number sampled
Bells	1936	128
Loops	685	81
Axe Monies	185	33
Sheet ornaments:		
Gold and gold alloys	60	0
Silver and silver alloys	76	24
Needles	87	30
Axes	44	44
Tweezers	42	39
Awls	23	16
Other	32	13
		Total 408

Tableau 2- Tableau provenant de Hosler (1986: 43) démontrant la teneur de l'échantillon retenu par cette dernière aux fins d'analyses.

Hosler souligne le fait qu'on ignore le contexte archéologique spécifique de ces objets et que c'est donc la corrosion qui prouverait le mieux leur authenticité (Hosler 1986: 32).

Par contre, pour ce qui est de l'échantillon de grelots qu'elle constitua, elle affirme que tous les grelots retenus sauf deux (appartenant aux types 9a et 9c) proviennent de fouilles effectuées dans l'Occident et/ou d'ailleurs en Mésoamérique (Hosler 1986: 68). L'annexe 3 nous fournit la nature (selon la typologie de Hosler présentée à l'annexe 1 du présent mémoire) et la provenance des grelots qui furent analysés⁵. Cela laisse présumer que les fiches signalétiques accompagnant ces grelots devaient contenir ces renseignements, mais qu'Hosler n'a pas eu accès aux rapports de fouilles détaillés. En outre, elle affirme par ailleurs ceci :

«The timing of these technical events and the historical circumstances surrounding them are difficult to reconstruct. The archaeology of the zone is not as well known as that of

⁵ La somme de ces grelots égale 99 (échantillon restreint par rapport à l'échantillon initial). Il ne s'agit donc pas exclusivement de l'échantillon analysé par des méthodes quantitatives puisque seulement 74 grelots de cette collection furent ainsi analysés. Il est cependant impossible d'établir un lien entre l'information fournie dans cette annexe et celle fournie dans l'annexe 2.

other Mesoamerican areas, and analysed, dated assemblages of metal objects are rare. Nevertheless, I was able to chronologically order major components of the technology by assessing the results of laboratory studies of RMG collection artifacts in light of information about those metal objects for which dates are available.» (Hosler 1994a: 45)

Analytic Method and Number of Analyses Performed.

Analytical Technique	Number of artifacts
Metallography	175
Microhardness tests	95
Qualitative chemical analysis	400
Semiquantitative chemical analysis	25
Quantitative chemical analysis(atomic absorption)	235
Quantitative chemical analysis(neutron activation)	102

Tableau 3- Nature et importance relative des méthodes d'analyses utilisées pour étudier l'échantillon retenu par Hosler. Tiré de Hosler (1986: 44).

Comme on peut le constater, ce n'est pas tous les objets constituant l'échantillon qui firent l'objet d'analyses quantitatives. Aussi, nous pouvons constater qu'on obtient 87 résultats d'analyses quantitatives effectuées sur 74 grelots (donc, certains grelots ne subissent pas d'analyses quantitatives alors que d'autres furent soumis à plus d'une analyse comme il est normal de le faire).

2. Les grelots mésoaméricains, terminologie et méthode de fabrication

Puisque le présent mémoire s'intéresse particulièrement aux grelots, prenons maintenant le temps de définir ces objets, d'exposer la terminologie qui leur est propre et d'expliquer leur méthode de fabrication. Selon les données actuellement disponibles, il semble que la totalité des grelots mésoaméricains furent conçus grâce à la méthode de la cire perdue comme c'était le cas dans le sud de l'Amérique Centrale et en Colombie (Hosler 1994a : 52-53) contrairement aux grelots équatoriens qui étaient fabriqués à partir de feuilles métalliques (Hosler 1994a: 121). J'expliquerai donc en quoi consiste cette méthode et reconstituerais les étapes de fabrication présumées des grelots mésoaméricains.

Le grelot est un objet destiné à émettre un tintement se distinguant de la clochette du fait que sa chambre de résonance est fermée bien que parfois étriquée et qu'elle comporte une bouche ou fente. Le grelot se distingue aussi de la cloche du fait qu'il est muni d'un percuteur libre, quoiqu'il arrive qu'il n'y ait aucun percuteur dans les cas où d'autres grelots pouvaient jouer ce rôle lorsque leur proximité leur permettait de s'entrechoquer.⁶ Les grelots sont généralement retrouvés dans des contextes funéraires (Hosler 1994a: 52). La figure 2 illustre la terminologie des différentes parties susceptibles de composer les grelots.

⁶ En ce sens, l'extrait suivant de la docteure Blanca Maldonado gagnerait à être nuancé : « Nevertheless, they all seem to have been cast in one piece, their shape ranging from round to oval to cylindrical; all specimens have a suspension ring on the top and a narrow slit opening at the base, and contain a loose clapper made of metal, ceramic, or pebble. » (Maldonado 2006: 92)

Terminologie des parties du grelot

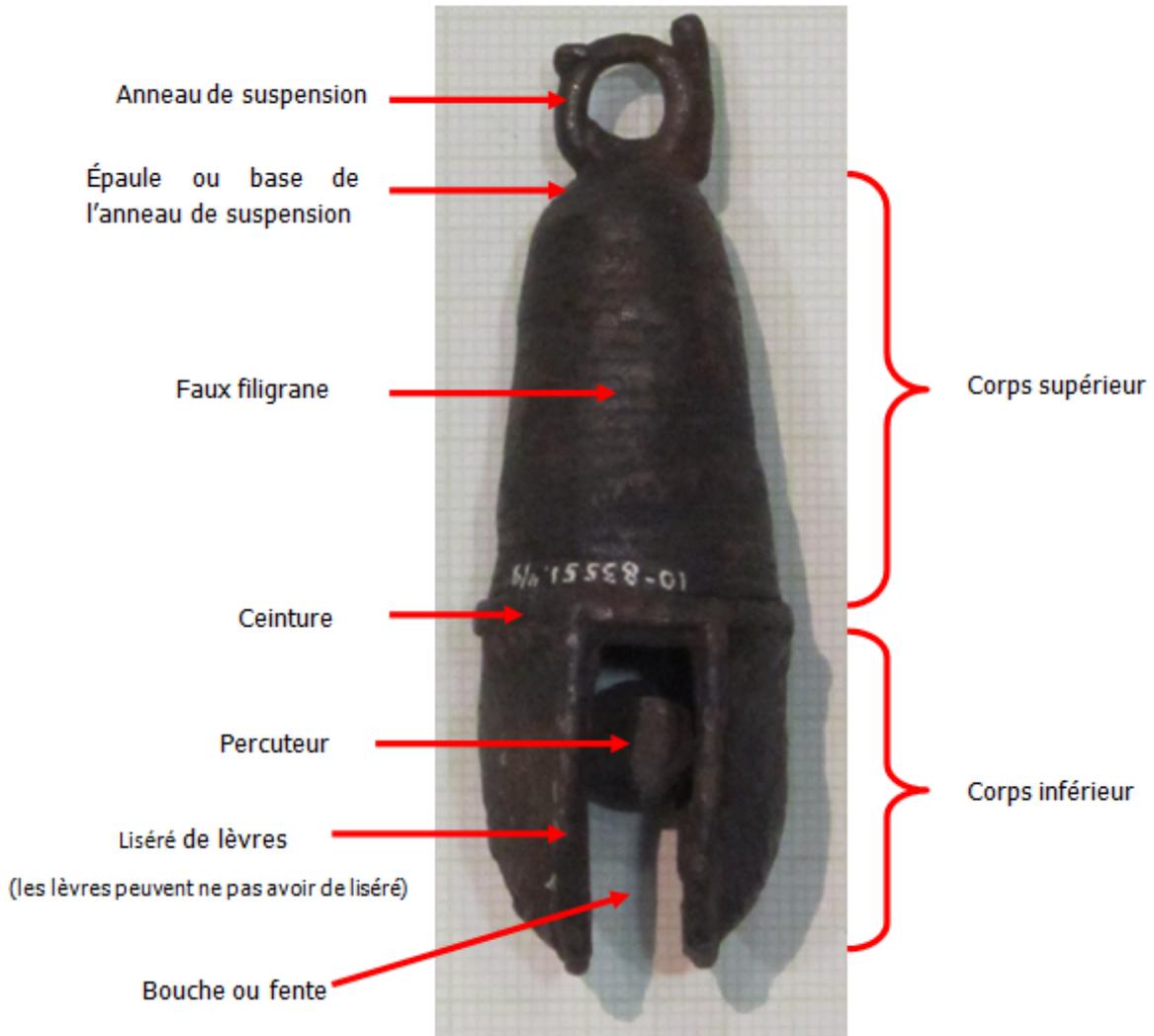


Figure 2- Terminologie des parties du grelot. Grelot 10-83551-4 /9 de la collection du Museo Regional Michoacano (photo de l'auteur autorisée par l'INAH).

Selon Hosler, la méthode de fabrication de la cire perdue aurait été introduite en Mésoamérique dès le début de la Période 1 à partir du sud de l'Amérique Centrale et de la Colombie (Hosler 1994a: 52). Cette méthode consiste à couler du métal dans un moule dont le noyau interne constitue la forme de l'objet fini. Ce noyau interne est recouvert d'une couche de cire qui sera à son tour recouverte par la couche externe du moule. Le

métal liquéfié se substituera à la couche de cire pour former un objet presque fini qui sera dégagé du moule.

Bien que nous n'ayons aucune description du coulage à la cire perdue des grelots mésoaméricains, il semble que la description que nous offre Sahagún dans le chapitre 16 du codex Florentin (Dibble & Anderson 1959: 73-78) relatif au procédé utilisé par les artisans coulant des métaux précieux pour réaliser leurs créations nous permette néanmoins de nous en donner une bonne idée.

La forme du texte en question est particulière puisqu'il s'agit d'une traduction fidèle qui tient compte de la pratique de la répétition dans les textes nahuatl. Ainsi donc, je ne transcrirai ici que la seconde moitié du chapitre qui reprend, à quelques détails près, ce qui est expliqué dans la première moitié. J'ai ajouté des notes en bas de page sur des informations complémentaires qui me semblaient pertinentes et qui sont énoncées dans la première partie du chapitre.

« Today, the goldworkers work thus. They require sand (fine sand. Then they grind it, they pulverize it well; they also mix it with potter's clay⁷. Then they set it out [in the sun], in the very same manner as they form the clay so as to bring forth, to cast, whatsoever they would make. And in two days it is dry.

When it is well dried, then, with a potsherd the surface is rubbed, smoothed. Then it is carved – sculptured – with a metal knife, as it told elsewhere. In either two or three days [the work] is finished, made good, perfected.

When [the core] is prepared, then powdered charcoal paste is spread on its surface, and the surface is made smooth with a clay paste. Then the beeswax is melted; it is mixed with white *copal*, as was mentioned. When cooled, when purified, then it is flattened, rolled out on a flat stone with a piece of wood. Forthwith it is placed upon – joined to – the clay object to form the shape of the gold, whatsoever is to be made, perhaps a jar or an incense burner, which they call *perfumador*. It is painted; it is designed with a beautiful design.

⁷ Ils pétrissent alors la pâte à la main pour l'amalgamer.

They especially esteem beeswax; they use it especially to form pattern, to produce works of art. But first, somewhere, a model of beeswax is made. When it has been well prepared, the mold is pressed upon it [to make the wax model]. For there is a model [in wax] of all they make, whether birds' wings, or flowers, or leaves of plants, or whatsoever beautiful design.

By means of a small wooden stick, called a thorn stick, [the wax] is pressed on; it is made to adhere [to the core of the mold]. In perhaps two days it is perfected; it is made good.

When it has been prepared, when in all places the [modeled] beeswax has been made to adhere [to the core], then on its surface is spread [a thin paste of powdered charcoal]. When it is dried, then in addition a covering is placed upon it, of only coarse charcoal [and clay], in order to envelop the model [of wax with its coating of powdered charcoal paste]. In perhaps two days it dries. Then to it is placed the beeswax channel, called the round *anillotl*. First it is rounded. This becomes the channel for the gold, for it to enter there.

And when the channel has been set in, once more [the mold] is arranged [in] something like a crucible where the gold is [to be] cast. When they are this far, when all is prepared, then [the mold] is placed on the fire; it is thoroughly heated. Then flows out burning the beeswax [model] which has been placed within it. When the beeswax has come forth, when it has burned, then [the mold] is cooled, for which purpose it is once more set out over sand, quite coarse sand. Then immediately the casting takes place; there [the mold] enters the « fire pot » [a charcoal brazier] on a charcoal⁸ [fire]; and the gold, which is to enter there [into the mold], is melted separately in a ladle⁹ [and poured].

Here this ends; thus the work is finished. And when the piece has been formed, when it has been cast, when it comes forth, the nit is treated with alum¹⁰; in a copper vessel it is boiled. And if somewhere the piece has cracked, has split, that is the time to mend it. That which is to be joined [soldered] is mended. And the nit is rubbed so that like copper it shines. So thereafter it is cleaned; it is made like flint, so that it glistens brightly. » (Dibble & Anderson 1959: 76-78)

⁸ Préchauffement du moule pour empêcher que le métal en fusion ne solidifie au contact du moule.

⁹ C'est ce que l'iconographie corrobore, n'en déplaise à Schulze (2008) qui suggère la possibilité que des moules-crisols eussent été utilisés pour faciliter le coulage et éviter que le métal ne refroidisse entre le crisol et le moule.

¹⁰ « And when it was cast, whatsoever kind of necklace it was which had been made – the various things here mentioned – the nit was burnished with a pebble. And when it had been burnished, it was in addition treated with alum; the alum with which the gold was washed [and] rubbed was ground. A second time [the piece] entered the fire; it was heated over it. And when it came forth, once more, for the second time, it was at once washed, rubbed, with what was called « gold medicine ». It was just like yellow earth mixed with a little salt; with this the gold was perfected; with this it became very yellow. And later it was polished; it was made like flint, to finish it off, so that at last it glistened, it shone, it sent forth rays. » (cette information est tirée de la première moitié du chapitre dont provient cet extrait (Dibble & Anderson 1959: 75))

En partant de ces informations et en extrapolant un peu, nous pourrions résumer les étapes de production d'un grelot mésoaméricain de la façon suivante :

- Confection approximative du cœur du moule à partir d'une pâte à base d'argile de potier et d'un dégraissant (charbon ou sable moulu)¹¹. Selon toutes vraisemblances, c'est lors de cette étape que le percuteur était incorporé dans le cas où il était prévu que le grelot en compte un (Grinberg 1990: 52);
- Séchage au soleil durant quelques jours. Il est très important d'assécher le mélange au maximum afin de diminuer autant que possible l'apport d'hydrogène dans le métal en fusion lors du coulage, car cela se traduirait par les mêmes problèmes que ceux causés par l'absorption d'oxygène (Schulze 2008: 114);
- Finition du cœur du moule; préparation de la surface et sculptage;
- Préparation d'un mélange de cire purifiée et de copal blanc. L'addition de copal était réputée augmenter la fermeté de la cire. Ce mélange était ensuite roulé soigneusement jusqu'à l'obtention d'une fine membrane uniforme (voir figure 3);



Figure 3- Scène du codex Florentino. Image provenant de :

11 « Le but de toutes ces manipulations est d'obtenir une pâte qui, à l'état humide, possède une plasticité suffisante pour être façonnée normalement tout en ayant une structure permettant à la vapeur d'eau de s'échapper lors de la chauffe rapide du début de la cuisson. Les dégraissants diminuent également le retrait de la terre au séchage, mais leurs présences visent surtout à donner à la terre une structure d'éponge dont les alvéoles permettront à la vapeur d'eau de se faufiler à l'extérieur [...] sans faire éclater la paroi. » (<http://ceramique.chez.com/terrede.htm>)

http://www.raulybarra.com/instructor/bitacora/bitacora_1/imagenes_bitacora_1/lapidarios_mesa_modelado_cera.jpg

- Recouvrement de la surface du noyau central avec la membrane de cire. Un artisan faisait adhérer cette dernière au cœur du moule en utilisant un bâtonnet de bois;
- Découpe de la couche de cire là où on ne voulait pas de métal. Pensons par exemple à la bouche du grelot ou aux zones étriquées de certains grelots de la Période 2. S'il s'agit de faux filigrane, un fil de cire était disposé tel que désiré sur le noyau. Un tel fil de cire était également disposé sur les parties qu'on voulait saillantes comme c'était souvent le cas des lèvres. Ensuite, un anneau de suspension de cire était mis en place;
- Le tout était alors recouvert d'un mélange de charbon finement broyé et d'argile de potier¹²;
- Séchage au soleil d'environ deux jours;
- Mise en place d'un tube d'alimentation par où le métal en fusion pénétrait dans le moule. Ce tube était attaché à l'anneau de suspension (voir figure 4);

¹² Lors de cette étape, la couche du mélange argile-charbon qui recouvrait le noyau recouvert de cire entrainait en contact et se soudait, pour ainsi dire, avec la partie dudit noyau qui n'était pas recouverte de cire (à tout le moins la bouche). Ce contact entre la partie interne et externe était essentiel pour conserver l'espace entre ces deux parties du moule lorsque la cire qui les séparait était fondue puis retirée pour laisser sa place au métal en fusion.



Figure 4- Vestige du tube d'alimentation (photo de l'auteur autorisée par l'INAH, Museo Regional Michoacano)

- Recouvrement d'une autre couche d'un mélange de charbon plus grossièrement moulu et d'argile de potier;
- Autre période de séchage (voir figure 5);



Figure 5- Scène du codex Florentino montrant l'étape du séchage. Image provenant de : http://www.raulybarra.com/instructor/bitacora/bitacora_1/imagenes_bitacora_1/codice_florentino_molde.secado.jpg

- Chauffage du moule pour en faire fondre la cire qui en sera extraite (d'où le nom de la méthode de fabrication dite de la cire perdue);

- Fonte et coulage du métal dans le moule préchauffé;
- Destruction du moule;
- Postproduction : éviction par grattage du noyau (libérant, le cas échéant, le percuteur de son enveloppe pour lui permettre de remplir sa fonction); finition de la surface extérieure (incluant : nettoyage, bain d'alum et polissage).

Il est possible d'expliquer les faibles taux d'arsenic¹³ décelables par analyse dans plusieurs artefacts mésoaméricains par le fait que les métallurgistes mésoaméricains utilisaient comme matière première des oxydes de cuivre tels l'arsénopyrite ou la chalcopyrite contenant cet élément. Presque tous les minerais de cuivre contiennent des traces d'arsenic, d'étain, de zinc, d'antimoine ou de nickel qui peuvent se fusionner au cuivre à un niveau atomique durant la fonte (Tylecote 1986). Le terme « oxyde » précédant le nom d'un métal sous-tend que ce dernier est combiné à au moins un autre élément (Torres Montes & Franco Velázquez 1996: 72, note 5). Ainsi donc, il semble logique de présumer que des impuretés ont pu se retrouver dans des objets dont la matière première les constituant provenait, par exemple, d'un oxyde de cuivre. De plus, il suffit parfois d'ajouter un infime pourcentage d'un autre élément à un métal pour obtenir un alliage dont les propriétés physiques et mécaniques présentent un avantage par rapport au métal pur comme le mentionne ce passage :

« Artisans also used copper alloys, especially the bronzes, for utilitarian objects, such as axes, needles and awls. These contain tin and arsenic in concentrations between approximately 2 and 5 weight per cent. At these levels, alloy concentration is sufficient to confer the increased strength required to improve performance and design [...] » (Hosler 1995: 101).

En fait, des concentrations encore plus faibles sont susceptibles de modifier les propriétés du métal comme l'affirme Maldonado dans cet extrait: « An alloying element,

¹³ Voir note 18 à la page 38.

which may be effective in as little as a tenth of one percent, may be viewed as either dissolved in, or in chemical combination with, the major metal. » (Maldonado 2006: 78)

Le fait que des niveaux aussi bas suffisent à modifier certaines caractéristiques du métal est important puisque de simples impuretés sous forme de traces peuvent suffire à obtenir ces modifications (Tylecote 1962: 42). Notons de plus qu'il eut été malaisé de standardiser des alliages et qu'en fait, les Mésoaméricains ne le firent jamais (Maldonado 2006: 103, Hosler 2003: 162).

Certains adjectifs servent à qualifier les types d'alliages en se référant au nombre d'éléments les constituant. Ainsi, nous dirons d'un alliage comportant deux éléments qu'il est binaire; d'un alliage en comportant trois qu'il est tertiaire et nous qualifierons de quaternaire un alliage constitué de quatre éléments (Cottrell 1995: 189; Tottle 1984: 39; Tylecote 1986: 29). De plus, le terme «bronze» ne désigne que l'alliage cuivre-étain en Europe tandis qu'en Amérique il signifie simplement «alliage cuprique». Ainsi donc, il est d'usage de parler, par exemple, de bronze arsénical pour désigner l'alliage cuivre-arsenic. Par contre, il est important de souligner ici qu'en l'absence de spécification de ce genre de ma part, le terme «bronze» désignera l'alliage cuivre-étain dans mes propos afin d'alléger le texte.

3. Évaluation critique du modèle des couleurs de Hosler

Il semble maintenant approprié de questionner la validité de ce modèle. Pour ce faire, comme j'ai déjà eu l'occasion de le dire dans l'introduction, j'utiliserai de nombreuses ressources. Tout d'abord, je commencerai par démontrer que le modèle des couleurs de Hosler ne constitue pas la seule lecture possible de ses résultats d'analyse. Je ferai donc valoir l'argument que soulève Lechtman selon lequel la méthode de fabrication des objets doit être considérée puisque les contraintes techniques diffèrent selon la méthode de fabrication utilisée et le choix du matériau doit aussi tenir compte de la fonction de l'objet fini. Cela n'invalide pas le modèle de Hosler, mais cela prouve qu'il ne faut pas l'accepter aveuglément. Ensuite, nous verrons qu'une présumée incapacité des Mésoaméricains à contrôler avec rigueur leurs alliages pourrait bien expliquer certains résultats d'analyses. Puis, je démontrerai que plusieurs considérations méthodologiques relatives aux analyses elles-mêmes doivent être soulevées puisqu'elles sont également susceptibles d'expliquer certains résultats qui en découlent. Finalement, nous considérerons le bien-fondé de quelques arguments qu'objecte Schulze au modèle de Hosler avant de voir ce que le choix de la matière première constituant certains grelots nous permet d'apprendre relativement à ce modèle.

Comme nous l'avons déjà vu, les Mésoaméricains en vinrent à utiliser divers alliages qu'ils utilisèrent sciemment afin de tirer avantage des propriétés leur étant propres (Hosler 1995: 101). Dès lors, il semble légitime de se demander ce qui a justifié l'utilisation de ces alliages.

Il importe toutefois de spécifier que l'interprétation que fait Hosler n'est pas la seule lecture possible de l'utilisation des alliages cupriques à haute teneur en étain ou en arsenic.

Ainsi, Lechtman explique d'une autre façon ce choix technologique comme le démontre cet extrait :

“High-tin bronzes (generally between about 10 % and 13 % tin) were used in castings, taking advantage of the two main qualities of such alloys: strength and superior castability. On the other hand, low-tin bronzes (about 5 % tin) were used for objects that were largely worked to shape, including those made of sheet metal, such as axes, chisels, depilatory tweezers, *tumis*, and *tupus*, because these alloys are ductile and easily worked cold without becoming brittle” (Lechtman 1988: 359).

Ainsi donc, le fait que les niveaux d'arsenic ou d'étain observés dans les alliages cupriques de biens utilitaires soient généralement inférieurs à ceux quantifiés dans les alliages cupriques de biens de statut de la Période 2 s'expliquerait par la simple et bonne raison qu'il s'agit de deux méthodes de fabrication distinctes ayant des contraintes techniques différentes et que les fonctions des produits finis différaient.

Les propriétés métalliques étant universelles, les considérations relatives à la métallurgie sud-américaine sont transposables. Ces arguments, s'ils n'invalident pas le modèle de Hosler selon lequel le désir d'obtenir des teintes particulières pourrait expliquer certains alliages, ont néanmoins le mérite de jeter un éclairage différent sur la question ce qui remet en cause l'inévitabilité du raisonnement de Hosler.

Notons toutefois que ce passage ne propose qu'une explication relative au pourcentage d'étain observé selon le type d'objets produits, mais reste muet au sujet des alliages cuivre-arsenic. Par contre, il s'avère que les propriétés mécaniques du bronze et de l'alliage cuivre-arsenic sont comparables¹⁴ (Lechtman 1996: 4; Carcedo y Vetter 1999: 199). En fait, l'alliage cuivre-arsenic est réputé plus malléable que le bronze, mais cette propriété concerne le travail à froid seulement (Hanson y Marryat 1927: 142; Budd y Ottaway 1991; Lechtman 1996: 4 cités dans Schulze 2008: 104). L'autre différence

réside en la couleur des alliages. Du coup, il est logique de considérer que cette explication proposée par Lechtman s'applique également à l'alliage cuivre-arsenic.

Il existe néanmoins une autre hypothèse concernant l'utilisation d'alliage cuivre-arsenic dont le niveau arsenical dépasserait les nécessités purement mécaniques. Cette explication s'appuie sur la présomption que les métallurgistes mésoaméricains ne parvenaient pas à contrôler avec exactitude le pourcentage d'arsenic surtout à partir des minerais. Il a donc été avancé que ces métallurgistes auraient pu juger qu'il valait mieux ajouter beaucoup de minéraux d'arsenic, quitte à dépasser le pourcentage nécessaire afin de s'assurer qu'un niveau suffisant d'arsenic fût atteint (Merkel 1990; Merkel *et coll.* 1994: 199). Selon Maldonado, il est même justifié de croire que les artéfacts constitués d'un mélange cuivre-arsenic dont le niveau de ce dernier élément est jugé faible puissent ne pas être constitués d'un alliage au sens strict du terme puisque les métallurgistes mésoaméricains utilisaient abondamment les minerais de cuivre arsenical. Il est donc probable que des traces d'arsenic soient détectables par analyse sans qu'il s'agisse d'alliages volontaires de faible concentration comme le sous-tend Hosler.

Pour ce qui est du bronze mésoaméricain, il semble que la quantité relative d'étain ait été mieux contrôlée que le pourcentage d'arsenic dans les alliages cuivre-arsenic du fait qu'il ne semble pas qu'il y ait eu de mélanges naturels cuivre-étain (stannite) dans cette région (Hosler 1994a;1988a: 338; Torres y Franco 1996: 89). Cela constitue un argument convaincant prouvant que les bronzes mésoaméricains sont des alliages volontaires. Toutefois, les spécialistes s'entendent généralement pour dire qu'il est fort probable que l'étain fut allié au cuivre sous forme minérale (cassiterite) en Mésoamérique. Le résultat est que les Mésoaméricains ne standardisèrent jamais leurs alliages (Maldonado 2006: 103, Hosler 2003: 162; Hosler 2009: 205). La présumée incapacité des Mésoaméricains à contrôler avec rigueur leurs alliages ou le fait qu'ils n'ont peut-être pas vu l'intérêt de le faire (Schulze 2008: 362) pourrait bien expliquer certains résultats d'analyses.

En outre, plusieurs considérations méthodologiques relatives aux analyses elles-mêmes doivent être soulevées puisqu'elles sont également susceptibles d'expliquer certains résultats qui découlent desdites analyses. De fait, Schulze fait remarquer que Hosler a analysé certains artefacts deux fois, avec deux techniques et que les résultats de ces analyses varient parfois de 8 % (Schulze 2008: 358 note 23). Ces écarts non négligeables invitent donc à la plus grande prudence dans l'analyse et l'interprétation des résultats présentés. Ces considérations relatives aux analyses menées par Hosler doivent être prises en compte puisqu'elles peuvent éventuellement permettre d'évaluer les résultats obtenus et en démontrer certaines limites méthodologiques.

Nous n'avons malheureusement pas la méthodologie détaillée utilisée par Hosler pour nous forger une opinion éclairée sur celle-ci et les résultats qui en découlèrent. Cela constitue un grave problème puisqu'il devient impossible d'évaluer ses résultats. Il serait par exemple utile de connaître les zones analysées puisque certaines zones sont effectivement particulièrement propices à révéler un taux plus élevé d'éléments alliés entrant dans la composition de l'objet analysé. Hosler elle-même reconnaît cette possibilité. Effectivement, un pendentif exceptionnel connu sous le nom de figurine de Atetelco (voir figure 6) fut mutilé pour procéder à des analyses qui menèrent à la rédaction d'un article intitulé : « A Mazapa phase copper figurine from Atetelco, Teotihuacan: data and speculations » où une telle possibilité est évoquée.

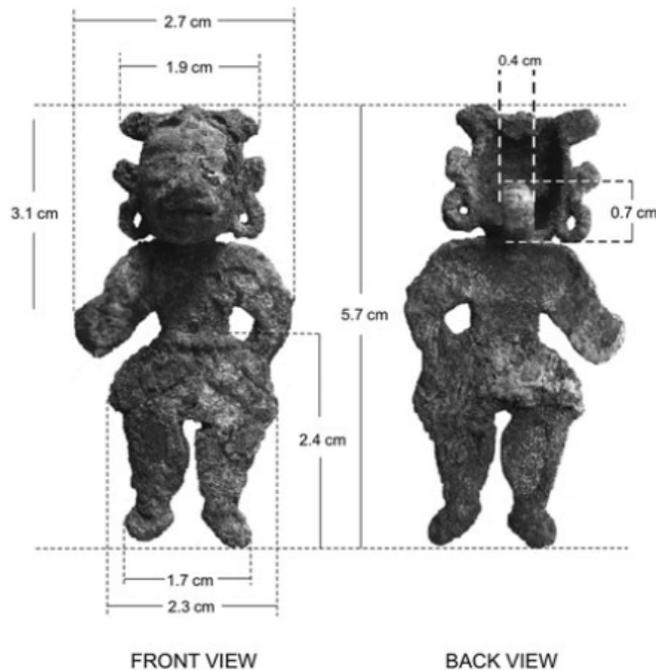


Figure 6- Figurine d'Atetelco tiré de (Hosler et Cabrera 2010: 250)

Dans cet article, il est mentionné que l'anneau de suspension fut retiré afin de procéder à une analyse de la composition du pendentif. Il est intéressant de lire ce qui est écrit au sujet de la composition observée :

« Furthermore, the SEM-XEDS analysis of the exposed metal on the figure where the suspension ring was removed shows an extremely high concentration of arsenic (13.5 wgt %) at the center of the cut. This finding strongly suggests that the last liquid in the mold, highly enriched in arsenic, solidified at the location of the ring. This may also suggest that the ring was located proximate to a casting sprue¹⁵. » (Hosler et Cabrera 2010: 254)

Donc, la concentration des échantillons peut varier. En 1986, dans sa thèse doctorale, elle parlait déjà de ce fait en faisant référence à l'anneau de suspension d'un grelot. Elle expliquait alors ce qui suit:

« If the suspension ring and the protuberance were the final portions of the bell to solidify one would expect the highest concentrations of tin to occur in this region, accounting for

¹⁵ C'est le cas des anneaux de suspension des grelots mésoaméricains (voir méthode de fabrication dans la base conceptuelle).

the coring and the development of tiny patches of eutectoid in the tin-rich areas. »
(Hosler 1986: 71)

Ainsi donc, ce phénomène était connu de sa part lorsqu'elle procéda à l'analyse de l'anneau de suspension; lorsqu'elle décida de couper le pendentif à cet endroit pour procéder à ce type d'analyse.

Bien que nous ignorions la méthodologie exacte suivie lors des analyses quantitatives des objets du MRG présentées par Hosler, un passage de sa thèse doctorale traitant du grelot 2571 permet de douter de la représentativité des zones analysées: «The suspension ring and upper portion of the resonator chamber were removed as shown for metalographic studies and analyses of chemical composition» (Hosler 1986: 69).

Goffier souligne bien les conséquences fâcheuses pouvant résulter d'une lacune dans l'échantillonnage :

« The way in which a material is sampled may critically affect, not only the results of the analysis, but also their interpretation and historical implications. [...] If the sample is not representative, the subsequent analytical operations will be of little meaning, since the properties of a material may vary from place to place. » (Goffier 1980: 22)

Il est donc légitime de se poser des questions au sujet de sa méthodologie dans la mesure où il est probable que cela ait pu influencer ses résultats.

Ce problème est connu sous le nom d'hétérogénéité des objets métalliques. Une des nombreuses causes expliquant l'hétérogénéité de ces objets est la ségrégation particulièrement fréquente dans les alliages comportant des éléments ayant une plage de solidification importante (Schulze 2008 : 264) comme c'est le cas du bronze puisque le

solidus de l'étain est de loin inférieur à celui du cuivre. Conscient de ce problème, Schulze fait preuve de beaucoup plus de transparence que Hosler dans sa thèse en mentionnant avoir procédé à des analyses quantitatives sur deux zones distinctes clairement identifiées dans sa méthodologie sur chacun des grelots pour lesquels il propose des données quantitatives.

L'hétérogénéité des objets métalliques fait partie des contraintes auxquelles les analyses quantitatives sont assujetties. Ces défis analytiques ne s'appliquent pas tous de façon égale à chaque technique d'analyse. Ainsi, l'effet de matrice est un problème lorsque nous procédons avec la spectrométrie de fluorescence X, mais pas lorsque nous privilégions l'activation neutronique ou la spectrométrie d'absorption atomique. Parmi les autres contraintes auxquelles les analyses quantitatives sont assujetties, mentionnons les surfaces irrégulières, les altérations superficielles causées par des processus de corrosion et la contamination de l'échantillon pour ne nommer que celles (Schulze 2008: 263-266). À cette liste, Goffer (1980: 218) ajoute le fait que des artéfacts sont assurément le produit de la refonte d'objets recyclés et Hosler l'admet également (Hosler 1994a). Il importe donc de garder à l'esprit que des défis analytiques peuvent avoir une incidence sur certains résultats de composition.

3.1. Sur l'existence de deux groupes d'alliages pouvant être associés aux couleurs dorée et argentée.

Maintenant, prenons le temps de présenter et d'évaluer ce qui semble être, de prime abord, un des meilleurs contre arguments que Schulze présente pour invalider le modèle de Hosler relativement à la quête de teintes dorée et argentée par l'utilisation d'alliages.

Dans sa thèse doctorale qui s'oppose à plusieurs niveaux au modèle de Hosler, Schulze affirme qu'une réévaluation des données mêmes de Hosler « [...] no muestran la existencia de dos grupos de aleaciones que pueden asociarse con los colores plateado y dorado » (Schulze 2008: 359).

Pour illustrer cette allégation, Schulze propose ces histogrammes des concentrations d'arsenic et d'étain dans les grelots du MRG analysés par Hosler dont les résultats sont présentés en annexe 2, mais ne propose pas de nouveaux résultats d'analyses; il ne fait que présenter ceux d'Hosler.:

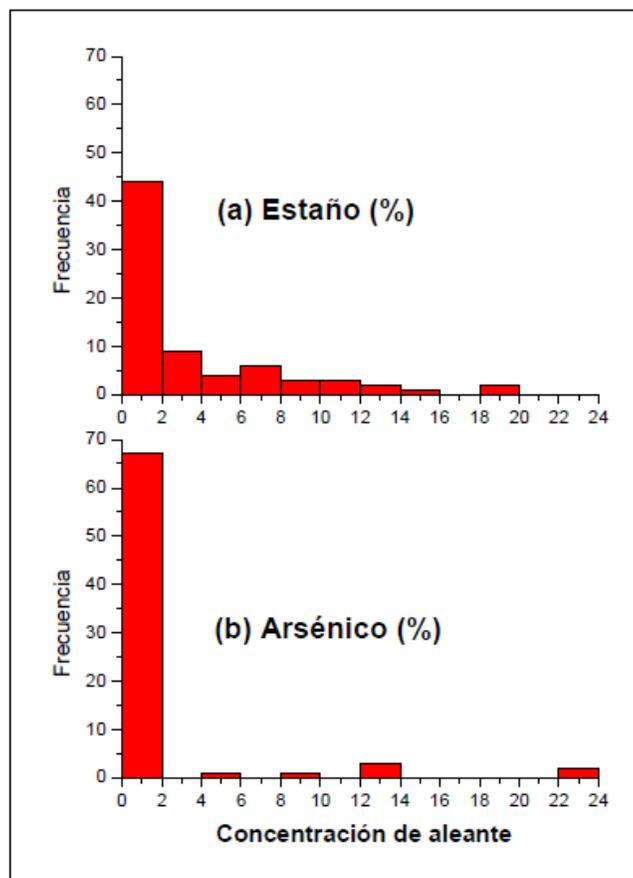


Figura 11.9. Contenidos de (a) estaño y (b) arsénico de los cascabeles del Museo Regional de Guadalajara (n = 74)

Figure 7- Histogrammes des concentrations d'arsenic et d'étain dans les grelots du MRG provenant de Schulze (2008: 359).

Selon lui, ces données ne démontrent pas l'existence de deux groupes pouvant être associés aux couleurs dorée et argentée durant la Période 2 (malgré le fait que l'usage de l'arsenic ou de l'étain semble être pratiquement mutuellement exclusif) puisqu'on y observe des concentrations d'étain s'échelonnant de 0 % à 14 % (et deux grelots comportant plus de 15 % de cet élément) et l'absence de tendance particulière dans ces concentrations (Schulze 2008: 359).

Or, cette argumentation est spécieuse puisque Schulze se base sur les résultats de l'ensemble des résultats d'analyses de grelots du MRG effectuées par Hosler. Ce fait n'est qu'à demi admis dans cette formulation :

«Algunos de estos cascabeles de la colección pueden pertenecer al 'Periodo 1' de la metalurgia de Occidente, que, según Hosler (1994a: 45), estaba caracterizado por el uso de cobre puro. » (Schulze 2008: 360)

Cette phrase donne l'impression au lecteur qu'il s'agit, en principe, de résultats d'analyses de grelots de la Période 2 pouvant potentiellement inclure des résultats d'analyses de grelots de la Période 1. Pourtant, le fait que ces résultats comportent des résultats d'analyses de grelots de la Période 1 n'est pas une possibilité, mais une certitude établie.¹⁶ L'annexe 3 reproduit d'ailleurs des tableaux fournis par Hosler où le lecteur peut apprendre d'où sont réputés provenir plusieurs grelots analysés et à quelle période ils sont associés puisqu'une certaine continuité est observable durant la Période 2 (Hosler 1994a: 58).

C'est là une nuance importante ne tenant pas seulement de la rhétorique puisque Hosler énonce clairement que, selon son modèle, l'intérêt pour la couleur des artefacts métalliques en Mésoamérique débiterait avec la Période 2 comme le démontre

¹⁶ Par ailleurs, Schulze reproche à Hosler de ne pas pouvoir établir une certaine contemporanéité des artefacts analysés pour questionner ce qu'il qualifie de modèle dichotomique et considère même qu'un intervalle d'environ 300 ans (correspondant à la Période 2) serait déjà inacceptable (Schulze 2008: 355). Il ne semble cependant pas s'en formaliser lorsqu'il présente un histogramme comportant l'ensemble des résultats d'analyses obtenus sans égard à la période pour tenter d'invalider ledit modèle (ici on parle pourtant d'un intervalle d'environ 700 ans). En l'absence d'informations lui permettant de pallier à cette lacune, il semblerait davantage conséquent de réprimer l'utilisation de ces histogrammes dans cette optique.

clairement ce passage : «By Period 2 [...] metalworkers in this zone became equally intent on developing another property of metal: its colors. » (Hosler 1994a: 45). De plus, Hosler ne reconnaît l'intention d'obtenir des couleurs particulières par les alliages cupriques qu'en présence de hautes concentrations d'étain ou d'arsenic qui seraient caractéristiques de la Période 2. Par haute teneur, elle entend des pourcentages atteignant minimalement 5 %.

Un adage populaire dit qu'une image vaut mille mots. C'est pourquoi les ressources graphiques présentent l'intérêt de faciliter la compréhension du lecteur. Ici, par contre, c'est l'inverse qui se produit; le lecteur est induit en erreur par l'inclusion de données non pertinentes (c'est-à-dire celles concernant les bronzes dont le taux d'étain les constituant est inférieur à 5 %).

La Période 1 se caractérise par l'usage de cuivre plus ou moins pur. De plus, malgré ce que laisse supposer Schulze (2008: 360), Hosler ne prétend nullement que l'usage du cuivre non allié se termine avec la Période 2 (Hosler 1986: 536). Ainsi, la Période 2 ne marque pas une rupture. Hosler, affirme plutôt que les alliages de la Période 2 permirent d'élargir l'éventail des modèles¹⁷. Les propriétés spécifiques des nouveaux alliages servirent à créer de nouveaux sous-types et designs.

Du coup, il n'est pas étonnant que les résultats d'analyses des grelots du Museo Regional de Guadalajara analysés par Hosler et dont elle fait état en page 78 de sa thèse doctorale révèlent que la grande majorité de ces grelots sont constitués de cuivre non allié. Elle y présente effectivement les résultats d'analyses de 115 grelots dont 62 sont réputés être de cuivre, 26 de bronze et 27 d'un alliage cuivre-arsenic selon les critères de Hosler¹⁸.

¹⁷ « During the second phase [...], these same design types from the same materials are present. But a new constellation of designs, subtypes of these functional types (tweezers, needles, bells, etc.) appear as well [...] » (Hosler 1986: 536)

¹⁸ « Hosler *et al.* (1990: fn.2) clasifican las diferentes aleaciones de arsénico (As) como 'cobre arsenical' (< $\approx 0.1\%$ As), 'aleación de cobre con arsénico, bajo en arsénico' ($\approx 0.1\%$ - $\approx 0.5\%$ As) y 'bronce arsenical' ($\approx 0.5\%$ - $\approx 7\%$ As). Aunque esta clasificación tiene su lógica en la metalurgia moderna (existen cambios de la conductividad eléctrica y de las propiedades mecánicas a muy bajas concentraciones de arsénico que tienen importancia en el contexto de la tecnología moderna), es dudable que en tiempos prehispánicos

Dans la mesure où Schulze ne propose aucun intervalle susceptible de conférer à l'alliage cuivre arsenic une teinte argentée, la présentation d'un histogramme (voir figure 7) concernant cet alliage dans l'optique où il est utilisé est questionnable.

Non seulement cet histogramme n'est-il pas pertinent, mais de plus, il occasionne un dédoublement des données puisque les grelots de cuivre sont inclus dans la première colonne des deux histogrammes (ce qui capte indûment l'attention du lecteur).

Pour pouvoir soutenir son argumentation d'une manière appropriée, Schulze aurait dû démontrer que les grelots correspondants aux critères proposés par Hosler ne peuvent pas être associés à des teintes dorées ou argentées. Il n'y parvient pas de façon concluante.

Si on ne considère que les données pertinentes (c'est-à-dire celles concernant les bronzes dont le taux d'étain les constituant est égal ou supérieur à 5 %), le portrait est beaucoup moins impressionnant et remet l'accent là où il devrait être. Ce faisant, il apparaît clairement que les données disponibles ne permettent pas d'accepter les conclusions de Schulze à leur sujet. En fait, la quasi-totalité de ces données se retrouve dans l'intervalle proposée par Schulze lui-même comme étant optimale, si tant est que nous acceptons cet intervalle. Nous y reviendrons dans la sous-section suivante. Pour l'instant contentons nous de souligner que nous avons ici un exemple d'une mauvaise utilisation des données menant à des conclusions boîteuses. Il ne s'agit pas de critiquer Schulze, mais plutôt d'un exercice nécessaire dans le cadre du présent mémoire. Effectivement, force était de considérer sérieusement l'allégation voulant que l'existence de deux groupes d'alliages pouvant être associés aux couleurs dorée et argentée ne

tuviera sentido. Especialmente si se considera que Budd y Ottaway (1991; ver Merkel et al.1994: 203) opinan que los antiguos metalúrgicos no podían reconocer cobre arsenical con menos de 2 % de arsénico. » «Thompson (1958: 6) incluso acepta la intencionalidad de una aleación solamente más allá de 7 % de arsénico (con las otras impurezas por debajo de 0.05 %) y llama a los demás metales 'cobres impuros'. » (Shulze 2008: 105)

puissent être démontrée puisqu'elle remet en cause les fondements même du modèle des couleurs de Hosler.

3.1.2. Le modèle de Hosler; un modèle dichotomique?

Schulze inculque l'idée que la théorie des couleurs de Hosler est dichotomique en répétant instamment cette allégation qui finit presque à s'imposer puisqu'il la présente tel un fait avéré plutôt que comme une impression. Hosler opte souvent pour des raccourcis pour alléger son texte ou pour en dégager l'essentiel, mais elle est néanmoins plus nuancée par endroits. Schulze l'avoue du bout des lèvres, mais s'empresse de réitérer que la chercheuse propose un modèle purement dichotomique comme le démontre cet extrait :

“En su tesis de doctorado Hosler menciona la influencia de las aleaciones sobre el color. Sin embargo, solamente hace referencia a altos contenidos de metal de aleación para ciertos subtipos de cascabeles (Hosler 1986: 93-4) y habla de la creación de diversidad, tanto en el sonido (*pitch*) por diferentes tamaños, como en el color por una gran gama de diferentes aleaciones (Hosler 1986: 97). Aunque sigue hablando del gran espectro de sonidos y colores, en publicaciones posteriores enfatiza los dorados y plateados y habla de los cascabeles en general: “However, the alloying elements were used in concentrations far higher than necessary to meet the mechanical demands of the new designs. They were combined with copper for color – in the golden hues that develop with increasing amounts of tin, and for the silvery colors of the high-arsenic copper-arsenic alloys” (Hosler 1988c : 833).

En otro lugar enfatiza:

“West Mexican tools exhibit extensive technical knowledge and skill, but the sheer volume of brilliantly colored golden and silvery ritual objects, especially bells made from bronze and other alloys, reveals that these artisans' real interests lay in the varied pitches and myriad colors the new material provided” (Hosler 1994a:228).

El acercamiento era muy novedoso y abrió las puertas para una apreciación más adecuada de la metalurgia mesoamericana. En sus trabajos Hosler postula que existe una dicotomía entre un grupo de artefactos de colores dorados y otro con colores plateados, creados a propósito por los metalúrgicos de Occidente por razones ideológicas.» (Schulze 2008: 353-354)

Bref, il affirme que bien qu'Hosler ait mentionné la diversité chromatique découlant des alliages dans sa thèse de 1986 et occasionnellement par la suite, elle mettait cependant l'accent sur les couleurs dorée et argentée. Notons cependant que les deux extraits qu'il propose desservent en fait ses propos puisque l'idée d'une quête de teintes

dorées et argentées n'y est pas présentée en opposition à une pluralité chromatique qui y est d'ailleurs évoquée. Elle nuance ici ses propos sans se contredire. Par la suite, Schulze s'empresse de réaffirmer que Hosler propose un modèle des couleurs strictement dichotomique... L'extrait s'arrête là, mais Schulze continue sur sa lancée, ignorant ces nuances qu'il a pourtant notées ici, pour les nier du même souffle comme pour ne pas nuire à son argumentation.

Clarifions donc la position de Hosler. Ce qu'Hosler prétend, c'est que des concentrations élevées d'étain ou d'arsenic dans des alliages cupriques sont réputées augmenter respectivement et de manière directement proportionnelle l'aspect doré ou argenté desdits alliages. Dans sa thèse, on peut lire, d'une part, que, dans le cas des alliages cuivre-arsenic, « The color of copper-arsenic alloys with low arsenic concentrations is a pale silver-pink. As the arsenic concentration increases the metal becomes a brilliant silvery white. » (Hosler 1986: 447). Ici, les teintes qualifiées d'argenté rosée sont implicitement associées aux alliages de faible concentration. D'autre part, concernant le bronze, on peut lire que « Like the copper-arsenic alloy, copper-tin was also used for color [...] The alloy was used in varying concentrations for its spectrum of reddish-gold to nearly golden colors » (Hosler 1986: 448). Ici, les teintes qualifiées de dorées rougeâtres sont implicitement associées aux alliages de faible concentration. Or, je le répète, Hosler ne reconnaît l'intentionnalité d'obtenir des couleurs particulières par les alliages cupriques qu'en présence de hautes concentrations d'étain ou d'arsenic. Rappelons-nous aussi que, selon la chercheuse, l'aspect doré ou argenté desdits alliages augmenterait de manière directement proportionnelle à l'augmentation de ces éléments dans ces alliages cupriques. Ainsi donc, un bronze sera plus ou moins doré selon le niveau d'étain qu'il comporte et un alliage cuivre-arsenic sera plus ou moins argenté dépendamment du pourcentage d'arsenic le constituant. C'est d'ailleurs particulièrement clair dans la dernière phrase du premier passage que cite Schulze dans notre extrait :

«They were combined with copper for color – in the golden hues that develop with increasing amounts of tin, and for the silvery colors of the high-arsenic copper-arsenic alloys. » (Hosler 1988c: 833)

C'est donc en ce sens que je maintiens que l'idée d'une quête de teintes dorées et argentées que soutient Hosler ne s'oppose pas à une pluralité chromatique. Il s'agit d'une nuance et non d'une contradiction.

Lorsque Schulze reproche à Hosler de ne pas établir à quel rang de pourcentages les alliages acquièrent les couleurs dorées ou argentées supposément recherchées par les métallurgistes de l'Occident, il semble plutôt l'accepter tacitement. C'est que Schulze tente d'établir les pourcentages d'étain et d'arsenic qui confèreraient aux mélanges cupriques une couleur se rapprochant le plus à l'or ou à l'argent. Il propose même l'usage d'un spectrophotomètre puisqu'il considère que même un colorimètre ne serait pas suffisamment fiable pour y parvenir puisque ce dernier ne peut compenser le métamérisme (Schulze 2008: 357). Rendu là, contentons-nous de faire valoir que les Mésoaméricains ne disposaient évidemment pas de technologie de pointe pour établir si un objet était doré ou argenté... N'oublions pas non plus que la postproduction peut parfois jouer un rôle déterminant sur la couleur de l'objet fini comme nous avons eu l'occasion de le mentionner précédemment.

De plus, nous l'avons vu, les spécialistes s'entendent généralement pour dire que les Mésoaméricains ne standardisèrent jamais leurs alliages (Maldonado 2006: 103, Hosler 2003: 162; Hosler 2009: 205). La présumée incapacité des Mésoaméricains à contrôler avec rigueur leurs alliages et des considérations épistémologiques relatives aux analyses elles-mêmes pourraient bien expliquer certains résultats d'analyses. Par conséquent, il est d'autant plus surprenant de voir que Schulze propose l'usage d'un spectrophotomètre pour établir les pourcentages d'étain et d'arsenic qui confèreraient aux mélanges cupriques une couleur se rapprochant le plus à l'or ou à l'argent puisque cela ne tient pas compte des contraintes de la métallurgie mésoaméricaine. En outre, l'écart d'étain que Schulze propose comme idéal dans le cas du bronze démontre bien que les

métallurgistes mésoaméricains auraient joui d'une latitude considérable pour atteindre un tel objectif.

De plus, soulignons que Schulze lui-même qualifie d'opinions partiellement contradictoires les données qu'il cite relativement aux variations chromatiques des alliages et admet que le problème n'est pas encore résolu (Schulze 2008: 357). Aucune des données qu'il fournit ne contredit formellement l'affirmation de Hosler selon laquelle la teinte argentée se développerait au fur et à mesure que le pourcentage d'arsenic augmenterait dans les alliages cuivre-arsenic à haute teneur en arsenic.

Rien de concluant non plus pour rejeter l'affirmation de Hosler voulant que la teinte dorée se développe au fur et à mesure que le pourcentage d'étain croît dans les bronzes à haute teneur en étain. Effectivement, il ne parvient qu'à proposer un intervalle qui, selon lui, serait probablement davantage propice à conférer une teinte sujette à être considérée comme dorée (Schulze 2008: 357). Il cite Hyne (1995: 41), avec qui il dit s'accorder. Ce dernier indique que les bronzes contenant plus de 20 % d'étain seraient blancs¹⁹. De toute façon, aucun grelot analysé par Hosler ne correspond à cet intervalle. Notons néanmoins qu'Higham (1988: 147), comme Hosler, affirme que les bronzes contenant entre 19 et 21 % d'étain seraient dorés (*goldlike*)²⁰. Schulze continue en disant que, selon Hyne, « Hasta este punto²¹ la aleación “cambia de color de un rojo-naranja del cobre pasando por tintes más pálidos de naranja hasta a los 8 % de estaño la aleación parece más amarilla que roja. [...] Al continuar el incremento del contenido de estaño la aleación tiene un color cada vez más pálido” (Hyne 1995: 59, traducción del autor). »

¹⁹ Un passage de Grinberg semble corroborer cette information : «Sin embargo, un par de pinzas de depilar de las cuales recibimos autorizacion de tomar una muestra por encontrarse rotas, y sobre las que frecuentemente dicen los arqueólogos que eran de plata, resultaron haber sido fabricadas con bronce de alto estaño. » (Grinberg 2004: 110)

²⁰ Il ne mentionne cependant la position d'Higham qu'en note de bas de page.

²¹ Jusqu'à atteindre 20 % d'étain, donc.

(Schulze 2008: 357). Donc, rien qui ne contredit de façon concluante l'affirmation de Hosler²².

Lorsque Schulze nous dit que, selon lui, les bronzes comportant une concentration d'étain de l'ordre de 7 à 15 % d'étain sont les plus sujets à être qualifié de dorés (Schulze 2008: 357), il faut garder présent à l'esprit que, selon lui, pour être qualifié de doré, un bronze devrait pouvoir être confondu avec de l'or. Il est clair que sa définition du mot est beaucoup plus restrictive que celle de Hosler. Notons aussi la formulation que Schulze choisit : il ne dit pas que seul cet intervalle d'étain peut conférer au bronze cet aspect doré, mais plutôt qu'il est le plus apte à le faire. Parallèlement et paradoxalement, Schulze a démontré à maintes reprises dans sa thèse que ces analyses comportent une importante marge d'erreur qui serait, de plus, accentuée par l'enrichissement de certains éléments résultants du processus de corrosion (Schulze 2008: 486) ou de la ségrégation inverse²³. Schulze (2008: 260) fait valoir qu'il faut être conscients des limites de ces analyses et garder à l'esprit que leurs résultats ne reflètent probablement pas les compositions réelles des objets, mais que leurs moyennes devraient plutôt servir à créer des regroupements. Du coup, ajoute-t-il du même souffle, la discussion relative aux décisions technologiques prises par l'artisan doit également tenir compte de cette incertitude (Schulze 2008: 286). Ce chercheur affirme même que la grande variabilité observable dans la composition des objets mésoaméricains serait entre autres attribuable à la technologie mésoaméricaine qui impliquait un manque d'homogénéité (Schulze 2008 : 290). Il admet également qu'il est probable que les métallurgistes mésoaméricains ne parvenaient pas à contrôler efficacement la composition exacte des alliages (Schulze 2008: 361, fait que corrobore aussi Maldonado 2006: 103 et Hosler 2003: 162). Malgré tout, l'écart entre les deux propositions est minime et explicable. De fait, pour Hosler, c'est à partir de 5 % d'étain que les bronzes peuvent être qualifiés de dorés tandis que

²² Il mentionne aussi des résultats contradictoires pour les bronzes entrant dans la catégorie « bronze de faible concentration » selon les critères de Hosler. Étant donné que le modèle qu'elle propose relativement aux couleurs ne concerne que les alliages de « haute concentration », il est inutile de s'y attarder.

²³ « Budd y Ottaway (1991: 138) mencionan la gran heterogeneidad de las aleaciones de arsénico, que puede incluso causar una segregación inversa, cuyo resultado sería una superficie enriquecida con un Cu₃As eutéctico (20.8 % As) que tendría una superficie plateada. Esta segregación inversa se puede presentar incluso en objetos con menos de 8 % de arsénico, especialmente si se trata de secciones delgadas que se enfrían y solidifican rápidamente. » (Schulze 2008: 495)

selon Schulze, il serait préférable que ce taux soit de 7 % pour que le mélange corresponde à sa définition du mot doré.

3.1.3. Discussion

Tout bien considéré, il est impossible de rejeter le modèle des couleurs proposé par Hosler en prétendant qu'il est dichotomique. Il est évident que ces deux chercheurs divergent dans leur conception de certains termes (en l'occurrence, les termes « argenté » et « doré »). Cela explique comment ce débat en vint à prendre une tournure rhétorique. Pour pouvoir soutenir son argumentation d'une manière appropriée, Schulze aurait dû démontrer que les grelots correspondants aux critères proposés par Hosler ne peuvent pas être associés à des teintes dorées ou argentées. Il n'y parvient pas de façon concluante. Schulze ne propose aucun intervalle susceptible de conférer à l'alliage cuivre arsenic une teinte argentée pouvant s'opposer aux affirmations de Hosler et utilise des opinions partiellement contradictoires et des considérations basées sur des définitions distinctes pour tenter vainement d'invalidier le modèle des couleurs proposé par Hosler.

3.2. La Période 2, entre continuité et renouveau

Laissons maintenant la critique de Schulze de côté pour progresser dans notre réflexion en considérant ce que le métal lui-même peut nous révéler et en nous demandant ce que la continuité observée lors de la Période 2 nous démontre. Plus spécifiquement, je vous propose, dans un premier temps, de nous attarder sur la porosité

des grelots avant de continuer notre réflexion en examinant comment cette continuité nous fournit d'autres faits qui semblent s'opposer à certaines affirmations de Hosler.

3.2.1. Considérations relatives à la porosité

Selon Hosler, l'intérêt pour la couleur des artefacts métalliques en Mésoamérique débiterait avec la Période 2 (voir par exemple : Hosler 1994a: 45; 129). C'est ainsi qu'elle interprète la présence de hautes concentrations d'étain ou d'arsenic surpassant, selon elle, les nécessités purement techniques dans les alliages cupriques de cette période (Hosler 1995: 100-101). Elle affirme cependant que les propriétés mécaniques de ces alliages étaient requises par les caractéristiques du design de ces objets (Hosler 1994a: 230; 1995: 102). Pourtant, Hosler elle-même concède par ailleurs que beaucoup de grelots dont la facture était complexe étaient néanmoins constitués de cuivre non allié (Hosler 1985: 74).

Parallèlement, elle concède que l'usage du cuivre non allié continue d'être attesté durant la Période 2 lorsque le design ne requérait pas l'usage de ces alliages (Hosler 1986: 536). Dans son œuvre maîtresse intitulée « The sounds and colors of power », elle affirme aussi ce qui suit au sujet des grelots de la Période 2 :

« Not all specimens belonging to a particular type are made from an alloy, but those that are not differ in formal characteristics from their bronze counterparts; they are invariably thicker, for example. » (Hosler 1994a: 134)

Cela soulève des doutes, car on ne saurait supposer que l'intérêt²⁴ des Mésoaméricains pour la couleur des grelots variait en fonction des nécessités techniques que soulevait leur fabrication.

²⁴ Hosler parle même de « focus » (voir par exemple Hosler 1994a: 129)

Hosler propose que les alliages fussent nécessaires pour l'obtention de grelots étriqués ou aux parois plus minces et que l'usage de cuivre non allié puisse²⁵ avoir été nécessaire pour obtenir des grelots aux parois plus épaisses (Hosler 1986: 87). Hosler justifie cette possible nécessité d'avoir recours à du cuivre non allié²⁶ pour produire des grelots aux parois plus épaisses en affirmant que l'usage d'alliage augmenterait la porosité des objets aux parois épaisses (Hosler 1986: 86) parce que, selon elle, les plages de solidifications typiques des alliages augmenteraient la microporosité tandis que, selon elle toujours, une telle microporosité aurait moins de chance de se développer dans des moulages aux parois plus minces (Hosler 1986: 84). Or, cette argumentation contredit la littérature scientifique à ce sujet.

Ainsi, Grinberg explique que la porosité est un défaut de fabrication attribuable au réchauffement excessif du métal liquéfié lors du coulage. Cela augmente la quantité de gaz dissous dans le métal en fusion. Ces gaz forment de petites bulles qui se décollent lorsque la température diminue. Ce sont ces microbulles qui, lorsqu'attrapées lors de la solidification du métal, causent la porosité (Grinberg 1990: 43). Elle mentionne aussi que ce défaut est le plus fréquemment observé dans les pièces coulées mésoaméricaines et se base sur ce fait pour prouver que les métallurgistes mésoaméricains étaient capables d'atteindre des températures élevées puisque le *liquidus* du cuivre non allié est de 1083° C (et que les objets faits de ce matériel présentent fréquemment ce défaut (Grinberg 1990: 45). Ce faisant, elle contredit Hosler puisque les alliages réduisent la nécessité de surchauffe grâce à la plage de solidification qui les caractérise.

²⁵ « It may be the case that to cast bells thick, unalloyed copper was required, whereas to cast bells with thinner walls, an alloy was necessary. » Notons la formulation qui laisse place au doute. D'ailleurs, Hosler elle-même affirme que des travaux expérimentaux devraient être menés pour pouvoir confirmer ses hypothèses (Hosler 1986: 88).

²⁶ Elle affirme par ailleurs que le cuivre n'est pas une matière première idéale pour la méthode de la cire perdue: « In spite of the fact that copper is not an optimal material for lost-wax casting, the record shows that during period I, bells were crafted in far greater numbers and varieties than any other object class, judging from their relative abundance in excavated assemblages and in collections. » (Hosler 1994a: 58). Notons ici qu'elle ne dit pas que le cuivre non allié n'est pas un matériau optimal pour les seuls nouveaux types de grelots caractéristiques de la Période 2, mais plutôt que son utilisation était requise pour les grelots aux parois épaisses de la Période 1. Or, cette affirmation ne semble pas fondée.

De son côté, Schulze cite plusieurs spécialistes qui, eux aussi, contredisent cette allégation de Hosler sur ce point en exposant plusieurs faits scientifiques

....:

« Un aspecto que no está directamente relacionado con la colabilidad del metal, pero que tiene gran impacto sobre la capacidad de crear objetos sin faltantes y con buena calidad de superficie, es la absorción de gases. El cobre en su estado líquido bajo condiciones oxidantes puede contener 0.05 % por peso de oxígeno. Esta cantidad se reduce a 0.0035 % por peso en el estado sólido. Las aleaciones absorben considerablemente menos gases que el cobre puro (Heine y Rosenthal 1955: 298, 302; Monroe 2005: 14). Algunos elementos de aleación son utilizados hoy para desoxidar los metales líquidos (por ejemplo zinc, estaño, aluminio, calcio, entre otros) antes de verter el metal (Heine y Rosenthal 1955: 299, 302). Tylecote (1986: 81) nota que el plomo también ayuda con la desoxidación. La solución de hidrógeno en el metal puede causar los mismos problemas. El hidrógeno puede ser absorbido de la atmósfera del horno o tener su origen en humedad contenida en los moldes, crisoles o núcleos de arcilla de los objetos vaciados (ver Craddock 1977: 114). La solubilidad del gas se reduce con la disminución de la temperatura [...] y cae al solidificarse el metal (ver sección vertical en la curva de la solubilidad del hidrógeno). El gas, que ya no puede escapar del metal sólido, crea burbujas (Lees 1954b: 51; Heine y Rosenthal 1955: 299; Francis 1970: 209; Tylecote 1986: 81). También en el caso del hidrógeno, la solubilidad en aleaciones es menor que en cobre puro (Heine y Rosenthal 1955: 299), y además el intervalo de temperaturas de solidificación permite que el gas escape (Lees 1954b: 51). » (Schulze 2008: 114)

En fait, ce qu'il faut comprendre c'est que, pour les métallurgistes mésoaméricains, cette microporosité devait être considérée comme un moindre mal. Effectivement, ils devaient s'assurer que le métal en fusion parvienne à remplir complètement le moule avant que sa température n'atteigne son *solidus*; faute de quoi, la surface du grelot risquait d'être incomplète (Grinberg 1990: 45). Or, une des solutions pour éviter ce dernier défaut de fabrication consiste à surchauffer le métal à une température bien au-delà de son *solidus* afin de lui permettre de bien combler tout le moule avant de se solidifier (Heine et Rosenthal 1955: 174 cités par Schulze 2008: 113). Par contre, comme nous venons de le voir, cela augmente la porosité de l'objet coulé, et ce, à plus forte raison si ledit objet n'est pas constitué d'un alliage, mais plutôt de cuivre non allié (contrairement à ce qu'allègue Hosler).

Compte tenu de ce qui vient d'être exposé, force est de rejeter cette explication proposée par Hosler pour expliquer l'usage de cuivre non allié durant la Période 2 et de la qualifier d'inductive. C'est un exemple évident de biais de confirmation d'hypothèse. Rien ne permet d'affirmer que le recours à du cuivre non allié était nécessaire. En fait, non seulement l'usage d'alliage n'augmenterait aucunement la porosité des objets aux parois épaisses, mais, qui plus est, il contribuerait même à la diminuer. La porosité ne peut donc pas expliquer ce choix.

3.2.2. Autres considérations

Hosler affirme que des considérations technologiques auraient imposé impérativement l'emploi d'alliages cupriques pour la réalisation de certains sous-types de grelots de la Période 2 (Hosler 1986: 88). Schulze, pour sa part, doute de l'inéluclabilité de cette équation dans sa thèse doctorale. Il considère, par contre, probable que ces alliages aient pu faciliter leur fabrication sans pour autant être impératifs.

Quoi qu'il en soit, compte tenu du fait que les alliages aident à tout le moins le coulage de certaines pièces, il semble légitime de se demander, dans la mesure où le cuivre non allié a continué à être utilisé durant la Période 2 lorsqu'aucune considération technique ne justifiait l'emploi d'alliages, si ces considérations techniques ne suffiraient pas à elles seules à justifier l'utilisation desdits alliages sans égard à des considérations idéologiques comme la couleur des alliages.

Ce questionnement est d'autant plus légitime qu'on ne peut concéder à Hosler le fait que l'usage du cuivre non allié, pour la confection de certains types de grelots, n'était pas une question de choix, mais était technologiquement nécessaire. En effet, aucune

considération technique n'interdisait aux Mésoaméricains de couler tous les grelots avec ces alliages s'ils avaient tenu à obtenir systématiquement certaines couleurs par le biais desdits alliages. Or, ce n'est pas ce qui est observé dans les faits.

De plus, Hosler surenchérit en affirmant ce qui suit :

« Golden and silvery metallic colors achieved through alloying, or, where possible, with the pure metals were one primary technical objective of the smiths of this zone during Period 2. » (Hosler 1995: 105)

« In South America, metalsmiths produced gold and silver colors by using those metals or alloying them with copper, producing golden and silvery surfaces using sophisticated depletion gilding techniques. West Mexican smiths devised ingenious new methods to produce these same colors in objects whose design characteristics disallowed the use of pure gold or silver. They developed high-arsenic copper-arsenic alloys (as well as the more common copper-silver alloys) for a silver color; and for gold, high-tin copper-tin bronzes. West Mexican smiths also fashioned some objects from pure gold and silver, when design requirements permitted it. » (Hosler 1994a: 229)

Pourtant, cette affirmation semble difficilement conciliable avec le fait que le cuivre non allié continua à être utilisé pour confectionner des grelots lorsqu'aucune considération technique ne justifiait l'emploi d'alliages.

En effet, les caractéristiques mécaniques de l'or sont similaires à celles du cuivre non allié. L'or présente même le léger avantage de commencer à fondre à 1063 °C (tandis que le cuivre pur commence à fondre à 1083 °C (Grinberg 1990: 45). En fait, aucune considération technique n'empêchait d'utiliser l'or plutôt que le cuivre non allié pour couler les grelots. D'ailleurs, plusieurs beaux spécimens de grelots en or démontrent ce fait²⁷.

²⁷ Par exemple, la collection du Templo Mayor comporte bon nombre de grelots d'or (Schulze 2008: 240 note 2).



Figure 8- Pendentif aztèque en or de la tombe d’Ahuizotl (Mexico, Mexique)
http://media-cache-lt0.pinterest.com/upload/77757531036336524_DyBrkd92_b.jpg



Figure 9- Grelot représentant un guerrier-aigle aztèque. Origine inconnue. Gold State Hermitage Museum, St-Petersburg
http://www.hermitagemuseum.org/imgs_En/04/b2005/hm4_1_34_4_big.jpg



Figure 10- Grelot mesurant deux pouces représentant Xolotl

Image de gauche : <http://www.chapala.com/chapala/magnificentmexico/ancientgold/Bell.jpg>

Image de droite : [http://images2.bridgemanart.com/cgi-](http://images2.bridgemanart.com/cgi-bin/bridgemanImage.cgi/400wm.XBP.4860040.7055475/397505.jpg)

[bin/bridgemanImage.cgi/400wm.XBP.4860040.7055475/397505.jpg](http://images2.bridgemanart.com/cgi-bin/bridgemanImage.cgi/400wm.XBP.4860040.7055475/397505.jpg)

Ces spécimens (voir figures 8,9 et 10) constituent des exemples concrets difficilement conciliables avec l'affirmation de Hosler voulant que, dans la méthode de la cire perdue, le bronze et l'alliage cuivre-arsenic fussent utilisés pour confectionner des objets dorés ou argentés puisque certains paramètres de certains designs interdisaient le recours à l'or ou à l'argent pour les obtenir (Hosler 2009: 197). À ma connaissance, aucun grelot d'alliages cuprique étudié par Hosler n'était plus compliqué à couler que ces spécimens en or surtout lorsqu'on considère que tous les grelots mésoaméricains connus étaient coulés en un seul bloc grâce à la méthode de la cire perdue (Hosler 1994a: 53), même les grelots dont les motifs décoratifs laissent présumer l'utilisation d'appliqués (Hosler 1994a: 54).

De toute façon, même en admettant que certains paramètres de certains designs interdisent effectivement le recours à l'or ou à l'argent pour les couler, cela n'expliquerait pas pourquoi des grelots continuèrent à être fabriqués à partir de cuivre non allié lors de la Période 2, si l'obtention de teintes dorées ou argentées étaient véritablement un objectif premier de ces métallurgistes. Ici, donc, une nuance s'impose :

il semble que l'obtention de teintes dorées ou argentées ne constituait pas toujours un objectif premier des métallurgistes mésoaméricains.

Selon Hosler, la méthode de la cire perdue aurait été introduite en Mésoamérique dès le début de la Période 1 à partir de la région où se trouve l'actuelle Colombie (Hosler 1999: 11) où l'usage de cette technique était généralisé (Hosler 1994a: 17). La majorité des objets fabriqués dans ladite région étaient des objets rituels ou de statut constitués d'or ou de tumbaga (Hosler 1994a: 17). Le cuivre et l'or constituent l'essentiel des ressources minières de cette région.

Rares sont présentement les spécialistes qui continuent à croire que la métallurgie mésoaméricaine se serait développée indépendamment; la majorité abonde pour une origine méridionale (Torres Montes & Franco Velázquez 1996: 74). La question de l'origine de la métallurgie en Mésoamérique pourrait faire l'objet d'un mémoire ou même d'une thèse en soi. Je ne m'y attarderai donc pas ici pour ne pas m'éloigner de mon propos puisque mon objectif n'est aucunement de juger du bien-fondé de ces prises de position qui n'ont aucun impact sur mon argumentation, mais je citerai plutôt Hosler brièvement à ce sujet :

« Colombian, Panamanian, and Costa Rican bells are identical to the earliest West Mexican types in fabrication methods and overall design. They are lost-wax cast, possess a suspension ring, and contain a clapper. One of the Cerro de Huistle bells (a type 1c specimen) exhibits a typically lower Central American design and provides a small but compelling piece of evidence for contact between the two regions. Two other bell types from Colombia and Panama are identical to Period 1 West Mexican designs: type 1a, found in the Muisca highlands of Colombia, and type 11a, found in the same region and in the Sinú area. Specimens similar to type 1c also appear in both Colombian regions. Two of these (types 1a and 11a) also are known from Panama. [...] The exterior walls of these lower Central American bells are smooth, like the walls of the West Mexican varieties. [...] » (Hosler 1994a: 99).²⁸

²⁸ L'annexe 1 fournit la typologie de Hosler.

Hosler n'affirme pas seulement que certains grelots mésoaméricains de la Période I sont identiques à certains grelots colombiens, panaméens et costaricains (Hosler 1994a: 99, 100, 123), mais note également que la technique et les caractéristiques stylistiques de certains grelots mésoaméricains sont identiques à celles observées sur des grelots colombiens et du sud de l'Amérique Centrale plus anciens de quelques centaines d'années (Hosler 1994a: 101). Parallèlement, elle constate que bien que les Mésoaméricains aient utilisé la méthode de fabrication des grelots typiques de l'Amérique Centrale et de la Colombie, ils n'optèrent pas pour les mêmes matières premières que dans ces régions où l'or et la tumbaga (alliage cuivre-or) les constituaient généralement ²⁹ (Hosler 1994a: 123).

Cette constatation lui sert d'argument logique pour démontrer que les Mésoaméricains ne se contentèrent pas d'acquérir des produits finis. Hosler résume son opinion à ce sujet de la façon suivante :

« At no time during these developments did West Mexican smiths import either artifacts³⁰ or raw materials from the south. What they imported was knowledge of fabrication regimes and a few prototype artifacts that were copied locally. They also reproduced the pan-American indigenous interest in metallic color, especially of gold and silver, although they invented their own methods for achieving these colors. »³¹ (Hosler 1995: 104).

²⁹ Elle note au passage que l'imposante collection du RMG ne comprend qu'un seul grelot constitué d'or. Il est intéressant de constater qu'Hosler continue en disant que l'or était abondamment employé par les métallurgistes tarasques de la période II, mais principalement dans la confection d'ornement de feuilles métallique et d'objets rituels pour lesquels la couleur et la réflectivité étaient primordiales. Cela laisse supposer que ce n'était pas le cas des grelots...

³⁰ Sauf des prototypes.

³¹ Ce dernier segment de phrase ne s'applique qu'à la Période 2. Notons également que l'idée d'expliquer ainsi la composition de certains mélanges cupriques n'est pas une innovation propre à Hosler. Déjà en 1915 Mead proposait que des taux élevés d'étain dans des bronzes sud-américains puissent s'expliquer par la volonté d'obtenir des teintes particulières. Donc, Hosler (Hosler 1994a) aurait tort de prétendre que cette manière d'obtenir lesdites teintes serait une particularité mésoaméricaine (Hosler 1994a : 229; Hosler 1995 : 104).

Le fait que la métallurgie mésoaméricaine naissante aurait adopté la technique de la cire perdue et copié des types de grelots colombiens sans opter pour la même matière première pour les fabriquer est intéressant en soi. Ce fait est intéressant à plus d'un égard.

« West Mexican metalsmiths chose the Central American and Colombian method of making bells, but they did not employ the materials used to cast those bells: commonly gold and copper-gold *tumbaga* alloys.» (Hosler 1994a: 123)

Premièrement, cela est intrigant. Hosler affirme également que l'introduction de la métallurgie en Mésoamérique nécessita la présence prolongée de métallurgistes originaires des zones culturelles possédant cette technologie pour permettre aux Mésoaméricains d'apprendre à identifier les minéraux, à les extraire et à les transformer. Elle suggère que de tels échanges de connaissances auraient vraisemblablement eu lieu durant les longues haltes auxquelles les marchands sud-américains étaient contraints par les conditions climatiques favorisant leurs déplacements (Hosler 1988b et 2009: 189).

L'Occident mésoaméricain était, entre autres, riche en cuivre (Maldonado 2006: 78), mais aussi en or (voir carte 3). De plus, tel que mentionné précédemment, l'or et l'alliage cuivre-or (*tumbaga*) constituaient la matière première de la majorité des grelots colombiens ce qui s'explique par le fait que le cuivre et l'or représentent les principales ressources métalliques de cette région (Hosler 1994a: 17). Donc, dans la mesure où les grelots mésoaméricains seraient conçus selon une technique colombienne et qu'en outre, certains d'entre eux sont identiques à certains grelots colombiens, il est étonnant qu'ils ne soient pas, également généralement constitués d'or ou de *tumbaga*³².

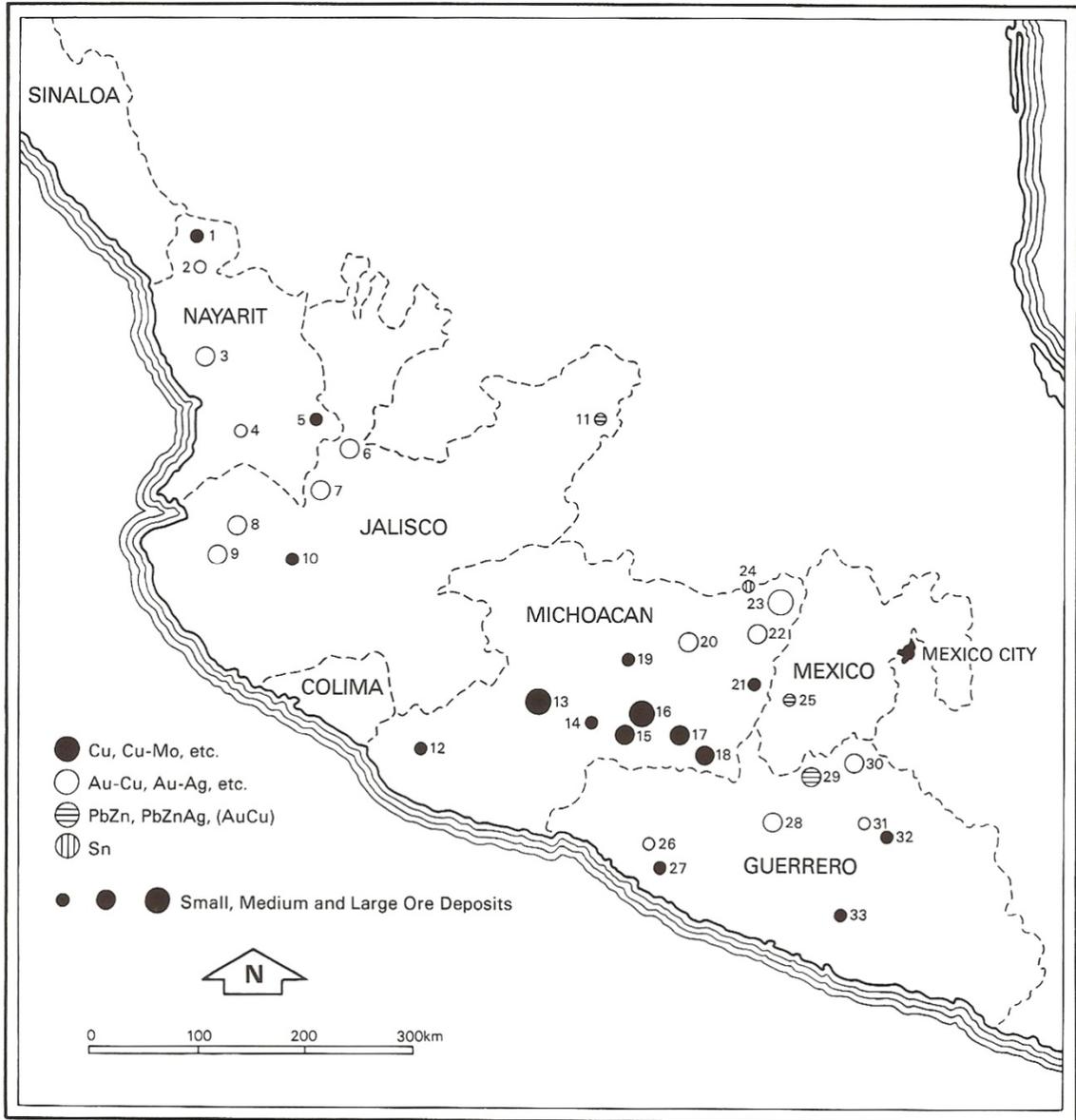
Lorsqu'on consulte le tableau 4, on constate que la majorité des objets métalliques datés de la Période 1 provenaient de sites situés dans des régions principalement

³² Hosler reste très évasive à ce sujet, se contentant de dire: « [...] the meaning and form of these physical and material symbols were not appropriated from the elite components of the two southerly source technologies; they arose directly from the West Mexican cultural experience. » (Hosler 1994a: 124)

aurifères³³. Hosler elle-même admet que l'or et l'argent abondaient dans l'Occident et que, conséquemment, la disponibilité des ressources ne peut être considérée comme une raison expliquant le choix de la composition des grelots de cette région (Hosler 1994b: 95). En principe, on aurait pu s'attendre à ce que les sites de ces régions nous révèlent des grelots faits, dans la grande majorité des cas, d'or ou de tumbaga, surtout lorsque l'on sait que l'or était par ailleurs connu et utilisé par les métallurgistes mésoaméricains de la Période 1 (voir tableau 5), mais ce n'est pourtant pas le cas³⁴.

³³ Notons toutefois que les grelots firent l'objet d'échanges soutenus en Mésoamérique, rendant ardue la localisation précise de leur lieu de fabrication (Bray 1989: 255; Smith 2003: 124).

³⁴ L'idée que des métallurgistes spécialisés colombiens soient venus enseigner leur art en n'utilisant pas la matière première qu'ils avaient l'habitude d'utiliser (Maldonado 2006: 52-53, Hosler 1994a: 17, 98 et 123) pour couler les grelots (et qui plus est, sans motif apparent) semble étrange.



Carte 3- Carte des ressources minérales de l'Occident. Tiré de Hosler 1994a: 28.

encore de nos jours, à être utilisés dans certaines régions du Mexique. Certains ont une couleur jaune comme les cocons ornant les ténabaris et une fente par laquelle de petites pierres sont introduites, d'où, en théorie le risque de les confondre en étudiant des sources iconographiques.



Figure 11- Danseurs traditionnels mexicains avec des grelots non métalliques aux chevilles (photo de l'auteur).

« However, pottery lacks metal's resonant qualities, and Period 1 West Mexican smiths chose to use the new material for objects that optimized properties that could not be replicated using other materials; the most important of these was sound. » (Hosler 1994a: 122)



Figure 12- Ici, la nature des grelots reste nébuleuse. Image provenant du codex Vaticano B (Jansen *et al.* 1993)

Considérons toutefois que, pendant les 500 ans que dura la Période 1, les Mésoaméricains firent le choix d'utiliser le cuivre non allié pour couler leurs grelots alors même que les échantillons qui leur auraient été proposés et qui sont réputés avoir inspiré leur métallurgie naissante étaient constitués d'or, et ce, malgré le fait qu'ils avaient aisément accès à l'or qu'ils utilisèrent, par ailleurs, à d'autres fins. Certes, l'utilisation du cuivre non allié pour couler les grelots de la Période 1 peut se justifier par le fait que les Mésoaméricains n'avaient pas encore développé d'intérêt particulier pour certaines teintes métalliques; cependant, ce désintéressement pour lesdites teintes métalliques ne peut servir à expliquer le fait que l'or n'était pas usité malgré tout pour la confection de grelots durant cette période dans les régions principalement aurifères. Il semble du moins clair que durant la Période 1, l'accent continue visiblement d'être mis sur la sonorité des

grelots, comme c'était déjà le cas avant le développement de cette technologie dans cette aire culturelle alors que des grelots non métalliques jouaient le même rôle comme le prétend Hosler.

Il semble toutefois légitime de se demander si, comme le veut le modèle de Hosler, les changements observés dans la composition des grelots de la Période 2 par rapport à ceux de la Période 1 trahissent réellement un soudain intérêt pour des teintes métalliques particulières alors que, depuis le tout début de l'utilisation de la technique de la cire perdue dans l'Occident, les Mésoaméricains auraient été exposés à des grelots en or.

Ce questionnement est d'autant plus légitime lorsqu'on considère qu'aucune considération technique ne peut justifier l'usage du cuivre non allié pour la confection de certains types de grelots. Rappelons-nous que Hosler expliquait ce fait en proposant que l'usage d'alliage aurait nui à la finition de ces grelots et que nous avons réprouvé catégoriquement cette allégation. Nous en étions alors arrivés à la conclusion que, techniquement parlant, l'usage d'alliage aurait même présenté des avantages par rapport à celui du cuivre non allié. Cela aurait en outre permis d'obtenir des couleurs attribuées à ces alliages. Ici, nous pouvons même nous permettre de franchir un pas de plus en affirmant que même si Hosler avait raison en affirmant que l'usage d'alliage aurait été néfaste pour ce type de grelots, aucune considération technique ne peut justifier l'emploi du cuivre non allié plutôt que celui de l'or puisque, comme nous l'avons mentionné déjà, ces deux éléments présentent des caractéristiques physiques comparables. De plus, durant la Période 2, on ne peut plus accepter l'explication qui prévalait pour la Période 1 pour justifier l'emploi du cuivre non allié plutôt que celui de l'or, à savoir qu'à cette époque, les Mésoaméricains n'étaient pas encore sensibles à certaines couleurs métalliques.

3.2.3. Discussion

Force est donc de rejeter l'inéluctabilité de l'usage du cuivre non allié pour la confection de certains grelots telle que proposée par Hosler et d'admettre que l'explication de ce choix repose vraisemblablement sur d'autres considérations que sur des considérations techniques.

Force est également de rejeter du même souffle l'affirmation suivante de Hosler: « Golden and silvery metallic colors achieved through alloying, or, where possible, with the pure metals³⁵ were one primary technical objective of the smiths of this zone during Period 2. » (Hosler 1995: 105). Il semble qu'il faudrait ici nuancer un peu plus cette allégation puisque les données soulevées dans le présent chapitre tendent à démontrer que certains alliages réputés avoir été utilisés pour obtenir une teinte particulière auraient fort bien pu être substitués par le métal pur ayant naturellement cette couleur. L'utilisation d'alliages ne découle donc pas toujours d'une impossibilité d'obtenir des couleurs particulière par l'emploi du métal pur.

Des considérations techniques ont été avancées pour soutenir ces conclusions, mais ne perdons pas de vue également que des grelots non métalliques étaient utilisés en Mésoamérique bien avant l'introduction de la métallurgie et qu'ils continuent à être utilisés de nos jours. Il existait plusieurs types et sous-types de grelots et leur fonction et signification variaient. Les dénominations variées servant à désigner différents types de grelots dans certaines langues mésoaméricaines reflètent d'ailleurs cette variété. Dans ce contexte, la prudence reste de mise. Ainsi, il semble préférable de se garder de tout dogmatisme. Pour l'instant, considérons comme hypothèse de travail que l'emphase mise sur la couleur des grelots de la Période 2 constituait possiblement un objectif premier expliquant certaines compositions dans certains cas, mais que, de toute évidence, cette pratique n'était pas généralisée. Il est intéressant de se demander ce que cela nous révèle.

³⁵ Hosler admet que la vaste collection de grelots du RMG ne comporte qu'un seul grelot constitué d'or.

Nous tenterons donc de proposer des hypothèses relativement à ce sujet ultérieurement dans ce travail. N'oublions pas qu'Hosler avance par ailleurs que les alliages de la Période 2 permirent la fabrication de grelots plus grands et aux parois plus minces (ce qui augmentait la gamme sonore).

Le syllogisme sur lequel Hosler base son modèle relativement à la couleur des grelots ne tient pas compte de plusieurs considérations comme le fait, par exemple, que les grelots mésoaméricains composés d'alliages sont tous réputés profiter techniquement desdits alliages comme le démontre, par exemple ce passage :

« The West Mexican experiment is unique in that artisans achieved these culturally required golden and silvery colors through the unusual technical expedient of using the high-arsenic and high-tin bronzes. Although the mechanical properties of these alloys were required by the design characteristics of the objects, their colors were a matter of choice, accomplished by adding the alloying element in high concentrations. » (Hosler 1995: 102)

Parallèlement, n'oublions pas que l'usage du cuivre non allié continue d'être constaté durant la Période 2 lorsque le design ne requérait pas l'usage de ces alliages (Hosler 1986: 536). Ces faits suggèrent que des considérations purement techniques pourraient peut-être expliquer certains alliages. Ce sera d'ailleurs le thème du prochain chapitre.

3.3. Les alliages, considérations techniques

Comme nous venons de le voir, Hosler semble parfois éprouver de la difficulté avec certains faits techniques. Bien qu'elle ne nie pas que la métallurgie soit soumise à des considérations techniques, elle continue d'affirmer que les taux d'arsenic et d'étain observés dans les objets de statut mésoaméricains surpassent les nécessités purement techniques. Elle base son argumentation sur la comparaison de résultats d'analyses quantitatives d'objets utilitaires et d'objets de statut. Ce faisant elle semble négliger de prendre en considération le fait qu'il s'agit de deux méthodes de fabrications distinctes ayant des contraintes techniques différentes et que les fonctions des produits finis différaient. Ce chapitre tente d'établir si des considérations techniques pourraient également permettre d'expliquer d'une autre manière certaines concentrations particulières et s'il est vrai que les taux d'arsenic et d'étain observés dans les objets de statut mésoaméricains surpassent les nécessités purement techniques. Le but de ce chapitre n'est donc pas de nier que des considérations idéologiques aient parfois pu influencer le choix des métallurgistes mésoaméricains, mais plutôt d'évaluer l'argumentation de Hosler. Nous y considérerons les divers éléments susceptibles de composer les grelots mésoaméricains, soit : le cuivre, l'arsenic, l'étain, le plomb, l'argent et l'or.

La toute première considération technique à dégager pour ce qui a trait aux grelots mésoaméricains est qu'ils ont tous été fabriqués en utilisant la méthode de la cire perdue. Cette technique implique évidemment que le métal soit liquéfié. Cette opération en soi n'était pas une mince affaire. Effectivement, les métallurgistes mésoaméricains devaient atteindre des températures élevées avec des moyens rudimentaires. Ce furent les conquérants européens qui introduire l'utilisation du soufflet en Mésoamérique. La méthode de travail traditionnellement utilisée par les métallurgistes mésoaméricains impliquait la nécessité de souffler à travers des tubes de roseau pour augmenter l'apport d'oxygène requis pour atteindre les températures recherchées (Roskamp 2004: 195). Ce procédé était ardu et s'étirait sur un laps de temps difficilement concevable de nos jours (Warren 2004: 125).



Figure 13- Codex Mendoza (Berdan & Anawalt 1992: 70r) de (Maldonado 2006: 77).



Figure 14- Relación de Michoacán (Martínez S. 1903: Lám. XIX) de (Maldonado 2006: 77).

Qui plus est, pour pouvoir espérer réussir à couler adéquatement une pièce selon la méthode de la cire perdue, ces métallurgistes ne pouvaient pas se contenter d'atteindre

le *liquidus* du métal. De fait, le *solidus* d'un métal non allié étant généralement voisin de son *liquidus*, il fallait d'atteindre des températures supérieures afin d'éviter que le métal, en durcissant trop rapidement, empêche que le moule ne soit rempli adéquatement. Or, lorsque l'on sait que le *liquidus* du cuivre non allié est de 1083°C, déjà en partant, on peut concevoir que l'entreprise ne devait pas être des plus aisées.

Ce faisant, comme nous avons eu l'occasion de le mentionner précédemment, la quantité de gaz dissous dans le métal en fusion augmente ce qui se traduit par des problèmes de porosité (Grinberg 1990: 43).

Face à cette réalité, l'utilisation de certains alliages présente des avantages indéniables comme le fait remarquer Goffer :

« Soon after the discovery of metals it became clear to ancient men that the properties of metals could be improved by alloying or mixing these with other elements. Hardness can be enhanced by producing an alloy in which some atoms of the main component are replaced by others of different size. The melting points of many metals can be lowered by alloying. Other properties that can be similarly improved are strength, workability, and resistance to corrosion. » (Goffer 1980: 209)

Cet aperçu que nous donne Goffer dans l'extrait précédent n'est évidemment pas exhaustif. Dans la présente section, nous tenterons d'établir de quels avantages techniques auraient pu bénéficier les métallurgistes mésoaméricains en optant pour certaines compositions plutôt que pour d'autres pour couler leurs grelots. Cependant, avant toute chose, il importe maintenant de s'attarder à déterminer spécifiquement quelles sont les propriétés techniques inhérentes à la méthode de la cire perdue qui gagnent à être améliorées. Effectivement, chaque méthode de fabrication doit jongler avec des contraintes techniques qui lui sont propres. Ainsi donc, certains alliages seront tout indiqués pour le travail à froid par exemple et contre indiqués pour la méthode de la cire perdue puisque les contraintes techniques divergent. Par exemple, le problème de

porosité n'était pas une préoccupation pour les métallurgistes travaillant par martelage alors qu'il se posait pour ceux utilisant la méthode de la cire perdue.

Voici donc une liste des principales qualités physiques de la matière première susceptibles de faciliter un coulage réussi des grelots métalliques mésoaméricains:

- Avoir un *liquidus* relativement bas. Cela réduit le temps et l'énergie requis pour parvenir à obtenir un liquide en fusion;
- Posséder un *solidus* aussi inférieur que possible au *liquidus* pour permettre au métal en fusion d'avoir le temps de bien remplir les moindres détails du moule avant sa solidification complète. Dans les faits par contre, un métal non-allié a un *solidus* fixe généralement voisin de son *liquidus*. Dans le cas des alliages, par contre, la solidification s'échelonne sur divers paliers de températures (Hosler 2010: 257-258). Conséquemment, plus un alliage possède un écart de températures de solidification marqué, plus on évite de devoir surchauffer excessivement le métal pour pouvoir le couler adéquatement. Une surchauffe augmente le temps de fabrication, l'énergie dépensée, la quantité de gaz dissous dans le métal en fusion et, ultimement, la porosité du produit fini;
- Être aussi désoxygénant que possible pour réduire les défauts de fabrication reliés aux gaz dissous dans le métal en fusion;
- Être fluide;
- Être suffisamment solide pour permettre la réalisation de parois minces le cas échéant;
- Être apte à reproduire les moindres détails du moule (avoir une bonne coulabilité).

Maintenant, voyons dans quelles mesures les différentes compositions sont réputées aptes à satisfaire à ces exigences. Pour ce faire, nous ne considérerons que les

éléments susceptibles de constituer la matière première des grelots métalliques mésoaméricains.

Intuitivement, on pourrait être tenté de supposer qu'un diagramme relatif aux *liquidi* et aux *solidi* d'un alliage binaire en fonction de leur proportion respective (pourcentage molaire) décrive une ligne droite; une diagonale parfaite. Or, ce n'est pas le cas. Prenons par exemple le cas de l'alliage cuivre-or pour illustrer cette réalité :

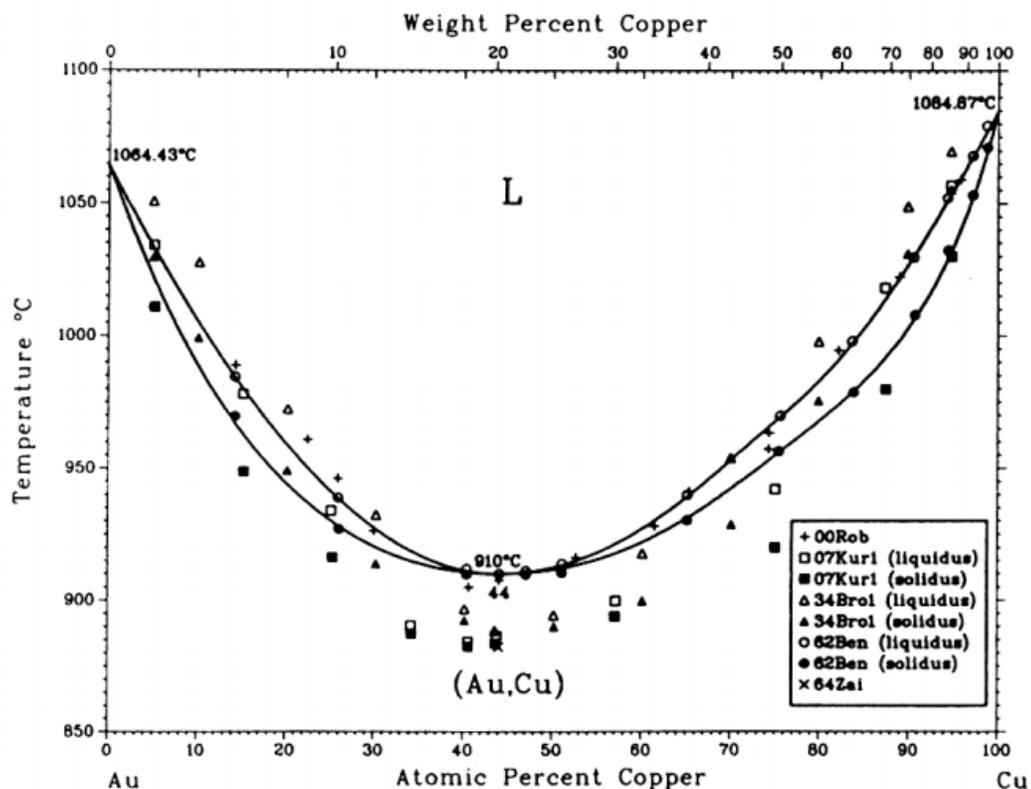


Figure 15- Diagramme relatif aux liquidi et aux solidi de l'alliage cuivre-or tiré de (Okamoto & al. 1987: 455) <http://neon.memscmu.edu/laughlin/pdf/064.pdf>

Ce diagramme traduit les résultats d'analyses expérimentales obtenus par divers scientifiques, qui malgré quelques minimes variations décrivent tous un genre de parabole. Les données utilisées dans l'élaboration de ce diagramme sont indiquées dans le tableau suivant:

Reference	Composition, at.% Cu	Liquidus, °C	Solidus, °C
[00Rob].....	0	1063	...
	14.00	979	...
	22.20	951	...
	25.55	946	...
	29.68	926	...
	40.51	905	...
	43.81	907	...
	52.46	916	...
	61.30	928	...
	65.42	941	...
	74.16	957	...
	74.28	963	...
	82.12	994	...
	89.04	1022	...
96.13	1059	...	
100	1083	...	
[07Kur1]	0	1063	...
	5	1034	1011
	15	978	949
	25	934	916
	34.07	890	887
	40.50	884	883
	43.66	886	884
	57.06	900	894
	75	942	920
	87.45	1018	980
	95	1056	1030
	100	1084	...
[34Bro1].....	0	1063	...
	5	1051	1030
	10	1028	1000
	20	973	950
	30	933	914
	40	897	893
	43.5	889	...
	50	895	890
	60	918	900
	70	954	929
	80	998	976
	90	1049	1031
	95	1073	1055
	100	1083	...
[62Ben].....	14.0	983	970
	25.7	939	927
	40.5	912	910
	43.7	910	910
	46.7	911	910
	50.8	914	911
	65.1	940	931
	75.6	970	957
	83.8	998	979
	90.8	1030	1007
	94.5	1052	1032
	97.4	1068	1053
99.1	1079	1071	

Tableau 6- Liquidi et solidi de l'alliage cuivre-or, tiré de (Okamoto *et al.* 1987: 456)
<http://neon.mems.cmu.edu/laughlin/pdf/064.pdf>

Ces informations illustrent bien qu'il faut bien se garder de présumer intuitivement qu'une propriété obtenue en alliant un élément à un métal augmentera proportionnellement à mesure que le pourcentage de cet alliant augmentera ou diminuera proportionnellement à mesure que le pourcentage de cet alliant diminuera.

Un autre exemple de cette réalité réside dans le fait que l'addition d'étain au cuivre est réputée produire un alliage plus résistant à condition que son pourcentage dans l'alliage cuprique ne dépasse pas 10 % s'il est destiné à être martelé puisque passé ce point critique, il devient cassant. Ce problème ne se pose pas pour le travail à chaud (Maldonado 2006: 82). Le même phénomène se vérifie avec l'arsenic avec cette différence que, dans ce cas, le pourcentage fatidique à ne pas dépasser se situe entre 7 et 8 % (Hosler & al. 1990: nf.2 cité dans Schulze 2008: 358).

Si les grelots mésoaméricains avaient été confectionnés à froid comme c'était le cas en Équateur (Hosler 1994a: 110), cette considération aurait pu constituer une justification pouvant expliquer pourquoi les grelots en bronze sont si fortement représentés dans l'Occident dans la mesure où les propriétés mécaniques du bronze et de l'alliage cuivre-arsenic sont comparables (Lechtman 1996a: 4; Carcedo y Vetter 1999: 199); que l'étain est excessivement rare en Mésoamérique contrairement à l'arsenic qui y est commun; et considérant le fait que la quantité relative d'étain ait été mieux contrôlée que le pourcentage d'arsenic dans les alliages. Or, ce n'est pas le cas; heureusement, puisque cet argument aurait semblé convaincant alors que les raisons justifiant ce choix en Mésoamérique sont autres. Hosler suggère que l'obtention de teintes dorées justifierait ce choix, mais il faut considérer d'autres possibilités telle la toxicité de l'arsenic par exemple (nous y reviendrons) avant de prendre position. Profitons de l'occasion pour souligner au passage que nous avons là un bel exemple des différentes considérations techniques dont devaient tenir compte les métallurgistes en fonction de la méthode de travail utilisée. En effet, comprendre que des considérations relatives à la méthode utilisée et aux paramètres de l'objet à fabriquer justifient des variations dans le choix de

la composition permet de remettre en perspectives des affirmations qui, sans cela, pourraient sembler convaincantes comme c'est le cas, par exemple de cette affirmation de Hosler :

« The focus on color, especially the colors of gold and silver, is apparent in bells and in other status items such as large ornamental tweezers, rings and ornamental shields fashioned from copper alloys by hot or cold work. When made from bronze, these artifacts contain the alloying element, tin or arsenic, in concentrations between 5 and 23 weight per cent, levels which laboratory studies (Hosler 1986) have shown are far higher than necessary solely to optimize artifact design and mechanical function. These levels of tin or arsenic dramatically alter the color of copper metal, however, from red to increasingly golden or silvery hues. Artisans also used copper alloys, especially the bronzes, for utilitarian objects, such as axes, needles and awls. These contain tin and arsenic in concentrations between approximately 2 and 5 weight per cent. At these levels, alloy concentration is sufficient to confer the increased strength required to improve performance and design without appreciably affecting color. » (Hosler 1995: 100-101)

Dans ce passage, Hosler propose une considération idéologique pour expliquer certaines compositions, toutefois, plusieurs autres types de considérations comme des considérations économiques ou techniques pourraient être envisagées. Il est probable que le choix de la matière première utilisée résulte d'un compromis. Du point de vue purement physique, les divers alliages (et ici il faut comprendre implicitement les niveaux relatifs des éléments constituant lesdits alliages) et métaux non alliés possèdent tous des caractéristiques qui leur sont propres. On doit considérer ces caractéristiques comme des avantages ou des inconvénients. Le choix des métallurgistes doit donc être perçu comme un compromis. Du point de vue technologique, déterminer laquelle des principales qualités physiques de la matière doit primer pour répondre le plus adéquatement possible aux contraintes spécifiques liées aux paramètres de l'objet à fabriquer est important pour guider ce choix bien qu'il soit possible que certains choix relèvent de l'idéologie et pas uniquement de considérations techniques et économiques. Illustrons cette affirmation par un exemple concret que nous fournit ce passage de Hosler :

« The most significant examples of lost-wax castings from copper-arsenic alloys anywhere in the Americas come from the west Mexican metalworking zone and consist of intricate, extremely thin-walled (0.02 cm–0.05 cm) bells whose design parameters required the solidification characteristics of a copper alloy. Alloys are used in thin-walled castings because they solidify over a range of temperatures (not at a single temperature,

as is the case with pure metals), so that the liquid metal has time to flow into and fill all the intricate details of the mold before the casting solidifies completely. » (Hosler 2010: 257-258)

Ici, une plage de solidification (caractéristique des alliages non eutectiques) est présentée comme la qualité physique clef sensée satisfaire la contrainte de l'extrême minceur des parois. En fait, à la lecture du passage précédent, il est clair que, selon Hosler, l'avantage que présenterait ici une solidification graduelle serait une augmentation de la fluidité du métal à couler. Cette affirmation semble cependant discutable. Effectivement, la solidification graduelle implique que des cristaux réduisent la fluidité du métal. De fait, ces cristaux menacent d'obstruer le flux du métal en fusion (Schulze 2008: 113) ce qui ne constitue certainement pas un avantage avec des parois aussi minces. Même en ne bloquant pas les parois, ces cristaux augmenteraient la viscosité du métal et en réduiraient conséquemment la fluidité et réduiraient donc les probabilités de remplir adéquatement le moule avant solidification complète (Schulze 2008: 480) contrairement à ce que suggère Hosler dans l'extrait présenté. Une des solutions à ce problème est la surchauffe de l'alliage bien au-dessus de la valeur la plus élevée de l'intervalle de solidification. Par contre, comme nous l'avons mentionné précédemment, cela augmente l'absorption de gaz, ce qui, dans un contexte où les parois sont minces, risque de se traduire par des manques si les bulles sont aussi larges que la paroi (Schulze 2008: 518). Or, un des buts présumés de l'utilisation d'alliages est justement d'éviter de devoir surchauffer exagérément les métaux occasionnant l'absorption de gaz. Par contre, une certaine surchauffe était inévitable pour que le métal en fusion ne congèle pas au contact du moule. À cet égard, Schulze a tout à fait raison de souligner qu'un réchauffement du moule pouvait aider³⁶. C'est d'ailleurs ce qui était fait selon le codex Florentin (voir le chapitre 2 pour les étapes suivies selon cette source pour

³⁶ « Para asegurar el buen resultado del vaciado, la cadena operativa del proceso de vaciado mismo es de gran importancia. Especialmente, es crucial el tiempo que tiene el metal dentro del molde antes de solidificarse. Para aumentar este tiempo, se pueden precalentar los moldes a temperaturas cerca del punto de fusión del metal. Con eso se asegura un enfriamiento más lento del metal dentro del molde (Lees1954a: 35; Bray 1977a: 140). El efecto es aún más pronunciado si el molde está colocado en arena, que también se calienta. Easby (1955-57) menciona estos dos puntos del proceso al comentar la descripción de la fundición a la cera perdida en el *Códice Florentino* (Anderson & Dibble 1950-82 IX: 73-8), aunque no hay información muy clara al respecto. » (Schulze 2008: 123,124)

le moulage). D'un autre côté, le cuivre pur est réputé avoir une fluidité supérieure à celle de l'alliage cuivre-arsenic (Schulze 2008: 481) auquel l'extrait fait allusion, mais cette option impliquerait encore une fois la nécessité d'une surchauffe excessive avec ce que ça occasionne comme inconvénients. Il est vrai que les alliages eutectiques sont réputés être aussi fluides qu'un métal pur (Schulze 2008: 113, 480), cependant, puisque ce type d'alliages réagit comme un métal pur, il ne bénéficie pas de l'intervalle de solidification auquel Hosler associe la réussite du coulage de ce type de grelots. De plus, présumer que les métallurgistes mésoaméricains parvenaient à obtenir un tel alliage à volonté semblerait totalement illusoire. En fait, la propriété que semble augmenter réellement une solidification graduelle est la coulabilité de la matière première. La coulabilité est particulièrement importante lorsque le moule comporte des détails de superficie complexes. Certes, la fluidité augmente la coulabilité, mais dans le cas qui nous occupe actuellement le seul paramètre qui est exposé est l'extrême étroitesse des parois; il n'est aucunement question de la grandeur des grelots ni de détails de superficie difficiles à reproduire adéquatement. Conséquemment, compte tenu de ce qui vient d'être exposé, il semble que la raison proposée par Hosler pour justifier l'emploi de cet alliage avec les paramètres exposés ne soit pas celle ayant réellement guidé la décision des métallurgistes ayant confectionné les grelots en question. Ici, il semble davantage probable que ce soit la solidité accrue de l'alliage comparativement à celle du cuivre non allié qui justifie son utilisation. Il s'agirait donc là d'un compromis puisque ce choix comporte des avantages, mais aussi des inconvénients.

3.3.1. Le cuivre

Le cuivre est le métal le plus abondant en Mésoamérique et constitue, seul, ou allié à d'autres éléments, la matière première de la très grande majorité des grelots mésoaméricains connus (Maldonado 2006: 78). Avec son *liquidus* de 1083°C, c'est aussi l'élément les constituant qui a le point de fusion le plus élevé. De plus, sa solidification s'effectue à une température fixe comme tous les métaux purs ce qui constitue un

désavantage lorsqu'on veut le couler. Il présente cependant l'avantage d'être extrêmement fluide (Schulze 2008: 517).

La valeur attribuée à ce métal semble avoir grandement fluctué en Mésoamérique. Il faut dire que les coutumes en matière d'ornementation différaient considérablement d'une population à l'autre et d'une époque à l'autre (Sahagún 1969, 8, IX-3) malgré l'existence de certains traits communs. Ainsi donc, par exemple, la valeur sociale des ornements d'oreilles en cuivre passait de prestigieuse chez les Otomis (Sahagún 1969, 10, IV-53) à vulgaire à Xicalanco (Sahagún 1969, 9, IX, 4-6). De l'étude des diverses sources dont nous disposons ressort donc plusieurs similarités, mais également plusieurs variations et zones obscures. S'il est certes tentant de procéder par inférence pour réduire ces zones, la prudence reste de mise dans le cas du cuivre. Ce problème ne semble pas se poser avec l'or qui semble toujours être associé au divin ou à l'élite. Même lorsqu'il y a apparence de similarités, il convient de garder à l'esprit que la valeur sociale des métaux n'était pas nécessairement la même. Ainsi, comme nous venons de l'illustrer, ce n'est pas parce qu'on trouve la preuve de l'utilisation de certains métaux comparables dans diverses sociétés que leurs valeurs symbolique et sociale ne différaient pas.

On note une divergence entre la réalité que nous révèlent les collections des divers musées possédant une collection de grelots mésoaméricains où la presque totalité des grelots est constituée de cuivre allié ou non allié et l'image véhiculée par les sources anciennes iconographiques ou ethnohistoriques qui laissent croire que la presque totalité des grelots était composée d'or.

D'une part, il est important de souligner que ces sources anciennes ne dressent pas un portrait représentatif de la réalité mésoaméricaine puisque l'élite y est surreprésentée. De plus, la description des diverses divinités occupe une partie importante de la majorité de ces sources qui y dépeint des êtres qui, par essence, sont hors du commun. Il est donc tout à fait logique que leurs attributs traduisent matériellement cette distinction. Parallèlement, mentionnons que l'or était assurément le métal le plus prisé en

Mésomérique et était étroitement associé à l'élite et au divin au moment de la conquête espagnole.

De fait, ce n'est pas tant sa rareté que d'autres facteurs qui expliquent ce fait. Si la rareté du métal devait à elle seule expliquer la prédilection des Mésoméricains pour un métal en particulier, l'étain aurait sans contredit supplanté l'or puisqu'il est beaucoup plus rare en Mésomérique. Hosler souligne que la vaste majorité des artefacts mésoaméricains de la Période 1 était constituée de cuivre non allié plus ou moins pur. Il semble donc que l'engouement des Mésoméricains pour la teinte dorée se développa avec le temps et que c'est probablement la brillance et la sonorité des métaux qui les intéressèrent tout d'abord (Hosler 1994a).

Par contre, avec le temps les choses évoluèrent. Ce commentaire que Claude Chapdelaine formule au sujet de l'orfèvrerie péruvienne s'applique également à la métallurgie mésoaméricaine de la Période 2: « An undeniable and primordial virtue of gold was its colour. The bright yellow had a particular significance.» (Chapdelaine 2008: 92). En Mésomérique comme en Amérique du Sud, l'or en vint à être associé au soleil, puis au divin et au pouvoir en général. Des lois somptuaires en vinrent même à en limiter l'accès chez les Aztèques et les Tarasques. Ces lois visaient à assurer la cohésion sociale de ces sociétés axées sur l'apparat (Duverger 1978: 251 et 272).

Chez ces peuples, on ne peut s'empêcher de noter la valeur sociale et symbolique qu'en vinrent à revêtir les ornements en or. En outre, il semble bien que les vertus prêtées à cette matière ne soient pas à négliger comme l'illustre cet extrait :

«Much like cocoa, gold had an economic, ritualistic, and medicinal function among the Aztecs. Those suffering from skin pustules or haemorrhoids ate gold dust or filings. Cecilia Klein³⁷ has linked the reason for taking gold dust – pustules, or in Náhuatl *nanaoatl* – to the god *Nanauatzin*, “Our Dear Pustules”, who immolated himself during the fifth creation of the universe and became the Sun. » (Paradis 2008: 100)

³⁷ (Klein 1993: 4)

Deuxièmement, la cupidité des conquistadores espagnols est bien connue (Hosler 1974: 45) et pourrait expliquer en partie cette divergence entre la réalité que nous révèlent les collections des divers musées et l'image véhiculée par les sources anciennes iconographiques ou ethnohistoriques qui laissent croire que la presque totalité des grelots était composée d'or. L'épisode de la Noche Triste en est d'ailleurs l'illustration parfaite. Non seulement cette rapacité entraîna-t-elle cet épisode, mais elle poussa les assiégés à compromettre leur fuite, et du coup leur survie même, en s'encombrant de lourdes richesses. Il ne s'agit là que d'un exemple parmi tant d'autres puisqu'en fait, ce qui motiva la Conquête était principalement cette soif insatiable de richesses. Ainsi donc, il n'y a rien de surprenant à ce que la majorité des objets constitués de métaux plus nobles n'ait terminé dans les crisols des conquistadores comme le démontre cet extrait de la lettre écrite le 15 octobre 1524 par Hernan Cortés à Carlos V :

« La otra porque ya que se pusiesen ó pudiesen traer á esta órden de contribucion, todo lo que dieren no podrá ser cosa de que V.M. fuese servido; porque oro ni plata no habia de ser, porque alguno que tenian antiguamente en joyuelas, ya lo han dado é se es acabado, y lo que podrian dar es lo que ahora dan á los españoles que los tienen, así como maiz, que es el trigo de que acá nos mantenemos; algodón de que hacen las ropas de que ellos se viesten; pulque, que es un vino que ellos beben, [...] » (Cortés 1866 : 331)

En fait, Fray Toribio de Benavente (mieux connu sous son surnom nahuatl « Motolinia » qui signifie « le malheureux » ou « le pauvre » dans cette langue) qualifie même cette cupidité de fléau ou plaie divine et nous dit dans le premier chapitre de ses *Relaciones de la Nueva España* que l'avidité pour l'or des Espagnols était telle que même des sépultures furent profanées comme en fait foi ce passage :

« Hirió Dios y castigó esta tierra³⁸, y a los que en ella se hallaron, así naturales como extranjeros, con diez plagas trabajosas.
[...]

La quinta plaga fue los grandes tributos y servicios que los Indios hacían, porque como los Indios tenían en los templos de los ídolos, y en poder de los señores y principales, y en muchas sepulturas, gran cantidad de oro recogido de muchos años, comenzaron a sacar de ellos grandes tributos; y los Indios, con el gran temos que cobraron a los Españoles del tiempo de la guerra, daban cuan lo tenían; mas como los tributos eran tan continuos que apenas pagaban uno que les obligaban a otro, para poder

³⁸ Il s'agit de la terre d'Anáhuac aussi appelée Nueva España.

ellos cumplir vendían los hijos y las tierras a los mercaderes, y faltando de cumplir el tributo hartos murieron por ello, unos con tormentos y otros en prisiones crueles, porque los trataban bestialmente, y los estimaban en menos que a bestias. » (Citation provenant du site internet <http://www.biblioteca-antologica.org/wp-content/uploads/2009/09/MOTOLIN%C3%8DA-Historia-de-los-indios-de-la-Nueva-Espa%C3%B1a-YA.pdf>)

Cet extrait est très éloquent. Face à une telle situation, on ne peut que comprendre les motivations des Indiens pour s'en soustraire. Ce saccage trouve malheureusement écho dans le pillage généralisé des sites archéologiques qui perdure de nos jours encore. Ce pillage endémique des sites archéologiques constitue un grave problème, privant archéologues et historiens d'informations essentielles à une meilleure compréhension du passé. De plus, les pilleurs de sites agissent avec empressement et détruisent beaucoup de pièces qu'ils jugent à tort sans valeur. Il faut dire que, dans les faits, ces voleurs savent pertinemment qu'ils ne risquent pas grand-chose s'ils sont pris puisque les autorités se contentent généralement de saisir les vestiges que les pilleurs n'ont pas encore réussi à vendre. Résultat : aujourd'hui, la grande majorité des artefacts constituant les collections des musées mexicains ne sont pas issus de fouilles archéologiques et deviennent, de ce fait, que de simples œuvres d'art décontextualisées destinées à attirer des visiteurs. On peut donc douter sérieusement de la représentativité des objets composant ces collections.

Troisièmement, il est communément admis que les sources anciennes datant de la Conquête sont biaisées par cette avidité pour l'or des conquistadores au détriment du cuivre qu'ils ne considéraient que comme une denrée utilitaire de moindre valeur. D'ailleurs, un passage de La historia General y Natural de Indias de Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés est particulièrement éloquent à ce propos :

« Ha avido alli y hay mucho exerçio en sacar oro; pero porque desto se dirá adelante mas particularmente como se saca, diré primero de los otros metales que hay en esta isla, allende del oro; porque en lo que es de menos estimacion mas breves sean las palabras, y wn lo que tan desseado es en el mundo se diga algo, y no tanto quanto la materia es cobdiçiosa á los hombres.

II. Cobre hay en esta isla, é muchos lo han hallado muchas veçes, é aun diçen que es rico³⁹; pero haçen poco caso de tal grangería, porque seria grande error dexar de buscar oro é sacarlo (sabiendo que lo hay), por buscar cobre, seyendo tan grande la desigualdad del presçio y provecho que de lo uno á lo otro se sigue. E assi, desta causa ninguno se quiere ocupar en tal exerçio, como es el sacar del cobre. Basta para lo que haçe aqui al propósito é verdad de la historia, que lo hay y mucho. » (livre VI, chapitre VIII, versets I et II (Fernández de Oviedo y Valdés 1851: 177)).

Schulze propose également que les objets élaborés à partir de métaux précieux aient pu être recyclés ou hérités plutôt que déposés en contextes archéologiques (Schulze 2008: 201 note 71). Cependant, la découverte d'offrandes funéraires en or dans plusieurs sépultures semble inconciliable avec cette suggestion. De plus, les sources anciennes, en commençant par l'extrait précédent, le contredisent. Citons un autre passage tiré de Durán corroborant ce fait :

« Tanbien tenian officio de yr a enterrar los muertos y haçellos osequias y a unos enterrauan en sus sementeras y a otros en los patios de sus mesmas casas a otros lleuauan a los sacrificadores de los montes a otros quemaban y les enterrauan las cenizas en los cues y a ninguno enterrauan que no lo bistiesen toda quanta ropa de mantas y bragueros tenia y joyas piedras en fin todo que no dexauan cossa y si le quemauan en la olla en donde echauan las cenizas allí echauan las joyas y las piedras por ricas que fuesen. A estos cautauan cantares funerales como responsos y los lamentauan y hacian grandes cerimonias en estos mortuorios comian y bebian y si era persona de calidad dauan mantas a todos los que hauian acudido al entierro. A estos tenian quatro dias tendidos en un aposento hasta que acudiesen de todas las partes donde era conocido los quales trayan presentes al muerto y si era rey e señor de algun pueblo el muerto, le ofrecian esclavos para que los matasen con el para que le fuesen alla a servir. Matauan al sacerdote o capellan que tenia por que todos los señores tenian un capellan que dentro de cassa le administraua las cerimonias matauanle para que fuese á administralle alla las cerimonias. Matauan al mastresala que hauia servido y al copero a los corcobados y corcobadas y enanos que les hauian servido lo qual hera grandeza entre los señores servirse de corcouadas. Matauan las molenderas para que fuesen alla a molelle y hacelles pas a el otromundo y porque no tuuiese pobreza alla enterrauan con el mucha riqueza de oro plata joyas piedras ricas mantas orejeras beçotes braçabetes plumas [...] » (Durán 1880: 115 tomo II)

³⁹ Attention, ici le capitaine Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés n'est pas en train de nous dire que le cuivre y était considéré comme une grande richesse, mais plutôt que ce cuivre était réputé être particulièrement pur.



Figure 16- Grelots du MRM (photo de l'auteur autorisée par l'INAH, Museo Regional Michoacano)

Selon Maldonado⁴⁰, le cuivre, en s'oxydant acquerrait une patine dont la couleur (voir figure 16) rappellerait celle caractérisant le minerai dont il est issu.

Cette altérabilité du cuivre a inspiré à Schulze une explication séduisante relativement à l'utilisation du cuivre. Selon ce chercheur, les changements observables du minerai à l'objet ayant acquis une patine en passant par l'éclat de l'objet récemment fabriqué auraient pu symboliser les concepts de la mort et de la transformation (Schulze 2008: 513). Il base son argumentation sur une observation de López Austin (1998: 11) et sur une représentation du dieu de la mort avec ce qu'il croit peut-être être des grelots recouverts de patine. Cédons-lui la parole :

« También es interesante la observación de López Austin (1998: 11), que asimismo podría haberse mencionado en el capítulo sobre los colores de los cascabeles:

La superficie de la tierra, cubierta por la capa tierna y fresca del principio de las aguas, era la señal de que las fuerzas del inframundo invadían la morada del hombre. Su color era el azul-verde. Después vendría el dominio de la temporada seca, cuando los rayos del sol madurarían los frutos. Era el tiempo amarillo. La temporada de lluvias quedó incluida en el sector de la muerte generadora de vida. El par de oposiciones azul-verde / amarillo se tuvo entre los símbolos importantes en el pensamiento mesoamericano.

El azul-verde, aquí mencionado como el color del inframundo que invade el mundo de los hombres en la temporada de lluvias, también es el color de la pátina o corrosión de los

⁴⁰ Communication personnelle lors de mon séjour de recherche.

cascabeles de cobre. Ellos, entonces, pueden cambiar de un tono amarillo brillante a otro azul-verde opaco –de la vida a la muerte. » (Schulze 2008: 379)

Quant à la représentation du dieu de la mort, la figure 17 nous en montre une représentation couleur afin de s'en faire une idée claire.

Bien que méritant d'être considérée avec intérêt, cette interprétation demande encore à être démontrée, car il semblerait imprudent de l'accepter sur une base aussi fragile. De plus, il est important de faire remarquer que cette représentation du dieu de la mort est une représentation maya et que même si une telle association se vérifiait dans le monde maya, rien ne permettrait d'affirmer qu'elle existait chez d'autres cultures mésoaméricaines. À cet égard, mentionnons qu'un lien beaucoup plus étroit unissait par exemple les représentations mixtèques et aztèques dans la mesure où beaucoup d'œuvres aztèques furent en fait le fruit d'artisans mixtèques bien que chacune de ces cultures possède des caractéristiques qui leur sont propres, bien évidemment. Aztèques et Tarasques, malgré leurs différences semblent également avoir eu un rapport semblable avec la métallurgie (ils adoptèrent, par exemple, des lois somptuaires semblables restreignant l'usage des métaux précieux et semblent avoir partagé plusieurs considérations idéologiques relativement à la signification des métaux [voir par exemple les sections portant sur l'association métaux-astres pour des exemples concrets], de nombreuses similitudes typologiques démontrent qu'un lien étonnamment étroit les unissait) et semblent avoir eu plus en commun⁴¹ qu'avec la lointaine civilisation Maya.

⁴¹ C'est d'ailleurs ce que soutenait, par exemple, Diego Durán dans le chapitre VII de son livre intitulé : « Historia de las Indias de Nueva España e Islas de la Tierra Firme ».



Figure 17- Dieu de la mort maya tel qu'illustré dans le codex Madrid tiré de : <http://www.latinamericanstudies.org/maya/madrid-codex-pg-23d.jpg>

L'utilisation du cuivre ne semble pas, pour sa part, avoir été restreinte par de telles lois somptuaires (Schulze 2008: 446). Cela pourrait peut-être expliquer partiellement pourquoi on retrouve autant de grelots de cuivre (allié ou non). Un passage de la *Relación de Michoacán* démontre clairement que le cuivre était moins convoité par l'autorité que l'or ou l'argent :

« E tenían puestas guardas por todos los caminos y sendas y allí quitaban a la gente todo el oro y plata y plumajes ricos, que habían tomado en el saco, y piedras preciosas, de todo el despojo y saco que se había dado. No les dejaban llevar más de las mantas y cobre y alhajas, y todas las joyas y oro y plata y plumajes traían al cazonçi. »⁴²

⁴² Jerónimo de Alcalá, *Relación de Michoacán*, Moisés Franco Mendoza (coord.), México, El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, 2000, p.278

3.3.2. L'arsenic

Voici les avantages associés à l'utilisation de l'alliage cuivre-arsenic par rapport à l'utilisation du cuivre non allié :

- solidité accrue (Hosler 2009: 197) (ceci ne peut présenter un intérêt que lorsque les parois sont particulièrement minces (Hosler 1997: 15)). Selon Goffer, des concentrations d'arsenic supérieures à 8 % sont nécessaires pour obtenir un alliage cuprique aussi solide que le bronze (Goffer 1980: 214);
- ductilité accrue (Hosler 2009: 197) (ceci ne présente cependant aucun avantage lorsque l'alliage est destiné à être coulé à la cire perdue);
- fluidité accrue (Hosler 2009: 197) (toutefois, comme nous l'avons expliqué précédemment, ce ne semble pas être le cas);
- obtention d'une teinte argentée dans le cas d'alliages cupriques de haute teneur en arsenic (Hosler 1986, 1995, 1999, 2004, 2009, 2010);
- un liquidus plus bas (Hosler 1997: 15) (voir le diagramme de phase);
- une plage de solidification (Hosler 1997: 15) qui peut même s'étendre sur environ 325 °C (avec 8 %⁴³ d'arsenic (voir le diagramme de phase). Ici déjà on constate que ce niveau optimum est supérieur au seuil critique de 5 % établi par Hosler pour tenter de prouver que de tels taux d'arsenic ou d'étain ne pouvaient s'expliquer que par la volonté d'obtenir des teintes argentées ou dorées. On s'aperçoit ainsi concrètement que des considérations relatives à la méthode utilisée peuvent aussi expliquer ces taux élevés d'alliants;
- désoxydant (Goffer 1980: 214);
- augmentation de la sonorité⁴⁴ (Goffer 1980: 213).

⁴³ Goffer, par ailleurs affirme qu'un taux d'arsenic supérieur à 8 % améliore les qualités des alliages cuivre-arsenic (Goffer 1980: 214)

⁴⁴ Schulze pour sa part doute que la composition des grelots ait eu un véritable impact sur leur acoustique contrairement à ce qui peut être observé dans le cas des cloches puisque, argumente-t-il, les grelots ne résonnent pas comme les cloches, mais se contente plutôt d'émettre un tintement sec.

« Mientras que las campanas mantienen la vibración (y el tono) durante un tiempo prolongado, los cascabeles, por su pequeño tamaño y cuerpo casi cerrado, emiten un tono solamente en el momento del choque con el percutor u otro cascabel. Por eso resulta menos probable que las aleaciones tengan gran impacto en el sonido: Root (1952: 16) nota que los pequeños cascabeles no deberían ser comparados con campanas de iglesia y duda de una influencia del plomo en el sonido. Arsandaux y Rivet (1921: 272) por otro lado, asocian el sonido particular de los cascabeles con la presencia de plomo (“... donner une qualité particulière à leur son; ...”). Grinberg y Franco (1980: 176) opinan que los cascabeles pueden sonar bien o mal

« Copper-arsenic alloys can be obtained by smelting copper sulfarsenide ore minerals such as enargite or tennantite after initial roasting to eliminate the sulfur. These ore minerals contain copper and arsenic (and in the case of tennantite, antimony at low levels), and the metal extracted from them was an immediate alloy of copper arsenic. The alloy can also be produced by smelting mixed sulfide ore minerals such as chalcopyrite, and those containing arsenic, such as arsenopyrite, or the weathered products of these two co-occurring minerals, which may be malachite with copper arsenate or chenevixite (Lechtman 1985; Hosler 1994a). These minerals, however, have not been reported in West Mexican mineralogy. Hosler (1994a) has suggested that the most likely method used by prehispanic metalworkers in this region is the smelting of mixed-ore minerals of chalcopyrite and arsenopyrite. » (Maldonado 2006: 79).

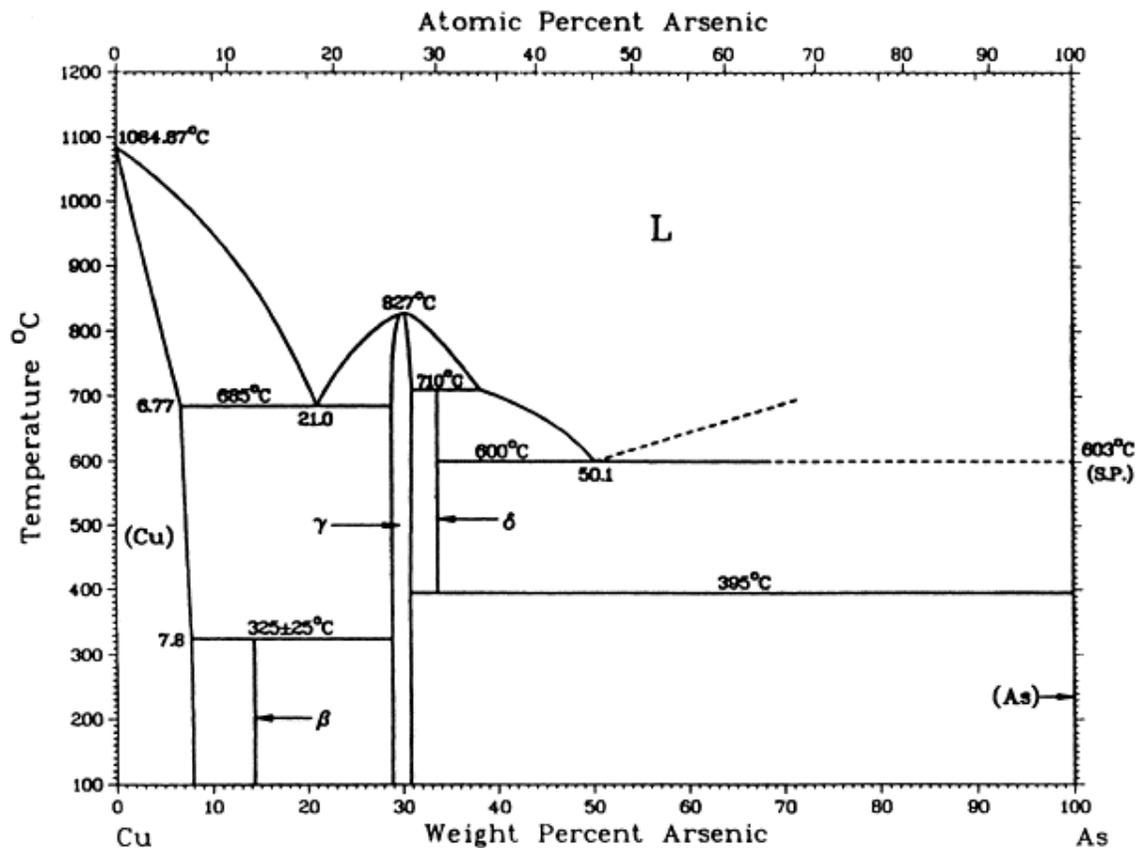


Figure 18- Diagramme de phases Cu-As. Tiré de : <http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1044580398000163-gr1.gif>

independientemente de la presencia de plomo y consideran si no puede ser el arsénico el metal responsable de la sonoridad de los cascabeles. » (Schulze 2008: 364)

Goffer note que dans plusieurs cultures, l'utilisation d'alliages cuivre-arsenic marque un stage transitionnel de développement entre l'usage du cuivre non allié et l'usage du bronze (Goffer 1980: 213) et pense que la toxicité de l'arsenic pourrait expliquer ce fait, mais prétend cependant que la toxicité influençait peu les choix technologiques dans les époques reculées puisque, argumente-t-il, les gens ne connaissaient pas toujours la source de leurs maux⁴⁵ (Goffer 1980: 215).

En Mésoamérique, l'arsenic présente l'avantage d'être abondant, contrairement à l'étain qui y est particulièrement rare (Maldonado 2006: 58). On ne peut rejeter la possibilité que ce facteur puisse expliquer partiellement son utilisation si l'on considère par ailleurs, comme nous l'avons déjà mentionné, que les qualités de l'alliage cuivre-arsenic sont comparables à celles du bronze.

3.3.3. Étain

Voici les avantages associés à l'utilisation du bronze comparativement à celui du cuivre non allié :

- solidité accrue (Hosler 2009: 197) (ceci ne peut présenter un intérêt que lorsque les parois sont particulièrement minces (Hosler 1997: 15)).
- ductilité accrue (Hosler 2009: 197) (ceci ne présente cependant aucun avantage lorsque l'alliage est destiné à être coulé à la cire perdue);
- fluidité accrue (Hosler 2009: 197) (toutefois, comme nous l'avons expliqué précédemment, ce ne semble pas être le cas);
- obtention d'une teinte dorée dans le cas d'alliages cupriques de haute teneur en étain (Hosler 1986, 1995, 1999, 2004, 2009, 2010);
- un *liquidus* plus bas (Hosler 1997: 15) (voir le diagramme de phase);

⁴⁵ Notons toutefois que des précautions simples pouvaient également réduire cette toxicité. Plusieurs auteurs en mentionnent des exemples concrets puisés d'autres aires culturelles que nous ne mentionnerons pas ici pour cette raison. Contentons-nous de suggérer qu'il semble bien que les métallurgistes mésoaméricains aient trouvé une solution à ce problème puisque cet alliage était extrêmement commun.

- une plage de solidification (Hosler 1997:15) (voir le diagramme de phase). Cette plage de solidification ne présente cependant pas d'écarts de solidification aussi intéressants que ceux observés dans certains alliages cuivre-arsenic.
- désoxydant (Schulze 2008: 114);
- amélioration de la sonorité (Goffer 1980: 198; Schulze 2008: 364)⁴⁶;
- meilleure résistance à la corrosion;
- coulabilité accrue (Lechtman 1988: 359).

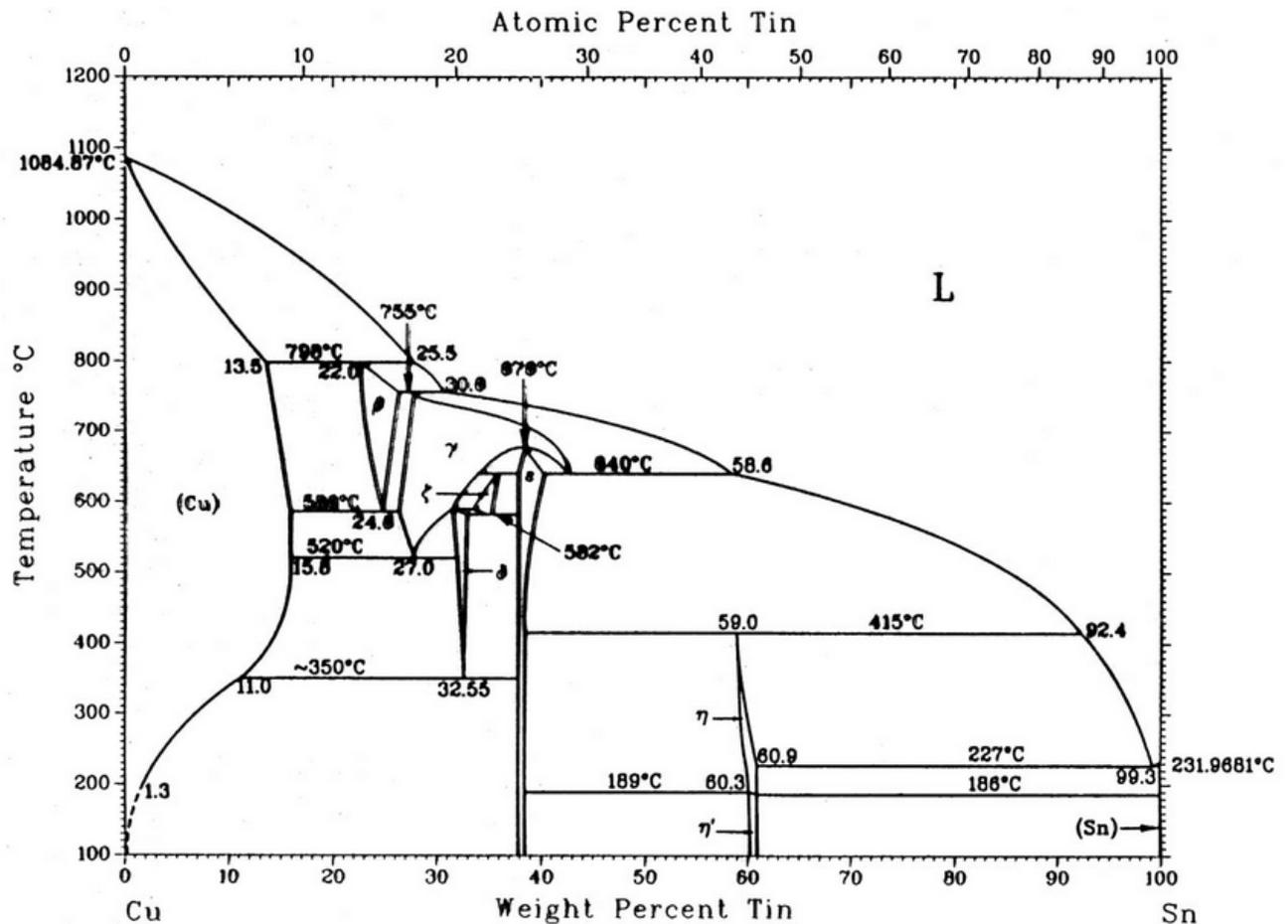


Figure 19- Diagramme de phases du bronze. Image provenant de : <http://www.mrl.ucsb.edu/~edkramer/LectureVGsMat100B/99Lecture14VGs/Image128.jpg>

⁴⁶ Voir note relative à cet aspect dans la section concernant l'arsenic.

L'étain présente le désavantage d'être extrêmement rare en Mésoamérique (Maldonado 2006: 58). Cela ne semble toutefois pas avoir découragé son emploi puisqu'il entre dans la composition d'une très grande quantité de grelots mésoaméricains à partir de la Période 2.

3.3.4. Plomb

Voici les avantages associés à la présence de plomb dans les mélanges cupriques :

- fluidité accrue selon la majorité des chercheurs, mais Schulze émet des réserves⁴⁷;
- désoxydant (Tylecote 1986: 81);
- coulabilité accrue ((Metals Handbook 1961 vol.I: 975; Schulze 2008: 493, 505, 518, 521);
- amélioration de la sonorité (?) (Arsandaux y Rivet 1921: 272; Torres Montes & Franco Velázquez 1996: 71, note 3)⁴⁸;
- un *liquidus* légèrement plus bas (voir le diagramme de phase);
- une plage de solidification (Hosler 1997: 15) (voir le diagramme de phase). Cette plage de solidification ne présente cependant pas d'écarts de solidification aussi intéressants que ceux observés dans certains alliages cuivre-arsenic sauf s'il constituait plus de 85 % de l'alliage ce qui ne serait vraisemblablement pas le meilleur mélange pour fabriquer des grelots pour les raisons soulevées précédemment.
- Meilleure résistance à la corrosion (Goffer 1980: 210);

⁴⁷ (Schulze 2008: 491-492)

⁴⁸ « Strafford *et al.* (1996: 25), por otro lado, notan claramente con respecto a las campanas europeas, que la calidad del tono empeora con la adición de plomo. » (Schulze 2008: 364)

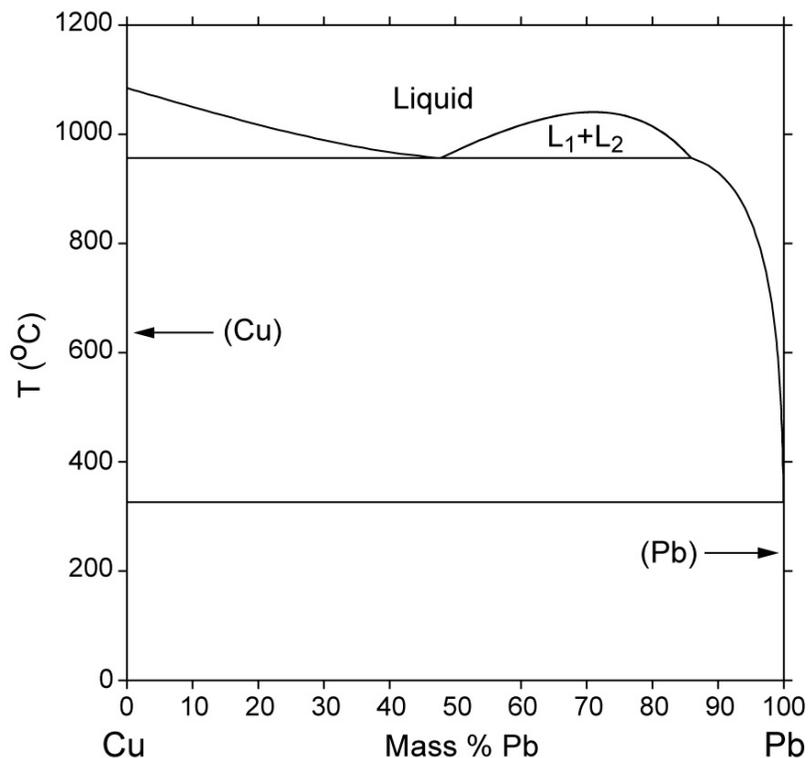


Figure 20- Diagramme de phases Cu-Pb. Image provenant de : <http://www.metallurgy.nist.gov/phase/solder/cupb-w-tmb.jpg>

Bien qu'il existe des exemples d'utilisation préhispanique d'alliage cuivre-plomb (principalement pour la confection de grelots de l'Altiplano), cela ne constituait pas le mélange le plus heureux qui soit puisque, dans ce type d'alliage, le plomb a tendance à se désagréger et à se séparer du cuivre; mais, par contre, lorsqu'allié à un bronze, le plomb s'incorpore parfaitement au mélange. (Torres Montes & Franco Velázquez 1996: 71, note 3). D'un autre côté, Schulze (2008: 494) nous dit que l'alliage cuivre-plomb est moins visqueux que le bronze plombifère.

3.3.5. Argent

Voici les avantages associés à l'utilisation de l'alliage cuivre-argent par rapport à l'utilisation du cuivre non allié :

- solidité accrue (Hosler 2009: 197) (ceci ne peut présenter un intérêt que lorsque les parois sont particulièrement minces (Hosler 1997: 15)).
- ductilité accrue (Hosler 2009: 197) (ceci ne présente cependant aucun avantage lorsque l'alliage est destiné à être coulé à la cire perdue);
- fluidité accrue (Hosler 2009: 197) (toutefois, comme nous l'avons expliqué précédemment, ce ne semble pas être le cas);
- environ 60 % at d'argent dans 40 % at de cuivre abaisserait le liquidus à 779°C. Toutefois, comme nous l'avons déjà mentionné, une composition eutectique est avantageuse pour la fluidité du mélange, mais est dépourvue de l'avantage que conférerait une plage de solidification;
- une plage de solidification (voir le diagramme de phase). Ici on constate qu'ajouter environ 10 % d'argent au cuivre augmenterait considérablement la plage de solidification;
- meilleure résistance à la corrosion.

Une idée faussement répandue veut que l'argent n'ait pas occupé une place importante en Mésoamérique. D'ailleurs, dans Sahagún, on peut lire ceci :

« Hay tambien plata, cobre, y plomo, críase en diversas partes, ó en rios. Antes que viniese los españoles á Nueva España, nadie se curaba de la plata ni del plomo: los naturales buscaban solamente el oro [...] » (Sahagún1830: 303)

Chose que l'on sait pertinemment être fausse et que Sahagún lui-même contredit par ailleurs à maintes reprises comme c'est ici le cas :

« [...] tambien se traen de allá las piedras muy ricas de chalchivites, y las piedras turquesas: allí se halla tambien mucho oro y plata; tierra cierto fertilísima, por lo cual le llamaron los antiguos *Tlalocan*, que quiere decir, *tierra de riquezas, y paraiso terrenal.* » (Sahagún1830: 136)

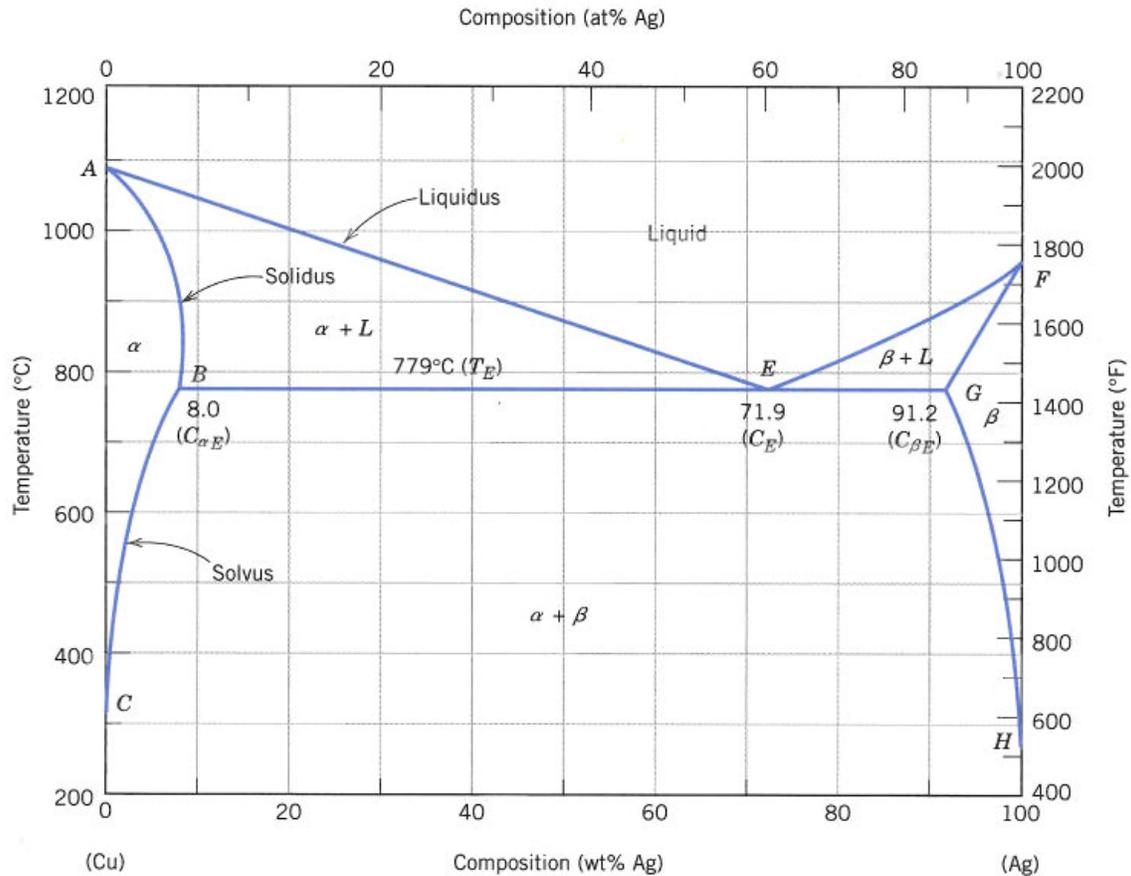


Figure 21- Diagramme de phases Cu-Ag. Image provenant de : <http://oregonstate.edu/instruct/engr322/Exams/AllExams/S11/MT2Images/MT2-5.1.jpg>

Ou encore dans cet autre exemple puisé parmi d'autres :

« Ellos mismos tambien como eran de buen conocimiento, con su ingenio descubrieron y alcanzaron á sacar y descubrir, no solo dichas piedras preciosas, sus calidades y virtudes, sino tambien las minas de plata y oro, cobre, plomo, oropel natural, estaño y otros metales, que todos los sacaron, labraron, y dejaron señales y memoria de ello [...] » (Sahagún1830: 110-111)

Dans un autre passage encore où il nous décrit les splendeurs du temple de *Quetzalcoatl*, il nous explique que ce temple comportait quatre pièces disposées en fonction des quatre points cardinaux. La pièce située vers l'orient était d'or décorée; celle donnant vers le couchant était ornée de turquoises et d'émeraudes; celle orientée vers le nord était couverte de pierres colorées, de jaspe et de coquillages; tandis que la pièce donnant vers le midi était habilement décorée d'argent et de coquillages (Sahagún1830: 107-108). Ici

on comprend que non seulement l'argent était depuis longtemps utilisé, mais qu'il était, de plus, grandement estimé.

D'ailleurs, d'autres sources mentionnent abondamment l'importance qu'avait l'argent en Mésoamérique. Pour ce qui est de l'empire tarasque, on n'a qu'à consulter les nombreux passages relatifs à ce métal pour se convaincre de son importance dans cette région. Choisissons-en un parmi tous en mentionnant cependant que ce métal y est toujours présenté comme un bien de prestige associé au pouvoir ou au divin :

« Tenía pues el cazonçi, de sus antepasados, mucho oro e plata en joyas de rodela y brazaletes y medias lunas y bezotes y orejeras que tenía para sus fiestas y areitos. »⁴⁹

Ce rôle, l'argent ne le jouait pas seulement dans l'empire tarasque. Dans les Cartas y relaciones de Hernan Cortés al emperador Carlos V, par exemple, ce fait est maintes fois confirmé. Nous aurons l'occasion d'en considérer un exemple dans la section traitant de l'association métaux-astres.

Holsler (2009: 199) mentionne que l'alliage cuivre-argent était si commun dans l'État du Michoacán que les Espagnols s'y référaient en l'appelant « le métal du Michoacán ». Pour sa part, Cortés s'y réfère d'une autre manière comme le démontre cet extrait :

« Idos, fueron bien recibidos del señor y naturales de la dicha provincia, y aposentados en la dicha ciudad; y demás de proveerlos de lo que tenían necesidad para su mantenimiento, les dieron hasta tres mil marcos de plata envuelta con cobre, que sería media plata, y hasta cinco mil pesos de oro, asimismo envuelto con plata, que no se le ha dado ley⁵⁰ [...] » (Cortés 1866: 275)

⁴⁹ Jerónimo de Alcalá, *Relación de Michoacán*, Moisés Franco Mendoza (coord.), México, El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, 2000, p.340

⁵⁰ S'il l'avait fait, il aurait peut-être découvert qu'il s'agissait en fait de tumbaga.

Par ailleurs, avec un tel alliage, les métallurgistes mésoaméricains auraient pu utiliser la méthode de coloration par élimination (qu'ils connaissaient d'ailleurs⁵¹) pour obtenir une teinte argentée sans devoir imiter la couleur de l'argent (Schulze 2008) en ayant recours à l'alliage cuivre-arsenic si l'on veut bien croire, comme le prétend Hosler, que c'était un objectif premier de l'utilisation de l'alliage cuivre-arsenic. De fait, nous pouvons constater qu'aucune considération technique n'empêchait les métallurgistes mésoaméricains de fabriquer des grelots argentés en utilisant de l'argent comme alliant plutôt que de l'arsenic. Cette considération remet donc en cause l'allégation de Hosler selon laquelle l'alliage cuivre-arsenic était utilisé pour obtenir des teintes argentées. Notons finalement qu'aucune source littéraire ancienne connue par l'auteur ne parle de grelots argentés tandis que les références à des grelots en or sont fréquentes.

3.3.6. Or

Voici les avantages associés à l'utilisation de l'alliage cuivre-arsenic par rapport à l'utilisation du cuivre non allié :

- baisse du *liquidus* (voir figure 20);
- augmentation de la dureté (voir figure 28);
- meilleure résistance à la corrosion.

La plage de solidification de cet alliage est négligeable et ne saurait donc pas justifier son emploi. Par contre, avec un tel alliage, les métallurgistes mésoaméricains auraient pu utiliser la méthode de coloration par élimination pour obtenir une teinte dorée sans devoir imiter la couleur de l'or (Schulze 2008) en ayant recours au bronze si l'on veut bien croire, comme le prétend Hosler, que c'était un objectif premier de l'utilisation du bronze.

⁵¹ En Mésoamérique, les seules et rares preuves d'usage de coloration par élimination proviennent de la Sierra Norte et du Papaloapan selon la docteure Edith Ortiz (communication personnelle).

Dureza y temperatura de fusión de metales y aleaciones

Aleación	Dureza (Brinell) (sin trabajar)	Punto de fusión (°C)
Cobre	30	1.083
Cobre, 1 % estaño	50*	
Cobre, 10 % estaño	90	
Cobre, 16 % estaño		950
Oro	25**	1.063
Oro, 20 % cobre	110	
Oro, 18 % cobre		880
Oro, 22 % plata, 26 % cobre	150	
Plata		960
Plata, 8 % cobre	60	
Plata, 28 % cobre		779

* Ver Scott (1991:83), aleación recocida y valor probablemente ligeramente alto.

** Ver http://www.gold.org/discover/sci_indu/properties/pdf/Property%20summary.pdf, sitio visitado 9.11.2007

(información de Root 1949b:212-3)

Tableau 7- Dureté et liquidi certains métaux et alliages (tiré de Schulze 2008: 479)

L'or était le métal le plus prisé en Mésoamérique. Effectivement, dans les sources anciennes il est associé à l'élite et au divin. D'ailleurs, des lois somptuaires en vinrent à en restreindre l'utilisation chez les Aztèques et chez les Tarasques. Ces lois augmentèrent et fixèrent cette association. Le symbolisme des biens ainsi marqués par des restrictions qui en limitaient l'accès et l'utilisation explique ce passage de Duverger :

« Les bijoux dans le monde nahuatl ne témoignent jamais d'une fantaisie débridée ou d'un luxe superfétatoire... Ils sont autant d'insignes répertoriés au catalogue des décorations autorisées, autant de marques distinctives soigneusement codifiées, qui consacrent un statut, social ou divin. » (Duverger 1978: 251)

S'arroger ces symboles ostentatoires dans une société aussi hiérarchisée que formaliste, où les ornements corporels revêtent une telle connotation sociale, constituait un délit dont la gravité pouvait entraîner la condamnation de l'usurpateur à la peine de mort (Solis Olguin et al 2003: 245). Ce fait révèle la fonction fondamentalement sociale de ces ornements corporels. Ne pas se conformer aux règles en régissant le port

constituait donc une atteinte à l'ordre social. Dans cette société, donc, ces parures étaient bien plus que de simples objets portés pour leur seule valeur esthétique et choisis en fonction de simples préférences personnelles (Solis Olguín 2003: 56).

Nous savons par ailleurs que des imitations avaient cours. Il est effectivement attesté, par exemple, que des ornements de bois étaient peints pour leur donner l'aspect de pierres vertes (Sah, 1969: 10, XXIX-53). La question qui se pose alors est la suivante : L'utilisation de ces faux était-elle également assujettie aux lois somptuaires? Bref, dans le cas qui nous occupe, se pourrait-il que l'usage du bronze, dans la mesure où il a parfois une teinte semblable à celle de l'or, fût utilisé pour contourner de telles restrictions? Ou encore, si les imitations aussi étaient assujetties à ces lois : les différentes concentrations d'alliages visaient-elles à éviter de conférer à l'objet une teinte trop semblable à celle du métal soumis à des mesures restrictives? La réponse semble être négative puisque, chez les Aztèques, les lois somptuaires furent édictées sous Motecuhzoma Ilhuicamina selon Sahagún. Or, ce dernier régna de 1440 à 1469, soit bien après le début de la Période 2 de Hosler caractérisée par l'utilisation d'alliages. De plus, le fait que des grelots faits d'alliages cupriques soient retrouvés dans des sépultures d'individus qui, de toute évidence, appartenaient à l'élite démontre également que le but premier expliquant l'introduction de l'utilisation des alliages ne se trouve pas là. Reste néanmoins la possibilité que cette propriété du bronze ait pu encourager son utilisation par la suite.

Il est par ailleurs intéressant de constater que chez les Mixtèques (occupant soit dit en passant une aire géographique réputée aurifère) (Ortiz Díaz 2002: 142)⁵², une étroite association s'est établie entre l'or et les grelots au point où la représentation du grelot semble en fait servir de glyphe pour l'or. Illustrons ce fait avec quelques représentations tirées du Codex Vindobonensis (origine et histoire des rois mixtèques) :

⁵² « Oaxacan metallurgy is distinguished predominantly by complex castings made from copper-gold and copper-silver-gold alloys (Bray 1977b; Caso 1965; Hosler 1994a). In southeastern Mesoamerica, copper castings (particularly bells, buttons, rings, and other small ornaments) distinguish that technological tradition. Copper ores exist in the state of Oaxaca that could have served as sources for Oaxacan objects (Hosler and Macfarlane 1996). » (Hosler 2010: 249)

Bâton d'or (Reyes
García et coll. 1992)

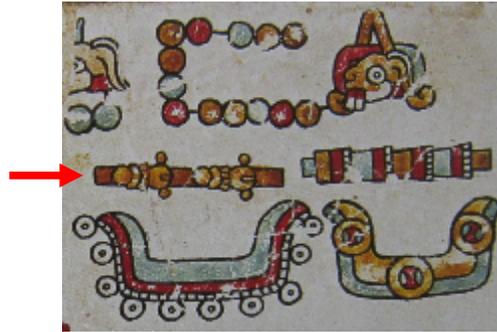


Figure 22- (pl.32) Ce qui semble être un bracelet orné de grelot est décrit comme un bâton d'or (Reyes García et coll. 1992). Pourtant, le bâton n'est pas doré... Les grelots semblent donc servir ici de glyphe pour l'or.



Figure 23- (pl.45) Montagne d'or (Reyes García et coll. 1992). Dans la description des quatre points cardinaux de la Mixteca. Ici encore, les grelots semblent servir de glyphe pour l'or.

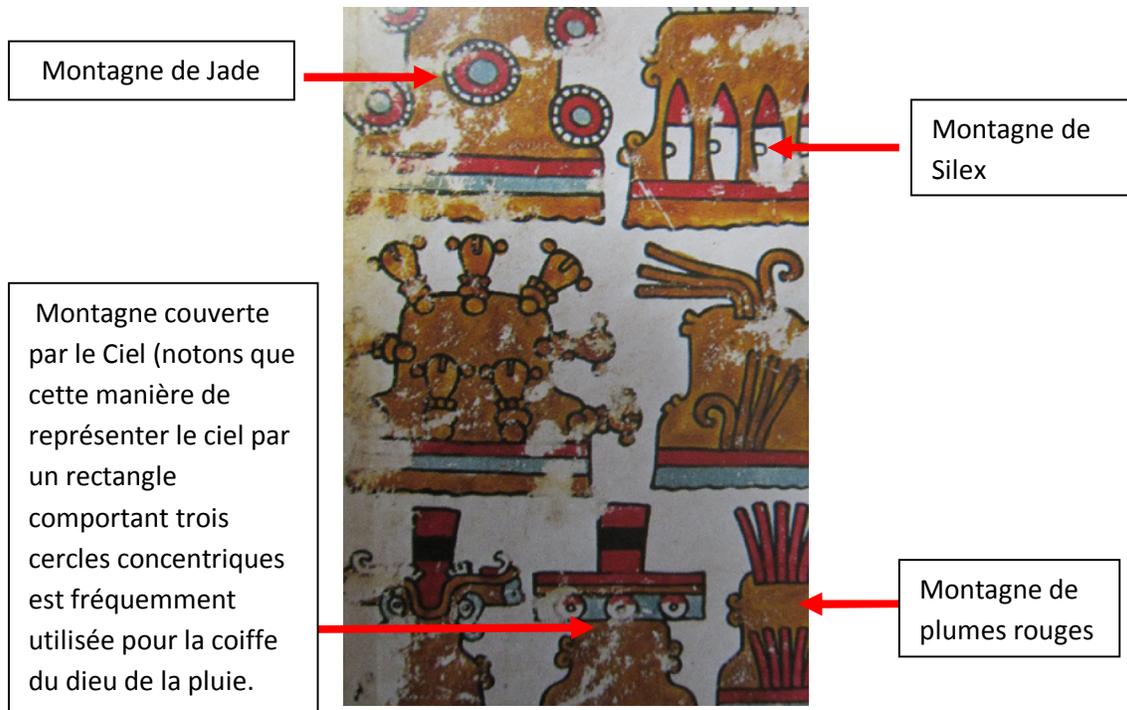


Figure 24- Ici, avec un cadrage différent, on peut voir que ce sont vraiment les grelots qui symbolisent l'or.



Figure 25- (pl.48) Les titres du Seigneur 9 vent « Seigneur d'or » (Reyes Garci'a et coll. 1992). Ici encore, les grelots semblent servir de glyphe pour l'or. Une association semble exister entre « grelot » et « or » pour les mixtèques. On pourrait faire le même exercice que pour la Montagne d'or car la situation est comparable.



Figure 26- (pl. 49) Le Seigneur Xolotl d'Or (à gauche) et le Seigneur Xolotl de Jade (à droite) sont les seigneurs des richesses (Reyes García et coll. 1992). Encore une fois, les grelots servent à symboliser l'or.

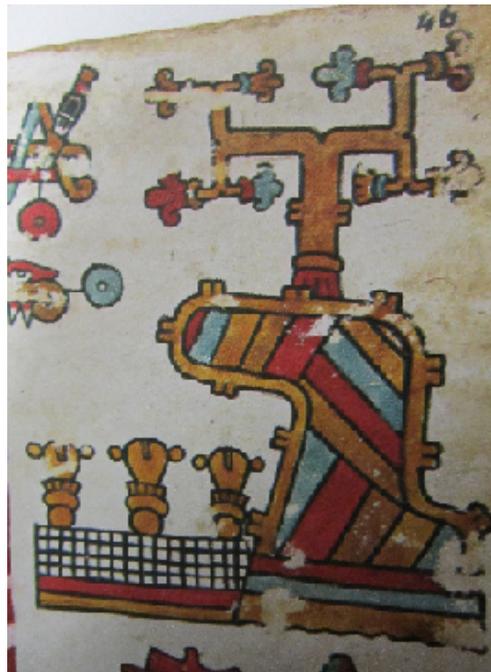


Figure 27- (pl.46) Éloge de la patrie mixtèque. Les grands rochers, couverts de forêts qui fleurissent avec une beauté multicolore, les plaines qui brillent, riches en or (traduction de l'auteur) (Reyes García et coll. 1992). Autre exemple où les grelots servent à symboliser l'or.

Il ne s'agit là que de quelques exemples parmi d'autres démontrant l'existence de cette association entre l'or et les grelots chez les Mixtèques.

3.3.7. Discussion

Malgré le fait que Schulze ait raison d'affirmer qu'il n'était pas indispensable de recourir aux alliages pour fabriquer les grelots, et ce, même lorsque leur facture est complexe, le présent chapitre nous permet de confirmer que ces alliages en facilitaient néanmoins la fabrication. En fait, de nombreuses considérations techniques pourraient même suffire à en justifier l'utilisation bien qu'il soit fort probable que d'autres considérations justifient ces choix⁵³.

Nous avons également vu que les différences entre les considérations techniques dont devaient tenir compte les métallurgistes en fonction de la méthode de travail utilisée et des paramètres de l'objet à fabriquer peuvent justifier des variations dans le choix de la composition. Cela nous oblige à rejeter une argumentation basée sur une différence des taux relatifs observés dans des artéfacts dont la méthode de fabrication ou les paramètres diffèrent comme c'est le cas ici :

« The focus on color, especially the colors of gold and silver, is apparent in bells and in other status items such as large ornamental tweezers, rings and ornamental shields fashioned from copper alloys by hot or cold work. When made from bronze, these artifacts contain the alloying element, tin or arsenic, in concentrations between 5 and 23 weight per cent, levels which laboratory studies (Hosler 1986) have shown are far higher than necessary solely to optimize artifact design and mechanical function. These levels of tin or arsenic dramatically alter the color of copper metal, however, from red to increasingly golden or silvery hues. Artisans also used copper alloys, especially the bronzes, for utilitarian objects, such as axes, needles and awls. These contain tin and arsenic in concentrations between approximately 2 and 5 weight per cent. At these levels, alloy concentration is sufficient to confer the increased strength required to improve performance and design without appreciably affecting color. » (Hosler 1995: 100-101)

⁵³ « El hecho de encontrar un espectro tan amplio de diferentes aleantes añadidos al cobre en un todavía más amplio intervalo de concentraciones, parece indicar que el tipo de aleación utilizado no determinaba el éxito del proceso y que los metalúrgicos, desde el punto de vista tecnológico, tenían gran libertad de escoger y mezclar los diferentes metales a su alcance. La idea de escoger una aleación en particular (con concentraciones bien definidas) por sus propiedades tecnológicas o mecánicas parece ser un desarrollo más reciente [...]» (Schulze 2008: 485)

De plus, le fait de ne considérer que la solidité d'un alliage pour tirer de telles conclusions est réducteur.

Ce genre de considérations impose un doute logique quant à la validité du modèle de Hosler selon lequel des alliages cupriques à haute teneur en arsenic ou en étain étaient utilisés par les métallurgistes mésoaméricains de la deuxième période dans le but délibéré d'obtenir des teintes rappelant respectivement celles de l'argent et de l'or.

Par contre, un passage de la Relación de Michoacán vient peut-être appuyer cette allégation de Hosler. Le passage provenant du folio 97 va comme suit:

«Y llamó Tariacuri a sus viejos llamados Chupítani, Tacaqua, Nuriban, y dijoles: "tomad una carga de hachas de cobre bañado, muy amarillo, y llevadlo a Vréndequabécara, dios de Corýnguaro, para que éstas hachas le hagan cascabeles para sus atavíos; [...]»

Pour comprendre ce passage, il faut tenir compte du fait que les informateurs ayant relaté ce récit n'étaient pas métallurgistes. Il ne faut donc pas prendre le texte au pied de la lettre. D'ailleurs, littéralement parlant, le texte serait absurde. Effectivement, il appert évident que ces haches dont il est ici fait mention ne sont pas des outils, mais plutôt des lingots ayant cette forme caractéristique⁵⁴. Il serait donc illogique de croire que de tels lingots puissent avoir été ainsi baignés dans l'or puisqu'ils avaient une fonction de stock destiné à la refonte.

La question qui se pose ici est donc : comment interpréter ce passage? Cet extrait réfère à un alliage cuprique ayant l'apparence de l'or. Deux possibilités s'offrent à nous dans ce contexte : ou il s'agit de *tumbaga* ou il s'agit plutôt de bronze dont le pourcentage d'étain est suffisant pour conférer à l'alliage une teinte dorée rappelant l'or.

Dans le passage provenant du folio 97 de la Relación de Michoacán (*upcit*), l'alliage est destiné à constituer un attribut divin et Tariacuri prend la peine de spécifier

⁵⁴ Torres y Franco (1996: 97) affirment que les haches peuvent avoir servi de lingots.

quel type de lingot choisir. Le fait que Tariácuri prenne la peine de mentionner la couleur “muy amarillo” comme élément guidant son choix en association avec le fait qu’il était destiné à constituer un attribut divin n’est certes pas anodin. Cela prouve du moins une chose : la couleur de l’alliage constituait un élément dont tenaient compte les Mésoaméricains. Cela nous démontre également que même les attributs divins ne devaient pas nécessairement être constitués de métaux nobles non alliés. Nous reviendrons sur cette considération dans le chapitre 4 lorsque nous aborderons des considérations étymologiques.

Bien qu’il soit impossible d’affirmer que le passage qui a retenu notre attention réfère à un bronze à forte teneur en étain, nous savons que les propriétés mécaniques et technologiques du bronze et de l’alliage cuivre-arsenic sont similaires, mais qu’une des différences entre ces deux alliages réside dans la couleur distincte que prennent ces alliages à mesure que l’arsenic ou l’étain sont ajoutés au cuivre pour les constituer (Shulze 2008: 104-105). Il serait particulièrement improbable que les métallurgistes mésoaméricains qui utilisaient ces alliages avec des niveaux d’arsenic ou d’étain modifiant radicalement la couleur du cuivre (Hosler 1995: 101) ne l’aient pas noté et n’en aient pas tiré profit. Le fait que le bronze fut si largement utilisé alors que l’étain était beaucoup plus rare que l’arsenic qui présentait même un avantage quant à la plage de solidification semble vouloir appuyer cette présomption. Par ailleurs, Schulze (2008: 409) mentionne aussi, que dans la traduction espagnole de la *Matrícula de Tributos* on peut lire “*Quarenta cascaveles a el parecer de oro*”. Cela démontre encore une fois que la falsification de l’or était parfois un objectif premier de certains alliages et ce indépendamment du fait qu’on peut, encore une fois, se demander si ce passage ne fait pas référence à la tumbaga plutôt qu’au bronze à forte teneur en étain. Il appert donc que, dans certains cas, ce type de considérations idéologiques a pesé dans la balance lorsque le temps de choisir la composition des grelots était venu. Ce qui est clair cependant c’est que, contrairement à ce que prétend Hosler, la volonté d’obtenir des couleurs particulières ne peut pas être prouvée à partir de résultats d’analyses de composition.

4. Associations des métaux précieux avec les astres

Poursuivons maintenant notre évaluation du modèle de Hosler en nous attardant sur un autre aspect important de celui-ci : les associations des métaux précieux avec les astres. Pour ce faire, nous aurons principalement recours à des sources iconographiques et lexicologiques.

Comme nous l'avons déjà mentionné, Hosler soutient que les métallurgistes mésoaméricains en virent à utiliser le bronze à forte teneur en étain dans le but principal d'obtenir des teintes dorées et l'alliage cuivre-arsenic à haute teneur en arsenic dans le but principal d'obtenir des teintes argentées, car ces couleurs auraient été, selon elle, associées respectivement au soleil et à la lune (voir par exemple, Hosler 1986: 447; 1994a; 1995: 100 et 2009: 197).

Elle appuie son argumentation sur plusieurs considérations. L'une d'entre elles est qu'en nahuatl, le terme *coztic teocuitlatl* désignant l'or, selon elle, signifie "excréments jaunes divins" tandis que le terme *iztac teocuitlatl*, désignant l'argent signifie "excréments blancs divins". Hosler stipule que ces expressions désigneraient supposément respectivement les excréments de la divinité solaire et ceux de la divinité lunaire (Hosler 1994a: 228-229). Le nahuatl est une langue agglutinante hautement imagée et descriptive comme nous pouvons le constater. Ici, il importe pourtant de souligner qu'absolument aucun lien étymologique ne lie ces expressions désignant les couleurs or (ou doré si vous préférez) et argenté aux termes désignant le soleil et la lune. Effectivement, ni le mot désignant l'or en nahuatl (c.-à-d. *cōzauhqui*) ou sa couleur (i.e. *cōztic teocuitlatl*) ne partagent quelque lien étymologique que ce soit avec les termes servant à désigner le soleil dans cette langue⁵⁵, soit *tonaltzintli* ou *tōnatiuh* pas plus que

⁵⁵ Hosler est davantage efficace pour établir un tel lien étymologique or-soleil chez les Tarasques en citant Brand : « The root *tiripeti* means gold in Tarascan, and *Tiripeti* was also the name given to gods that were individual manifestations of the sun (Brand 1951) » (Hosler 1994a: 229)

l'expression nahuatl *iztac teocuitlatl*, désignant l'argent, n'en partage avec le mot *mētztli* désignant la lune dans cette même langue. Ici il est fort intéressant de souligner que c'est dans le terme servant à désigner la couleur or que l'on retrouve un lien étymologique avec le divin et non dans le vocable désignant le métal précieux lui-même. On peut donc présumer qu'un alliage doré aurait pu être qualifié de la sorte.

Qui plus est, le terme *coztic* signifiant jaune en nahuatl décrit à peu près tout dans Sahagún sauf le soleil. De plus, même si cela avait été le cas, encore faudrait-il se garder d'inférer que ces supposées associations étaient partagées par les autres peuples mésoaméricains même si ce genre d'associations est démontré chez bien des peuples à travers la planète.

Quant au terme «*cuitlatl*» qui signifie «excrément», il est à noter qu'il sert à former d'autres mots. C'est le cas, par exemple du vocable «*cuitlatexotli*» désignant les plumes bleues de perroquets. Ainsi donc, ce mot est composé du préfixe «*cuitlatl*» qui signifie «excrément» et du suffixe «*texotli*» signifiant «bleues». Il est intéressant dans le cadre de ce chapitre de se demander si le terme «*cuitlatl*» revêt parfois une connotation qui nous échappe. Effectivement, comme Patrick Saurin le fait remarqué, toute traduction «[...] est nécessairement interprétative et fait appel, chez le spécialiste, à des intuitions métalinguistes, de l'ordre de la sympathie, de la communication inconsciente, de la sensibilité aux archétypes collectifs [...]» (Saurin 2003: 9) Certes, les plumes bleues, l'argent et la couleur dorée étaient toutes des choses précieuses associées au divin pour les Mésoaméricains et réputées luire, mais il semble plutôt que le terme servant à désigner ces plumes comporte le préfixe «*cuitlatl*» pour la simple et bonne raison que les plumes les plus longues d'un oiseau sont celle de la queue. Parfois, le lien semble moins évident à première vue comme c'est le cas d'une fleur connue sous le nom de «*cuitlaxochitl*». Ce terme se compose du préfixe «*cuitlatl*» et du suffixe «*xochitl*» qui signifie «fleur». Une croyance voulait que cette fleur provoquât une maladie sur les parties intimes des femmes ayant eût le malheur de marcher dessus (Jourdanet et Simeon 1880: 307). En nahuatl, plusieurs mots comportant le terme «*cuitlatl*» entretiennent ainsi

un lien plus ou moins évident avec les régions du corps voisines des entrailles. Dans le cas qui nous intéresse, il semble bien que le terme «*cuítlatl*» soit à prendre au premier niveau dans les mots désignant l'argent et la couleur or en nahuatl. D'ailleurs, Sahagún compare l'or à de la diarrhée dans le Codex Florentin (1950-1982 livre 11 : 233). Du coup, il est tout à fait légitime de se demander de qui ou de quoi étaient réputée provenir ces excréments blancs ou jaunes auxquels le préfixe «*teo*» confère un statut divin. Il est fort probablement justifié de présumer que cela fait effectivement allusion à la lune et au soleil, mais il faut être conscient qu'il s'agit néanmoins d'une interprétation et non pas d'une traduction littérale.

Par ailleurs, Schulze, citant Anderson et Dibble (1950-82 vol.XI: 234-5), fait remarquer que le terme désignant le plomb en nahuatl signifie pierre de lune :

« Una sorpresa ofrece la descripción del plomo, que en *náhuatl* se llama *temetzli*, que se compone de *tetl* (piedra) y *metzli* (luna). El metal está descrito como “blanco, pero un poco oscuro”, hecho que sirve como explicación para el nombre. El plomo es considerado ser, parecido a la plata, excremento de la luna⁵⁶ (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI: 234-5):

“*Temetzli*

Its name comes from *tetl* [stone] and *metzli* [moon], because sometimes it is seen, it appears, at night like *atole* resting [on the ground]. They say it is the excrement of the moon, white, but a little dark; its name is taken from this.

Para el mundo maya, Lothrop (1952: 27) señala una conexión tanto de plomo como de estaño con la luna. [...] un hallazgo interesante en el cenote de Chichén Itzá era un disco de estaño casi puro. Este metal blanco se parece a la plata y el disco fue adornado con un glifo lunar maya (Lothrop 1952: 27, fig. 62, a).» (Schulze 2008 : 340)

Schulze continue à la page suivante en mentionnant que, selon Lothrop, les métaux ayant des noms les liant aux corps célestes seraient des métaux que l'on retrouve en surface contrairement au cuivre qui devait être cherché dans des mines. Rappelons néanmoins que le plomb semble être caractéristique des alliages de l'Altiplano et que rien ne semble laisser présumer que l'association étain-lune existait ailleurs que dans la région maya en Mésoamérique. Donc, encore une fois, gardons-nous d'inférer que ces associations étaient partagées par les autres peuples mésoaméricains. Il est cependant intéressant de constater que Schulze qui par ailleurs doute de la validité de l'association soleil-or, lune-

⁵⁶ Ici notons le glissement commun entre l'étymologie et le sens attribué.

argent en Mésoamérique, propose que le simple fait d'inclure un alliant associé à la lune comme le plomb ou l'étain à un mélange suffirait à justifier son emploi d'un point de vue idéologique sans égard à la quantité ajoutée. Bref, selon lui, il n'est pas nécessaire que l'alliant associé à l'astre confère à l'alliage la couleur correspondant à cet astre pour justifier idéologiquement son utilisation.

« También se pueden proponer razones ideológicas para utilizar un aleante, como por ejemplo estaño o plomo que están asociados con la luna. En este caso, el mero hecho de contener este metal puede ser suficiente, sin importar la cantidad exacta.» (Schulze 2008: 518)

Ce raisonnement surprend lorsque l'on considère que c'est justement la couleur des alliants qu'il cite en exemple qui est réputée les connecter à la lune. D'autant plus surprenant qu'il doute de la validité de l'association soleil-or, lune-argent en Mésoamérique (Schulze 2008: 338) et que l'addition d'étain au cuivre se traduit généralement par l'obtention d'une teinte dorée. Raisonnement étonnant aussi puisque Schulze s'oppose au modèle de Hosler en démontrant que l'addition de ces deux alliants présente des avantages justifiant leur emploi pour des raisons purement techniques.

Le meilleur argument de Hosler pour établir un lien argent-lune et or-soleil chez les Tarasques est ce passage de la Relación de Michoacán :

« Y dijo Hirepan a Tangáxoan y Hiquíngaje: "hermanos, ¿qué haremos? Que la gente de los pueblos se llevan huyendo los plumajes y joyas con lo que fueron señores en los pueblos que conquistamos. ¿Dónde los llevan? Id a retenellos, que se vengan los dioses a sus pueblos". Y venieron todos los que andaban huyendo con las joyas y plumajes y oro y plata. Y presentáronselo todo y pusiéronlo todo en orden. Y viendo aquel oro amarillo y la plata blanca, dijo Hirepan: "mirá, hermanos, que esto amarillo debe ser estiércol del sol que echa de sí; y aquel metal blanco estiércol de la luna, que echa de sí.» (De Alcalá 2000: 499)

Elle aurait aussi pu prouver qu'un tel lien est également attesté chez les Aztèques en faisant référence à l'épisode bien connu où Hernán Cortés reçut, parmi d'autres merveilles que Moctezuma lui fit parvenir à Veracruz par l'intermédiaire de ses émissaires, un disque lunaire en argent et un disque solaire en or très pur.

Maintenant, considérons quelques œuvres artistiques pour voir ce qu'elles peuvent nous apprendre :



Figure 28- Coyolxauhqui (déesse lunaire).
http://www.arqueomex.com/images/FOTOSNUM102/otras_coyolxauhqui.jpg



Figure 29- Détail de l'ornement de joue de la déesse terminé par un grelot en sa partie inférieure (Séjourné 1970: 172).

Dans la figure 29, Séjourné veut mettre l'accent sur le fait que la partie supérieure de l'ornement de joue de cette déesse comporte le glyphe de l'or (une croix dont chaque segment sépare chacun des quatre points constituant ce glyphe) tandis que la partie

inférieure de cet ornement est un grelot. Pourtant, Coyolxauhqui est réputée être une déesse lunaire. Ce fait démontre concrètement qu'il faut bien se garder d'affirmer, comme le veut le modèle de Hosler, que les grelots dorés sont reliés au soleil tandis que les grelots argentés sont reliés à la lune. Il importe de garder à l'esprit aussi que Coyolxauhqui est aussi une déesse guerrière et que les grelots étaient fréquemment associés à la guerre (voir par exemple Hosler 1995: 110-111).



Figure 30- Tlazolteotl. Image provenant du codex Vaticano B (Jansen *et al.* 1993).

On remarque (dans la figure 30) que son ornement nasal lunaire est argenté puisqu'en nahuatl l'argent était étymologiquement qualifié de blanc. Parallèlement, on constate que les grelots du collier et du bracelet sont dorés.



La lune en compagnie de Tlazolteotl. *Codex Borgia*, p. 55.
Elle est représentée comme un récipient rempli d'eau, vu en coupe. Dedans, un lapin repose sur un ciel étoilé.

Figure 31- La lune en compagnie de Tlazolteotl (Dehouve *et al.* 2008: 233).

Ici, la figure 31 nous permet de constater que la même déesse porte maintenant un ornement nasal lunaire doré et est mise en relation avec une représentation lunaire argentée. Ce fait démontre clairement et concrètement, une fois de plus, que ce n'est pas parce que la lune est blanche et que le mot désignant l'argent en nahuatl constitue une agglutination comportant le terme 'blanc' que les symboles lunaires étaient forcément représentés en blanc ou avaient une teinte argentée. Notons parallèlement qu'une divinité peut avoir plusieurs aspects et un symbole peut être composite (voir par exemple la figure 40) et acquérir des significations distinctes selon le contexte (Thomas 1991: 28).



Figure 32- Les disques bimétalliques de la Tombe 7 de Monte Alban, Oaxaca, Mexique.
<http://archeosciences.revues.org/docannexe/image/2355/img-1.jpg>

Ici (figure 32), on note parallèlement que ce n'est pas parce que le soleil est doré et la lune blanche que les symboles solaires avaient forcément une teinte dorée en Mésoamérique.



Figure 33- Ornement nasal composite. *Teocuitlayacapapalotl*: Ornement nasal en or en forme de papillon (Solis Olguin *et al.* 2003: 312). Notons ici le symbole lunaire doré enchâssé, mais parfaitement délimité et la forme de la chenille qui est clairement à mettre en relation avec un couteau sacrificiel.

Il est important de comprendre que, pour les Aztèques à tout le moins, la matière constituant un objet est sujette à compléter le symbole que constitue la forme dudit objet. Ainsi donc, forme et matière se complètent pour former un tout cohérent. Ce fait semble être corroboré par l'héritage lexicologique nahuatl classique. Ce dernier est extrêmement prolifique en termes désignant des ornements corporels. Cela est principalement attribuable aux agglutinations que cette langue permet. Notons que ces agglutinations sont constitués de termes mettant l'accent soit sur la forme de ces objets, soit sur la matière dont ils sont constitués et parfois même sur les deux. Ainsi donc, le fait, par exemple, d'utiliser un terme mettant l'emphase sur la forme plutôt que sur la matière constituant un objet pourrait être perçu comme un élément tendant possiblement à en souligner l'importance relative dans un contexte donné. Le fait que la parure ait joué un rôle prépondérant au sein de la société nahuatl où elle déterminait et dictait les rapports sociaux en envoyant un message clair puisque rigoureusement codifié, constitue un argument logique en faveur de cette présomption.

« Les bijoux dans le monde nahuatl ne témoignent jamais d'une fantaisie débridée ou d'un luxe superfétatoire... Ils sont autant d'insignes répertoriés au catalogue des décorations autorisées, autant de marques distinctives soigneusement codifiées, qui consacrent un statut, social ou divin.» (Duverger 1978: 251)

« Il semble que la société nahuatl s'ordonne à partir de la spécificité de la parure qu'elle a engendrée. [...] Les Aztèques tiennent le plus grand compte de l'allure extérieure. [...] Il faut dire que la parure conditionne, du moins en partie, les rapports entre les personnes. [...] Le formalisme de ce 'langage' ne le prédispose pas à véhiculer des messages riches en informations; mais il le rend, en revanche, parfaitement apte à émettre des 'signaux' déclenchant des réflexes intériorisés. Par une convention soigneusement entretenue, la population savait qu'à tout grade hiérarchique correspondait un signe distinctif, et ce signe lui dictait un comportement déterminé.» (Duverger 1978: 272)

Il semble bien que ce que nous dit Duverger dans l'extrait suivant relativement aux biens de prestiges comme marqueurs de statut chez les Aztèques trouve en fait écho dans l'ensemble de la Mésoamérique à des niveaux de formalisme variés selon les diverses cultures.

Il appert donc raisonnable de présumer que des mots aussi descriptifs ont pu servir à véhiculer des informations connexes liées à leur aspect descriptif (message qui nous échappe malheureusement souvent maintenant). Bref, si le terme générique est si souvent supplanté, par un terme descriptif, c'est vraisemblablement pour cette raison.

Illustrons cette présomption par un exemple concret : les Aztèques connaissaient plusieurs labrets (symbole militaire chez les Aztèques). Leurs formes et les matériaux les constituant servaient de marqueur de rang⁵⁷. Ainsi, le terme utilisé pour les désigner indiquait bien plus que la nature de l'objet; elle indiquait le rang de la personne qui la portait. C'est ainsi, par exemple, que le terme *tentetl* (labret)⁵⁸ est fréquemment supplanté par des mots plus spécifiques et donc aptes à véhiculer un tel message comme : *teocuitlatentetl* (labret en or)⁵⁹; *cuauhtentetl* (ou *quauhtentetl*) (labret ayant la forme d'un aigle⁶⁰); *teocuitlacuauhtentetl* (labret qui a la forme d'un aigle en or); *chalchihcuauhtentetl* (labret de jade en forme d'aigle); etc..

Cette considération pourrait vraisemblablement expliquer pourquoi même si la lune est réputée être blanche et qu'elle semble systématiquement représentée ainsi, ce fait est moins avéré pour les symboles lunaires. D'un autre côté, l'or n'est visiblement pas inéluctablement associé avec le soleil. Par ailleurs, un nombre considérable de divinités qui ne sont pas associées avec la lune ou le soleil ont des grelots comme attribut et ces grelots semblent systématiquement qualifiés de dorés ou représentés de la sorte dans les

⁵⁷ Le chapitre cinq de AGUILAR-MORENO, MANUEL (2006) *Handbook to life in the Aztec world*. Oxford University Press, New York résume bien ce que Sahagún explique à ce sujet (Sahagún 8 XXXVIII)

⁵⁸ Le terme *tentetl* du nahuatl *tēntli* « lèvres » et *tetl* "pierre" (Andrews, J. Richard. (2003) *Workbook for Introduction to Classical Nahuatl, Revised Edition*, University of Oklahoma Press, pp. 251–252.) en est venu à perdre sa signification étymologique fondamentale pour devenir un terme générique signifiant « labret ». Il est aisé de déduire ce fait lorsque l'on considère l'existence du terme *teocuitlacuauhtentetl* qui désigne, comme on l'a déjà mentionné, un labret ayant la forme d'un aigle en or. Mais fondamentalement, le mot *tentetl* désignait un ornement « [...] constitué d'une pierre soigneusement polie, enchâssée directement dans les chairs du bas de la lèvre inférieure, presque dans le menton. » (Duverger 1978 : 250).

⁵⁹ Andrews, J. Richard. (2003) *Workbook for Introduction to Classical Nahuatl, Revised Edition*, University of Oklahoma Press, p. 252.

⁶⁰ Il faut bien comprendre que l'aigle et le jaguar constituaient les deux principaux prédateurs de la Mésoamérique; d'où leur symbolisme militaire.

sources anciennes. Donc, prétendre que tous les grelots d'une teinte particulière sont associés à un astre en particulier semble abusif bien que cela n'empêche en rien la possibilité que la couleur des alliages ait parfois pu guider le choix de certains alliages dans certains cas.

5. Les sons du pouvoir?

Le titre de ce mémoire se veut un clin d'œil à celui de l'œuvre maîtresse de Hosler : «The Sounds and Colors of Power». Jusqu'à maintenant, nous n'avons cependant traité que de la couleur des grelots mésoaméricains. Terminer ce travail sans consacrer ne serait-ce qu'un chapitre à l'aspect sonore des grelots serait, selon moi, une absurdité puisqu'il s'agit d'artéfacts dont la fonction première est d'émettre des tintements même si cette fonction semble parfois être éclipsée par leur valeur symbolique.

Hosler affirme que la qualité sonore des métaux constitua un point d'intérêt tel pour les Mésoaméricains que cet aspect aurait modelé la métallurgie en Mésoamérique. Le fait que les grelots constituent la majeure partie des objets métalliques en Mésoamérique⁶¹ (Barba y Piña Chan 1989: 126) corroborerait cette affirmation selon Hosler (2009: 195-196).

Ici, il faut faire attention. Effectivement, nous avons déjà mentionné plusieurs raisons pouvant expliquer pourquoi les artéfacts constitués de métaux moins nobles étaient plus propices de se retrouver dans les collections publiques de nos jours. Aussi ne reviendrons-nous donc pas sur ce point. Toutefois, il semble utile de rappeler que plusieurs considérations et restrictions semblent justifier l'utilisation de métaux moins nobles dans la constitution de nombre de grelots, ce qui les rendait davantage propices à nous parvenir que d'autres biens.

De plus, il importe de souligner que trop souvent, les grelots sont considérés individuellement sans égard au support pour leur seule valeur intrinsèque. Pourtant, la signification des symboles est intimement liée au contexte dans lesquels ils se retrouvent (Thomas 1991: 28). Le fait de ne pas tenir compte du support nous prive de bon nombre

⁶¹ Ici il faut implicitement comprendre, ceux dont nous avons aujourd'hui connaissance parce qu'ils font partie des collections des musées par exemple.

d'informations pertinentes à plus d'un point de vue. Illustrons cette affirmation par un exemple concret.

Une des associations qui semble bien établie est le lien unissant certains grelots aux dieux de la pluie puisque leur tintement imitait le son de la pluie et du tonnerre dans les rites religieux censés inciter la pluie à tomber (voir par exemple Hosler 1995: 108). La collection du Museo Regional Michoacano comporte plusieurs pendentifs à grelots presque identiques. Contrairement aux musées qui aiment bien avoir des pièces uniques, en archéologie, la répétition est beaucoup plus intéressante que l'exception pour mieux comprendre la culture dont ils sont issus. La figure 35 présente un des exemplaires de ce type de pendentifs⁶² :



Figure 34- Pendentif du Museo del Estado de Morelia réputé provenir de Tzintzunzan (photo de l'auteur)



Figure 35- Pendentif à grelot du MRM (photo de l'auteur autorisée par l'INAH)

La ressemblance entre la coiffe du personnage de gauche (chaman?) (figure 34) et le pendentif de droite (figure 35) semble suggérer qu'un lien symbolique, qui nous échappe malheureusement, existe entre ces deux pendentifs.

⁶² Le fait qu'il existe plusieurs exemplaires presque identiques de ce type de pendentif tend à démontrer qu'il s'agissait possiblement d'insignes. Il est à noter également que ce type de pendentif ne semble pas avoir été réservé aux enterrements puisque l'un d'eux (celui portant le numéro d'inventaire 10-420940) porte des traces de réparation (un grelot différent).



Figure 36- Dieu de la pluie tarasque. Image provenant de Boehm de Lameiras 1994: 220.

Les trois ellipses concentriques que l'on peut observer sur la coiffe de ce personnage (figure 36) symbolisent le ciel. Ce glyphe est fréquemment utilisé sur la coiffe du dieu de la pluie. Les crocs courbés vers l'extérieur et le port de "lunettes" sont également des attributs de ce dieu. Conséquemment, il semble évident qu'il s'agisse ici d'une représentation du dieu de la pluie tarasque.

La conjonction des "lunettes" de ce dieu avec ses ornements d'oreilles (communément appelés bobines) ne semble pas être le fruit du hasard. Effectivement, nous pouvons constater que les cercles concentriques servant à représenter ses "lunettes" sont identiques aux cercles concentriques servant à représenter ses ornements d'oreilles. Le tout crée une conjonction qui rappelle celles formées par les cercles concentriques couronnant chacun des oiseaux du pendentif présenté à la figure 35. Conséquemment, il semble probable qu'un lien symbolique dont la nature nous échappe lie cette représentation du dieu de la pluie tarasque avec les pendentifs zoomorphes tel celui présenté à la figure 35. Ici, nous ne pouvons que spéculer, mais on constate néanmoins que le support constitue un contexte qui ne devrait pas être dissocié des grelots qu'il comporte.

Dans le cas qui nous occupe, Hosler affirme que le fait que les grelots constituent la majeure partie des objets métalliques en Mésoamérique démontre que la qualité sonore des métaux constitua un point d'intérêt tel pour les Mésoaméricains que cet aspect aurait modelé la métallurgie en Mésoamérique. Ici encore on constate l'importance de ne pas dissocier les grelots de leur support. Effectivement, il importe de comprendre qu'un seul collier pouvait contenir plus de cent grelots (voir figure 37) ce qui change la donne. La question qui se pose ici est donc la suivante : faut-il voir le collier de notre exemple comme un tout (le collier lui-même) ou plutôt considérer individuellement les pièces qui le composent (ici, entre autres, plus de cent grelots)? La position soutenue dans le cadre de ce travail est qu'il faut prioriser le tout. De fait, il y a fort à parier que le propriétaire dudit collier (qui nous sert ici d'exemple pour illustrer la problématique) n'a pas eu l'impression d'acquérir quelque cent grelots, mais plutôt un collier comportant des grelots.



Figure 37- Collier exposé au Museo del Estado de Morelia (photo de l'auteur)

Il semblerait en effet illogique de comparer le nombre d'objets métalliques ne comportant pas de grelots en les considérant comme un tout à des composantes d'autres objets qui ne sont donc pas considérés comme un tout. C'est pourtant la situation à laquelle on est confronté ici et il importe d'en être conscient. Bref, si on continue avec notre exemple, on aurait beau avoir une trentaine de mentonnières métalliques et une soixantaine d'ornements nasaux métalliques contre un seul collier comme celui-ci que l'on pourrait encore affirmer que les grelots constituaient la majeure partie des objets métalliques en Mésoamérique. Malgré tout, Hosler nous dit que les grelots représenteraient seulement environ 60 % des objets métalliques mésoaméricains.

Pour ces raisons, force est de rejeter l'argument voulant que le nombre relatif de grelots démontre que la qualité sonore des métaux constitua un point d'intérêt tel pour les Mésoaméricains que cet aspect aurait modelé la métallurgie en Mésoamérique tel que le prétend Hosler. Il est fort probable que la qualité sonore des métaux joua un tel rôle dans cette aire culturelle, mais on ne peut prétendre le prouver sur cette base.



Figure 38- Bracelet comportant 47 grelots exposé au Museo Regional Michoacano (photo de l'auteur autorisée par l'INAH)

6. Discussion et conclusion

Ce mémoire visait à reconsidérer d'une manière neutre et objective le modèle de Hosler sans autre objectif que de se former une opinion éclairée à son sujet. De nombreuses sources, tant anciennes que modernes furent confrontées et évaluées pour y parvenir et nombre de considérations furent ainsi soulevées. C'est là, selon moi la principale contribution du présent travail. Les explications fournies relativement à la métallurgie mésoaméricaine, aux ressources disponibles, à la méthode de fabrication ont été résumées afin de permettre aux lecteurs désireux d'évaluer ce modèle d'acquérir les bases nécessaires pour le lui permettre. Ensuite, l'étude de nouvelles données iconographiques, ethnohistoriques et linguistiques fournit l'occasion de progresser dans le débat, notamment relativement à la question de l'association métaux précieux/astres en Mésoamérique.

Évaluons désormais la pertinence du présent mémoire en soulevant certains aspects qui y furent exposés et qui aide à se former une opinion davantage éclairée sur le raisonnement de Hosler. Ce sera là l'occasion de me prononcer sur la pertinence du modèle de Hosler et d'en signaler certains aspects positifs tout comme négatifs et d'exposer les principales conclusions auxquelles je suis arrivé.

Tout d'abord, cet exercice nous aura permis de démontrer que certaines affirmations pouvant sembler contradictoires tiennent davantage de la sémantique et de la rhétorique et s'avèrent conciliables comme c'est le cas du débat entourant la diversité chromatique.

L'étude de nombreuses sources nous a permis de mieux cerner les considérations techniques pouvant potentiellement justifier l'utilisation de certains alliages. Cela nous a permis de démontrer que ce n'est pas parce que l'arsenic et l'étain présentent le potentiel

de modifier la couleur du cuivre que ce fait explique obligatoirement l'utilisation de ces éléments.

Nous avons également émis des réserves quant à la représentativité des grelots étudiés par Hosler, souligné plusieurs limites des méthodes d'analyse et quelques considérations méthodologiques qui invitent à la prudence dans l'interprétation des résultats d'analyses. Suite à cet exercice, nous en sommes même venus à la conclusion que, contrairement à ce que prétend Hosler, la volonté d'obtenir des couleurs particulières ne peut pas être prouvée à partir de simples résultats d'analyses de composition.

Cette recherche a aussi démontré que les paramètres sur lesquels Hosler base son modèle sont questionnables à plusieurs niveaux. Par exemple, elle considère que le fait que les grelots occupent une place prépondérante dans les collections publiques d'artéfacts métalliques mésoaméricains constituerait une preuve que la sonorité des grelots constitua un point d'intérêt tel pour les Mésoaméricains que cet aspect aurait modelé la métallurgie en Mésoamérique. Pensons également, par exemple, au fait qu'elle compare les résultats de compositions d'artéfacts dont les paramètres ou la méthode de fabrication différaient pour tenter vainement de démontrer, en ne se basant que sur la solidité des alliages, que des considérations idéologiques expliqueraient ses résultats d'analyses de grelots mésoaméricains. Ainsi donc, le fait que les niveaux d'arsenic ou d'étain observés dans les alliages cupriques de biens utilitaires soient généralement inférieurs à ceux quantifiés dans les alliages cupriques utilisés pour la fabrication de biens de statut de la Période 2 pourrait s'expliquer par la simple et bonne raison qu'il s'agit de deux méthodes de fabrication distinctes ayant des contraintes techniques différentes ou que ces artéfacts ont des paramètres et des fonctions distinctes. Comprendre que des considérations relatives à la méthode utilisée, aux paramètres de l'objet à fabriquer et à sa fonction justifient des variations dans le choix de la composition permet de remettre en perspectives les comparaisons que fait Hosler entre les taux d'alliants des objets utilitaires avec ceux des objets de statut. Il est probable que le choix de la matière première utilisée résulte d'un compromis entre des considérations idéologiques, économiques et techniques.

Nous avons de plus considéré les limites de l'association soleil-or, lune-argent pour expliquer ses résultats. Il semble assez clair qu'une telle association existait chez les Tarasques et les Aztèques, mais il serait hasardeux (même si cela est probable) de vouloir inférer que ces associations trouvaient écho dans l'ensemble de la Mésoamérique. De plus, même si tel était le cas, il a été démontré que ces associations ne se reflètent pas nécessairement dans les symboles dits lunaires ou solaires. Le fait que la matière composant un symbole donné ait la capacité d'en modifier la signification pourrait vraisemblablement expliquer partiellement cette réalité. J'en suis finalement arrivé à la conclusion que prétendre que tous les grelots d'une teinte particulière sont associés à un astre en particulier semble abusif. Cette affirmation, comme d'autres, demande à être nuancée.

Tout bien considéré, le travail de Hosler est intéressant à plusieurs niveaux. De fait, et c'est là sa principale qualité selon moi, il a permis de susciter un intérêt pour la métallurgie mésoaméricaine en alimentant les débats grâce à son modèle. Le travail de Hosler me semble aussi intéressant pour les deux périodes de développement de la métallurgie mésoaméricaine qu'il propose. J'aurais aimé dire qu'elle a également contribué à alimenter les réflexions grâce aux données d'analyses qu'elle proposa et qui faisaient cruellement défaut, mais, pour cela, il aurait fallu qu'elle soit davantage transparente quant à sa méthodologie. C'est là la première critique qui se doit d'être faite aux travaux de Hosler. Il est effectivement déplorable qu'elle nous prive ainsi de la possibilité de se former une opinion éclairée quant à ses résultats d'analyses et, par le fait même, de la possibilité de les utiliser. C'est d'autant plus affligeant que ces résultats servent, en grande partie, de fondement à son argumentation. Comme nous l'avons vu, le modèle des couleurs de Hosler n'est en fait qu'une réutilisation d'un concept déjà énoncé pour la région andine pour expliquer les résultats d'analyses quantitatives de pièces mésoaméricaines qu'elle présente. Encore une fois, cela nous ramène à ses résultats d'analyses. Or, même si on accepte ces résultats, la volonté d'obtenir des couleurs

particulières ne peut pas être prouvée à partir de simples résultats d'analyses de composition. Bien qu'on connaisse l'importance des couleurs en Mésoamérique et qu'Hosler a probablement raison lorsqu'elle affirme que la couleur de certains alliages en justifia l'utilisation, force est néanmoins de constater que nombre de ses arguments sur lesquels elle base sa réflexion ne constituent pas une preuve de ce qu'elle avance comme je l'ai démontré précédemment. Il résulte donc impossible d'accepter ou de rejeter le modèle des couleurs de Hosler sur ces bases. Ce débat est donc loin d'être réglé. Je considère aussi qu'Hosler manifeste une propension à affirmer tels des faits avérés des impressions, à ne pas nuancer ses propos et à généraliser.

D'ailleurs, Schulze tire avantage de ces raccourcis que prend Hosler en citant des passages manquant de nuances pour appuyer son argumentation. Malgré quelques maladresses et une neutralité questionnable, son travail reste cependant précieux à plusieurs niveaux. Il constitue notamment une compilation importante d'informations utiles à la compréhension de la métallurgie et au modèle proposé par Hosler. Sa méthodologie concernant les analyses quantitatives est exemplaire. Une telle transparence est primordiale et il est inacceptable qu'une sommité comme Hosler n'en ait pas fait preuve. Schulze souligne les limites des analyses quantitatives; ce qui est utile si l'on considère l'importance que les résultats de telles analyses revêtent dans l'argumentation de Hosler pour soutenir son modèle.

Je crois néanmoins que, nonobstant les limites de ce type d'analyses et le manque de transparence de Hosler quant à sa méthodologie, le modèle des couleurs proposé par cette chercheuse méritait qu'on s'y attarde; ne serait-ce que pour l'importance qu'il a pris dans l'étude de la métallurgie mésoaméricaine. Bien sûr cela est déplorable et constitue une grave lacune, mais il est possible de considérer ce modèle comme un modèle exploratoire hypothétique. C'est ainsi que j'ai choisi de le considérer, faute de mieux, en espérant apporter de nouvelles dimensions à la question du développement de la métallurgie en Mésoamérique. En ce sens, j'ai tenté de remettre en perspective le modèle de Hosler et ses fondements en abordant les données sous un angle différent. J'espère que

cet exercice aura permis aux lecteurs d'évaluer les conclusions auxquelles Hosler est arrivée et qu'il aura fournis matière à réflexion en amenant de l'eau au moulin.

Bibliographie

AGUILAR-MORENO, MANUEL, 2006, "Handbook to life in the Aztec world ", Oxford University Press, New York.

ANDERSON, ARTHUR J.O. & CHARLES E. DIBBLE (éd. et traduction), 1950-82, " Florentine Codex: General history of the things of New Spain" (13 volumes), School of American Research et University of Utah Press, Santa Fe.

ANDREWS, J. Richard, 2003, "Workbook for Introduction to Classical Nahuatl", Édition révisée, University of Oklahoma Press.

ARSANDAUX, H. et PAUL RIVET, 1921, "Contribution à l'étude de la métallurgie mexicaine", dans : *Société des Américanistes de Paris, Journal, n.s.* 13, pp. 261 - 280.

BARBA, BEATRIZ & ROMÁN PIÑA CHAN, 1989, "La Metalurgia Mesoamericana: Purépechas, Mixtecas y Mayas", dans: Aguilar P., Carlos H., Beatriz Barba, Román Piña Chan, Luis Torres Montes, Francisca Franco Velázquez, Guillermo Ahuja O., *Orfebrería Prehispánica*, Corporación Industrial San Luis, México, pp. 105 - 216.

BERDAN, FRANCES F. & PATRICIA RIEFF ANAWALT (éd.), 1992, "The Codex Mendoza" (4 volumes), University of California Press, Berkeley.

BOEHM DE LAMEIRAS, BRIGITTE, 1994, "El Michoacán antiguo. Estado y sociedad tarascas en la época prehispánica", El Colegio de Michoacán, Zamora.

BOURGARIT, DAVID & BENOIT MILLE, 2003, "The elemental analysis of ancient copper-based artefacts by inductivelycoupled-plasma atomic-emission spectrometry: an optimized methodology reveals some secrets of the Vix crater", dans: *Measurement Science andTechnology* 14, pp. 1538 - 1555.

BRAND, DONALD D., 1951, "Quiroga: A Mexican Municipio". Smithsonian Institution, Institute of Social Anthropology No. 11. U.S. Govt. Print. Off., Washington.

BRAY, WARWICK, 1977a, "Gold Working in Ancient America", dans: *Katunob* 10(4), pp. 136 - 143.

BRAY, WARWICK, 1977b, "Maya metalwork and its external connections", dans: Hammond, Norman (éd.), *Social process in Mayan prehistory*, Academic Press, London, pp. 365 - 403

- BRAY, WARWICK, 1989, "Fine metal jewellery from Southern Mexico", dans: Mirambell, Lorena (éd.), *Homenaje a José Luis Lorenzo*, Serie Prehistoria, INAH, México, pp. 243 - 276.
- BROWN, M.A. & A. E. BLIN-STOYLE, 1959, "A sample analysis of British Middle and Late Bronze Age material", dans: *Proc. prehist. Soc.* 25, pp. 188 - 208.
- BUDD, PAUL & B.S. OTTAWAY, 1991, "The properties of arsenical copper alloys: implications for the development of eneolithic metallurgy", dans: Budd, Paul, B. Chapman, C. Jackson, R. Janaway y B. Ottaway (éd.), *Archaeological Sciences 1989*, Oxbow Monograph 9, Oxbow Books, Oxford, pp. 132 - 142
- BUDD, PAUL y B.S. OTTAWAY, 1995, "Eneolithic Arsenical Copper: Chance or Choice?" dans : Borislav Jovanović (éd.), *Ancient Mining and Metallurgy in Southeast Europe*, Archaeological Institute/Museum of Mining and Metallurgy, Belgrade/Bor, pp. 95-102
- CARCEDO DE MUFARECH, PALOMA & LUISA VETTER PARODI, 1999, "Usos de minerales y metales a traves de las crónicas", dans: Pease G.-Y., Franklin (éd.), *Los Incas: Arte y Símbolos*, Colección Arte y Tesoros del Peru, Banco de Crédito del Perú, Lima, pp. 167 – 213
- CASO, ALFONSO, 1965, "Lapidary Work, Goldwork and Copperwork from Oaxaca", dans : *Archaeology of Southern Mesoamerica*, Gordon R. Willey (éd.), *Handbook of Middle American Indians*, Robert Wauchope (éd. gén.), University of Texas Press, Austin, pp. 896–930
- CHAPDELAINE, CLAUDE, 2008, "The Gold of the Andes: From Decoration to Divine Power", dans : *Gold in the Americas*, Septentrion, Québec, pp.89-96
- CHASE, W. T., 1994, "Chinese Bronzes: Casting, Finishing, Patination, and Corrosion", dans: Scott, David A.; Jerry Podany y Brian B. Considine, *Ancient and Historic Metals: Conservation and Scientific Research*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, pp. 85 - 117.
- CORTÉS, HERNAN, 1866, "Cartas y Relaciones de Hernan Cortés al Emperador Carlos V", colligées par Don Pascual de Gayangos, Paris.
- COTTRELL, ALAN H., Sir, 1995, "An Introduction to Metallurgy", (deuxième édition), The Institute of Materials, London.
- CRADDOCK, PAUL T., 1977, "The composition of copper alloys used by the Greek, Etruscan and Roman civilisations", dans: *Journal of Archaeological Science*, 4, pp. 103 - 24.

DARRAS, VÉRONIQUE, 2000, "La Mésoamérique Précolombienne", dans : *Historiens & Géographes*, 371 (2000), pp. 143 – 162, consulté dans le site internet : http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/35/63/83/PDF/article_HISTGEO.pdf

DEHOUE, D. *et al.*, 2008, "Le monde des Aztèques", Riveneuve éditions, Paris.

DURÁN, DIEGO, 1880, "Historia de las Indias de Nueva España y Islas de Tierra Firme", (tome II), México.

DUVERGER, C., 1978, "L'esprit du jeu chez les Aztèques", Mouton & École des HESS, Paris.

EASBY JR, DUDLEY T., 1955-1957, "Sahagún y los orfebres precolombinos", dans: *Anales del INAH*, pp. 85 - 118.

FERNÁNDEZ DE OVIEDO Y VALDÉZ, GONZALO, 1851, "Historia General y Natural de las Indias, Islas y Tierra-Firme del Mar Océano", (première partie), Real Academia de la Historia, Madrid.

FRANCIS, J.L., 1970, "Copper and Heavy Non-Ferrous Casting Alloys", dans: Strauss, K. (ed.), *Applied Science in the Casting of Metals*, Pergamon Press, Oxford, pp. 209 - 240.

GOFFER, ZVI, 1980, "Archaeological Chemistry: A Sourcebook on the Applications of Chemistry to Archaeology", *Chemical Analysis: A Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Application*, vol. 55, John Wiley & Sons, New York.

GRINBERG, D. M. K. DE & FRANCISCA FRANCO, 1980, "Estudio de cuatro cascabeles de falso alambre provenientes de las excavaciones del tren subterráneo de la ciudad de México", UAM, México, pp. 174 – 183.

GRINBERG, D. M. K. DE, 1990, "Los Señores del Metal. Minería y Metalurgia en Mesoamérica", Dirección General de Publicaciones del CNCA/Pangea, México.

GRINBERG, D. M. K. DE, 2004, "Qué sabían de fundición los antiguos habitantes de Mesoamérica? Parte I", dans: *Ingenierías* 7(22), pp. 64 - 70.

HAMMOND, NORMAN, 1972, "Classic Maya Music, Part II: Rattles, Shakers, Rasps, Wind and String Instruments", dans: *Archaeology* 25(3), pp. 222 - 228.

HANSON, D. y C. B. MARRYAT, 1927, "Investigation of the Effects of Impurities on Copper. Part III - The Effect of Arsenic on Copper. Part IV - The Effect of Arsenic Plus Oxygen on Copper", dans: *Journal of the Institute of Metals* 37, pp. 121 - 168.

HEINE, R.W. y P.C. ROSENTHAL, 1955, "Principles of Metal Casting", McGraw-Hill, New York.

HIGHAM, CHARLES, 1988, "Prehistoric Metallurgy in Southeast Asia: Some New Information from the Excavation of Ban Na Di", dans: Maddin, R. (éd.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, MIT, Cambridge, MA, pp. 130 - 155.

HOSLER, DOROTHY, 1985, "Organización cultural de la tecnología: Aleaciones de cobre en México occidental precolombino", dans: *45th Congreso Internacional de Americanistas*, Universidad de los Andenes, Bogota, Colombia, Banco de la República, Bogota.

HOSLER, DOROTHY, 1986, "The origins, technology, and social construction of ancient west Mexican metallurgy" (volumes I et II), thèse doctorale, University of California, Santa Barbara.

HOSLER, DOROTHY, 1988a, "The Metallurgy of Ancient West Mexico", dans: Maddin, Robert (éd.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, MIT Press, Cambridge, pp. 328 – 343.

HOSLER, DOROTHY, 1988b, "Ancient West Mexican metallurgy: a technological chronology", dans: *Journal of Field Archaeology* 15, pp. 191 - 217.

HOSLER, DOROTHY, 1988c, "Ancient West Mexican metallurgy: South and Central American origins and West Mexican transformations", dans: *American Anthropologist* 90 (4), pp. 832 - 855.

HOSLER, DOROTHY, HEATHER LECHTMAN y OLAF HOLM, 1990, "Axe-Monies and Their Relatives", Dumbarton Oaks, Washington, D.C.

HOSLER, DOROTHY, 1994a, "The Sounds and Colors of Power: The Sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

HOSLER, DOROTHY, 1994b, "La metalurgia en la antigua Mesoamerica: sonidos y colores del poder", dans: Ruz, Mario Humberto (éd.), *Semillas de industria: Transformaciones de la tecnología indígena en las Americas*, CIESAS, México, pp. 85 - 97.

HOSLER, DOROTHY, 1995, "Sound, color and meaning in the metallurgy of ancient West Mexico", dans: *World Archaeology, Symbolic aspects of early technologies* 27 (1), pp. 100 - 115.

HOSLER, DOROTHY y ANDREW MACFARLANE, 1996, "Copper Sources, Metal Productions, and Metals Trade in Late Postclassic Mesoamerica", *Science* 273, pp. 1819 - 1824.

HOSLER, DOROTHY, 1997, "Los orígenes andinos de la metalurgia del occidente de México", dans: *Boletín del Museo del Oro* 42, pp. 3 - 26.

HOSLER, DOROTHY, 1999, "Recent Insights into the Metallurgical Technologies of Ancient Mesoamerica (Feature: Archaeotechnology)", dans: *JOM*, pp. 11 - 14.

HOSLER, DOROTHY, 2003, "Metal Production", dans: Smith, Michael E. & Francis F. Berdan (éds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 159 - 171, University of Utah Press, Salt Lake City.

HOSLER, DOROTHY, 2004, "Nuevos datos sobre la producción de metal en el occidente de la época prehispánica", dans: Williams, Eduardo (éd.), *Bienes estratégicos del antiguo occidente de México*, El Colegio de Michoacán, Zamora, pp. 335 - 355.

HOSLER, DOROTHY, 2009, "West Mexican Metallurgy: Revisited and Revised", *Journal of World Prehistory* 22(3): 185-212.

HOSLER, DOROTHY & RUBEN CABRERA, 2010, "A Mazapa Phase Copper Figurine from Atetelco, Teotihuacan: Data and Speculations", Massachusetts Institute of Technology, 77 Massachusetts Avenue, Room 8-138, Cambridge, MA 02139, USA, Proyecto Arqueológico Teotihuacán, San Juan Teotihuacán, Mexico, *Ancient Mesoamerica*, 21, pp. 249 – 260.

HYNE, K. E., 1995, "The Surface Colouring of Copper Based Alloys", BSc Thesis in *Archaeological Science*, University of Bradford.

JANSEN, M.E.R.G.N. & FERDINAND ANDERS, 1993, "El Manual del Adivino Libro explicativo del llamado Códice Vaticano B", Fondo de Cultura Económica, México.

JERÓNIMO DE ALCALÁ, 2000, "Relación de Michoacán", Moisés Franco Mendoza (coord.), El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, México.

KLEIN, CECELIA, 1993, "Teotecuitlatl 'Divine Excrement': The significance of 'holy shit.' ", *Art Journal* (Fall).

KUBLER, GEORGE, 1981, "Period, Style and Meaning in Ancient American Art", *Ancient Mesoamerica. Selected Readings*, éd. J. Graham, California : Peek Publications, pp.11-23.

LECHTMAN, HEATHER, 1977, "Style in Technology: Some Early Thoughts", dans: Lechtman, Heather y Robert Merrill (éds.), *Material Culture: Styles, Organization and Dynamics of Technology*, West Publishing Company, St. Paul, Minn., pp. 3 - 20

- LECHTMAN, HEATHER, 1984, "Andean value systems and the development of prehistoric metallurgy", dans: *Technology and Culture* 25 (1), pp. 1 - 36.
- LECHTMAN, HEATHER, 1985, "The Manufacture of Copper-arsenic Alloys in Prehistory", *Historical Metallurgy* 19(1): 141-142.
- LECHTMAN, HEATHER, 1988, "Traditions and Styles in Central Andean Metalworking", dans: Maddin, Robert (éd.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, Papers from the Second International Conference on the Beginning of the Use of Metals and Alloys, Zhengzhou, China, 21 - 26 October 1986, MIT, Cambridge, MA, pp. 344 - 378.
- LECHTMAN, HEATHER, 1996, "El bronce y el Horizonte Medio", dans: *Boletín Museo del Oro* 41, pp. 3 - 26.
- LEES, D. C. G., 1954a, "Some Properties of Liquid Metals", dans: Murphy, A.J. (éd.), *Nonferrous foundry metallurgy: the science of melting and casting non-ferrous metals and alloys*, Pergamon Press, London, pp. 25 - 47.
- LEES, D. C. G., 1954b, "Solution of Gases in Liquid Metals", dans: Murphy, A.J. (éd.), *Non-ferrous foundry metallurgy: the science of melting and casting non-ferrous metals and alloys*, Pergamon Press, London, pp. 48 - 107.
- LÓPEZ AUSTIN, ALFREDO, 1998, (deuxième éd.), "Los mitos del Tlacuache", IIA-UNAM, México.
- LOTHROP, SAMUEL KIRKLAND, 1952, "Metals from the Cenote of sacrifice in Chichén Itza, Yucatán", *Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*, Harvard University, Vol. X, No.2, Published by the Museum, Harvard.
- MALDONADO, BLANCA ESTELA, 2006, "Preindustrial copper production at the archaeological zone of Itziparatzico, a Tarascan location in Michoacan", thèse doctorale, K. G. Hirth. United States - Pennsylvania, The Pennsylvania State University, Mexico.
- MARCOS, J., 1978, "Cruising to Acapulco and back with the thorny oyster set: A model for a lineal exchange system", *Journal of the Steward Anthropological Society*, 9, pp.99 - 132.
- MARTÍNEZ S., MANUEL (éd.), 1903, "Relación de las Ceremonias y Ritos y Población y Gobernación de los Indios de la Provincia de Mechuacan hecha al Ilustrísimo Señor Don Antonio de Mendoza, Virrey y Gobernador de esta Nueva España por Su Majestad", Tip. de A. Aragon, Morelia.
- MEIGHAN, CLEMENT W., 1969, "Cultural Similarities between Western Mexico and Andean Regions", dans: Kelley, J.C. & C. L. Riley (éds.), *Pre-Colombian Contact within*

Nuclear America, Mesoamerican Studies No. 4, University Museum, Southern Illinois University, Carbondale, pp. 11 - 25.

MERKEL, JOHN, 1990, "A reconstruction of copper smelting at Timna, " dans: Rothenberg, B. (éd.), *The Ancient Metallurgy of Copper, Researches in the Arabah*, 1959-1984, Institute for Archaeo-Metallurgical Studies, London, pp. 78 - 122.

MERKEL, JOHN F., I. SHIMADA, C.P. SWANN & R. DOONAN, 1994, "Pre-Hispanic Copper Alloy Production at Batán Grande, Peru: Interpretation of the Analytical Data for Ore Samples", dans: *Archaeometry of Pre-Columbian Sites and Artifacts*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, pp. 199 - 227.

METALS HANDBOOK, 1961, (huitième éd.), "Properties and Selection of Metals (vol. 1)", *American Society of Metals*, Metals Park, Ohio.

MOUNTJOY, JOSEPH B., 1969, "On the Origin of West Mexican Metallurgy", dans : *Pre-Columbian Contact within Nuclear America, Mesoamerican Studies* vol. 4, J. Charles Kelley & Carroll L. Riley (éds.), Southern Illinois University Press, Carbondale, pp. 26-42.

ORTIZ DÍAZ, EDITH, 2002, "Los zapotecos de la Sierra de Juárez: ¿antiguos orfebres?" *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, (81), México, pp.141-149

OTTAWAY, BARBARA S. 2001, "Innovation, Production and Specialization in Early Prehistoric Copper Metallurgy", *European Journal of Archaeology* 4 (1) pp. 87-112.

PARADIS, LOUISE-ISEULT, 2008, "Còstic Teocuitlatl, Gold of the Aztecs", dans : *Gold in the Americas*, Septentrion, Québec, pp.97-101

PENDERGAST, DAVID M., 1962, "Metal Artifacts in Prehispanic Mesoamerica", *American Antiquity* 27 (4) pp. 520 - 545.

POLLARD, HELEN PERLSTEIN, 1993, "Tariacuri's Legacy: The Prehispanic Tarascan State", University of Oklahoma Press, Norman.

REYES GARCÍA, LUIS, FERDINAND ANDERS, MEERTEN JANSEN, GABINA AURORA PÉREZ JIMÉNEZ, SOCIEDAD QUINTO CENTENARIO (ESPAÑA), 1992, "Codex Vindobonensis Mexicanus 1 (Österreichische Nationalbibliothek, Viena)", Fondo de Cultura Económica Madrid : Sociedad Quinto Centenario Graz, Austria : Akademische Druck-und Verlagsanstalt, México.

ROOT, WILLIAM C., 1952, "Copper-lead Alloys", dans: Lothrop, Samuel Kirkland, *Metals from the Cenote of sacrifice in Chichén Itza, Yucatán*, Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Vol. X, No.2, Harvard pp. 15 - 16.

SAHAGÚN, BERNARDINO DE, 1969, (deuxième éd.), "Historia general de las cosas de Nueva España / escrita por y fundada en la documentación en lengua mexicana recogida por los mismos naturales", Editorial Porrúa, México.

SAHAGÚN, BERNARDINO DE, 1830, "Historia general de las cosas de Nueva España", (Tome III), México

SAURIN, PATRICK, 2003, "La fleur, le chant *In xochitl in cuitatl* La poésie au temps des Aztèques, éd. Jérôme Million, Grenoble.

SCHULZE, NIKLAS, 1999, "An Experimental Experiment: Production Technology and Properties of Mexican Copper (Alloy) Bells", MA Dissertation, University of Bradford, Department of Archaeological Science, Bradford.

SCHULZE, NIKLAS, 2008, "El Proceso de Produccion Metalurgica en su Contexto Cultural : los Cascabeles de Cobre del Templo Mayor de Tenochtitlan", UNAM, México

SÉJOURNÉ, L., 1970, "Pensamiento y Religión en el México Antiguo", Fondo de cultura económica, México.

SMITH, MICHAEL E., 2003, "Key Commodities", dans: Smith, Michael E. & Francis F. Berdan (éds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, University of Utah Press, Salt Lake City, pp. 117 - 125.

SOLÍS OLGUÍN, FELIPE *et al*, 2003, "Aztèques". *Citadelles et Mazenod*, Paris.

SOLÍS OLGUÍN, FELIPE, 2003, "Desarrollo del imperio azteca", dans: *Arqueología Mexicana*, éd. spéciale 13, pp. 10 - 86.

STRAFFORD, K.N., R. NEWELL, K. AUDY & J. AUDY, 1996, "Analysis of Bell Material from the Middle Ages to the Recent Time", dans: *Endeavour* 20(1), pp. 22 - 7.

STANIASZEK, B.E.P. y P. NORTHOVER, 1982, "The Properties of Leaded Bronze Alloys", dans: Aspinall, A. & S.E. Warren (éds.), *Proceedings of the 22nd Symposium on Archaeometry*, University of Bradford, Bradford, U.K. March 30th - April 3rd 1982, Schools of Physics and Archaeological Sciences, University of Bradford, Bradford, pp. 262 - 272.

THOMAS, D.H., 1991, "Entangled Objects. Exchange, Material Culture and Colonialism in the Pacific", Cambridge : Harvard University Press.

TORRES MONTES, LUIS & FRANCISCA FRANCO VELÁZQUEZ, 1996, "La metalurgia tarasca. Producción y uso de los metales in Mesoamérica", dans: Lombardo, Sonia y Enrique Nalda (éds.), *Temas Mesoamericanas*, INAH, México, pp. 71 - 110.

TOTTLE, CHARLES R., 1984, "An Encyclopædia of Metallurgy and Materials", Macdonald and Evans, Plymouth.

TYLECOTE, R.F., 1962, "Metallurgy in Archaeology", Edward Arnold Publishers, London.

TYLECOTE, R.F., 1986, "The Prehistory of Metallurgy in the British Isles", The Institute of Metals, London.

VARGAS, VICTORIA D., 1995, "Copper Bell Trade Patterns in the Prehispanic U.S. Southwest and Northwest Mexico", Arizona State Museum Archaeological Series 187, Arizona State Museum, The University of Arizona, Tucson.

WARREN, J. BENEDICT, 2004, "Ritmo del Fuego, El arte y los artesanos de Santa Clara del Cobre, Michoacán, Mexico/Rhythm of Fire, The Coppersmithing Art & Artisans of Santa Clara del Cobre, Michoacán", Morevellado Editores, Mexico, pp.118-153

WILLEY, G. R., 1966, "An introduction to American archaeology", Vol I: *North and middle America*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

YOUNG, JUDITH, 1972, "The Addition of Lead to Alloys in the Late Bronze Age", BSc thesis, University of Warwick.

http://www.raulybarra.com/instructor/bitacora/bitacora_1/imagenes_bitacora_1/codice_florentino_molde.secado.jpg

http://www.raulybarra.com/instructor/bitacora/bitacora_1/imagenes_bitacora_1/lapidarios_mesa_modelado_cera.jpg

<http://ceramique.chez.com/terredeg.htm>

http://media-cache-lt0.pinterest.com/upload/77757531036336524_DyBrkd92_b.jpg

http://www.hermitagemuseum.org/imgs_En/04/b2005/hm4_1_34_4_big.jpg

<http://www.chapala.com/chapala/magnificentmexico/ancientgold/Bell.jpg>

<http://images2.bridgemanart.com/cgi-bin/bridgemanImage.cgi/400wm.XBP.4860040.7055475/397505.jpg>

<http://neon.mems.cmu.edu/laughlin/pdf/064.pdf>

<http://www.biblioteca-antologica.org/wp-content/uploads/2009/09/MOTOLIN%C3%8DA-Historia-de-los-indios-de-la-Nueva-Espa%C3%B1a-YA.pdf>

<http://www.latinamericanstudies.org/maya/madrid-codex-pg-23d.jpg>

<http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1044580398000163-gr1.gif>

<http://www.mrl.ucsb.edu/~edkramer/LectureVGsMat100B/99Lecture14VGs/Image128.jpg>

<http://www.metallurgy.nist.gov/phase/solder/cupb-w-tmb.jpg>

<http://oregonstate.edu/instruct/engr322/Exams/AllExams/S11/MT2Images/MT2-5.1.jpg>

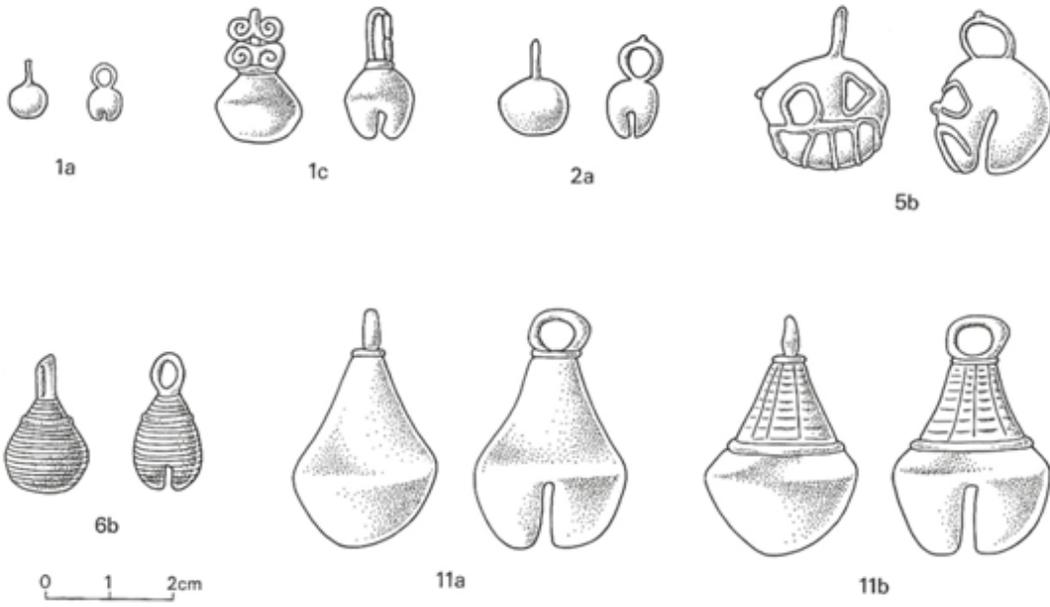
http://www.arqueomex.com/images/FOTOSNUM102/otras_coyolxauhqui.jpg

<http://archeosciences.revues.org/docannexe/image/2355/img-1.jpg>

halshs-00356383, version 1 - 27 Jan 2009

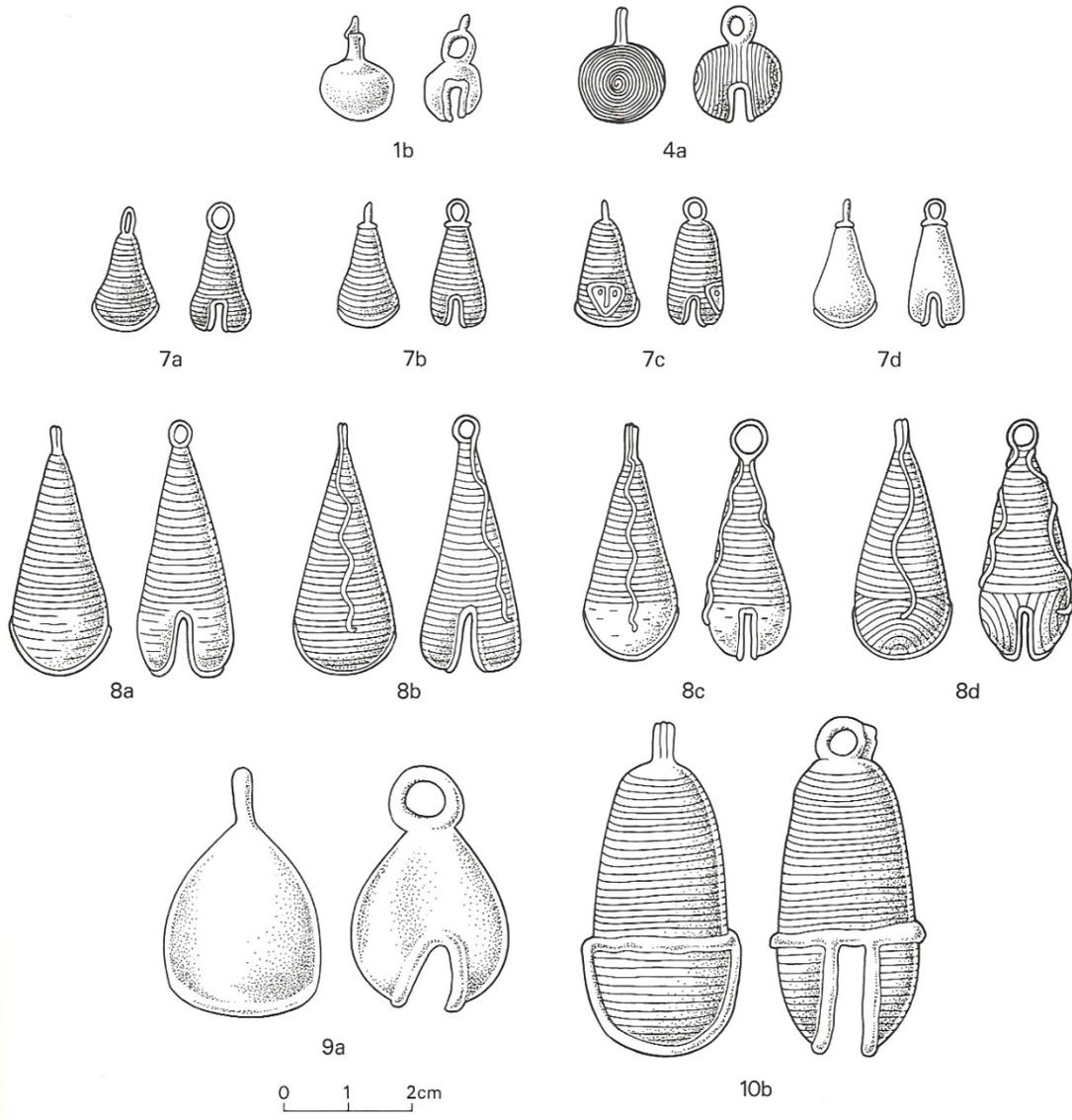
Annexes

Annexe 1- Typologie de Hosler



Period 1 bell types identified in RMG collection and present in datable archaeological contexts.

Types de grelots de la Période 1 (Hosler 1994: 55)



Types de grelots de la Période 2 (Hosler 1994a: 133)

Annexe 2- Résultats d'analyses d'artéfacts cupriques mésoaméricains du MRG (Hosler 1994a: 261-271)

«Analyses carried out by atomic absorption spectrometry and neutron activation (ⁿ indicates analyses by neutron activation). A dash indicates element not detected in quantitative analysis (usually present in qualitative); 'na' indicates element not analysed (not detected in qualitative analyses for most cases [...])» (Hosler 1994a: 272).

Quantitative Chemical Analyses of Artifacts in the RMG Collection*

Artifact Type**	ID No.	Composition (weight percent)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Copper														
Awl	114	0.03	na	na	na	na	0.01	na	0.0096	na	0.0006	na	na	na
	115	0.05	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	na	na	na	na
	117	0.05	na	na	na	na	0.06	na	na	na	na	na	na	na
	796	0.04	na	na	na	na	0.04	na	na	na	na	na	na	na
	799	0.17	na	na	na	na	0.07	na	0.0016	na	na	na	na	na
	872	0.63	0.22	—	—	na	0.0077	na	—	—	—	0.44	—	na
	Alloy													
Awl	112	0.035	2.01	na	—	na	na	na	na	—	—	0.01	0.19	na
Copper														
Axe	354	0.05	na	na	na	na	0.02	na	0.001	na	0.0072	na	na	na
	357	0.1	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	na	na	na	na
	359	0.08	na	na	na	na	0.01	na	0.0001	na	0.0057	na	na	na
	371	0.23	na	na	na	na	0.01	na	0.001	0.0023	0.0068	na	na	na
	372	0.198	0.14	—	—	na	0.04	na	—	—	—	—	—	na
	373	0.22	—	—	—	na	0.25	na	—	0.03	—	—	—	na
	380	0.09	na	na	na	na	0.03	na	0.0044	na	0.02	na	na	na
	381	0.05	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	0.0071	na	na	na
	387	0.15	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	—	na
	388	0.22	—	—	—	na	—	na	—	—	—	0.02	—	na
	391	0.28	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	393	0.04	na	na	na	na	0.04	na	na	na	na	na	na	na
	396	0.28	—	—	—	na	0.051	na	—	—	—	—	0.01	na
	397	0.05	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	na	na	na	na
	406	0.07	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	853	0.06	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	2396	0.05	na	na	na	na	0.04	na	0.001	na	0.01	na	na	na

continued

(continued)

Artifact Type**	ID No.	Composition (weight percent)													
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn	
Alloy															
Axe	28	0.06	1.22	na	0.049	na	na	na	na	na	—	0.0097	0.0097	na	
	351	0.07	0.71	na	—	na	na	na	na	na	0.1	0.04	1.33	na	
	351 ⁿ	0.0622	0.716	0.0006	na	na	—	0.0021	na	na	na	0.0891	1.15	—	
	367	0.12	0.09	na	na	na	na	0.06	na	na	na	na	2.48	na	
	367 ^m	0.1099	0.007	—	na	na	0.0133	0.0052	na	na	na	0.0175	2.56	0.0017	
	369	0.11	0.64	na	na	na	na	0.02	na	na	na	0.18	5.31	na	
	370	0.61	4.84	—	—	na	0.042	na	—	0.021	0.116	0.42	—	na	
	370 ⁿ	0.5662	5.675	—	na	na	—	—	na	na	na	0.4831	—	—	
	374	0.04	0.08	na	na	na	na	na	na	na	na	na	7.92	na	
	374 ⁿ	0.0402	0.113	0.0001	na	na	—	0.0269	na	na	na	0.0847	8.72	0.0008	
	378	0.03	0.96	na	—	na	na	na	na	—	0.015	—	0.12	na	
	379	0.03	0.06	na	—	na	na	—	na	na	0.01	—	0.77	na	
	385	0.06	0.71	na	—	na	na	na	na	na	—	0.28	—	na	
	386	0.27	1.31	na	—	na	na	na	na	na	0.11	0.1	3.10	na	
	401	0.05	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	6.22	na	
	402 ⁿ	0.1	0.12	—	na	na	0.0159	0.0018	na	na	na	0.006	1.26	0.0082	
	403b	0.12	0.07	na	—	na	na	0.05	na	na	—	0.03	8.06	na	
	2249	0.6	0.32	na	na	na	na	0.29	na	na	0.008	na	1.94	na	
	2249 ⁿ	0.0564	0.615	0.0003	na	na	—	0.003	na	na	na	0.123	1.45	—	
	2311	0.16	1.83	na	—	na	na	na	na	na	0.06	na	0.15	na	
Copper															
Axe-money***	487	0.004	0.3	na	0.008	na	na	na	na	0.05	—	0.008	0.047	na	
	501	0.036	—	na	—	na	na	na	na	0.027	—	0.43	0.027	na	
	510	—	0.05	na	—	na	na	na	na	0.13	—	0.09	0.03	na	
Alloy															
Axe-money***	264	0.04	0.44	na	—	na	na	na	na	—	—	0.04	0.024	na	
	302 ⁿ	0.2312	3.381	—	na	na	—	0	na	na	na	0.0077	—	—	
	449 ⁿ	0.1671	3.707	—	na	na	—	—	na	na	na	0.0332	—	—	

continued

(continued)

Artifact Type**	Composition (weight percent)													
	ID No.	Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	463	0.46	6.35	na	—	na	na	na	na	0.05	—	0.28	0.023	na
	471 ⁿ	0.2198	3.954	—	na	na	—	0.0001	na	na	na	0.171	—	—
	486	0.175	3.07	na	—	na	na	na	na	0.093	—	0.23	—	na
	489	0.047	0.81	na	na	na	na	na	na	0.103	0.0373	0.05	—	na
	496 ⁿ	0.6918	5.333	0.0003	na	na	—	—	na	na	na	0.1449	—	0.003
Copper														
Bell	124b	0.08	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.42	na
	130a	0.19	—	—	0.0014	na	0.34	na	—	0.0043	0.008	0.01	—	na
	205 ⁿ	0.0562	—	0.0025	na	na	—	0.0006	na	na	na	0.2999	—	—
	209	0.06	na	na	na	na	0.02	na	0.001	0.0014	0.0043	na	na	na
	213	0.06	0.14	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.96	na
	219b	0.054	—	na	—	na	na	na	na	0.014	—	0.09	—	na
	723	0.163	—	—	—	na	0.043	na	—	—	0.0109	0.01	—	na
	838	0.047	—	na	—	na	na	na	na	—	—	0.008	—	na
	1228	0.22	0.09	—	0.0026	na	0.041	na	0.001	0.024	0.0026	—	—	na
	1246 ⁿ	0.0873	0.006	0.0009	na	na	0.0166	0.001	na	na	na	0.0023	0.53	—
	1437	0.011	—	na	0.023	na	na	na	na	0.023	—	—	—	na
	1446	0.03	0.35	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.09	na
	1539	0.11	—	—	0.0013	na	0.29	na	0.001	0.0013	0.0066	0.0159	—	na
	1546	0.019	—	na	—	na	na	na	na	—	—	—	—	na
	1608	0.148	0.3	na	—	na	na	na	na	—	—	0.16	0.022	na
	1825	0.032	0.11	na	—	na	na	na	na	0.024	—	—	na	na
	2080	0.053	—	—	—	na	0.16	na	0.0011	0.009	—	0.01	—	na
	2126	0.089	—	na	—	na	na	na	na	0.063	—	0.09	—	na
	2411	0.08	na	na	0.03	na	na	na	na	0.04	na	na	na	na
	2413	0.07	na	na	na	na	0.02	na	na	na	na	na	na	na
	2440b	0.11	0.34	na	—	na	na	na	na	na	0.078	0.068	0.58	na
	2538	0.02	0.38	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.16	na
	2550	0.127	0.19	na	—	na	na	na	na	—	—	0.009	0.16	na
	2720	0.104	0.25	na	—	na	na	na	na	—	0.019	0.07	—	na

continued

(continued)

Artifact Type**	Composition (weight percent)													
	ID No.	Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	2786	0.07	0.15	—	—	na	0.015	na	—	—	—	0.02	—	na
	2791	0.03	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.27	na
	Fall	0.093	—	na	0.031	na	na	na	na	0.02	—	—	0.17	na
Alloy														
Bell	128a	0.03	0.45	na	na	na	na	na	na	na	0.01	0.02	6.93	na
	128b ⁿ	0.0251	0.436	—	na	na	0.0277	0.007	na	na	na	0.0237	7.77	0.0015
	195[6]	0.2	0.01	na	—	na	na	0.02	na	na	—	—	3.08	na
	195[6] ⁿ	0.1109	0.015	0	na	na	0.0486	0.0119	na	na	na	0.0183	3.56	—
	195[8] ⁿ	0.113	0.013	0	na	na	0.0379	0.0109	na	na	na	0.0163	3.28	0.0019
	197	0.025	1.35	na	—	na	na	na	na	—	—	0.01	—	na
	198 ⁿ	0.0201	0.07	0	na	na	0.0259	0.022	na	na	na	0.0385	12.18	0.0011
	201	0.11	22.12	0.015	0.144	na	0.15	na	0.1	0.015	0.015	1.06	—	na
	204	0.07	12.82	na	0.0188	na	na	na	na	0.01	0.0199	0.22	—	na
	207	0.11	23.47	na	0.08	na	na	na	na	0.02	0.0095	1.08	0.03	na
	816	96.92	na	na	na	3.08	na	na	na	na	na	na	na	na
	891	0.13	na	na	na	na	na	na	na	na	0.009	na	10.43	na
	891 ⁿ	0.134	0.015	0.0008	na	na	0.0193	0.0132	na	na	na	0.0345	11.08	—
	893	0.05	0.17	na	na	na	na	0.04	na	na	na	0.03	12.3	na
	893 ⁿ	0.0659	0.1	0.0004	na	na	0.0736	0.0179	na	na	na	0.064	15.77	0.0028
	895	0.05	0.23	na	na	na	na	0.02	na	na	0.02	na	10.55	na
	895 ⁿ	0.0615	0.27	0.0001	na	na	0.0759	0.0152	na	na	na	0.0522	13.12	0.0164
	897	0.16	—	na	—	na	na	0.01	na	na	—	na	7.27	na
	897 ⁿ	0.1549	—	0.0001	na	na	—	0.01	na	na	na	0.3311	6.45	—
	910	0.13	—	na	—	na	na	—	na	na	—	na	11.02	na
	910 ⁿ	0.1439	0.014	0.0008	na	na	—	0.0132	na	na	na	0.0385	11.35	—
	1220	0.01	—	na	—	na	na	0.01	na	na	—	na	3.24	na
	1220 ⁿ	0.0156	0.012	0.0002	na	na	0.1059	0.0062	na	na	na	0.0107	3.23	0.0108
	1253	0.15	0.02	na	na	na	na	0.03	na	na	0.01	na	4.81	na
	1440 ⁿ	0.104	0.158	0	na	na	0.1991	0.0087	na	na	na	0.0198	4.14	0.0027
	1473	0.02	0.26	na	—	na	na	0.02	na	na	—	—	4.00	na

continued

(continued)

Artifact Type**	Composition (weight percent)													
	ID No.	Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	1473 ⁿ	0.0628	8.69	0.0038	na	na	—	0	na	na	na	0.1611	—	—
	1474 ⁿ	0.0628	8.69	0.0038	na	na	—	0	na	na	na	0.1611	—	—
	1475	0.1	12.9	na	na	na	na	na	na	na	na	0.32	na	na
	1479 ⁿ	0.018	0.116	0	na	na	0.0182	0.0029	na	na	na	0.0066	2.34	0.0004
	1484	0.1	0.1	na	na	na	na	0.01	na	na	0.03	na	3.49	na
	1484 ⁿ	0.103	0.125	0.0022	na	na	0.023	0.0046	na	na	na	0.0209	3.64	—
	1485	0.05	13.8	na	0.0081	na	na	na	na	0.014	0.01	0.21	—	na
	1487 ⁿ	0.0183	0.155	0	na	na	0.0282	0.0034	na	na	na	0.0079	1.62	0.0008
	1493 ⁿ	0.1419	0.007	0	na	na	0.0318	0.0008	na	na	na	0.0267	2.12	0.0016
	1499	0.02	0.19	na	na	na	na	na	na	na	0.008	na	7.12	na
	1499 ⁿ	0.0242	0.217	0	na	na	0.0394	0.0191	na	na	na	0.0265	7.73	0.0025
	1526 ⁿ	0.0234	0.867	0	na	na	0.2748	0.0004	na	na	na	0.0041	—	0.0291
	1532 ⁿ	0.0403	1.191	0.0001	na	na	0.0217	0.0001	na	na	na	0.0044	—	0.0032
	1595	0.05	1.23	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.02	na
	1631 ⁿ	0.0863	0.012	0	na	na	0.0366	0.0094	na	na	na	0.0186	5.38	—
	1795	0.03	1.94	na	—	na	na	na	na	na	—	—	—	na
	1798	0.06	1.11	na	0.0015	na	na	na	na	0.0015	0.0015	—	—	na
	1860 ⁿ	0.0188	0.131	0	na	na	0.0295	0.0097	na	na	na	0.0228	8.54	0.0016
	2183	0.1	0.11	na	—	na	na	0.06	na	na	—	—	6.38	na
	2387 ⁿ	0.0601	0.023	0.0003	na	na	0.0217	0.0218	na	na	na	0.0542	18.1	0.001
	2388 ⁿ	0.0598	0.126	0.0003	na	na	0.0486	0.0428	na	na	na	0.0638	19.98	0.0019
	2492 ⁿ	0.0399	0.179	0	na	na	0.0257	0.0097	na	na	na	0.0369	8.37	0.0032
	2495	0.03	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	4.78	na
	2495 ⁿ	0.0364	0.038	0	na	na	0.0261	0.0069	na	na	na	0.0149	4.58	—
	2539	0.31	0.1	na	—	na	na	—	na	na	0.01	—	5.67	na
	2539 ⁿ	0.1982	0.033	0	na	na	0.1069	0.007	na	na	na	0.0314	7.01	0.0058
	2571	0.03	0.21	na	—	na	na	—	na	na	—	—	2.81	na
	2571 ⁿ	0.0406	0.14	0	na	na	0.0287	0.0045	na	na	na	0.0237	3.33	0.0016
	2589	0.04	0.49	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.17	na
	2650 ⁿ	0.5058	0.358	0.0001	na	na	0.0465	0.0139	na	na	na	0.0931	8.47	—

continued

(continued)

Artifact Type**	ID No.	Composition (weight percent)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	2724	0.06	1.00	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.04	na
	Fa12	0.14	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	2.23	na
	Fx6 ⁿ	0.0975	0.025	0.0011	na	na	—	0.0202	na	na	na	0.0524	13.06	0.0026
	H1 ⁿ	0.0859	1.849	0.0005	na	na	0.125	0.0001	na	na	na	0.0099	—	0.0055
Copper														
Button	2634	0.04	0.02	na	—	na	na	na	na	na	—	0.059	—	na
Copper														
Hoc	365	0.004	—	—	—	na	na	na	na	—	—	0.05	—	na
Alloy														
Hoc	32b	0.02	2.3	na	0.0007	na	na	na	na	0.0053	0.0013	0.0079	na	na
	2395	0.03	1.63	na	0.0032	na	na	na	na	0.0065	0.0032	0.0071	—	na
Copper														
Needle	80	0.04	na	na	0.0022	na	na	na	na	0.002	0.0022	0.002	—	na
	83	0.0086	0.16	na	—	na	na	na	na	—	—	0.009	0.035	na
	806	0.18	—	—	—	na	—	na	—	—	—	0.02	—	na
	2459	0.11	0.05	—	—	na	0.018	na	—	—	—	0.03	—	na
	2576	0.14	—	—	—	na	0.06	na	0.001	0.0024	0.0024	—	—	na
	2575	0.07	—	na	0.035	na	na	na	na	0.058	—	—	—	na
	2577	0.027	—	na	0.027	na	na	na	na	0.027	—	—	—	na
	2677	0.07	—	—	—	na	0.067	na	—	0.07	0.0074	—	—	na
	2689	0.1	0.04	—	—	na	—	na	—	—	—	0.009	—	na
	Fx14	0.06	na	na	na	na	0.03	na	0.0015	na	0.0119	na	na	na
	Fx15	0.039	na	0.28	na	na	na	na	—	—	0.0098	0.01	—	na
Alloy														
Needle	74	0.04	1.61	na	0.0026	na	na	na	na	na	0.0026	0.0065	—	na
	98	0.03	2.3	na	0.0016	na	na	na	na	0.0016	0.0016	0.0031	0.03	na
	804a1	0.03	2.17	na	—	na	na	na	na	na	—	0.0097	—	na

continued

(continued)

Artifact Type**	ID No.	Composition (weight percent)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	804a2	0.03	2.12	na	—	na	na	na	na	na	—	0.019	—	na
	804a3	0.03	2.13	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	804a4	0.03	2.13	na	0.0016	na	na	na	na	na	0.0032	—	na	na
	804a5	0.03	2.13	na	—	na	na	na	na	na	—	0.098	0.07	na
	2352	0.04	0.26	na	na	na	na	na	na	na	—	na	11.81	na
	2352 ⁿ	0.0391	0.182	0	na	na	0.0147	0.0162	na	na	na	0.0348	13.12	0.0011
Copper														
Open ring	36a	0.75	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	0.09	na	na	na
	997	na	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	1664	0.18	—	—	—	na	0.015	na	—	—	0.0677	—	0.015	na
Alloy														
Open ring	36d ⁿ	0.0335	0.039	0.001	na	na	—	0.0232	na	na	na	0.0566	9.57	—
	39b ⁿ	0.1429	0.107	0.0001	na	na	—	0.0195	na	na	na	0.0435	12.44	—
	40a	0.01	0.04	na	na	na	na	0.02	na	na	0.03	na	8.89	na
	40a ⁿ	0.0136	0.157	—	na	na	—	0.0145	na	na	na	0.0308	10.16	—
	41a ⁿ	0.0084	0.034	0	na	na	—	0.0038	na	na	na	0.0352	10.41	0.0047
	45a ⁿ	0.0186	0.119	0	na	na	0.0179	0.0187	na	na	na	0.0308	10.49	0.0004
	46b ⁿ	0.0202	0.186	0	na	na	0.0165	0.0153	na	na	na	0.0377	10.08	—
	532 ⁿ	0.0778	0.03	0.0001	na	na	0.011	0.005	na	na	na	0.0467	9.91	0.0011
	535 ⁿ	0.1079	0.079	0	na	na	0.0081	0.0179	na	na	na	0.032	9.91	—
	541 ⁿ	0.014	0.076	0	na	na	0.07	0.0102	na	na	na	0.0265	8.89	0.0017
	578 ⁿ	0.1119	0.055	—	na	na	0.0065	0.0241	na	na	na	0.0468	10.08	0.0006
	598 ⁿ	0.0128	0.119	—	na	na	0.0048	0.0177	na	na	na	0.031	11.08	0.0006
	604 ⁿ	0.0605	0.03	0	na	na	0.0239	0.0076	na	na	na	0.0376	8.89	—
	620	0.01	0.19	na	—	na	na	0.06	na	na	—	—	8.5	na
	631 ⁿ	0.0356	0.076	0.0001	na	na	0.0252	0.006	na	na	na	0.0205	6.29	0.0014
	635 ⁿ	0.0154	0.123	—	na	na	0.0352	0.0276	na	na	na	0.0361	12.44	0.001
	643	0.26	0.19	na	—	na	na	0.03	na	na	0.23	na	7.46	na
	643 ⁿ	0.2301	0.198	0.0005	na	na	—	0.0289	na	na	na	0.1321	6.11	—

continued

(continued)

Artifact Type**	ID No.	Composition (weight percent)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	682a	0.19	0.07	na	—	na	na	0.03	na	na	—	na	13.38	na
	682a ⁿ	0.1871	0.076	0.0003	na	na	—	0.0293	na	na	na	0.0533	14.75	—
	682b	0.04	0.49	na	—	na	0.02	na	na	na	—	na	9.26	na
	682b ⁿ	0.0385	0.318	0	na	na	—	0.0152	na	na	na	0.0425	10.93	—
	873	0.17	0.05	na	na	na	na	na	na	na	0.009	na	15.16	na
	873 ⁿ	0.1871	0.104	0.0001	na	na	—	0.02	na	na	na	0.0414	17.77	—
	874	93.43	na	0.29	na	6.28	na	na	na	na	na	na	na	na
	1653 ⁿ	0.1059	0.032	0	na	na	0.0229	0.0225	na	na	na	0.0488	11.85	0.0022
	1657 ⁿ	0.1469	0.022	0	na	na	0.0169	0.0063	na	na	na	0.0163	5.84	0.0006
	1665	0.09	na	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	10.27	na
	1665 ⁿ	0.1159	0.046	0	na	na	0.0327	0.0164	na	na	na	0.0388	12.44	0.0024
	1666 ⁿ	0.0851	0.032	0.0006	na	na	—	0.0169	na	na	na	0.0431	11.08	0.0019
	1667 ⁿ	0.0417	0.03	0.0001	na	na	—	0.0161	na	na	na	0.0469	8.07	0.0014
	1668 ⁿ	0.0086	0.019	0.0033	na	na	0.0091	0.004	na	na	na	0.0333	7.1	0.0009
	1673 ⁿ	0.064	0.024	0.0024	na	na	—	0.0048	na	na	na	0.0282	6.21	—
	1718	0.05	0.13	na	na	na	na	na	na	na	0.02	na	10.94	na
	1718 ⁿ	0.0598	0.111	0	na	na	—	0.0325	na	na	na	0.0521	12.78	0.0055
	1737 ⁿ	0.0538	0.038	0.0001	na	na	—	0.0204	na	na	na	0.0521	16.86	0.0012
	1744 ⁿ	0.0313	0.046	0.0002	na	na	—	0.0087	na	na	na	0.0296	10.58	0.0011
	1746 ⁿ	0.0809	0.074	0	na	na	0.0325	0.0156	na	na	na	0.0306	11.35	—
	1747	0.04	na	na	na	na	na	0.02	na	na	0.03	na	12.85	na
	1748 ⁿ	0.031	0.048	0.0002	na	na	0.0173	0.0121	na	na	na	0.0395	13.64	—
	2313	0.05	0.02	na	0.008	na	na	—	na	na	0.02	na	10.43	na
	2399 ⁿ	1.38	6.87	—	na	na	—	0	na	na	na	—	—	—
	2419 ⁿ	0.0227	0.225	0	na	na	0.0703	0.0179	na	na	na	0.0345	9.75	0.0007
	2421 ⁿ	1.13	4.76	—	na	na	—	0	na	na	na	—	—	—
	Fa8	0.06	0.2	na	—	na	na	—	na	na	—	na	7.95	na
Alloy														
Ornament	1865	0.16	0.32	na	—	na	na	na	na	na	—	0.087	1.27	na
	1865 ⁿ	0.1429	0.282	0.0004	na	na	—	0.0013	na	na	na	0.0068	1.09	0.0024

continued

(continued)

Artifact Type**	ID No.	Composition (weight percent)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Alloy														
Pin bell	2454b	0.04	0.77	na	—	na	na	—	na	na	—	na	0.08	na
Silver														
Sheet	20	99.12	na	0.13	na	0.75	na	na	na	na	na	na	0.01	na
	231	99.46	na	0.011	na	0.53	na	na	na	na	na	na	na	na
	235	98.37	na	na	na	1.63	na	na	na	na	na	na	na	na
	2627	99.99	na	na	na	0.0087	na	na	na	na	na	na	na	na
	2628	99.98	na	na	na	0.019	na	na	na	na	na	na	na	na
Alloy														
Sheet	19	96.33	na	na	na	3.67	na	na	na	na	na	na	na	na
	21	85.22	na	0.072	na	14.7	na	na	na	na	na	na	na	na
	23b	26.1	na	0.024	na	73.88	na	na	na	na	na	na	na	na
	229	14.2	—	0.015	—	na	—	na	—	—	0.0296	—	—	na
	234	33.9	na	na	na	66.1	na	na	na	na	na	na	na	na
	885	70.5	na	na	na	29.5	na	na	na	na	na	na	na	na
	2586	95.22	na	na	na	4.78	na	na	na	na	na	na	na	na
	Fx	93.33	na	0.034	na	6.67	na	na	na	na	na	na	na	na
	Fx1	93.3	na	0.28	na	6.43	na	na	na	na	na	na	na	na
	Fx2a	94.4	na	0.011	na	5.5	na	na	na	na	na	na	0.08	na
	Fx4	88.84	na	0.059	na	11.1	na	na	na	na	na	na	na	na
	Fx5	0.16	—	na	—	na	na	na	na	na	—	0.102	7.56	na
	Fx5 ⁿ	0.1919	0.018	0.0005	na	na	—	0.0106	na	na	na	0.0308	8.37	0.0034
Copper														
Tweezer	5	0.13	na	na	0.0013	na	na	na	na	na	0.0013	0.0106	0.008	na
	224	0.63	—	—	—	na	0.029	na	0.0097	—	—	—	—	na
	225	0.13	na	na	0.0007	na	na	na	na	0.0015	0.0029	0.0161	—	na
	2345	0.06	na	na	na	na	0.02	na	na	na	na	na	na	na

continued

(continued)

Artifact Type**	ID No.	Composition (weight percent)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	2346	0.15	na	na	0.0013	na	0.01	na	0.001	na	0.09	na	na	na
	2515	0.17	0.35	na	0.0015	na	na	na	na	na	0.0015	0.012	0.01	na
	2657b	0.03	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	—	na
	2678	0.11	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	2679	0.098	—	—	—	na	0.102	na	—	—	—	—	—	na
	2686	0.14	0.13	na	0.0022	na	0.0423	na	0.011	—	0.0066	0.02	—	na
Alloy														
Tweezer	2	0.08	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	2.54	na
	3	0.03	2.7	na	—	na	na	na	na	na	—	—	—	na
	4	0.03	3.02	na	0.0024	na	na	na	na	0.017	—	0.04	—	na
	7	0.03	0.06	na	na	na	na	0.01	na	na	0.02	na	10.68	na
	8	0.11	2.25	na	na	na	na	0.04	na	na	0.02	0.04	10.06	na
	8 ⁿ	0.1191	0.089	0.0003	na	na	0.0185	0.0283	na	na	na	0.0483	10.41	—
	9	0.1	0.39	na	na	na	na	0.13	na	na	na	na	9.93	na
	9 ⁿ	0.1069	0.628	0.0004	na	na	0.0225	0.0201	na	na	na	0.0881	11.26	0.0015
	11	0.14	1.19	na	na	na	na	na	na	na	0.01	0.16	9.09	na
	11 ⁿ	0.1361	1.4	0.0046	na	na	0.1159	0.0125	na	na	na	0.175	8.81	—
	12	0.09	na	na	na	na	na	na	na	na	0.009	na	4.34	na
	12 ⁿ	0.0959	0.017	0.0006	na	na	0.0489	0.0054	na	na	na	0.0291	5.72	—
	13	0.17	1.14	na	na	na	na	na	na	na	na	0.16	8.96	na
	13 ⁿ	0.1429	1.449	0.0003	na	na	0.0483	0.0127	na	na	na	0.1641	8.43	—
	32a	0.05	0.78	na	na	na	na	na	na	na	0.03	0.09	5.87	na
	32a ⁿ	0.0561	0.766	0.0004	na	na	—	0.0046	na	na	na	0.125	5.02	—
	339/76	0.14	0.79	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	9.55	na
	339/76 ⁿ	0.1449	1.03	0.0004	na	na	—	0.0094	na	na	na	0.0451	9.57	—
	939/76	24.3	na	0.009	na	75.69	na	na	na	na	na	na	na	na
	2017	0.09	na	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	9.6	na
	2017 ⁿ	0.0879	0.033	0.0002	na	na	—	0.0123	na	na	na	0.0293	10.76	0.0043
	2343	0.1	1.21	na	0.02	na	na	—	na	na	0.23	0.17	11.76	na

continued

(continued)

Artifact Type**	Composition (weight percent)													
	ID No.	Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	2343 ⁿ	0.0953	1.211	0.0017	na	na	—	0.0146	na	na	na	0.1581	10.66	—
	2344	0.12	2.03	na	0.01	na	na	na	na	na	0.06	na	8.84	na
	2344 ⁿ	0.1219	2.208	0.0012	na	na	0.0499	0.0127	na	na	na	0.1932	9.81	—
	2513	0.07	0.28	na	0.02	na	na	na	na	na	na	0.01	10.34	na
	2513 ⁿ	0.0684	0.155	0.0006	na	na	—	0.0264	na	na	na	0.0718	14.15	0.0009
	2516	0.12	0.19	na	na	na	na	na	na	na	0.02	0.04	8.18	na
	2516 ⁿ	0.1169	0.135	0.0005	na	na	0.0798	0.0092	na	na	na	0.0729	9.14	0.0043
	2517	0.08	0.12	na	na	na	na	na	na	na	0.5	na	9.73	na
	2517 ⁿ	0.0818	0.479	0.0005	na	na	0.0152	0.0105	na	na	na	0.0466	10.08	—
	2518	55.9	na	na	na	44.1	na	na	na	na	na	na	na	na
	2528a	0.03	0.15	na	na	na	na	na	na	na	na	na	11.02	na
	2528a ⁿ	0.0282	0.161	0.0003	na	na	0.1079	0.0072	na	na	na	0.0397	10.58	0.0037
	2528b	0.03	0.14	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	10.7	na
	2528b ⁿ	0.0313	0.179	0.0003	na	na	—	0.0088	na	na	na	0.0431	12.02	0.0017
	2556 ⁿ	0.1089	1.871	—	na	na	—	0.0098	na	na	na	0.3304	5.06	—
	2617	0.06	4.43	na	—	na	na	na	na	na	—	0.028	0.09	na
	2647	0.13	0.18	na	—	na	na	—	na	na	0.01	—	10.11	na
	2647 ⁿ	0.1671	0.085	0.0001	na	na	—	0.0083	na	na	na	0.0455	13.12	—
	2656	0.1	0.93	na	—	na	na	0.11	na	na	0.01	0.24	5.52	na
	2680	0.1	0.76	na	na	na	na	na	na	na	0.06	0.1	6.36	na
	2680 ⁿ	0.1109	1.079	0.001	na	na	0.0179	0.0051	na	na	na	0.14	7.99	—
	2682	0.11	0.75	na	na	na	na	na	na	na	0.01	0.13	6.46	na
	2682 ⁿ	0.0828	0.875	0.0011	na	na	—	0.0204	na	na	na	0.1409	5.74	—
	2683	0.13	2.43	na	na	na	na	na	na	na	0.01	0.1	6.02	na
	2683 ⁿ	0.1489	2.761	0.0028	na	na	0.0256	0.01	na	na	na	0.1449	7.36	—
	2684	0.06	0.62	na	—	na	na	0.01	na	na	—	na	7.93	na
	2684 ⁿ	0.0518	0.56	0.0012	na	na	—	0.0146	na	na	na	0.1622	7.49	0.0018
	2687	0.07	0.81	na	—	na	na	na	na	na	0.5	0.12	5.69	na
	2687 ⁿ	0.0665	0.83	0.0012	na	na	—	0.0064	na	na	na	0.1309	5.4	—
	2688 ⁿ	0.0847	0.875	0.001	na	na	—	0.0162	na	na	na	0.166	10.58	—

Un astérisque réfère le lecteur à Hosler 1986 pour des analyses qualitatives de ces objets; deux astérisques le renvoient à Holser 1988b pour connaître le sous-type de plusieurs de ces objets tandis que trois astérisques réfèrent plutôt à Holser, Lechtman et Holm 1990 pour des analyses d'un autre type 1a de cette catégorie d'objets.

Annexe 3-

Period 1 RMG Bell Types (Lost-Wax-Cast): Dimensions, Composition, Number Analyzed in RMG Collection, and Archaeological Sites of Appearance

Datable Specimens from Archaeological Sites		Specimens from RMG Collection				
RMG Type	Site	Average Wall Thickness (cm)	Average Height (cm)	Number Copper	Number Analyzed	Number in Collection
1a	Amapa (Cu)	0.05	0.61	5	8	894
	Cerro de Huistle (Cu)					
	Cojumatlán					
	Infiernillo					
	Tomatlán					
1c	Cerro de Huistle (Cu)	0.05	0.90	1	1	2
	Cojumatlán					
2a	Amapa (Cu)	0.06	0.90	9	9	136
5b	Amapa (Cu)	0.09	1.60	11	11	33
6b	Amapa (Cu)	0.07	1.40	9	9	79
11a*	Amapa (Cu)		6.50		0	15
11b	Amapa (Cu)	0.13	3.00	6	6	10

Note: (Cu) indicates specimens analyzed from these sites were made from copper.

* RMG examples not analyzed.

Tableau tiré de Hosler 1994a: 56

Period 2 RMG Bell Types (Lost-Wax-Cast):
Composition and Number Analyzed in RMG Collection,
and Archaeological Sites of Appearance

RMG Type	Datable Archaeological Sites*	Specimens from RMG Collection		
		Number Made from Alloy	Number Analyzed	Number in Collection
1b	Milpillas (Cu-Sn)	—	—	3
4a	Tzintzuntzan	4	5	10
7a	Cuexcomate (Cu-Sn)	6**	9	30
	Milpillas (Cu-Sn)			
	Tzintzuntzan			
7b	Tzintzuntzan			
7c	Tuxcacuesco			
7d	Milpillas (Cu-Sn)			
8a	Tzintzuntzan	12**	12	41
8b	Tzintzuntzan			
8c	Tzintzuntzan			
8d	Tzintzuntzan			
9a	Bernard (Cu-Sn)	6	11	185
	Tzintzuntzan			
10b	Milpillas (Cu-Sn)	18	18	27
	Tzintzuntzan			

* Composition, if available is indicated in parentheses.

** The numbers found in the columns for 7a and 8a encompass 7a-c and 8a-d respectively.

(Hosler 1994a: 132)

RMG Artifact Types Sampled for Laboratory
Studies

Type	Total in Collection	Number Sampled	% Sampled
Bells	1934	125	6.5
Open rings	685	81	11.8
Axe-monies	186	33	17.7
Sheet ornaments:			
gold and gold alloys	60	0	0.0
silver and silver alloys	76	28	36.8
Needles	87	30	34.5
Axes	41	41	100.0
Tweezers	42	39	92.9
Awls	23	15	65.2
Other	>62	8	circa 13.0
Total	circa 3196	400	

(Hosler 1994a: 256)