

Université de Montréal

**Le cuivre dans tous ses états : métallurgie de la période Thulé
(750 à 1900 de notre ère) dans la région du golfe du Couronnement**

Geneviève Treyvaud

Département d'Anthropologie
Faculté des arts et sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du
grade de maîtrise en Anthropologie

Avril, 2007

© Geneviève Treyvaud, 2007



GN

4

U5f

2007

v.015

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**Le cuivre dans tous ses états: métallurgie de la période Thulé
(750 à 1900 de notre ère) dans la région du golfe du Couronnement**

Présenté par :

Geneviève Treyvaud

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Professeur Brad Loewen

Président-rapporteur

Professeur Adrian Burke

Directeur de recherche

Professeure Ariane Burke

Membre du jury

RÉSUMÉ

Depuis sa découverte par les humains, le cuivre s'est taillé une place très importante comme matériau de base dans la fabrication d'outils. Le cuivre natif et les alliages sont extrêmement malléables, ductiles et résistants à la corrosion. Les Inuit du Cuivre occupent depuis plus de 1000 ans les îles Victoria et Banks ainsi que les terres continentales environnantes. Ils ont été, avec les Netsilik, les derniers de leur culture à subir l'influence des Européens. Ce mémoire a comme objectif l'étude de la technologie du travail du cuivre chez les groupes autochtones de l'Arctique. Les objets des collections étudiées ont été réalisés par des individus partageant un même mode d'adaptation lié à l'exploitation du cuivre, à l'intérieur duquel l'acquisition et l'exploitation du métal rouge fait partie intégrante d'une sphère économique, sociale, technologique. Pour cette étude les artefacts provenant des sites NaPi-2, NkRh-3, NcPf-1-2-12, NcPd-1, OdPc-1, MkPk-2-3, OdPp-2, MkPj-7 ont été étudiés par des procédés de recherche en archéoméallurgie.

MOTS CLÉS

Arctique, Inuit du Cuivre, technologie, métallurgie, cuivre natif, préhistoire, contact européen, archéoméallurgie.

ABSTRACT

Since its discovery, copper has played an important role as a raw material for the manufacture of tools. Native copper and copper alloys are extremely malleable, ductile and resistant to corrosion. The Copper Inuit have occupied Victoria and Banks Islands as well as the adjacent continental shores for more than a thousand years. They were, along with the Netsilik, the last members of their culture to be influenced by Europeans. The object of this thesis is to study worked copper technology among Arctic aboriginal groups. The artifacts in this study were manufactured by individuals with a similar adaptation to the Arctic environment which included copper technology, and where the acquisition and working of the red metal was integrated into an economic, social and technological sphere. For this particular study, artifacts from the sites NaPi-2, NkRh-3, NcPf-1-2-12, NcPd-1, OdPc-1, MkPk-2-3, OdPp-2, MkPj-7 were analyzed using various archaeometallurgical techniques including metallography, metallurgical mechanics and experimental replication of copper tools.

KEYWORDS

Arctic, Copper Inuit, metallurgy, technology, native copper, prehistoric, European contact, archaeometallurgy.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	iv
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	viii
REMERCIEMENTS	ix
CHAPITRE PREMIER:	10
INTRODUCTION : Problématique de recherche	10
1.1 Métallurgie et Inuits du Cuivre	10
1.2 Histoire culturelle, Esquimau et Inuit, origine d'un peuple	11
1.3 Les Inuits du Cuivre	15
1.4 Définition du sujet d'étude	17
1.4.1 Le cuivre	18
1.4.2 Cuivre natif, cuivre européen	19
1.4.3 Délimitation du sujet d'étude	20
1.5 Problématique de recherche	23
1.5.1 Contextes scientifique et conceptuel de la recherche	25
1.5.2 Méthodologie de recherche	26
CHAPITRE 2	36
LES ANALYSES MÉTALLURGIQUES	36
2.1 Identification du corpus d'étude	36
2.2 Description et provenance du corpus d'étude	36
2.2 Étude métallurgique du corpus	42
2.3 Étude de la corrosion	51
2.4 Étude radiographique	57
2.5 Expérimentation	69
2.6. Les catégories technologiques	74
2.6.1 L'indice énergétique	77
CHAPITRE 3	80
CARACTÉRISATIONS DES TECHNOLOGIES UTILISÉES	80
3.1 Identification du travail du cuivre	80
3.1.1 Le choix de la matière	80
3.1.2 L'état métallurgique du corpus métallique	82
3.1.3 L'outillage	85
3.1.4 Le recuit	87
3.1.5 Expansion de la matière par martelage diffus ou directionnel	89
3.1.6 Polissage et affûtage	91
3.2 Identification des techniques de mise en forme	93
3.3 Les rivets	107
3.3.1 Les réparations	114
CHAPITRE 4	115
INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	115
4.1 L'investissement et la production d'objets de cuivre	115
4.2 Conclusion	120

BIBLIOGRAPHIE	124
ANNEXE 1	xi
1.1 Base de données Excel	xii
ANNEXE 2	xxi
2.1 Tableau XXIV. Liste des échantillons	xxxi
ANNEXE 3	xxxii
3.1 Fiches d'analyses radiographiques (CD)	xxxii
3.2 Photographies des artefacts (CD)	xxxii

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Martelage diffus	43
Tableau II : Martelage directionnel	44
Tableau III : Découpage	44
Découpage des artéfacts	44
Tableau IV : Polissage	45
Tableau V : Affûtage	46
Tableau VI : Recuit.....	47
Tableau VII : Les percussions	48
Tableau VIII : Les biseaux	48
Biseaux des artéfacts.....	48
Tableau IX : L'état métallurgique du corpus métallique.....	49
Tableau X : Les stress de formation	50
Tableau XI : L'usure des artéfacts.....	50
Tableau XII : Composition métallurgique du corpus métallique	54
Tableau XIII : Les catégories d'utilisation	75
Tableau XIV : Amalgame ou matrice.....	81
Tableau XV : Nombre d'artéfacts polis.....	91
Tableau XVI : Nombre d'artéfacts affûtés	92
Tableau XVII : Mise en forme par ligne médiane	95
Tableau XVIII : Nombre de rivets par artéfacts	108
Tableau XIX : Perçage préparé et utilisation des trous présents dans la structure	111
Tableau XX : Les rivets nettoyés.....	112
Tableau XXI: données morphométriques	xii
Tableau XXII: données morphologiques, mise en forme	xv
Tableau XXIII: données morphologiques, états métallurgiques	xviii
Tableau XXIV: données morphologiques, utilisation	xxii
Tableau XXV: données morphologiques, indices métallurgiques.....	xxv
Tableau XXVI : Nombre de types d'artéfacts par site archéologiques	xxviii
Tableau XXVII: liste des échantillons.....	xxxi

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte du Canada et localisation de l'aire des Inuits du Cuivre	17
Figure 2 : Carte des limites forestières de la région des Inuits du Cuivre	37
Figure 3 : Carte des sites archéologiques	38
Figure 4 : Processus de corrosion	51
Figure 6 : Composition métallurgique	54
Figure 7 : Étude des éléments de corrosion	55
Figure 8 : Composition métallurgique versus amalgame ou matrice	56
Figure 9 : Photos du processus expérimental	71
Figure 10 : Dessins des mises en formes expérimentées	72
Figure 11 : Catégories technologiques	76
Figure 12 : Graphique des indices énergétiques en joules	78
Figure 13 : Choix de la matière, amalgame versus matrice	81
Figure 14 : les états métallurgiques du corpus métallique	82
Figure 15 : Photos des bracelets	83
Figure 16 : Photos des fragments d'outils	84
Figure 17 : Dessins des formes de percussion	86
Figure 18 : Photos des traces laissées par le recuit	88
Figure 19 : Photos de traces de martelages	90
Figure 20 : Photos, affûtage et polissage	92
Figure 21 : Photos de la mise en forme par ligne médiane	95
Figure 22 : Photo de la chaîne opératoire, mise en forme par ligne médiane	96
Figure 23 : Dessins explicatifs de la chaîne opératoire	97
Figure 24 : Photo, mise en forme par laminage	98
Figure 25 : Dessin, la mise en forme par laminage	99
Figure 26 : Photos, mise en forme par abattage et roulement	100
Figure 27 : Dessins, la mise en forme par abattage ou roulement	101
Figure 28 : Photos, amalgame et plaques	103
Figure 29 : Dessins, la mise en forme des plaques	104
Figure 30 : Pointe OdPc-2-59	105
Figure 31 : Pointe MkPk-3-45	106
Figure 32 : Pointe MkPj-7-1	107
Figure 33 : Processus de mise en forme des rivets, forme no. 1	108
Figure 34 : Processus de mise en forme des rivets, forme no. 2	109
Figure 35 : Processus de mise en forme des rivets, forme no. 3	110
Figure 36 : Perçage préparé et utilisation des trous	112
Figure 37 : Les rivets nettoyés	113
Figure 38 : Les rivets non nettoyés	113
Figure 39 : Photo de réparation effectuée sur des artefacts	114
Figure 40 : Photo d'une partie des artefacts étudiés	119
Figure 41 : Nombre de type d'artefacts présents par site archéologiques	xxx

REMERCIEMENTS

Tout projet, malgré son unique signature, est le résultat de la collaboration d'une multitude de personnes qui de près ou de loin, par leurs idées, leurs gestes et leurs sourires ont participé à ce mémoire. Ces quelques lignes visent à remercier toutes ces personnes dont le nom n'apparaît pas sur la couverture.

À Marc-André, Morgane et Geoffroy pour leur patience et le temps emprunté dans les loisirs et les tâches familiales. À ma famille pour leur soutien et particulièrement à Isabelle pour ses longues heures passées à me relire.

J'aimerais souligner les encouragements de ma bande d'amis.

Plusieurs professeurs m'ont apporté une aide intellectuelle et technique, mais je voudrais en particulier remercier mon directeur de recherche Adrian L. Burke pour sa disponibilité, sa patience à répondre à mes mille et une questions et pour avoir cru en ce projet et à la personne qui l'accomplissait.

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION : Problématique de recherche

1.1 Métallurgie et Inuits du Cuivre

Il existe une grande quantité d'études sur la métallurgie. La plupart d'entre elles se concentrent sur l'observation et la description d'objets métalliques retrouvés dans le cadre de fouilles archéologiques et sur leur utilisation dans la fabrication d'objets prestigieux : armes, bijoux, orfèvrerie et objets de culte. Certaines études traitent des problèmes d'identification de la provenance du métal utilisé dans la conception de ces objets. Cependant, l'étude d'objets métalliques usuels dans un contexte particulier, en l'occurrence l'Arctique dans notre cas, revêt un caractère spécial. Dès le tout début de notre projet, un fait d'ordre général s'est imposé de lui-même: le milieu physique. Si l'on se fie aux premières études anthropologiques qui ont tenté d'expliquer pourquoi les Inuits habitaient des territoires aussi désertiques, on serait porté à croire que ces peuples et leurs ancêtres avaient été victimes de conflits et avaient été repoussés au nord par des populations qui refusaient de les accueillir et de partager leur territoire forestier. On sait maintenant, grâce notamment aux observations des archéologues, qu'il en est autrement. L'Arctique peut être une terre riche et généreuse pour ceux qui ont appris à quel moment et en quel lieu retrouver les concentrations fauniques saisonnières, mais aussi comment planifier leurs activités annuelles pour en tirer le meilleur parti (McGhee, 2004).

Dans son ouvrage « *Les Inuits, ce qu'ils pensent du paysage* », Béatrice Collignon attire notre attention sur la technique descriptive utilisée pour établir le nom des groupes inuits. Entre autres, elle conteste la méthode utilisée par Jenness et Stefansson pour nommer les « Eskimos du Cuivre » (Copper Eskimos) en se basant sur leurs traits physiques puis surtout, sur leurs traditions culturelles. En effet, ce nom leur a été attribué parce qu'ils utilisaient des outils en cuivre natif. Pourtant, les Inuits nomment les groupes utilisant un territoire en fonction du nom du lieu physique et géographique qu'utilisent le plus souvent ces groupes ou encore selon l'endroit où ils se trouvent durant une période spécifique de l'année. À titre d'exemple, « Qurluqturmiut » signifie le peuple de « Qurluqtuq », le peuple des rapides, c'est-à-dire le groupe qui, à un moment donné dans l'année, a occupé un lieu où il y a des rapides.

Le livre de Collignon mentionné ci-haut nous a incité à remettre en question l'exclusivité accordée aux Inuits du Cuivre de l'utilisation et de la fabrication d'outils de cuivre. Fort de ce questionnement, nous avons décidé de traiter les artefacts, lors de l'analyse, comme un ensemble d'actions technologiques que les artisans utilisaient pour traiter la matière.

1.2 Histoire culturelle, Esquimau et Inuit, origine d'un peuple

D'où viennent-ils ? À la suite de quelle migration, les Inuits qui peuplent aujourd'hui l'Arctique sont-ils venus s'installer sur les littoraux ? Éternel problème des origines que n'a pu manquer de se poser les premiers membres d'expéditions lancés à la découverte du « Grand Nord ». Depuis la première expédition scientifique « Canadian Arctic Expedition » de 1913 à 1918, les archéologues et anthropologues danois, américains, soviétiques et canadiens

étudient et comparent la culture matérielle, les débris de cuisine, les os, les variantes de la langue et les manifestations culturelles des différents groupes autochtones de l'Arctique. Voilà soixante-quinze ans que les nouvelles données sont diffusées, comparées et remises en question. Mais plus l'on progresse dans la connaissance de la préhistoire de ces peuples du Grand Nord, plus elle semble complexe, diverse et difficilement saisissable.

À ce jour, archéologues et anthropologues s'entendent sur le fait qu'il y a 10 000 ans, le peuplement du Grand Nord aurait été la conséquence d'une migration originale provenant d'Asie, soit par des chasseurs du Paléolithique. Ces gens auraient traversé le détroit de Béring et longé la côte du Pacifique et se seraient adaptés aux conditions de vie maritime. D'autres groupes de même provenance se seraient, eux, adaptés aux conditions de chasse et de vie dans la toundra (McGhee 1972). Cette période est caractérisée par la tradition « Paléo-Arctique » et il est clairement défini qu'elle est similaire à l'industrie lithique du Japon et de la Sibérie (Fiedel 1987).

Il y a 5000 à 3000 ans, la côte du Pacifique Nord, le sud-ouest de l'Alaska et les îles Aléoutiennes étaient peuplés par les Aléoutes vivant de cueillette, de pêche et surtout de chasse aux animaux marins. Les peuples de l'intérieur, les proto-Esquimaux, développent « la tradition microlithique de l'Arctique » et occupent les territoires du nord de l'Alaska, de l'Arctique canadien et du Groenland. La Sibérie est occupée par les peuples du Néolithique, descendants des groupes ayant emprunté le détroit de Béring et peuplé le Grand Nord de l'Amérique.

Les dernières données archéologiques pour ces régions démontrent que des contacts sporadiques ont eu lieu entre les peuples sibériens et paléo-esquimaux (Wright, 1995).

En Alaska, le premier site connu de « la tradition microlithique de l'Arctique » est daté de 4000 ans, datation similaire à celle des sites de l'Arctique canadien et du Groenland. Selon McGhee, il est indéniable que le mouvement du peuplement de l'Arctique s'est fait de l'Alaska vers l'est. Il y aurait deux variantes résultant de « la tradition microlithique de l'Arctique », soit la culture «Independance 1» développée dans le haut Arctique et la culture « pré-dorsetienne » engendrée dans le bas Arctique et sur le continent. Il est donc suggéré que ces deux cultures représentent deux groupes humains en provenance de l'Alaska se déplaçant vers l'est, l'un en direction du Groenland et l'autre vers la baie d'Hudson. (McGhee, 1978).

Le premier indice archéologique de la culture Dorset, de 800 av. J.C. à 1000 de notre ère, est reconnue par Diamond Jenness (Jeness, 1946) lors de sa participation, de 1913 à 1916, à l'expédition de l'Arctique canadien dirigée par Vilhjalmur Stefansson. Les premières collections d'artéfacts provenant du cap Dorset et de l'île de Baffin sont alors analysées. Jenness réalise que ces artéfacts ne proviennent pas de l'histoire récente inuit mais est plutôt représentative d'une présence plus ancienne dans l'Arctique. Il décide de la nommer « Culture Dorset » (Jeness, 1946). L'occupation Dorset dans l'Arctique central semble cesser vers l'an 100 de notre ère et réapparaît brièvement durant la période allant de l'an 500 à l'an 1000.

La culture Dorset atteint sa plus grande expansion pendant cette période en atteignant les côtes sud-est de la baie d'Hudson et le nord-ouest du Groenland (McGhee, 1978). Vers l'an mille de notre ère, la culture Dorset disparaît et les groupes dorsétiens semblent s'éteindre progressivement. En effet, ils auraient survécu jusqu'en 1400 sur la côte est de la Baie d'Hudson et dans l'Arctique québécois. D'ailleurs les premières rencontres des Européens dans le Nouveau Monde à être relatées ont eu lieu dans l'Arctique orientale, dans l'île de Baffin et sur la côte de l'Atlantique nord du Canada. Deux des groupes les plus susceptibles d'avoir eu ces contacts sont les Béothucks et les Dorsétiens ont disparu depuis ce temps (Dickason, 1992).

De 1000 à 1600 de notre ère l'Arctique subit une élévation de la température, ce qui provoqua l'avancement de la ligne supérieure nord des forêts d'une centaine de kilomètres. Les conditions climatiques de l'Arctique devaient ressembler à celles que nous connaissons aujourd'hui. Plusieurs archéologues travaillant sur l'Arctique pensent qu'il est fort probable que ces changements climatiques aient permis l'expansion des peuples alaskans. La culture Thulé tire son origine de ces peuples du nord de l'Alaska et a été nommée ainsi par le lieu géographique où elle fut identifiée et définie par Therkel Mathiassen (Mathiassen, 1927). La migration vers l'est a été très rapide et l'extension de la culture Thulé est directement liée au développement des techniques de chasse à la baleine (McGhee, 1972). Thuléen dont le nom dérive de Thulé, est aussi le nom par lequel les archéologues désignent les ancêtres des Inuits modernes qui vivent dans tout l'Arctique du détroit de Béring au Groenland. Les Thuléens pénétrèrent dans le nord-ouest du Canada il y a environ 1000 ans, se répandant rapidement jusqu'au Groenland en

un siècle ou à peu près. En cours de route, ils subsistaient grâce aux mammifères marins et aux caribous, modifiant leurs armes, les harpons et les flèches et leurs habitations, les iglous en neige sur la banquise et les maisons à mi-sol et montées en pierre ou en bois de dérive sur la côte, au fur et à mesure qu'ils s'adaptaient à leur environnement saisonnier.

De 1600 à 1850 de notre ère, on assiste au développement des cultures Inuits. L'héritage culturel et génétique des Inuits est indéniablement thuléen (McGhee, 1972). Les études en glaciologie et en paléobotanique de même que les écrits européens confirment un refroidissement et un « petit âge glaciaire » culminant entre 1600 et 1850 de notre ère. Les glaciers avançaient sur les îles et dans l'est de l'Arctique et le couvert forestier se rétracte jusqu'à sa position actuelle.

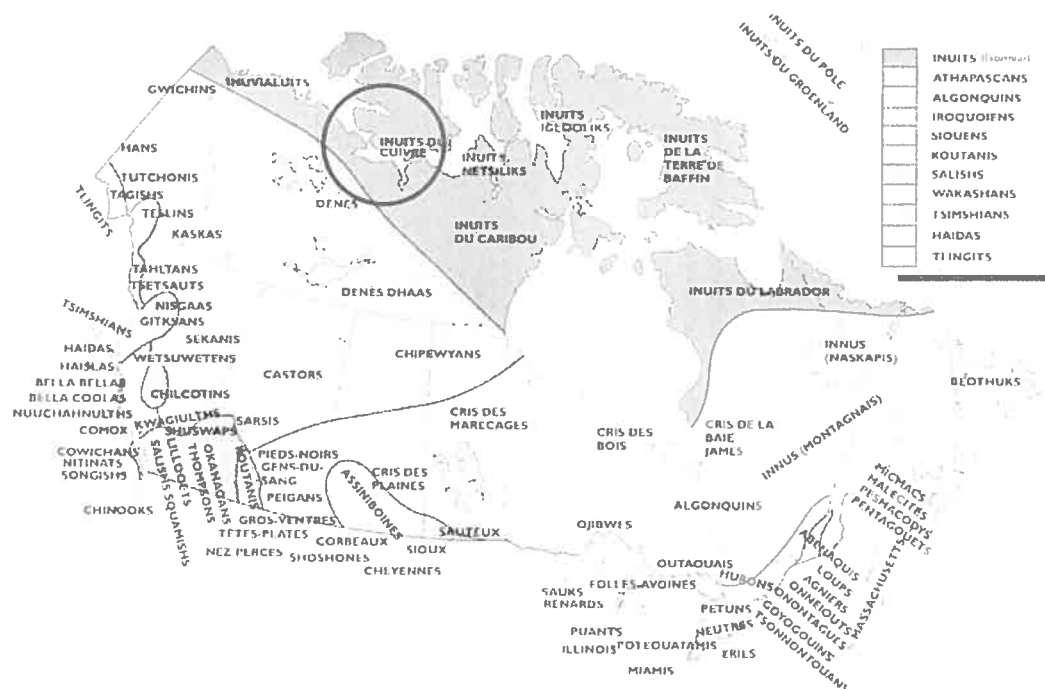
Pour plusieurs archéologues et anthropologues ces facteurs climatiques sont responsables des changements culturels et ont provoqué l'adoption d'un nouveau mode de vie de ces peuples autochtones de l'Arctique. Selon McGhee, le monde thuléen est une réponse concrète au « petit âge glaciaire » et il en a résulté plusieurs cultures locales adaptées aux ressources spécifiques d'un territoire (McGhee, 1972).

1.3 Les Inuits du Cuivre

Les Inuits du Cuivre occupent depuis plus de 1000 ans les îles Victoria et Banks ainsi que les terres continentales environnantes. Ils ont été, avec les Netsiliks, les derniers de leur culture à subir l'influence des Européens. Lorsque Jenness étudia les Inuits du Cuivre entre 1914 et 1916, il émit l'opinion que leurs ancêtres provenaient des plaines désertiques de l'intérieur à l'ouest de la baie d'Hudson

s'étaient récemment établis sur les côtes de l'Arctique. L'anthropologue considérait que les Inuits du Cuivre s'étaient développés à l'intérieur du nord canadien et s'associaient culturellement et biologiquement aux Amérindiens. Les fouilles récentes suggèrent que ces indigènes descendraient plutôt des Esquimaux de la culture Thulé, qui se déplacèrent de l'Alaska en direction de l'Arctique, vers l'an mille de notre ère (McGhee, 1972). Les résultats obtenus des différents sites archéologiques de la préhistoire moyenne et récente de cette culture étayent l'idée d'un développement à partir d'une sous-culture Thulé qui s'adapta aux conditions particulières du milieu. Cette adaptation comportait un approvisionnement local en bois, en stéatite et en cuivre. Les Inuits du Cuivre, ainsi nommés en raison de leur usage généralisé du cuivre natif recueilli sur les rives de la rivière Coppermine et du golfe du Couronnement, constituent un rameau des Inuits thuléens. Ils fabriquaient des pointes de flèches et de lances en cuivre, des lames d'ulus, des couteaux, des fils pour raccorder les récipients fendillés en stéatite, etc. Leur économie reposait sur la chasse aux phoques, aux caribous et sur la pêche aux poissons plutôt que sur la chasse aux grands mammifères marins comme la baleine ou le morse. Selon McGhee, plusieurs traits culturels des Inuits du Cuivre se sont développés au cours du XIX^e siècle. C'est durant cette période que leurs procédés s'améliorèrent et qu'ils produirent de nouveaux et nombreux biens qu'ils échangeaient contre des marchandises européennes. Leur production se répandit dans l'Arctique central pendant toute la période de contact et s'effaça avec l'arrivée définitive de l'homme blanc.

Figure 1 : Carte du Canada et localisation de l'aire des Inuits du Cuivre



Sources : Alan D. Macmillan, *Native Peoples and Cultures of Canada*, Vancouver, Douglas & McIntyre, 1988; John Price, *Indians of Canada: Cultural Dynamics*, Scarborough (Ontario), Prentice-Hall, 1979.

1.4 Définition de l'objet d'étude

Les métaux ont une incidence profonde sur le devenir artistique et industriel des sociétés humaine. L'étendue et la diversité de l'emploi des métaux et de leurs dérivés, depuis le début de l'histoire jusqu'à l'époque contemporaine ont une représentativité remarquable et attestent les propriétés variées des métaux. À travers le temps, les métaux ont servi à fabriquer des outils, des armes et des matériaux de construction. Ils ont été découpés, martelés, modelés pour créer des sculptures et des objets décoratifs ou bien ajoutés à des éléments non métalliques pour en rehausser l'esthétique ou la durabilité d'un objet usuel ou décoratif. Les métaux brillants sont prisés pour la confection de bijoux, d'ornements, de

médailles ou d'objets religieux. Par leur couleur et leur forme, ils sont des symboles de beauté, de richesse, de prestige ou d'affection.

Par définition, un métal appartient à une classe d'éléments chimiques qui présentent des propriétés caractéristiques. Les métaux sont en général des bons conducteurs de chaleur et d'électricité. Ils sont ductiles à l'état solide et on peut donc les marteler, les plier, les étirer et les former à chaud ou à froid. En fusion, il est possible de les couler dans un moule.

1.4.1 Le cuivre

Le cuivre est le seul métal commun qui existe naturellement à l'état métallique. On trouve des dépôts de cuivre sur la plupart des continents. Le cuivre a été un des premiers métaux utilisés par l'être humain. Sa première utilisation remonterait à 9000 avant J.-C. dans la région de l'Irak. Depuis sa découverte par les humains, le cuivre s'est taillé une place très importante comme matériau de base dans la fabrication d'outils. Le cuivre à l'état natif est extrêmement malléable, ductile et résistant à la corrosion. Grâce à ces caractéristiques, il se prête très bien à la conception et au façonnage d'objets décoratifs et usuels. Les objets de cuivre natif doivent contenir un minimum de 99,3% de ce métal. Un objet contenant entre 96% et 99,3% de cuivre natif est considéré comme un alliage. Le cuivre est un métal non ferreux lourd, son poids spécifique est de 8,9 kg/m³ et son point de fusion est 1080 degrés. Il est résistant à une traction de 22 kg/mm² (recuit) à 49 kg/mm² (écroui) (Fontannaz, 1980). Il peut être façonné par le martelage à froid. De plus, le cuivre, tout comme les autres matériaux non ferreux, a la propriété d'accroître sa dureté au fur et à mesure que le martelage progresse et ce, jusqu'à ce qu'il atteigne un stade où il devient trop dur et cassant

pour le façonnage. Ce phénomène résulte de la rupture du système structurale interne du cuivre. Ce procédé peut être inversé en recuisant le matériau et en le plongeant dans de l'eau froide. En agissant ainsi on redonne au cuivre sa structure initiale permettant la poursuite du travail de martelage jusqu'à la forme désirée. Poli, le cuivre prend une magnifique teinte rouge clair et passe au rouge brun une fois patiné. Sous l'action de l'air humide chargé de gaz carbonique, il se couvre d'une couche d'hydrocarbonate (vert-de-gris) qui le protège contre la corrosion.

1.4.2 Cuivre natif / cuivre européen

L'observation au microscope permet à un œil habitué une distinction entre les cuivres natifs et les cuivres européens. De plus, les analyses chimiques établissent le pourcentage des éléments chimiques présents dans la pièce de métal. Les problèmes surviennent dans l'identification des cuivres européens et les alliages utilisés. Il y a une grande variété d'alliages aux XVI^e et XVII^e siècles en Europe et cette variabilité est représentative des systèmes économiques et politiques. Les sources de matières premières des métaux ouvrés ou composants les alliages étaient géographiquement dispersés sur le territoire européen pendant cette période. Cette dispersion est représentée dans le cuivre pur européen et dans les composants d'alliages. Les alliages étaient fabriqués avec la matière disponible et accessible sur le marché. Le cuivre du XVI^e siècle et le premier alliage binaire de cette période, en provenance de la partie occidentale de la Méditerranée, montraient une plus grande pureté et les objets fabriqués à partir de ce cuivre ou de cet alliage étaient d'une épaisseur supérieure à ceux fabriqués ailleurs en Europe durant la même période.

1.4.3 Délimitation du sujet d'étude

Les connaissances et les recherches archéométallurgiques sur le travail du cuivre et des autres métaux non ferreux ainsi que les procédés métallurgiques sont déjà très avancées pour l'Europe. Il est indéniable que le métal dans un état technique très élaboré est déjà présent durant la période du Néolithique dans plusieurs régions de l'Europe et de l'Asie. Citons en exemple les travaux de Ottaway (1982) sur le travail du cuivre dans les régions nord-alpines ou encore ceux de Mohen (1990) sur la métallurgie préhistorique et naturellement ceux, très importants, de Craddock (1995) sur les procédés d'extraction et les principes de métallurgie. Pour Wald, le procédé le plus ancien pour façonner les métaux est la mise en forme par une force extérieure contrôlée c'est-à-dire sans enlèvement de copeaux (sans perte de masse), par exemple par forgeage, par flexion, par laminage, etc. « *Nous supposons que la mise en forme des métaux natifs est antérieure aux traitements métallurgiques : ceux-ci sont apparus après l'épuisement des couches de métal natif* » (Wald, Sahm, Steck et Eibner, 1991 : 179). Plusieurs échantillons très anciens provenant de la Turquie, de Chypre ou encore de l'Europe centrale témoignent des problèmes inhérents aux pratiques de recuit, aux premières fusions et mise en forme des métaux natifs puis de réduction des minerais et à la constitution des différents alliages (Strahm, 1982).

Il en est tout autre pour le continent américain où les premiers travaux de recherche sur la métallurgie ont été axés sur les peuples de l'Amérique du Sud, plus particulièrement sur la représentation, le pouvoir et la distribution des métaux : Bray (1977), Fester (1962) et Gonzales (1979). Depuis une quinzaine

d'années, on assiste à de nouveaux travaux sur les techniques métallurgiques, de l'extraction à la fabrication des objets, à l'échange et à la mise en marché de ceux-ci pendant les périodes préhistoriques et historiques. Le développement des techniques d'analyse chimique et la multidisciplinarité des projets de recherche ont sûrement joué un grand rôle dans ce nouvel engouement des archéologues pour les métaux. On peut citer le travail de Dorothy Hosler, *The Sounds and Colors of Power*, qui regroupe toute les facettes du travail métallurgique et l'étude des diffusions technologiques. Les nombreux travaux de Lechtman (1993) sur la production, la technologie, les styles et traditions métallurgiques dans les Andes ne font qu'attester un travail des métaux natifs exceptionnels en Amérique (C.S. Smith, 1977).

Pour l'Amérique du Nord, la plupart des travaux sur l'utilisation des métaux natifs ont été faits sur la période de l'Archaïque, de 6000 à 4000 avant aujourd'hui, soit sur l'avènement de la « Old Copper Culture ». Quelques travaux dont les résultats sont fort intéressants ont pu documenter la technologie employée par les Amérindiens avant et après la période de contact européenne, notamment la thèse de doctorat de Paul A. Thibaudeau, *Use Wear Analysis on Cuprous Materials: Method and Concept* (2002) qui introduit l'idée de réutilisation et redéfinition d'objets métalliques européens. Quant aux travaux archéométallurgiques de Wayman, ils attestent un savoir métallurgique ancien des peuples autochtones d'Amérique du Nord: « *Despite the fact that the pre-contact aboriginal inhabitants of North America did not practice the smelting of metals,*

there is no doubt that they made considerable use of metallic materials »
(Wayman, 1993 :60).

En ce qui concerne l'Arctique, Franklin (1981) a publié un ouvrage décrivant les résultats d'une étude sur les techniques de transformation et les sources d'approvisionnement de cuivre natif qu'utilisaient les peuples autochtones des régions subarctiques et arctiques de l'Amérique du Nord. L'étude caractérise et classifie les artefacts selon leur facture et leur composition dans un contexte géologique et archéologique pour répondre au problème du commerce de cuivre natif à la période préhistorique et à celui provoqué par l'arrivée des métaux européens à la période historique.

Le sujet spécifique du traitement du cuivre, de l'application des mises en forme des objets ainsi que l'influence du milieu technologique, n'a été que sommairement décrit dans les études sur la culture matérielle de l'Arctique. Cette lacune concernant les connaissances des procédés technologiques est probablement l'effet du manque de données de base, du matériel archéologique disponible et naturellement du contexte physique, c'est à dire la géographie et le climat de l'Arctique. Les connaissances sur le travail des artisans du cuivre dans cette région sont donc limitées, et c'est pour cette raison que nous avons développé dans ce sens notre problématique de recherche.

1.5 Problématique de recherche

La présence de cuivre natif sur les sites préhistoriques et historiques de l'aire des Inuits du cuivre est encore aujourd'hui un phénomène qui étonne tant en raison des problèmes reliés à l'acquisition de la matière, de la technologie utilisée qu'au fait que l'on associe le travail du cuivre à un seul groupe humain. Selon McGhee et Morrison le développement de cette production serait lié à la disponibilité de la matière première, soit le cuivre et à une adaptation régionale par ce groupe humain aux ressources nécessaires à leur survie.

La première hypothèse que nous proposons ici est que les Thuléens étaient des artisans polyvalents qui fabriquaient par le fait même la grande majorité sinon l'ensemble de leurs objets composés de cuivre et l'outillage nécessaire à leur façonnage. Il était sûrement beaucoup plus simple, plus économique et plus rapide d'extraire la matière première directement du gisement et de fabriquer sur place les objets et les nodules prêts à être transformés que de transporter la matière première. Le déplacement à la source potentielle de cuivre devait se faire par petits groupes pendant la saison estivale ou automnale. La fabrication sur place des objets et outils devait satisfaire à des besoins immédiats et spécifiques.

Puisque les groupes estivaux étaient composés de la famille restreinte, la seconde hypothèse est que les artisans de ces petits groupes devaient réaliser des objets diversifiés tant par la qualité et le style que par l'utilisation de l'outillage et faire preuve de compétences diverses dans la réalisation et dans l'utilisation de cet outillage. Il faudrait donc nous attendre à retrouver une certaine uniformité dans les collections provenant de sites archéologiques estivaux et une plus grande

diversité dans l'outillage et l'utilisation des objets de cuivre sur les sites archéologiques d'agrégations hivernales.

Une troisième hypothèse découlant des deux premières démontrerait qu'à la période de contact avec les Européens, la diffusion rapide du cuivre et d'alliages usinés provenant d'Europe aurait permis aux Inuits du golf du Couronnement d'améliorer leurs technologies et d'uniformiser leur production d'outils et d'objets de cuivre.

Selon Morrison, l'usage intensif du cuivre natif par les Inuits du Cuivre à l'époque historique est un fait récent et il est indirectement inspiré par le contact européen. Le cuivre d'origine européenne acquiert une valeur d'usage symbolique, peut-être en raison de sa nouvelle forme, sa rigidité ou son origine. Sa provenance étrangère semble accroître son pouvoir de représentation (Morrison, 1987). On pourrait donc chercher à savoir si, en remplaçant le cuivre natif par celui en provenance d'Europe, les Inuits ont conservé la même technologie de façonnage.

Pour répondre aux questions que nous venons d'énumérer, il faut d'abord prendre connaissance et assimiler le travail des artisans qui ont conçu les objets métalliques provenant des divers sites du golf du Couronnement. Nous devons avant tout identifier cette production et découvrir comment elle était réalisée. C'est en répondant à ces questions par l'analyse métallurgique des artefacts composant le corpus d'étude que nous pourrions caractériser les technologies utilisées.

1.5.1 Contextes scientifique et conceptuel de la recherche

Ce mémoire a comme objectifs, d'une part, l'étude d'une transition culturelle importante chez les groupes autochtones de l'Arctique, et d'autre part, l'analyse d'une technologie du travail du cuivre par des individus partageant un même mode d'adaptation lié à l'exploitation du cuivre, mode à l'intérieur duquel l'acquisition et l'exploitation du métal rouge fait partie intégrante d'une sphère économique, sociale et technologique.

Pour bien comprendre la problématique proposée, l'étude comporte deux aspects. Le premier aborde l'analyse de la métallurgie qui comprend l'ensemble des procédés et des techniques d'extraction, d'élaboration, de formage et de traitements des métaux.

Le deuxième aspect approfondit l'application d'un concept théorique aux éléments techniques de ce mémoire afin de comprendre l'image sociale et économique qui découle de la production de cuivre.

Cet essai repose sur un cadre théorique développé par Pierre Bourdieu, plus particulièrement celui de l'investissement (Bourdieu 1979). L'investissement, selon Bourdieu, est le fait de s'interroger sur l'importance de l'intérêt que les gens peuvent avoir à faire ce qu'ils font. Bourdieu voit la notion d'intérêt comme un instrument de rupture, une opposition à la vision enchanteresse et mystificatrice des conduites humaines. L'investissement, c'est l'intérêt accordé à un jeu social, car ce qui s'y passe importe à ceux qui y sont engagés. Il faut que les participants admettent que le jeu mérite d'être joué et que les enjeux qui s'engendrent dans et par le fait de jouer méritent d'être poursuivis : « *c'est reconnaître le jeu et reconnaître les enjeux* » (Bourdieu, 1979: 151). Il faut comprendre ici le jeu comme

un acte de vie sociale, une action sociale, un intérêt que l'on porte à un investissement social.

Ce concept permet de se poser la question suivante : quels intérêts avaient les Thuléens et par la suite les Inuit du Cuivre à s'investir dans la production d'objets de cuivre ?

1.5.2 Méthodologie de recherche

Bien que les techniques de trempage utilisées pendant la préhistoire et protohistoire permirent d'atteindre des températures allant jusqu'à 800°, il semble que les groupes autochtones de l'Arctique de ces périodes n'aient jamais eu recours aux techniques de fonte, de moulage ou de fabrication d'alliages. Leurs techniques de fabrication des objets restent simples, mais exigent une connaissance approfondie de la matière première. « *In artifacts from all cultural groups, folding and hammering, with probable annealing or hot-working were observed to be the primary techniques of copper working* » (Franklin, 1981:35).

Notre recherche se divise en cinq étapes : l'étude métallurgique, l'étude de la corrosion, l'étude radiographique, la démarche expérimentale et l'application des calculs métallurgiques. D'abord, nous procédons à une collecte des qualités morphologiques et morphométriques des objets. Cette étude a comme but premier de comprendre la technologie employée par les Thuléens et les Inuits du Cuivre dans le travail des métaux et, éventuellement, d'établir un parallèle possible avec la technologie lithique. Pour mener à bien cette première démarche, nous utilisons des techniques de connaissances des matériaux et des alliages de même que des pratiques de façonnage employées en orfèvrerie et en archéométaballurgie soit :

- l'observation optique (à l'œil, à la loupe, au microscope) qui donne des informations sur le matériel et le traitement de la mise en forme de l'objet.
- la métallographie qui donne des informations sur l'état métallurgique du métal ou de l'alliage, ainsi que les procédures de mise en forme utilisée par les artisans.

Pour l'étude métallurgique et l'observation optique, toutes les données d'analyse sont notées sur une fiche technique élaborée lors d'un travail pratique préparatoire à ce mémoire. Cette fiche a été testée sur des artefacts et des objets de cuivre. Quelques changements ont été apportés au premier document afin qu'il soit adapté aux sites archéologiques utilisés pour ce mémoire. La fiche d'analyse (annexe 3, 1.3) comporte l'étude de tous les aspects technologiques liés au travail des métaux. Tous ces aspects sont énumérés ci après et ils seront appliqués lors de l'analyse de chaque artefact.

Morphologie et morphométrie

Dans un premier temps, la démarche consiste à employer une méthode observatrice qui consiste en une analyse morphologique des objets avec dessins et photos. La fiche est par la suite complétée par la prise des données morphométriques des artefacts, à l'aide d'un pied à coulisse pour la mesure des longueurs et largeurs, un dixième à bec pour les épaisseurs ou un micromètre à vis pour les épaisseurs de plaques et de fils. Les mesures devront être prises au dixième de millimètre.

Les techniques de façonnages

Martelage (forgeage) : Le martelage consiste à déformer la matière à l'aide d'un percuteur ou d'un marteau. On élargit, étire et refoule ainsi des nodules de métal natif, des baguettes et des plaques pour les amener aux formes désirées. La compression, un affermissement de la matière première, fait également partie des travaux de forgeage.

Contrairement au fer, c'est à froid que l'on forge la plupart des métaux précieux et des métaux lourds non ferreux. Selon le métal ou le titre de l'alliage et sa sollicitation, un échauffement n'excédant pas 700°C est possible. Cette technique peut s'utiliser avec un appui convexe ou concave. Dans ces cas il faudra tenir compte des traces laissées à l'intérieur de l'artefact par l'appui. L'action de marteler la matière avec un percuteur ou un marteau provoque une déformation dans un sens et laisse des traces indiquant le même sens. C'est ce que nous avons inscrit sur la fiche sous la rubrique martelage. Le martelage peut aussi être décoratif s'il est employé d'une façon uniforme avec un percuteur laissant une forme décorative. Dans ce cas nous avons inscrit le type de décor et l'outil utilisé à la rubrique appropriée. Le martelage est beaucoup moins évident à déceler sur les objets en cuivre natif préhistorique à cause de la corrosion et des différents agents destructeurs. On peut toutefois déceler de légers affaissements de la matière en surface.

Le découpage : Le découpage consiste à séparer la matière à l'aide d'un couteau ou d'une cisaille. Ce procédé permet de découper des formes variées : pour des travaux de préparation, il sert à débiter les éléments nécessaires à la grandeur

voulue. Sur la matière, le découpage laisse des marques visibles sur les rebords des pièces sous la forme de stries ou de déchiquetages. Il est important de mentionner le sens des marques du découpage par rapport à l'artéfact étudié.

Le polissage : les procédés d'adoucissage, de polissage et d'avivage consistent à affiner la surface de la matière à l'aide de différents outils.

Par ces procédés, les pointes cristallines des métaux sont partiellement ou complètement éliminées et en partie écrasées. L'effet dépend de la consistance de l'auxiliaire utilisé. On peut adoucir ou aiguiser une surface à l'aide de sable, de pierre ponce, de charbon de bois, d'ardoise ou d'une pierre dure (groupe des quartz microcristallins). Toutes ces techniques laisseront des traces visibles, orientées et régulières sur certaines parties de la surface de la pièce. Un morceau de bois recouvert de cuir (cabron) peut aussi être utilisé avec ou sans sable pour affûter ou polir une surface ou un angle.

L'outillage : le perçage consiste à prélever de la matière à l'aide d'un instrument tranchant, le foret. On peut soit amorcer avec le foret le métal d'une manière cylindrique, soit transpercer la matière à l'aide d'un perceur. L'entaillage consiste à enlever de la matière en creusant des rainures à l'aide d'un burin, d'un ciseau ou d'un grattoir. Grâce à cette technique, on peut former des lignes au burin, délimiter des surfaces en creux ou en relief au ciseau ou attaquer une surface au grattoir. On peut utiliser le grattoir pour alléger le métal de la pièce à certains endroits afin de faciliter le pliage et effectuer des découpages dans la matière sans l'aide d'une cisaille. Cette méthode est probablement celle utilisée par les Inuits

et les Amérindiens préhistoriques pour découper les préformes dans les plaques de cuivre natif.

Le pliage : le pliage consiste à déformer une matière à l'aide de différents outils. Par le pliage, on impose une forme voulue à des fils ou à des bandes sans pour autant beaucoup modifier l'épaisseur du matériel. Le bordage à vive arête, le pliage de plaques à l'aide de gabarits ainsi que l'enroulement d'anneaux ou de plaques minces font partie de la technique du pliage et nécessitent différents outils auxiliaires.

Le repoussage : le repoussage consiste à façonner la matière à l'aide d'un marteau ou percuteur et d'un ciselet ou burin. Par extension, on donne à la plaque la forme désirée. Selon la nature des éléments à repousser, on prendra appui sur une masse de bois, de pierre ou de métal.

Tous ces procédés laissent des marques identifiables et des traces directionnelles sur la surface et les arêtes des objets. La matière peut présenter un stress de surface localisé non loin des marques laissées par l'utilisation d'un outil ou par un pliage manuel. Ces marques ont été répertoriées et définies sur la fiche d'analyse.

Le recuit

Sous l'effet du martelage ou de tout autre procédé permettant un changement de forme, le cuivre se durcit (écrouissage). Pour le rendre de nouveau ductile et malléable, on doit le recuire, en le chauffant au rouge sombre à environ 700°. On peut le plonger dans de l'eau froide ou le travailler à chaud. Cette transformation appelée « recuit » permet au métal de retrouver ses propriétés d'origine grâce au

ré-alignement des molécules déformées par de nouvelles sans contraintes. Le recuit se fait en trois étapes : la polygonisation, la recristallisation et la croissance des grains (remise à l'état premier de la structure métallurgique). Il est très difficile de déceler le recuit. On peut quelquefois l'identifier par un changement de l'orientation de la structure de la matière lors de recuits répétés. De telles traces sont rarement visibles à l'œil nu, mais on peut les observer à l'aide d'un microscope métallurgique (analyse destructive).

Les technologies employées

Pour fendre, marteler, tailler, polir ou diviser la matière et pour la recomposer ensuite, un seul moyen peut être envisagé par l'homme : la percussion. Il n'existe pratiquement aucun autre moyen pour supprimer ou sculpter la matière première. Le rôle de la percussion étant prioritaire dans la fabrication des outils, il est nécessaire de définir son action sur la matière. On peut définir la percussion par rapport au geste et à la force démontrée par l'action humaine (Leroi-Gourhan, 1971).

La percussion posée : l'outil, qu'il s'agisse d'un couteau, d'un burin, d'une lame, d'un grattoir est appliqué sur la matière en imprimant directement la force musculaire du bras d'une façon précise.

La percussion lancée : l'outil dans la main est lancé contre la matière dans une trajectoire plus ou moins longue selon les besoins. Le bras assure l'accélération de la partie percutante. La percussion lancée est plus ou moins précise, l'outil entre en contact avec la matière d'une façon plus ou moins juste sur le point visé.

La percussion posée avec outil : l'application d'un outil posé avec précision sur la matière, et l'autre main frappe avec un percuteur (marteau, hache) séparé. Le poids de frappe est ainsi accru par l'accélération de la percussion lancée.

La percussion peut aborder la matière perpendiculairement pour des travaux violents de débitage ou d'éclatement. Dans le cas du cuivre natif, elle aurait pu être employée pour débarrasser les nodules d'inclusions ou encore dans le cas de débitage de petits morceaux d'un affleurement. La percussion oblique est utilisée pour tous les façonnages précis; elle correspond au contrôle de l'outil sur la matière. Pour le cuivre, elle représente le martelage directionnel pour obtenir d'un morceau la pièce voulue.

La percussion circulaire : son but consiste à perforer à l'aide d'un outil pointu (perçoir) employé avec un mouvement de rotation ou d'appui, des trous ou des incisions circulaires.

Traces laissées n'entrant pas dans les catégories mentionnées : Plusieurs formes et traces peuvent être reconnues en surface: la déformation du cuivre, les bulles, les crépissages en surface souvent le long des arêtes qui peuvent être interprétées comme un mauvais recuit. En outre la pièce peut avoir été chauffée d'une façon

inégale et les arêtes ou une partie de la surface ont surchauffé. Ces traces sont quelques fois visibles dans le travail du cuivre natif et sur les morceaux de plaque résultant de la transformation des chaudrons de cuivre européen.

On peut aussi inclure dans cette catégorie toute traces que l'on ne peut définir mais qui représente une certaine importance lors de la fabrication.

Les traces de décorations

On peut inscrire sous cette rubrique toutes les traces de transformation de la matière qui ne font pas partie de la catégorie de fabrication d'un objet. Les éléments décoratifs sont généralement appliqués comme un ensemble pour produire un effet esthétique. Les éléments décoratifs peuvent contribuer à définir des ensembles culturels.

Dans le cadre de notre fiche d'analyse, les éléments répétitifs appliqués à l'aide d'un outil seront répertoriés, de même que les éléments réalisés à l'aide d'un outil utilisé avec une percussion posée ou lancée. Il faut aussi interpréter le sens des éléments, l'aspect morphologique et morphométrique ainsi que la position des éléments décoratifs sur l'objet étudié.

La deuxième étape consiste à définir par une analyse microscopique l'ensemble de couleurs que provoquent les éléments oxydants de la corrosion sur les artefacts métalliques. Cette analyse nous permet de procéder facilement à une identification non destructive et avec une exactitude raisonnable des métaux utilisés dans la production des objets provenant des différents sites étudiés. Nous pouvons donc, au moyen de cette observation microscopique, distinguer les cuivres natifs des alliages de cuivre européen. Ces méthodes d'observation

technique sont appliquées en orfèvrerie pour permettre une restauration adéquate d'un objet. Les données recueillies sont ensuite comparées et la distinction est faite par consultation de la charte des couleurs relative aux agents d'oxydations et de corrosion. Les résultats sont incorporés à la base de données.

En troisième lieu, 46 artefacts ont été choisis pour une expertise radiographique.

Les artefacts sont regroupés selon 7 catégories soit :

- 1- les pointes de flèche, de lance ou de harpon
- 2- les poinçons et burins
- 3- les bracelets
- 4- les ulus
- 5- les hameçons
- 6- les résidus de taille et nodules
- 7- couteaux

Nous avons choisi de les mettre en catégories pour nous assurer que toutes les technologies appliquées aux différents outils soient radiographiées. Les artefacts doivent être photographiés de face, profil et en coupe. Cette analyse nous permet de mieux comprendre les principes de formation utilisés lors de la fabrication des objets et vont appuyer certaines données métallographiques. Une analyse complète de chaque radiographie est faite et les résultats sont inscrits sur une fiche spécialement adaptée à ce genre d'étude (annexe 3, 1.3)

La quatrième étape nous permet de meilleures interprétations de la technologie employée dans la fabrication des objets de cuivre. Nous pouvons recréer la chaîne opératoire utilisée lors de cette production. Nous utilisons les échantillons

présentant les marques de différentes actions portées sur le métal et tenterons de refaire les procédés métallurgiques utilisés. Après chaque modification de la matière le cuivre est recuit d'une façon plus ou moins uniforme avec un chalumeau à la température de 700°C.

Les échantillons de cuivre natif ont été fabriqués à partir d'un nodule provenant de White Pine Mine au Michigan et les autres proviennent de différents alliages binaires et tertiaires (annexe : 2). Cette étude pratique nous aide à mieux caractériser la production des différents objets.

Le dernier volet consiste à l'application de calculs utilisés en mécanique métallurgique. Les données recueillies lors des précédentes étapes sont intégrées à l'intérieur de formules mathématiques, nous permettant dans un premier temps d'établir un indice spécifique de surface d'utilisation de la matière et un indice énergétique pour la production de chaque objets. Pour nous permettre de bien visualiser cette dernière étape, les résultats sont présentés à l'aide de graphiques.

CHAPITRE 2

LES ANALYSES MÉTALLURGIQUES

2.1 Le corpus à l'étude

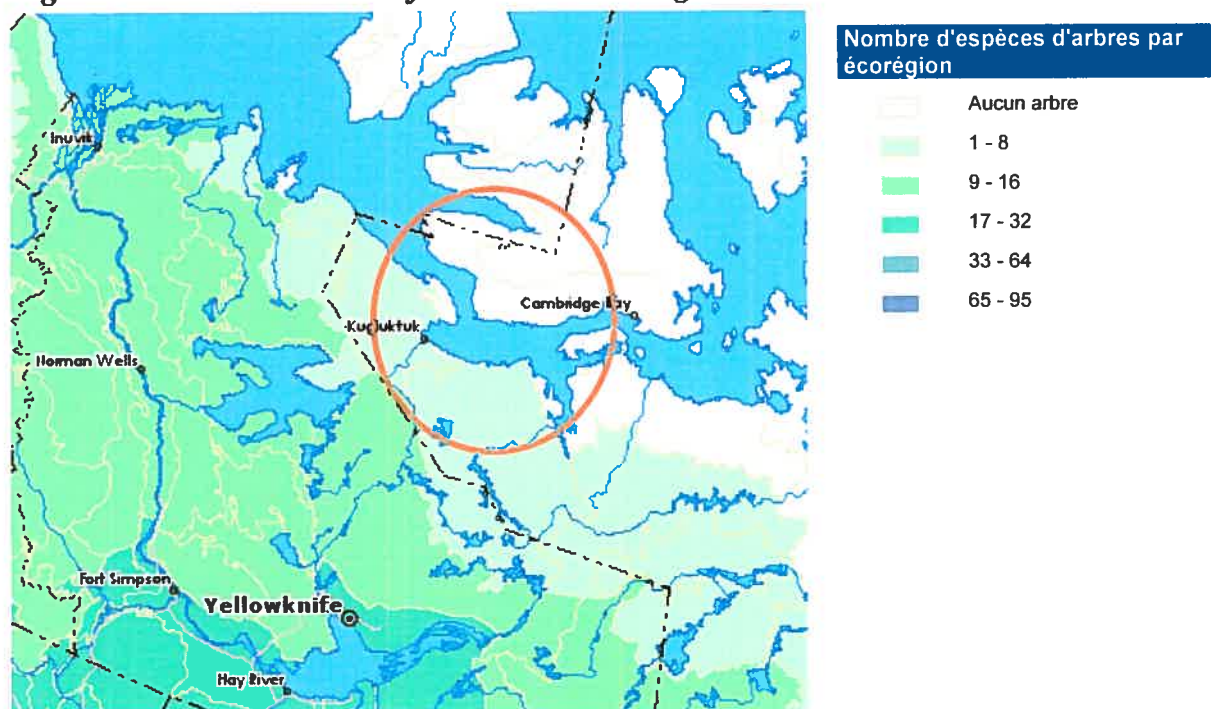
Pour constituer un corpus d'objets en cuivre ou alliage propre à servir de base de données pour notre étude, nous avons procédé à une sélection basée sur l'état physique des objets. Comme plusieurs d'entre eux ont subi un traitement de conservation, il était important de s'assurer que les surfaces étaient exemptes de tout produit pouvant nuire à une analyse métallurgique. Certains artefacts ont pu être nettoyés de leur laque afin de se conformer aux exigences des analyses. Des 207 artefacts prévus pour ce projet de recherche, 147 ont pu être retenus pour le corpus et 18 d'entre eux sont des outils de pierre, d'os ou de bois conservés dans le corpus à fin de vérifier si les processus technologiques utilisés sur les objets métalliques sont différents de ceux appliqués sur d'autres matières premières. Tout au long de l'étude, sauf pour la partie radiographique, le corpus est traité et analysé dans son ensemble technologique et non par catégories ou d'objets. À titre indicatif, une analyse brève des outils emmanchés a été réalisée par Claire St-Germain de l'Ostéothèque de l'Université de Montréal. L'emmanchement des outils a été fabriqué à partir d'os de caribou (95%), d'ivoire (2%) ou d'os de mammifères marins (3%). Cette analyse nous a permis de comprendre quelles technologies ont été appliquées aux outils de cuivre emmanchés.

2.2 Description et provenance du corpus à l'étude

Les objets composant ce corpus proviennent de sites dispersés à l'intérieur d'une immense aire d'étude, l'Arctique central, et plus précisément le golf du Couronnement (Coronation Gulf). Le sud de cette région est délimité par la limite

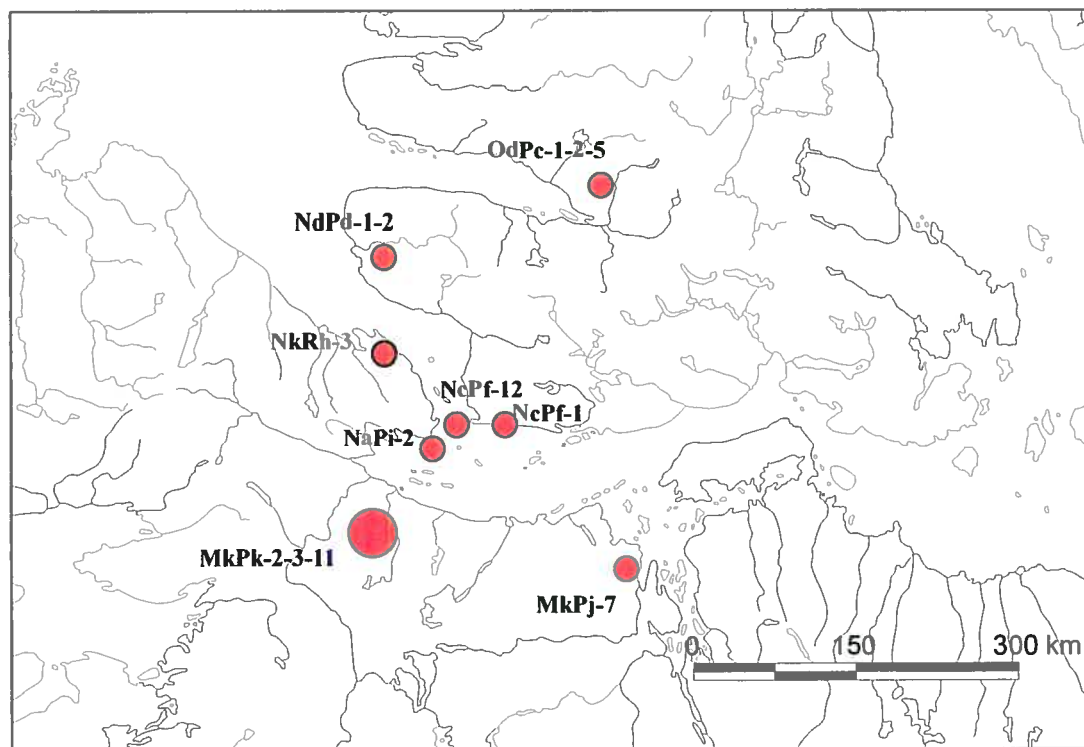
maximale nord des arbres et au nord par l'île Victoria. Si certains sites sont sur les côtes du continent ou des îles situées dans l'Arctique centrale, trois d'entre eux sont situés à l'intérieur des terres. La région de la rivière Coppermine est généralement bien drainée et on y trouve non seulement des conifères mais aussi une importante végétation de saule (*salix*) et des plantes représentatives de la toundra (Porsild, 1957). Le recouvrement végétal est presque complet pour les régions du golf du Couronnement, à l'exception des aires où la roche mère est exposée et des plages qui sont composées de gravier.

Figure 2 : Carte des limites forestières de la région des Inuits du Cuivre



Canada. Ressources naturelles du Canada, L'état des forêts au Canada. Ottawa. Hebert, P.D.N. 2000.
Canada's Aquatic Environments. Habitats - Wetlands. Guelph, Ontario: University of Guelph.

Figure 3 : Carte des sites archéologiques



MkPk-2-3-11 : Les sites sont situés à un peu plus de 15 kilomètres à l'intérieur des terres sur la rive ouest de la rivière Coppermine, juste à côté des chutes nommées « Bloody Falls ». Ils sont à une distance d'environ 200 mètres à 500 mètres les uns des autres. Bloody Falls étant le premier rapide majeur de la Coppermine, c'est un excellent site pour la pêche et spécialement en automne pendant la montée migratoire de l'omble de l'Arctique. Jadis, il y aurait eu pendant la même période une forte présence de caribous, de bœufs musqués, d'ours noirs et de grizzlys et occasionnellement, d'originaux. Tout autour des sites on trouve des affleurements de roche basaltique d'où proviennent de nombreux résidus de cuivre natif. On trouve aussi des dépôts de ce métal dans les montagnes à environ 45 kilomètres au sud-ouest du site. Le minerai a pu être trouvé sous forme de nodule dans les éboulis et dans le lit des ruisseaux ou des

rivières. Il a pu aussi être prélevé directement par abattage au marteau de pierre à même les filons présent dans la roche. La culture matérielle datée du site MkPk-3 représente à peu près 3000 ans d'occupation soit de la période « Arctic small tool tradition » à la période « Thule » (McGhee, 1972). Les datations au radiocarbone ont été réalisées sur des échantillons de charbon de bois. Elles ont révélé des dates étalonnées allant de 840 à 3330 ans avant aujourd'hui (Labo-5462). Pour cette étude deux artefacts proviennent de MkPk-2, 64 de MkPk-3, et un artefact de MkPk-11, pour un total de 67 artefacts.

MkPj-7 : Un objet provient de ce site mais nous n'avons aucune donnée pour ce site. Géographiquement, il serait situé à l'est des sites MkPk-2-3-11 et probablement à l'intérieur du territoire actuel des Inuits du Caribou. L'objet est probablement une découverte fortuite trouvée en surface.

NaPi-2 : Ce site nommé Clachan est composé de structures d'habitation thuléennes (Morrison, 1983). Il est situé à l'intérieur d'une petite baie au sud du Cap Earne sur la côte ouest du golf du Couronnement. Pour ce site, un total de 27 objets a pu être retenu. Le site compte une occupation en dates normalisées de 820 à 1280 ans avant aujourd'hui. Les datations au radiocarbone ont été réalisées sur des échantillons de bois de saule et d'épinette (S-2020 à S-2027)

NdPd-1-2 : Les sites sont situés sur la côte nord de la baie d'Austin, plus précisément au bord de la péninsule Wollaston dans l'île de Victoria. Ils ont été fouillés par Dyke et Savelle en 2002. À notre connaissance, aucune date au radiocarbone n'a été effectuée pour ces deux sites. Nous avons retenu 13 artefacts de ces sites.

NcPf-1: Le site Nuvuk est situé à l'entrée de la péninsule du cap Krusenstern, à environ 800 mètres à l'intérieur des terres. Le site semble avoir été utilisé dans le but d'en exploiter les ressources disponibles comme le caribou, les oiseaux migrateurs et le phoque. Le village thuléen le plus près du site est situé à environ 5 kilomètres. On explique difficilement l'emplacement du site à l'intérieur du continent, mais il semble avoir été utilisé depuis la fin de la période Dorset jusqu'à la période moderne (Morrison, 1983). Un artefact provient de ce site.

NcPf-12 : Le site Beulah est situé au nord du cap Krusenstern, plus précisément sur la côte ouest de la péninsule est à 300 mètres à l'intérieur des terres. Il est probablement un des plus grands sites thuléens connus. Il a été fouillé par Morrison en 1982. Une date au radiocarbone obtenu d'un échantillon de collagène osseux de caribou a donné un résultat de 850 ans avant aujourd'hui. Nous avons retenu deux artefacts pour l'analyse métallurgique.

NkRh-3 : Le site Pearce Point est situé sur la côte sud du golfe d'Amundsen, à un peu moins de 800 mètres au nord-est de Pearce Point Harbour. Le site a été fouillé par Morrison et une datation au radiocarbone a été réalisée à partir de collagène osseux de caribou. La date en âge étalonnée est de 510 ans avant aujourd'hui (beta-126880). Cinq objets provenant de ce site font partie de ce projet de mémoire.

OdPc-1 : le site Kunana est situé sur l'île Victoria, localisé sur un ensemble de petites terrasses surplombant la côte ouest de la rivière Kuuk à 170 mètres de son embouchure. Le site aurait été utilisé à l'automne par de petits groupes de la période historique dans le but de préparer la nourriture et les équipements pour

l'hiver (McGhee, 1972). Nous avons gardé six artefacts provenant de ce site. À notre connaissance aucune datation pour ce site n'a été réalisée.

OdPc-2 : Nous avons peu de renseignements sur ce site. Il porte le nom de Joss et McGhee lui confère une occupation Dorset. Le site est aussi situé sur l'île Victoria, à l'embouchure ouest de la rivière Kuuk. Une datation au radiocarbone de 1860 ans avant aujourd'hui a été donnée pour un échantillon de charbon de bois (GAK1257). Les artefacts choisis pour ce site sont au nombre de cinq.

OdPc-5 : Il n'y a pas de renseignements sur ce site et nous savons seulement qu'il est situé près de Kunana, et qu'il a été fouillé par McGhee. Nous avons deux artefacts provenant de ce site.

2.2 Étude métallurgique du corpus

La phase initiale consiste à collecter des données relevant d'abord de la morphologie des 129 artefacts métalliques composant le corpus, puis à faire l'analyse visuelle des marques laissées par la mise en forme de chaque objet. Une fois les fiches d'analyse (annexe 3, 1.3) remplies nous les avons compilées dans un fichier Excel (annexe). La base de données a été ensuite analysée avec le logiciel d'analyse statistique SPSS; celui-ci a permis de compiler tous les résultats et de les ordonner sous forme de tableaux.

Le martelage: Nous retrouvons dans les assemblages deux formes de martelage. Le martelage diffus, consiste à un martelage de l'objet sur son ensemble dans le but d'obtenir un amincissement ou un durcissement de la matière, parfois les deux. Pour l'ensemble des artefacts étudiés nous remarquons que 76% des objets ont reçu un martelage diffus sur les deux faces, 14,7% des objets ne présentent pas de trace de martelage diffus et sur 9,3% les traces ne sont pas visible dû à la corrosion. Cette forme de martelage est aussi employée pour augmenter la cohésion des morceaux de métal entre eux lors de la formation d'un amalgame. Les amalgames sont souvent utilisés en remplacement de gros nodules de matière première. Le martelage diffus peut donc être appliqué sur les nodules ou sur un amalgame.

Tableau I : Martelage diffus

Martelage diffus des artéfacts

Martelage diffus	Nombre d'artéfacts	%des artéfacts
Non visible	12	9,3
Présence de martelage diffus	98	76,0
Absence de martelage diffus	19	14,7
Total	129	100,0

Le martelage directionnel suit un modèle pré-établi de mise en forme, c'est-à-dire qu'il découle d'un savoir faire métallurgique, et s'utilise par séquence jusqu'à l'obtention de la forme voulue. L'étude démontre que 76,7% des artéfacts ont subi un martelage directionnel, 14 % n'ont aucun martelage directionnel et 9,3 % n'ont pu être analysé pour cause de corrosion. Le martelage directionnel peut prendre différentes directions sur un même objet, il peut être appliquée dans le but d'un amincissement progressif en largeur puis prendre une direction longitudinale pour allongée la même pièce. Cependant, les deux techniques, martelage diffus et directionnel, ont pu être utilisées de façon alternative, entre les recuits pour maximiser les propriétés expansives du métal.

Tableau II : Martelage directionnel

Martelage directionnel des artéfacts

Martelage directionnel	Nombre d'artéfacts	% des artéfacts
Non visible	12	9,3
Présence de martelage directionnel	99	76,7
Absence de martelage directionnel	18	14,0
Total	129	100,0

Le découpage : Il est généralement utilisé pour obtenir une forme dans une plaque. Pour cette étude, nous prenons en considération l'absence de découpage et la présence de découpage sur un ou deux côtés de l'artéfact. Sur 129 objets étudiés, seuls 26 portent des traces de découpage et 93 ont une absence totale de découpage. Les dix objets restant sont corrodés et leur état ne permettait pas une analyse objective.

Tableau III : Découpage

Découpage des artéfacts

Découpage	Fréquence	% des artéfacts
Absence de découpage	93	72,1
Présence de 1	22	17,1
Présence de 2	4	3,1
Total	119	92,2
Artéfact non observable pour l'étude	10	7,8
Total	129	100,0

Le polissage : Le polissage occupe la phase finale de la chaîne opératoire. Seulement 115 artéfacts sur les 129 prévus pour l'étude ont pu être retenus pour cette analyse. Le polissage du métal laisse des traces extrêmement fines et difficiles à observer. Des traces de polissage apparaissent sur 96 objets alors que 19 d'entre eux en sont totalement dépourvus.

Tableau IV : Polissage

Polissage des artéfacts

Polissage	Nombre d'artéfacts	% des artéfacts
Absence de polissage	19	14,7
Présence de polissage	96	74,4
Total	115	89,1
Artéfact non valide pour l'étude	14	10,9
Total	129	100,0

L'affûtage : Ce procédé est utilisé pour accentuer le tranchant d'un outil. Il est généralement appliqué sur la partie de l'objet servant à couper, à percer ou à racler. Sur quelque 118 objets qui ont été retenus pour l'analyse, 61 sont affûtés sur deux tranchants, 9 sur un seul tranchant et 48 montrent une absence totale du procédé. Onze artéfacts n'ont pu être étudiés du à leur état avancé de corrosion.

Lors de l'analyse des traces de polissage et d'affûtage nous avons pu déterminer que celles-ci ont été effectuées avec des outils différents, les traces laissées ne présentaient pas les mêmes espaces et les mêmes grains entre elles.

Tableau V : Affûtage

Affûtage des artéfacts

Affûtage	Nombre d'artéfacts	% des artéfacts
Absence d'affûtage	48	37,2
Présence de 1 affûtage	9	7,0
Présence de 2 affûtages	61	47,3
Total	118	91,5
Artéfact non observable pour l'étude	11	8,5
Total	129	100,0

Le recuit : Les marques laissées par le recuit sont difficilement identifiables par analyse visuelle. Toutefois, on peut dans certains cas déceler des zones de décrépitude. Ce phénomène survient lors d'un recuit inégal et plus précisément lorsque l'objet est laissé trop longtemps à haute température sur une même zone. Sur les 129 objets étudiés, 120 ont une absence de traces de recuit, 4 présentent des traces de crépissage. Cette analyse démontre la difficulté d'observation optique que représente le recuit. Il est certain que dans ce cas l'analyse métallographique reste le meilleur outil à utiliser pour comprendre les processus de recuit. Mais, il faut aussi prendre en considération qu'en métallurgie l'absence de traces de recuit sur un objet représente le succès du processus de forgeage.

Tableau VI : Recuit

Recuit de l'artéfact

Recuit	Nombre des artéfacts	% des artéfacts
Absence de traces de recuit	120	93,0
Présence de traces de recuit	4	3,1
Total	124	96,1
Artéfact non observable pour l'étude	5	3,9
Total	129	100,0

Les percussions: Les percussions obliques sont utilisées lors du martelage directionnel et des procédés de biseautage, de polissage et d'affûtage. On remarque ici que 88,4 % des artéfacts ont été forgés, polis ou affûtés par percussion oblique. Les percussions perpendiculaires sont présentes lors de martelage diffus, de découpage, de rivetage et de perçage. Pour cette étude 93% des 129 objets analysés ont été travaillés par percussion perpendiculaire. Cependant, les deux actions font partie de l'ensemble des procédés technologiques appliqués lors des mises en forme des objets. Le découpage et la mise en forme par emboutissage sont les seuls procédés métallurgiques qui utilisent seulement la percussion perpendiculaire. Notre corpus d'étude ne contient aucun artéfact ayant été formé par ce procédé.

Tableau VII : Les percussions**Percussion oblique**

Percussion oblique	Nombre d'artéfacts	% des artéfacts
Absence de percussion	9	7,0
Présence de percussion	114	88,4
Total	123	95,3
Artéfact non observable pour l'étude	6	4,7
Total	129	100,0

Percussion perpendiculaire

Percussion perpendiculaire	Nombre d'artéfacts	% des artéfacts
Absence de percussion	1	,8
Présence de percussion	120	93,0
Total	121	93,8
Artéfact non observable pour l'étude	8	6,2
Total	129	100,0

Les biseaux : Les biseaux sont des bords formés obliquement, d'ampleur généralement égal et d'une surface franche. Leurs extrémités sont généralement complétées par un affûtage. Cette analyse démontre que sur les 129 artéfacts, 76 n'ont aucun biseau, 10 en ont un seul et 35 en possèdent deux.

Tableau VIII : Les biseaux**Biseaux des artéfacts**

Biseaux	Nombre des artéfacts	% des artéfacts
Absence de biseau	76	58,9
Présence de 1 biseau	10	7,8
Présence de 2 biseaux	35	27,1
Total	121	93,8
Artéfact non observable pour l'étude	8	6,2
Total	129	100,0

État métallurgique du corpus d'étude : Cette étude nous donne des informations sur la qualité du travail métallurgique. Les critères de la première section de cette étude sont basés sur la qualité du métal, l'absence ou la présence de corps étrangers dans la matrice et la cohésion de la matière. Ces facteurs sont directement reliés au choix de la matière première.

État faible : manque de cohésion du métal, impuretés et fissures importantes

État moyen : cohésion du métal moyen, moins de 3 fissures par cm²

État excellent : bonne cohésion du métal, aucune fissure visible au microscope 25x.

Tableau IX : L'état métallurgique du corpus métallique

État métallurgique

État métallurgique	Nombre d'artéfacts	% des artéfacts
Faible	36	27,9
Moyen	47	36,4
Excellent	46	35,7
Total	129	100,0

Les stress de formation et les traces d'usure

Les stress de formation représentent le travail de cohésion de la matière exercé par l'artisan. Le travail de cohésion dépend de la chaleur du recuit, de l'outillage et de la dextérité de l'artisan à manipuler celui-ci. Dans cette étude la présence d'un ou de deux stress représente le nombre de stress visibles apparus lors des séquences de mise en forme.

Tableau X : Les stress de formation**Stress de formation**

Stress de formation	Nombre d'artéfacts	% des artéfacts
Absence de stress	12	9,3
Présence de stress	113	87,6
Total	125	96,9
Artéfact non valide pour l'étude	4	3,1
Total	129	100,0

Les traces d'usure laissées sur les artéfacts documentent la façon dont le métal réagit à l'impact fait sur la pièce ou à l'utilisation de celle-ci pour différentes tâches. Ces traces sont représentatives de la cohésion du métal lors des procédés de mise en forme exercés par le travail de l'artisan. L'analyse démontre que 50 artéfacts n'ont aucune trace d'usure, on peut donc penser que ceux-ci n'ont jamais été utilisés. Il peut aussi s'agir d'objets comme, certaines pointes ou couteaux qui ont pu être réaffûtés ou repolis.

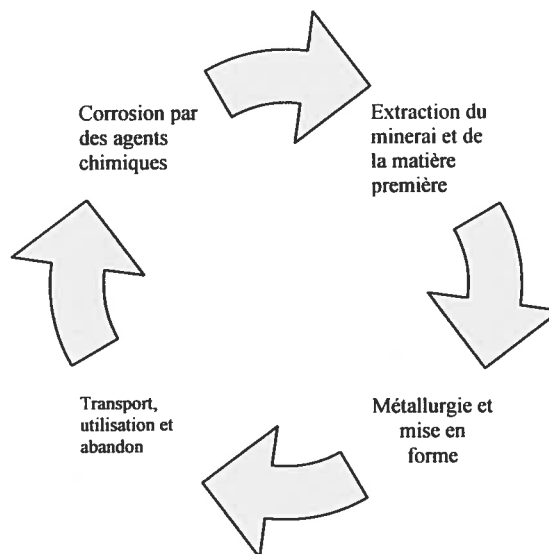
Tableau XI : L'usure des artéfacts**L'usure des artéfacts**

Usure des artéfacts	Nombre d'artéfacts	% des artéfacts
Absence d'usure	50	38,8
Présence d'usure sur une face	29	22,5
Présence d'usure sur plusieurs faces de l'objet	46	35,7
Total	125	96,9
Artéfact non observable pour l'étude	4	3,1
Total	129	100,0

2.3 Étude de la corrosion

On peut qualifier la corrosion de processus de destruction progressive qui se manifeste par une lente désagrégation ou encore l'effritement d'une surface par effet chimique. Tous les métaux à l'exception de l'or et du platine, sont vulnérables à la corrosion, processus par lequel le matériau perd ses propriétés physiques et chimiques, ce qui entraîne son changement d'aspect. Les métaux, tels qu'ils nous apparaissent, sont le plus souvent le résultat d'un travail humain qui transforme grâce à l'énergie et à des ajouts de substance le métal natif ou le minerai. En fait la corrosion rétablit les processus naturels sur la matière, retransformant le métal en élément naturel (figure 5). Cette transformation est plus ou moins importante en fonction du métal et de sa qualité. De plus, les conditions climatiques, la composition des sols et la durée d'enfouissement des objets métallurgiques dans le sol déterminent le degré de transformation.

Figure 4 : Processus de corrosion



En général, le cuivre et ses alliages résistent à la corrosion et les objets fabriqués dans ces métaux supportent l'enfouissement mieux que le fer et ses dérivés. Au moment de sa découverte l'objet de cuivre portera une corrosion de couleur verte, souvent appelée vert-de-gris, ce qui constitue l'indice le plus tangible de la présence de ce métal (Selwyn, 2004).

La couleur du produit de corrosion dépend, d'abord de la composition du métal et de l'état d'oxydation de celui-ci. Le degré de corrosion des métaux s'exprime en phases numérotées, de I à XX, I étant une corrosion considérée comme mineure. Chaque chiffre représente un ensemble d'éléments chimiques. Il faut aussi souligner que la couleur des produits de corrosion peut varier s'ils ont été en contact avec d'autres produits chimiques (Mattsson, 1982). La base de données minéralogique (www.webmineral.com) contient des précisions sur les minéraux ainsi qu'une mise à jour régulière sur les produits de corrosion. Les composés de corrosion du cuivre natif ainsi que bon nombre d'alliages du cuivre sont pratiquement incolores au niveau I d'oxydation, sauf à deux exceptions près : la cuprite (rouge) et la chalcocite (noire). À la phase II de corrosion, les composés sont de diverses teintes allant du vert au bleu (Macleod, 1991).

Dans le sol, la surface des objets de cuivre natif ou d'alliages peut devenir irrégulière et se couvrir d'un manteau d'éléments de corrosion d'une épaisseur pouvant atteindre jusqu'à 3mm d'éléments de corrosion. Ce derme comporte une première couche interne, voisine de la surface de l'artéfact et composée des éléments de la phase I, cuprite et chalcocite.

Les composés de cuivre de la phase I sont ensuite recouverts d'une couche externe d'éléments de la phase II, qui contiennent des sels de cuivre. La couleur et l'apparence des produits de corrosion qui se sont formés sur les 129 objets en métal du corpus d'étude ont fait l'objet d'une analyse par microscope à une force de 10x à 25x, dont les résultats ont ensuite été comparés à ceux du tableau des « Minéraux de cuivre et produits de corrosion » (Richardson, 1993). Cette comparaison nous a permis de séparer les artefacts composés d'alliages de cuivre de ceux en cuivre natif. Dans le cadre du présent mémoire, nous n'avons pas déterminé le pourcentage des éléments chimiques des différentes composantes des alliages. Par contre, nous savons que certaines actions posées sur le cuivre natif, comme par exemple l'affûtage ou encore le découpage, peuvent varier de celles posées sur les alliages. Les alliages étant d'une dureté supérieure à celle du cuivre natif, les technologies appliquées à la mise en forme et/ou les matériaux d'appoint entrant dans les alliages peuvent être différents de ceux utilisés pour le cuivre natif.

Les analyses ont permis de déterminer que 65,1 % des artefacts du corpus d'étude ont été produits avec un minimum de 99,3% de cuivre natif. Le 34,9 % des objets restants ont été fabriqués à partir de différents alliages ou de fer. Nous avons pris en considération des objets du corpus qui sont fabriqués à partir de fer météorique ou encore européen mais traités avec les mêmes technologies que ceux en cuivre ou en alliage.

Tableau XII : Composition métallurgique du corpus métallique**Composition métallurgique**

Composition métallurgique	Nombre d'artéfacts	% d'artéfacts
Fer ou alliage	45	34,9
Cuivre natif	84	65,1
Total	129	100,0

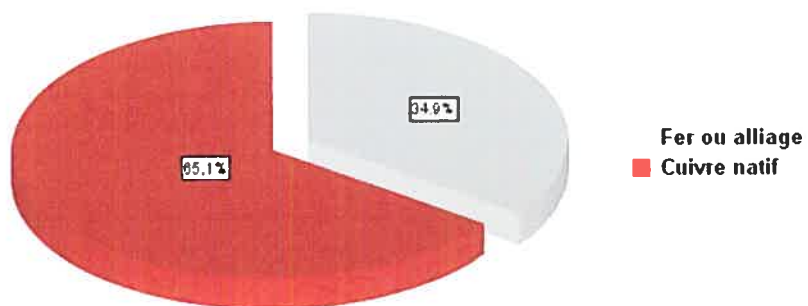





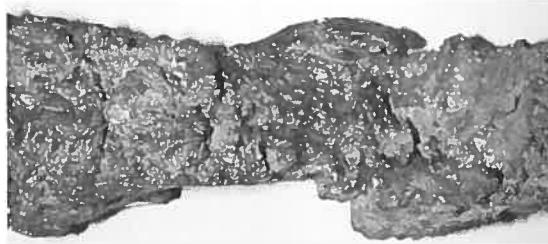
Figure 6 : Composition métallurgique

Figure 7 : Étude des éléments de corrosion

Tableau d'identification des produits de corrosion			
Nom chimique	Nom minéral	Formule	Couleur
Oxyde de cuivre	cuprite	Cu ₂ O	rouge 
Oxyde de cuivre	ténorite	CuO	noir 
Acétate et carbonate de cuivre et de sodium	_____	CuNa(CH ₃ CO ₂)(CO ₃)	Bleu pâle 
Acétate de cuivre (II) monohydraté	_____	Cu(CH ₃ CO ₂) ₂ .H ₂ O	Vert (vert de gris neutre) 
Acétate et hydroxyde de cuivre (II) pentahydraté	_____	Cu ₃ (CH ₃ CO ₂) ₄ (OH) ₂ .5H ₂ O	Bleu (vert de gris basique) 

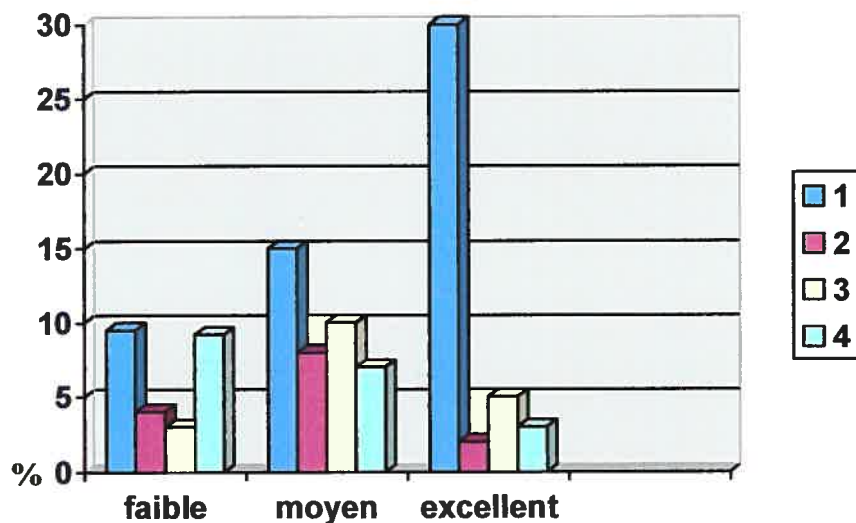


Le tableau initial comporte 35 éléments identifiables.
Jambor et al.(1996); Massey(1973); Richardson (1993);
Scott(2000 et 2002)

Nodule de cuivre natif

Avec l'aide du logiciel de statistique SPSS, nous avons composé un tableau mettant en relation les données de l'état métallurgique du corpus métallique avec celles de la composition métallurgiques des artefacts et la forme de métal utilisée lors de la fabrication de l'objet. Ce qui nous a permis de démontrer que le cuivre natif sous la forme de matrice était un choix excellent pour fabriquer et obtenir un objet performant à la traction et aux impacts. Nous avons nommé « matrice » un morceau de cuivre avec lequel on peut fabriquer un outil sans apport supplémentaire de matière en opposition au petit nodule ou rebus employé pour de petits objets ou encore à la fabrication d'amalgame.

Figure 8 : Composition métallurgique versus amalgame ou matrice



- 1 = artéfacts de cuivre natif formés à partir d'une matrice
- 2 = artéfacts de cuivre natif formés à partir d'un amalgame
- 3 = artéfacts de fer/alliage formés à partir d'une matrice
- 4 = artéfacts de fer/alliage formés à partir d'un amalgame

Faible : Pour les 27,9 % du corpus métallique composant ce groupe, il y a une part égale d'objets composés de matrice et d'amalgame. Par contre les artéfacts de cuivre natif faits à partir de matrice compose un peu moins de 10% de ce groupe. Les objets composés de fer ou alliage fabriqués à partir d'un amalgame représentent aussi un peu moins de 10% de ce groupe.

Moyen : Pour les 36,4 % du corpus métallique composant ce groupe, 24% des artéfacts sont fabriqués à partir de matrice. Les objets fabriqués à partir d'amalgame de cuivre natif et de fer ou alliage représentent 12,4% de ce groupe.

Excellent : Pour les 35,7 % du corpus métallique composant ce groupe, 30% des 35,7 % sont représenté par des artéfacts de cuivre natif fabriqués à partir de matrice.

2.4 Étude radiographique

Dans le cas d'application aux objets archéologiques, la radiographie est une technique non destructive qui permet d'affiner l'identification et le diagnostic de l'état métallurgique des objets. Elle donne un accès aussi aux processus de fabrication qui révèlent par exemple, les techniques de mise en forme, les décors, les dispositifs de fixation et les défauts internes comme, des soufflures, des porosités, des retassures, des crépissages ou des fissures de la pièce. Les rayons X, créés par la collision d'électrons sur des atomes de matière, sont des ondes électromagnétiques, de même nature que la lumière visible ou les ondes radiophoniques, mais de longueur d'onde très courte, comprise entre 10^{-7} et 10^{-11} mètres, et dotées d'une grande énergie. Ces longueurs d'onde de l'ordre de l'Angström (10^{-10} m) sont proches des distances interatomiques, ce qui permet le passage du rayonnement à travers la matière, alors qu'un rayonnement de plus grande longueur d'onde se trouve réfléchi par la surface du matériau étudié.

L'étude radiographique des 28 artefacts (annexe3) a permis de mettre en évidence et de confirmer les données de l'analyse métallurgique sur les techniques de mise en forme utilisées dans la production des objets. Nous présenterons ici une radiographie par groupe d'artefacts démontrant le plus clairement les observations. Ainsi, la mise en forme des burins et des pointeaux ou perçoirs est au départ identique. Le martelage est effectué sur les trois côtés pour les trois catégories d'objet afin d'augmenter la densité et la cohésion du métal. Puis la forme finale est appliquée sur les objets par prélèvement de matériel, recourbement et polissage ou affûtage.

Deux procédés différents peuvent être distingués dans la chaîne opératoire des pointes. Sur la radiographie de l'artéfact NaPi-2-8-11, nous observons d'une façon très claire la mise en forme par ligne médiane, les traces de martelage directionnel et le respect du patron de mise en forme sont très bien visibles. La densité du métal est régulière d'une part et d'autre de la ligne médiane. La radiographie de l'artéfact MkPk-3-86 rend visible le martelage directionnel et expansif de la tige vers la pointe. Sur les deux radiographies, NaPi-2-8-11 et MkPk-3-86, nous observons le martelage effectué sur les tiges des pointes dans le but d'augmenter leur dureté et leur résistance aux chocs.

Les lames de harpons ont une mise en forme qui leur est propre, mais qui se rapproche de celle utilisée dans la confection d'ulus. C'est-à-dire un martelage expansif dans plusieurs sens. Ces traces sont visibles en outre sur les radiographies des artéfacts NaPi-2-55-2 et MkPk-2-1. Nous distinguons sur les films radiographiques de ces gammes d'objets, plusieurs fissures et décollement de la matière métallique, ce qui démontre une mise en forme des outils à partir d'amalgame de métal. Pour ce qui est des rivets, ils semblent être fabriqués par un même procédé, mais le rivetage final varie selon les différents objets. Deux artéfacts, soit MkPk-11-1 et MkPj-7-1 présentent des traces de surchauffage (figure 18 et annexe 3). Les traces de surchauffage sont difficilement visibles au microscope. Elles sont visibles sous formes de boursoufflure qui selon leur forme peuvent être identifiées comme une forme de corrosion. L'analyse radiographique a confirmé, dans le cas des artéfacts MkPk-11-1 et MkPj-7-1, des zones de surchauffage.

Étude radiographique**Site : MkPk-3****Numéro d'artéfact : MkPk-3-386**

Technologie visible : Couteau. Martelage uniforme sur la lame du couteau. Affaiblissement au niveau de l'emmanchement. Inclusions généralisées. Martelage vers l'emmanchement. Fissure sur la lame.

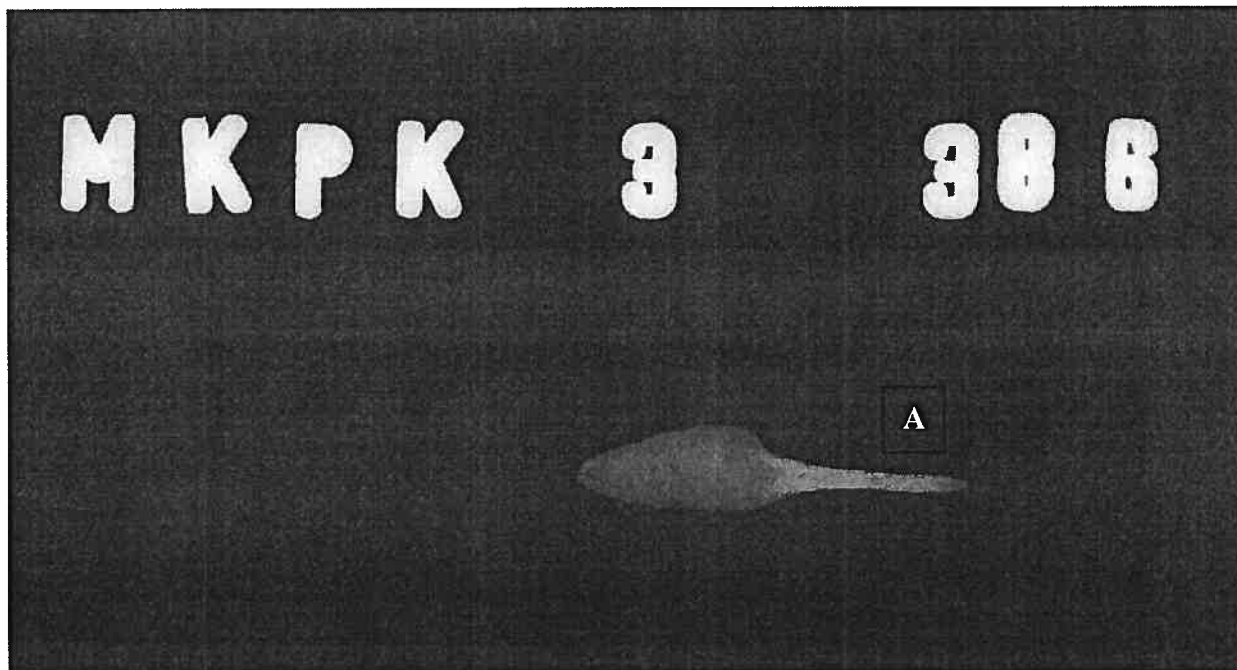
Mise en forme : Martelage général de la plaque. Martelage plus intensif au niveau du tranchant. Le manche est martelé et aminci.

Outillage utilisé : perceur, enclume

Rivets : non

Autres marques visibles : fissure sur la lame, inclusions

Emmanchement : non

Radiographie, face A

Site : OdPc-2**Numéro d'artéfact : OdPc-2-59**

Technologies visibles : Burin. Morceau de métal ? visible à l'intérieur d'une cavité (profil A).

La pièce de métal visible (profil B) présente des stries longitudinales dans sa section rectangulaire sur une longueur de 22 mm et un élargissement sur 24 mm de long et 12 mm de large. Amincissement visible de l'épaisseur, 4 mm à 2mm.

Traces de martelage visibles sur toute la pièce.

Mise en forme : La matrice est une plaque d'environ 10 mm x 2 mm x 45 mm.

La partie emmanchée a été forgée en barre de 5 mm x 3 mm x 45 mm et l'extrémité a été martelée pour obtenir un amincissement afin de faciliter la phase d'emmanchement.

La partie externe et utilisable de l'outil a été martelée dans un seul sens pour obtenir un écrasement de la matière. Un bourrelet a été conservé dans le but de renforcer l'outil.

Le morceau de métal ? (profil A) ne présente aucune trace de stress visible.

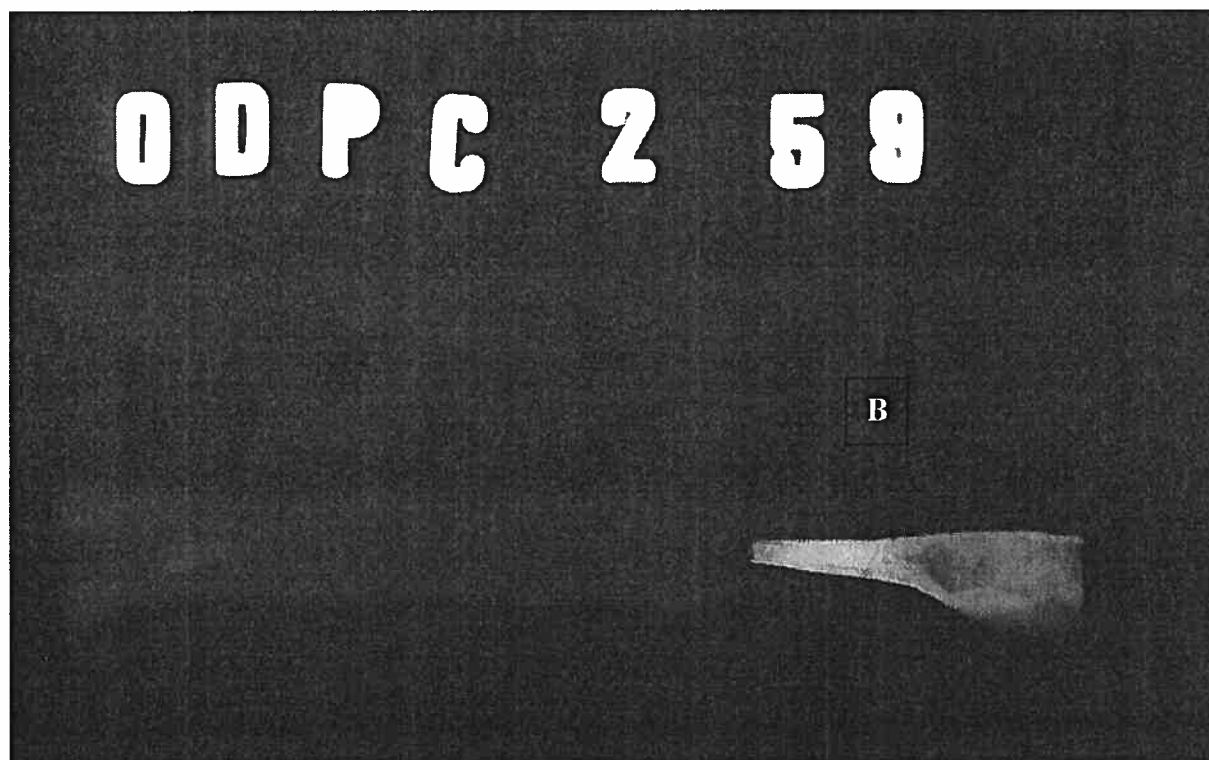
Outillage utilisé : Laminage avec une forme ronde et martelage.

Rivets : aucun

Autres marques visibles : Inclusions visibles sur les deux faces externes du profil B.

Emmanchement : Préparé avec foret et visible sur les deux profils.

Radiographie, face B



Site : NaPi-2-8-11

Numéro d'artéfact : NaPi-2-8-11

Technologie visible : Pointe. Une épaisseur centrale de 3 à 4 mm est respectée au centre de la pièce. Les deux extrémités sont martelées. Un stress de formation est visible latéralement. Le travail de martelage est visible sur toute la pièce. Un bourrelet de martelage est visible sur les faces C et D du pédoncule. Ligne de mise en forme visible.

Mise en forme : La matrice de base a une barre rectangulaire. La pointe a été formée par martelage latéral à partir d'une ligne centrale. On remarque une cassure au niveau de la pointe probablement due au façonnage et au manque de recuit.

En fin de procédé, le pédoncule a été martelé sur les faces C et D pour renforcer le métal et pour permettre un meilleur emmanchement. La pointe a été aiguisée par polissage.

Conformité générale du design.

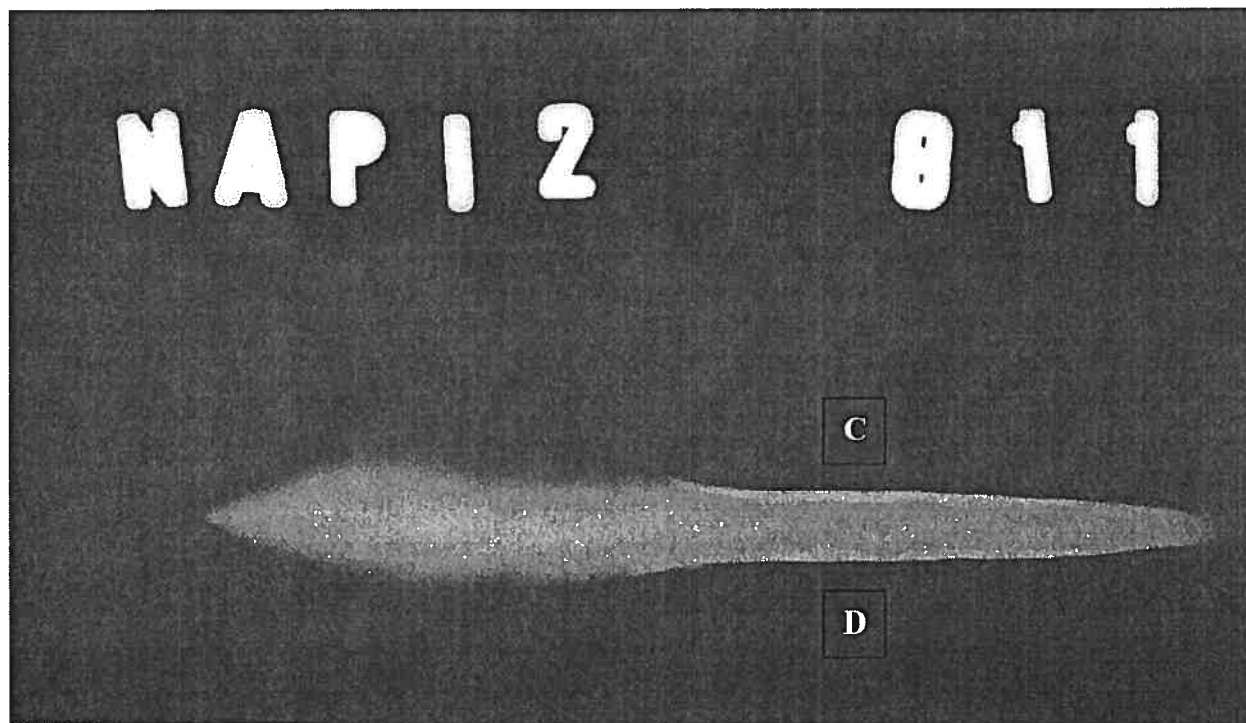
Outils utilisés : Marteau et enclume.


Rivets : non

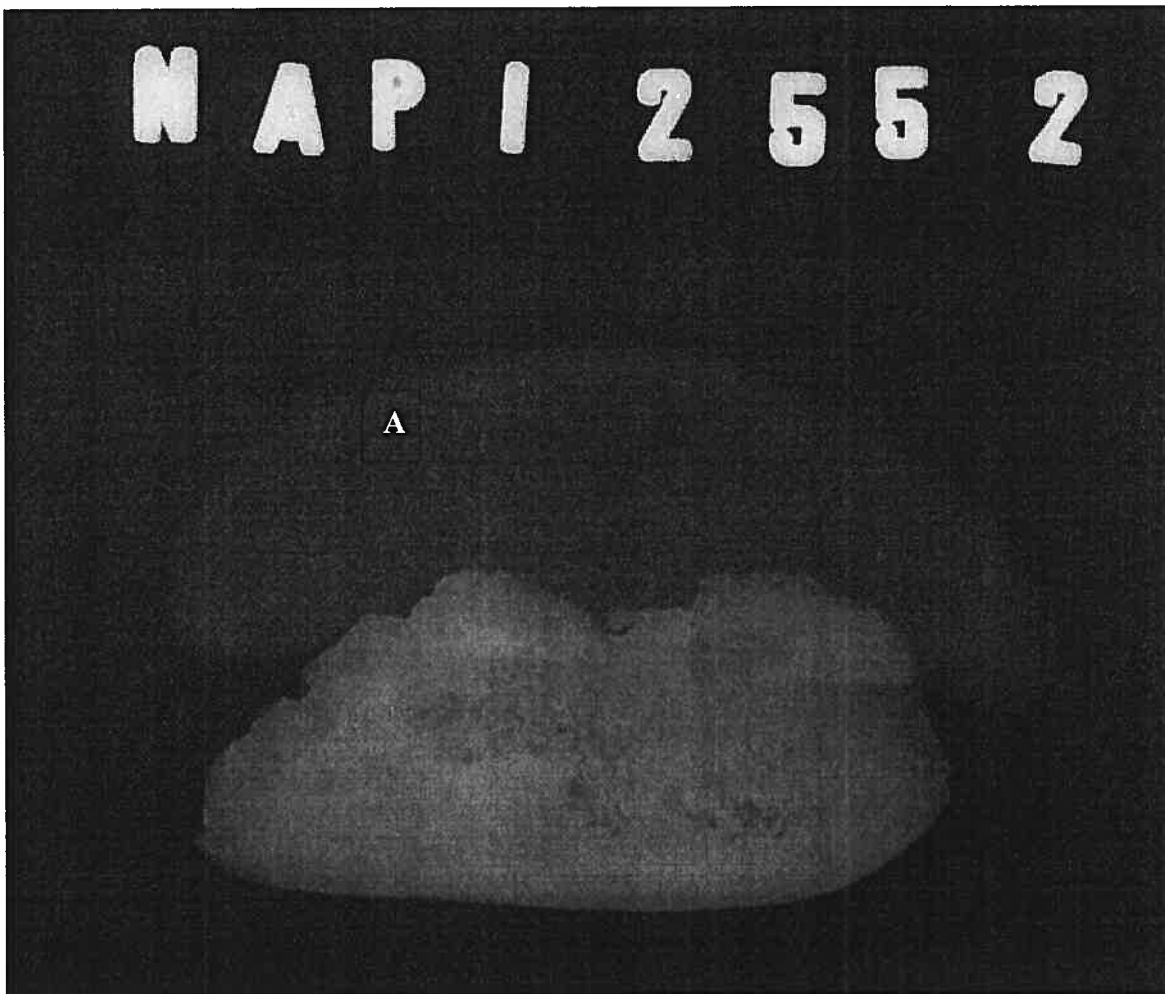
Autres marques visibles : non

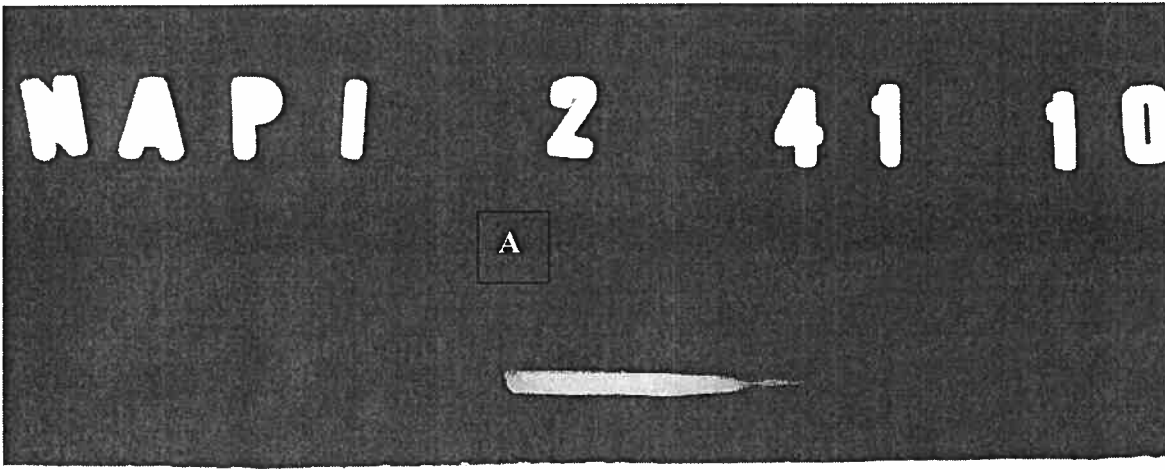
Emmanchement : non

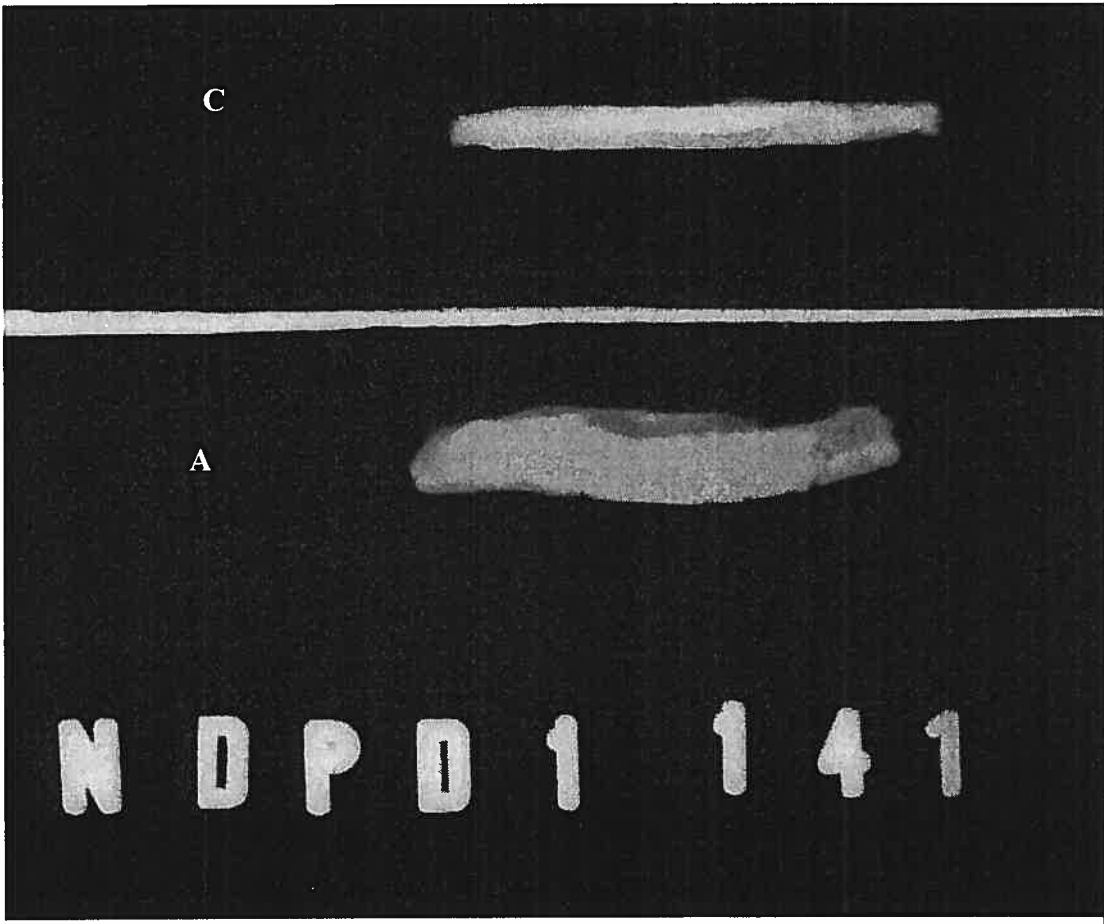
Radiographie, face A



Site : MkPk-2	Numéro d'artéfact : MkPK-2-9
<u>Technologie visible</u> : Hameçon. Le métal se présente sous forme de barre de section carrée de 4 mm x 4,5 mm, amincissement visible vers une des extrémités, l'autre extrémité a été tordue dans le but d'y insérer un morceau d'os puis martelé en forme de rivet.	
<u>Mise en forme</u> : Hameçon. La matrice est une barre de section rectangulaire, le martelage est sur les quatre faces. Le martelage est accentué à 3 cm avant la fin de la pointe. La pointe est fissurée. Un stress de formation est visible sur la mise en forme de l'autre extrémité près de la partie en os.	
<u>Outillage utilisé</u> : martelage avec un embout d'au moins 12 mm, amoindrissement des angles.	
<u>Rivets</u> : oui	
<u>Autres marques visibles</u> : non	
<u>Emmanchement</u> : passage de la pièce de métal à l'intérieur d'une pièce en os.	
Radiographie, face A	
	

Site : NaPi-2	Numéro d'artéfact : NaPi-2-55-2
<u>Technologie visible</u> : Ulu. Martelage en deux phases. Lame retravaillée. Biseau visible sur toute la longueur de la pièce centrale.	
<u>Mise en forme</u> : Martelage grossier de la matrice. Martelage expansif directionnel. Lame retravaillée. Mise en forme d'un biseau.	
<u>Outillage utilisé</u> : Percuteur et enclume. Pierre à biseau ou d'affûtage ou lime.	
<u>Rivets</u> : non	
<u>Autres marques visibles</u> : non	
<u>Emmanchement</u> : oui	
Radiographie, face A	
	

Étude radiographique	
Site : NaPi-2	Numéro d'artéfact : NaPi-2-41-10
<u>Technologie visible</u> : Foret. Fissures longitudinales. Stress de formation. Compression de la matrice.	
Épaisseur du métal gardée sur toute la longueur. Pointe travaillée. Usure d'arrêt.	
<u>Mise en forme</u> : Compression de la matrice par roulement et martelage. Pointe travaillée.	
<u>Outillage utilisé</u> : Masse de roulement. Percuteur et enclume. Affûtage à la lime ou à la pierre.	
<u>Rivets</u> : non	
<u>Autres marques visibles</u> : non	
<u>Emmanchement</u> : non	
Radiographie, face A	
	

Étude radiographique	
Site : NdPd-1	Numéro d'artéfact :NdPd-1-1
<u>Technologie visible</u> : Barre. Fissures longitudinales sur les quatre faces. Séparation de la matière. Martelage visible.	
<u>Mise en forme</u> : Mise en forme de la matrice par martelage et compression	
<u>Outillage utilisé</u> : Percuteur et enclume. Masse de compression.	
<u>Rivets</u> : non	
<u>Autres marques visibles</u> : non	
<u>Emmanchement</u> : non	
Radiographie, face A et profil C	
	

Site : MkPk -2-1

Numéro d'artéfact :MkPk-2-

Technologie visible : Pointe de harpon. Conformité d'un design. Biseau suit toute la pièce. Rivetage. Inclusions.

Mise en forme : Martelage. Biseautage et remise en forme du biseau en direction de la pointe. Mise en forme d'un rivet, l'os a été troué avec un foret et l'un des trous a été préparé en forme conique pour recevoir le rivet. Riveté des deux côtés.

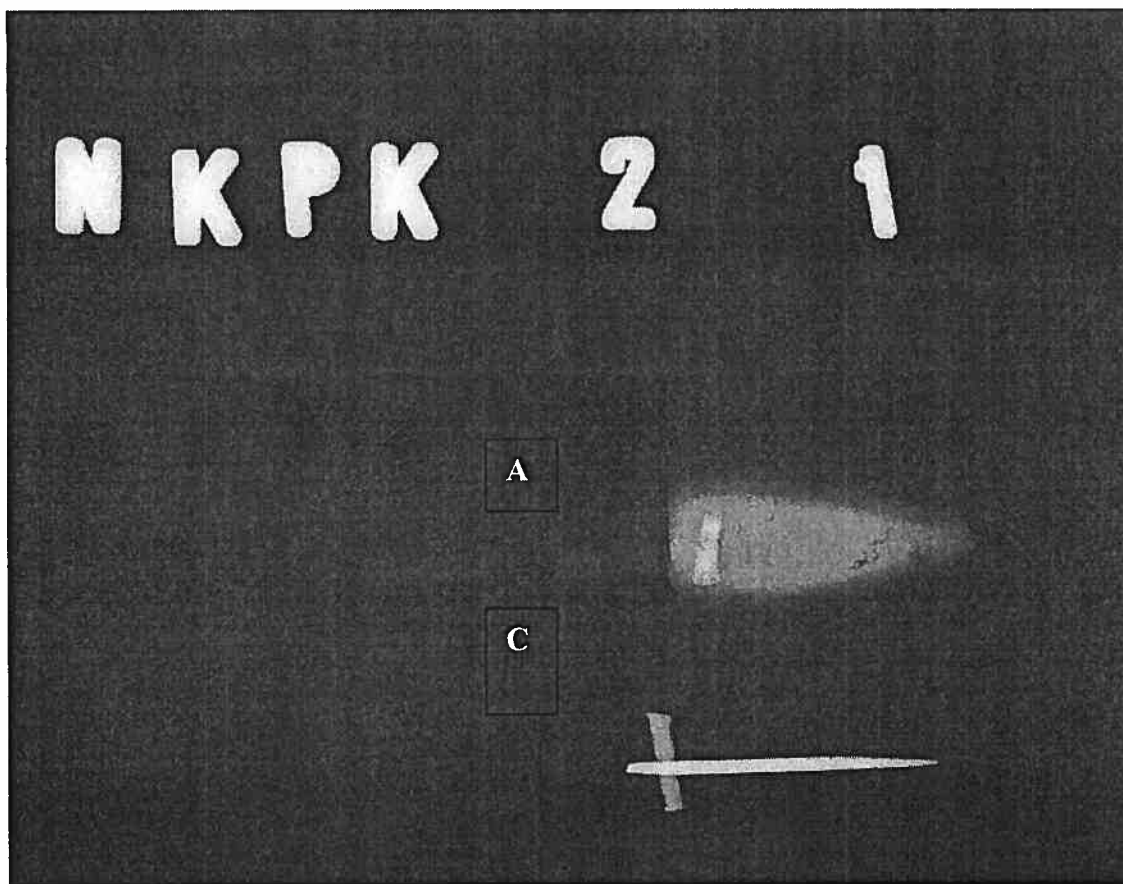
Outillage utilisé : Percuteur et enclume.

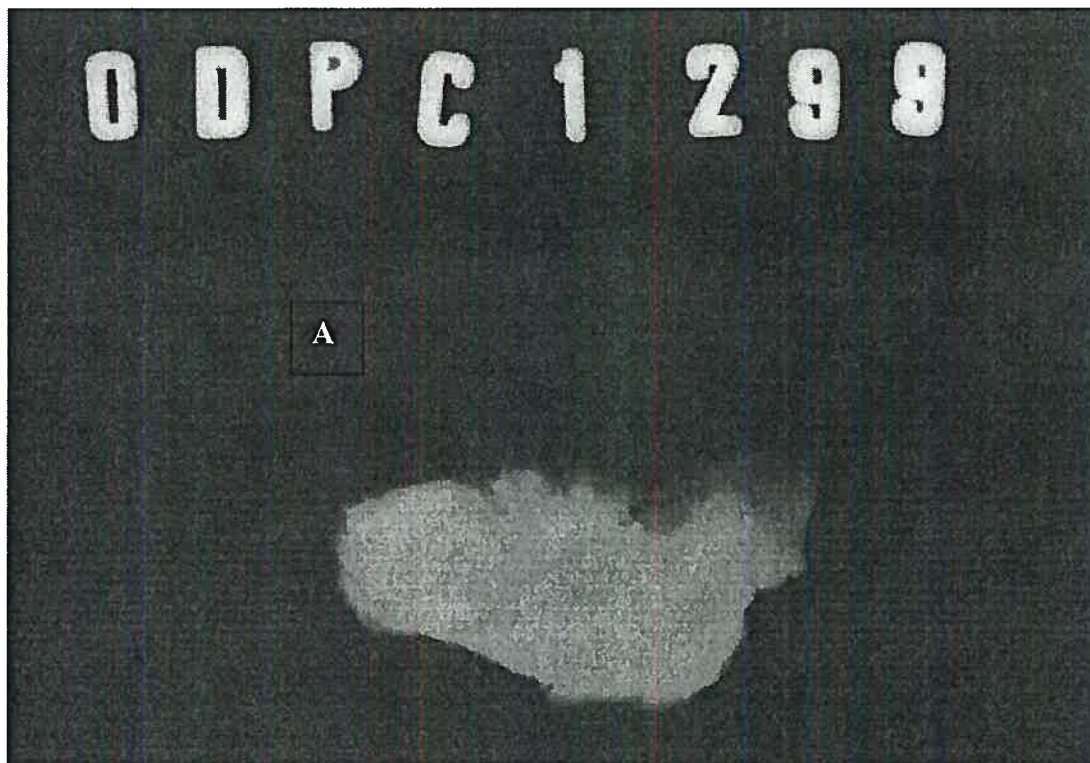
Rivets : un

Autres marques visibles : non

Emmanchement : oui

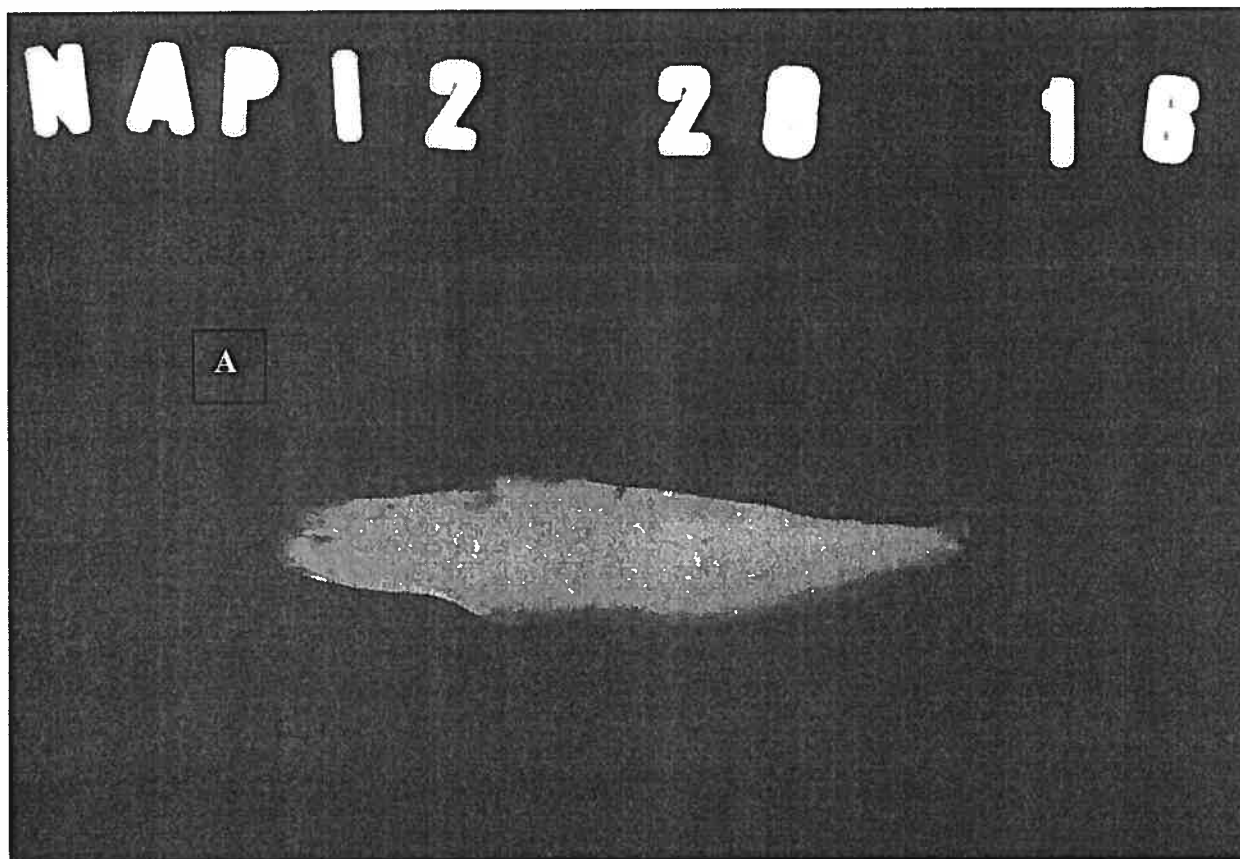
Radiographie, face A et profil C



Étude radiographique**Site : OdPc-1****Numéro d'artéfact : OdPc-1-299**Technologie visible : Matrice. Densité bonne et égale de la matière. Fissure importante.InclusionsMise en forme : RecuitOutillage utilisé : non visibleRivets : nonAutres marques visibles : nonEmmanchement : non**Radiographie, face A**

Étude radiographique**Site : NaPi-2****Numéro d'artéfact : NaPi-2-28-16**Technologie visible : Lame de couteau. Compression de la matière par martelage.

Densité respectée dans la partie centrale de la lame. Biseau visible. Cassure sur la pointe, impact ?

Mise en forme : Compression de la matière par martelage intensif. Respect d'un design. Biseau fait affûtage.Outillage utilisé : Percuteur et enclume. Pierre à affûterRivets : nonAutres marques visibles : nonEmmanchement : non**Radiographie, face A**

2.5 Expérimentation

Le but premier des expérimentations a été de recréer toutes les conditions présentes lors de la chaîne opératoire de production d'un objet de cuivre. Dans ce cas, il faut préciser que nous avons déjà en notre possession des nodules de cuivre natif de très bonne qualité. Nous avons choisis le bois d'épinette comme combustible, celui-ci étant présent à l'intérieur de l'aire étudiée. Il faut aussi considérer que lors de l'expérimentation le bois utilisé sec, la température extérieure était de 16°C et le foyer se trouvait à l'abri des vents dominants.

La première étape consistait à faire un feu à ciel ouvert, dans un foyer de pierre, permettant d'obtenir et de maintenir une chaleur constante d'au moins 700°C, température de recuit du cuivre. Une fois le feu bien parti et les 700°C atteints, il a fallu 12 minutes à 5 g de cuivre natif pour atteindre la température idéale. La température a été mesurée à l'aide d'un thermomètre de forge. Par la suite, le nodule de 5 g a subi une transformation en quatre étapes soit, un premier martelage afin d'obtenir une préforme rectangulaire d'une longueur de 40 mm par 20 mm de largeur et 4 mm d'épaisseur, puis trois recuits de la préforme pour compléter la première étape.

Le deuxième processus consistait à déterminer un plan de mise en forme c'est à dire établir à partir d'une ligne centrale les proportions que prendraient les différentes zones de martelage. Les proportions de 1:3 pour la tige d'emmanchement et de 2:3 pour la partie supérieure de la pointe ont été convenues. Nous avons donc procédé à un martelage bidirectionnel en partant d'une ligne centrale sur les deux tiers de la pièce et à un martelage diffus sur les

quatre faces de la tige correspondant au tiers restant. Nous avons remis au feu trois fois la préforme pour obtenir la forme voulue.

La troisième étape consistait à l'amincissement du métal sur les pourtours de la pointe et à un martelage intensif de la tige afin d'augmenter la dureté du cuivre pour ainsi obtenir une meilleure résistance au choc et au pliage lors de l'emmanchement de la pointe. Nous avons dû recuire trois fois la pièce lors de cette étape. L'étape finale consistait à façonner un chanfrein sur les deux tranchants de la pointe par polissage et par la suite affûter le tout avec une pierre à aiguiser.

Il a fallu quatre heures entre la préparation du feu et la phase finale pour recréer une pointe de cuivre natif. Cette pointe finie mesure 48 mm de longueur par 15 mm de largeur à sa base, la queue représentant 18 mm de cette longueur totale.

Cette démarche expérimentale nous a aussi permis de vérifier les indices de température et l'indice énergétique du combustible utilisé dans le calcul du facteur énergétique. De plus, nous avons pu déterminer le nombre minimal de recuits nécessaire à la production d'une pointe en cuivre natif. Tous les changements techniques de mise en forme ainsi que les marques laissées par celles-ci sur le métal de même que les outils utilisés ont été photographiés et répertoriés pour constituer une base de référence. Cette base de référence nous a servi à mieux interpréter l'ensemble du corpus d'étude.

Figure 9 : Photos du processus expérimental



Recuit



Morceau de cuivre



Martelage



Enclume, cabron et perceur



Outils de polissage

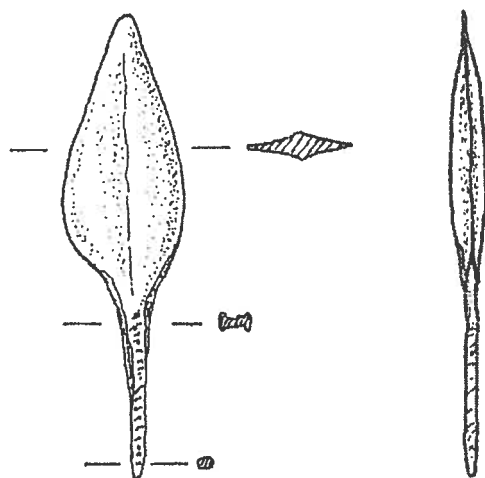
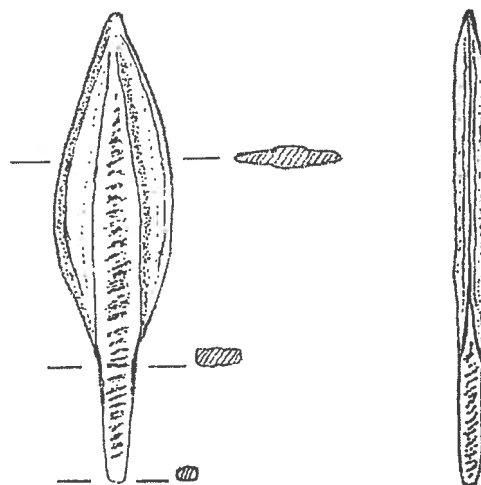


Particules de cuivre sur l'enclume

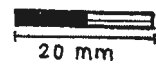
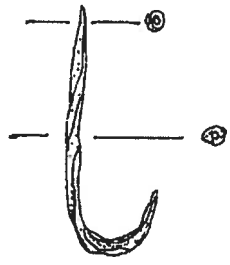
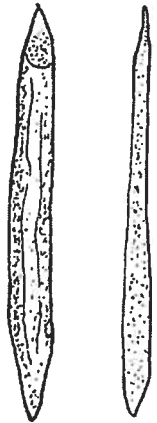
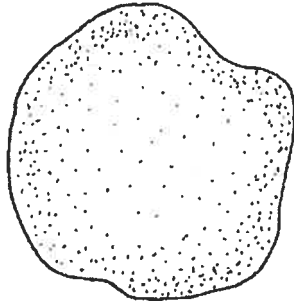


Marques de polissage

Figure 10 : Dessins des mises en formes expérimentées



20 M M



2.6. Les catégories technologiques

L'utilisation de calculs spécifiques à l'ingénierie des matériaux peut dans le cas d'une étude archéométallurgique apporter un bon nombre d'indices sur le choix du métal utilisé et son travail. Le cuivre est chimiquement un corps simple qui a une grande aptitude à la déformation et est un excellent conducteur de chaleur. Ces deux qualités font du cuivre un choix intéressant comme matière pour confectionner différents objets usuels. Le cuivre répond à des critères de déformation ou de transformation par la chaleur qui lui est propre. Les formules mathématiques utilisées dans cette étude sont également employées en mécanique métallurgique afin de vérifier l'efficacité des produits métalliques. Dans notre cas ces calculs ont permis d'établir des catégories technologiques basées sur l'utilisation optimale du cuivre dans la fabrication d'un objet en prenant en considération ses forces de cohésion, c'est-à-dire, sa ténacité, sa résistance, son élasticité, sa résilience, sa dureté, etc. L'étude comprend l'ensemble des artefacts de cuivre, sauf les pièces emmanchées ou comportant un ajout de matière autre que le cuivre. Les calculs ont permis de mettre en évidence trois catégories technologiques différentes. Celles-ci ont été établies par l'indice de surface spécifique, qui mesure la relation entre la surface totale en cm^2 et le poids de l'objet, exprimé en grammes. Cet indice nous donne le degré d'utilisation du métal et, par conséquent, des conceptions technologiques du travail du cuivre.

Catégorie 1 : 0,05 à 1,3 basse utilisation. Les indices correspondent à des pièces massives fabriquées au moyen d'un martelage expansif et directionnel. On retrouve aussi les artefacts qui ont subi un martelage dans le but d'augmenter

l'indice de dureté. Ce groupe est composé essentiellement de pointes de flèches, d'éperons, de burins, d'hameçons et de préformes à rivets.

Catégorie 2 : 1,3 à 2,65 moyenne utilisation. Les résultats correspondent à des objets obtenus par un martelage diffus et directionnel ou qui ont subi plusieurs techniques de mise en forme, de rivetage et de découpage, lors de leur production. Les types d'artéfact qui apparaissent dans ce groupe sont principalement des lames de couteau, des fragments d'outil utilisé, des rivets et des pointes de lance et de harpon.

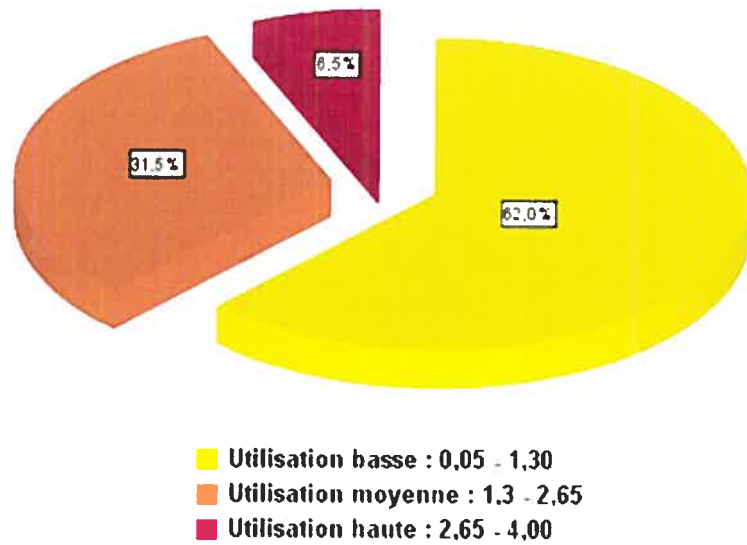
Catégorie 3 : 2,65 à 4 haute utilisation. Ce groupe technologique contient des objets dont l'épaisseur est en moyenne inférieur à 1,2 mm. Les types qui apparaissent dans ce groupe correspondent à des pièces fabriquées en plaques battues et obtenues par martelage diffus. On y retrouve les bracelets, les lames de couteau et d'ulu, ainsi que des plaques et des barres rectangulaires que l'on peut probablement identifier comme des préformes.

Tableau XIII : Les catégories d'utilisation

Catégories d'utilisation

Catégories d'utilisation	Nombre d'artéfacts	% d'artéfacts
Utilisation basse : 0,05 - 1,30	67	51,9
Utilisation moyenne : 1,3 - 2,65	34	26,4
Utilisation haute : 2,65 - 4,00	7	5,4
Total	108	83,7
Artéfact non valide pour l'étude	21	16,3
Total	129	100,0

Figure 11 : Catégories technologiques



Catégorie 1 : 0,05 à 1,3 basse utilisation

Catégorie 2 : 1,3 à 2,65 moyenne utilisation

Catégorie 3 : 2,65 à 4 haute utilisation

2.6.1 L'indice énergétique

L'indice énergétique représente l'énergie demandée pour permettre à une masse de cuivre calculée en grammes, d'accéder au point de recuit lui permettant d'être travaillé. Nous l'employons dans cette étude à titre indicatif, car il représente un processus technologique réalisé dans un environnement idéal et avec un combustible brûlant à une température stable et égale, ce qui n'était naturellement pas le cas en Arctique. Le calcul a été effectué pour chaque artéfact et il représente un recuit. On peut donc multiplier l'indice par le nombre de recuits demandés pour chaque production d'objet. Les contraintes environnementales sont très importantes en Arctique surtout quand on pense à une production métallurgique. Il est extrêmement difficile de maintenir le combustible, l'épinette et le saule dans notre cas, à une température de 700°C pendant plusieurs heures. De plus la grandeur et le poids de la pièce jouent un rôle important puisque, plus la pièce métallique est grande et lourde plus il est long de l'amener à 700°C. L'indice énergétique peut ensuite être comparé avec le pouvoir calorifique de l'épinette et du saule qui est de 15 465 J/g. Le pouvoir calorifique inférieur d'un combustible représente la quantité de chaleur que peut fournir, en brûlant complètement, 1g de ce combustible.

Formule : Indice en Joules : $J = g \times J/kg.deg \times \text{écart de température}$

$J/kg.deg = 0,393 = \text{chaleur massique moyenne du cuivre}$

$\text{Écart de température} = 700^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} = 685^\circ\text{C}$

700°C température de recuit du cuivre – 15°C température moyenne utilisée au Canada dans les calculs d'ingénierie métallurgique.

de harpon et des préformes sous formes de barres rectangulaires. Les deux éléments compris entre 10 000 et 20 000 joules représentent des morceaux de cuivre natif plus ou moins martelés, vraisemblablement des préformes. On peut déduire que la fabrication des pointes, des pointes de flèche et harpon ainsi que des préformes à burins demandent un apport énergétique supérieur comparativement à la fabrication des outils fabriqués à partir de plaque comme les ulus ou encore à partir de petits fils comme les hameçons, les rivets ou encore les outils emmanchés. Quant à l'artéfact s'approchant de l'indice 50 000 joules, il correspond à une pointe de lance ou d'un grand couteau provenant du site MkPj-7. Il est techniquement impossible avec un feu à ciel ouvert d'obtenir une chaleur constante pour apporter un tel objet à la température requise pour le recuit. Cet objet de cuivre natif mesure 25,2 cm de longueur, 5 cm de largeur et pèse 185 g. Techniquement, il y a deux façons de fabriquer ce genre de pièce. La première consiste à forger un morceau de cuivre natif par martelage directionnel en alternant les phases de recuit dans une forge à apport de combustible et d'oxygène contrôlé ou à couler le cuivre en fusion dans un moule de sable ou d'argile, afin d'obtenir une préforme se rapprochant de la grandeur finale désirée. Les processus de coulée et de mise en fusion du cuivre requièrent aussi une forge à apport de combustible et d'oxygène contrôlé. Il est donc certain, à moins de preuve contraire, que cet objet a été acquis par échange ou transporté. Il faut mentionnée que les processus de mise en forme utilisés lors sa fabrication s'apparentent selon nous au cultures néolithiques de l'âge du bronze asiatique (Stewart, 1981).

CHAPITRE 3

CARACTÉRISATIONS DES TECHNOLOGIES UTILISÉES

3.1 Identification du travail du cuivre

Très souvent les analyses métallurgiques ont comme principal objectif l'identification chimique du matériau et la détermination de sa provenance. « *Mais cette ligne d'investigation n'aboutit pas à la solution des problèmes technologiques* » (Perea, 1989). On conçoit le travail du cuivre comme étant secondaire du point de vue métallurgique, en s'appuyant sur ces qualités de ductilité et malléabilité. Cependant, même si le cuivre est un métal, il se comporte comme n'importe quel matériau disponible à l'homme. Cela implique que sa récupération, sa transformation et son utilisation sont indissociables du processus métallurgique. On considère l'apparition du travail du cuivre dans l'Arctique comme une adaptation régionale d'un groupe humain. Pourtant l'analyse détaillée des assemblages métallurgiques provenant de 12 sites établis autour de la source de matières premières semble faire apparaître l'image d'une connaissance étendue du travail du cuivre.

3.1.1 Le choix de la matière

Pour cette étude nous avons nommé « matrice » un morceau de cuivre de plus de 4g avec lequel on peut fabriquer un outil sans apport supplémentaire de matière en opposition au petit nodule ou rebus employé pour de petits objets ou encore à la fabrication d'amalgame. On peut remarquer à l'aide du tableau ci-bas, que sur les 124 objets valides pour cette analyse 87 ont été forgés à partir d'une matrice et 37 à partir d'un amalgame. Cette différence entre les deux principes de formation d'outils a une incidence directe sur le choix de la matière. Les objets fabriqués à

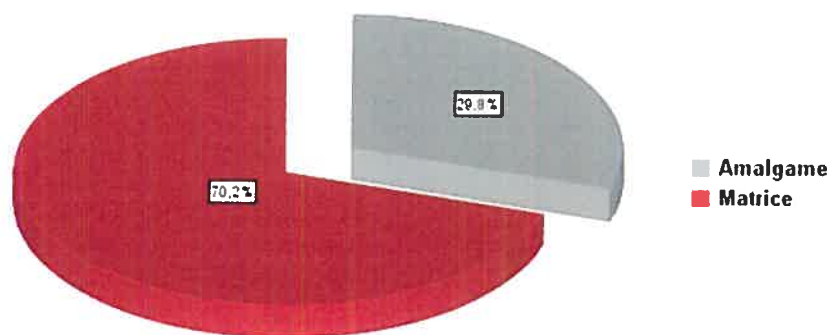
partir de matrice présentent une meilleure résistance et cohésion de la matière métallique. Les pièces faites à partir d'amalgame démontrent des présences de stress et de fissures survenues lors de la fabrication et elles sont aussi moins résistantes à l'usure et aux chocs.

Tableau XIV : Amalgame ou matrice

Amalgame ou matrice

Amalgame ou matrice	Nombre d'artéfacts	% d'artéfacts
Amalgame	37	29,8
Matrice	87	70,2
Total	124	96,1
Artéfact non valide pour l'étude	5	3,9
Total	129	100,0

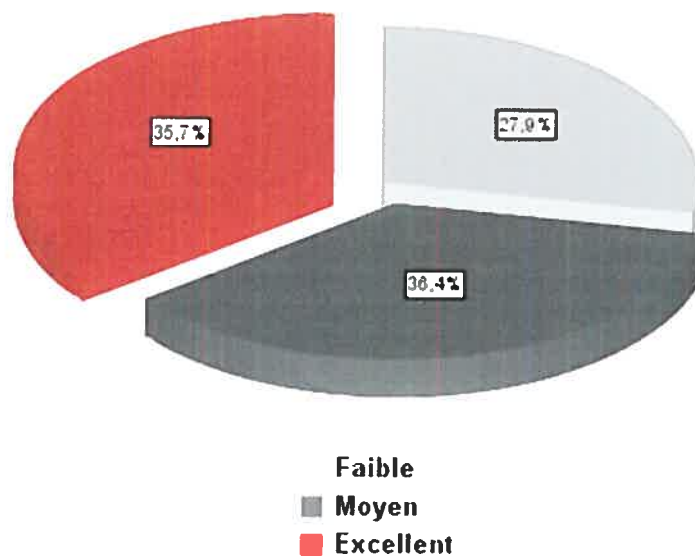
Figure 13 : Choix de la matière, amalgame versus matrice



3.1.2 L'état métallurgique du corpus métallique

L'analyse de l'état métallurgique des artefacts nous démontre que sur les 12 sites étudiés, on retrouve à peu près le même nombre d'objets par catégorie d'état métallurgique. Par contre un choix judicieux de la matière est fait lors de la fabrication de l'objet. En effet, on remarque que les outils demandant une résistance à de forte pression physique, à des impacts ou à un travail répétitif ont un état métallurgique excellent. Dans cette catégorie on retrouve les ulus, les têtes de harpon, les pointes, les rivets, les grands hameçons et les préformes en barre rectangulaire. Tous ces outils sont fabriqués à partir de matrice de cuivre exempte d'inclusions grossières.

Figure 14 : les états métallurgiques du corpus métallique



Les artefacts de la deuxième catégorie ont un état métallurgique moyen, des artefacts tels que des couteaux, des lames d'ulu utilisées et brisées, des burins, des préformes de burin, des petits hameçons et un bracelet y sont représentés. Ces objets à l'exception du bracelet sont souvent petits et emmanchés, leur résistance à la traction ou aux impacts n'étant donc pas une caractéristique indispensable. Ils sont aussi fabriqués dans de petits morceaux uniques ou mis en amalgame par le recuit et le martelage. Le bracelet (MkPk-3-228) de cette catégorie a la particularité d'être formé de petits nodules de bonne qualité. Il est très petit comparé aux autres bracelets (NaPi-2-8-1, NaPi-2-8-19, NaPi-2-17-7) et ne porte pas les mêmes marques de mise en forme. Il semble avoir été découpé dans une lame d'ulu.

Figure 15 : Photos des bracelets



MkPk-3-228

NaPi-2-8-19

Un troisième groupe nommé « recyclage » a un état métallurgique faible. Ce groupe comprend les fragments d'outils réutilisés, des bracelets, des éperons et de nombreux petits morceaux provenant de rebus de travail métallurgique. Les éperons sont composés de petits morceaux de rebus ou de petits nodules. Ces morceaux contiennent des inclusions de toutes sortes et de grandeurs différentes, ils sont donc plus difficiles à travailler et la cohésion du métal plus lente à obtenir. Les éperons sont utilisés sur les foënes ou les crochets dans les quels ils sont insérés à l'intérieur d'une partie fixe.

Ces données nous permettent de croire que les artisans exerçaient un choix préférentiel sur la matière et que la qualité de celle-ci déterminait le procédé de mise en forme et l'objet.

Figure 16 : Photos des fragments d'outils



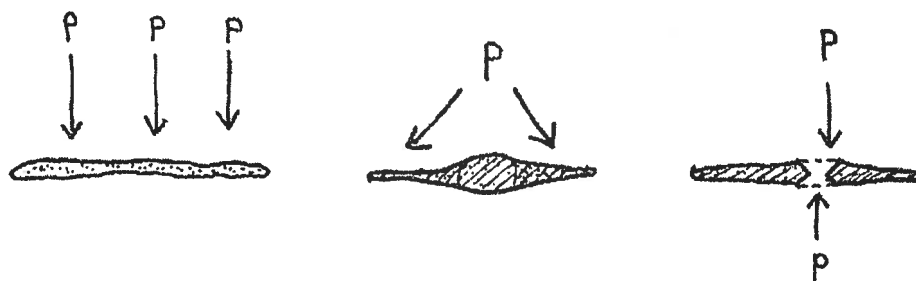
3.1.3 L'outillage

Avant d'aborder les procédés de mise en forme, il est nécessaire de comprendre les différents dispositifs qui relaient l'action directe de la main humaine aux percussions qui caractérisent l'action au point de rencontre de l'outil et de la matière (Leroi-Gourhan, 1971). L'outillage, dans sa partie active, est étroitement lié au geste qui l'utilise. Le rôle de la percussion est prépondérant dans la fabrication d'un bon nombre d'objets et dans notre cas, la base de la métallurgie. Selon Leroi-Gourhan, l'intensité de force qui caractérise une percussion peut être appliquée de trois manières : la percussion lancée, la percussion posée avec percuteur et la percussion appliquée. La première « percussion lancée » n'est pas répertoriée dans la fiche d'analyse. Il est très rare que l'on retrouve des traces laissées par ce genre de percussion sur des objets finis. On utilise la percussion lancée lors de l'extraction de la matière première. L'outil, généralement une masse tenue en main, est lancée en direction de la matière avec force. Pour cette étude, deux formes de percussions, celle posée avec percuteur et celle appliquée, ont été retenues. La percussion posée est précise, on l'applique exactement au point choisis avec un percuteur. La percussion appliquée est utilisée directement sur la matière. Nous avons intégré ce procédé sous trois formes dans notre analyse : la percussion utilisée de façon oblique, la percussion utilisée de façon perpendiculaire et la percussion posée avec percuteur utilisée sous la forme du perçage dans la préparation de trous ou de rivets. Nous avons établi lors de l'analyse que l'outillage utilisé sur les sites étudiés était simple et devait se composer de percuteurs et de masses à rouler utilisés perpendiculairement et/ou obliquement sur une enclume naturelle en bois et/ou de pierre, selon les procédés

de mise en forme. On retrouve aussi des forets ou des outils punctiformes utilisés avec une percussion circulaire dans le but d'obtenir des trous ou des perforation. Le ciseau et le burin à couper font aussi partie de la boîte à outils et sont utilisés de façon oblique. Il est important de souligner que les interprétations sur l'outillage dans cette étude reposent uniquement sur les traces laissées par celui-ci sur les artefacts et dans la documentation écrite sur le développement de la métallurgie. Aucun outil lié au travail métallurgique ou diagnostiqué comme tel n'a été trouvé sur les sites archéologiques représentés dans ce projet. Il serait intéressant lors d'une prochaine étude sur ces sites archéologiques de reconsidérer, avec l'aide des analyses technologiques des objets de cuivre, l'utilisation de l'outillage lithique et osseux.

Tous les artefacts étudiés ont subi une ou plusieurs fois des formes de percussion perpendiculaire et/ou oblique lors des processus de mise en forme. Dix-huit d'entre eux ont été troués de façon circulaire.

Figure 17 : Dessins des formes de percussion



3.1.4 Le recuit

Nous savons techniquement que tous les artefacts métalliques composant le corpus à l'étude ont été recuits plusieurs fois lors des procédés de mise en forme. En métallurgie le recuit permet la continuation des procédés de mise en forme. Si le processus métallurgique est entièrement maîtrisé, il est tout à fait normal de ne pas déceler de preuves du recuit. Celles-ci auront disparu lors du forgeage des objets. Cependant, les analyses microscopique et radiographique révèlent que quatre artefacts, MkPj-7-1, MkPk-3-94, NaPi-2-33-1 et OdPc-1-299, présentent sur leur surface des traces de recuit sous la forme de crépissage.

Lorsque l'on recuit une pièce de métal, il faut s'assurer que la chaleur soit diffusée de façon égale sur la pièce afin d'obtenir un rendement maximal lors des procédés de mise en forme. Le crépissage est une réaction en surface du métal qui survient lorsque qu'une zone est surchauffée. Cette réaction peut être superficielle mais elle peut aussi avoir affecté les structures internes de l'objet, ce qui peut avoir une incidence sur la résistance de l'objet lors de son utilisation. Pour déceler des problèmes internes de recuit, il faut procéder à des analyses spectrographiques de la structure interne des objets; celles-ci étant souvent destructives, elles n'ont pas été prévues dans cette étude.

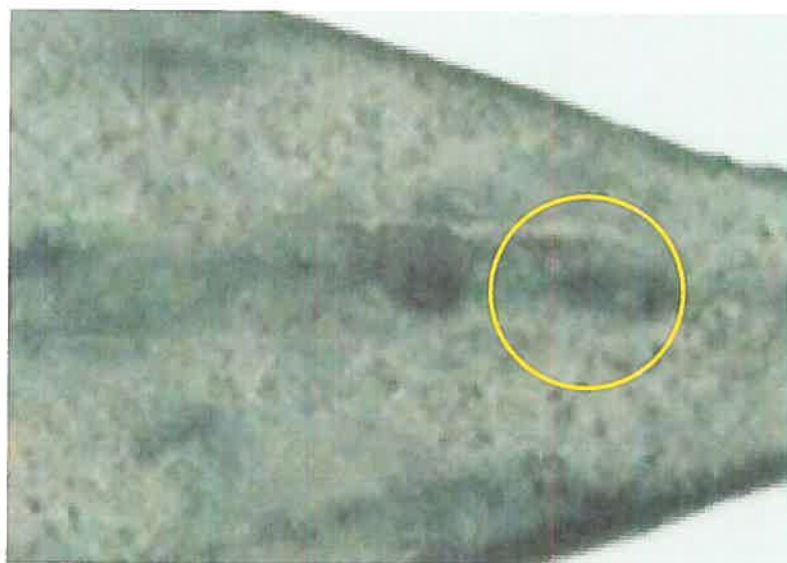
Les résultats provenant des études microscopiques et radiographiques laissent entrevoir un problème technique lors de la fabrication des grandes pointes, MkPj-7-1, MkPk-3-94, NaPi-2-17-4a, NaPi-2-11 ou de la préforme de celles-ci OdPc-1-299.

Ces erreurs techniques ont pu survenir soit au niveau du foyer (combustible ou aire de travail) ou lors du procédé de recuit par une mauvaise évaluation de l'épaisseur et de la grandeur des objets ou bien encore lors des procédés de coulée.

Figure 18 : Photos des traces laissées par le recuit



NaPi-2-17-4a



MkPj-7-1

3.1.5 Expansion de la matière par martelage diffus ou directionnel

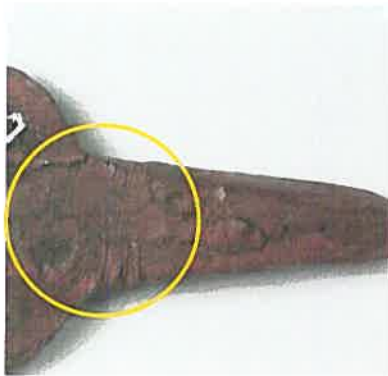
Les procédés de mise en forme des métaux demandent, contrairement au travail de la pierre, un ensemble d'outillage que l'on peut nommer « forge ». Cet ensemble met en œuvre la totalité des procédés d'action sur la matière (Leroi-Gourhan, 1971). Les percussions dans le marteau et /ou le percuteur, l'enclume, le burin et/ou le ciseau et le feu dans le foyer sont l'ensemble de l'action et de l'outillage nécessaires au fonctionnement de la métallurgie. Si l'ensemble de la forge reste à peu près invariable, son utilisation devient une spécialité pour la personne qui l'opère. Par différents processus de mise en forme l'artisan utilise sa forge afin de mener à terme les objets prévus.

La pratique du corroyage ou forgeage consiste à étirer à chaud ou à froid par martelage un morceau de métal. Il est possible d'orienter le martelage pour obtenir une expansion de la matière dans un sens voulu. On peut ainsi changer le sens du martelage jusqu'à l'obtention de la forme désirée à condition de recuire l'objet entre chaque changement de direction afin de garder l'homogénéité du métal et éviter de créer des stress de formation dans la matière. Cette technique est appelée martelage directionnel par opposition au martelage diffus. Le martelage directionnel suit un patron précis. Le martelage diffus ou de diffusion est utilisé lorsque l'on désire une expansion uniforme de la matière comme par exemple la formation d'une plaque de même épaisseur.

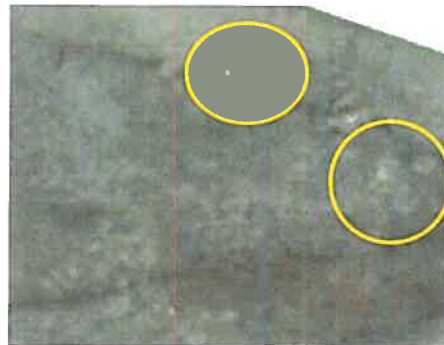
Les artefacts étudiés portent les traces des deux techniques de martelage, utilisées en proportion différentes selon l'objet désiré. L'utilisation des deux procédés de martelage indique l'intention de la part des artisans de maximiser les qualités

ductiles et expansives du cuivre natif. Ce choix augmente les risques de stress internes dans la structure métallurgique de l'objet. Les nombreux changements de sens du martelage augmente les risques de rupture de la matière et peuvent provoquer de nombreuses petites fissures. Pour contrer ces risques, il faut recuire le métal régulièrement après chaque séquence de martelage et martelé l'objet à chaud. L'état métallurgique du corpus nous démontre que pour certain type d'objet comme les pointes, les hameçons et les burins, le choix était judicieux et réussi. Pour les ulus et les couteaux, le travail de martelage semble désorganisé et ceci peut expliquer le manque de cohésion et l'usure inégale du métal.

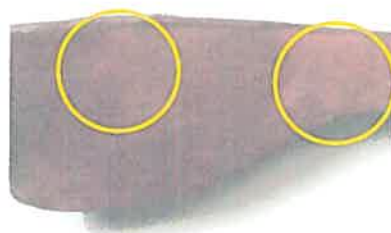
Figure 19 : Photos de traces de martelages



OdPc-2-59



MkPk-2-1



OdPc-2-59b

3.1.6 Polissage et affûtage

Le polissage et l'affûtage sont les deux techniques de finition employées par les artisans ayant fabriqué les objets de notre corpus d'étude. Ces techniques de finition confèrent à la surface travaillée son aspect définitif. Le polissage et l'affûtage consistent à affiner la surface de la matière à l'aide de différents outils. Par ces procédés les pointes cristallines des métaux qui saillaient de la surface sont en partie éliminées (polissage) et en partie écrasées (affûtage). L'effet dépend de la consistance de l'auxiliaire utilisé. L'auxiliaire peut être une pierre à polir ou à affûter utilisé avec ou sans apport d'eau, d'huile et d'abrasif.

Le polissage des pièces des assemblages étudiés consistait à rendre brillante ou exempte de grains une surface adoucie à l'aide d'un cabron sur lequel on déposait soit du charbon de bois ou du sable, mélangés à un corps gras. Les artisans ont aussi utilisé lors du polissage une pierre douce, probablement de l'ardoise. Nous avons pu déceler des traces de polissage sur 96 artéfacts du corpus métallique.

Tableau XV : Nombre d'artéfacts polis

Polissage de l'artéfact

Traces de polissage	Nombre d'artéfacts	% d'artéfacts
Absence de polissage	19	14,7
Traces de polissage	96	74,4
Total	115	89,1
Artéfact non valide pour l'étude	14	10,9
Total	129	100,0

L'affûtage est une technique qui permet de rendre tranchante l'arête des outils de coupe. Cette technique a été employée sur les biseaux préalablement formés des pointes (flèches et harpons), des couteaux et des ulus emmanchés du corpus à l'étude. Le procédé et les outils utilisés pour l'affûtage sont les mêmes que pour le polissage. Cependant, nous avons observé que les ulus en pierre polie et les pointes de harpons en pierre polie ont subi le même processus d'affûtage que ceux pour le même type composé de cuivre.

Tableau XVI : Nombre d'artéfacts affûtés

Affûtage de l'artéfact

Affûtage	Nombre d'artéfacts	% d'artéfacts
Absence d'affûtage	48	37,2
Artéfacts affûtés	70	54,3
Total	118	91,5
Artéfact non valide pour l'étude	11	8,5
Total	129	100,0

Figure 20 : Photos, affûtage et polissage



MkPk-2-1



NdPd-1-103

3.2 Identification des techniques de mise en forme

Le procédé le plus ancien de façonner des métaux est la mise en forme par une force extérieure contrôlée, c'est-à-dire sans prélèvement de copeaux, sans perte de masse, par exemple par forgeage, flexion et laminage (Wald, 1989).

Les récentes recherches européennes sur la métallurgie primaire du cuivre, à savoir sans traitement métallurgique du minerai, ont démontré que les pratiques de fusion et de coulée étaient connues et utilisées avant le traitement des minerais (Sahm, 1989). Techniquement, cela signifie que les artisans utilisant les procédés métallurgiques de forgeage et de recuit ont pu accéder aux principes de coulée du métal en fusion. Deux conditions sont nécessaires pour que la pièce coulée soit utilisable : posséder ou élaborer un moule correct et pratiquer une coulée réussie selon la séquence fusion, coulée et solidification (Wald, 1989).

Les artefacts métalliques coulés n'ont que très rarement les traces du système utilisé lors de la coulée et de la solidification. Ces systèmes sont généralement fabriqués de sable, de terre cuite ou de pierre et lors de la séparation sont souvent jetés parce qu'inutilisables après refroidissement. De plus, tous les résidus de fonderie, petits nodules et grains, ne peuvent plus être coordonnés avec les pièces coulées. Il faudrait donc examiner de façon systématique tous les éléments se rapportant de près ou de loin aux procédés métallurgiques lorsqu'il y a présence sur un site d'artefacts métalliques et surtout s'il y a une source de matière première non loin du site.

En ce qui concerne cette étude, aucun vestige relié à des procédés de coulée n'a été trouvé ou répertorié comme tel. Cependant, aucun des sites composant cette étude n'a été fouillé dans le but d'approfondir des connaissances en archéométaballurgie, même dans le cas de MkPk-3, qui on le rappelle est situé près de sources de cuivre natif. Il subsiste néanmoins un doute concernant la première séquence de mise en forme de certains artefacts comme MkPj-7-1 (pointe), NaPi-2-8-11 (pointe), OdPc-1-320 (préforme) et NkRh-3-580 (burin). Toutefois, aucune preuve ou témoin archéologique ne nous permet de contredire une technique de coulée primaire ou encore d'assurer sans l'ombre d'un doute un unique travail de forgeage et de recuit.

Nous avons pu identifier trois techniques de mise en forme. Celles-ci sont décrites et expliquées sous la forme de photos et dessins. Toutes les techniques demandent des recuits séquentiels.

Mise en forme par ligne médiane : Cette technique a été employée lors de la fabrication de 16 artefacts retrouvés sur les sites. Ceux ci ont été développés à partir de matrices. La méthode consiste en un martelage directionnel appliqué vers l'extérieur à partir d'une ligne centrale partageant la pièce par son milieu. Cette technique a été appliquée pour l'élaboration des pointes de flèche dont la longueur varie entre 50 mm et 150 mm. La queue des pointes est martelée sur les quatre faces de façon à rétreindre celle-ci pour permettre un meilleur emmanchement et un durcissement du métal. Il faut noter que pour toutes les pièces un patron respectant le ratio 1:4 pour la queue et 3:4 pour la partie centrale a été appliqué.

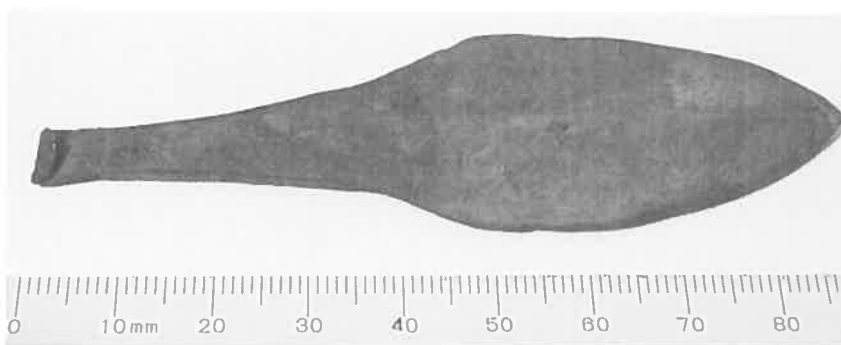
Nous avons pu avec les artéfacts provenant du site MkPk-3 reconstruire la chaîne opératoire de ces pointes.

Tableau XVII : Mise en forme par ligne médiane

Ligne de mise en forme

Ligne de mise en forme	Nombre d'artéfacts	% d'artéfacts
Absence de ligne médiane	113	87,6
Ligne médiane	16	12,4
Total des artéfacts	129	100,0

Figure 21 : Photos de la mise en forme par ligne médiane



NaPi-2-17a



MkPk-3-383

Figure 22 : Photo de la chaîne opératoire, mise en forme par ligne médiane.

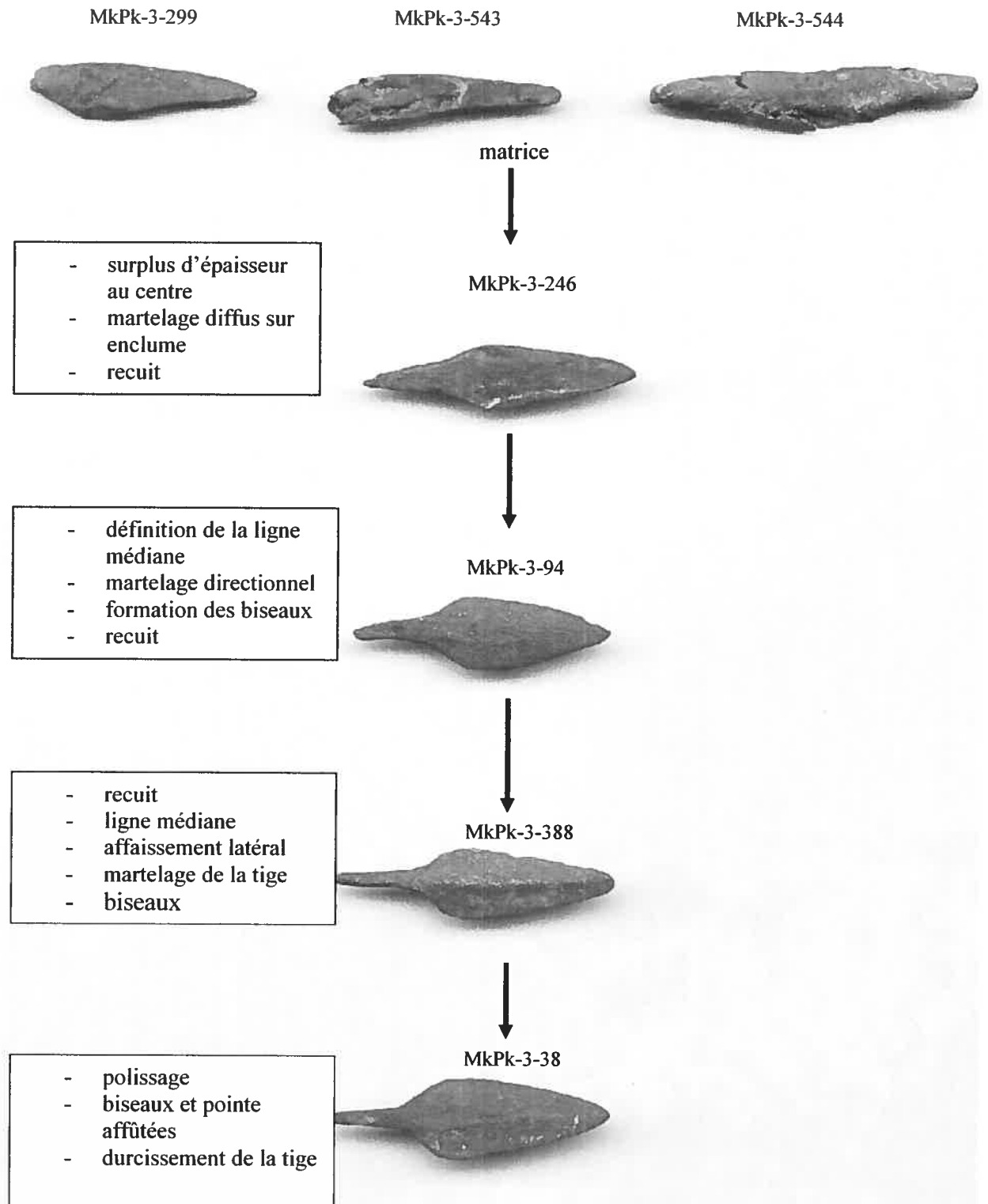
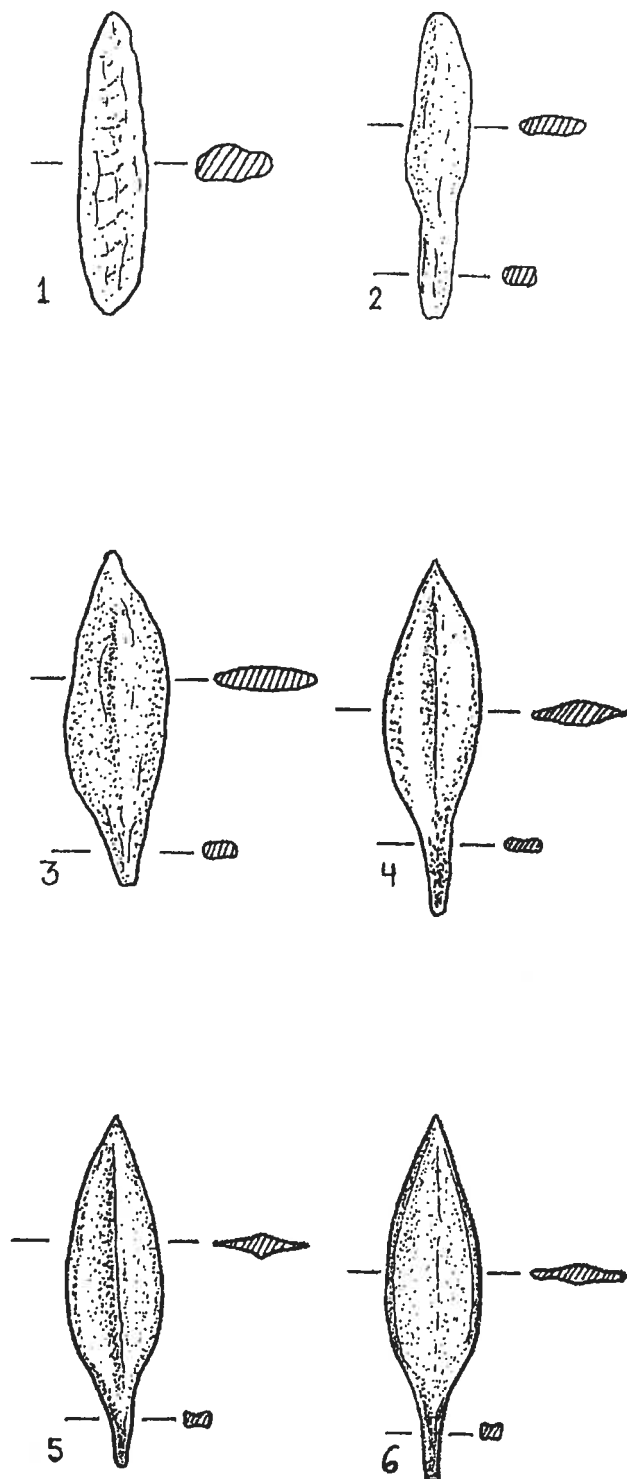


Figure 23 : Dessins explicatifs de la chaîne opératoire



20 mm

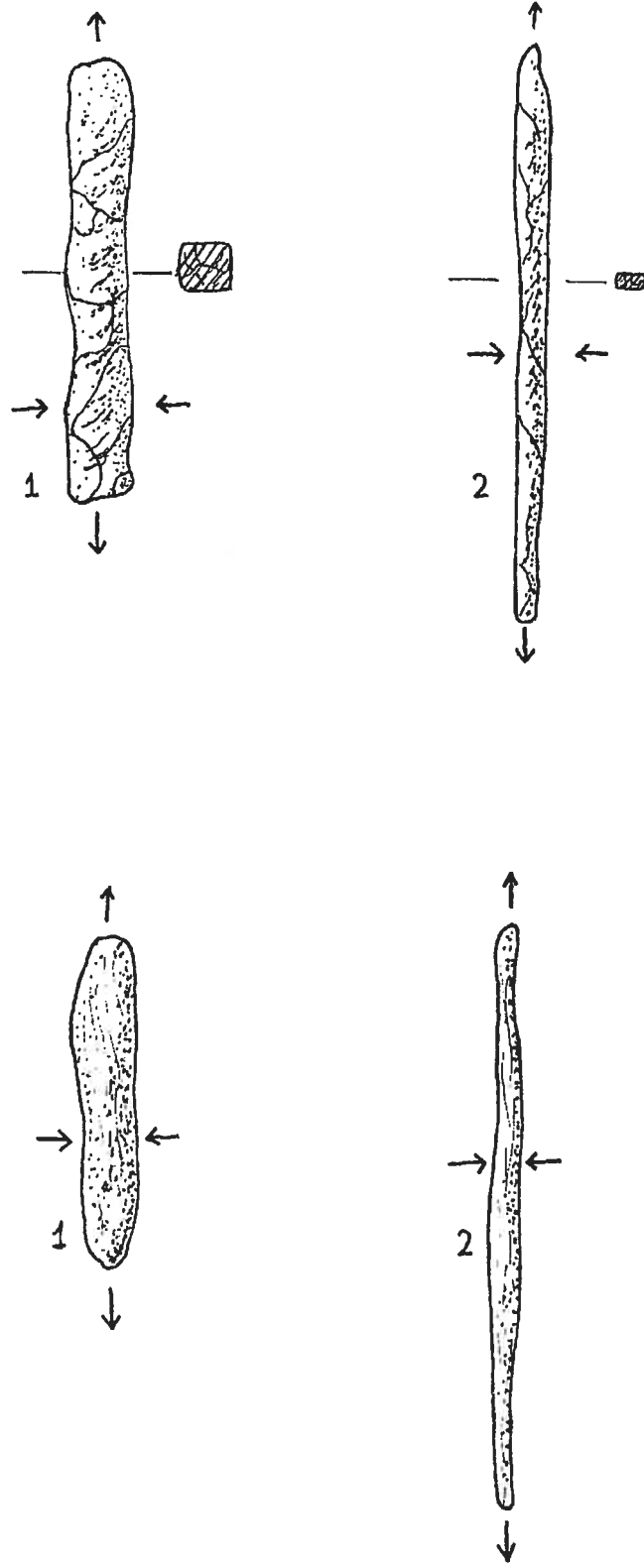
Mise en forme par laminage : La seconde technique étudiée de mise en forme consiste, dans un premier temps, à marteler la matrice sur les quatre faces afin d'obtenir une barre de profil carré ou rectangulaire. La barre primaire est ensuite martelée et/ou compressée par roulement dans une direction pour obtenir une expansion de la matière. Cette technique permet d'atteindre une cohésion maximale du métal. Les hameçons de section carrée, certains burins de sections carrés et les préformes ont été façonnés avec cette méthode.

Figure 24 : Photo, mise en forme par laminage



NkRh-3-581

Figure 25 : Dessin, la mise en forme par laminage



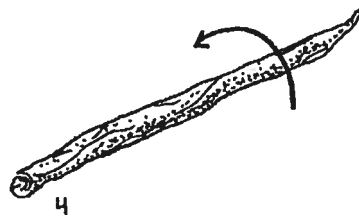
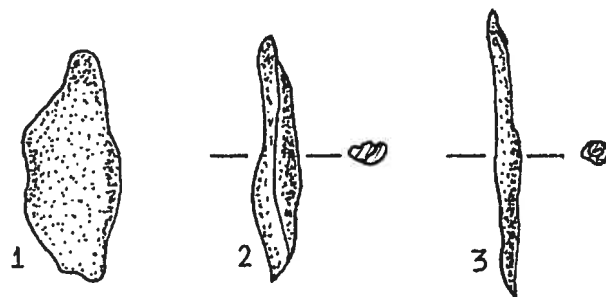
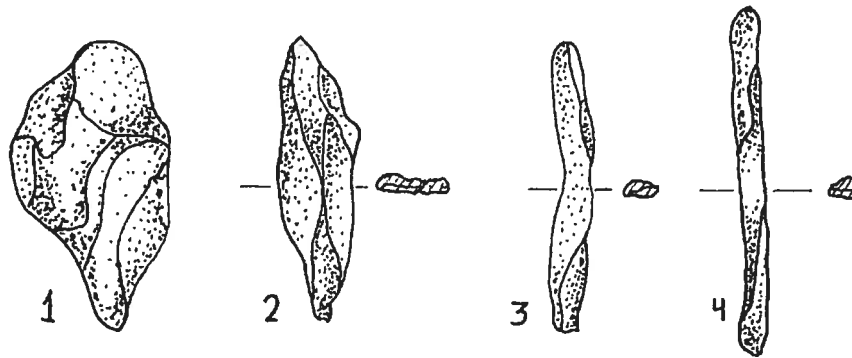
Mise en forme par abattage et roulement : Lors de son étude sur la technologie du cuivre natif préhistorique de l'Arctique de l'ouest, Franklin (Franklin,1981), avait défini ce mode de mise en forme. Celui-ci consiste à replier le métal sur lui-même en le martelant dans le but d'augmenter l'épaisseur de la préforme. On utilise cette méthode en alternant les séquences de recuit et de martelage. On remarque que les artefacts ayant subi ce traitement sont composés de petits morceaux de cuivre amalgamé. Le fait de marteler et de replier le morceau complet provoque une meilleure cohésion du matériau. Finalement, une fois la grandeur du morceau obtenu, il est roulé par compression pour obtenir une pièce de section ronde.

Figure 26 : Photos, mise en forme par abattage et roulement



NaPi-2-28-16

Figure 27 : Dessins, la mise en forme par abattage ou roulement



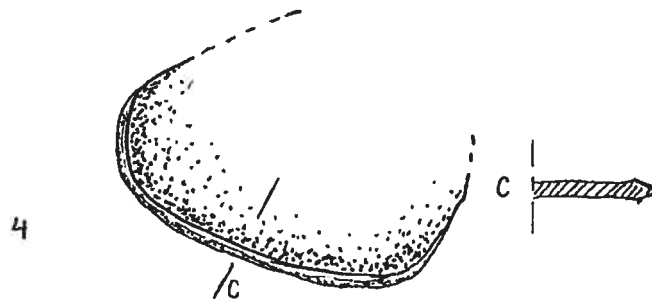
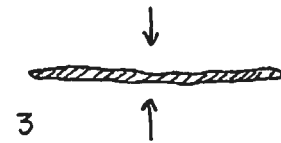
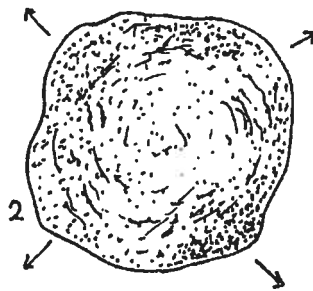
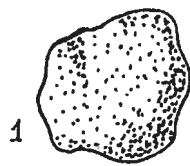
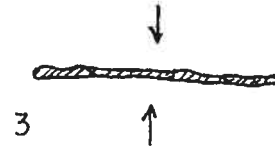
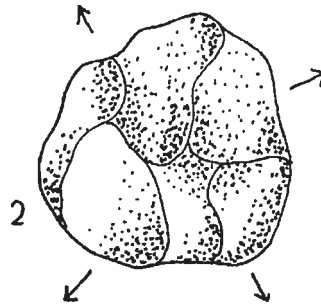
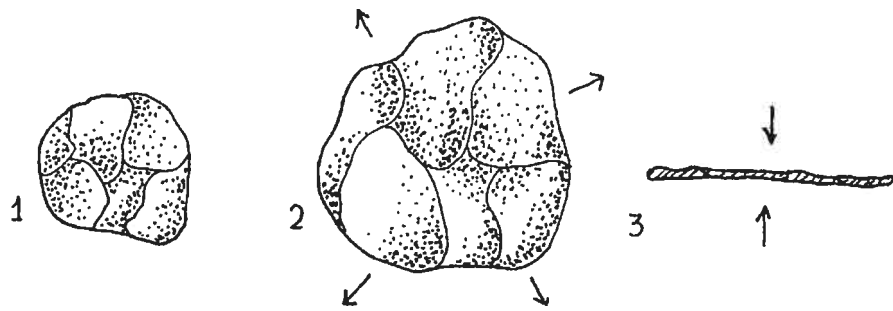
Mise en forme des plaques : Nous avons pu définir lors de l'étude des plaques deux techniques de mise en forme. La première consiste à marteler d'une façon diffuse du centre de la pièce vers l'extérieur un nodule de cuivre. On peut ainsi obtenir une plaque de 0,5 mm d'épaisseur, uniforme et d'une bonne qualité métallurgique. Les séquences entre le recuit et le martelage permettent l'expulsion des inclusions. Trois artefacts du corpus métallique ont été modelés de cette façon : un bracelet (MkPk-3-228), une lame d'ulu (NdPd-1-139) et un burin (MkPk-3-81).

La deuxième méthode est appliquée lors de la fabrication d'objets formés à partir d'un amalgame. Une préforme est construite avec plusieurs petits morceaux de cuivre récupérés ou de petits nodules (amalgame). Une fois la cohésion de l'ensemble obtenue, la préforme est martelée de façon diffuse dans plusieurs directions afin d'obtenir une plaque. Tous les artefacts ayant été traités de cette façon ont des problèmes au niveau de la cohésion de l'assemblage des morceaux de cuivre et de nombreuses inclusions sont présentes dans le corps des plaques. La majorité des ulus, bracelets et couteaux du corpus a été fabriquée avec cette méthode de mise en forme.

Figure 28 : Photos, amalgame et plaques



Figure 29 : Dessins, la mise en forme des plaques.



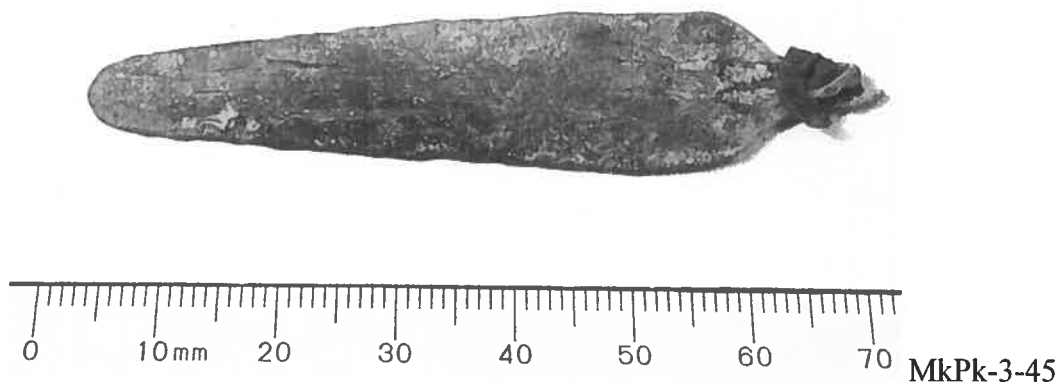
Lors de notre étude, nous avons rencontré trois artefacts dont la mise en forme ne pouvait s'assimiler à aucun grand groupe technologique composant notre corpus. La pointe provenant du site OdPc-2-59 (figure :30) a été formée par martelage bi-directionnel, c'est-à-dire que la mise en forme a débuté avec le martelage d'une matrice. Celle-ci a été martelée en barre de forme losange, puis l'extrémité a été martelée du centre vers les côtés dans le but d'obtenir un amincissement de la matière. On remarque aussi un ajout de matériel métallique lors de la mise en forme. La tige a été martelée afin d'épaissir et durcir le métal, puis plusieurs marques de martelage ont été effectuées sur la base de la tige probablement pour permettre une meilleure cohésion de la pointe dans l'emmanchement.

Figure 30 : Pointe OdPc-2-59



Nous avons déterminé que notre deuxième objet, MkPk-3-45 (figure :31), devait servir de pendentif. La tige de cette pointe a été séparée en deux puis recourbée de chaque côté afin d'obtenir une attache. Celle-ci comporte des marques d'usures relatives à un lien passant entre l'attache. Cette pointe ne présente que quelques traces de martelage et seulement un léger polissage sur les tranchants. Par contre, de nombreuses marques de compression du métal apparaissent parallèlement sur les deux faces de l'objet. Ces marques sont laissées lors d'une compression manuelle effectuée à haute température.

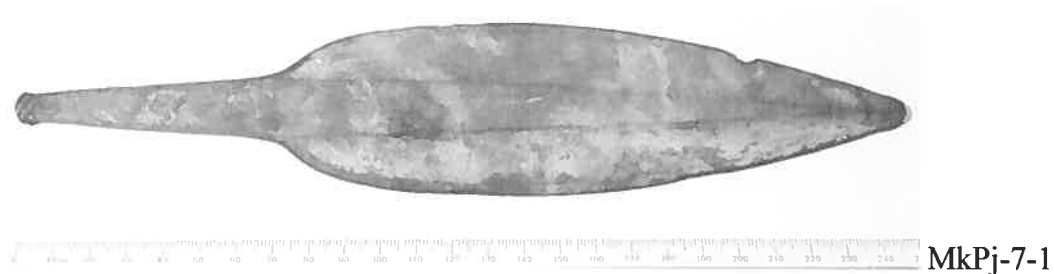
Figure 31 : Pointe MkPk-3-45



La longue pointe ou couteau provenant du site MkPj-7-1 (figure :32), dont nous avons déjà parlé lors de l'étude énergétique, pose plusieurs problèmes relatifs à sa mise en forme. Techniquement cet objet relève d'un niveau de technique métallurgique supérieur à l'ensemble du corpus d'étude. L'axe centrale est régulier et le développement des segments composant les tranchants sont égaux. La composition métallurgique de cette pointe a été vérifiée par une analyse non-destructive de fluorescence aux rayons X par dispersion d'énergie avec un appareil portatif Innov-X à l'Institut canadien de conservation grâce à l'aide du

Dr. Marie-Claude Corbeil. Nous avons obtenue un résultat de 99,6% de cuivre pur.

Figure 32 : Pointe MkPj-7-1



3.3 Les rivets

Les rivets constituent un objet d'étude intéressant par ses formes distinctes, son rôle et son utilisation. On retrouve sept formes importantes de rivets : le rivet à tête conique, le rivet à tête ronde, le rivet à tête bombée, le rivet tubulaire, le rivet aveugle, le rivet étanche et la goupille élastique (Fontannaz, 1980). Les rivets sont employés pour assembler définitivement des ouvrages. Ils ne peuvent être démontés qu'à l'aide d'outils de coupe tels que des burins ou des scies. Les assemblages par rivetage sont résistants. Suivant les besoins, l'assemblage rivé peut présenter, des deux côtés de l'ouvrage, la même forme de tête ou une forme différente. Le processus de rivetage se fait en plusieurs séquences selon le degré voulu de finition.

Nous avons établi lors de cette étude quatre processus de préparation de l'assemblage et trois formes de rivetage utilisées lors de l'assemblage des différentes parties ou lors de la réparation d'objets en stéatite. Pour une meilleure

compréhension, les processus et les formes seront décrits et expliqués à l'aide de dessins. Chaque rivet a été considéré et analysé comme un objet d'étude.

Tableau XVIII : Nombre de rivets par artéfacts

Les rivets

Rivets	Nombre d'artéfacts	% d'artéfacts
Absence de rivet	100	77,5
1 rivet	26	20,2
2 rivets	3	2,3
Total	129	100,0

Figure 33 : Processus de mise en forme des rivets, forme no. 1

Les pièces à assembler ont été préalablement percées avec un foret. Un seul côté du trou a été ébavuré et chanfreiné. Cette forme de préparation est plus rapide et permet une économie de matériel mais peut avoir tendance à bouger lors de l'utilisation.



OdPc-1-228



MkPk-2-9



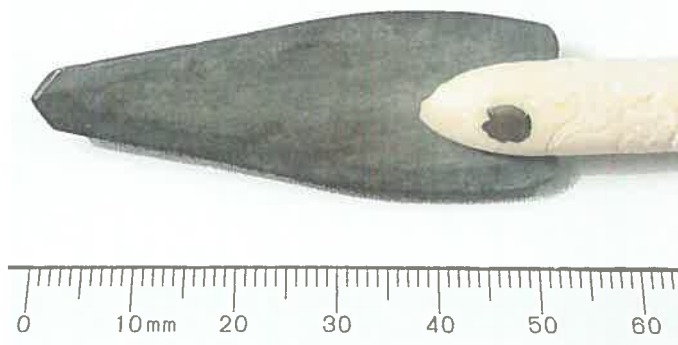
OdPc-5-8

Figure 34 : Processus de mise en forme des rivets, forme no. 2

Les pièces à assembler ont été préalablement percées avec un foret. Les trous sont ébavurés et chanfreinés. Cette méthode optimise la durée du rivetage et permet un assemblage résistant et indémontable. Par contre le rivet employé doit être plus long et de très bonne qualité pour bien répondre lors du martelage.



OdPc-1-521



MkPk-11-1



MkPk-2-1

Figure 35 : Processus de mise en forme des rivets, forme no. 3

Les trous ont été poinçonnés rapidement et ils n'ont été ni ébavurés ni chanfreinés. Des trous déjà présents dans la structure ont été utilisés. Cette méthode a été utilisée lors de réparation rapide ou encore lorsque certaines pièces de l'objet à assembler doivent pouvoir bouger ou se démonter.



OdPc-1-491a



MkPk-3-292



OdPc-1-491b

Tableau XIX : Perçage préparé et utilisation des trous présents dans la structure

Perçage préparé

Perçage préparé	Nombre d'artéfacts	% du corpus métallique
Absence de rivet	96	74,4
Processus no. 1	19	14,7
Processus no. 2	3	2,3
Total	118	91,5
Non valide pour l'étude	11	8,5
Total	129	100,0

Utilisation des trous

Utilisation des trous	Nombre d'artéfacts	% du corpus métallique
Absence de trous	124	96,1
Présence de 1 trou	5	3,9
Total	129	100,0

Une fois le processus d'assemblage terminé une tige de cuivre est insérée dans le trou. Elle est ensuite martelée des deux côtés de sorte que la surface obtenue peut ensuite être nettoyée et polie. Trois principes de rivetage sont présents sur les artéfacts.

Le premier consiste à marteler le rivet de façon à ce qu'il remplisse les cavités laissées par le chanfrein. Les bords du rivet sont ensuite nettoyés pour qu'ils recouvrent juste le pourtour du chanfrein. La tête du rivet est généralement ronde, bombée ou parfaitement aplatie (figure : 36).

La seconde façon est de marteler le rivet en surface de l'assemblage, si bien qu'il peut ensuite être limé à plat et nettoyé. La tête du rivet est plate. Si elle n'est pas nettoyée, elle peut prendre la direction du martelage (figure : 37).

La dernière forme consiste à passer le rivet à travers le trou. Les extrémités du métal sont ensuite recourbées par pliage ou martelage (figure : 38).

Certains artefacts possèdent des rivets qui ont été façonnés de différentes façons selon le côté de l'artéfact.

Tableau XX : Les rivets nettoyés

Les rivets nettoyés

Rivet nettoyé	Nombre d'artéfacts	% du corpus métallique
Absence	118	91,5
Présence de 1	9	7,0
Présence de 2	2	1,6
Total	129	100,0

Figure 36 : Perçage préparé et utilisation des trous

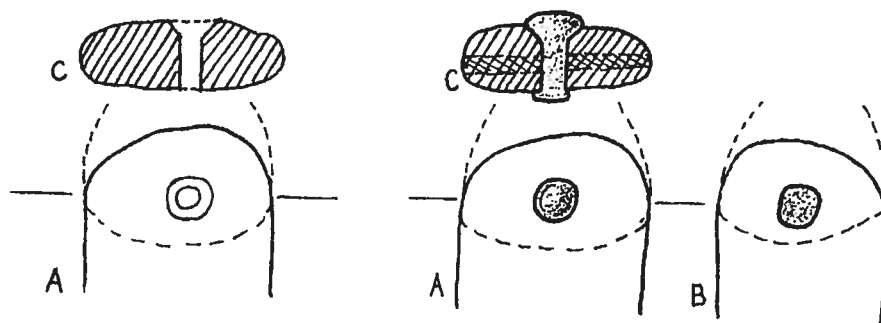


Figure 37 : Les rivets nettoyés

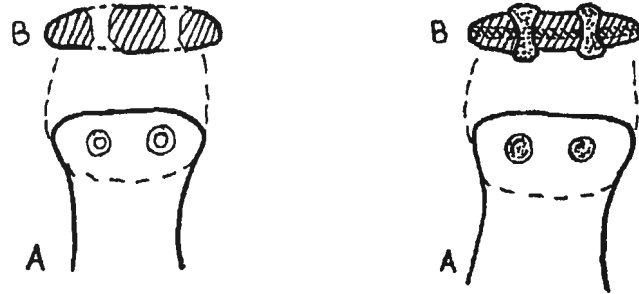
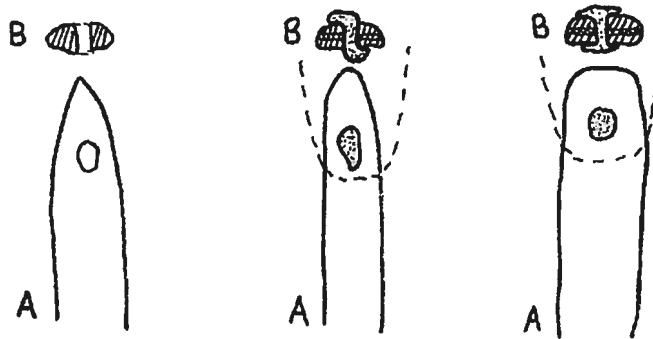


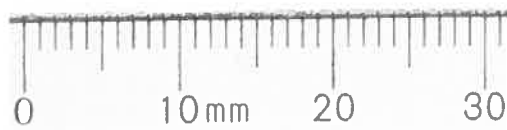
Figure 38 : Les rivets non nettoyés



3.3.1 Les réparations

Lors des analyses, nous avons pu identifier trois artéfacts ayant subi des réparations. Dans les trois cas les réparations ont été effectuées avec des rivets afin de solidifier ou de remplacer une pièce de l'ouvrage ou encore un rivet manquant.

Figure 39 : Photo de réparation effectuée sur des artéfacts



OdPc-491-b

CHAPITRE 4

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

4.1 L'investissement et la production d'objets de cuivre

L'apparition d'une exploitation du cuivre dans l'Arctique est naturellement liée à une région riche en matières premières. Le développement rapide d'une petite production a atteint un niveau technique étonnamment élevé sur le site MkPk-3. Pour comprendre ce niveau technique, trois explications sont possibles. La première serait le fait d'une brusque augmentation de la demande de cuivre. La seconde serait que la technologie élaborée et efficace appliquée dans le travail du cuivre trouve ses origines dans la tradition antérieure acquise grâce à l'exploitation lithique. Enfin, les technologies métallurgiques sont d'ores et déjà acquises par les artisans du groupe lors de contacts extérieurs ou encore par apprentissage des anciens, et la proximité de la matière première permet l'établissement d'une petite production sur MkPk-3.

Le manque de données archéologiques reliées au travail métallurgique et la représentativité déficiente des artefacts métalliques sur les sites étudiés nous empêchent d'établir clairement laquelle des trois conclusions peut être appliquée au développement du travail du cuivre. Cependant nous pouvons essayer de comprendre en appliquant à ces trois options et avec l'exemple du site MkPk-3, le principe d'investissement élaboré par Bourdieu dans son livre théorique sur l'action (Bourdieu, 1994).

L'augmentation de la demande d'objets finis ou non finis (préformes) de cuivre provoquée par les échanges entre groupes Inuits et autochtones valait-elle la peine pour les artisans de s'investir dans la production d'outils de cuivre. Comme nous l'avons vu lors des analyses de l'indice énergétique, le simple fait de développer des principes de métallurgie même s'ils sont primaires exige une organisation matérielle et spatiale importante. Un tel développement est encore plus problématique quand on pense à l'Arctique. Ce milieu physique particulier ne représente pas l'image, selon les sources littéraires et archéologiques d'un paysage géographique apte au développement métallurgique, comme par exemple la région du Limousin en France (Mohen, 1991), de Stara Zagora en Bulgarie d'où provient une collection intéressante d'objets en cuivre natif (Mohen, 1991) ou la région du lac Supérieur et l'île Royale au Canada.

Les données archéologiques pour le site MkPk-3 révèlent, grâce à l'étude des restes fauniques, une occupation estivale du site (McGhee, 1972). Jenness dans son étude sur les Inuits du Cuivre rapporte que ceux-ci occupaient la vallée de la rivière Coppermine pour chasser et pêcher et fabriquer leurs vêtements et leurs outils. Le bois disponible en grandes quantités leur permettait de vaquer à leurs occupations sans se soucier du manque de combustible, ce qui n'est pas le cas lors des longs mois d'hiver sur la banquise. Une partie des trois ou quatre familles demeurait sur le site pendant qu'un petit groupe pénétrait plus loin à l'intérieur des terres pour échanger des biens avec les Amérindiens (Jenness, 1922). Quel intérêt avait les artisans lors de l'occupation du site en été de s'investir dans la production d'objets de cuivre, si l'on songe qu'il leur fallait au minimum 100 kg de bois pour façonner une pointe ou une plaque pour ulu ?

Pour Bourdieu, l'investissement serait dans un premier sens, l'intérêt voire la notion d'accorder à un jeu social, la reconnaissance que celui-ci est important et vaut la peine d'être joué et de s'y engager. Si l'esprit de l'artisan est adapté conformément aux structures du monde dans lequel il s'investit, la question de l'investissement dans une action sociale décidée par le groupe ne se pose même pas. Autrement dit, la question ne se posait pas même si l'investissement physique et matériel fourni lors de la production du cuivre était supérieur aux résultats obtenus. Cet investissement aurait pu être considéré comme important pour l'enjeu social du groupe. On pourrait donc penser que les intérêts sociaux sont des enjeux plus importants que l'investissement énergétique qu'ils nécessitent. Quant à Bourdieu, ce rapport illusoire à un enjeu est le produit d'une complicité ontologique entre les structures mentales et les structures objectives de l'espace social. Les artisans du site MkPk-3 ont peut-être trouvé plus importants, voire plus intéressants socialement, des enjeux qui leur étaient imposés, voire inscrits dans leurs têtes et dans leurs corps, sous la forme de l'intérêt social. Donc même s'il est illusoire de produire des objets de cuivre, les artisans vont investir et s'investir dans cette production pour fins de concurrence. On sait que les Amérindiens Athapascans du Grand lac de l'Ours sont des producteurs de cuivre émérites (Smith, 1979), ont-ils échangé leurs connaissances métallurgiques ou bien encore leurs objets ont-ils servis de patrons aux Inuits du Cuivre. Les Inuits du Cuivre ont-ils fabriqué ces objets dans le but d'échanger avec d'autres groupes Inuits ? Cela expliquerait un investissement énorme et l'acquisition rapide d'un niveau technologique élevé. La production de cuivre leur rapportait autant si ce n'est plus en biens échangés. Il valait donc la peine qu'une partie d'un petit

groupe s'investisse pendant la saison estivale à fabriquer des outils et des préformes en cuivre. Si les Inuits du Cuivre possédaient déjà toutes les technologies reliées au travail métallurgique, l'investissement au niveau énergétique et physique n'en était pas moins énorme. De plus la maîtrise des processus métallurgiques leur aurait permis de produire plus rapidement des outils, d'augmenter leur savoir faire et éventuellement de le diffuser. On aurait pu s'attendre alors à un développement régional ou du moins à un investissement majeur dans la production d'outils de cuivre, ce qui nous aurait permis d'observer une grande représentativité de pièces en cuivre dans les assemblages archéologiques.

Il est très difficile de comprendre avec les données actuelles ce qui a motivé les Inuits du Cuivre du site MkPk-3 à s'investir dans la production du cuivre. Nous pouvons penser que les échanges de biens avec les groupes autochtones Athapascans et Inuits étaient importants socialement. Il était donc possible que l'échange de biens motivait la production de cuivre sur MkPk-3. Dans son livre sur la vie des Eskimos du Cuivre (*The Life of the Copper Eskimos*), Jenness raconte que seuls les Eskimos du Cuivre entretenaient des liens commerciaux avec les Athapaskans. Nous pourrions aussi imaginer que les Inuits du Cuivre aient été le pivot d'un ensemble d'interactions entre les autres groupes Inuits et les Athapaskans. Cependant, nous savons par l'analyse technologique des assemblages métalliques, que cette production n'a pas perduré à travers le temps. On ne retrouve pas sur les artefacts provenant des assemblages plus récents (NkRh-3, NcPf-1 et OdPc-1, 2, 5) la diversité technologique et l'aspect techniquement élaboré des sites MkPk-3 et NaPi-2. On remarque aussi un

manque de finition sur les objets et un manque de préparation lors du rivetage des pièces. Il est donc évident qu'un changement culturel et/ou social, probablement lors des premiers contacts avec les blancs, a motivé l'abandon de la production de cuivre et par le fait même l'oubli des techniques de mises en forme. À l'intérieur du corpus d'étude, la période historique est représentée au point de vue métallurgique par le découpage et le recyclage de matériaux européens puis les objets obtenus sont ensuite assemblés par rivetage et affûtés sommairement. On remarque par exemple, que les traces de polissage, de martelage expansif et de durcissement des tiges laissée par un outillage lithique disparaissent à la période historique.

Il est fort probable que les Inuits du Cuivre ont vu leur mode de vie changer lors de la période de contact et on préféré s'investir socialement et économiquement vers des intérêts liés au commerce de biens avec les Européens.

Figure 40 : Photo d'une partie des artefacts étudiés



4.2 Conclusion

La problématique de ce mémoire reposait sur le fait que les connaissances concernant les technologies employées lors du travail du cuivre natif puis du cuivre européen dans le golf du Couronnement avaient été peu traitées. Nous avons décidé d'aborder le problème en deux phases. La première consistait à analyser avec des techniques utilisées en archéométaballurgie et en génie métallurgique tous les éléments du corpus à l'étude afin d'évaluer le nombre de techniques de mises en forme utilisées et la façon dont celles-ci étaient appliquées lors de la création des objets. Il nous apparaissait important de comprendre et de situer le travail de l'artisan dans cette production et de ce fait même, de saisir l'effet de l'investissement énergétique provoqué par cette production au niveau du groupe. Puis dans une seconde phase, nous avons tenté d'interpréter les résultats des analyses et des calculs métallurgiques avec le concept « d'investissement » Bourdieu. Nous avons consenti dès le départ à ne pas faire de recherche générale ethnologique ou encore historique sur les Inuits et leur mode de vie ou encore sur leurs échanges commerciaux, mais plutôt de nous concentrer sur une étude archéométaballurgique afin de caractériser les technologies employées. Nous voulions que les interprétations découlent surtout des résultats des analyses techniques, afin d'apporter une nouvelle vision du travail du cuivre dans l'Arctique.

Les hypothèses de travail étaient construites en partie sur le fait que la présence de cuivre natif et des outils en alliages métalliques, sur les sites préhistoriques et historiques de l'aire des Inuits du Cuivre, démontrait des problèmes liés à

l'acquisition de la matière et à la technologie utilisée. De plus toute la production d'objets métalliques semblait être associée au seul groupe des Inuits du Cuivre.

La première hypothèse suggérait que les Inuits du Cuivre étaient des artisans polyvalents qui fabriquaient la grande majorité sinon l'ensemble de leurs objets de cuivre et l'outillage nécessaire à leur fabrication. Il était donc plus simple et plus rapide de produire les pièces de cuivre sur le lieu même ou à proximité du lieu d'acquisition de la matière première. Notre seconde hypothèse suggérait que les artisans des petits groupes familiaux devaient réaliser des objets diversifiés tant du point de vue de la qualité et du style que par l'utilisation de l'outillage et faire preuve de compétences diverses dans la réalisation et l'utilisation de cet outillage. La dernière hypothèse découlait des deux premières et supposait qu'à la période de contact avec les Européens, la diffusion rapide du cuivre et des alliages usinés en Europe aurait permis aux Inuits du golf du Couronnement d'améliorer leurs technologies et d'uniformiser leur production d'objets métalliques.

Dans les deux premiers cas, les résultats des différentes analyses archéométallurgiques viennent corroborer nos hypothèses et dans la dernière l'infirmier. Les études métallurgiques combinées aux calculs de génie en mécanique métallurgique nous démontrent l'importance du combustible dans les processus métallurgiques. Nous avons donc supposé que le site MkPk-3 de par son emplacement géographique à la limite de la zone forestière et sa proximité aux gisements de cuivre représentait un site de production. Les analyses ont aussi démontré que les artisans exerçaient un choix préférentiel sur la matière avant la

fabrication de l'objet. Les résultats provenant des indices d'utilisation combinés à l'identification des mises en forme indiquent un rapprochement technologique entre les sites MkPk-3 et NaPi-2.

Malheureusement en ce qui a trait à l'outillage, nous avons pu identifier des traces laissées lors des processus de forgeage, mais nous n'avons aucune donnée archéologique ni d'artéfact pour les sites étudiés nous permettant de recréer l'élaboration d'un outillage du cuivre. Cette étude nous a permis de voir le travail métallurgique comme un ensemble de processus dont le bon fonctionnement dépend de nombreux facteurs tels que le climat, l'obtention du combustible, la qualité de la matière, l'investissement des artisans et les compétences de ceux-ci à réaliser les formes souhaitées.

Cependant, l'étude des artéfacts métalliques provenant des sites historiques a révélé une différence notable de l'état métallurgique par rapport aux artéfacts provenant des sites plus anciens. En effet, les artéfacts de la période historique présentent une déficience en ce qui concerne la cohésion du métal. Les rivets étudiés ont été fabriqués sans préparation et c'est sur ces sites que l'on a retrouvé des pièces réparées. On n'a pu identifier, sauf pour la pointe MkPj-7-1, de patron élaboré de mise en forme. Il est donc fort probable qu'à la période historique, les Inuits du Cuivre aient délaissé la production de cuivre et cessé d'utiliser certains processus métallurgiques. Cette période correspond à des changements culturels importants chez les Inuits du Cuivre dont celui d'abandonner les sites estivaux à l'intérieur des terres pour se concentrer sur ceux situés sur les rives du golf du

Couronnement, ce qui leur a permis d'intensifier les échanges et le commerce avec les Européens et les autres groupes Inuits.

Enfin, ce mémoire a pu faire la démonstration que la métallurgie, même primaire, comportait des risques de déficit de l'investissement des artisans et que les processus de fabrication pouvaient être longs et compliqués. Il nous a été possible d'obtenir des résultats intéressants sans procéder à des analyses destructrices.

Il faut noter que le déséquilibre entre les sites du nombre d'artéfacts métalliques a limité les études comparatives entre les différents types de mise en forme. Néanmoins, il serait maintenant possible, lors d'un projet ultérieur, d'élargir la zone étudiée pour permettre une meilleure représentativité des types d'artéfact et de leur mise en forme.

La suite logique de cette étude serait une nouvelle campagne de fouille sur l'aire du site MkPk-3 afin d'essayer de retrouver des indices liés aux modes d'extraction. Il est évident que la présence d'objets de cuivre, leur nombre et leur type particulièrement restreints, ne sauraient représenter pour les périodes concernées dans ce mémoire, un seul témoignage à des changements importants d'ordre socio économique au sein des communautés préhistoriques et historiques de l'aire des Inuits du Cuivre. Par contre, les processus métallurgiques bien documentés sur le terrain et en laboratoire peuvent constituer un complément d'information important pouvant ajouter à la compréhension et à l'analyse des diffusions de technologie et/ou de la culture matérielle.

BIBLIOGRAPHIE

BALL, T. F. 1986. « Historical evidence and climatic implications of a shift in the boreal forest tundra transition in central Canada, *Climatic Change* » 8: 121-134.

BINFORD, Lewis, R. 1978. *Constructing Frames of Reference: An Analytical Method for Archaeological Theory Building Using Ethnographic and Environmental Data Sets*, University of California press, Berkeley, numéro 10, 491 pages.

BIRKET-SMITH, K. 1929. *The Caribou Eskimos: Material and Social Life and their Cultural Position*, Report of the Fifth Thule Expedition 1921-24, 5(1).

BRYSON, R. A. et W. M. Wendland. 1967, « Tentative climatic patterns for some late glacial and post-glacial episodes in central North America », in, *Life, Land and Water*, W. Mayer-Oakes, Édition de l'University of Manitoba, Dept. of Anthropology, Occasional Paper, 1: 271-298.

BOAS, Franz. 1888. *The Central Eskimo*, Coles Publishing Company limited, Toronto, Canada, Édition 1974, 674 pages.

CASAL, RODRIGUEZ, Anton, A. 1991. *Megalithic culture, and the beginnings of metal working in Central and Southern Portugal*, Collection dirigée par Jean-Pierre Mohen, Découverte du Métal, CNRS, dossier 2, les Éditions Picard, Paris pages 317 à 340.

CHOUINARD, A. 2001. *Archéologie et archéoméallurgie de la forge et de forgerons de l'habitation, Loyola en Guyane*, Cahiers d'archéologie du CELAT, Les presses de l'Université Laval, Québec, 109 pages.

COLLIGNON, Béatrice. 2006. *Knowing Places, The Inuinait, Landscapes, and the Environment*, Canadian, Circumpolar Institut, Circumpolar Research Series, numéro 10.

CRADDOCK, Paul T. 1995. *Early Metal Mining and Production*, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 364 pages.

CUSHING, F. H. 1894. « Primitive Copper working: an experimental study », *American Anthropology*, numéro 7(series anciennes), page 93 à 117.

DICKASON, Olive. Patricia. 1996, *Les premières nations*, Les Éditions du Septentrion, Québec, 508 pages.

FIEDEL, Stuart. J. 1987. *Prehistory of the Americas*, les Presses de l'Université de Cambridge, Cambridge, 400 pages.

FONTANNAZ, M. 1980. *Métallurgie, connaissance des matériaux*, Éditions SPES, Vevey, 104 pages.

FREEMAN, M. 1976. *Inuit Land Use and Occupancy Project*, Vol. 3: Land Use Atlas. Ottawa: Dept. of Indian and Northern Affairs.

FRANKLIN, U. M., BADONE, E., GOTTHARDT, R, YORGA, B. 1981. *An Examination Of Prehistoric Copper, Technology and Copper Sources in Western Arctic and SubArctic North America*, Collection Mercure, numéro 101, Musée canadien des Civilisations, Gatineau, Québec, 158 pages.

FRANKLIN, U. M. 1982. « Folding: A prehistoric way of working native copper in the North American Arctic », *Masca Journal*, numéro 2, page 48 à 52.

GSAF/ SAGEA. 1997. *Cours d'initiation à l'étude de la métallurgie ancienne*, Vereinigung des Archäologisch-technischen Grabungspersonals des Schweiz, Bâle, Suisse, 235 pages.

GIDDINGS, L. J. 1952. *The Arctic Woodland culture of the Kobuk River*, Philadelphia: Museum Monographs, University Museum .

GIDDINGS, L. J. et Anderson, D. 1986. *Beach Ridge Archaeology of Cape Krusenstern*, United States Dept.of Interior , National Park Service, Publications in Archaeology, 20.

GORDON, B. 1970. « Recent archaeological investigations on the arctic Yukon coast, including a description of the British Mountain complex at Trout Lake. In, Early Man and Environments in Northwestern North America », *University of Calgary Archaeological Association*, Edition J. Smith and R. Smith, Calgary, page 67-86.

GORDON, B. 1974. , *Thule culture investigations at Baker Lake*, N.W.T. Canadian Archaeological Association , 6: 218-24.

GORDON, B. 1982. , *Tooth sectioning as an archaeological tool*, Archaeological Survey of Canada, National Museum of Man, Canadian Studies Report 14e.

HICKEY, Clifford, G. 1984. , « An Examination of Processes of Cultural Change among Nineteenth Century Copper Inuit », *Études Inuit*, volume 8, numéro 1, pages 13 à 35.

HODDER, I. 1986. , *Reading the Past*, Presses de l'Université de Cambridge, Cambridge, 285 pages.

HODDER, I. 1982. , *Symbols in Action*, Presses de l'Université de Cambridge, Cambridge, 195 pages.

HOLMES, W.H. « Aboriginal Copper Mines of Isle Royale, Lake Superior », *American Anthropologist* (new series) 3, pp.684-696

JENNESS, D. 1922. *The Life of the Copper Eskimos*, Report of the Canadian Arctic Expedition 1913-18, Vol. 12.

JENNESS, D. 1923. « Origin of the Copper Eskimos and their copper culture », *The Geographical Review*, 13: 540-551.

JENNESS, D., 1946. *Material Culture of the Copper Eskimos*, Report of the Canadian Arctic Expedition 1913-18, Vol. 16.

JOVANOVIC, Borislav. 1991. « La métallurgie énéolithique du cuivre dans les Balkans », *Découverte du Métal*, CNRS, Collection dirigée par Jean-Pierre Mohen, les Éditions Picard, Paris, dossier 2, pages 93 à 100.

KELLY, R.L. 2003. « In Colonization of unfamiliar landscapes: the Archaeology of adaptation », Édition M. Rockman et J. Steele, Routledge, pages 44 à 58.

KENNEDY, Clyde C. 1996. *Preliminary Report on the Morrisson's Island-6 Site*, National Museum of Canada, Bulletin No.106, Anthropological Series No.72, 1966

KUSCH, L. 1979. *Die Fachprüfung und den Metallberufen*, Bibliothèque professionnelle, Éditions Spess, Vevey, 283 pages.

LINNAMA, U. and CLARKE, B. 1976. *Archaeology of Rankin Inlet, N.W.T. The Muskox*, 19: 37-73.

LOOSLI, MERTZ, SCHAFFNER, 1981. *Manuel d'apprentissage du bijoutier-joaillier*, Union de la Bijouterie et de l'Orfèvrerie Suisse, Berne, 165 pages.

LEROI-GOURHAN, A. 1945. *Milieu et technique*, Science d'aujourd'hui, Éditions Albin Michel, Paris, 469 pages.

LEROI-GOURHAN, A. 1943. *L'homme et la matière*, Science d'aujourd'hui, Éditions Albin Michel, Paris, 348 pages.

MACLEOD, I.D. 1991. « Identification of Corrosion Products on Non-ferrous Metal Artifact Recovered from Shipwrecks », *Studies in Conservation*, numéro 36, pages 222 à 234.

MALAURIE, Jean. 1989. *Les derniers rois de Thulé*, Terre Humaine/poche, les Éditions Plon, Paris, 840 pages.

MATHIASSEN, T. 1927. *Archaeology of the Central Eskimo. Report of the Fifth Thule Expedition, 1921-24*, 4.

MATTSSON, E., HOLM, R. 1982. « Atmospheric Corrosion of Copper and Alloys », *Atmospheric Corrosion*, John Wiley & Sons, New-York, pages 365 à 381.

MCCARTNEY, Allen. P. 1991. *Canadian Arctic Trade Metal: Reflections of Prehistoric to Historic Social Networks*, *Metals in Society: Theory Beyond Analysis*, Masca Research Papers, Science and Archaeology, volume 8, partie 2.

MCGHEE, R. 1972. *Copper Eskimo Prehistory*, National Museum of Man, Publications in Archaeology 2.

MCGHEE, R. 1974. *Beluga hunters: an archaeological reconstruction of the history and culture of the Mackenzie Delta Kittegaryumiut*, Memorial University of Newfoundland, Newfoundland Social and Economic Studies, 13.

MCGHEE, R. 1984. « Contact between Native North Americans and the Medieval Norse : A Review of the Evidence », *American Antiquity*, volume 49, numéro 1, pages 4 à 26.

MOHEN, Jean-Pierre. 1991. *Découverte du Métal: textes du colloque d'Archéoméallurgie organisé au Musée des Antiquités nationales*, Picard Éditeur, publié par le C.N.R.S, dossier numéro 2, 447 pages.

MORRISON, David. A. 1979. *A Preliminary Statement on Neo-Eskimo Occupations in Western Coronation Gulf, N.W.T.*, Département d'Anthropologie, Université de Toronto, 25 pages.

MORRISON, David. A. 1983. *Thule culture in western Coronation Gulf, N.W.T.* National Museum of Man, Mercury Series, Archaeological Survey of Canada Paper, 116 pages.

MORRISON, David. A. 1987. « Thule and Historic Copper Use in the Copper Inuit Area », *American Antiquity*, Society for American Archeology, Volume 52, numéro 1, pages 3 à 12.

MORRISON, David. A. 1990. *Iglulualumiut Prehistory: the lost Inuit of Franklin Bay*, Canadian Museum of Civilization, Mercury Series, Archaeological Survey of Canada Paper, 142 pages.

ODESS, Daniel. 1998. « The Archaeology of Interaction: Views from Artifact Style and Material Exchange in Dorset Society », *American Antiquity*, Volume 63, numéro 3, pages 417 à 435.

RICHARDSON, H.W. 1993. « Copper Compounds », *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, John Wiley & Sons, 4^{ième} Édition, volume 7, pages 505 à 520.

SCHLEDERMANN, Peter. 1975. *Thule Eskimo Prehistory of Cumberland Sound, Baffin Island, Canada*, Musée Canadien des Civilisations, Collection Mercure, numéro 38, 297 pages.

SELWYN, Lyndsie. 2004. *Métaux et corrosion: un manuel pour le professionnel de la conservation*, Institut canadien de conservation, Ottawa, 239 pages.

SMITH, J. G. E. 1979. « Indian-Eskimo Relations: Studies in the Inter-Ethnic Relations of small societies », *Édition spéciale de "Arctic Anthropology"*, numéro 16, pages 1 à 195.

SMITH, J. G. E. 1979. « Chipewyan and Inuit in the Central Canadian Arctic », *Arctic Anthropology*, numéro 16 (2), pages 76 à 101.

STEFANSSON, V. 1914. « Prehistoric and present commerce among the Arctic coast Eskimo », *Geological Survey of Canada, Museum Bulletin*, 6: 1-29.

STEWART, Ethel G. 1981. « The Ferocious Enemies of the Ancestors of the Northern Dene in Relation to the Mongols », *Anthropological Journal of Canada*, numéro 19 (1), pages 18 à 23.

STILL, L. 1987. *Where the caribou cross the river: a faunal examination of a late prehistoric Copper Inuit summer hunting camp*, MS on file with the Zoological Identification Centre, National Museum of Natural Sciences, Ottawa.

TAYLOR, W. E. 1972. *An archaeological survey between Cape Parry and Cambridge Bay, N.W.T*, Canada in 1963. National Museum of Man, Mercury Series, Archaeological Survey of Canada Paper, 1.

THIBAUDEAU, Paul. A. 2002. *Use-Wear Anelysis on Cuprous Materials : Method and Theory*, Thèse de Doctorat, Département d'Anthropologie, Université de Toronto, 388 pages.

TURGEON, Laurier. 2003. *Patrimoines métissés, Contextes coloniaux et postcoloniaux*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, Les presses de l'Université Laval, 234 pages.

USHER, P. 1965. *Economic basis and Resource Use of the Coppermine-Holman Region*, Département des Affaires du Nord et des Ressources Naturelles, Ottawa.

WALD, D. 1991 « Détermination de la technique de coulée des pièces de fonderie à l'aide de la simulation numérique », *Découverte du Métal*, Collection dirigée par Jean-Pierre Mohen, les Éditions Picard, Paris, CNRS, dossier 2, pages 179 à 192.

WAYMAN, Micheal. L. 1985. « Native copper: humanity's introduction to metallurgy ? », *Historical Metallurgy Notes*, CIM Bulletin, volume 78, numéro 880, pages 67 à 77.

WAYMAN, Micheal. L. 1987. « On the early use of iron in the Arctic, Part 1-2-3 », *Historical Metallurgy Notes*, CIM Bulletin, Volume 80, numéro 899, pages 147 à 149, numéro 900, pages 64 à 66, numéro 901, pages 88 à 90.

WAYMAN, Micheal. L. 1989. « Determining the Origin and Age Of Metal Artifacts », *MRS Bulletin*, Mars 1989, pages 31 à 35.

WAYMAN, Micheal. L. 1993. « The Early Use of Metal By Native Americans on the NorthWest Coast », *JOM*, juillet 1993, pages 60 à 66.

WAYMAN, Micheal. L. 2000. « Archaeometallurgical contributions to a better understanding of the past », *Elsevier Science Inc*, Materials Characterization, numéro 45, pages 259 à 267.

WAYMAN, M. L., SMITH, R.R., HICKEY, C.G., DUKE, M.J. 1985. « The Analysis of Copper Artifacts of the Copper Inuit », *Journal of Archaeological Science*, numéro 12, pages 367 à 375.

WILLIAMSON, R. G. 1974. *Eskimo Underground- Social Cultural Change in the Canadian Central Arctic*, Uppsala: Almqvist & Wiksell, Occasional Papers series.

WRIGHT, James. V. 2004. *A History of the Native People of Canada*, Musée canadien des Civilisations, Gatineau, numéro 52, 619 pages.

ZEIDLER, James. A. 1977. « Primitive Exchange, prehistoric trade and the problem of a Mesoamerican-South American connection », *Journal of the Anthropological Society*, volume 9, numéro 1, pages 7 à 37.

Cartes:

Carte du Canada et localisation de l'aire des Inuits du Cuivre

Alan D. Macmillan, *Native Peoples and Cultures of Canada*, Vancouver, Douglas & McIntyre, 1988; John Price, *Indians of Canada: Cultural Dynamics*, Scarborough (Ontario), Prentice-Hall, 1979.

Carte des limites forestières de la région des Inuits du Cuivre :

Canada. Ressources naturelles du Canada, L'état des forêts au Canada. Ottawa. Hebert, P.D.N. 2000. Canada's Aquatic Environments. Habitats - Wetlands. Guelph, Ontario: University of Guelph.

ANNEXES

1.1 Base de données Excel

Tableau XXI: données morphométriques

code Borden	n. artefact	long.max.	larg.max.	larg.base.	ép.base	ép.extré.	ép.max.	poids
MkPj-7	MkPj-7-1	252	51	9,5	0,9	0,9	4,9	185
MkPk-11	MkPk-11-1	52,2	18,9	17	1,4	0,55	1,3	23,2
MkPk-2	MkPk-2-1	41,5	21,8	12,5	0,7	0,65	1,85	17,6
MkPk-2	MkPk-2-9	85	4	3,9	4,3	0,85	4,6	15
MkPk-2	MkPk-2-10	50	7	1,4	1	1,5	3,25	4,2
MkPk-3	MkPk-3-X	38,8	4,9	2,9	1	0,8	2,55	2,2
MkPk-3	MkPk-3-296	57	4,7	2,1	0,8	1	5,2	5,6
MkPk-3	MkPk-3-545	31,6	15,5	15,5	0,45	0,5	1,1	1,8
MkPk-3	MkPk-3-388	49	12,3	2,4	1,7	0,6	2,5	3,43
MkPk-3	MkPk-3-38	50	14,4	2,5	1,2	0,45	1,8	3,75
MkPk-3	MkPk-3-94	44,7	12,8	2	1,4	0,6	1,8	3,5
MkPk-3	MkPk-3-162	40	15,75	15,9	1,7	0,9	2,4	5,3
MkPk-3	MkPk-3-103	57,3	6,75	6,35	0,9	0,4	1,55	1,9
MkPk-3	MkPk-3-148	58	8,4	1,5	0,8	0,4	1,45	2
MkPk-3	MkPk-3-384	46,4	8,1	2	1,8	0,8	2	2,3
MkPk-3	MkPk-3-386	51,8	11,5	2	0,7	0,6	1,7	2,2
MkPk-3	MkPk-3-290	58,6	8,5	4,7	1,6	0,5	2,1	4
MkPk-3	MkPk-3-45	67,2	14	4	3	1,1	2,35	7,7
MkPk-3	MkPk-3-246	47	11	1,5	0,8	0,5	2,5	4,8
MkPk-3	MkPk-3-292	28,4	37,9	72,9	0,4	0,5	0,65	3,1
MkPk-3	MkPk-3-228	170	18,2	8,5	0,8	1	1,2	11
MkPk-3	MkPk-3-656	19,1	18,9	18,9	0,4	0,4	0,95	1
MkPk-3	MkPk-3-249	46,9	29	46,9	0,6	0,5	1,45	7,6
MkPk-3	MkPk-3-316	35	49,8	49,8	0,5	0,6	1,1	7,3
MkPk-3	MkPk-3-79	150	3,7	1,55	0,7	0,35	2,3	7,7
MkPk-3	MkPk-3-54	60	2,45	3	3,2	0,4	2,4	3,5
MkPk-3	MkPk-3-32	58	4,4	2,2	2	0,8	4,2	2,9
MkPk-3	MkPk-3-133	70	4,2	0,6	1,2	1,6	5	4,2
MkPk-3	MkPk-3-524	58	2,5	1,5	0,5	0,7	2,8	1,9
MkPk-3	MkPk-3-653	38	2,4	1,5	1,35	0,8	2,3	0,8
MkPk-3	MkPk-3-292	37,8	28,3	37,8	0,4	0,5	0,6	3,1
MkPk-3	MkPk-3-68	47,2	36,9	nd	1,5	0,85	1,4	10,8
MkPk-3	MkPk-3-719	59,4	7,2	3	1	1,2	7	11,3
MkPk-3	MkPk-3-255	44	3,9	2,8	0,15	0,35	0,6	0,5
MkPk-3	MkPk-3-86	82	4,45	4	0,4	0,8	3,9	3,4
MkPk-3	MkPk-3-480	92	5,8	5	1,6	1,1	3,4	6,6
MkPk-3	MkPk-3-160	70	5,1	1,8	1,2	1,2	4,1	5,3
MkPk-3	MkPk-3-92	54	4,5	3	1,5	1,1	4,9	6,1
MkPk-3	MkPk-3-715	68	6,2	1,8	2,5	1,2	4,4	7,8
MkPk-3	MkPk-3-397	46	5,8	5,5	2,2	0,9	3,2	4,2
MkPk-3	MkPk-3-81	28	7,2	1	0,7	1,5	7,2	1,4

code Borden	n. artefact	long.max.	larg.max.	larg.base.	ép.base	ép.extré.	ép.max.	poids
MkPk-3	MkPk-3-435	31,2	6,8	2,1	1,8	1,1	6,8	2
MkPk-3	MkPk-3-224	24,3	5,2	4,5	3	1,4	4,2	2,4
MkPk-3	MkPk-3-714	34,25	6,4	4,2	1	1,2	3,3	3,8
MkPk-3	MkPk-3-300	31,3	3,9	2,9	1,9	1,1	4,5	2,4
MkPk-3	MkPk-3-715	23,2	4,75	2,1	1,6	1,2	2,4	1
MkPk-3	MkPk-3-85	28,6	4,4	2,8	1,2	1	2,2	1,4
MkPk-3	MkPk-3-149	24,6	4,6	2,55	1,6	1,1	2,7	1,4
MkPk-3	MkPk-3-474	39	2,4	1,8	1,6	0,8	2,2	1
MkPk-3	MkPk-3-316	34	4,9	4,2	2,75	1	2,8	1,5
MkPk-3	MkPk-3-202	44	2,3	1	0,8	0,5	1,8	0,9
MkPk-3	MkPk-3-720	35,8	2,5	1,5	0,8	0,7	2,2	0,9
MkPk-3	MkPk-3-203	30	2,5	2	1	1,1	2,2	0,6
MkPk-3	MkPk-3-513	42	4,8	1,8	1,2	0,8	3,5	2,7
MkPk-3	MkPk-3-654	33,5	3,5	2	2,7	2	3	1,7
MkPk-3	MkPk-3-385	22	3	3	1,2	2,7	2,6	1,1
MkPk-3	MkPk-3-393	23,9	3,1	1,2	1,2	1,9	2,2	0,6
MkPk-3	MkPk-3-371	23,5	3,5	3,5	1,6	1,3	2,2	1,1
MkPk-3	MkPk-3-134	33	3,2	3,2	1	0,8	1,5	0,7
MkPk-3	MkPk-3-69	31,9	3	2	1,5	1,3	2,6	1,3
MkPk-3	MkPk-3-161	34	3	2	1,4	1,2	2	0,8
MkPk-3	MkPk-3-546	15,5	1,8	1,2	1,3	1,2	1,6	0,2
MkPk-3	MkPk-3-716	17	2	1,7	1,5	1	2,1	0,3
MkPk-3	MkPk-3-135	21,2	4,4	3,5	2	2,1	2,2	0,8
MkPk-3	MkPk-3-544	29	6,1	2,9	2,3	2,9	4,1	3,4
MkPk-3	MkPk-3-223	33,5	4,2	2	1	1,5	3	1,8
MkPk-3	MkPk-3-436	24	2,8	1,4	1,2	1	2,5	0,45
NaPi-2	NcPf-12-2-11	41,4	24,9	24,9	1,1	1,1	1,6	4,8
NaPi-2	NaPi-2-61-3	88	39	85	0,65	1	1	21,2
NaPi-2	NaPi-2-55-2	100	35	100	0,8	1,25	1,75	77,7
NaPi-2	NaPi-2-48-12	46,7	26,3	26,8	1,1	1,4	1,7	8,3
NaPi-2	NaPi-2-61-25	37	22,5	22,5	1,1	0,95	1,1	3,8
NaPi-2	NaPi-2-34-1	26,6	20,15	20,15	0,9	1	1,2	8,4
NaPi-2	NaPi-2-50-3	51,55	27,6	27,6	2,25	1,8	2,25	26,7
NaPi-2	NaPi-2-45-9	57	22,7	22,2	1,7	1,25	1,65	13,9
NaPi-2	NaPi-2-33-1	60	16,3	2,5	1,2	0,5	1,35	5,44
NaPi-2	NaPi-2-16-9	64	14,5	3,5	0,4	0,5	2	4,93
NaPi-2	NaPi-2-8-11	144	23	4,6	0,8	0,8	3,5	32,9
NaPi-2	NaPi-2-34-7	55,2	17	3	2,2	0,4	2,4	6,2
NaPi-2	NaPi-2-17-4a	89	22,5	6,3	0,6	2	4,8	29,4
NaPi-2	NaPi-2-8-1	75,5	6,6	5,4	1,7	2,5	2,5	8,1
NaPi-2	NaPi-2-8-19	124	12,9	8	0,9	1,4	1,8	13,1
NaPi-2	NaPi-2-17-7	162	7,1	5	0,7	2,1	1,7	9,4
NaPi-2	NaPi-2-45-2	70	51	51	0,5	1,8	1,6	20,2
NaPi-2	NaPi-2-40-6	52,2	32	3,5	1,2	0,8	1,5	7,6
NaPi-2	NaPi-2-12-4	19	14,5	12,5	0,5	0,5	1,2	1,6
NaPi-2	NaPi-2-8-15	30	13,9	23,5	0,5	0,2	2	1,9
NaPi-2	NaPi-2-7-5	22,5	23,5	17	2	2,2	3,5	5,4

code Borden	n. artefact	long.max.	larg.max.	larg.base.	ép.base	ép.extré.	ép.max.	poids
NaPi-2	NaPi-2-41-10	46	3,8	3	2,8	0,5	3,5	3
NaPi-2	NaPi-2-27-5	66	4,9	1,5	2,4	1	3,8	5,8
NaPi-2	NaPi-2-42-6	44	4	3,2	1,5	0,8	3,8	2,6
NaPi-2	NaPi-2-61-28	91	10	2,8	0,85	1,2	3	12,4
NaPi-2	naPi-2-45-8	46,2	8,8	8,7	0,6	0,9	2,9	3,6
NaPi-2	NaPi-2-28-16	97,7	22	9,5	1,5	0,7	2	17,3
NcPf-1	NcPf-1-18	77	34,8	34,8	0,7	0,65	1,2	14,4
NcPf-12	NcPf-12-2-13	35,2	4,5	2,8	2,8	0,9	3,6	3
NdPd-1	NdPc/d-1-141	65	12,2	9	4,3	4,9	5,9	28,7
NdPd-1	NdPd-1-103	74	28	74	0,75	1,3	1,45	33,9
NdPd-1	NdPd-1-101	78	15	78	0,5	1	1,75	37,2
NdPd-1	NdPd-1-139	47,9	30,07	45	0,6	0,5	1,15	4,3
NdPd-1	NdPd-1-137	77	36,2	76,5	0,75	1,1	1,15	12,9
NdPd-1	NdPd-1-139	32,3	19	18	1,3	0,7	1,65	4,5
NdPd-1	NdPd-1-86	36,8	21	16	0,95	0,55	1,05	10,4
NdPd-1	NdPd-1-114	32	16,5	16,5	0,95	1,1	1,75	15,9
NdPd-1	NdPd-1-112	54,8	13	nv	0,9	0,35	2,2	30,3
NdPd-1	NdPd-1-113	23	4,1	4	3,8	0,8	4	nd
NdPd-1	NdPd-1-140	54,2	5,9	5,4	4	3	4,9	10,4
NdPd-2	NdPd-2-208	65,6	47,4	50	0,6	1,1	1,6	18,9
NdPd-2	NdPd-2-193	69	4,2	3,8	1,2	1,1	1,3	2,6
NkRh-3	NkRh-3-669	32,5	22,5	22,5	0,7	0,4	1,2	3,1
NkRh-3	NkRh-3-98	100	17	17	0,75	0,7	1,4	11,3
NkRh-3	NkRh-3-579	29,5	18	6,6	1	3	3,4	6,4
NkRh-3	NkRh-3-580	130,3	8,1	7	2,1	3,7	6,5	42,1
NkRh-3	NkRh-3-581	80	6	2,9	0,6	0,8	3,9	7,9
OdPc-1	OdPc-1-524	62,5	4,3	2,1	1,5	2	2,7	3,1
OdPc-1	OdPc-1-521	32,2	14,9	32,2	0,6	1,2	0,8	5,1
OdPc-1	OdPc-1-228	16,5	8,5	nd	nd	nd	5,5	nd
OdPc-1	OdPc-1-4916	54,2	8,6	6,4	5	2,6	5,4	11,5
OdPc-1	OdPc-1-320	69	15,2	8	6,1	0,3	10,5	62,5
OdPc-1	OdPc-1-299	55,3	26,5	22	6,7	3	7,1	58
OdPc-2	OdPc-2-3858	48,9	26,3	26,3	1,2	1	1,7	7,2
OdPc-2	OdPc-2-58	43	16,7	2,8	2,4	0,5	2,8	6,08
OdPc-2	OdPc-2-59	40	13,9	5	2	0,7	2,6	21
OdPc-5	OdPc-5-8	11	6,5	nd	nd	nd	nd	nd
OdPc-5	Odpc-5-12	70	6,9	4	2,1	4,7	7,5	17,6
OdPp-2	OdPp-2-4511	23,9	5,5	4,5	4,1	0,9	4,2	11,6
OdPp-2	OdPp-2-4512	84	7,9	7,9	0,8	0,95	1,15	4,3

Tableau XXII: données morphologiques, mise en forme

code Borden	n. artefact	mart.dif	mart.dir.	découpage	polissage	affûtage	recuit	perc.obl.	perc.per.	biseaux
MkPj-7	MkPj-7-1	2	2	0	2	2	1	2	2	2
MkPk-11	MkPk-11-1	2	2	1	2	2	0	2	2	2
MkPk-2	MkPk-2-1	2	2	nv	2	2	0	2	2	2
MkPk-2	MkPk-2-9	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-2	MkPk-2-10	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-X	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-296	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-545	3	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-388	3	2	0	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-38	3	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-94	3	2	0	2	2	1	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-162	3	2	0	2	2	0	2	2	1
MkPk-3	MkPk-3-103	3	2	0	2	1	0	2	2	1
MkPk-3	MkPk-3-148	3	2	0	2	1	0	2	2	1
MkPk-3	MkPk-3-384	3	2	0	2	1	0	2	2	1
MkPk-3	MkPk-3-386	2	2	0	2	1	0	2	2	1
MkPk-3	MkPk-3-290	3	2	0	2	1	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-45	3	2	0	2	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-246	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-292	2	3	nv	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-228	1	1	nv	nv	0	0	nv	nv	0
MkPk-3	MkPk-3-656	3	2	1	2	2	nv	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-249	2	2	1	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-316	2	2	1	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-79	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-54	1	3	nv	nv	nv	0	nv	nv	nv
MkPk-3	MkPk-3-32	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-133	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-524	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-653	2	2	0	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-292	2	2	1	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-68	2	3	1	2	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-719	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-255	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-86	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-480	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-160	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-92	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-715	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-397	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-81	2	2	0	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-109	2	2	0	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-435	2	2	0	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-224	2	2	0	2	2	0	2	2	0

code Borden	n. artefact	mart.dif	mart.dir.	découpage	polissage	affûtage	recuit	perc.obl.	perc.per.	biseaux
MkPk-3	MkPk-3-714	2	2	0	2	2	0	2	2	2
MkPk-3	MkPk-3-300	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-474	2	2	0	nv	nv	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-316	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-202	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-720	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-203	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-513	2	2	0	2	2	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-654	2	2	0	2	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-385	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-393	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-371	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-134	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-69	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-161	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-546	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-716	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-135	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-544	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-223	2	2	0	0	0	0	2	2	0
MkPk-3	MkPk-3-436	2	2	0	0	0	0	2	2	0
NaPi-2	NcPf-12-2-11	1	1	nv	nv	nv	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-61-3	2	3	1	2	2	0	2	2	2
NaPi-2	NaPi-2-55-2	2	3	1	2	2	0	2	2	2
NaPi-2	NaPi-2-48-12	1	1	1	2	2	0	2	nv	2
NaPi-2	NaPi-2-61-25	1	1	1	nv	nv	0	2	2	nv
NaPi-2	NaPi-2-34-1	1	1	nv	2	2	0	2	2	2
NaPi-2	NaPi-2-50-3	2	2	1	2	2	0	2	2	2
NaPi-2	NaPi-2-45-9	1	1	1	2	2	0	2		2
NaPi-2	NaPi-2-33-1	3	2	0	2	2	1	2	2	2
NaPi-2	NaPi-2-16-9	3	2	0	2	2	0	2	2	0
NaPi-2	NaPi-2-8-11	3	2	0	2	2	0	2	2	2
NaPi-2	NaPi-2-34-7	3	2	0	2	1	0	2	2	1
NaPi-2	NaPi-2-17-4a	2	2	0	2	2	0	2	2	2
NaPi-2	NaPi-2-8-1	2	2	2	2	0	0	2	2	0
NaPi-2	NaPi-2-8-19	2	2	2	2	0	0	2	2	0
NaPi-2	NaPi-2-17-7	2	2	2	2	0	0	2	2	0
NaPi-2	NaPi-2-45-2	2	2	1	nv	nv	nv	2	2	nv
NaPi-2	NaPi-2-40-6	2	3	0	2	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-12-4	2	2	0	2	0	0	2	2	1
NaPi-2	NaPi-2-8-15	2	2	0	2	1	0	2	2	1
NaPi-2	NaPi-2-7-5	1	2	0	nv	nv	0	2	0	0
NaPi-2	NaPi-2-21-13	2	2	0	2	0	0	2	2	0
NaPi-2	NaPi-2-41-10	2	2	0	2	2	0	2	2	0
NaPi-2	NaPi-2-27-5	2	2	0	2	2	0	2	2	0
NaPi-2	NaPi-2-42-6	2	2	0	nv	nv	0	2	2	0
NaPi-2	NaPi-2-61-28	2	2	0	2	0	0	2	2	0

code Borden	n. artefact	mart.dif	mart.dir.	découpage	polissage	affûtage	recuit	perc.obl.	perc.per.	biseaux
NaPi-2	NaPi-2-28-16	3	2	0	2	1	0	2	2	1
NcPf-1	NcPf-1-18	2	3	1	2	2	0	2	2	2
NcPf-12	NcPf-12-2-13	2	2	0	2	2	0	2	2	0
NdPd-1	NdPd-1-141	2	2	0	0	0	0	2	2	0
NdPd-1	NdPd-1-103	2	3	1	2	2	0	2	2	2
NdPd-1	NdPd-1-101	2	3	1	2	2	0	2	2	2
NdPd-1	NdPd-1-139	2	3	1	2	2	0	2	2	2
NdPd-1	NdPd-1-137	2	3	1	2	2	0	2	2	2
NdPd-1	NdPd-1-139	2	3	0	2	2	0	2	2	0
NdPd-1	NdPd-1-86	2	1	1	2	2	0	2	2	nv
NdPd-1	NdPd-1-114	2	2	0	2	2	0	2	2	2
NdPd-1	NdPd-1-112	2	3	0	2	2	0	2	2	0
NdPd-1	NdPd-1-113	2	2	0	2	2	0	2	2	0
NdPd-1	NdPd-1-140	2	2	0	2	0	0	2	2	0
NdPd-2	NdPd-2-208	2	3	1	2	2	0	2	2	2
NdPd-2	NdPd-2-193	2	3	0	nv	0	0	0	2	0
NkRh-3	NkRh-3-669	2	1	1	2	2	0	2	2	2
NkRh-3	NkRh-3-98	3	2	0	2	1	0	2	2	1
NkRh-3	NkRh-3-579	1	1	nv	nv	nv	0	nv	nv	nv
NkRh-3	NkRh-3-580	2	2	0	2	0	0	2	2	0
NkRh-3	NkRh-3-581	2	2	0	2	2	0	2	2	0
OdPc-1	OdPc-1-524	3	2	0	nv	nv	0	2	2	0
OdPc-1	OdPc-1-521	1	1	nv	nv	0	nv	nv	nv	nv
OdPc-1	OdPc-1-228	1	1	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv
OdPc-1	OdPc-1-4916	2	2	0	0	0	0	2	2	0
OdPc-1	OdPc-1-320	2	2	0	0	0	0	2	2	0
OdPc-1	OdPc-1-299	2	3	0	0	0	1	0	2	0
OdPc-2	OdPc-2-3858	2	3	1	2	2	0	2	2	2
OdPc-2	OdPc-2-58	2	2	0	2	2	0	2	2	2
OdPc-2	OdPc-2-59	2	2	0	2	0	0	2	2	0
OdPc-5	OdPc-5-8	1	1	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv
OdPc-5	Odpc-5-12	2	3	0	0	0	0	0	2	0
OdPp-2	OdPp-2-4511	3	2	0	2	2	0	2	2	2
OdPp-2	OdPp-2-4512	2	2	2	2	0	0	2	2	0

nv : artefact non valide pour l'étude

1 = présence de 1 état

2 = présence de 2 états

3 = présence de 3 états

Tableau XXIII: données morphologiques, états métallurgiques

code Borden	n. artefact	stress	état mét.	type	cui./all.	amal./matr.
MkPj-7	MkPj-7-1	2	1	5	1	2
MkPk-11	MkPk-11-1	2	1	4	1	2
MkPk-2	MkPk-2-1	2	1	4	1	2
MkPk-2	MkPk-2-9	2	1	9	1	2
MkPk-2	MkPk-2-10	2	3	10	2	2
MkPk-3	MkPk-3-X	2	2	11	1	2
MkPk-3	MkPk-3-296	2	1	10	2	2
MkPk-3	MkPk-3-545	2	2	3	2	2
MkPk-3	MkPk-3-388	2	1	5	2	2
MkPk-3	MkPk-3-38	2	1	5	2	2
MkPk-3	MkPk-3-94	2	1	5	2	2
MkPk-3	MkPk-3-162	2	3	3	2	1
MkPk-3	MkPk-3-103	2	2	3	2	2
MkPk-3	MkPk-3-148	2	1	3	2	2
MkPk-3	MkPk-3-384	2	1	3	2	2
MkPk-3	MkPk-3-386	2	1	3	2	2
MkPk-3	MkPk-3-290	2	1	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-45	2	2	5	2	2
MkPk-3	MkPk-3-246	2	1	5	2	2
MkPk-3	MkPk-3-292	2	3	1	1	2
MkPk-3	MkPk-3-228	2	3	7	2	1
MkPk-3	MkPk-3-656	2	2	1	2	1
MkPk-3	MkPk-3-249	2	2	2	2	1
MkPk-3	MkPk-3-316	2	3	2	2	1
MkPk-3	MkPk-3-79	2	1	9	1	2
MkPk-3	MkPk-3-54	nv	3	9	2	2
MkPk-3	MkPk-3-32	2	2	9	2	1
MkPk-3	MkPk-3-133	2	2	9	2	1
MkPk-3	MkPk-3-524	2	3	9	2	1
MkPk-3	MkPk-3-653	2	2	9	2	1
MkPk-3	MkPk-3-292	2	2	2	1	1
MkPk-3	MkPk-3-68	2	3	12	1	1
MkPk-3	MkPk-3-719	2	2	6	2	1
MkPk-3	MkPk-3-255	2	2	11	1	2
MkPk-3	MkPk-3-86	0	1	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-480	2	3	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-160	2	1	10	2	2
MkPk-3	MkPk-3-92	2	2	10	2	2
MkPk-3	MkPk-3-715	2	1	10	2	2
MkPk-3	MkPk-3-397	2	3	10	2	2
MkPk-3	MkPk-3-81	0	3	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-109	0	1	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-435	0	2	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-224	2	1	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-714	2	1	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-300	2	1	13	2	2

code Borden	n. artefact	stress	état mét.	type	cui./all.	amal./matr.
MkPk-3	MkPk-3-715	0	2	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-85	0	2	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-149	0	2	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-203	0	1	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-513	2	1	6	2	2
MkPk-3	MkPk-3-654	2	2	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-385	2	1	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-393	2	1	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-371	2	1	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-134	2	2	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-69	2	2	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-161	2	3	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-546	2	2	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-716	2	2	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-135	2	2	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-544	2	1	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-223	2	2	8	2	2
MkPk-3	MkPk-3-436	2	2	8	2	2
NaPi-2	NcPf-12-2-11	2	3	4	1	nv
NaPi-2	NaPi-2-61-3	2	2	1	1	1
NaPi-2	NaPi-2-55-2	2	2	1	1	1
NaPi-2	NaPi-2-48-12	2	3	4	1	nv
NaPi-2	NaPi-2-61-25	2	3	4	1	nv
NaPi-2	NaPi-2-34-1	2	2	4	1	nv
NaPi-2	NaPi-2-50-3	2	1	4	2	2
NaPi-2	NaPi-2-45-9	2	2	4	1	2
NaPi-2	NaPi-2-33-1	2	1	5	2	2
NaPi-2	NaPi-2-16-9	2	1	5	2	2
NaPi-2	NaPi-2-8-11	2	1	5	2	2
NaPi-2	NaPi-2-34-7	2	3	3	1	1
NaPi-2	NaPi-2-17-4a	2	1	5	2	2
NaPi-2	NaPi-2-8-1	2	2	7	2	1
NaPi-2	NaPi-2-8-19	2	2	7	2	1
NaPi-2	NaPi-2-17-7	2	2	7	2	1
NaPi-2	NaPi-2-45-2	2	3	2	1	1
NaPi-2	NaPi-2-40-6	2	3	12	1	1
NaPi-2	NaPi-2-12-4	2	3	12	2	2
NaPi-2	NaPi-2-8-15	2	3	12	2	2
NaPi-2	NaPi-2-7-5	2	3	12	2	1
NaPi-2	NaPi-2-21-13	2	1	9	2	1
NaPi-2	NaPi-2-41-10	2	2	13	2	2
NaPi-2	NaPi-2-27-5	2	1	10	2	2
NaPi-2	NaPi-2-42-6	2	3	10	2	2
NaPi-2	NaPi-2-61-28	2	3	6	1	1
NaPi-2	naPi-2-45-8	2	1	6	2	2
NaPi-2	NaPi-2-28-16	2	3	3	1	1
NcPf-1	NcPf-1-18	2	2	2	1	1

code Borden	n. artefact	stress	état métal.	type	cui./all.	amal./matr.
NcPf-12	NcPf-12-2-13	2	2	6	2	2
NdPd-1	NdPd-1-141	2	2	11	1	2
NdPd-1	NdPd-1-103	2	2	1	1	1
NdPd-1	NdPd-1-86	2	2	4	1	2
NdPd-1	NdPd-1-114	2	1	4	1	1
NdPd-1	NdPd-1-112	2	2	3	1	2
NdPd-1	NdPd-1-113	2	1	13	2	2
NdPd-1	NdPd-1-140	2	1	6	2	2
NdPd-2	NdPd-2-208	2	3	2	1	nv
NdPd-2	NdPd-2-193	2	3	11	1	2
NkRh-3	NkRh-3-669	2	2	4	1	2
NkRh-3	NkRh-3-98	2	2	3	1	1
NkRh-3	NkRh-3-579	2	3	12	1	1
NkRh-3	NkRh-3-580	2	1	6	1	1
NkRh-3	NkRh-3-581	2	3	10	2	2
OdPc-1	OdPc-1-524	2	3	6	1	2
OdPc-1	OdPc-1-521	nv	3	1	1	2
OdPc-1	OdPc-1-228	nv	1	8	2	2
OdPc-1	OdPc-1-4916	0	3	10	1	1
OdPc-1	OdPc-1-320	2	2	11	1	2
OdPc-1	OdPc-1-299	2	2	14	1	2
OdPc-2	OdPc-2-3858	2	3	4	1	1
OdPc-2	OdPc-2-58	2	1	5	2	2
OdPc-2	OdPc-2-59	2	1	6	2	2
OdPc-5	OdPc-5-8	nv	1	8	2	2
OdPc-5	Odpc-5-12	2	1	14	1	1
OdPp-2	OdPp-2-4511	2	2	6	2	2
OdPp-2	OdPp-2-4512	2	2	7	2	1

Stress : nv = non valide 0 = aucun stress 2 = présence de stress

État métallurgique : 1 = excellent 2 = moyen 3 = faible

Type : voir la liste des type (page suivante)

Cuivre/ alliage : 1= cuivre natif 2 = alliage

Amalgame/ Matrice : 1 = Amalgame 2 = Matrice

Liste des types :

- 1 ulu
- 2 lame de ulu
- 3 couteau
- 4 tête de harpon
- 5 pointe
- 6 burin
- 7 bracelet
- 8 rivet
- 9 hameçon
- 10 éperon
- 11 préforme
- 12 fragments d'outil
- 13 perçoir
- 14 barre

Tableau XXIV: données morphologiques, utilisation

code Borden	n. artefact	perç.pré.	trou uti./att.	rivets	rivets net.	usure	réparation
MkPj-7	MkPj-7-1	0	0	0	0	2	0
MkPk-11	MkPk-11-1	1	0	1	1	2	0
MkPk-2	MkPk-2-1	1	0	1	1	2	0
MkPk-2	MkPk-2-9	0	0	0	0	0	0
MkPk-2	MkPk-2-10	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-X	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-296	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-545	1	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-388	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-38	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-94	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-162	0	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-103	0	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-148	0	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-384	0	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-386	0	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-290	0	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-45	0	1	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-246	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-292	1	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-228	0	0	0	0	nv	0
MkPk-3	MkPk-3-656	1	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-249	0	1	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-316	1	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-79	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-54	0	0	0	0	nv	0
MkPk-3	MkPk-3-32	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-133	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-524	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-653	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-292	1	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-68	0	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-719	0	0	0	0	1	0
MkPk-3	MkPk-3-255	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-86	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-480	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-160	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-92	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-715	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-397	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-81	0	0	0	0	0	0

code Borden	n. artefact	perç. pré	trou uti./att.	rivets	rivets net.	usure	réparation
MkPk-3	MkPk-3-714	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-300	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-715	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-85	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-149	0	0	0	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-474	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-316	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-202	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-720	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-203	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-513	0	0	0	0	2	0
MkPk-3	MkPk-3-654	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-385	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-393	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-371	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-134	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-69	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-161	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-546	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-716	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-135	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-544	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-223	0	0	1	0	0	0
MkPk-3	MkPk-3-436	0	0	1	0	0	0
NaPi-2	NePf-12-2-11	1	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-61-3	0	0	0	0	1	0
NaPi-2	NaPi-2-55-2	0	0	0	0	1	0
NaPi-2	NaPi-2-48-12	1	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-61-25	1	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-34-1	1	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-50-3	2	0	2	2	2	1
NaPi-2	NaPi-2-45-9	1	0	1	1	2	0
NaPi-2	NaPi-2-33-1	0	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-16-9	0	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-8-11	0	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-34-7	0	0	0	0	1	0
NaPi-2	NaPi-2-17-4a	0	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-8-1	0	0	0	0	1	0
NaPi-2	NaPi-2-8-19	0	0	0	0	0	0
NaPi-2	NaPi-2-17-7	0	0	0	0	0	0
NaPi-2	NaPi-2-45-2	0	0	0	0	1	0
NaPi-2	NaPi-2-40-6	1	1	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-12-4	1	0	0	0	1	0
NaPi-2	NaPi-2-8-15	0	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-7-5	1	1	0	0	2	0

code Borden	n. artefact	perç.pré	trou uti./att.	rivets	Rivets.net.	Usure	réparation
NaPi-2	NaPi-2-41-10	0	0	0	0	1	0
NaPi-2	NaPi-2-61-28	0	0	0	0	2	0
NaPi-2	naPi-2-45-8	0	0	0	0	2	0
NaPi-2	NaPi-2-28-16	0	0	0	0	1	0
NcPf-1	NcPf-1-18	0	0	0	0	1	0
NcPf-12	NcPf-12-2-13	0	0	0	0	2	0
NdPd-1	NdPd-1-141	0	0	0	0	0	0
NdPd-1	NdPd-1-103	0	0	0	0	1	0
NdPd-1	NdPd-1-101	0	0	0	0	1	0
NdPd-1	NdPd-1-139	0	0	0	0	1	0
NdPd-1	NdPd-1-137	0	0	0	0	1	0
NdPd-1	NdPd-1-139	0	0	0	0	2	0
NdPd-1	NdPd-1-86	1	0	1	1	2	0
NdPd-1	NdPd-1-114	1	0	1	1	2	1
NdPd-1	NdPd-1-112	2	0	2	1	1	1
NdPd-1	NdPd-1-113	0	0	0	0	1	0
NdPd-1	NdPd-1-140	0	0	0	0	2	0
NdPd-2	NdPd-2-208	0	0	0	0	1	0
NdPd-2	NdPd-2-193	0	0	0	0	0	0
NkRh-3	NkRh-3-669	0	0	0	0	2	0
NkRh-3	NkRh-3-98	0	0	0	0	1	0
NkRh-3	NkRh-3-579	0	1	0	0	2	0
NkRh-3	NkRh-3-580	0	0	0	0	2	0
NkRh-3	NkRh-3-581	0	0	0	0	2	0
OdPc-1	OdPc-1-524	0	0	0	0	2	0
OdPc-1	OdPc-1-521	2	0	2	2	2	0
OdPc-1	OdPc-1-228	1	0	1	1	nv	0
OdPc-1	OdPc-1-4916	0	0	0	0	0	0
OdPc-1	OdPc-1-320	0	0	0	0	0	0
OdPc-1	OdPc-1-299	0	0	0	0	0	0
OdPc-2	OdPc-2-3858	0	0	0	0	2	0
OdPc-2	OdPc-2-58	0	0	0	0	2	0
OdPc-2	OdPc-2-59	0	0	0	0	1	0
OdPc-5	OdPc-5-8	1	0	1	1	nv	0
OdPc-5	Odpc-5-12	0	0	0	0	0	0
OdPp-2	OdPp-2-4511	0	0	0	0	2	0
OdPp-2	OdPp-2-4512	0	0	0	0	1	0

nv : artefact non valide pour l'étude

0 = aucune présence

1 = présence de 1 état

2 = présence de 2 états

Tableau XXV: données morphologiques, indices métallurgiques

code Borden	n. artefact	ind. Énergétique en joules	ind.d'utilisation	Catégorie d'utilisation	Ligne mise en forme
MkPj-7	MkPj-7-1	49802,92	0,69	1	1
MkPk-11	MkPk-11-1	nv	nv	4	0
MkPk-2	MkPk-2-1	nv	nv	4	0
MkPk-2	MkPk-2-9	nv	nv	4	0
MkPk-2	MkPk-2-10	1130,66	0,83	1	0
MkPk-3	MkPk-3-X	592,25	0,86	1	0
MkPk-3	MkPk-3-296	1507,54	0,47	1	0
MkPk-3	MkPk-3-545	484,56	2,72	3	0
MkPk-3	MkPk-3-388	923,37	1,75	2	1
MkPk-3	MkPk-3-38	1009,51	1,92	2	1
MkPk-3	MkPk-3-94	942,21	1,6	2	1
MkPk-3	MkPk-3-162	1426,78	1,18	1	0
MkPk-3	MkPk-3-103	511,48	1,8	2	1
MkPk-3	MkPk-3-148	538,41	2,4	2	1
MkPk-3	MkPk-3-384	619,17	1,61	2	1
MkPk-3	MkPk-3-386	619,17	2,7	3	1
MkPk-3	MkPk-3-290	1076,82	1,24	1	0
MkPk-3	MkPk-3-45	2072,87	1,22	1	1
MkPk-3	MkPk-3-246	1292,18	1,07	1	1
MkPk-3	MkPk-3-292	nv	nv	4	0
MkPk-3	MkPk-3-228	2961,25	2,81	3	0
MkPk-3	MkPk-3-656	269,2	3,5	3	0
MkPk-3	MkPk-3-249	2045,95	1,7	2	0
MkPk-3	MkPk-3-316	1965,19	2,38	2	0
MkPk-3	MkPk-3-79	2072,87	0,72	1	0
MkPk-3	MkPk-3-54	nv	nv	4	0
MkPk-3	MkPk-3-32	780,94	0,88	1	0
MkPk-3	MkPk-3-133	1130,66	0,7	1	0
MkPk-3	MkPk-3-524	511,48	0,76	1	0
MkPk-3	MkPk-3-653	215,36	1,14	1	0
MkPk-3	MkPk-3-292	834,53	3,34	3	0
MkPk-3	MkPk-3-68	nv	1,6	2	0
MkPk-3	MkPk-3-719	3042,01	0,37	1	0
MkPk-3	MkPk-3-255	134,6	3,4	3	0
MkPk-3	MkPk-3-86	915,29	1,07	1	0
MkPk-3	MkPk-3-480	1776,75	0,8	1	0
MkPk-3	MkPk-3-160	1426,78	0,67	1	0
MkPk-3	MkPk-3-92	1642,15	0,39	1	0
MkPk-3	MkPk-3-715	2099,79	0,54	1	0
MkPk-3	MkPk-3-397	1130,66	0,63	1	0
MkPk-3	MkPk-3-81	376,88	1,44	2	0
MkPk-3	MkPk-3-109	753,77	0,46	1	0
MkPk-3	MkPk-3-435	538,41	1,06	1	0

code Borden	n. artefact	ind. Énergétique en joules	ind.d'utilisation	Catégorie d'utilisation	Ligne mise en forme
MkPk-3	MkPk-3-714	1022,97	0,66	1	0
MkPk-3	MkPk-3-300	646,09	0,5	1	0
MkPk-3	MkPk-3-715	269,2	1,1	1	0
MkPk-3	MkPk-3-85	376,88	0,89	1	0
MkPk-3	MkPk-3-149	376,88	0,8	1	0
MkPk-3	MkPk-3-474	269,2	0,93	1	0
MkPk-3	MkPk-3-316	403,8	1,11	1	0
MkPk-3	MkPk-3-202	242,28	1,12	1	0
MkPk-3	MkPk-3-720	242,28	0,99	2	0
MkPk-3	MkPk-3-203	161,52	1,25	1	0
MkPk-3	MkPk-3-513	726,85	0,74	1	0
MkPk-3	MkPk-3-654	457,64	0,68	1	0
MkPk-3	MkPk-3-385	296,12	0,6	1	0
MkPk-3	MkPk-3-393	161,52	1,23	1	0
MkPk-3	MkPk-3-371	296,12	0,74	1	0
MkPk-3	MkPk-3-134	188,44	1,5	2	0
MkPk-3	MkPk-3-69	349,96	0,73	1	0
MkPk-3	MkPk-3-161	215,36	1,27	1	0
MkPk-3	MkPk-3-546	53,84	1,39	2	0
MkPk-3	MkPk-3-716	80,76	1,13	1	0
MkPk-3	MkPk-3-135	215,36	1,16	1	0
MkPk-3	MkPk-3-544	915,29	0,52	1	0
MkPk-3	MkPk-3-223	484,56	0,78	1	0
MkPk-3	MkPk-3-436	121,14	1,49	2	0
NaPi-2	NcPf-12-2-11	1292,18	2,5	2	0
NaPi-2	NaPi-2-61-3	nv	nv	4	0
NaPi-2	NaPi-2-55-2	nv	nv	4	0
NaPi-2	NaPi-2-48-12	2234,4	1,47	2	0
NaPi-2	NaPi-2-61-25	1022,97	2,19	2	0
NaPi-2	NaPi-2-34-1	nv	nv	4	0
NaPi-2	NaPi-2-50-3	nv	nv	4	0
NaPi-2	NaPi-2-45-9	nv	nv	4	0
NaPi-2	NaPi-2-33-1	1464,47	1,79	2	1
NaPi-2	NaPi-2-16-9	1327,18	1,88	2	0
NaPi-2	NaPi-2-8-11	8854,15	1	1	1
NaPi-2	NaPi-2-34-7	1669,07	1,51	2	0
NaPi-2	NaPi-2-17-4a	7906,55	0,68	1	1
NaPi-2	NaPi-2-8-1	2180,56	0,61	1	0
NaPi-2	NaPi-2-8-19	3526,58	1,22	1	0
NaPi-2	NaPi-2-17-7	2530,52	1,2	1	0
NaPi-2	NaPi-2-45-2	5437,94	1,76	2	0
NaPi-2	NaPi-2-40-6	nv	2,19	2	0
NaPi-2	NaPi-2-12-4	nv	1,72	2	1
NaPi-2	NaPi-2-8-15	nv	2,19	2	1
NaPi-2	NaPi-2-7-5	nv	0,97	1	0

code Borden	n. artefact	ind. Énergétique en joules	ind.d'utilisation	Catégorie d'utilisation	Ligne mise en forme
NaPi-2	NaPi-2-41-10	807,61	0,58	1	0
NaPi-2	NaPi-2-27-5	1561,38	0,55	1	0
NaPi-2	NaPi-2-42-6	705,27	0,67	2	0
NaPi-2	NaPi-2-61-28	3338,14	0,73	2	0
NaPi-2	naPi-2-45-8	969,13	1,12	1	0
NaPi-2	NaPi-2-28-16	4657,24	1,24	1	0
NcPf-1	NcPf-1-18	3875,55	1,8	2	0
NcPf-12	NcPf-12-2-13	807,61	0,52	1	0
NdPd-1	NdPd-1-141	7726,18	0,27	1	0
NdPd-1	NdPd-1-103	nv	nv	4	0
NdPd-1	NdPd-1-101	nv	nv	4	0
NdPd-1	NdPd-1-139	1157,58	3,3	3	0
NdPd-1	NdPd-1-137	3472,74	2,1	2	0
NdPd-1	NdPd-1-139	1211,42	1,35	2	0
NdPd-1	NdPd-1-86	nv	nv	4	0
NdPd-1	NdPd-1-114	nv	nv	4	0
NdPd-1	NdPd-1-112	nv	nv	4	0
NdPd-1	NdPd-1-113	nv	nv	4	0
NdPd-1	NdPd-1-140	2799,73	0,46	1	0
NdPd-2	NdPd-2-208	5087,97	1,6	2	0
NdPd-2	NdPd-2-193	699,93	1,1	1	0
NkRh-3	NkRh-3-669	834,53	2,3	2	0
NkRh-3	NkRh-3-98	3042,01	1,5	2	0
NkRh-3	NkRh-3-579	nv	0,8	1	0
NkRh-3	NkRh-3-580	11333,53	0,25	1	0
NkRh-3	NkRh-3-581	2126,71	0,6	1	0
OdPc-1	OdPc-1-524	834,53	0,8	1	0
OdPc-1	OdPc-1-521	nv	nv	4	0
OdPc-1	OdPc-1-228	nv	nv	4	0
OdPc-1	OdPc-1-4916	3095,85	0,4	1	0
OdPc-1	OdPc-1-320	16825,31	0,16	1	0
OdPc-1	OdPc-1-299	nv	0,24	1	0
OdPc-2	OdPc-2-3858	1938,27	1,78	2	0
OdPc-2	OdPc-2-58	1636,76	1,18	1	1
OdPc-2	OdPc-2-59	nv	nv	4	0
OdPc-5	OdPc-5-8	nv	nv	4	0
OdPc-5	Odpc-5-12	nv	0,27	1	0
OdPp-2	OdPp-2-4511	nv	nv	4	0
OdPp-2	OdPp-2-4512	1157,58	1,54	2	0

Catégorie d'utilisation : 1 = basse utilisation, 2 = moyenne utilisation, 3 = haute utilisation

Ligne de mise en forme : 0 = aucune ligne, 1 = présence de 1 ligne de mise en forme

nv : non valide pour l'analyse

Tableau XXVI : Nombre de types d'artéfacts par site archéologiques

sites	MkPj-7	MkPk-11	MkPk-2	MkPk-3	NaPi-2	NcPf-1	NcPf-12
nombres	0	0	0	2	2	0	0
% du type d'artéfact	0	0	0	28,57	28,57	0	0
% dans le site	0	0	0	3,17	7,14	0	0
nombres	0	0	0	3	1	1	0
% du type d'artéfact	0	0	0	37,5	12,5	12,5	0
% dans le site	0	0	0	4,76	3,57	100	0
nombres	0	0	0	6	2	0	0
% du type d'artéfact	0	0	0	60	20	0	0
% dans le site	0	0	0	9,52	7,14	0	0
nombres	0	1	1	0	6	0	0
% du type d'artéfact	0	7,69	7,69	0	46,15	0	0
% dans le site	0	100	33,33	0	21,42	0	0
nombres	1	0	0	5	4	0	0
% du type d'artéfact	9,09	0	0	45,45	36,36	0	0
% dans le site	100	0	0	7,93	14,28	0	0
nombres	0	0	0	13	2	0	1
% du type d'artéfact	0	0	0	61,9	9,52	0	4,76
% dans le site	0	0	0	20,63	7,14	0	100
nombres	0	0	0	1	3	0	0
% du type d'artéfact	0	0	0	20	60	0	0
% dans le site	0	0	0	1,58	10,7	0	0
nombres	0	0	0	18	0	0	0
% du type d'artéfact	0	0	0	90	0	0	0
% dans le site	0	0	0	28,67	0	0	0
nombres	0	0	1	6	1	0	0
% du type d'artéfact	0	0	12,5	75	12,5	0	0
% dans le site	0	0	33,33	9,52	3,57	0	0
nombres	0	0	1	5	2	0	0
% du type d'artéfact	0	0	10	50	20	0	0
% dans le site	0	0	33,33	7,93	7,14	0	0
nombres	0	0	0	2	0	0	0
% du type d'artéfact	0	0	0	40	0	0	0
% dans le site	0	0	0	3,17	0	0	0

sites	MkPj-7	MkPk-11	MkPk-2	MkPk-3	NaPi-2	NcPf-1	NcPf-12
nombres	0	0	0	1	4	0	0
% du type d'artéfact	0	0	0	16,66	66,66	0	0
% dans le site	0	0	0	1,58	14,28	0	0
nombres	0	0	0	1	1	0	0
% du type d'artéfact	0	0	0	33,33	33,33	0	0
% dans le site	0	0	0	1,58	3,57	0	0
nombres	0	0	0	0	0	0	0

sites	NdPd-1	NdPd-2	NkRh-3	OdPc-1	OdPc-2	OdPc-5
nombres	2	0	0	1	0	0
% du type d'artéfact	28,57	0	0	14,28	0	0
% dans le site	18,18	0	0	16,66	0	0
nombres	2	1	0	0	0	0
% du type d'artéfact	25	12,5	0	0	0	0
% dans le site	18,18	50	0	0	0	0
nombres	1	0	1	0	0	0
% du type d'artéfact	10	0	10	0	0	0
% dans le site	9,09	0	20	0	0	0
nombres	3	0	1	0	1	0
% du type d'artéfact	23,07	0	7,69	0	7,69	0
% dans le site	27,27	0	20	0	33,33	0
nombres	0	0	0	0	1	0
% du type d'artéfact	0	0	0	0	9,09	0
% dans le site	0	0	0	0	33,33	0
nombres	0	1	1	1	1	0
% du type d'artéfact	0	4,76	4,76	4,76	4,76	0
% dans le site	0	50	20	16,66	33,33	0
nombres	0	0	0	0	0	0
% du type d'artéfact	0	0	0	0	0	0
% dans le site	0	0	0	0	0	0
nombres	0	0	0	1	0	1
% du type d'artéfact	0	0	0	5	0	5
% dans le site	0	0	0	16,66	0	50

ANNEXE 2

2.1 Tableau XXVII: liste des échantillons

Cuivre
et
Alliages

composés	Cuivre	Étain	Mercur e	Anti- moine	Zinc	Plomb	Nickel	Argent	Or	Arse nic	Indium	manga nèse
	Cu	Sn	Hg	Sb	Zn	Pb	Ni	Ag	Au	As	In	Mn
cuivre	99%	x	x	x		x		x	x	x	x	
Alliage laiton	58%				39%	3%						
Alliage laiton	60%				40%							
Alliage laiton	63%				37%							
Alliage laiton	55,5%				43%							1,5%
Alliage Maillechorts	62%				20%		18%					
Alliage bronze	95%	5%										
Alliage bronze	90%	10%										
Alliage Cupro-nickel	80%						17%					3,0%

ANNEXE 3

3.1 Fiches d'analyses radiographiques (CD)

3.2 Fiche d'analyse des artefacts (CD)

3.3 Photographies des artefacts (CD)

