



# RAPPORT FINAL

NOM DU PROJET :  
« Métaux et minéraux inconnus dans les  
momies préhispaniques de la région  
d'Ica »

DATE DE DÉBUT DU PROJET : 2022

DURÉE:  
Un an

PERSONNEL D'EXÉCUTION :

- Dr. Ing. Toribio Pando, Pedro Angel
- Dr. Ing. Rosales Huamani, Jimmy Aurelio
- Dr. Ing. Landauro Abanto, Alberto
- Dr. Ing. Valverde Espinoza, Santiago Gualberto
- MSC. Ing. Mauricio Perez, Felix
- MSC. Lic. Ily Marilu Maza Mejia
- MSC. Guerrero Villalba, Juan Carlos
- Dr. Cremer, Sabine
- Sullca Quispe, Kevin Josue
- Leon Colqui, Yelwins Anthony

JUILLET, 2023

## 1 RÉSUMÉ

Les momies tridactyles de Nasca ont suscité l'incertitude dans le monde scientifique depuis 2016. Bien qu'il soit peu probable que les corps soient falsifiés, du moins selon les connaissances scientifiques actuelles, les nombreux implants métalliques restent déroutants. Sa composition finale est inconnue en détail. Seule leur analyse peut prouver sans aucun doute quels métaux étaient utilisés dans l'Antiquité et comment. De plus, les dépôts rocheux peuvent fournir des informations sur la mesure dans laquelle certains minéraux et métaux ont probablement été utilisés dans la région. D'éventuels composés chimiques au-delà de cela devraient également faire l'objet d'une analyse scientifique approfondie avant que des pseudo-scientifiques ou des ufologues ne fassent rapport sur le sujet et ridiculisent la question.

Dans le présent rapport de recherche, on a tenté de présenter des preuves ou des indications concernant la nature des momies à trois doigts (tridactyles) de Nasca, ce qui pourrait ensuite servir à prouver leur véracité ou, au contraire, si les objets sont une nouvelle qualité de contrefaçons de momies réalisées avec une technique inconnue à ce jour.

### Graphique 1.

*Radiographie de la momie de Josefina, partie abdominale avec œufs, partie droite de l'implant pectoral*

*Tiré de Alien Project (GAIA).*





## 2 INTRODUCTION

### 2.1 Les momies tridactyles

Deux types ou espèces de momies tridactyles sont connus à ce jour :

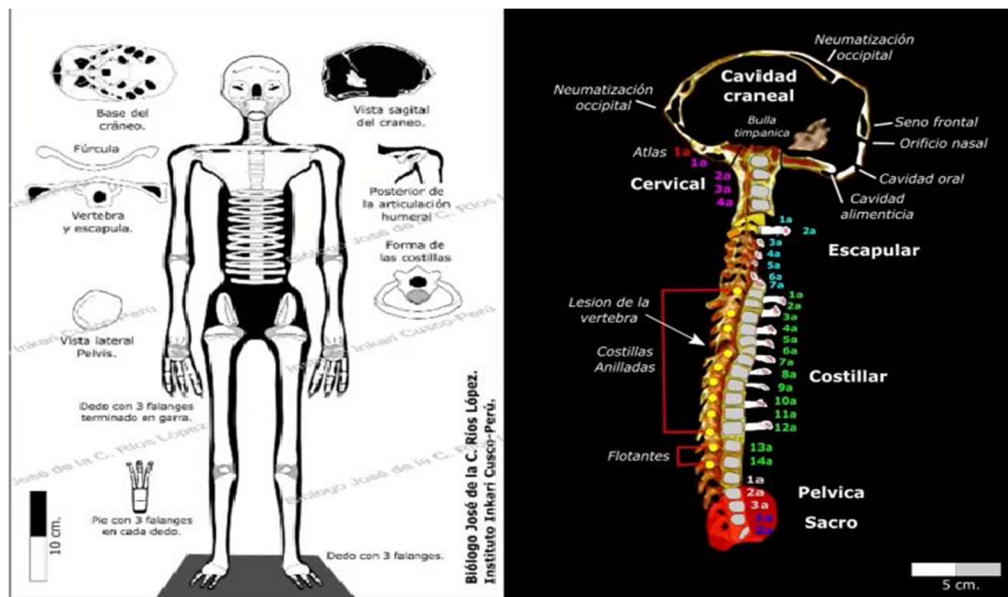
- 1) Les petites momies d'environ 60 cm nommées « Albert », « Victoria » et « Luisa » qui se trouvent actuellement à l'Université San Luis Gonzaga d'Ica, et auparavant il y avait une momie appelée « Josefina » de la même taille qui, après certaines études menées par des institutions et des organisations, a été revendiquée par son découvreur. Son emplacement actuel n'est pas connu.

Les caractéristiques de ces momies sont, entre autres : un crâne allongé contenant un cerveau desséché, un conduit auditif sans pavillon, un seul os à la fois dans l'avant-bras et la patte avant, des côtes presque circulaires, l'atlas carré au lieu de circulaires, des os creux comme les oiseaux, ils ne partagent qu'environ 30% de l'ADN avec l'homo sapiens. L'anatomie coïncide avec celle d'un être humain en présence des parties principales d'un squelette humain, mais avec de grandes différences dans sa structure telles que le nombre de vertèbres, le type d'os, il n'a pas deux clavicules mais une seule furcula comme chez les oiseaux, les parties du genou s'emboîtent presque comme des engrenages, et il y a la présence d'un ou plusieurs implants dans chacune des momies, etc. Les implants chez les momies considérées comme féminines sont les plus grands et les plus complexes, comme le montrent les rayons X et la tomographie.

## Graphique 2.

A gauche : *détails des petits tridactyles*, à droite : *détails du crâne et des vertèbres des tridactyles de 60 cm*

Source : Dr. J. de la Cruz Ríos López (Mexique)



- 2) L'autre spécimen est la momie « Maria » de 168 cm avec des caractéristiques humaines et d'autres caractéristiques inconnues. Elle est considérée comme un hybride. Sans entrer dans les détails, seules quelques caractéristiques de cette momie sont mentionnées, telles que (selon le professeur Galetskii, Université de Saint-Petersbourg) : crâne allongé ; un seul os dans l'avant-bras et la patte avant ; colonne vertébrale égale à celle que l'on trouve dans un corps humain, la seule différence se trouve dans l'absence de vertèbre n°7 ; il n'y a pas de coccyx dedans ; dans la partie lombaire, il y a une anomalie qui est probablement un mélanome ; dans la taille, il y a deux objets durs non identifiés, ce ne sont ni du métal ni des os ; dans la partie des membres, il y a des plaies qui présentent une forme comme si elles avaient été causées par les longues griffes d'un animal tel qu'un puma ; il y a des restes fécaux, les soi-disant coprolithes dans la partie digestive ; dans les doigts il n'y a pas de muscles qui relient les phalanges et chaque doigt a

quatre phalanges ; le talon présente une forme différente qui n'aurait pas permis à l'ensemble de la plante du pied d'être en contact avec la surface de la terre, au contraire, en marchant, il ne reposait que sur le talon et les orteils. Sinon, l'anatomie de Maria coïncide avec celle de d'un être humain. Aucun implant n'a été trouvé.

### Graphique 3.

*CT de la momie Maria*

Source : *Alien Project (GAIA)*



### Graphique 4.

*Radiographie de la momie Maria*

Source : Alien Project (GAIA)





## 2.2 Objectif, but et approche

Le sous-continent sud-américain et le Pérou en particulier sont fortement influencés par la recherche étrangère. En particulier, les connaissances traditionnelles telles que la médecine et l'agriculture, mais aussi divers types d'histoires, ne sont généralement pas écrites et transmises oralement d'une génération à l'autre. C'est un deuxième monde de connaissances qui suit ses propres règles et qui a de nombreuses formes très différentes. Ces influences de l'oralité et l'interprétation encore rare des traditions historiques sur la céramique et le textile font d'une problématique telle que l'exploration de corps inconnus un défi particulier lorsqu'il s'agit d'enquêter sur leur origine.

L'un des objectifs du projet de recherche était de jeter un pont entre les connaissances historiques écrites et verbales et la présence des pétroglyphes de Palpa (département d'Ica) et de Toro Muerto (département d'Arequipa) et la question de savoir comment les deux systèmes d'information pourraient se compléter au mieux pour retracer la vérité sur les momies de Nasca.

Il était très important qu'en plus de la recherche impartiale sur l'âge des momies, leur origine et leur ADN, des recherches soient menées qui prêtent attention aux implants que l'on peut trouver dans chacune des petites momies d'environ 60 cm.

Les informations disponibles sur les implants chez les momies sont principalement présentées dans le rapport INGEMMET de février 2017. Un objectif important de cette recherche a été l'analyse d'échantillons prélevés sur l'un des implants de la momie Luisa.

Nous nous sommes également intéressés à savoir si des coupures ou des traces de colle étaient visibles sur la peau des momies.

Par conséquent, l'objectif de toute enquête devrait être de séparer l'improbable du probable selon nos connaissances, en plaçant les indicateurs émergents pour ou contre l'authenticité des momies, dans le contexte historique et actuel selon l'analyse des implants, des corps de les momies, certaines roches et sédiments de la région.



### 2.3 Problème et situation initiale

Dans les régions du Pérou où l'on trouve un grand nombre d'artefacts et de momies, le nombre de huaqueros a explosé en quelques décennies. En particulier, les fouilles qui ont entouré la découverte du seigneur de Sipán y ont contribué de manière significative depuis la fin du siècle dernier.

Il est donc difficile pour les recherches actuelles, en particulier lorsqu'il s'agit de vendre d'importantes découvertes historiques à de riches collectionneurs à l'étranger sans en être conscients, de créer aussi précisément que possible l'image globale d'une culture complexe et d'arriver à une connaissance correcte du mode de vie de ses détenteurs et de leurs contacts interculturels.

Les momies de Nasca, qui ont été complètement arrachées à un contexte funéraire et dont certaines présentent de graves dégâts, ajoutent malheureusement à ce problème des effets du huaqueo.

L'acceptation des résultats scientifiques, enseignés par des instituts et des universités réputés (Abraxas, Université de Saint-Petersbourg, Université Lakehead, Biotecmol, etc.) est entravée par la trajectoire des donateurs, parmi lesquels se trouve principalement l'organisation GAIA, qui se concentre sur l'ufologie et les questions paranormales. Certains des chercheurs mandatés par l'organisation avaient créé la base de la méfiance envers eux-mêmes en déclarant auparavant d'autres momies extraterrestres.

Un autre problème est que les recherches de la biologiste Dr. Clara Martínez (Colombie) sont par exemple ignorées, qui lors de la conférence de presse du congrès (Lima, Pérou) en décembre 2018 a déclaré : « Le chef libre de l'institut INKARI a pris des tissus pour les études d'ADN mitochondrial, il n'est pas fiable d'être représentatif des corps tridactyles desséchés de 60 cm objet de cette étude, car il n'a pas fait l'objet d'une étude scientifique pour une vérification préalable de sa réelle correspondance biologique avec un corps tridactyle complètement desséché.

Elle a poursuivi : « Les résultats de l'ADN mitochondrial de cette tête seule et de cette grosse main ne sont valables que pour ces échantillons et ne sont pas comparables aux autres résultats des corps tridactyles séchés car ils ne présentent pas d'étude scientifique permettant d'associer ces pièces avec les corps complets étudiés. La rigueur scientifique ne permet pas d'extrapoler les résultats

Unidad de Investigación

d'ADN mitochondrial obtenus par l'institut INKARI pour expliquer avec eux l'ADN des corps tridactyles séchés de 60 cm qui ont fait l'objet d'étude par les équipes Gaia et Tercer Milenio. ...L'analyse de l'ADN...de cette tête seule montre qu'elle appartient à 100% à l'homo sapiens. Ce résultat ne peut pas être utilisé pour remettre en cause les résultats du séquençage massif de BioTecomol et de l'Université fédérale de Saint-Petersbourg réalisé avec le tissu extrait des vertèbres de Victoria (corps tridactyle séché sans tête)..."

**Graphique 5.** CT de la momie « Wawita ». Source : Alien Project (GAIA).



Il y a des pièces d'une taille d'environ 30 cm qui ont sans aucun doute été assemblées à partir de parties d'animaux. L'équipe de recherche dirigée par l'archéologue français Thierry Jamin et le journaliste mexicain Jaime Maussan a rapporté le fait.

Lors de la conférence de presse de décembre 2018, le professeur Galetskii de l'Université de Saint-Petersbourg a expliqué les radiographies de la momie dite de Wawita. Ils ont clairement montré que l'enfant avait cinq orteils à chaque main et cinq à chaque pied, et que de chacun de ces membres deux doigts avaient été retirés artificiellement post-mortem. L'enfant a probablement subi une mort violente, car des blessures ont été découvertes dans son abdomen causée par un objet pointu tel qu'un couteau.

En testant la manipulation du cadavre de l'enfant au moyen d'images radiographiques et de

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Perú  
Teléfono: 381-5630/ Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4207  
Email: [investigaciónfigmm@uni.edu.pe](mailto:investigaciónfigmm@uni.edu.pe)

Escuelas Profesionales de Ingeniería acreditadas por:



Engineering  
Accreditation  
Commission



tomodensitométrie, des comparaisons peuvent être faites avec les images de momies tridactyles, dont de telles interventions violentes peuvent être exclues.

**Graphique 6.** *Crâne sculpté seul et grande main.* Source : Inkarrí – Cusco.



## 2.4 Risques

### 2.4.1 Coronavirus

À n'importe quel stade de la recherche, il y avait un risque de contagion car les vaccins développés peuvent ne pas offrir une protection fiable. Le problème a été résolu avec l'utilisation de masques dans les terminus, les bus et dans les réunions.

### 2.4.2 Grèves et arrêts de jeu

En raison du mécontentement général face à la hausse des coûts de la vie et de l'énergie, des grèves ont éclaté dès l'élection présidentielle de 2021. Certaines frappes de plus longue durée ont également touché la région d'Ica. Fin 2022 et premiers mois de 2023, la région d'Ica a de nouveau été touchée, cette fois par des grèves basées sur l'arrestation de l'ancien président. Ces arrêts ont directement affecté nos recherches, nous n'avons pas pu nous déplacer pour réaliser les derniers travaux.



### 2.4.3 Maladie

En raison des conditions stressantes de chaleur et de poussière et de la menace permanente du coronavirus mentionnée ci-dessus, le projet risquait également d'être compromis à tout moment.

### 2.4.4 Manque de matériel/équipement

Pour assurer l'échantillonnage et la recherche dans le domaine extérieur, on a fait appel à certains matériaux et équipements, dont certains n'étaient pas disponibles ou très coûteux.

## 3 ÉTAT D'AVANCEMENT DE L'ENQUÊTE

Depuis 2016, il y a déjà eu plusieurs résultats de recherche sur divers objets liés aux momies de Nasca. Les momies Maria, Josefina, Louise, Victoria et Albert, sur lesquelles des échantillons de tissus et d'os ont été prélevés et envoyés à l'étranger pour analyse, méritent d'être particulièrement remarquables. Il convient en particulier de mentionner les universités et les laboratoires du Canada, de la Russie et des États-Unis, qui ont fourni la plupart des connaissances à ce jour. Cependant, les résultats de la recherche dans le domaine de l'ADN, du C14, de la médecine légale, de l'analyse implantaire n'ont pas suscité d'intérêt sérieux de la part de la communauté scientifique ou du grand public. Ce mépris, les demandes d'aide infructueuses au ministère de la Culture, la conservation insuffisante des momies, et bien d'autres choses encore, ont empêché le développement d'un travail de recherche approfondi jusqu'à ce jour.

### 3.1 Fondements théoriques

L'objet de ce travail de recherche a des liens avec l'archéologie et l'histoire sociale. Plusieurs références théoriques sont apparues à partir du développement du sujet et des questions de recherche.

Alors que de nombreuses disciplines développent des théories de manière déductive et les appliquent à la réalité empirique, l'archéologie fonctionne de manière exploratoire et génératrice de théories, c'est-à-dire qu'elle développe des théories à partir de matériaux empiriques et procède de manière inductive.

La théorie du relativisme culturel, qui tente d'éviter de classer les autres cultures selon l'empreinte culturelle et vision du monde, propose des approches très intéressantes en relation



## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Unidad de Investigación

avec ce travail. Le relativisme culturel reconnaît la diversité des cultures et postule que les cultures ne peuvent pas être évaluées ou comparées du point de vue d'une autre culture. Les phénomènes culturels, tels que ceux qui pourraient émerger d'une analyse plus approfondie des momies de Nasca et du site probable où elles ont été trouvées, ne peuvent être compris et évalués que dans une perspective ethnique dans leur propre contexte.

Ces fondements théoriques doivent être gardés à l'esprit à tout moment, même dans le cadre d'une enquête purement technique.

### 3.2 Recherche connexe

Des recherches connexes ont été menées sur des sous-domaines de ce sujet dans diverses institutions en Asie, en Afrique, en Europe et en Australie.

Il y a eu des preuves de manipulation et de falsification de momies en Égypte depuis l'Antiquité. Il y a quelques décennies, le sarcophage d'une prétendue princesse persane a été examiné ; à cette époque, à l'aide de méthodes courantes telles que le C14 et l'analyse de l'écriture manuscrite, un faux pouvait être prouvé sans aucun doute.

Il est maintenant devenu difficile pour les faussaires d'artefacts, notamment en raison des progrès dans le domaine de la recherche sur l'ADN et de l'analyse du C14, de faire en sorte que leur fraude résiste à l'analyse scientifique.

### 3.3 Travaux préparatoires du projet de recherche

Le travail préliminaire du projet de recherche est basé sur l'évaluation de la conférence de presse du congrès péruvien de décembre 2018, au cours de laquelle le député Villanueva de l'époque a plaidé pour l'approfondissement de la recherche sur les momies de Nasca et a donc appelé à une conférence de presse avec une participation internationale.

En tant qu'experts, elle a reçu des spécialistes du Pérou, du Mexique, de la Colombie, de la France et de la Russie dans les domaines de la médecine légale, de la biologie générale, de l'analyse de l'ADN et de l'archéologie.

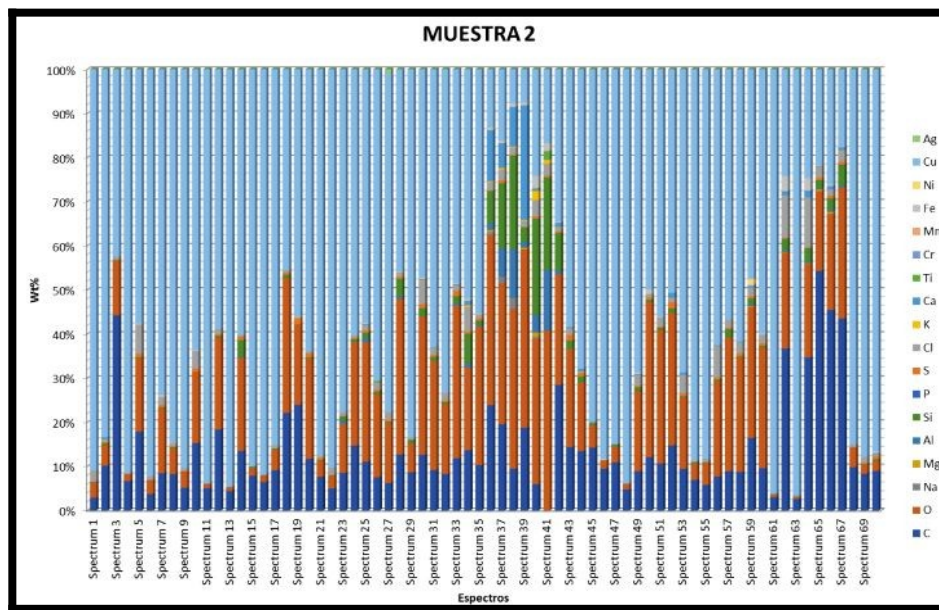
Des résultats supplémentaires sont venus du financement d'Inkarri, une ONG de Cusco, de GAIA et de Tercer Milenio, ces deux dernières étant des organisations peu crédibles au niveau scientifique international pour leurs relations avec le domaine de l'ufologie.

La plupart du temps, il s'agit d'analyser le matériel génétique et de créer des images de tomodensitométrie (TDM) et de radiographies des momies. Les implants métalliques, qui ne manquaient à aucune des petites momies présentées jusqu'à présent, étaient toujours mentionnés et décrits dans la mesure du possible.

### 3.3.1 Rapport INGEMMET, février 2017

En février 2017, l'Institut Inkari de Cusco a publié les résultats des microanalyses élémentaires réalisées par EDS (Energy Dispersion Spectroscopy) et INGEMMET sur six échantillons envoyés par l'Institut INKARI-CUSCO.

Le premier échantillon est composé de plusieurs fragments extraits de l'implant pectoral de la momie nommée Josefina, dont trois sont collectés pour analyse.



5 régions dans les fragments collectés et un total de 70 spectres ont été réalisés avec des mesures de concentration de masse élémentaire pour chaque région. Effectuez également une cartographie EDS des éléments carbone, oxygène, silicium, soufre, chlore, calcium et cuivre pour l'un des trois fragments. L'ensemble des mesures de concentration massique effectuées dans EDS pour chaque zone compilé dans le graphique à barres récapitulatif suivant.

L'échantillon est principalement constitué de cuivre métallique (en moyenne 85 % en masse dans la région la plus pure) et une certaine altération a été observée pour former des produits d'oxydation tels que Cuprite ou plagioclase ou minéraux d'altération tels que l'atacamite ou la



brocantite. Ce cuivre contient également des impuretés (fer, soufre, etc.) qui peuvent être caractéristiques des minéraux à partir desquels le cuivre utilisé pour concevoir les implants a été extrait. Ces impuretés peuvent également indiquer la méthode d'extraction utilisée, en particulier la présence de soufre (probablement issu de sulfures de type chalcocite).

Les concentrations de soufre et de chlore dans les produits d'altération (p. ex., atakam) peuvent indiquer une altération se produisant dans une atmosphère riche en chlore et/ou en soufre, comme dans un environnement côtier ou volcanique. Cet échantillon présente également des signaux chimiques minéraux (carbonates, silicates, sels) qui peuvent être des apports exogènes (regroupements autour de l'implant) ou le résultat d'une cristallisation in situ dans des conditions spécifiques.

Il existe également une signature chimique minérale (carbonates, silicates, sels) pour cet échantillon, qui dans certaines conditions peut être le résultat d'un apport exogène (gangue entourant l'implant) ou de cristallisations in situ.

Dans le cadre de la recherche, cet échantillon correspond à un objet de l'époque précolombienne au niveau de sa composition chimique (cuivre, dont la pureté -perfectible- est tout à fait compatible avec les méthodes de raffinage connues et disponibles à l'époque). De plus, les produits d'oxydation et d'altération observés impliquent des processus lents et permettent donc de confirmer l'âge de l'objet d'échantillonnage, à moins qu'il n'ait été exposé à un environnement très agressif (contamination). La signature minérale observée pointerait également dans cette direction dans le cas d'une cristallisation in situ (procédé lent)

### 3.3.1.1 Lot n°1 - échantillon 03 : implant métallique annulaire d'une main tridactyle

#### A. Présentation

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Perú  
Teléfono: 381-5630/ Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4207  
Email: [investigaciónfigmm@uni.edu.pe](mailto:investigaciónfigmm@uni.edu.pe)

Escuelas Profesionales de Ingeniería acreditadas por:



Engineering  
Accreditation  
Commission

Échantillon : fragment extrait d'un implant annulaire de la main tridactyle que le docteur Paul Ronceros a donné à l'Institut INKARRI-CUSCO.

### Graphique 7.

*Photographies de la main tridactyle où est implanté l'objet source de l'échantillon 03 du lot n°1 (entouré de rouge).*

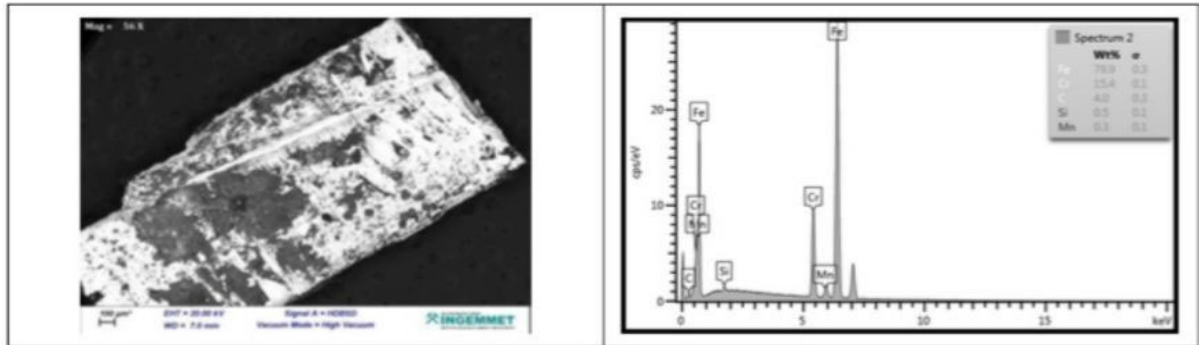


### B. Résumé des résultats de caractérisation dans MEB/EDS

Pour cet échantillon, 4 zones du fragment échantillonné ont été analysées, pour un total de 27 spectres, chacun avec une mesure des concentrations de masse élémentaire. Une cartographie élémentaire a également été effectuée sur une partie du fragment.

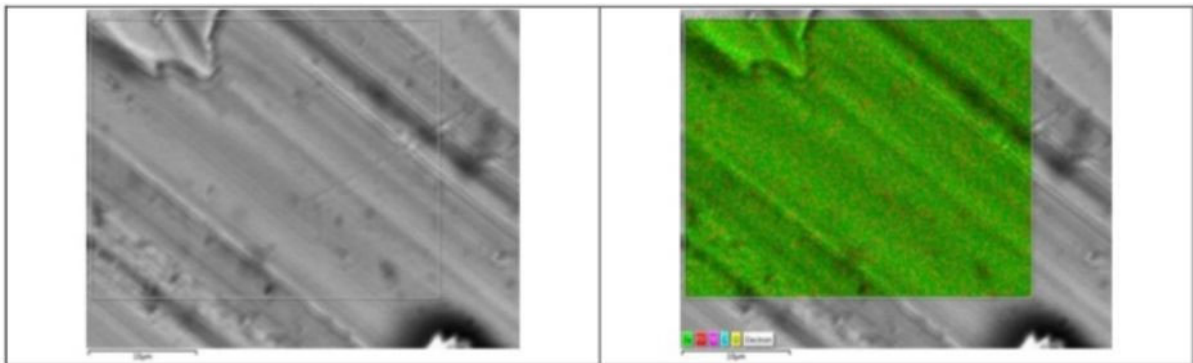
### Graphique 8.

*Image MEB (à gauche) et spectre d'acquisition EDS (à droite) de l'échantillon 03 du lot 1. Ce spectre montre une zone riche en fer Fe et en chrome Cr, ainsi que la présence de manganèse Mn.*



### Graphique 9.

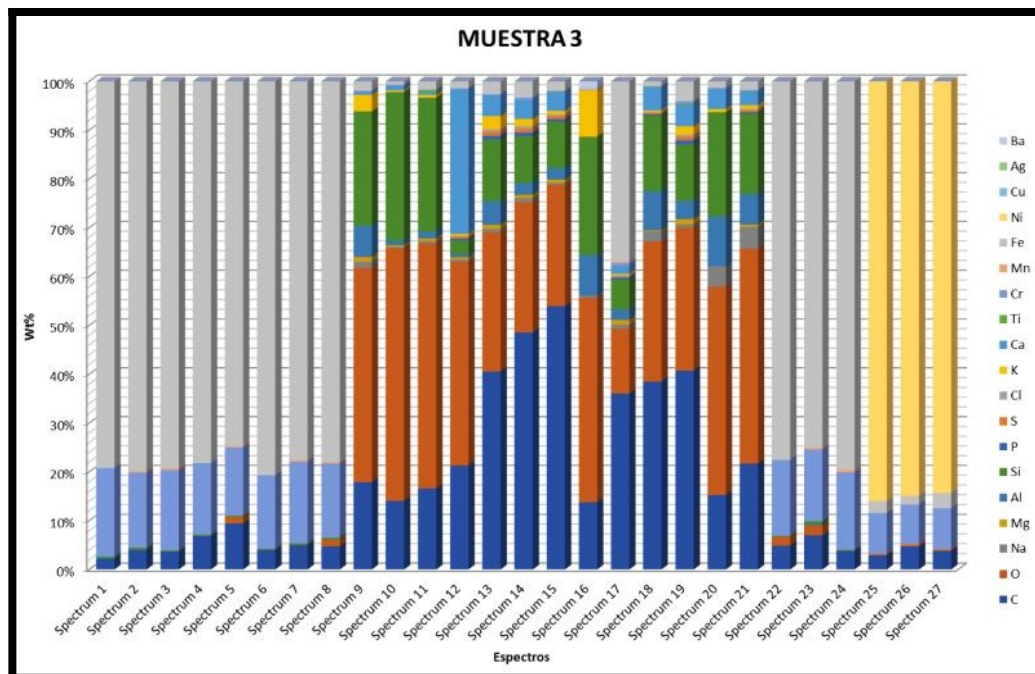
*Cartographie élémentaire avec des éléments (C, O, Si, Cr, Fe) d'une aire du fragment de l'échantillon 03 du lot n° 1. Le chrome est localisé ponctuellement, sous forme de petites inclusions.*



Pour conclure, le graphique à barres récapitulatif suivant compile l'ensemble des mesures de concentration massique effectuées dans EDS pour chaque zone :

### Graphique 10.

*Tableau récapitulatif des mesures de la concentration massique de l'EDS dans l'échantillon 03 / lot n° 1. Nous avons examiné les concentrations de fer, de chrome, ainsi que la signature minérale élémentaire et de nickel, confinées à une seule zone.*



Cet échantillon est constitué d'un alliage fer-carbone (en moyenne 78% de fer pour 5% de carbone) riche en chrome (en moyenne 16%), cependant, l'analyse EDS ne permet pas de décider s'il s'agit d'acier (inoxydable) ou de fonte (blanche). On observe que cet alliage ne contient pas de nickel dans sa composition intrinsèque, d'une part, il ne contient pas de nickel, d'autre part, il est détecté localement dans l'une des zones analysées à une concentration quasi pure (moyenne de 85%), ce qui indiquerait l'existence d'une couche de passivation du nickel pour cet échantillon (hypothèse à considérer, en dehors d'une éventuelle contribution exogène, par exemple par la pollution). Donc pour cet échantillon, il aurait été vraisemblablement déposé



Unidad de Investigación

par galvanoplastie (bain chimique ou électrolytique) un acier ou une fonte, éventuellement recouvert en surface d'une couche de nickel. Une signature minéralochimique est également observée dans cet échantillon, probablement d'origine exogène (gangue minérale).

### C. Discussion des résultats dans le cadre de l'étude.

À des fins d'étude (en dehors des considérations de compositions élémentaires : acier ou fonte, galvanoplastie au nickel, etc.), le principal « problème » de cet échantillon est qu'il n'existe actuellement aucun objet manufacturé précolombien contenant des objets fabriqués dans un alliage à base de fer. La raison principale est purement technique : les civilisations de l'époque ne maîtrisaient pas et/ou ne connaissaient pas les techniques nécessaires à l'extraction et au traitement du fer.

La seule alternative pour expliquer ce fait dans l'hypothèse d'un objet créé par une civilisation précolombienne avec cette caractéristique serait que l'objet original dont les parties ont été prélevées contenait du fer natif d'origine météoritique (observé dans d'autres civilisations anciennes), avec une composition chimique équivalente.

#### 3.3.1.2 Lot 1 - échantillon 04 : implant métallique d'une main tridactyle.

##### A. Présentation

Echantillon : composé de plusieurs fragments extraits d'un implant en forme de disque provenant d'une des mains tridactyles. Trois fragments de cet échantillon ont été prélevés pour analyse.

**Graphique 11.** Photographies de l'implant métallique à partir duquel l'échantillon 04 / lot 1 est extrait.



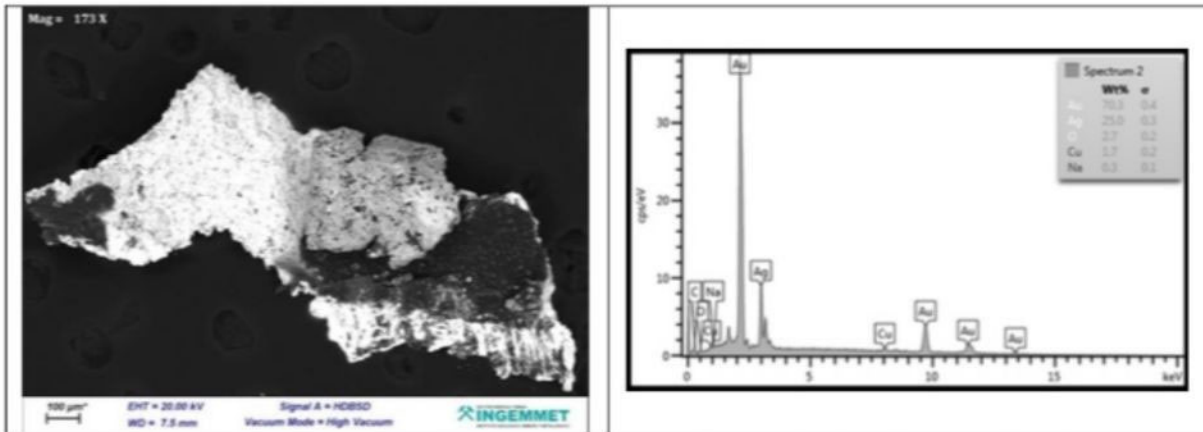
## B. Résumé des résultats de caractérisation dans MEB/EDS

Pour cet échantillon, 3 zones ont été étudiées sur les fragments collectés, pour un total de 23 spectres réalisés, chacun avec une mesure des concentrations de masse élémentaire. Une cartographie élémentaire a également été effectuée.

### Graphique 12.

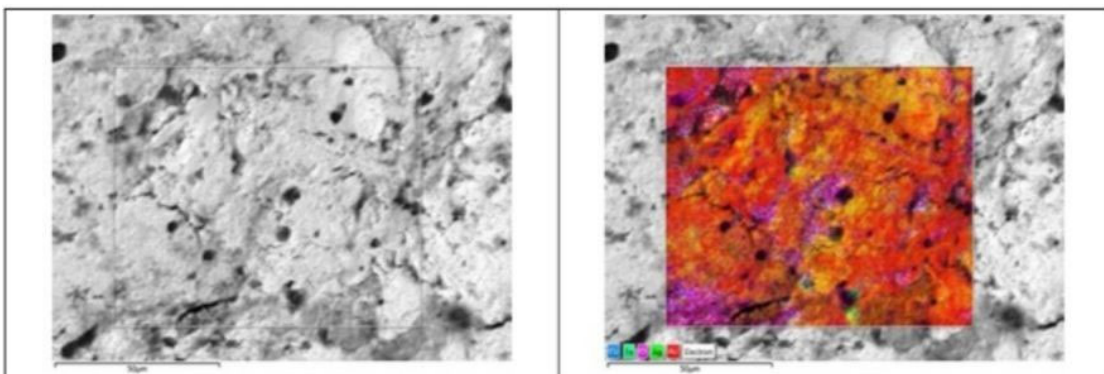
*Image MEB (à gauche) et spectre d'acquisition EDS (à droite) de l'échantillon 04 / lot*

*1. Ce spectre montre une zone riche en Ag argent et en or Au, ainsi qu'en présence de cuivre Cu.*



### Graphique 13.

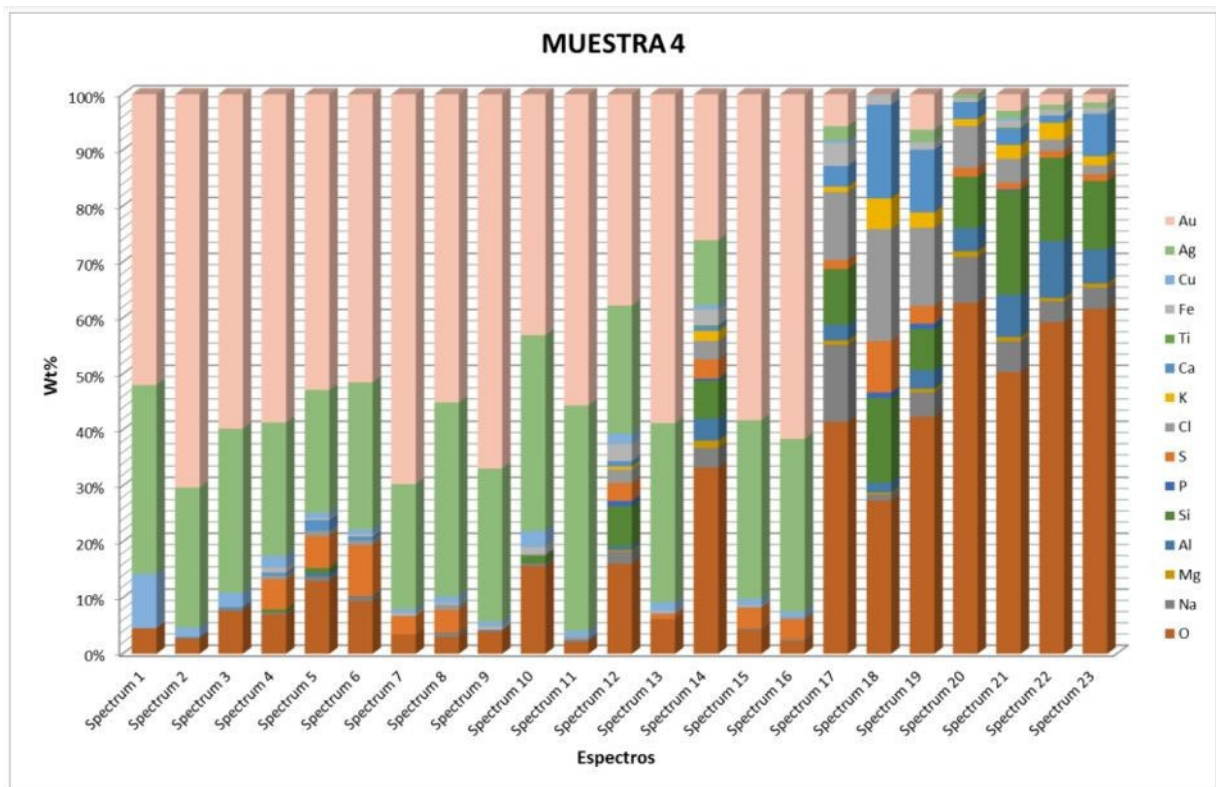
*EDS Cartographie élémentaire d'un échantillon 04 Lot 1 Zone : éléments O, Fe, Cu, Ag, Au.*



Pour conclure : le graphique à barres récapitulatif suivant compile l'ensemble des mesures de concentration massique effectuées dans EDS pour chaque zone :

**Graphique 14.**

*Tableau récapitulatif des mesures de concentration massique dans l'EDS de l'échantillon 04 du lot 1. Les concentrations d'or et d'argent sont presque constantes, ainsi qu'une signature chimique minérale.*



Cet échantillon est principalement composé d'un alliage or-argent (et dans une moindre mesure de cuivre), dans un rapport moyen d'environ 60% d'or contre 30% d'argent (environ 10% de cuivre), sans hypothèse sur la technique de fabrication possible de l'objet d'origine (voir ci-dessous). Nous observons la présence d'autres éléments tels que le fer de manière inclusive si nous nous référons à la cartographie de base, qui pourrait donner une indication de l'origine de l'alliage avec lequel l'objet sur lequel l'échantillon 04 a été prélevé a été fabriqué : il pourrait s'agir d'un alliage natif or – argent compatible avec la minéralogie péruvienne. Il est également possible qu'une technique d'affinage par dorure par appauvrissement ait été appliquée à l'objet, dans laquelle les résultats révèlent un enrichissement net en or au niveau de la surface, parallèlement à la diminution respective du cuivre (fig. 27).

Il existe également une signature minéralo-chimique (carbonates, silicates, sels) résultant d'incorporation exogène (gangue minérale enveloppant l'échantillon) ou de cristallisations in situ (processus lents en faveur de certaines conditions qui témoigneraient de l'âge de l'objet source).

### C. Discussion des résultats dans le cadre de l'étude.

Cet alliage d'or et d'argent présente une composition tout à fait conforme aux alliages utilisés à l'époque précolombienne. La présence d'impuretés telles que l'inclusion de fer va dans ce sens, un indicateur plausible de l'utilisation d'or natif et d'alliage d'argent pour la conception de l'objet, en l'absence de processus entièrement contrôlés par le métallurgiste précolombien pour la production de ce type d'alliage. Il serait également plausible que (dans la pièce examinée) un alliage de type « dorure par réduction » ait été utilisé, dont un alliage or-argent-cuivre caractéristique de nombreux objets de l'époque précolombienne et beaucoup plus riche en cuivre en proportion en masse, le « tumbaga ».

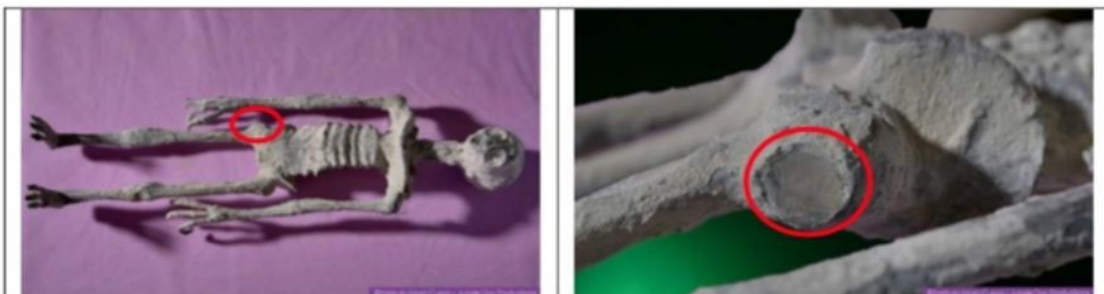
#### 3.3.1.3 Lot 2 - échantillon 01 : Implant de hanche d'Albert.

##### A. Présentation

Échantillon : Fragment prélevé sur l'implant de la hanche droite de la momie Albert, qui a la géométrie d'un disque si l'on veut référencer des photographies, des radiographies et des tomodensitogrammes.

##### Graphique 15.

*Photographies de l'organisme où l'objet source de l'échantillon 01 du lot 2 est implanté (entouré de rouge).*

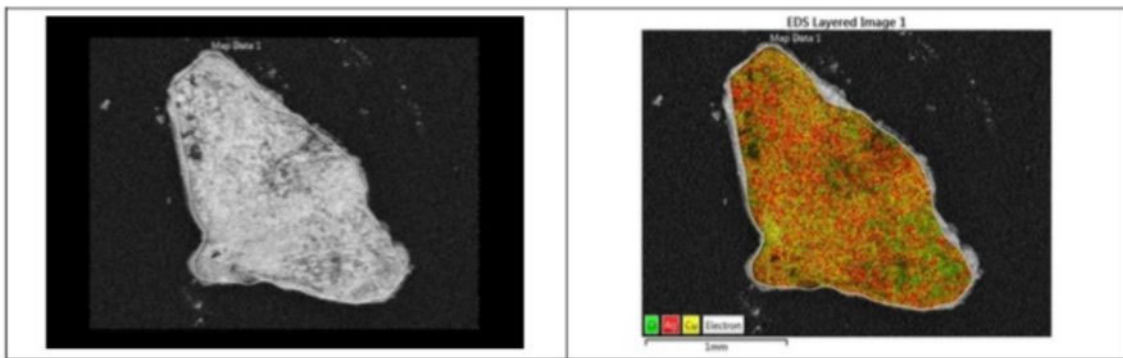


## B. Résumé des résultats de caractérisation dans MEB/EDS

Pour cet échantillon, 3 zones du fragment échantillonné ont été étudiées, pour un total de 13 spectres réalisés, chacun avec une mesure de concentrations de masse élémentaire. L'introduction présente également une cartographie élémentaire (chlore, cuivre, argent)

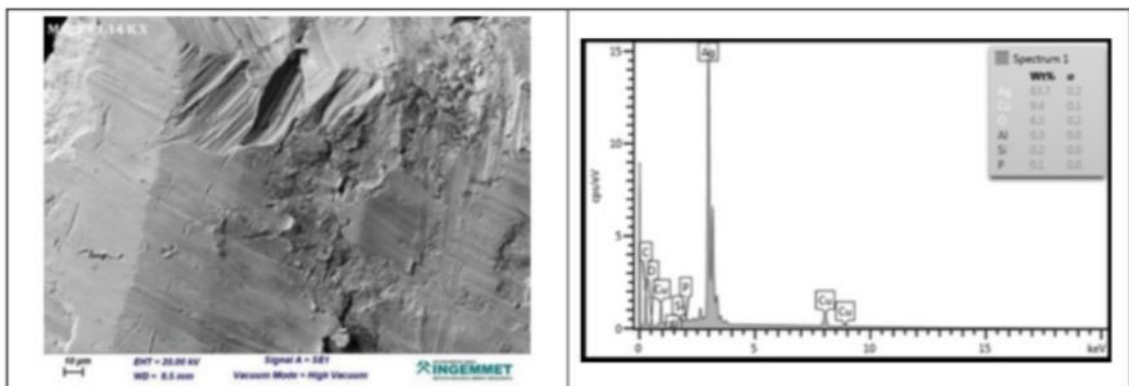
### Graphique 16.

*Cartographie élémentaire de l'échantillon 01 du lot 2 (Cl, Cu, Ag). La distribution semble homogène à cette échelle.*



### Graphique 17.

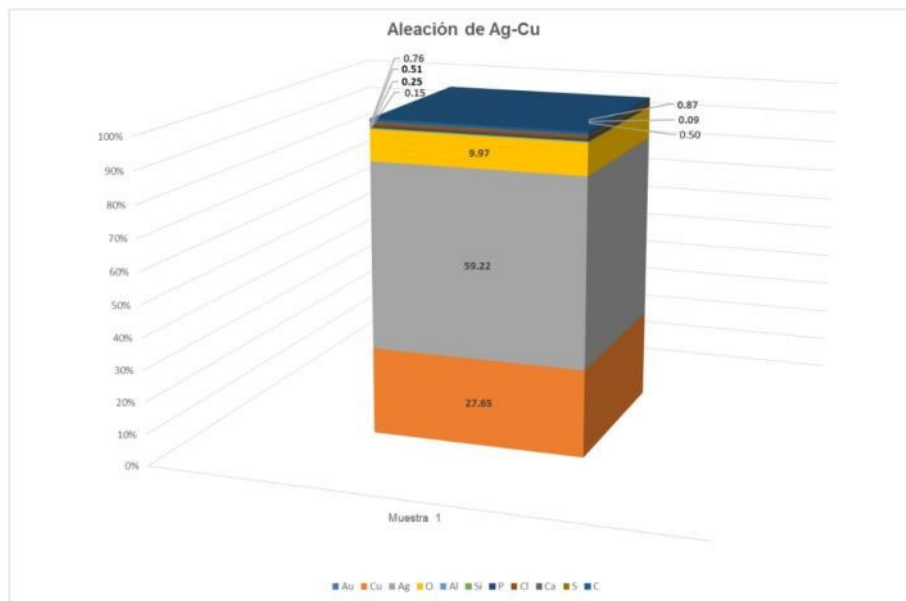
*Image MEB (à gauche) et spectre d'acquisition EDS (à droite) de l'échantillon 01/lot 2. Ce spectre montre une zone riche en argent Ag, ainsi que la présence de cuivre Cu.*



Pour conclure, le schéma suivant fait la moyenne et représente toutes les mesures de concentration massique effectuées dans EDS pour chaque zone :

### Graphique 18.

*Schéma récapitulatif des mesures de concentration massique effectuées dans l'EDS dans l'échantillon 01/lot 2. Cet échantillon est constitué principalement d'un alliage cuivre-argent avec des traces d'or.*



Cet échantillon est constitué d'un alliage cuivre-argent dont le rapport massique est de Environ 10% de cuivre pour 90% d'argent jusqu'à 10% d'argent pour 80% de cuivre, selon la zone analysée. Ces différences sont dues à plusieurs facteurs :

Les principaux sont la composition de l'alliage utilisé pour fabriquer la pièce (rapport cuivre/argent favorisant certaines microstructures), le procédé de fabrication utilisé (coulée, forgeage à froid, finition de la pièce, etc.), et l'orientation de l'échantillon lors de l'analyse (également conditionnellement par son extraction de l'objet d'origine). Il existe également une signature chimico-minérale (carbonates, silicates, sels) qui pourrait également être d'origine organique en raison des éléments impliqués, en particulier le phosphore, qui joue un rôle dans la composition osseuse.

### C. Discussion des résultats dans le cadre de l'étude.

Dans le cadre de l'étude, la composition de cet échantillon est tout à fait conforme aux compositions standard répertoriées pour les objets précolombiens constitués d'un alliage cuivre-argent. La microstructure observable sur les images topographiques suggère que l'objet a été créé par estampage « à froid » de feuilles d'alliage cuivre-argent par battage, une technique également connue pour façonner de nombreux objets de la période précolombienne.

Sur la biocompatibilité d'un implant construit avec un tel alliage, compte tenu de l'activité chimique du cuivre et de l'argent en fonction du contexte (pH, ...), - les conséquences histologiques vis-à-vis d'un organisme vivant seraient incertaines et nécessiteraient l'avis d'un spécialiste.

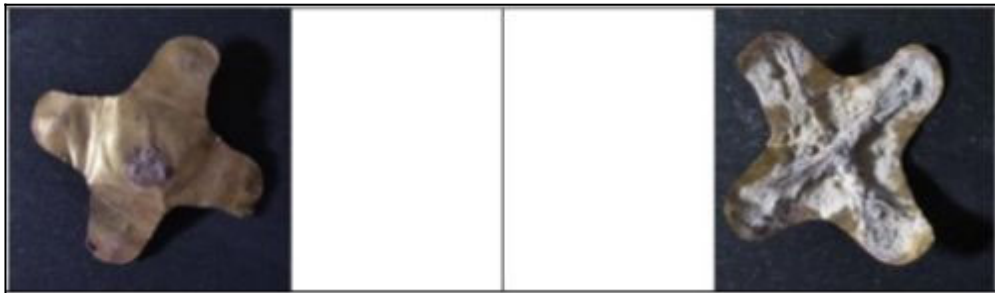
### 3.3.1.4 Lot 2 - échantillon 02 : objet métallique en forme de croix.

#### A. Présentation

Échantillon : deux fragments extraits d'un objet métallique en forme de croix.

#### Graphique 19.

*Objet source de l'échantillon 02 du lot 2. Nous avons remarqué la présence de minéraux possibles au fond.*



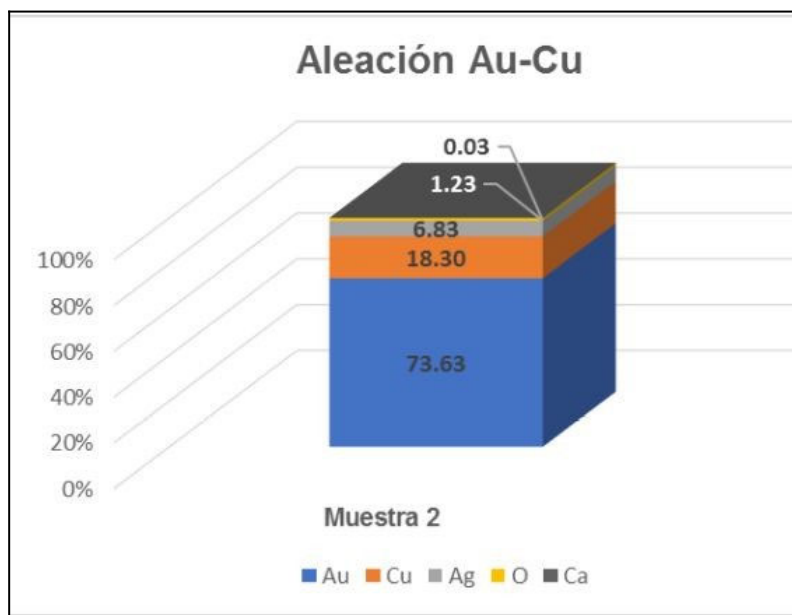
## B. Résumé des résultats de caractérisation dans MEB/EDS

Pour cet échantillon, 3 zones du fragment échantillonné ont été étudiées, pour un total de 13 spectres réalisés, chacun avec une mesure de concentrations de masse élémentaire. L'introduction présente également une cartographie élémentaire (chlore, cuivre, argent).

Le diagramme récapitulatif suivant fait la moyenne et représente toutes les mesures de concentration massique effectuées dans EDS pour chaque zone de cet échantillon

### Graphique 20.

*Schéma récapitulatif des mesures de concentration massique effectuées dans l'EDS dans l'échantillon 02 du lot 2. Cet échantillon est constitué principalement d'un alliage d'or et de cuivre, ou tumbaga, avec des traces d'argent.*



Cet échantillon présente la composition chimique d'un alliage d'or et de cuivre (avec un peu d'argent, en moyenne 5 à 7% en masse), appelé *tumbaga*. Le rapport moyen de concentration massique or/cuivre varie d'environ 8 % de cuivre, 85 % d'or à 26 % de cuivre et 65 % d'or, selon les zones analysées. Les analyses mettent également en évidence une signature chimique minérale (carbonates, silicates), possiblement induite par une contamination exogène.





### C. Discussion des résultats dans le cadre de l'étude.

Pour les besoins de l'étude, l'alliage or-cuivre (-argent), qui constitue cet échantillon est caractéristique des manufactures précolombiennes, est appelé Tumbaga.

La technique Tumbaga (également Tumbago) est un alliage dont les principaux composants sont l'or et le cuivre. La teneur en cuivre peut atteindre jusqu'à 70%. Le Tumbaga a un point de fusion plus bas et une dureté supérieure à celle de l'or.

De nombreux objets de cet alliage sont répertoriés. Il est également intéressant de noter que les différences de mesure de concentration résulteraient d'une technique d'affinage des objets tumbaga, dorés par « réduction », technique régulièrement utilisée par les métallurgistes précolombiens pour embellir les objets conçus. L'hypothèse de l'application de cette technique sur cet objet est confirmée par la texture poreuse de la surface dans des zones non altérées, une texture poreuse visible sur l'image MEB et créée en contraste topographique. Cet exemple offre de nombreux indices qui font référence à une origine ancienne.

### D. Commentaires supplémentaires

Pour tous les échantillons de métaux, il convient de noter qu'aucun d'entre eux ne présente de traces d'arsenic (As) selon la microanalyse chimique par EDS. Compte tenu du contexte de l'étude, cela peut être un indicateur important de l'origine des objets (période précolombienne) : l'arsenic, d'abord utilisé par les Mochicas, était parfois ajouté aux alliages comme durcisseur, c'est pourquoi on le retrouve dans plusieurs objets de l'époque précolombienne. Il est également à noter que cet élément peut être présent ou non dans les minéraux utilisés pour fabriquer les alliages utilisés, ce qui peut indiquer le lieu d'origine des minéraux utilisés pour fabriquer les alliages (Petersen G. Georg, William E Brooks, *Mining and Metallurgy in Ancient Peru*) par rapport à la culture qui a conçu les objets, en plus des procédés d'extraction et de fabrication utilisés.

Le même constat peut être fait pour l'élément étain Sn, dont aucune trace n'a été détectée lors de la microanalyse élémentaire des différents échantillons de métaux. Ce métal, qui sert à la fabrication du bronze (alliage cuivre-étain), n'a été utilisé de manière significative par les civilisations précolombiennes (il y a environ 1400 ans) que depuis la fin de la culture Moche / début de la culture inca, sur la base de l'analyse des compositions chimiques disponibles et de leur utilisation dans la fabrication de divers artefacts de cette période (Petersen G. Georg, William E. Brooks, *Exploitation minière et métallurgie dans l'ancien Pérou*). L'étain dans les



## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Unidad de Investigación

alliages antérieurs à cette période n'est présent que sous forme d'impureté (source des minéraux utilisés). L'absence d'étain dans les différents échantillons de métal examinés peut être un indicateur fort de la période de production des objets sources correspondants dans le cadre de l'étude (civilisations précolombiennes)

### 3.4 Travaux préliminaires propres

Une première phase de recherche sur le terrain dans le désert d'Ica et à proximité des célèbres glyphes de Nasca par Sabine Cremer avait pour toile de fond l'hypothèse de recherche concernant la probabilité de la présence de créatures inconnues de l'histoire à l'époque de la culture de Nazca et de ses ancêtres et successeurs. Pour cette première phase de recherche sur le terrain, des questions de recherche ont été formulées et différentes méthodes ont été choisies pour leurs recherches.

#### 3.4.1 Méthode documentaire et interprétation qualitative des images

Plusieurs raisons justifient d'opter pour l'interprétation qualitative des images à l'aide de pétroglyphes et la méthode documentaire, qui sont directement liées au sujet de recherche choisi.

La méthode documentaire remonte à Karl Mannheim et a été développée par Ralf Bohnsack. Dans la méthode documentaire, l'image est comprise comme « un médium de signification « idiosyncratique » qui doit être distingué du langage ». L'image est comprise comme un document pour un contexte de signification. Cette idée remonte principalement à l'historien de l'art Ernst Panofsky, qui l'a appliquée principalement aux œuvres d'art. Panofsky s'intéresse à la « vraie » signification de l'image, à l'auto-révélation non désirée et inconsciente d'une attitude fondamentale envers le monde qui est tout aussi caractéristique du créateur individuel, de l'époque individuelle, du peuple individuel, de la communauté culturelle individuelle (...). »

Pour Panofsky, l'image est un document historique car elle peut être utilisée pour « reconstruire la vision du monde ou les habitudes d'une époque spécifique ».

D'autres approches méthodologiques reprennent cette idée. Ils ne voient pas seulement l'image historiquement comme un document d'une époque, mais ils le voient aussi dans d'autres contextes, comme le contexte des phases de développement (Wopfner...). Parce que le sens d'une action n'est pas une affaire individuelle, mais une affaire sociale et souvent collective.

Fondamentalement, il s'agit de la différence entre ce qu'une image montre et la façon dont une image est conçue.

### 3.4.1.1 Investigations dans les champs de pétroglyphes

Lors de l'une des visites à Ica, il s'est rendu au champ de pétroglyphes de Palpa, à environ 100 mètres du début de la route construite par le ministère de la Culture.

#### Graphique 21.

*Photos : roche dans le champ de pétroglyphes de Palpa (à gauche), roche avec image de tridactyle (à droite)*



Source : Sabine Cremer.

Plusieurs pétroglyphes d'êtres tridactyles ont été trouvés sur le site archéologique, l'un d'eux a été gravement endommagé, les facteurs possibles de cela sont l'intervention humaine ou les influences climatiques responsables d'une érosion de la couche supérieure de la roche au fil du temps.

Lors d'un voyage dans la région d'Arequipa, dans la vallée de Majes, des images similaires ont été trouvées, bien que beaucoup plus petites, dans le champ de pétroglyphes de Toro Muerto.

Selon les études archéologiques péruviennes, les pétroglyphes de Palpa dans le département d'Ica ont été créés par les prédécesseurs de la culture de Nazca, et certains des glyphes semblent être encore plus anciens. Il n'y a pas de consensus parmi les scientifiques à ce sujet.

Vous pouvez voir surtout les faits de la vie quotidienne et la représentation de l'environnement, qui comprenait tout ce qui se trouvait entre le ciel et la terre, comme les gens, les animaux domestiques et sauvages, les étoiles, le soleil, la lune, les rivières et les montagnes. De plus, les êtres qui n'ont l'air ni humain ni animal n'étaient représentés, au contraire, que dans des parties.

### Graphique 22.

*Pétroglyphes de créatures à trois doigts sur le site archéologique de Toro Muerto, Arequipa*



*Source : Sabine Cremer.*

### Graphique 23.

*Sabine Cremer avec le pétroglyphe d'un tridactyle dans Toro Muerto (à gauche), le même pétroglyphe avec plus de contraste (à droite)*



La situation est similaire dans le vaste champ de pétroglyphes de Toro Muerto dans le département



d'Arequipa, à environ trois heures de la ville d'Arequipa.

### 3.4.1.2 Interviews d'experts

À la mi-octobre 2021, pour répondre à la première question de recherche : Que disent les experts impliqués de la découverte ? Les hypothèses déjà formulées ont-elles un sens selon vos critères ? Un entretien a été réalisé avec des experts dans le domaine de l'anthropologie et de la médecine.

## 4 MATÉRIELS ET MÉTHODES DE RECHERCHE

### 4.1 Examen I

#### 4.1.1 Matériaux et échantillons

Une combinaison de différentes approches méthodologiques nous a semblé judicieuse lors de l'analyse des questions de recherche posées : une combinaison d'enquêtes quantitatives standardisées et de procédures d'interprétation qualitatives.

Przyborski et Wohlrab-Sahr écrivent dans leur livre : « (...) La connaissance des différentes approches méthodologiques et de leurs hypothèses de base (...) peut aider à reconnaître sur le terrain et sur la base de matériel empirique plus qu'il ne serait possible de le faire d'un point de vue monoparadigmatique.

- Méthodes de microanalyse utilisées dans cette recherche
- Matériel utilisé :
- MEB : Microscope électronique à balayage
- Microscope stéréographique
- Microscope métallographique inversé
- Capture d'image
- Diffractomètre à rayons X
- Tables de polissage
- Abrasifs pour l'ébauche et le polissage
- Microscopie optique

La momie trouvée a des alliages collés à différentes parties de sa structure osseuse, de sorte qu'il n'est pas possible d'être assuré au premier coup d'œil qu'il s'agit du même alliage. La microscopie électronique à balayage est une méthode non destructive, elle est très bien liée à la caractérisation chimique d'un alliage, afin de déterminer ses propriétés chimiques et physiques.



Le microscope électronique à balayage, ou MEB (microscope électronique à balayage), utilise un faisceau d'électrons au lieu d'un faisceau de lumière pour former une image. Il dispose d'une grande profondeur de champ, ce qui permet de focaliser une grande partie de l'échantillon en même temps. Il produit également des images à haute résolution, ce qui signifie que les caractéristiques spatialement proches de l'échantillon peuvent être examinées à un fort grossissement.

Plus le nombre d'électrons balayés dans l'appareil est important, plus l'image sera lumineuse à l'écran, à mesure que le faisceau d'électrons balaie l'échantillon, l'image entière sera visible à l'écran, un microscope électronique à balayage peut agrandir une image jusqu'à 200 000 fois plus, c'est son plus grand avantage par rapport à un microscope optique.

Pour s'assurer que la peau est exempte de coupures ou d'autres manipulations typiques des momies contrefaites, la microscopie optique a été utilisée. Cette méthode permet de faire passer le microscope numérique sur toute la surface d'une momie. Le prélèvement d'un échantillon ne s'applique pas dans les cas où l'examen d'une surface entière est requis.

#### **4.1.2 Examen d'échantillons de la momie Luisa**

##### **4.1.2.1 Préparation**

La préparation a été réalisée selon des normes techniques :

- ASTM E3 « Préparation d'échantillons métallographiques »
- Manuels techniques de la norme ASTM

E 407 « Micro Attack of Metals » utilisés :

- Manuel ASM Metals « Métallographie et microstructure »
- Manuel des métaux ASM « Atlas des microstructures »
- Manuel des métaux ASM « Fractography »

Le matériau suivant a été évalué par analyse spectrale multiélémentaire :

N°	ÉCHANTILLON	ÉCHANTILLONNAGE	POIDS (en mg)
1	Os du crâne	in situ	20
2	Tissu de l'abdomen	in situ	20
3	Tissu de la jambe	in situ	20
4	Matériau de l'œuf	Échantillon fourni	10
5	Diatomite	in situ	5000
6	Éclat de plaque métallique	in situ	7

**Graphique 24.**

*Extraction du matériel d'un œuf sur le corps de la momie Luisa (source : ZDF - Chaîne Terra X : Harald Lesch : « ungelöste Fälle der Archäologie »).*



Un échantillon de l'implant de la momie Luisa a également été analysé.





#### 4.1.2.2 Traitement

Dans cette méthode d'analyse, l'échantillon est séché à 100°C, puis pulvérisé et placé sur des électrodes en graphite spectroscopique, et soumis à un flux d'électrons qui produisent des transitions électroniques caractéristiques de chaque élément de l'échantillon à l'exception des éléments gazeux. Les déterminations analytiques sont effectuées en fonction de la longueur d'onde et de l'intensité de chaque élément qui compose l'échantillon, limitées par les poids de chaque échantillon.

#### 4.1.2.3 Résultats

Les résultats n'ont pas été publiés et n'ont été révélés en détail à un petit cercle de personnes jusqu'à présent que pour des raisons personnelles des spécialistes impliqués dans la recherche. Dans ce contexte, il se réfère au point 1.3 du présent rapport, et seul un résumé de certaines analyses est présenté.

D'après les résultats de l'analyse de l'échantillon d'implant par microscopie électronique à balayage (MEB) et diffraction des rayons X où prédomine la présence d'éléments chimiques tels que le cuivre (Cu) suivi de l'étain (Sn), de l'argent (Ag), de l'osmium (. Os), zone localisée en carbone de l'échantillon, présence d'élément de transition Osmium (Os), également un matériau en alliage compact à base de cuivre (Cu), il n'y a pas de présence d'arsenic et de nickel.

L'osmium est le matériau le plus dense qui existe et le métal le plus dur, la « dureté Brinell » est appliqué, c'est-à-dire que la dureté est mesurée par la profondeur de pénétration.

Le fait que ce métal soit si dense signifie que les atomes individuels sont très denses et compacts les uns avec les autres. Et c'est précisément pour cette raison qu'ils ont également un point de fusion élevé : l'osmium fond à plus de 3000 °C.

Cette température de fusion élevée était également l'une des raisons pour lesquelles l'osmium était utilisé comme métal conducteur dans les premières ampoules, c'est-à-dire comme filaments.

L'osmium est considéré comme le métal précieux le plus précieux au monde. La rareté du métal, qui fait grimper le prix, est particulièrement intéressante. Un gramme d'osmium coûte environ 1 869,48 euros.

Si les momies du tridactyle de Nasca sont des faux, alors la question se pose de savoir pourquoi les faussaires ont utilisé le métal précieux le plus cher du monde alors qu'ils auraient pu inclure



tout autre métal.

En ce qui concerne la diatomite, la présence de Si prédomine en tant qu'élément majeur (supérieur à 10%), et les éléments mineurs (entre 10 et 1%) sont l'aluminium (Al), le fer (Fe), le magnésium (Mg), le sodium (Na) et le potassium (K), tandis que des oligo-éléments (entre 1 et 0,0001%), le calcium (Ca), le titane (Ti) et le phosphore (P) sont observés.

D'après les résultats de l'analyse des éclats de plaque métallique où le cuivre (Cu) prédomine, on observe un pourcentage plus faible d'étain (Sn) et d'oligo-éléments tels que l'argent (Ag), le magnésium (Mg) et le sodium (Na).

#### 4.1.2.4 Problèmes

Selon le rapport du laboratoire concerné, l'analyse des métaux a été effectuée par diffraction des rayons X. La diffraction des rayons X, également connue sous le nom de diffraction des rayons X (XRD), est la diffraction des rayons X en structures ordonnées telles que des cristaux ou des quasi-cristaux. En principe, les rayons X présentent les mêmes phénomènes de diffraction que la lumière et toutes les autres ondes électromagnétiques. La diffraction des rayons X est utilisée en physique des matériaux, en cristallographie, en chimie et en biochimie pour examiner la structure des cristaux, ce qu'on appelle la diffractométrie des rayons X.

La méthode XRD n'est pas considérée comme la plus utile en matière d'analyse des métaux. Mais il serait utilisé dans l'analyse de couches minces ou de films, c'est-à-dire de couches de matériaux solides de l'ordre du micro ou du nanomètre. Ces couches minces présentent souvent un comportement physique tel que la résistance électrique ou la conductivité, entre autres, qui diffère de celui des corps solides du même matériau. De cette façon, il est également possible d'obtenir des propriétés qui ne seraient pas disponibles autrement. Les couches minces sont utilisées dans la finition de surface et la microélectronique.



### 4.1.3 Examen de la peau des momies d'Albert et Maria

#### 4.1.3.1 Préparation

L'analyse de la peau de la momie d'Albert a été réalisée avec le microscope numérique Gloptics U1600X pour la vue agrandie d'une surface jusqu'à 1600x.

L'objectif principal de l'enquête était de rechercher des anomalies telles que des coupures, des taches de colle entre autres, pour initier ultérieurement une enquête détaillée sur la momie en ce qui concerne un faux, le cas échéant.

La première momie analysée était celle d'Albert, qui a été placée sur une table d'examen de manière à ce que l'avant du corps soit librement accessible.

Lors de l'examen de la momie Maria, seules quelques parties d'elle ont pu être scannées avec le microscope susmentionné. Sortir la momie de sa vitrine comporte trop de risques comme la chute de parties des pieds.

Pour protéger les corps des momies de la contamination, des mesures de précaution appropriées ont été appliquées, telles que l'utilisation de masques, de gants chirurgicaux et de tabliers jetables.

#### 4.1.3.2 Traitement

Lors d'un examen à l'aide d'un microscope numérique portable, des parties du corps librement accessibles sont examinées étape par étape à travers l'instrument, et des photographies sont prises de différentes parties, de préférence de la même structure de surface, ainsi que des anomalies et les images obtenues sont analysées en détail.



**Graphique 25.**

*Reptile et détails de ses écailles de kératine épidermique*

*Source : schubu.at, "46. Merkmale der Reptilien).*

**Graphique 26.**

*Crâne de momie Albert, grossissement 1600x, détails de la peau avec écailles épidermiques, en parties recouvertes de diatomite. Source : Sabine Cremer.*



Il n'a pas été possible d'examiner en détail toutes les zones du corps de la momie Maria en raison

de l'absence de supports de microscope qui s'adaptent au petit espace de la vitrine.

D'autres micrographies de cette momie, par exemple, sont nécessaires pour le domaine de l'archéologie, afin de pouvoir évaluer la surface par rapport à sa nature et à ses caractéristiques typiques.

#### 4.1.3.3 Résultats

Dans l'analyse ultérieure du matériel photographique pris lors de l'examen, on a pu voir une structure de peau similaire à celle des reptiles, c'est-à-dire sous la forme d'écailles.

Il convient de noter que les similitudes sont plus liées aux lézards de la famille des reptiles Lacertidae au sein de l'ordre des Squamata.

Les crocodiles, par exemple, qui sont considérés comme des reptiles au sens large, sont plus étroitement liés aux oiseaux qu'aux autres reptiles. Bien que des crocodiles momifiés égyptiens vieux de 2500 ans aient été trouvés, une comparaison de ces momies avec celles de Nasca serait vaine en raison du peu de choses qu'elles ont en commun.

#### Graphique 27.

*Momie Albert, à gauche. bouche (des objets ou des tissus sont visibles dans la cavité buccale) ; Sur le doigt droit de la main droite sans empreintes digitales, une couleur orange-rougeâtre est notée dans certaines parties de la phalange du doigt*



Source : Sabine Cremer.

**Figura 28.**

*Momie Maria, bout du doigt de la main droite avec l'ongle, deux angles différents, des taches et des zones jaunes sont perceptibles dans cette partie du doigt*



Source : Sabine Cremer.

**Graphique 29.**

*Oeil gauche de la momie Albert*



Source : Sabine Cremer.

### Graphique 30.

*Momie Maria, pointe de l'orteil gauche, des taches brun rougeâtre sont observées sur certaines parties de la peau et de l'ongle*



Source : Sabine Cremer.

Comme on peut le voir sur les photos ci-dessus, Albert et Maria ont la peau gris foncé avec des écailles épidermiques. Afin de pouvoir dire avec une forte probabilité si la peau des momies ne contient même pas la moindre coupure ou goutte de colle (sans tenir compte du cadmium à ce stade), d'autres micrographies sont nécessaires, qui doivent être prises après que les momies aient été complètement nettoyées de la terre de diatomées.

Les taches ou les zones orange à brun rougeâtre observées sur certaines parties de la peau des momies tridactyles sont probablement le résultat du cadmium qui a été trouvé au-dessus de la peau et sous la terre de diatomées.

Les pigments de cadmium sont parmi les pigments les plus durables connus, peu affectés par l'exposition à la lumière, les conditions météorologiques extrêmes ou l'utilisation dans des environnements à haute température. Le sulfure de cadmium (CdS), de couleur jaune doré, est le pigment de base du cadmium. En substituant le zinc au cadmium dans le CdS, on obtient une gamme de jaunes - or profond [1,9% sulfure de zinc (ZnS)], or et jaune citron à jaune-primevère (20% ZnS).

La substitution du mercure par le cadmium produit une gamme de rouges-orangés :

de l'orange foncé [sulfure de mercure à 11 % (HgS)] au rouge clair, au rouge moyen et au rouge foncé à grenat (26,5 % HgS). Les pigments contenant du mercure sont moins chers, mais sont moins stables à des températures élevées et par mauvais temps. La substitution du sélénium par le soufre dans le CdS produit également une variété de rouge orangé : orange clair [15 % de séléniure de cadmium (CdSe)] à rouge clair, rouge moyen et rouge foncé à grenat (65 % de CdSe).

Un test complet de cadmium est recommandé pour connaître avec certitude la composition exacte du cadmium dans la peau des momies tridactyles.

En 1817, Friedrich Stromeyer et Carl Samuel Hermann ont découvert indépendamment du cadmium dans du carbonate de zinc contaminé. Stromeyer a remarqué que le carbonate de zinc impur se décolorait lorsqu'il était chauffé, un comportement que le carbonate de zinc pur n'affichait pas. Pendant près de 100 ans, le métal n'a été extrait qu'en Allemagne.

### Graphique 31.

*De gauche à droite : le vice-recteur M. Alarcón, Sabine Cremer, le Dr Hernández avec la momie tritodactyle Albert.*







Le cadmium est obtenu en tant que sous-produit de la fusion des minerais de zinc et de plomb-zinc. La majeure partie du cadmium est extraite par des usines hydrométallurgiques de zinc, généralement appelées usines d'électrolyse de zinc. De plus petites quantités sont obtenues par les usines pyrométallurgiques de zinc et par les fonderies de plomb qui traitent les minerais de plomb-zinc. Le traitement du zinc est basé sur la réduction du métal à partir des oxydes. Les concentrés de zinc, qui sont des sulfures et contiennent généralement de 0,5 à 1,5 % de cadmium, sont d'abord torréfiés pour convertir les minéraux en oxydes et en petites quantités de sulfates.

Ce qui précède conduit à la question de savoir comment le cadmium qui recouvre les momies a été obtenu dans les temps anciens, il y a environ 600 à 1700 ans. Tout au long de l'histoire, certaines connaissances humaines se sont perdues, comme le montrent les cas de la batterie de Bagdad et du ciment romain. D'autre part, aucune autre momie n'a été trouvée sur le sol péruvien avec des traces de cadmium à ce jour, du moins il n'y a aucun rapport à ce sujet.

## 4.2 Examen II

En juin 2023, une nouvelle extraction d'échantillon a été effectuée sur l'une des momies (momie nommée Edgarda) et d'une main libre en présence et par une partie de l'équipe de chercheurs de l'UNI et de l'Université d'Ica Luis Gonzaga. Les échantillons extraits étaient au nombre de 3, un échantillon de métal extrait de la poitrine de la momie Edgarda et un échantillon de poudre minérale extrait de son revêtement, en plus d'un échantillon de la main libre du tridactyle. Les trois échantillons ont été soumis à une analyse chimique par DRX et fluorescence X, afin de connaître leur composition chimique et d'extraire un type d'information qui n'avait pas été initialement pris en compte. Une recherche bibliographique a également été effectuée sur les provenances possibles des échantillons analysés selon le point de vue géologique.

**Graphique 32.**

*Momie Edgarda avec implants métalliques, avant l'extraction de l'échantillon*



**Graphique 33.**

*Momie Edgarda. Extraction d'échantillons.*



**Graphique 34.** *Main seule avec implant*



**Graphique 35.**

*Implantation de la main seule après l'extraction de l'échantillon*



#### 4.2.1 Echantillons et matériaux

**Graphique 36.** *Tableau, description des échantillons et de l'analyse chimique effectuée.*

Muestra	Tipo de muestra	Análisis
Coffre Edgarga	Métal	Fluorescence des rayons X avec énergie dispersive.
Edgarda Main	Métal	
Revêtement Edgarda	Poudre minérale	Diffraction des rayons X

Des analyses de composition chimique ont été réalisées selon deux techniques sur les trois échantillons prélevés (tableau n°1) par le laboratoire LABICER (de la Faculté des Sciences de l'Université Nationale d'ingénierie), pour lesquels l'équipement de spectrophotomètre à fluorescence X EDX 800 HS de marque Shimadzu (voir figure n° 1) et le diffractomètre à rayons X analytique (voir figure n° 2) ont été utilisés.

### a. Analyse de la composition chimique par fluorescence X d'échantillons métalliques

Cette analyse permet d'obtenir des informations qualitatives et semi-quantitatives sur la composition chimique d'un échantillon solide, son principe d'analyse est de mesurer la chute d'énergie des atomes lorsqu'ils sont excités par un faisceau de rayons X. Le principal avantage de cette analyse est qu'il s'agit d'une analyse multi-élémentaire et rapidement dans un échantillon sans traitement préalable, la technique indiquée à cet effet puisque les échantillons de métaux extraits n'avaient pas une très grande surface. Cette analyse a l'inconvénient de n'analyser que les métaux qui se situent dans la gamme du sodium à l'uranium dans le tableau périodique, donc les métaux légers ne peuvent pas être détectés avec cette technique.



**Graphique 37.** Équipement de fluorescence X à énergie dispersive.

**Graphique 38.** Résultats de l'analyse de la composition chimique par fluorescence X dans l'échantillon métallique de la poitrine d'Edgarda.

Élément	Résultats	Méthode d'analyse
Argent, Ag	89.88	Fluorescence des rayons X
Calcium, Ca	3.61	
Cuivre, Cu	3.06	
Silicium, Si	1.00	
Soufre, S	0.78	
Fer, Fe	0.45	
Plomb, Pb	0.20	
Phosphore, P	0.16	

**Gráfico 39.** *Tableau des résultats de l'analyse de la composition chimique par fluorescence X sur l'échantillon métallique de la main seule du tridactyle.*

Élément	Résultats	Méthode d'analyse
Argent, Ag	62.74	Fluorescence des rayons X
Cuivre, Cu	34.33	
Or, Au	1.31	
Phosphore, P	0.27	
Soufre, S	0.44	
Silicium, Si	0.31	
Tungstène, W	0.26	
Rubidium, Rb	0.04	

Les deux échantillons ont une matrice à base d'argent et varient considérablement en teneur en cuivre, l'échantillon extrait des mains libres a une concentration de cuivre de plus de 30% par rapport à l'échantillon extrait de la poitrine de la momie. L'argent sterling est l'alliage dont la composition chimique se rapproche le plus de l'échantillon de métal extrait du sein de la momie Edgarda (92,5 % Ag et 7,0 % Cu). Dans un alliage Cu-Ag, une teneur en cuivre allant jusqu'à 25-30 % en poids est connue pour augmenter la dureté et la résistance et réduire modérément la ductilité et la conductivité électrique. Au-delà de ce pourcentage en poids, le cuivre diminue la résistance à l'oxydation de l'argent et intensifie le ternissement par le sulfure d'hydrogène ou le dioxyde de soufre.

#### **b. Analyse de la composition chimique de l'échantillon de poudre par diffraction des rayons X**

C'est la seule analyse qui peut donner des informations sur la composition chimique sous forme de phases cristallines au moyen de l'analyse du diffractogramme d'un échantillon. Pour effectuer la quantification des phases cristallines de l'échantillon, le logiciel High score a été utilisé selon le principe de raffinement de Rietveld à l'aide de la bibliothèque PDF-4 + 2023 (actuellement la base de données cristallographique la plus complète du marché). Cette analyse nous permet de connaître la composition minéralogique d'un échantillon, mais uniquement des phases cristallines, le matériau amorphe de l'échantillon ne peut pas être quantifié.



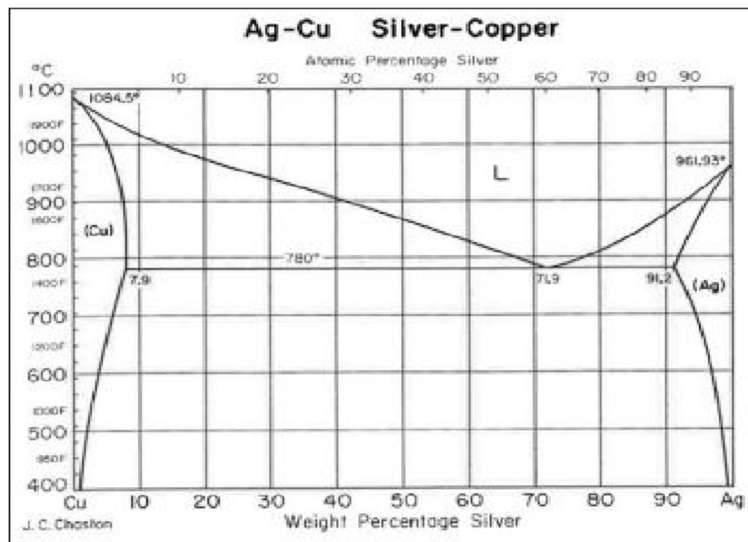
*Gráfica 40. Diffractómetro a rayos X.*

**Gráfica 41.**

*Resultats de l'analyse de la composition chimique de l'échantillon de poussière minérale.*

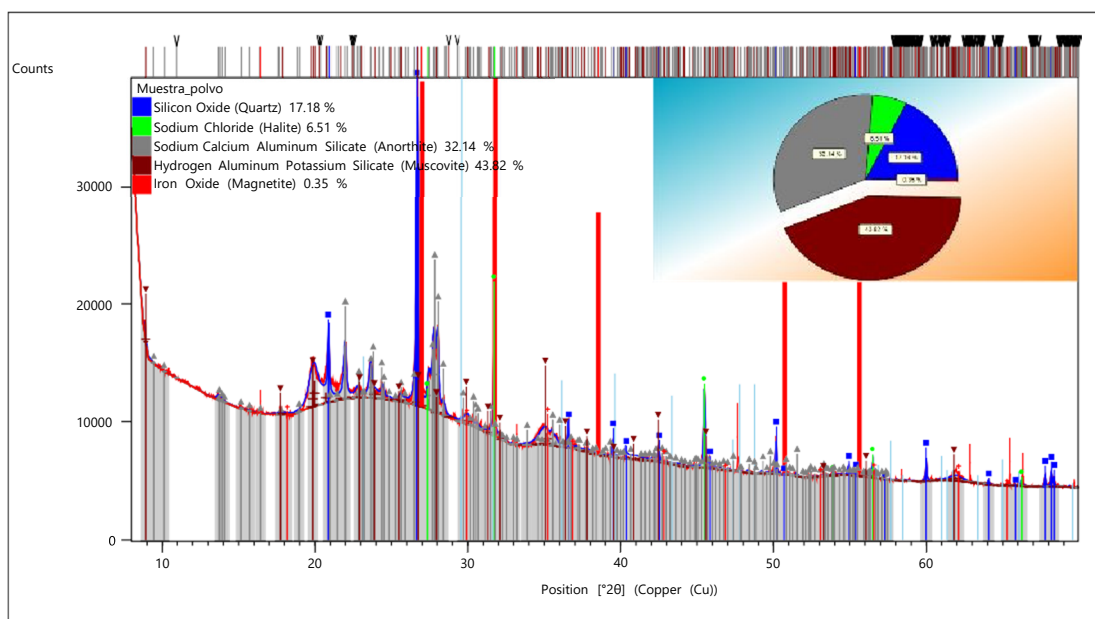
Compuesto	Formula	Resultados	Método de análisis
Oxyde de silicium (quartz)	$SiO_2$	17.18	
Chlorure de sodium (halite)	$NaCl$	6.51	
Silicate d'aluminium, de calcium et de sodium (anortite)	$Na_{0.482}Ca_{0.518}Al_{1.518}Si_{2.482}O_8$	32.14	Diffraccion des rayons X
Aluminium, hydrogène et silicate	$H_2KA_3(SiO_4)_3$	43.82	
de potassium (muscovite)	$Fe_3O_4$	0.35	
Oxyde de fer (magnétite)			

*Gráfica 42. Schéma de phase de l'alliage cuivre-argent.*



L'échantillon minéral a une teneur élevée en silicates et la présence de chlorure de sodium qui est à prévoir en raison de l'origine de l'échantillon, de son diffractomètre le plus remarquable est la présence de matériau amorphe qui peut être mis en évidence dans les bandes épaisses et le fond élevé du spectre ce matériau amorphe peut avoir plusieurs origines, des silicates organiques aux silicates amorphes.

*Gráfica 43. Diffractogramme de l'échantillon de poussière minérale.*



## 4.2.2 Approche géologique

### 4.2.2.1 Les momies tridactyles de Nazca et leur relation avec les différents environnements géologiques

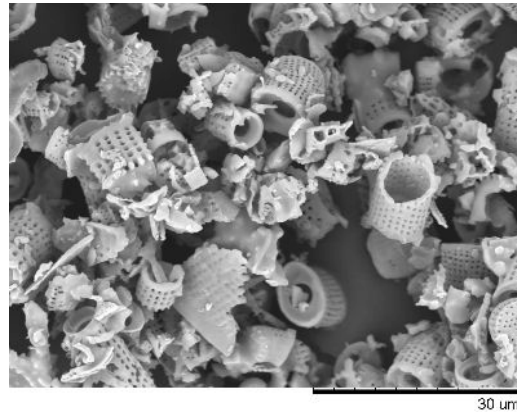
Par rapport aux résultats présentés par INGEMMET dans les études précédentes, la présence de roches calcaires gréseuses a été déterminée. Le grès, une roche sédimentaire dont la composition chimique est la même que celle du sable, donc la roche est essentiellement composée de quartz, pourrait également être trouvé en petites quantités de feldspath et d'autres minéraux. Le matériau cimentaire qui lie les grains de grès entre eux est généralement composé de silice, de carbonate de calcium ou d'oxyde de fer. Sa couleur est déterminée par le matériau de cimentation ; par exemple, le carbonate de calcium produit des grès blancs, similaires à ceux que l'on trouve dans les momies, qui ont des teneurs en Ca, C, O, ce qui correspond au minéral de calcite ( $\text{CaCO}_3$ ), car les grains analysés sont disposés sur une matrice de calcite. Tarbuck et Lutgens (2005).

Il est possible de corréliser une formation géologique avec son environnement de dépôt respectif en fonction de sa localisation et de la présence de diatomites, ce qui nous permettrait d'expliquer la présence d'éléments chimiques dans les « momies de Nazca ».



**Graphique 44.** Études pétrographiques antérieures réalisées par INGEMMET (2017).



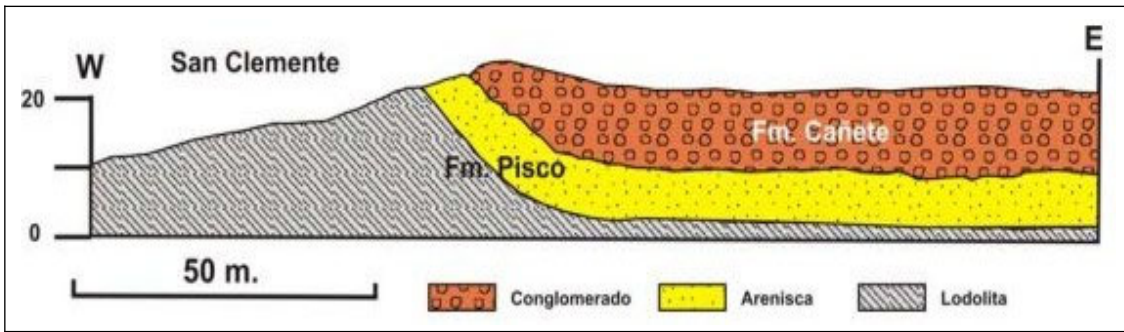


**Graphique 45.** À gauche. Échantillon de grès calcaire, avec des caractéristiques similaires à celles présentées à INGEMMET. À droite. Image microscopique de diatomées (photo : David Siodlak)

La diatomite ou terre de diatomées est un silice, formé par des microfossiles de diatomées, qui sont des algues aquatiques unicellulaires qui sécrètent un squelette siliceux et appartiennent à un groupe diversifié et très large d'algues que l'on trouve flottant dans les eaux marines et lacustres. La diatomite est une roche sédimentaire qui se présente dans des couleurs claires, elle est friable car elle est composée principalement de restes squelettiques de diatomées, donc son pourcentage de silice est élevé, de plus, c'est une roche très poreuse, de gravité spécifique ou de faible densité et avec une taille de particule très fine.

Ce type de roche peut être corrélé à la Formation de Pisco, qui présente ce type de composition, une séquence lithologique blanche, constituée de diatomites, avec des intercalations de grès tufacés et de schistes, présents depuis la rivière Pisco jusqu'à Camaná.

Les niveaux étudiés sont principalement constitués de diatomite blanche et légèrement jaune avec des laminations entrecoupées de fins niveaux détritiques. La Formation de Pisco (Miocène médien-Pliocène) correspond à la dernière grande séquence de sédimentation, soit son environnement de dépôt marin côtier. Les couches de cette formation ont été interprétées comme le résultat d'une transgression marine assez répandue (Muizon et Bellon, 1980 ; Sebrier, 1982).



*Graphique 46. Coupe géologique de la Formation de Pisco composée principalement de grès.*

Des affleurements de diatomites sont enregistrés dans la partie supérieure de la Formation de Pisco des quadrilatères Palpa et Lomitas (collines terrestres, Pampa Las Salinas, Pan de Azúcar, Pampa de Coyungo, La Tiza, Las Brujas, etc.), peut-être les lieux de localisation des momies en raison de la présence abondante de diatomites.

#### 4.2.3 Conclusions

On pourrait en déduire que la pièce métallique extraite de la poitrine de la momie d'Edgard a de meilleures propriétés mécaniques que la pièce extraite de la main seule et que cette dernière a moins de résistance à l'oxydation. En ce qui concerne le processus d'orfèvrerie, certains chercheurs et chroniqueurs mentionnent que dans l'ancien Pérou, seul l'argent natif était travaillé et d'autres se réfèrent au fait que des processus de purification étaient effectués à partir de la querargyrite, mais en étudiant la métallurgie dans le sud de notre pays, on sait que l'argent et le cuivre n'apparaissent nativement en quantité qu'au milieu et à la fin des périodes. C'est probablement parce que l'argent natif était rarement trouvé à la surface et était obtenu par une sorte de moulage grossier. L'argent et le cuivre devaient être rares jusqu'à ce que ce procédé de fusion soit découvert par les habitants des hauts plateaux. La plupart des principales mines d'argent des Incas semblent avoir été situées dans le centre de la Bolivie, mais la plupart de l'argent dans les environs d'Ica contient du plomb, et même si un seul des échantillons contient du plomb, la teneur en plomb peut être des indications que l'argent provient de la région d'Ica ou d'un processus de coupellation inefficace. La teneur en soufre des deux échantillons peut nous donner l'idée que l'argent analysé peut provenir d'un minerai sulfuré. Selon William C. Raíz, les alliages d'argent avec une teneur en cuivre de plus de 20%

Unidad de Investigación

est constituée d'alliages synthétiques ou d'alliages que l'on ne trouve pas naturellement dans les minerais, peut-être la preuve que les mélanges obtenus à partir de ces métaux ont été intentionnellement alliés ou d'un alliage inconnu dont les propriétés n'ont pas encore été étudiées, bien qu'il ne soit pas possible de déduire en soi laquelle des propositions est correcte. Dans le diagramme de phase de l'argent et du cuivre, cet alliage a son point eutectique à 28,1% de cuivre avec lequel on obtient un alliage à bas point de fusion, l'échantillon de métal de la main seul a une concentration inférieure à l'eutectique qui devrait se former à la surface du métal laminaire de couleur jaunâtre ou cuivrée car ces métaux sont presque insolubles en phase solide. La teneur restante dans les alliages est sujette à discussion car il peut s'agir d'impuretés du minéral d'origine ou d'une origine non encore étudiée.

En ce qui concerne les diatomées, la séquence reflète des événements dans un environnement marin de plateau silicaclastique attribué à la Formation de Pisco (Adams, 1906), correspondant au bassin du même nom sur son bord est. À ces niveaux, des diatomées caractéristiques du Miocène inférieur ont été reconnues.

**Graphique 47.** *Équipe de recherche juin 2023. De gauche à droite : Irvin Zúñiga Almora, Sabine Cremer, Pedro Toribio Pando, Roger Zúñiga Áviles avec la momie tridactyle Edgarda et la main seule.*





## 5 RÉFLEXION SUR LA RECHERCHE

### 5.1 Classification épistémologique du travail de recherche lui-même

Comme ils traitent de différentes approches de la théorie de la science, les travaux de recherche peuvent être classés principalement dans la méthode-épistémologie relativiste-pluraliste. De l'avis de certains scientifiques de premier plan, les approches de la connaissance ne sont pas soumises à une valeur fixe. L'examen de l'histoire de la science nous permet de conclure que l'acquisition et le changement de connaissances ne se sont pas toujours produits selon des principes scientifiques-théoriques dans le passé, mais en contournant ces méthodes et ont donc réussi de manière anarchique, pour ainsi dire. Un exemple est Galileo Galilei, qui, tel que nous le comprenons aujourd'hui, a travaillé de manière plutôt spéculative. La science n'est pas définie par des règles spécifiques, mais la recherche doit être indépendante et neutre. Il a été couronné de succès en rompant avec certaines méthodes à certains moments pour que le progrès et la connaissance puissent surgir. L'acquisition de connaissances ne doit pas être limitée par des directives rigides qui laissent éventuellement de côté l'intuition et la créativité.

### 5.2 Potentiel de recherche

Ce qu'il y avait de nouveau dans notre projet de recherche, c'était l'approche intellectuelle qui consistait à considérer avec la même justification les découvertes anciennes et les résultats de la découverte des momies de Nazca. La sous-estimation des résultats des analyses déjà réalisées et la conservation écrite parfois insuffisante de la mémoire culturelle dans les archives empêchent à ce jour le développement holistique d'une forte conscience culturelle (de soi). La référence à ses propres racines culturelles est cruciale pour développer une identité culturelle distincte et donc une confiance en soi culturelle.

Cela a eu des implications pour notre recherche, dont le résultat a été d'arriver de manière indépendante et neutre aux formulations appropriées sur l'authenticité des momies de Nasca. Les implants ont joué un rôle important à cet égard, une analyse précise de ceux-ci nous permettra de savoir quelles techniques ont été utilisées dans leur développement, qu'elles soient connues ou totalement inconnues, anciennes ou plus récentes.

### 5.3 Contribution à la science

Le projet de recherche fournira des données de base importantes sur les thèmes de l'inexpliqué, de l'inconnu et de la compréhension dans la recherche initiale de manière exploratoire et empirique. Sur la base de ces données, des approches sont développées pour enseigner des compétences d'information et de recherche.

Sur la base des données obtenues et des expériences réalisées, nous souhaitons apporter la contribution suivante à la suite du projet :

- Présentation des données obtenues au monde scientifique/aux institutions nationales et/ou internationales
- Diffusion des données dans les milieux scientifiques pertinents
- Promotion ou génération d'accords de coopération scientifique et/ou académique avec des institutions nationales ou internationales.
- Promotion ou génération d'échanges ou de mobilités académiques avec des institutions nationales ou internationales.
- Représentation de l'Institution en tant qu'expert académique/professionnel dans les médias nationaux ou internationaux

**Graphique 48.** Radiographie du squelette de la momie Josefina avec implant pectoral

Source : *Alien Project – GAIA.*





## BIBLIOGRAPHIE

1. Laboratoire de datation au radiocarbone bêta analytique, Miami, Floride, États-Unis : étalonnage de l'âge au radiocarbone en années civiles (Main, Maria) - Mai 2017
2. Université Lakehead, Canada : Dossier # : SER066-17, 26 janvier 2018.
3. Institut de physique de l'UNAM : 14C EXEMPLE DE RAPPORT DE DATATION - Décembre 2016
4. Génétique à l'état de traces et archéobiologie des Caraïbes : RAPPORT D'ANALYSE AU RADIOCARBONE - 13 juillet 2017
5. GENETECH Sri Lanka : RAPPORT PRÉLIMINAIRE ADN ancien - 16 octobre 2017
6. INGEMMET : Synthèse de l'analyse du rapport (entre autres : l'implant métallique de Josefina, l'implant métallique annulaire d'une main tridactyle, l'implant métallique d'une main tridactyle, l'implant métallique de la hanche d'Alberto, un objet métallique en forme de croix ) - Novembre 2018
7. Abraxas Biosystems : Analyse génomique et bioinformatique du séquençage d'ADN à haut débit d'échantillons extraits de corps desséchés trouvés à Nazca - Novembre 2017
8. Laboratoire de paléo-ADN, 1294, rue Balmoral, Thunder Bay, ON, P7B 5Z5 Canada, février 2018
9. INGEMMET. *Etude en microscopie électronique à balayage (MEB)*. 15 février 2017.
10. Asencio, E. [1586] (1921) Mémorial de la fondation de la province de Santafé du Nouveau Royaume de Grenade de l'ordre de San Francisco. Chapitre XXXIII. Madrid. OEM.
11. Azuero Gutiérrez, C. (2003) *Proposition de gestion intégrale des momies du Musée archéologique de Sogamoso*. Projet de diplôme. Faculté de restauration des biens meubles. Bogota. Universidad Externado de Colombia.
12. Cardale, M. (1993) *L'art du tissage dans le pays de Guane*. Bucaramanga. Banque de la République.
13. Cárdenas Arroyo, F. (1989) *Momification indigène en Colombie*. Dans : Bulletin du Musée de l'Or. N° 24. Bogota. Banque de la République.
14. (1990a) *La Momie de Pisba*. Dans : Bulletin du Musée de l'Or. N° 27, p.p. 2-13.
15. (1990b) *Moque, momies et sanctuaires : une plante en contexte rituel*. Journal d'anthropologie et d'archéologie. Vol. 6, n° 2. p. 37 à 59.
16. (1990c) *La randonnée de Chiscas : un cas de momification au XVIIIe siècle après J.-C. pour l'anthropologie physique actuelle*. Bogota. Mémoires V Congrès national d'anthropologie, ICAN-Uniandes, p.p. 235-249.
17. (1991) *Les momies des Muiscas*. Dans : Apuntes de a Bordo n° 151, p.p. 60-62.
18. (1993) *Bioanthropologie du passé*. Innovation et science. Vol. 11 No. 2, p.p. 52-59.
19. et al. (1998) *Momies, maladies et cultures anciennes*. Cockburn, Aidan ; Eve Cockburn



## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Unidad de Investigación

- et Theodore Allen Reyman (Ed.), Cambridge. Cambridge University Press,
20. Cieza, P. [1553] (2009) *La seigneurie des Incas*. Barcelone. Ediciones rouges.
  21. Ciorán, E. (1980) *Silogismes de l'amertume*. Caracas. Monte Ávila Editores.
  22. Cobo, B. [1653] (1956) *Histoire du Nouveau Monde*. Etude préliminaire par le P. Francisco Mateos. Madrid. Biblioteca de Autores españoles.
  23. Córdova González, J et Bernal Peralta, J. (2001) *Fascination pour les momies, renforcement de la vie*. Dans : Chungará (Arica) Vol.33, No.1.
  24. Correa Rubio, F. (2004) *Le soleil du pouvoir. Symbologie et politique chez les Muisca du nord des Andes*. Bogota. Université nationale de Colombie.
  25. Falchetti, A. (1997) L'offrande et la graine. Notes sur le symbolisme de l'or chez les U'was. In Boletín Museo del Oro n° 43, juillet-décembre 1997, p.p. 3-38.
  26. Isbell, W. H. (1997) *Momies et monuments mortuaires : une préhistoire postprocessuelle de l'organisation sociale des Andes centrales*, Austin, University of Texas Press.
  27. Isidro, A. (2006) *Momies : typologie, histoire et pathologie*. Dans : Revista Española de Antropología Física n° 26 p. p. 37-62
  28. Houston, S. D. & Cummins, T. (2004) *Corps, présence et espace dans la domination andine et mésoaméricaine*.
  29. Dans : Susan Toby Evans et Joanne Pillsbury, rédactrices. Palais de l'Ancien Nouveau Monde. Un symposium à Dumbarton Oaks. 10 et 11 octobre 1998. Washington, D.C., Bibliothèque et collection de recherche de Dumbarton Oaks.
  30. Jiménez, G. Incarnation de la conquête du Nouveau Royaume de Grenade. Dans : Tovar Pinzón, H. (1992). *Relations et visites dans les Andes S. XVI. T. III, Région Centre-Est*. Bogota. Bibliothèque nationale.
  31. Langebaek, C et Londoño E. (1988) *Sanctuaires indigènes dans la distribution d'Iguaque, Boyacá. Transcription d'un document de 1595 des Archives historiques nationales de Colombie*. Dans : Journal d'anthropologie. Universidad de los Andes. Vol. IV, N°2, p.p. 215-252.
  32. Langebaek, C. (2003) *Archéologie colombienne. Science, passé et exclusion*. Bogota. Colciencias.
  33. Langman, J. (2001) *Mudos, témoins du désert. Pratiques mortuaires de la civilisation Chinchorra de la région du désert d'Atacama au Chili*. Dans : Américas (édition espagnole). N° 53 p. p. 1-4
  34. Petersen G. Georg, William E. Brooks, *L'exploitation minière et la métallurgie dans l'ancien Pérou*
  35. Sean P. Modesto, Jason S. Anderson : *La définition phylogénétique des reptiles*. Biologie systématique. Bd.53, n° 5, 2004
  36. dtv-Atlas Chemie, Tome 1, dtv-Verlag (2000)
  37. Département de l'Intérieur des États-Unis, U.S. Geological Survey, *MINERAL COMMODITY PROFILES CADMIUM* par W.C. Buttermann et Jozef Plachy Reston, VA Open-File Report 02-238
  38. <https://www.ig.com/de/nachrichten-und-trading-ideen/die-teuersten-metalle-der-welt-2019-10-10-140-minor-but-2019-08-21>
  39. Aglaja przyborski, Monika wohlrab-sahr, *Qualitative Sozialforschung*, Ein Arbeitsbuch, Verlag de Gruyter Oldenbourg (2021)



## Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Unidad de Investigación

40. Karl Mannheim, Ralf Bohnsack, *Bildinterpretation und dokumentarische Methode* (L'interprétation des images et la méthode documentaire), Zeitschriftenartikel (2008)
41. Fernandez, J. P. (s.d.). La fosse principale de la mine de Justa mesurera 2 km de long sur 1,5 km de large et 500 m de profondeur. Énergimines. <https://energiminas.com/tajo-principal-de-la-mine-de-juste-mesurera-mesure-de-2-km-de-long-par-15-km-de-large-et-500-m-de-profondeur/>
42. Minerandina comunicaciones. (2022). Constable Mining à la recherche de la mine à ciel ouvert. (Vol. XXVI n° 1257), 1257 – 1258.
43. <https://static1.squarespace.com/static/5a947a41b98a78645551dd00/t/633E31FDFa11DE1CEBD13EDC/1665020415409/mine-1257-1258-condestable+fr+B+%3%9asqueda+del+tajo+abierto.pdf>
44. Juárez, R. (2016). *Géologie et catégorisation des ressources géologiques minières de la mine Condestable, Mala Lima* [thèse de doctorat]. Université nationale d'Abad de Cuzco. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/2380/253T20160367.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
45. Montoya, M. ; García, W. & Caldas, J., eds. (1993) – Géologie des quadrilatères de Lomitas, Palpa, Nazca et Puquio. INGEMMET. Bulletin n° 53, série A : National Geological Chart, 41.
46. Philip J. Potts ; Peter C. Webb (1992). Spectrométrie de fluorescence X, 44(1-3), 251-296. doi :10.1016/0375-6742(92)90052-A
47. Reti, A. (2001). Encyclopédie des matériaux : Science et technologie || Argent : alliages, propriétés et applications. , (), 8618–8621. doi :10.1016/B0-08-043152-6/01536-9
48. William C. Raíz (1949). La métallurgie de la côte sud du Pérou. Antiquité américaine, 15(1), 10-37. DOI :10.2307/276954
49. Lechtman, Heather (1976). Etude d'un site métallurgique dans les Andes péruviennes. Journal d'archéologie de terrain, 3(1), 1-42. DOI :10.1179/009346976791547995
50. Salvador Rovira, « La metalurgia inca : estudio a partir de las colección del Museo de América de Madrid », Bulletin de l'Institut français d'études andines [En ligne], 46 (1) | 2017, publié le 08 avril 2017, consulté le 24 juillet 2023. Lien : <http://journals.openedition.org/bifea/8155> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/bifea.8155>

Av. Túpac Amaru N° 210, Lima 25, Pérou  
Téléphone : 381-5630/ Central téléphonique : 481-1070 Annexe  
4207 Courriel : [investigaciónfigmm@uni.edu.pe](mailto:investigaciónfigmm@uni.edu.pe)

Écoles d'ingénieurs professionnelles accréditées par:



Engineering  
Accreditation  
Commission