



**HAL**  
open science

## Cartographie chimique par fluorescence X portable d'un atelier antique de production de laiton : exemple du Clos Paul (Charleville-Mézières, Ardennes)

Sébastien Laratte, Vincent Le Quellec, Benjamin Cancès, B. Marin, Marie Ponthieu, Alexandra Conreux, Jérôme Marian, Gilles Fronteau

### ► To cite this version:

Sébastien Laratte, Vincent Le Quellec, Benjamin Cancès, B. Marin, Marie Ponthieu, et al.. Cartographie chimique par fluorescence X portable d'un atelier antique de production de laiton : exemple du Clos Paul (Charleville-Mézières, Ardennes). 20e édition d'Archéométrie - Colloque du GMPCA, Apr 2015, Besançon, France. hal-03773994

**HAL Id: hal-03773994**

**<https://hal.science/hal-03773994>**

Submitted on 9 Sep 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

LARATTE Sébastien<sup>1</sup>, LE QUELLEC Vincent<sup>2</sup>, CANCES Benjamin<sup>1</sup>, MARIN Béatrice<sup>1</sup>, PONTHEU Marie<sup>1</sup>, CONREUX Alexandra<sup>1</sup>, MARIAN Jérôme<sup>3</sup>, FRONTEAU Gilles<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GEGENAA, EA 3795, Université de Reims Champagne-Ardenne, CREA, 2 Esplanade R. Garros, 51100 Reims

<sup>2</sup> Pôle archéologique du département de l'Aisne, 1 rue W.H. Waddington, 02000 Laon

<sup>3</sup> Cellule archéologique du département des Ardennes, Hôtel du Département, CS 20001, 08011 Charleville-Mézières Cedex

## 1. INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE

La fouille préventive du « Clos Paul », réalisée par la Cellule Archéologique du Conseil général des Ardennes (R.O. Jérôme Marian), a mis au jour en 2013 un atelier métallurgique daté de la fin du III<sup>e</sup> siècle de notre ère. La présence au décapage d'une structure de combustion et de nombreux fragments de creusets ont amené deux questions :

**Quelle métallurgie était pratiquée sur ce site ? Quels indices permettent de caractériser l'espace de travail, ses dimensions et ses liens avec les autres structures présentes sur le site ?**

Afin de répondre à ces questions, nous avons adopté une démarche alliant une grande **souplesse de mise en oeuvre, rapidité d'analyse** et **coût analytique modique**.

## 2. CONTEXTE ET METHODOLOGIE

Le « Clos Paul » est situé au nord de Charleville-Mézières (08) en haut du coteau de la vallée de la Meuse (200 m d'altitude ; Fig. 1). Des limons argileux y reposent sur des argiles à débris de schiste résultant de l'altération du substrat schisteux et quartzitique daté du Primaire et constituant les reliefs des Ardennes.

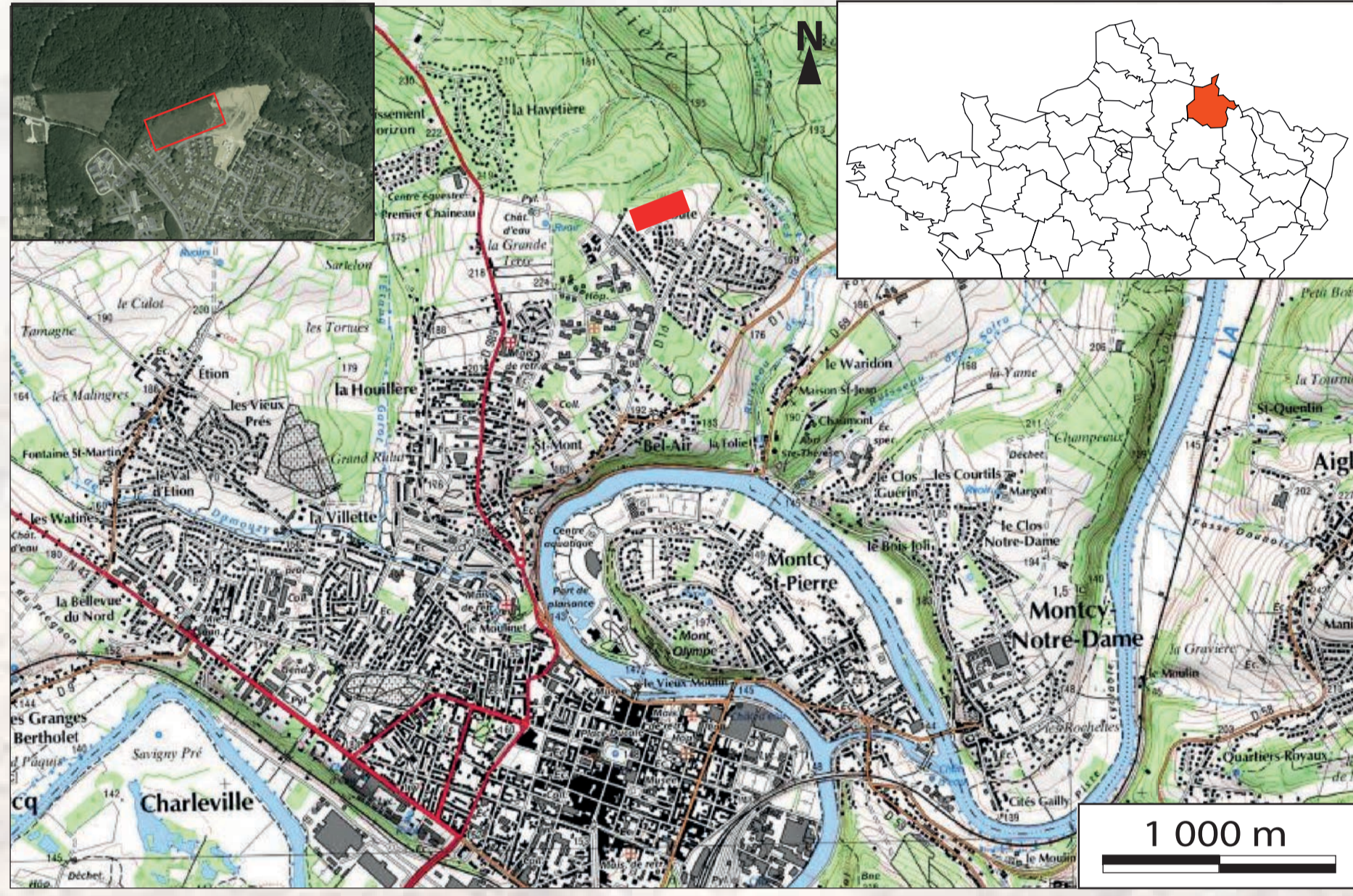


Fig 1: Localisation de l'opération du « Clos Paul » (extrait de la carte topographique IGN (2007) de Charleville-Mézières au 1/25 000, N° 3009 O).

Au cours des opérations de fouille (2013), une zone d'activité métallurgique d'extension restreinte et isolée du secteur d'habitat a été étudiée (Fig. 2). Elle s'articule autour d'une structure de combustion (Ft 219).

Les teneurs en éléments métalliques (Cu, Zn, Sn,...) ont été cartographiées autour de ces vestiges.

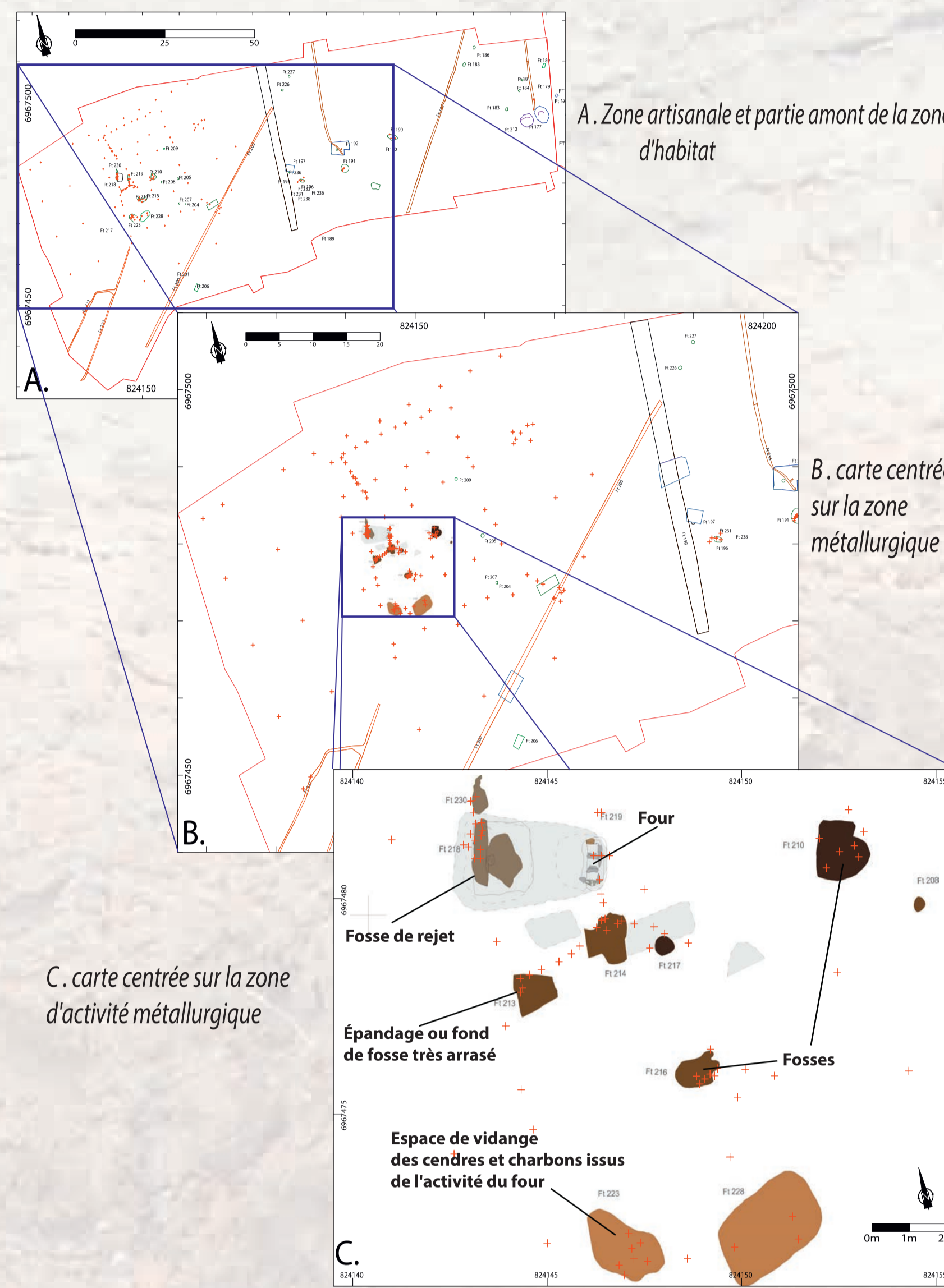
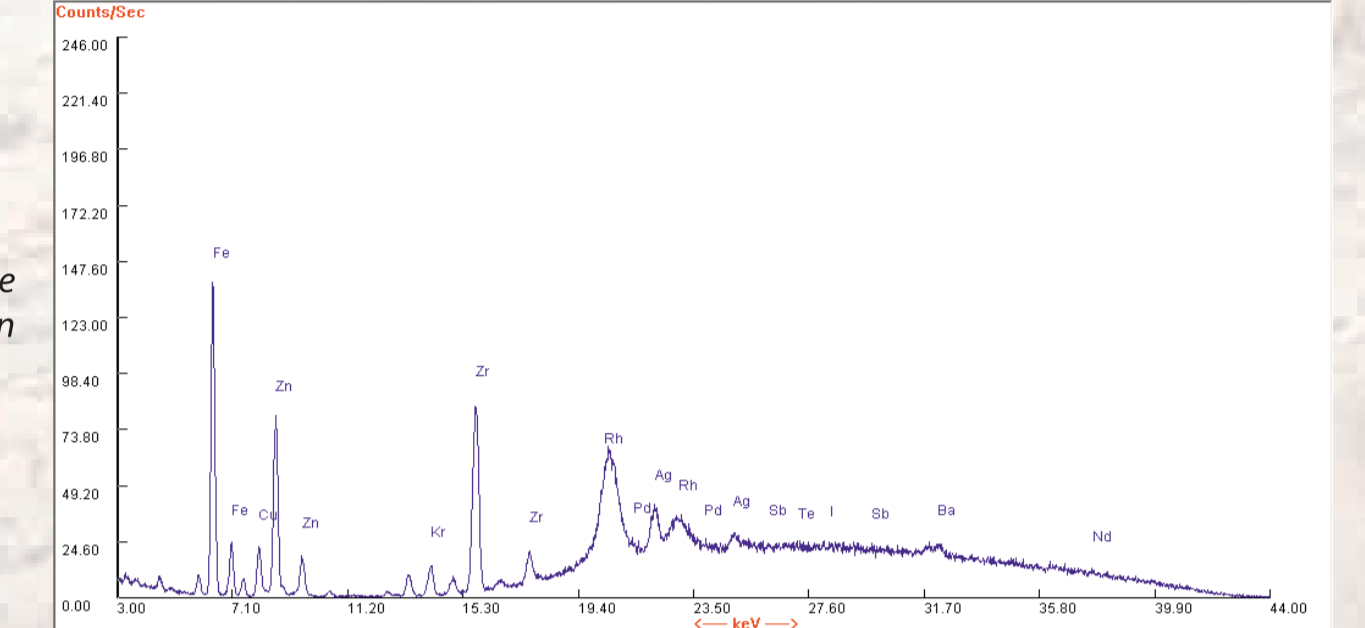


Fig 2: Plan de masse de la phase 2 de la fouille à diverses échelles avec la localisation des mesures

Fig 3: Réalisation des analyses XRF in-situ (a et b) L'analyseur de fluorescence X portable utilisé (Niton XL3t GOLDD+) équipé de son masque de protection de terrain.



Fig 4: Spectre d'émission de fluorescence X d'un échantillon de sol après mesure.



Les mesures ont été réalisées selon un carroyage de 10 m, resserré ensuite à une maille de 2,5 m dans la zone d'atelier et dans les structures (Fig. 2). Leurs positionnements ont été relevés au tachéomètre.

Les analyses ont été réalisées à l'aide d'un analyseur de fluorescence X portable (PXRF ; Thermo Niton XL3t GOLDD+ ; Fig. 3 et Fig 4).

Des échantillons ont été prélevés pour effectuer des mesures de susceptibilité magnétique (Bartington, MS2 - MS2K) afin de détecter d'éventuelles anomalies non liées à des pollutions métalliques.

Le fond pédogéochimique a été mesuré dans des zones éloignées des structures archéologiques.

Le traitement géostatistique des données a été effectué selon un protocole simple [2 et 4] avant extrapolation par krigeage [3], filtration et rendu sous Surfer (Golden software).

## 3. RÉSULTATS : CARTOGRAPHIES DES PALÉOPOLLUTIONS MÉTALLIQUES

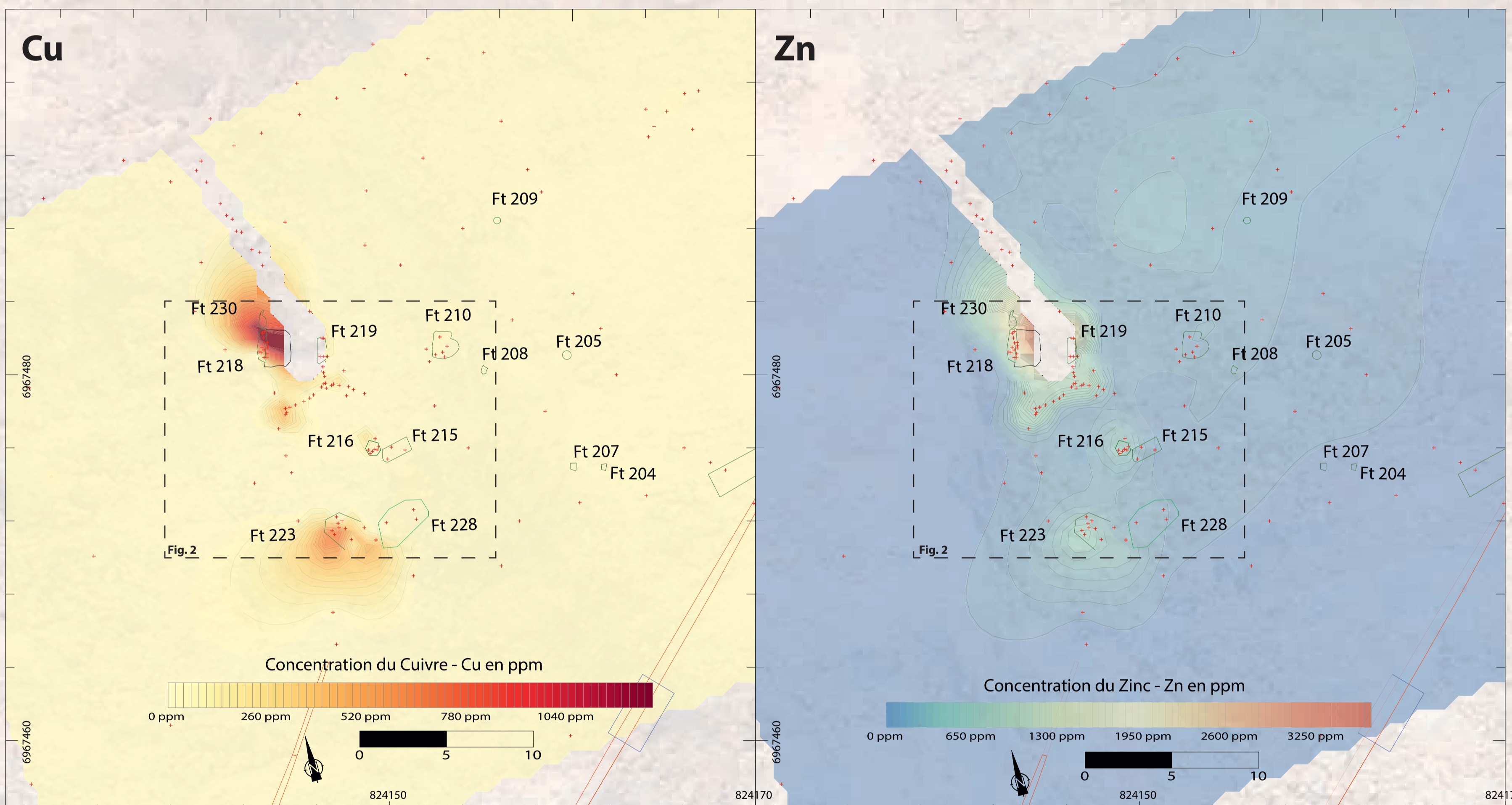


Fig 5: Cartes de la fouille du « Clos Paul » reprenant les concentrations en différents éléments mesurés en PXRF et la susceptibilité magnétique.

Les teneurs en métaux ont été déterminées en **217 points**.

Les teneurs en **Cr, Co, As, Cd, Sn, Sb** et en **Pb** sont proches de celles mesurées dans les sols non contaminés [1]. Le **plomb** présente des valeurs anormalement élevées dans Ft 218 et Ft 219 (fosse de rejet de la structure de combustion et le four lui-même).

Les teneurs en **Cu** sont élevées (1 604 ppm) dans la fosse de rejet du four (Ft 218) et dans les dépôts charbonneux (Fig. 5). La répartition du **Cu** montre des teneurs élevées dans Ft 213 (fond de fosse arasée), Ft 216 (fosse sans fonction déterminée), Ft 219 (four) et Ft 223 (fosse de rejet).

Les teneurs en **Zn** sont variables (Fig. 5). Elles sont importantes (3 481 ppm) sur la fosse où se concentrent des dizaines de creusets brisés (Ft 218) et le four (Ft 219). Ft 213, Ft 216, Ft 214 et Ft 223 présentent également des teneurs élevées.

Les fortes teneurs en **Zn** mesurées jusqu'à 30 mètres au NE des structures résulteraient de la forte volatilité de ce métal à chaud (température d'ébullition de 907 °C).

La carte des anomalies de susceptibilité magnétique concorde avec celles de répartition de **Cu** et de **Zn** obtenues à l'aide de la PXRF (Fig. 5). Les structures mises en avant par ces méthodes sont celles où les **indices archéologiques de métallurgie sont les plus probants** (Ft 216, Ft 218, Ft 219 et Ft 223).

Les fortes teneurs en **Cu** et **Zn** mesurées montrent que ces métaux étaient travaillés sur le site. L'hypothèse de **production de laiton par cémentation** peut donc être retenue, en cohérence avec la forte présence de creusets.

Les teneurs en **Zn** et en **Cu** sont cohérentes entre elles et se concentrent autour d'un petit nombre de structures. La cartographie de ces résultats donne l'image d'un **secteur restreint dédié à la métallurgie, d'environ 10 x 20m**. La fouille de ces creusements a mis en évidence leur contemporanéité. La présence récurrente de fragments de creusets dans les comblements **confirme l'origine et l'âge communs des pollutions métalliques**.

## 4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Déjà **validée en contexte prospectif programmé** [5], la méthodologie employée dans cette étude montre tout son intérêt dans le cadre de l'archéologie **préventive sur surface décapée**.

Cette étude a fourni une **cartographie de la répartition des métaux** dans les sols archéologiques. Cette vision **quantitative et qualitative** met en avant la nature et l'étendue des paléopollutions liées aux activités métallurgiques antiques sur ce site.

Le **résultat majeur** de ce travail est d'avoir démontré l'existence d'un **atelier de production de**

**laiton par cémentation** en l'absence d'objets fabriqués dans l'atelier et de mobilier spécifique à cette métallurgie.

Les anomalies de susceptibilité magnétique sont concordantes avec les pollutions métalliques des sols antiques et sont confirmées par la présence d'indices archéologiques de l'activité métallurgiques du site.

L'exemple de cette zone métallurgique permet de mettre en évidence, malgré l'absence de niveau de sol et d'indice de construction, l'**organisation générale** et le **fonctionnement du site**.

## Références

[1] Baize, D. (2009) Éléments en traces dans les sols : fonds géochimiques ; fonds pédo-géochimiques et teneurs agricoles habituelles. Définitions et utilisations. Le Courrier de l'Environnement de l'INRA, n° 57, pp. 63-72.

[2] Cressie, N. A. C. (1993). Statistics for spatial data. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics : Applied Probability and Statistics. John Wiley & Sons Inc., New York. Revised reprint of the 1991 edition, A Wiley-Interscience Publication.

[3] Krige, D. (1951). A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society, 52:119-139.

[4] Matheron, G. (1963a). Principles of geostatistics. Economic Geology, 58:1246-1266.

[5] Térygeol F., Arles A., Foy E., Florsch N. et Llubes M. (2011). Dosages par fluorescence X portable d'ateliers médiévaux de production des métaux non-ferreux. ArchéoSciences, 34pp.