



HAL
open science

Le rempart du Zinnkoepflé à Soultzmatt (68) : rapport 2022

Clément Féliu, Ertlen Damien, Benjamin Keller, Nathalie Schneider

► To cite this version:

Clément Féliu, Ertlen Damien, Benjamin Keller, Nathalie Schneider. Le rempart du Zinnkoepflé à Soultzmatt (68) : rapport 2022. Inrap; UMR 7044 - Archimède; UMR 7362 - LIVE. 2023. hal-04223393

HAL Id: hal-04223393

<https://hal.science/hal-04223393>

Submitted on 29 Sep 2023

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.



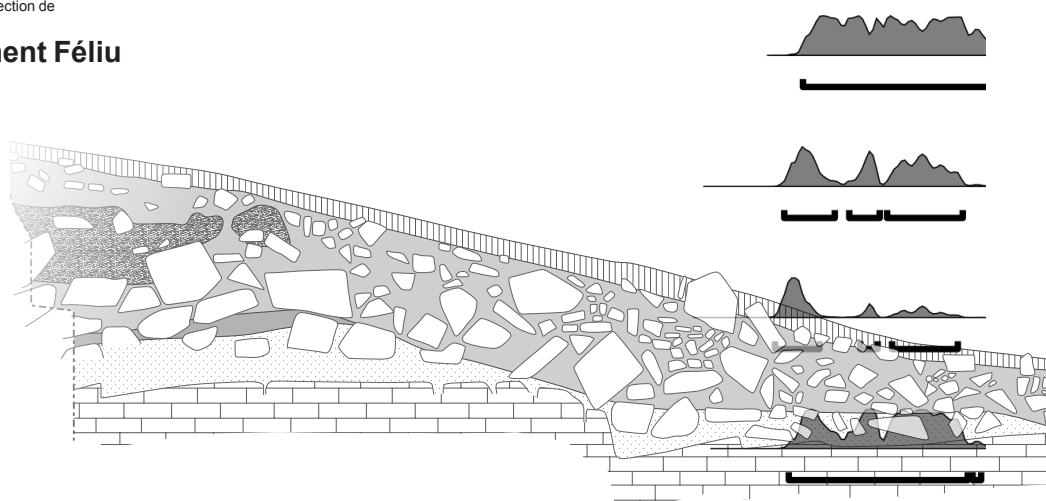
Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Le rempart du Zinnkoeplé à Soultzmatt (68)

Rapport 2022

sous la direction de

Clément Féliu



Parc naturel régional des Ballons des Vosges



FONDATION



Une autre vie s'invente ici

Rapport final d'opération
Fouille programmée

Le rempart du Zinnkoeplé à Soultzmatt (68)

Rapport 2022

sous la direction de

Clément Féliu

par

Damien Ertlen
Clément Féliu
Benjamin Keller
Nathalie Schneider

Code INSEE
68318

Numéro d'opération
n°018125

Arrêtés d'autorisation
SRA 2022/A350

Code Inrap
R127022

Inrap Grand Est

12, rue de Méric, CS 80005, 57063 Metz Cedex 2

Tél. 03 87 16 41 50, grand-est@inrap.fr

septembre 2023

Sommaire

3	I	Données administratives, techniques et scientifiques
5		Fiche signalétique
6		Mots-clefs des thesaurus
7		Intervenants
8		Notice scientifique
8		État du site
9		Localisation de l'opération
10		Arrêté d'autorisation
15	II	Résultats
17	1	Introduction
17	1.1	Localisation du site
17	1.2	Historique des recherches
19	1.3	Problématique et présentation de l'intervention
21	2	Le talus principal du <i>Zinnkoepflé</i>
21	2.1	Description du site
21	2.2	Description de la stratigraphie
24	2.3	Datation
29	3	Observations pédologiques et analyse par spectroscopie proche infrarouge
29	3.1	Observations de terrain
29	3.2	Analyse par spectroscopie proche infrarouge
30	3.3	Interprétation
33	4	Interprétation et mise en perspective des résultats du sondage
33	4.1	Le talus du Zinnkoepflé : un rempart ?
35	4.2	La question des « remparts calcinés »
36	4.3	Les fortifications du Bronze final et du Hallstatt ancien/moyen dans les Vosges et dans le Rhin supérieur
36	4.4	Conclusion
39	5	Bibliographie
41	Annexe	Résultats des datations radiocarbone
43	III	Inventaires techniques
45	1	Inventaire des US
47	2	Inventaire de la documentation scientifique



**I. Données
administratives,
techniques
et scientifiques**

Fiche signalétique

Localisation

Région
Grand-Est

Département
Bas-Rhin (68)

Commune
Soultzmatt

Adresse ou lieu-dit
Zinnkoepflé

Codes

code INSEE
68 318

Numéro de dossier Patriarche
018125

Coordonnées géographiques et altimétriques selon le système national de référence (RGF 93)

X1 : 1 016 914 Y1 : 6 771 138
X2 : 1 017 124 Y2 : 6 771 269

Z min : 440 m NGF-IGN69
Z max : 445 m NGF-IGN69

Références cadastrales

Commune
Soultzmatt

Section parcelle
17 - 0255

Statut du terrain au regard des législations sur le patrimoine et l'environnement

Natura 2000 FR4201806 site des collines sous-vosgiennes

Propriétaire du terrain

Commune de Soultzmatt

Références de l'opération

Numéro de l'arrêté d'autorisation
SRA 2022/A350

Responsable de l'opération

Clément Féliu

Organismes de rattachement

UMR 7044 - Archimède
MISHA - 5 allée du Gal Rouvillois
CS 50008 - 67083 Strasbourg cedex

Inrap Grand Est
12, rue de Méric
CS 80005
57063 Metz Cedex 2
et
Centre archéologique Inrap
10 rue d'Altkirch
67100 Strasbourg

Dates d'intervention sur le terrain

fouille
du 24/10 au 28/10/2022

post-fouille
décembre 2022 - septembre 2023

Financements

Fondation du Patrimoine, ACEF,
Parc régional des Ballons des Vosges
5000 €

Inrap
5 j/h
mise à disposition d'un véhicule

Mots-clefs des thesaurus

Chronologie

- Paléolithique
 - Inférieur
 - Moyen
 - Supérieur
 - Mésolithique et Épipaléolithique
- Néolithique
 - Ancien
 - Moyen
 - Récent
- Protohistoire
 - Chalcolithique
 - Protohistoire
 - Âge du Bronze
 - Ancien
 - Moyen
 - Récent
 - Âge du Fer
 - Hallstatt (1^{er} Âge du Fer)
 - La Tène (2^e Âge du Fer)
- Antiquité romaine (gallo-romain)
 - République romaine
 - Empire romain
 - Haut-Empire (jusqu'en 284)
 - Bas-Empire (de 285 à 476)
- Époque médiévale
 - haut Moyen Age
 - Moyen Age
 - bas Moyen Age
- Temps modernes
- Époque contemporaine
 - Ère industrielle

Sujets et thèmes

- Édifice public
- Édifice religieux
- Édifice militaire
- Bâtiment
- Structure funéraire
- Voirie
- Hydraulique
- Habitat rural
- Villa
- Bâtiment agricole
- Structure agraire
- Urbanisme
- Maison
- Structure urbaine
- Foyer
- Fosse
- Sépulture
- Grotte
- Abri
- Mégalithe
- Artisanat
- Argile : atelier
- Atelier
- ...

Mobilier

- nb
- Industrie lithique
 - Industrie osseuse
 - Céramique
 - Restes
 - Végétaux
 - Faune
 - Flore
 - Objet métallique
 - Arme
 - Outil
 - Parure
 - Habillement
 - Trésor
 - Monnaie
 - Verre
 - Mosaïque
 - Peinture
 - Sculpture
 - Inscription
 - ...

Études annexes

- Géologie
- Datation
- Anthropologie
- Paléontologie
- Zoologie
- Botanique
- Palynologie
- Macrorestes
- An. de céramique
- An. de métaux
- An.. des données
- Numismatique
- Conservation
- Restauration
- ...

Intervenants

Équipe de fouille

Prénom Nom, organisme d'appartenance	Fonction	Tâches affectées dans le cadre de l'opération
Clément Féliu, Inrap, UMR 7044 - Archimède	Chargé d'étude et de recherche	Responsable scientifique
Damien Ertlen, Unistra, UMR 7362 - LIVE	Maître de Conférence	Étude géomorphologique
Lucas Helfer-Lebert, Université de Strasbourg	Master	Fouille, enregistrement, relevés
Arthur Schaeffer, Université de Strasbourg	Étudiant (Master)	Fouille, enregistrement, relevés
Nathalie Schneider, Inrap, UMR 7362 - LIVE	Chargée d'opération et de recherche	Étude géomorphologique
Maxime Walter, Université de Strasbourg	Doctorant	Fouille, enregistrement, relevés
Jean-Luc Wüttmann, Inrap	Assistant d'étude et d'opération	Topographie

Équipe de post-fouille

Prénom Nom, organisme d'appartenance	Fonction	Tâches affectées dans le cadre de l'opération
Clément Féliu, Inrap, UMR 7044 - Archimède	Chargé d'opération et de recherche	Coordination, rédaction du rapport
Damien Ertlen, Unistra, UMR 7362 - LIVE	Maître de Conférence	Étude géomorphologique
Benjamin Keller, Unistra, UMR 7362 - LIVE	Doctorant	Analyses anthracologique
Nathalie Schneider, Inrap, UMR 7362 - LIVE	Chargée d'opération et de recherche	Étude géomorphologique
Jean-Luc Wüttmann, Inrap	Assistant d'étude et d'opération	Traitement des données topographiques

Notice scientifique

Le petit sondage ouvert sur le talus du *Zinnkoepflé* a permis de reconnaître l'existence d'une fortification datée de la fin de l'âge du Bronze ou du début de l'âge du Fer. Le rempart, qui isole une superficie de 1,88 ha, n'a pas pu être coupé dans sa totalité, son architecture reste donc inconnue dans le détail. Il est toutefois possible de restituer la présence de pièces de bois, dont la combustion a entraîné la création d'une couche de chaux irrégulière. Les observations pédologiques et l'analyse par spectroscopie proche infrarouge montre que la fortification a été construite sur un terrain qui avait été antérieurement mis en culture, et donc déjà défriché lors de l'installation du site. Après sa destruction, la zone ne semble pas avoir connu d'exploitation agricole, elle doit au contraire être restée couverte d'une prairie assez proche de celle que l'on y trouve actuellement. Le réhaussement du talus, issu de la destruction du rempart, par des épierrements n'est pas à exclure.

La nature et la fonction du site fortifié ne peuvent être approchées : en effet, aucun mobilier protohistorique qui permettrait de proposer la moindre hypothèse à ce sujet n'a été découvert lors de la fouille ou des prospections pédestres. Plus largement, la fortification du *Zinnkoepflé* vient renforcer les effectifs des sites de hauteur de la fin de l'âge du Bronze ou du début de l'âge du Fer dans le sud du massif vosgien. S'il vient étayer l'hypothèse de l'importance de la région au Ha B3, il constitue en revanche le seul indice d'une occupation du sud du massif au HA C/D1.

État du site

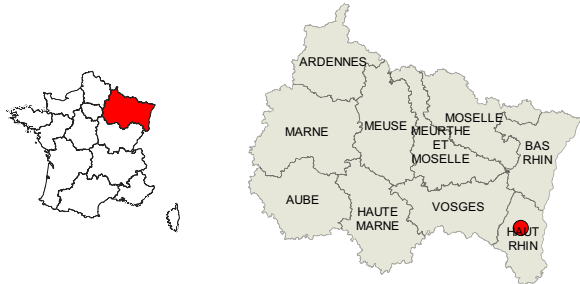
Le site du *Zinnkoepflé* est situé l'extrémité d'un plateau calcaire qui domine les communes de Soultzmatt et Westhalten. Il est couvert d'une pelouse rase et de buissons qui marquent une fermeture progressive de l'espace.

Le sondage a été ouvert à la main dans la partie avant du talus qui barre l'accès au site. Les vestiges du rempart affleurent à une dizaine de centimètres sous le sol actuel. À l'issue de la fouille, le sondage a été rebouché manuellement ; les mottes de gazon, mise de côté lors du décapage, ont été replacées à la surface du comblement du sondage.

Localisation de l'opération

Grand Est (Alsace)
Haut-Rhin
Soultzmatz - Zinkoepflé

X1 : 1 016 914 Y1 : 6 771 138
X2 : 1 017 124 Y2 : 6 771 269
Z min : 440 m NGF-IGN69
Z max : 445 m NGF-IGN69



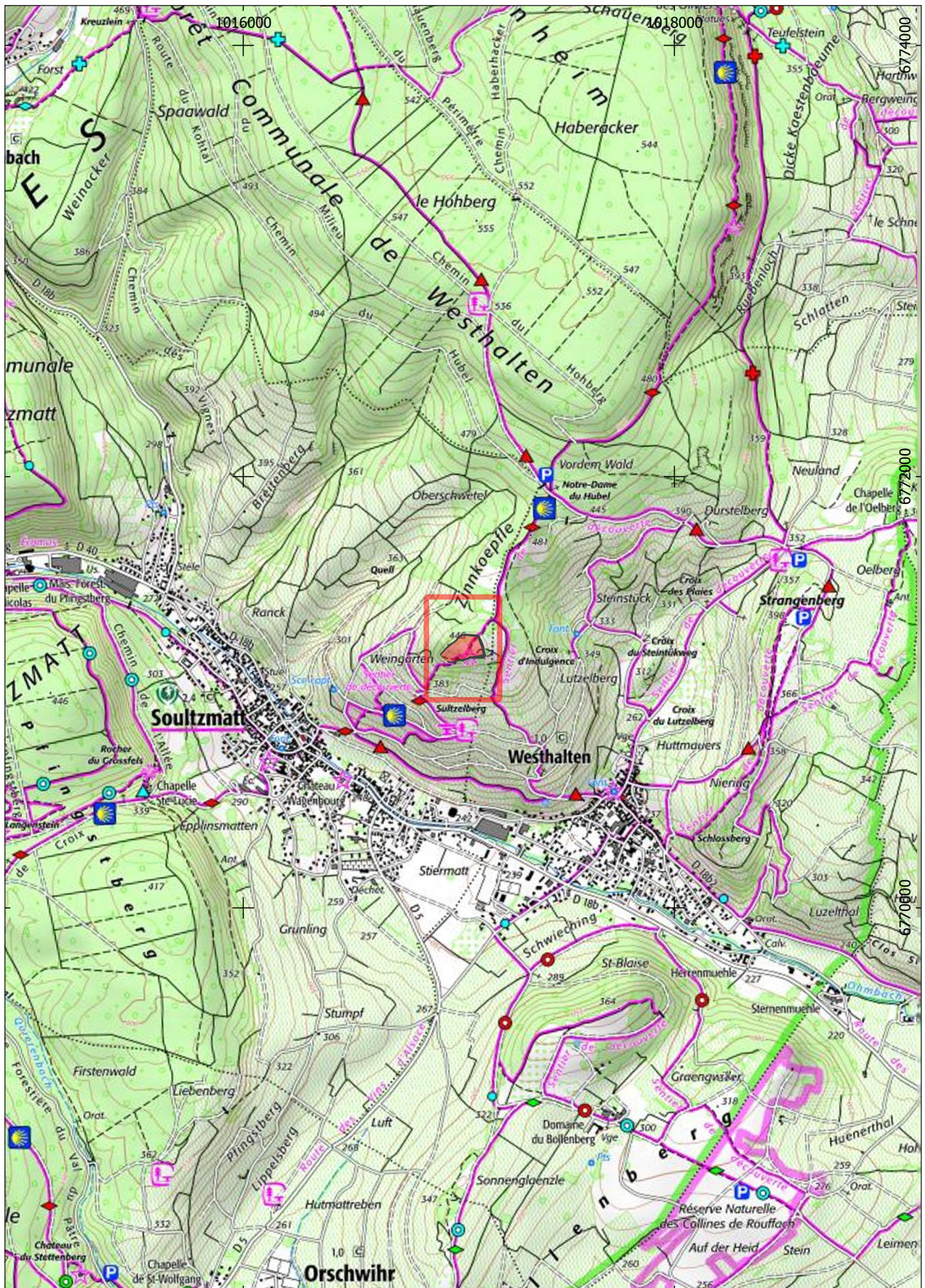
SCR : Lambert 93 - RGF93, EPSG 2154
Auteur : Clément Féliu
source : Scan Régional FXX WM 08-2021, ©IGN

● localisation de l'opération



0 2 4 6 8 10 km





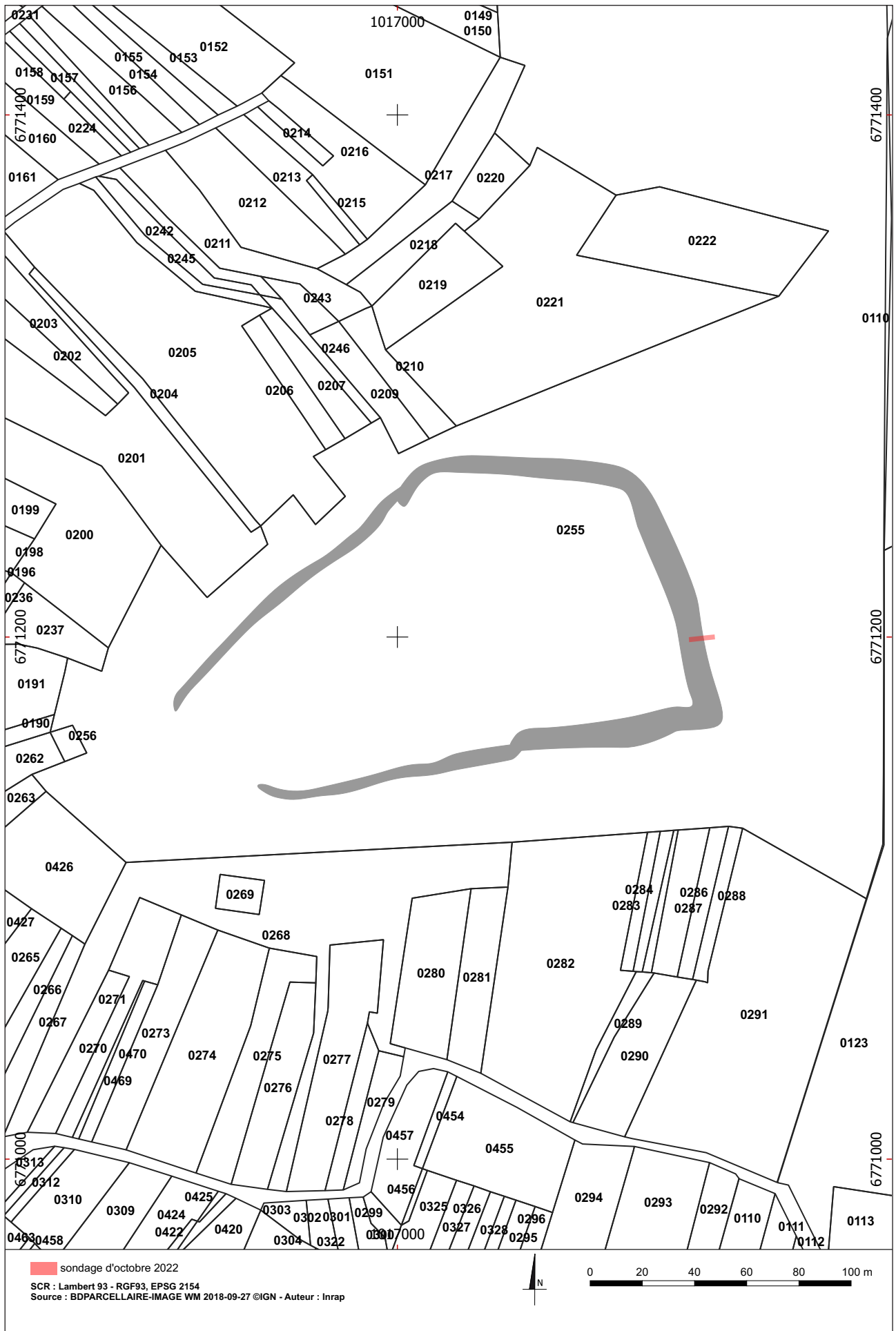
SCR : Lambert 93 - RGF93, EPSG 2154
Auteur : Clément Féliu
source : SCAN25TOUR WLD WM 10-2021, ©IGN

- emprise prescrite de l'opération
- emprise de l'extrait cadastral



0 0,2 0,4 0,6 0,8 1 km





Arrêté portant autorisation de sondage archéologique



Direction régionale
des affaires culturelles

ARRÊTÉ PRÉFECTORAL PORTANT AUTORISATION DE SONDAGE ARCHÉOLOGIQUE

SRA N° 2022/A350 EN DATE DU 22 SEPTEMBRE 2022

La préfète de la région Grand Est
Préfète de la zone de défense et de sécurité Est
Préfète du Bas-Rhin

VU le code du patrimoine et notamment son livre V, titre II, relatif à la législation et à la réglementation de l'archéologie programmée et plus particulièrement son article R. 531-2 ;

VU l'arrêté du 7 février 2022 portant définition des données scientifiques de l'archéologie et de leurs conditions de bonne conservation ;

VU l'arrêté de Mme la ministre de la culture en date du 27 juillet 2018 portant nomination de Mme Christelle CREFF-WALRAVENS, directrice régionale des affaires culturelles de la région Grand Est ;

VU l'arrêté préfectoral n° 2020/036 en date du 3 février 2020 portant délégation de signature à Madame Christelle CREFF-WALRAVENS, directrice régionale des affaires culturelles de la région Grand Est ;

VU l'arrêté préfectoral n° 2021/01 en date du 8 janvier 2021 portant subdélégation de signature aux agents de la direction régionale des affaires culturelles (compétences générales et / ou ordonnancement secondaire RBOP RUO) ;

VU le dossier de demande d'autorisation de sondage archéologique adressé par l'UMR 7044 - Archimède, reçu le 13/12/2021 à la DRAC Grand Est ;

VU l'avis émis par la commission territoriale de la recherche archéologique lors de sa session de février 2022 ;

ARRÊTE

Article 1^{er} : Clément Féliu est autorisé à procéder à un sondage archéologique sur le site suivant :

région : **Grand Est** n° opération : **018125**
département : **Haut-Rhin**

Direction régionale des affaires culturelles du Grand Est
Palais du Rhin – 2 place de la République – 67082 Strasbourg cedex – Tél. 03 88 15 57 00
www.culture.gouv.fr/Regions/Grand-Est

commune : **Soultzmat**
parcelles : **section 17, parcelle 0255**
lieu-dit : **Zinnkoeffle**
n° de site : **068 318 0019**
dates d'opération : **du 22 octobre au 31 décembre 2022**
organisme de rattachement : **Inrap**
programmation nationale : **AXE 5 : Les âges des métaux**
AXE 11 : Les constructions élitaires, fortifiées ou non, du début du haut
Moyen Âge à la période moderne

Article 2 : prescriptions générales

Les recherches sont effectuées sous la surveillance du service régional de l'archéologie, qui pourra imposer toutes prescriptions qu'il jugera utiles pour assurer le bon déroulement scientifique de l'opération. Le responsable scientifique de l'opération tiendra régulièrement le service régional de l'archéologie informé de ses travaux et découvertes. Il lui signalera immédiatement toute découverte importante de caractère mobilier ou immobilier et les mesures nécessaires à la conservation provisoire de ces vestiges devront être prises en accord avec lui.

L'opération archéologique comprend, outre une phase d'exploration du terrain, une phase d'étude qui s'achève par la remise du rapport sur les résultats obtenus.

À la fin de l'opération, le responsable scientifique de l'opération adressera au service régional de l'archéologie un rapport en 5 exemplaires dont un non broché ; il lui transmettra également le rapport en version numérique (pdf), identique à la version imprimée. La version numérique du rapport sera accompagnée d'un plan général de l'opération géoréférencé (shp).

Le rapport d'opération comprendra notamment, en annexe, des inventaires détaillés des biens archéologiques mobiliers mis au jour et de la documentation scientifique. Ces inventaires seront également transmis au service régional de l'archéologie dans les formats numériques permettant d'alimenter la base PLEADE de la DRAC Grand Est (MobX et AFX). L'ensemble des documents relatifs à l'opération (notes, photographies, relevés, correspondances, etc.) sera également remis au service régional de l'archéologie.

Article 3 : destination des biens archéologiques mobiliers

Le statut juridique et le lieu de dépôt des biens archéologiques mobiliers découverts au cours de l'opération seront réglés conformément aux dispositions légales et réglementaires et aux termes des conventions passées avec les propriétaires des terrains concernés.

Article 4 : La Directrice régionale des affaires culturelles de la région Grand Est est chargée de l'exécution du présent arrêté.

Copie pour information à :

Commune de Soultzmat

Pour la préfète
et par délégation,
Pour la directrice régionale des affaires culturelles
et par subdélégation,
Le conservateur régional de l'archéologie adjoint,

Nicolas Payraud

II. Résultats

1. Introduction

1.1. Localisation du site

Le *Zinnkeopflé* est un éperon qui domine les communes de Soultzmatt et Westhalten, au débouché de la vallée de l'Ohmbach. Les pentes du promontoire sont actuellement couvertes de vignes, dont la culture épargne cependant le plateau sommital, occupé par des pelouses sèches et une couverture arbustive plus ou moins dense selon les secteurs. Comme les collines alentours (*Bickenberg, Bollenberg...*) le *Zinnkeopflé* est caractérisé par la présence de nombreux pierriers linéaires, dont la plupart correspondent à des murs de pierre, des *Steinrudeln*, liés à la mise en culture de la zone (Schwartz et al. 2003). L'un d'entre eux, qui barre l'extrémité de l'éperon est cependant plus imposant que les autres. L'hypothèse d'un rempart, éventuellement rehaussé par les épierrements postérieurs, qui isolerait ainsi une superficie de 1,88 ha, devait être vérifiée.

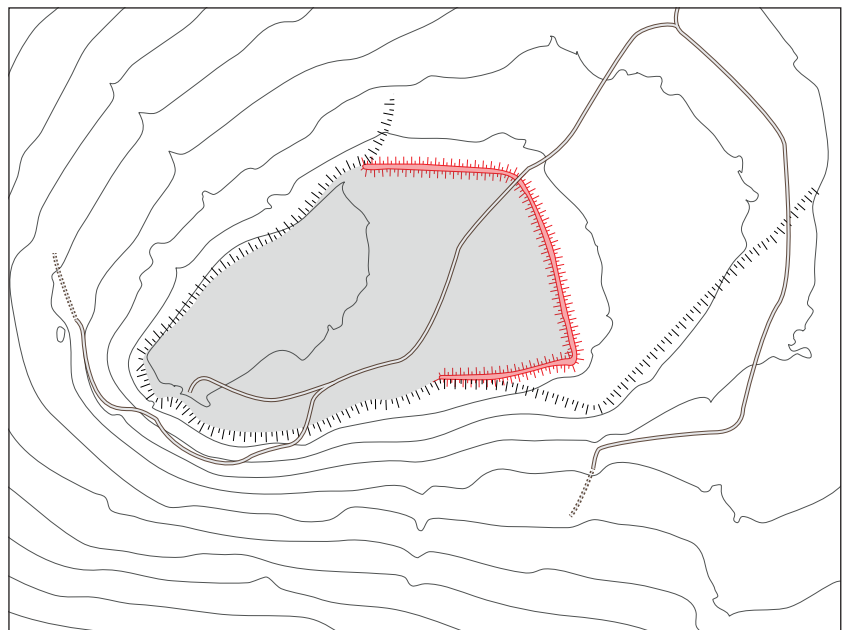
1.2. Historique des recherches

Malgré la présence de ces empierrements linéaires, le site n'apparaît dans aucun des inventaires de fortifications établis pour l'Alsace depuis le XIX^e siècle (Forrer 1926, entre autres, ne le mentionne pas). Il faut attendre 2016 pour que E. Wittlin, à l'occasion de la réalisation d'un master sur les « enceintes de hauteur du Haut-Rhin » propose d'interpréter les vestiges visibles sur les levés Lidar comme une probable fortification (Wittlin 2016). Elle propose alors un plan du site, en distinguant les murs du rempart (FIG. 1). Une prospection au sol réalisée en 2015 par l'auteure n'a pas donné de résultat permettant de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

En 2021, à l'occasion d'un stage de la faculté de géographie et d'aménagement de l'Unistra, un groupe de 4 étudiants propose une cartographie des structures visibles sur le Lidar, assortie d'une étude documentaire (Charonnat *et al.* 2021). Ils relèvent plus d'une centaine de tronçons de mur, qui correspondent à un peu plus de 8 km linéaires, sur l'ensemble de la colline (FIG. 2). Respectant les propositions de D. Schwartz en la matière (Schwartz *et al.* 2012 ; 2017), ils esti-

Fig. 1 : Plan du *Zinnkeopflé* dressé par E. Wittlin

d'après Wittlin 2016, vol. 2, p. 117



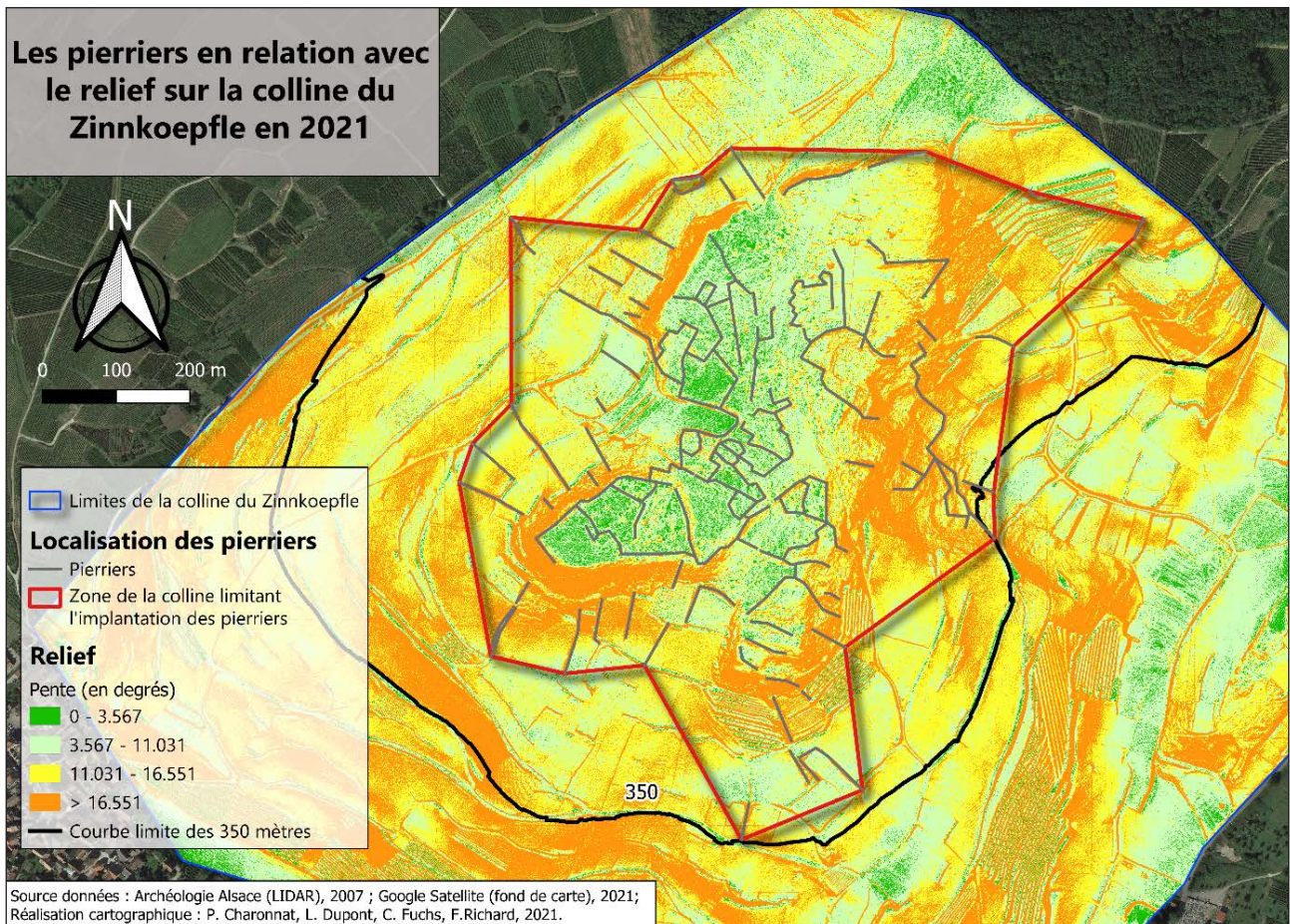


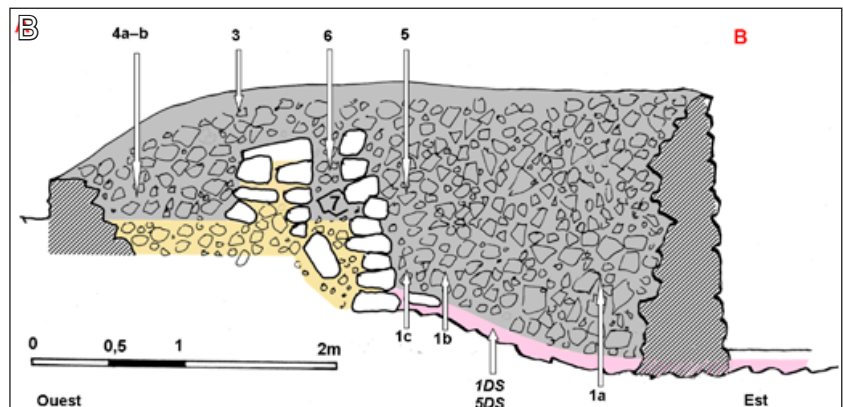
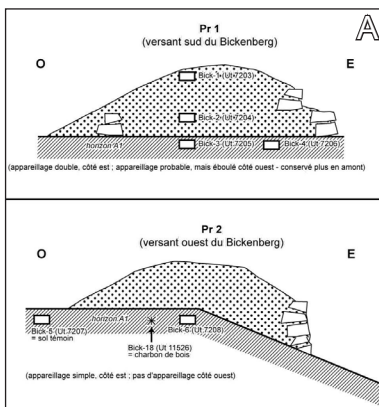
Fig. 2 : Relevé des pierriers en relation avec la colline du Zinnkoepfle d'après Charonnat et al. 2021, fig. 4

ment la datation des *Steinrudeln* à l'époque médiévale, sans reprendre l'hypothèse de l'existence d'une structure de fortification.

Les *Steinrudeln*, pour leur part, ont rarement fait l'objet d'interventions archéologiques documentées de façon détaillée. La question de leur datation a souvent été mise en avant, comme témoins et marqueurs de l'histoire des paysages, au détriment des problématiques liées aux conditions de leur mise en place. Les structures du *Birkenberg*, à Osenbach, ont été coupées à l'occasion de travaux de constructions individuelles. Deux croquis, très schématiques, montrent la localisation des prélèvements destinés à être datés ; ils indiquent également la présence de parements, simples ou doubles selon la conformation du terrain (FIG. 3A ; Schwartz et al. 2003). Si les photos de deux excavations faites dans les pierriers à Osenbach et Dinsheim permettent de se faire une idée de la stratigraphie de ces structures, elles ne disent en revanche rien de leur planimétrie et des dynamiques latérales qui ont animé leur évolution (Schwartz et al. 2012). Deux sondages archéologiques ont été réalisés sur deux murs qui couvrent les pentes du *Petit Pfingstberg* à Soultzmatt (FIG. 3B) : les coupes relevées montrent une architecture assez soignée ; plusieurs phases de constructions successives peuvent être indivi-

Fig. 3 : Coupes des murs échantillonnés à Osenbach (A) et du mur fouillé au *Petit-Pfingstberg* à Soultzmatt (B)

d'après Schwartz et al. 2003 (réduit) et Scharz et al. 2017 (réduit)



dualisées. L'ensemble est érigé au Moyen Âge et fait ensuite l'objet de réutilisations sporadiques (Schwartz *et al.* 2017). L'ensemble des dates radiocarbone effectuées sur des charbons prélevés à l'occasion de ces interventions renvoie au Moyen Âge, parfois aux phases les plus précoces de celui-ci. Ces résultats sont réputés pouvoir être globalisés à l'ensemble des structures de ce type dans la région.

1.3. Problématique et présentation de l'intervention

Dans le cadre d'actions de préservation des pelouses sèches qui couvrent le sommet du *Zinnkoepflé*, le Parc naturel régional des Ballons des Vosges a effectué un défrichage du rempart de barrage. Dans le but de mieux l'appréhender, et de vérifier l'interprétation comme fortification qui a été avancée, il a proposé de financer la réalisation d'un petit sondage exploratoire dans cette structure. Un contact a donc été pris avec l'équipe 4 de l'UMR 7044, dont l'un des axes de recherche correspond à l'étude des fortifications de hauteur et des enceintes fortifiées dans le massif vosgien.

Le sondage, situé au sud du chemin qui traverse le site, correspond à une petite tranchée qui devait permettre de comprendre l'architecture de la construction et de dégager les niveaux sous-jacents, antérieurs à sa mise en place afin d'offrir l'opportunité d'effectuer des datations radiocarbone. Il devait permettre de vérifier l'hypothèse de l'existence d'une fortification, et de confirmer ou d'infirmer l'appartenance du *Zinnkoepflé* à la liste des enceintes de hauteur d'Alsace, toujours en cours d'élaboration. Il devait également permettre de documenter des vestiges qui ne semblaient pas encore avoir été répertoriés.

Une petite opération a donc été réalisée entre le 24 et le 28 octobre 2022 : quatre archéologues (C. Féliu, L. Helfer-Lebert, A. Schaeffer, M. Walter) ont ouvert puis refermé manuellement une tranchée d'une vingtaine de mètres carrés sur la moitié extérieure du talus. Ils ont été secondés par deux géomorphologues (D. Ertlen, N. Schneider) qui ont effectué observations et prélèvements propres à restituer l'histoire sédimentaire de la structure. Un topographe (J.-L. Wüttmann) a levé les limites de la fouille et les repères nécessaires à l'étude.

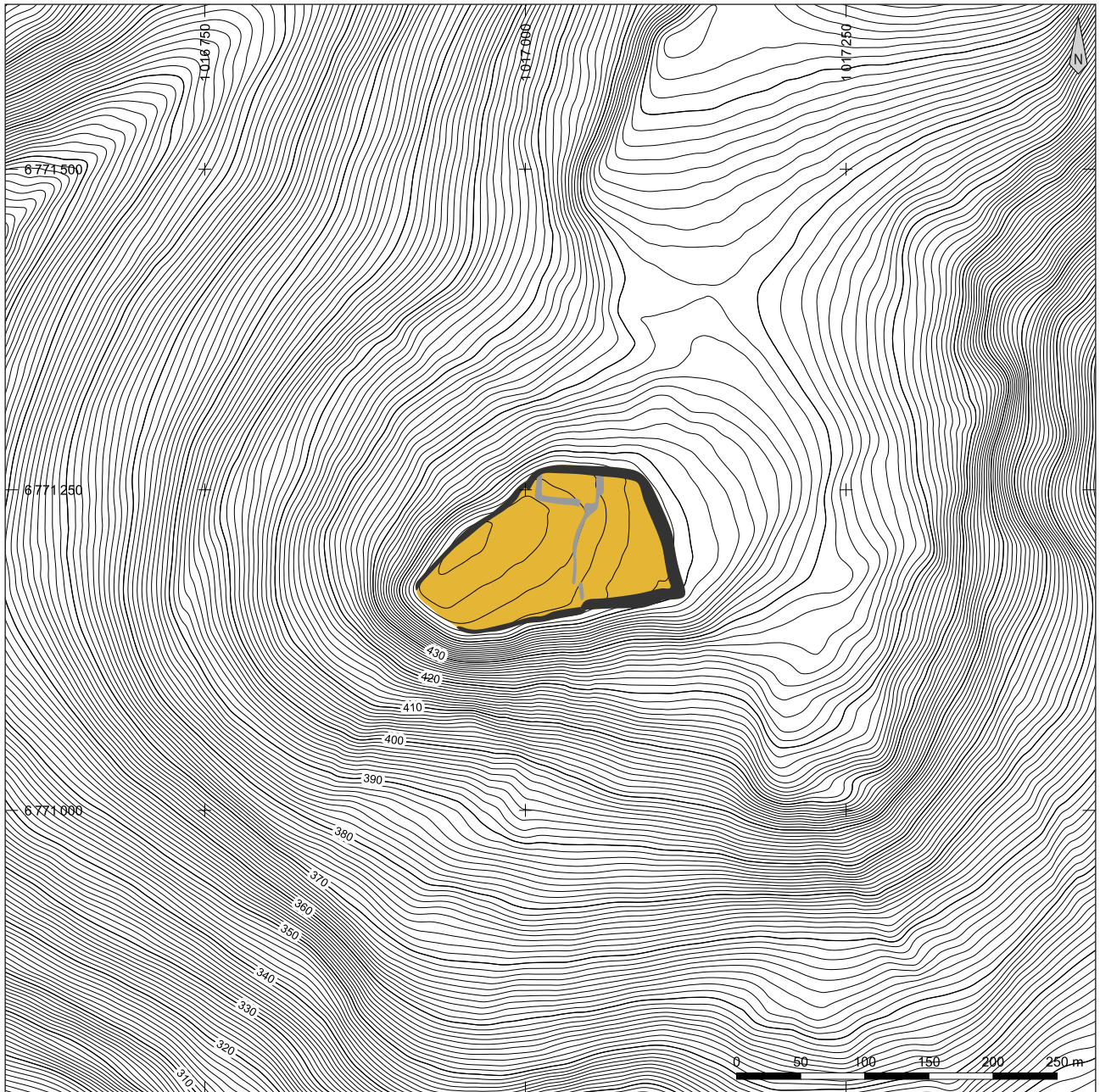


Fig. 4 : Plan du Zinnkoeplé (1/5000)

Plan : C. Féliu ; courbes de niveau extraites du RGEALT1 1m de l'IGN
SCR : Lambert93 (EPSG : 2154)

2. Le talus principal du *Zinnkoeplé*

2.1. Description du site

Le *Zinnkoeplé* est une colline calcaire dont l'extrémité sud, qui surplombe de près de 200 m le fond de la petite vallée de l'Ohmbach, est isolée du versant qui la domine au nord par un pierrier rectiligne de 175 m de long environ, 6 à 8 m de large et 1 m à 1,5 m de haut (FIG. 4). Son tracé longe pendant une vingtaine de mètres le décrochement qui isole la pointe du plateau des pentes qui l'entourent ; il marque un angle vers l'est pour parcourir une distance de 77 m ; au niveau du chemin qui parcourt aujourd'hui le site, il tourne à nouveau pour se diriger, sur une centaine de mètres, vers le bord est du plateau, qu'il double et suit ensuite sur une longueur de près de 80 m. Aucune interruption ou porte n'est visible sur le terrain.

Au nord-ouest et au sud-est, la rupture de pente qui marque la limite du plateau est doublée par un talus, parfaitement visible sur le lidar, mais masquée par une végétation abondante. Ses dimensions sont moins importantes que celles du rempart principal, elle ne mesure que quelques dizaines de centimètres de haut et que 3,5 m de large environ. À l'extrémité de l'éperon, son absence doit vraisemblablement être interprétée comme le résultat d'une mauvaise conservation. L'analyse du lidar semble indiquer que ce talus périphérique ne correspond pas au prolongement du pierrier principal qui pourrait le recouvrir dans son état actuel.

À l'arrière du pierrier principal, un espace quadrangulaire est délimité par trois tronçons de talus. Cet aménagement vient s'appuyer sur le barrage qu'il remodèle également dans sa partie arrière. Un dernier pierrier s'échappe de cette structure pour se diriger vers le sud et la bordure du plateau.

2.2. Description de la stratigraphie

À l'emplacement du sondage, à proximité de l'extrémité sud du talus principal, le pierrier se présente sous la forme d'un talus large de 6 m environ et haut de 1,5 m par rapport à l'extérieur et de 80 cm seulement par rapport à l'intérieur. La tranchée ouverte a été implantée sur le versant externe de la fortification, depuis son sommet vers l'extérieur. Neuf unités stratigraphiques ont été identifiées (FIG. 5).

Le talus est installé sur le substrat calcaire (US 1002), recouvert d'une couche de limon brun-orange mêlé de très nombreuses pierres de taille moyenne à petite, altérée des dalles de calcaire sous-jacentes (US 1008). Ces deux ensembles montrent un profil à contre pente, qui remonte légèrement, d'environ une soixantaine de centimètres, vers l'ouest et l'extrémité de l'éperon.

Dans la partie occidentale du sondage, sous la masse du talus, une couche de limon sableux gris clair mêlé de petit agrégats (US 1007), de 10 à 20 centimètres d'épaisseur, correspond à un lambeau de sol sur lequel a été édifié le talus. Il n'est conservé que sur la partie la plus haute du substrat, à l'emplacement où la construction l'a protégé.

Le premier niveau qu'il est possible de rattacher à une construction est une couche de gros blocs, sans ordre apparent, pris dans une matrice de limon brun-gris (US 1005), qui recouvre le sol 1007. Elle est composée d'éléments dont le module moyen s'établit autour d'une cinquantaine de centimètres mais peut atteindre 80 cm pour les plus gros. Ces pierres sont surmontées d'un niveau de chaux qui en noie le sommet et dont des éléments détachés ont été retrouvés dans les couches inférieures. Cette masse est irrégulière, tant en plan qu'en épaisseur : alors qu'elle atteint 80 cm d'épaisseur environ le long de la berme nord du sondage, elle est presque absente du côté sud, à 2 m de distance. Son irrégularité

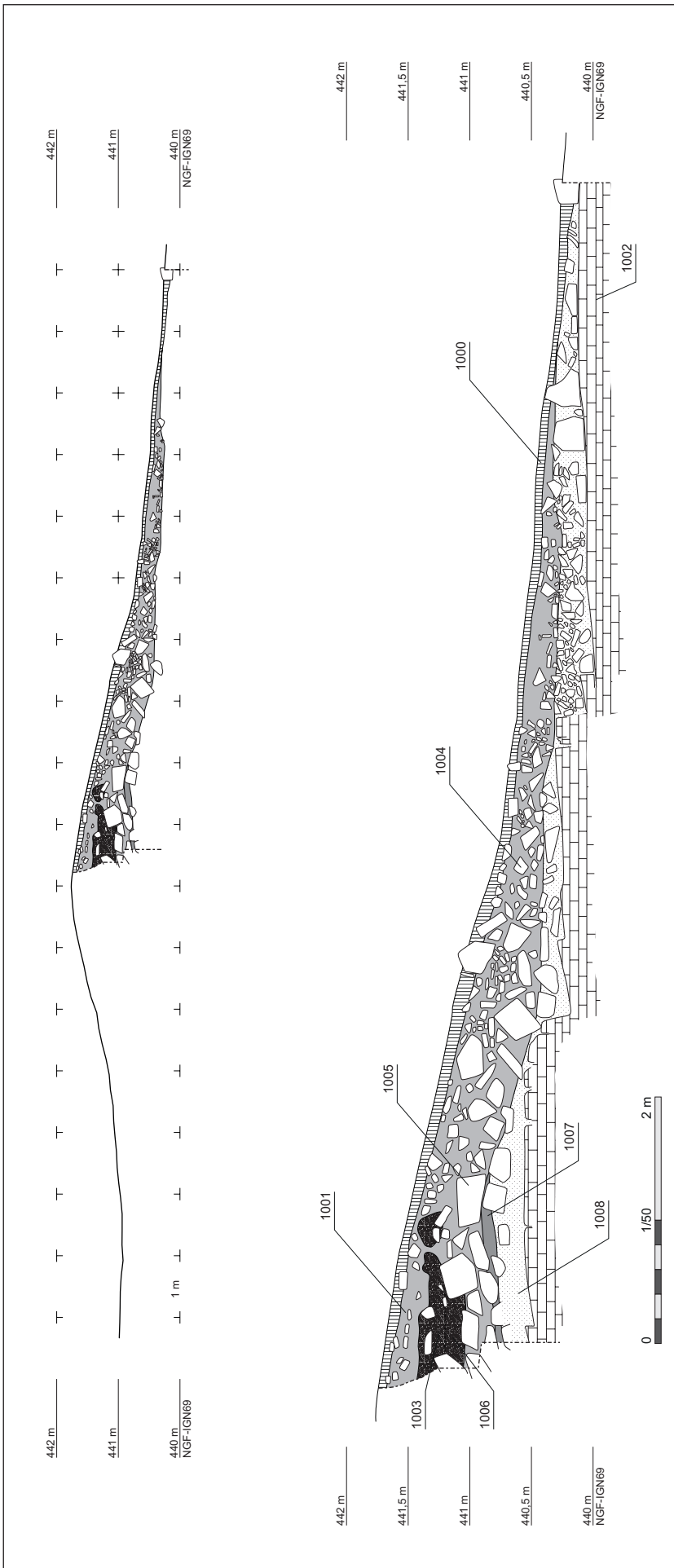


Fig. 5 : profil du talus (1/100) et coupe nord du sondage (1/50)

DAO : C. Féliu



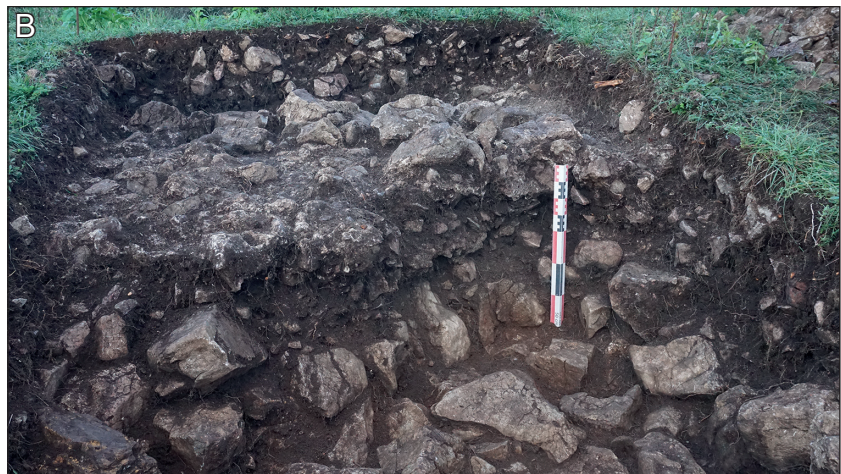
Fig. 6 : Vue vers l'est de la tranchée à la fin de la fouille

Photo : C. Féliu

Fig. 7 : Vue de la couche de chaux sur la structure du rempart

- A. vue de la tranchée depuis l'est, au premier plan, les éboulis de l'US 1004
 B. Vue vers l'ouest de la couche de chaux US 1003
 C. Vue vers le sud de la couche de chaux US 1003

Photos : C. Féliu



a tout d'abord laissé croire à deux ensembles distincts, qui, en définitive, correspondent à une seule et même couche : l'US 1006 correspond à la base de ce niveau, en contact avec les pierres de l'US 1005, elle est pour l'essentiel située dans la partie centrale du sondage ; l'US 1003 est la partie supérieure de cet ensemble. De très nombreux charbons, de taille variée, sont pris dans cette masse de chaux, ainsi qu'un grand nombre de blocs de petite dimension (FIG. 7). La conformation générale de cette couche de chaux laisse penser à un incendie de la masse du talus dont la chaleur aurait calciné irrégulièrement les blocs de calcaire.

À l'avant de ce niveau de chaux, vers l'est, de grands blocs semblent être tombés depuis l'ouest (US 1004). Ils correspondent vraisemblablement à un éboulement provenant du talus. L'hypothèse d'une arrivée plus récente, liée à des travaux d'épierrement ne peut pas être totalement rejetée. On notera toutefois que ces pierres montrent des dimensions assez semblables à celles des éléments qui

Fig. 8 : Vues de la coupe nord du sondage

- A. Vue générale depuis le sud-est
- B. Vue de la partie supérieure (ouest) de la coupe
- C. Vue de la partie inférieure (est) de la coupe

Photos : C. Féliu



constituent la couche 1005. Enfin, l'ensemble est recouvert d'un petit cailloutis pris dans une matrice de limon noir, dont les éléments les plus importants ne dépassent pas une vingtaine de centimètre (US 1001). Une fine couche de terre végétale de 5 à 10 cm d'épaisseur (US 1000) clôt cette séquence stratigraphique.

Aucun mobilier n'a été mis au jour lors de la fouille.

2.3. Datation

En l'absence de mobilier, un ensemble de neuf prélèvements a été envoyé pour datation radiocarbone au Poznań Radiocarbon Laboratory (cf. annexe xx). Ils correspondent à deux groupes de trois fragments centimétriques de charbons prélevés

échantillon	code labo	nature de l'échantillon	âge ¹⁴ C	calibration à 1 σ	calibration à 2 σ
Zin_1008	Poz-162069	Matière organique du sol	3245±35 BP	1536BC (44.1%) 1492BC 1482BC (24.2%) 1450BC	1611BC (10.3%) 1574BC 1564BC (85.1%) 1434BC
Zin_1007	Poz-162119	Matière organique du sol	2555±35 BP	798BC (42.6%) 752BC 684BC (9.2%) 668BC 633BC (4.8%) 622BC 612BC (11.7%) 591BC	804BC (47.5%) 741BC 692BC (12.8%) 663BC 647BC (35.2%) 548BC
Zin_1006_A	Poz-162125	charbon, quercus (Thylles ?)	2655±30 BP	828BC (68.3%) 796BC	899BC (14.6%) 861BC 844BC (80.8%) 786BC
Zin_1006_B	Poz-162121	charbon, quercus (Thylles ?)	2535±35 BP	788BC (25.0%) 750BC 686BC (11.4%) 666BC 638BC (27.1%) 587BC 581BC (4.7%) 570BC	796BC (32.6%) 725BC 704BC (16.8%) 662BC 651BC (46.1%) 544BC
Zin_1006_C	Poz-162120	charbon, quercus ? (très mauvais état)	2475±35 BP	755BC (27.1%) 680BC 670BC (21.4%) 608BC 595BC (19.8%) 540BC	770BC (93.3%) 464BC 436BC (2.2%) 421BC
Zin_1003_C1	Poz-162127	charbon d'espèce indéterminée (très mauvais état)	2770±35 BP	976BC (13.7%) 952BC 935BC (31.1%) 894BC 876BC (23.5%) 838BC	1004BC (95.4%) 830BC
Zin_1003_D2	Poz-162122	charbon, quercus (Thylles ?)	2570±35 BP	804BC (58.5%) 756BC 680BC (4.9%) 670BC 606BC (4.9%) 596BC	810BC (63.2%) 746BC 689BC (8.9%) 664BC 644BC (23.3%) 551BC
Zin_1003_A2	Poz-162123	charbon, quercus ? (très mauvais état, branche)	2510±35 BP	772BC (12.9%) 746BC 690BC (12.3%) 665BC 644BC (43.1%) 551BC	790BC (94.4%) 537BC 530BC (1.1%) 518BC

Fig. 9 : Identification et datation des échantillons analysés

C. Féliu ; calibration des dates OxCal v4.4.4 (Bronk Ramsey 2021) et courbe IntCal 2020 (Reimer et al. 2020)

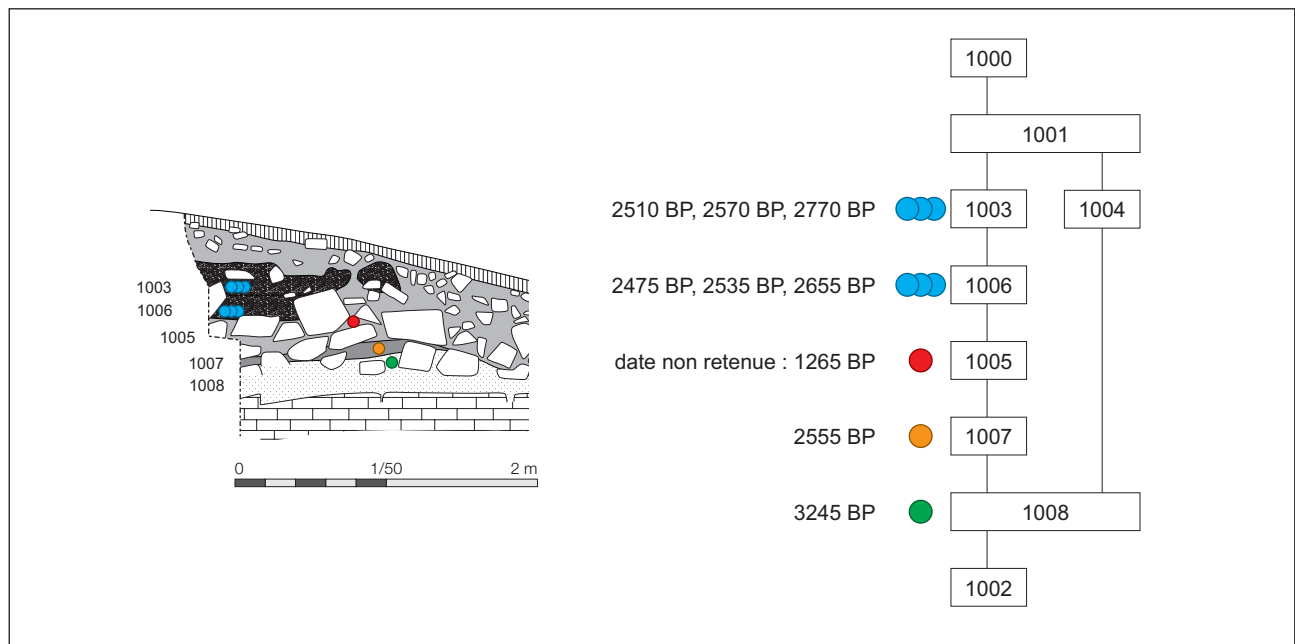
à la base des niveaux de chaux 1003 et 1006 et à trois prélèvements de sédiment pour lesquels l'âge de la matière organique totale a été analysé : les US 1005, 1007 et 1008. L'essence des charbons de bois a été déterminée par B. Keller, doctorant au LIVE ; quand elle a pu être identifiée, il s'agit systématiquement de chêne (FIG. 9).

En première analyse, les résultats obtenus montrent une certaine cohérence (FIG. 10) : la date la plus ancienne (Zin_1008 : 3245±35 BP) correspond à un échantillon prélevé à la base de la stratigraphie et sept autres, provenant du paléosol sur lequel a été érigé le rempart et des niveaux qui constituent l'architecture de ce dernier, sont regroupées entre 2475±35 BP et 2770 ± 35 BP. La date de l'échantillon de sol Zin_1005 pose en revanche problème : bien que le prélèvement ait été fait dans une couche située sous les niveaux de chaux 1003 et 1006, sans que sa position stratigraphique ne souffre aucune incertitude, l'âge de la matière organique totale (1265±30 BP) est plus jeune de 1200 ans au moins que celui des six échantillons de bois carbonisés prélevés plus haut. Il semble donc prudent de la considérer comme aberrante et de l'écarter pour la suite de la réflexion.

Les six échantillons prélevés dans les US 1003 et 1006 correspondent de façon certaine à du chêne pour trois d'entre eux, de façon probable pour deux

Fig. 10 : Localisation des échantillons prélevés et diagramme stratigraphique du sondage

DAO : C. Féliu



autres, le dernier n'a pour sa part pas pu être identifié. L'ensemble peut donc être soumis à un « effet vieux bois » propre à cette essence à croissance longue. On notera toutefois que l'échantillon correspondant à un fragment de branche (Zin_1003_A2) n'est pas significativement plus jeune que ceux qui ont éventuellement livré des thylles et qui proviennent donc d'un bois de cœur, moins propice à la datation radiocarbone.

La calibration de ces dates radiocarbone à l'aide du logiciel OxCal v4.4.4 (Bronk Ramsey 2021) et de la courbe IntCal 2020 (Reimer *et al.* 2020) donne des résultats qui correspondent au « plateau hallstattien », soit une période comprise entre les VIII^e et V^e siècles avant J.-C. (FIG. 11). Les deux US 1003 et 1006, qui peuvent être réunies comme appartenant à la même phase de construction du rempart sont datées par quatre échantillons d'une période couvrant la totalité du Hallstatt ; chacune a également livré un échantillon dont l'âge est plus ancien que les deux autres, et donne des résultats calibrés antérieurs au VIII^e siècle.

L'utilisation du logiciel ChronoModel v.2.0 (Lanos, Dufresne 2019), associé lui aussi à la courbe IntCal 2020 permet de préciser un peu les choses. La modélisation utilisée est relativement simple : chacune des dates réalisées sur la matière organique des sédiments des US 1007 et 1008 est considérée comme un événement, de même que l'ensemble des six datations effectuées sur les charbons de l'US 1003-1006 sont regroupées comme appartenant au même phénomène, la création de la masse de chaux (FIG. 12). La simple succession stratigraphique permet de lier les phases les unes aux autres selon une succession stricte. Les résultats obtenus indiquent que le niveau de chaux pourrait avoir été mis en place après une période comprise entre la fin du IX^e et le milieu du VII^e siècle (824 – 661 avant J.-C.), avec un pic de probabilité en 770 avant J.-C., soit à la transition du Bronze final (Ha B3) et du premier âge du Fer (Ha C).

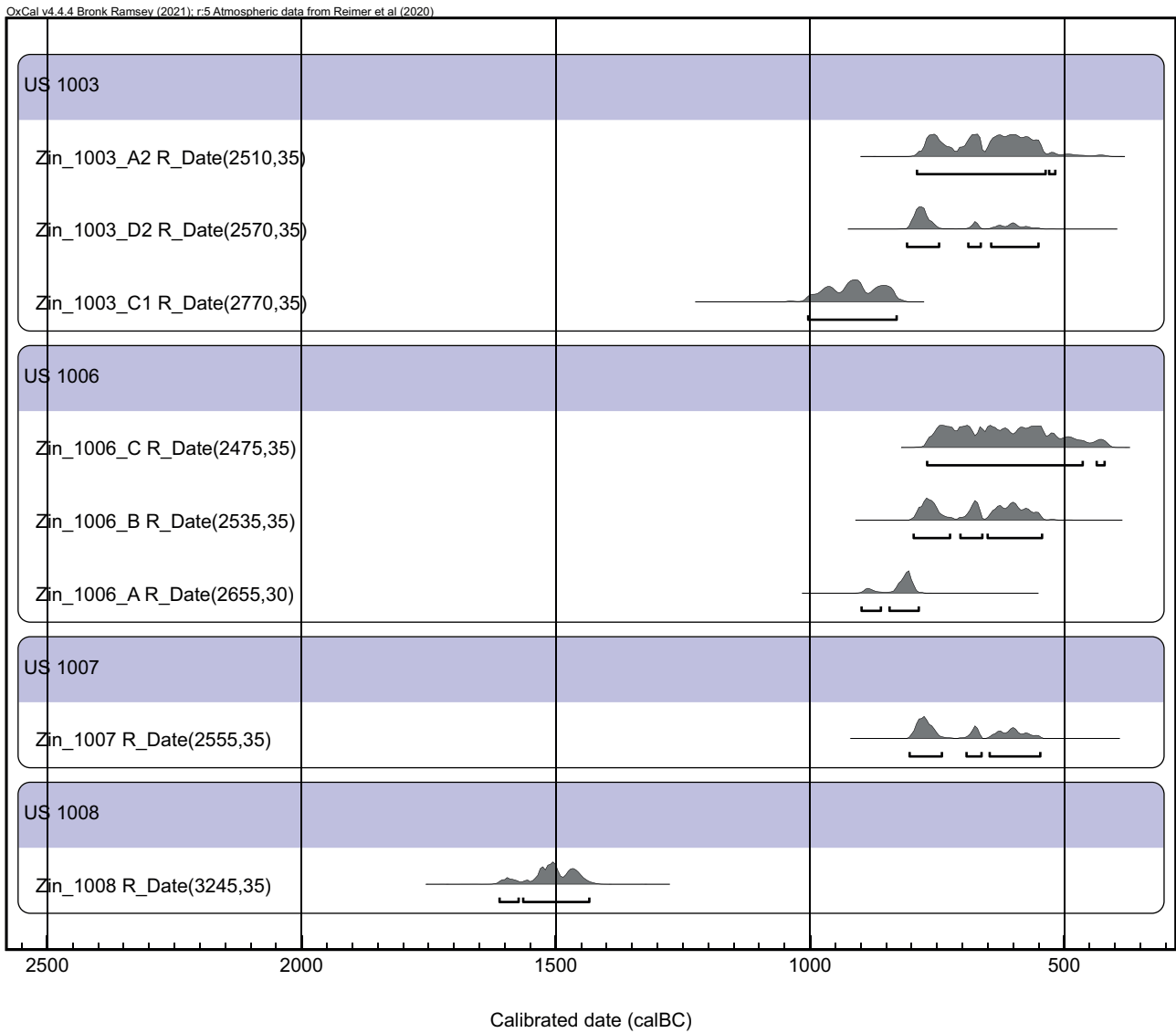


Fig. 11 : Calibration des dates radiocarbones

C. Féliu ; calibration des dates OxCal v4.4.4 (Bronk Ramsey 2021) et courbe IntCal 2020 (Reimer et al. 2020)

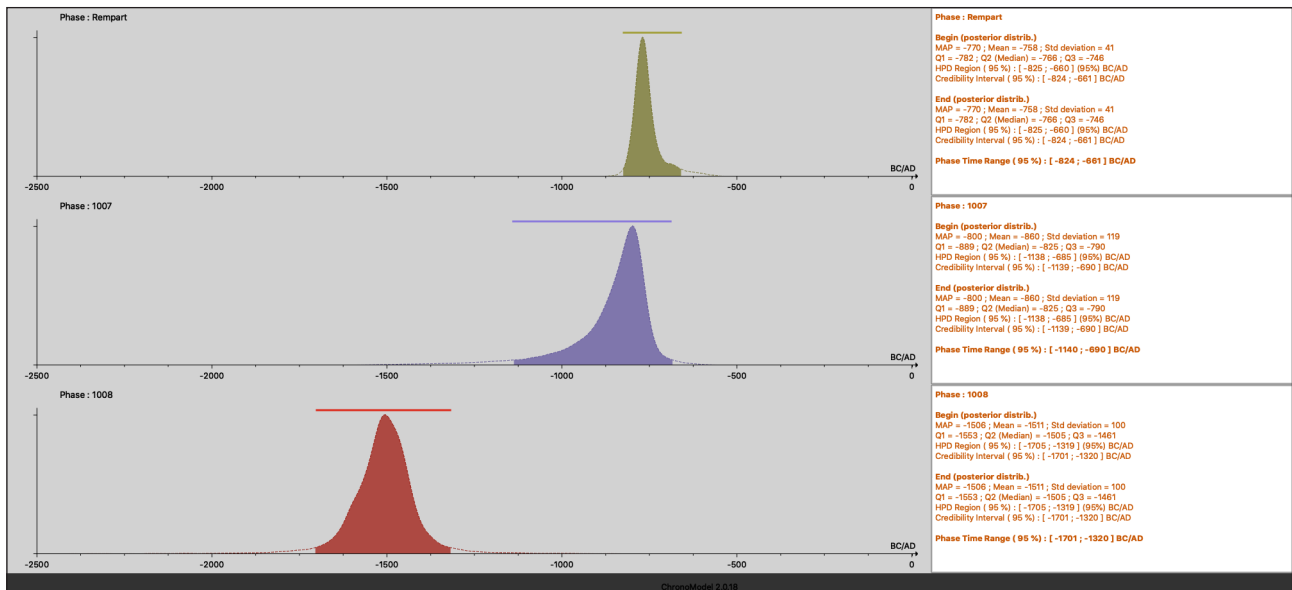
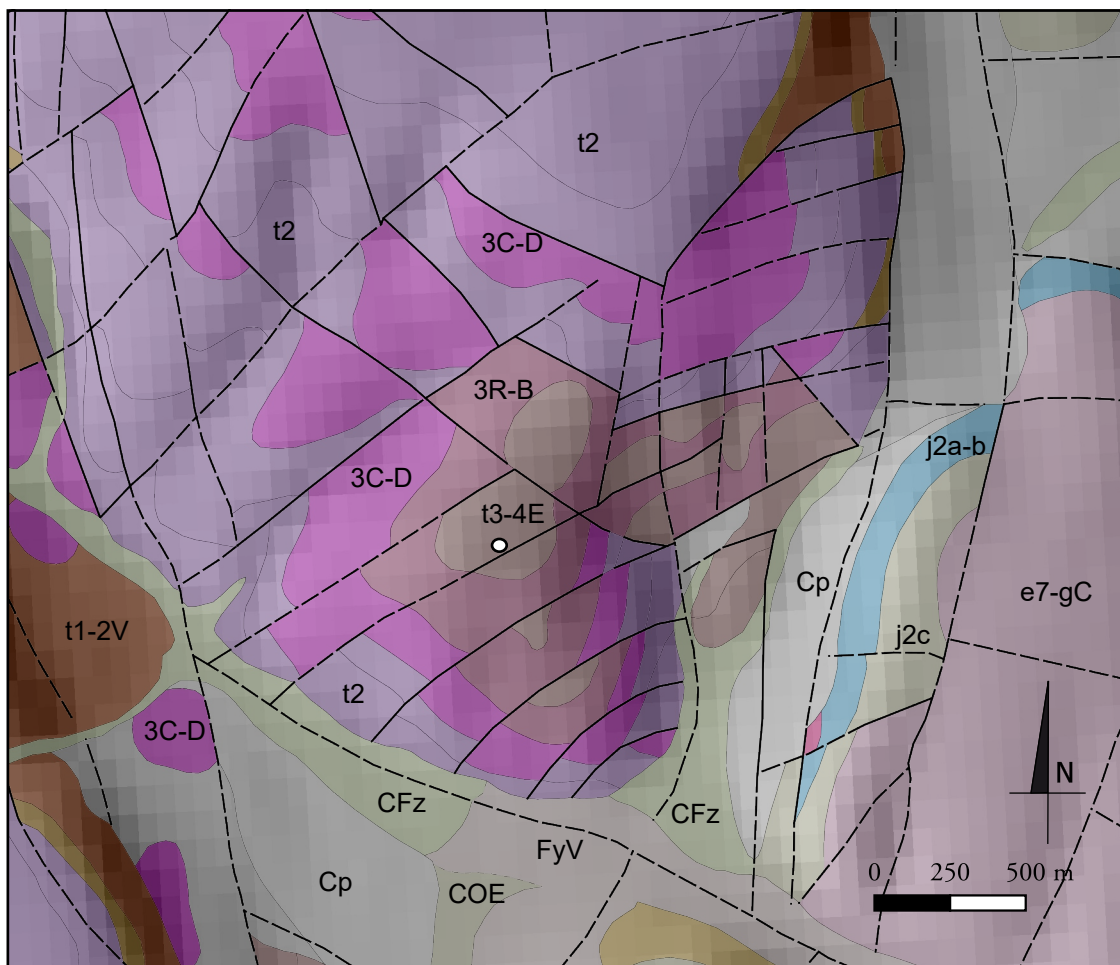


Fig. 12 : Résultats de l'analyse bayésienne

C. Féliu ; modélisation : ChronoModel v2.0 (Lanos, Dufresne 2019) et courbe IntCal 2020 (Reimer et al. 2020)



Principaux affleurements géologiques (Infoterre, BRGM)

FyV	Alluvions des basses terrasses des vallées vosgiennes (Weichsélien)
CFz	Colluvions de fonds de vallons et vallées (Weichsélien à Holocène)
COE	Colluvions de loess et loess soliflués (Pléistocène à Holocène)
Cp	Dépôts soliflués (Pléistocène à Holocène)
e7-gC	Conglomerats côtiers et Gompholite d'Ajoie (Eocène supérieur à Oligocène)
t3-4E	Calcaire à entroques (Muschelkalk supérieur)
3R-B	Muschelkalk moyen indifférencié : Marnes gréseuses bariolées à gypse
3C-D	Muschelkalk inférieur indifférencié
j2c	Grande oolithe et marnes à acuminata (Bajocien supérieur)
j2a-b	Bajocien inférieur et moyen indifférenciés
t2	Couches intermédiaires (Buntsandstein supérieur)
t1-2V	Grès vosgien indifférencié (Buntsandstein moyen à inférieur)

Fig. 13 : Carte géologique des environs du Zinnkoepflé

DAO : N. Schneider ; données : BRGM

3. Observations pédologiques et analyse par spectroscopie proche infrarouge

par N. Schneider et D. Ertlen

Les collines sous-vosgiennes sur lesquelles est installé le site appartiennent à un champ de fractures, elles sont constituées d'un soubassement géologique varié datant principalement du Trias (FIG. 13). Les versants sont plantés de vignes ; le sommet est couvert par une pelouse sèche, en phase de recolonisation par une végétation arbustive. Les sols du vignoble sont peu épais de type sols bruns calcaïques à calcaires des collines de marnes et calcaires du Muschelkalk supérieur (Party 2003). Sous les pelouses, ils sont généralement très minces de type rendzine (Baize, Girard 2009).

Le sondage est implanté au sommet de la colline, à 441 m d'altitude, sur un affleurement de Calcaire à entroques (t3-4E Muschelkalk supérieur). Il est installé dans un microrelief de type talus allongé selon un axe sud/nord, d'une élévation d'environ 1,5 m dans la topographie, large d'une dizaine de mètres. Il est recouvert partiellement de blocs calcaires. L'ensemble des microreliefs de types murger ont été cartographiés sur le secteur de pelouse du *Zinnkoepfle* (FIG. 2 : *supra*).

3.1. Observations de terrain

Parmi les coupes ouvertes dans ce microrelief, un log stratigraphique a été documenté (FIG. 14). Deux grandes unités sont à distinguer dans ce profil

- Seq 1 : Sous un maigre horizon de surface limoneux noir (US 1000), les quatre-vingts premiers centimètres sont composés de blocs calcaires anguleux, aux bords émoussés, de taille inférieure à 20 cm, dans une matrice limoneuse noire (US 1001, 1003 et 1005). La base de cette unité, US 1003 et 1005, repose sur des blocs calcaires de plus grande taille (jusqu'à 70 cm), localement ils sont enrichis par de la chaux et incluent de nombreux charbon de bois.

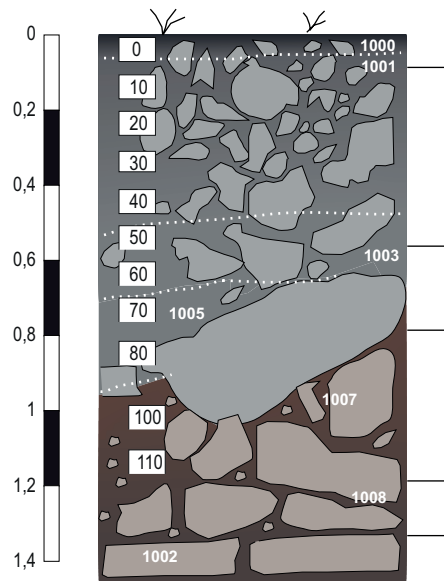
- Seq 2 : Sous ces niveaux « construits » l'us 1007 est formée de blocs calcaires de 20 à 40 cm de côté, dans un limon légèrement sableux, brun orangé, L'US 1008 est composée de blocs calcaires massifs (30 à 50 cm), dans une matrice limoneuse, il s'agit d'un horizon d'altération du substrat. L'US 1002 correspond à la dalle calcaire, substrat en place.

3.2. Analyse par spectroscopie proche infrarouge

Onze échantillons ont été prélevés sur la face ouest de la tranchée à l'endroit où la microtopographie est la plus épaisse et à l'écart du niveau de chaux. Un douzième échantillon a été prélevé dans l'unité 1008 sous le niveau de chaux. Les prélèvements ont été effectués de façon systématique, tous les 10 cm entre 0 et 120 cm. Il n'y a pas eu de prélèvement entre 90 et 100 cm en raison de la présence uniquement de gros blocs. Les échantillons ont été analysés par spectroscopie proche infrarouge pour déterminer l'origine végétale de la matière organique (Ertlen 2009 ; Ertlen *et al.* 2010). Le référentiel utilisé comprend des échantillons de sols sous prairie, sous forêt et sous culture couvrant une large gamme de végétations de milieu tempéré (Ertlen 2022).

Les résultats sont bien contrastés (FIG. 15). Les échantillons prélevés dans les US 1000, 1001 et 1005 soit la partie construite du microrelief ont un signal clair de sol sous prairie. Les échantillons des US 1007 et 1008 prélevés dans le paléosol situé sous la structure ont un signal clair de sols cultivés.

Zinnkoepfle- Profil pédologique



Prélèvements

US	Prof (cm)	PR	Texture
us1000	0 - 10	0	limon noir organique
us1001	10 - 20	10	limon noir meuble interstitiel
	20 - 30	20	
	30 - 40	30	
	40 - 50	40	
us1005	50 - 60	50	limon noir meuble, 2er PR pour 14C
	60 - 70	60	limon noir
	70 - 80	70	limon brun gris, entre blocs et chaux
us1007	80 - 90	80	limon brun gris, légèrement organique
	100 - 110	100	limon brun orange, influence chaux
us1008	110 - 120	110	limon brun orangé, recarbonatation

us1000 : limon noir, organique, racines, sans structuration

us1001 : blocs calcaire de 15 à 20 cm, dans une matrice de limon noir, meuble, organique, racines, légère structuration en petits agrégats, quelques fragments de grès altérés < 1cm

us1005 puis 1003 : Blocs dans un niveau limoneux mélangé avec de la chaux latéralement = us1003, présence de charbon de bois

us 1007 : blocs calcaire, 30 à 50 cm, matrice de limon sableux brun orange, avec petits agrégats, maximum de recarbonatation secondaire sous forme d'agrégats

us 1008 : blocs calcaire, 30 à 50 cm, matrice de limon brun orange, avec petits agrégats, recarbonatation secondaire (nodules) avec concrétions latérales, prélèvements doublés sur Coupe1 et sur log1,

us 1002 : dalle calcaire, continue, inclinée vers l'ouest

Fig. 14 : Log et description des US relevées dans le sondage

DAO : N. Schneider

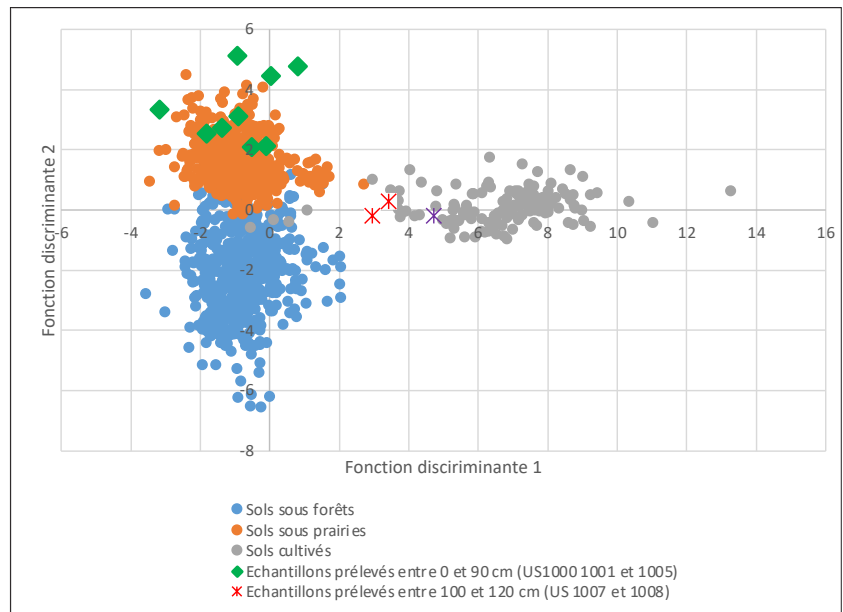
3.3. Interprétation

La première séquence correspond à des accumulations volontaires de blocs de calcaire, dans une matrice de limon, cette dernière résultant de l'altération de ces roches, mais sans doute aussi d'un apport contemporain ou postérieur à de l'édification de ce dôme. Le sommet a légèrement évolué par bioturbation et enrichissement en matière organique. La matière organique a une nette signature de prairie ce qui correspond à la végétation actuelle sans influence de la recolonisation en cours par des ligneux bas. Même à la base de cette unité la matière organique est prairial. Ceci indique que s'il y a eu une mise en culture postérieure à l'édification de la structure elle a été brève ou a très peu contribué à la matière organique accumulée dans la matrice.

Ces accumulations anthropiques recouvrent un horizon dont les propriétés sont probablement héritées de la période précédant l'édification de la microtopographie. Le paléosol est de type rendzine sur calcaire du Muschelkalk. La signature spectrale de ce paléosol indique une mise en culture qui aurait précédé l'édification de la structure. Ceci est cohérent avec des résultats obtenus sur d'autres structures, des murs d'épierrement médiévaux, entre autres, qui semblent ne pas succéder directement à une phase de défrichement.

Fig. 15 : Scores des fonctions discriminantes 1 et 2 pour le référentiel de sols tempérés et pour les échantillons du *Zinnkoepflé* à différentes profondeurs

DAO : D. Ertlen



Les datations effectuées sur charbon (1003 et 1006) et sur matières organiques (1005, 1007, 1008) sont cohérentes. La matrice des limons d'altération de l'us 1008, directement sur la dalle calcaire est datée de 3245 BP. Ensuite, l'horizon de surface du paléosol est daté de 2555 BP, tout comme la majorité des autres prélèvements effectués sur charbon directement dans les résidus de chaux, US 1006 et 1003. La date obtenue dans l'US 1005 illustre bien que le talus, hors niveau de chaux, n'est probablement pas un système fermé mais continue d'être alimenté en matière organique fraîche. En l'état, sans qu'on en puisse l'exclure totalement, il n'est pas possible de proposer qu'une seconde phase d'élévation de la structure puisse être rapprochée des systèmes d'épierrements connus ailleurs en Alsace (Schwartz *et al.* 2012 ; Lejeune 2015).

4. Interprétation et mise en perspective des résultats du sondage

4.1. Le talus du *Zinnkoeplé* : un rempart ?

La structure étudiée, contrairement à ce qui en était attendu au moment de commencer la fouille, s'est révélée être datée du premier âge du Fer, sa mise en place pouvant vraisemblablement être placée à la fin du Bronze final ou au début du Hallstatt et non au Moyen Âge. Cette datation, assurée par huit analyses radiocarbone, vient poser la question de la nature et de la fonction du talus qui barre l'accès à l'éperon. Deux hypothèses doivent être examinées et discutées : la première propose l'existence d'une fortification, la seconde celle d'un murger d'épierrement ; la conjonction des deux, tout d'abord une fortification sur laquelle ont ensuite été rejetées des pierres lors de travaux d'épierrement, doit également être envisagée. Dans tous les cas, les arguments en faveur de l'une ou l'autre de ces hypothèses sont peu explicites.

La faible hauteur conservée du talus et l'absence de toute organisation architecturale discernable dans la masse de l'ouvrage pourraient laisser penser qu'il s'agit d'une structure d'épierrement : aucun élément pouvant se rapprocher d'un parement n'a en effet été observé dans le sondage ouvert. D'autre part, l'espace rectangulaire situé à l'arrière du talus renvoie selon toute vraisemblance à une structure agraire, enclos ou champ fermé, tout comme la ligne de pierres qui part de cet espace et se dirige vers le rebord du plateau au sud. Les deux cabanes, construites dans les pierriers semblent aussi être des aménagements liés à l'exploitation des terrains environnants, peut-être destinés à l'élevage des porcs (Grodwohl, Michel 2019).

Une telle proposition ferait toutefois du talus du *Zinnkoeplé* le murger le plus précoce d'Alsace, puisqu'antérieur de plus d'un millénaire aux autres structures de ce type explorées et datées. Il s'agirait également d'un pierrier non appareillé, selon la typologie proposée par D. Schwartz et son équipe à partir des travaux menés à Osenbach, Dinsheim ou au *Petit Pfingstberg* à Soultzmatt (Schwartz *et al.* 2017). Or la structure interne de ces murgers ne montre que peu de points communs avec les observations effectuées au *Zinnkoeplé* : ici, les pierres sont d'un module relativement important, intégrées dans un limon brun assez compact, là elles sont beaucoup plus petites et plus nombreuses, regroupées dans un complexe où la matrice fine est presque absente (FIG. 16). Quoiqu'il en soit, et limité à la moitié externe du talus, le sondage ouvert montre l'utilisation de grands,

Fig. 16 : Comparaison des structures du talus du *Zinnkoeplé* et d'un murger de Dinsheim

A. Coupe dans le talus du *Zinnkoeplé* (photo : C. Féliu)

B. "Coupe dans un grand murger linéaire du *Schiebenberg* (Dinsheim, 67). Noter l'absence de matrice fine dans le murger et la présence d'un paléosol parfaitement conservé en dessous" (d'après Schwartz *et al.* 2012, pl. XXXV).



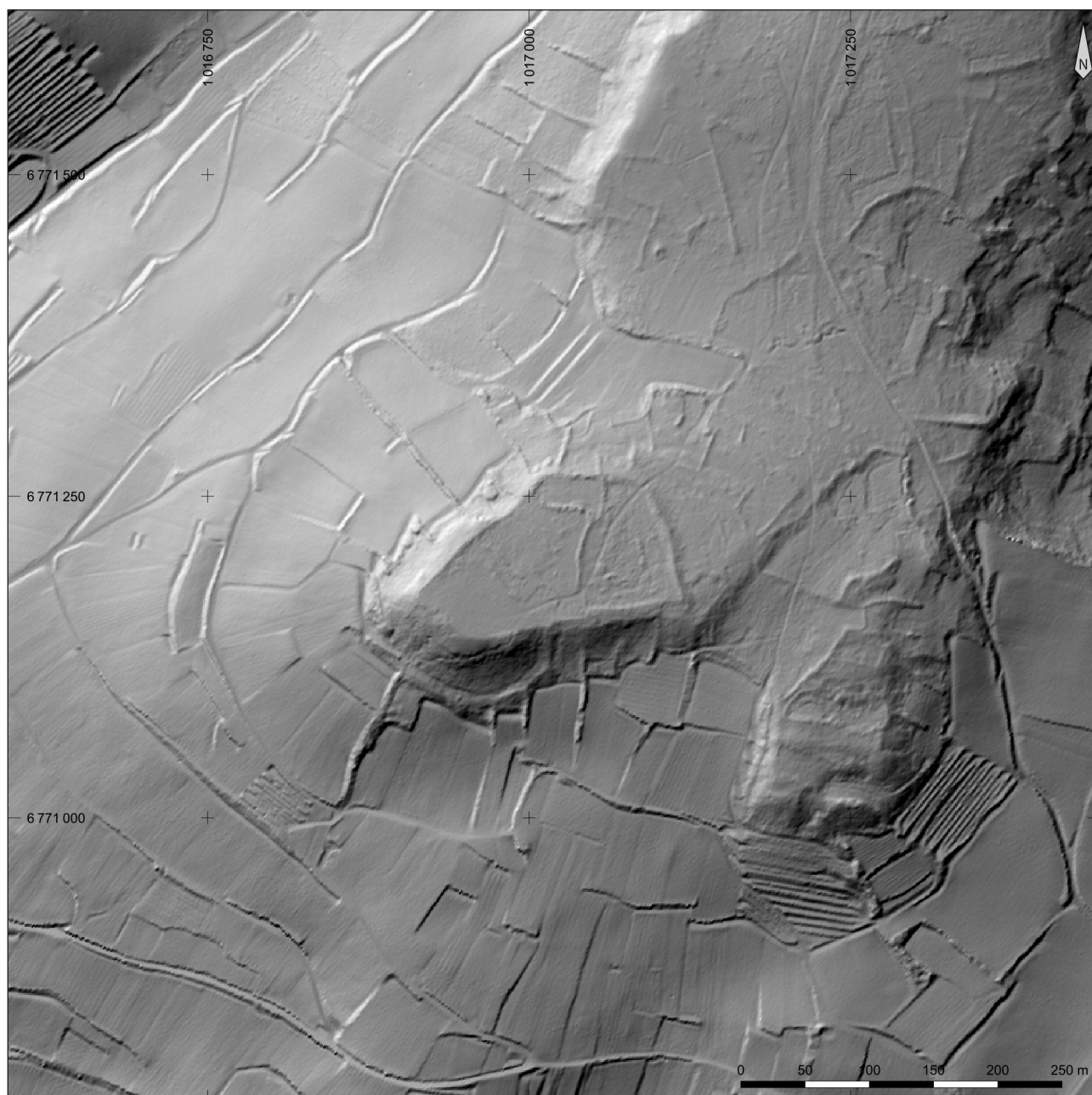


Fig. 17 : Données du RGEAlti 1m de l'IGN (traitement : Hillshade, A = 315, H = 35 ; DAO : C. Féliu)

voire de très grands, blocs pour élever le barrage : certains d'entre eux dépassaient 80 cm de long pour une largeur et une épaisseur de 30 à 40 cm. Ces blocs pourraient avoir servi de base à la construction d'un rempart, dont le parement, effondré, aurait pu être construit avec les éléments de fort gabarit observés dans la couche d'éboulis 1004. La présence d'une importante couche de chaux oriente encore l'interprétation vers l'hypothèse d'un rempart. En effet, les descriptions de murger publiées ne font pas mention de la découverte de ce type de matériau. De plus, l'abondance des charbons pris dans ces niveaux de chaux pourrait indiquer la présence de pièces de bois dans la masse de l'ouvrage. Ces éléments, tous en chêne pour ceux qui ont été identifiés, peuvent être rapprochés des poutres qui armaient les remparts protohistoriques et dont la calcination aurait ici produit la chaleur nécessaire à la transformation des blocs de calcaire qui constituaient le rempart en chaux.

L'observation des données du levé lidar semble montrer la superposition de deux ensembles de talus distincts (FIG. 17) : d'une part le grand talus qui barre l'accès à l'extrémité du plateau et d'autre part, deux éléments plus petits, dont les élévations semblent avoir été recouvertes par celle du précédent. Ces deux petits talus pourraient correspondre aux vestiges d'un rempart de contour qui courrait le long de la rupture de pente, dans le prolongement du rempart de barrage princi-

pal, qui aurait alors connu une phase de rehaussement liée à des travaux d'épierrement, peu visibles au niveau du sondage, mais vraisemblablement liés à la mise en œuvre de l'enclos situé au nord du site. On notera également que, contrairement à ce qui peut être observé sur d'autres sites (Schwartz *et al.* 2012), le talus principal, qui barre l'accès à l'éperon, et ses prolongations au niveau de la rupture de pente, se distinguent des autres structures empierrées qui sont installées dans la pente et adoptent une structure rayonnante.

En définitive, il semble possible de proposer que le *Zinnkoefflé* correspond à un éperon barré de la fin de l'âge du Bronze ou du premier âge du Fer, fortifié par un rempart de barrage de près de 200 m de long, prolongé par une fortification de contour sur tout son pourtour. La taille réduite du sondage ne permet pas de restituer l'architecture de cette structure défensive. Tout au plus peut-on supposer qu'elle comportait une armature de pièces de bois. La nature de l'occupation de la surface de 1,88 ha enclose par le rempart ne peut être approchée. En effet, ni les prospections pédestres effectuées par E. Wittlin en 2015, ni le sondage ouvert en 2022 n'ont permis la découverte de mobilier qui permettrait de la caractériser ou de préciser sa datation.

4.2. La question des « remparts calcinés »

La présence de la couche de chaux (US 1003-1006) dans la masse du rempart nécessite que l'on s'arrête sur la question des « remparts calcinés » et des constructions à « noyau de chaux ». Sans entrer dans les détails d'une controverse qui dure depuis la fin du XVIII^e siècle et qui s'est amplifiée au XIX^e, on note que la découverte de couches de chaux plus ou moins importantes ou de matériaux vitrifiés dans la stratigraphie des remparts protohistoriques a pu être interprétée soit comme résultant d'une action volontaire, destinée à consolider les fortifications, soit comme le fruit d'événements postérieurs à la construction des remparts, plus vraisemblablement liés à leur destruction.

Les tenants de la première hypothèse (voir entre autres Williams 1778 au Royaume-Uni ; Barthélémy 1892 ou Beaupré 1906 en France) estiment en effet que ce type de calcination, ou de vitrification, ne peut être que volontairement obtenu pour créer un noyau de chaux qui renforce la masse du rempart et qui constitue un élément constitutif de l'architecture. Cette option est toujours discutée et soutenue. Plusieurs auteurs ont tenté des expériences pour la démontrer ; ils butent généralement sur le manque de vestiges archéologiques qu'auraient pu laisser leur dispositif expérimental : « le procédé ne laisse donc pas de traces » (ici : Hairie 2010 : 38).

La seconde hypothèse (voir, par exemple, Hibbert 1857 pour l'Angleterre ou de La Noë 1892 en France) suppose que la calcination et la création des niveaux de chaux, ou la vitrification dans les régions granitiques, sont accidentelles : incendie, foyers, signaux lumineux... La présence de pièces de bois horizontales carbonisées dans les masses de chaux est rapprochée de la description du rempart de Bourges-*Avaricum* par César : « Ce mode de construction ne doit pas nous étonner : c'est celui que les Gaulois appliquèrent aux remparts de leurs oppidums » (de La Noë 1892 : 373) ; elle n'est pas associée à une technique de construction faisant intervenir le feu. Dans les années 1980, O. Buchenschutz a proposé que ces calcinations et vitrifications ont pu être provoquées par la destruction volontaire des remparts au moyen de feux entretenus à dessein (Buchenschutz, Ralston 1981 ; Audouze, Buchenschutz 1989 : 121). Au *Puech de Mus*, à Sainte-Eulalie-de-Cernon dans l'Aveyron, le rempart de la phase III a été détruit, avant même son achèvement, par « un violent incendie entretenu » qui a entraîné la calcination des blocs de calcaire qui le composaient et la création d'un niveau de chaux (Gruat 2009 : 75).

Cette proposition d'une destruction volontaire du rempart peut être évoquée pour le *Zinnkoefflé*. Elle permettrait d'expliquer la faible hauteur conservée du talus et des niveaux de pierres qui constituaient la masse du rempart.

Dans un rayon proche du *Zinnkoefflé* (entre Alsace et Lorraine), les remparts de plusieurs sites montrent des niveaux de chaux ou des matériaux calcinés ou vitrifiés en quantité parfois importante. On peut citer, sans chercher ici

l'exhaustivité, les fortifications du *Camp d'Affrique* à Messein, de la *Fourasse* à Champigneulle ou de la *Butte Sainte-Geneviève* à Essey-lès-Nancy dans le département de la Meurthe-et-Moselle (Beaupré 1906) ; le rempart du *Britzgyberg* à Illfurth présente également ce genre de calcination (Schweitzer 1997), tout comme le *Hartmannswillerkopf* était entouré d'une fortification dans laquelle des blocs vitrifiés ont été observés (Bleicher, Faudel 1880). La reprise de ces questions permettrait d'aborder sous un nouvel angle l'histoire de ces fortifications détruites par le feu.

4.3. Les fortifications du Bronze final et du Hallstatt ancien/moyen dans les Vosges et dans le Rhin supérieur

La découverte d'un nouveau site que l'on peut ajouter à la liste relativement restreinte des fortifications de hauteur du Hallstatt B3 ou C/D1 dans les Vosges ou dans le Rhin supérieur offre l'opportunité de vérifier les hypothèses proposées par M. Walter dans son travail de thèse.

Au Hallstatt B3 (Walter 2022 : 362-370), les sites localisés sur le versant oriental des Vosges sont au nombre de cinq : au *Zinnkoepflé*, il faut ajouter les occupations du *Brotschberg* à Haegen, du *Mont Sainte-Odile* à Ottrott, du *Haut-Ribeaupierre* à Ribeauvillé et du *Hohlandsbourg* à Wintzenheim. Tous ces sites sont situés à distance régulière les uns des autres, à des intervalles de l'ordre de 6 à 8 heures de marche. On notera que la question de l'existence d'un site de hauteur dans la région de Rouffach est évoquée. Au *Geiskopf*, à Buhl (Wittlin 2016 : n°7) une enceinte peu lisible entoure le sommet d'une éminence et pourrait correspondre à une fortification protohistorique. Un tessou, un « bord à marli incisé », ramassé lors de prospection pédestre oriente la datation vers le Bronze final (Walter 2022 : note 22, p. 367). Au sommet du *Bollenberg*, une colline voisine du *Zinnkoepflé*, la découverte d'une hache en bronze au XIX^e siècle laisse, ici aussi, penser à une occupation ou une fréquentation à la fin de l'âge du Bronze. Aucun de ces deux sites n'a livré d'indice assuré d'une fortification clairement datée. Le rempart découvert au *Zinnkoepflé*, s'il devait être daté du Hallstatt B3, viendrait donner une réalité à l'importance du secteur à cette période.

La situation est différente au Hallstatt C/D1 (Walter 2022 : 371-385). Les sites précisément datés du Hallstatt ancien sont très peu nombreux : seules sept phases d'occupation définies par M. Walter pour le Hallstatt C dans le Rhin supérieur sont connues. Si on élargit un peu la focale chronologique à l'ensemble des sites du Hallstatt C/D1, la situation n'est pas beaucoup plus claire. La grande majorité des sites de hauteur identifiés correspondent à des établissements vraisemblablement non fortifiés, concentrés autour de Freiburg-im-Breisgau. Les seuls établissements fortifiés connus dans le sud du Rhin supérieur sont localisés dans le Jura et sur le versant ouest de la Forêt-Noire. Aucune fortification n'est présente au sud de Dossenheim-sur-Zinsel ou de Niedersteinbach, dans les Vosges du Nord. Une fois encore, l'intégration du *Zinnkoepflé* à la liste des fortifications du Hallstatt C/D1 viendrait combler un vide et poserait le premier jalon de l'occupation des hauteurs du massif vosgien à cette période.

4.4. Conclusion

Le petit sondage ouvert sur le talus du *Zinnkoepflé* a permis de reconnaître l'existence d'une fortification datée de la fin de l'âge du Bronze ou du début de l'âge du Fer. Le rempart, qui isole une superficie de 1,88 ha, n'a pas pu être coupé dans sa totalité, son architecture reste donc inconnue dans le détail. Il est toutefois possible de restituer la présence de pièces de bois, dont la combustion a entraîné la création d'une couche de chaux irrégulière. Les observations pédologiques et l'analyse par spectroscopie proche infrarouge montre que la fortification a été construite sur un terrain qui avait été antérieurement mis en culture, et donc déjà défriché lors de l'installation du site. Après sa destruction, la zone ne semble pas avoir connu d'exploitation agricole, elle doit au contraire être restée couverte d'une prairie assez proche de celle que l'on y trouve actuellement. Le réhaussement du talus, issu de la destruction du rempart, par des épierrements n'est pas à exclure.

La nature et la fonction du site fortifié ne peuvent être approchées : en effet, aucun mobilier protohistorique qui permettrait de proposer la moindre hypothèse à ce sujet n'a été découvert lors de la fouille ou des prospections pédestres. Plus largement, la fortification du Zinnkoepflé vient renforcer les effectifs des sites de hauteur de la fin de l'âge du Bronze ou du début de l'âge du Fer dans le sud du massif vosgien. S'il vient étayer l'hypothèse de l'importance de la région au Ha B3, il constitue en revanche le seul indice d'une occupation du sud du massif au HA C/D1.

5. Bibliographie

Audouze, Buchsenschutz 1989

AUDOUZE (F.),
BUCHSENSCHUTZ (O.) —
*Villes, villages et campagnes de
l'Europe celtique ; du début du II^e
millénaire à la fin du I^{er} siècle avant
J.-C.* Paris : Hachette, 1989. 362 p.
(Bibliothèque d'archéologie).

Baize, Girard 2009

BAIZE (D.), GIRARD (M.-C.)
dir. — *Référentiel pédologique 2008.*
Versailles : Quae, 2009. 405 p.
(Savoir Faire).

Barthélémy 1892

BARTHÉLÉMY (F.) —
Contribution à l'étude des camps
vitrifiés et calcinés. *Mémoires de la
Société d'archéologie lorraine et du
Musée historique lorrain*, 20, 1892,
p. 266-300.

Beaupré 1906

BEAUPRÉ (J.) — Note sur les
enceintes à vallum calciné. *Bulletin
de la Société préhistorique de France*,
3, 3, 1906, p. 114-122.

Bleicher, Faudel 1880

BLEICHER (G.), FAUDEL
(C.F.) — *Matériaux pour une
étude préhistorique de l'Alsace,
deuxième publication, monuments
mégolithiques.* Colmar : Imprimerie
et lithographie de Veuve Camille
Decker, 1880. 105 p., pl. (extrait
du *Bulletin de la Société d'histoire
naturelle de Colmar*, 1879-1880).

Bronk Ramsey 2021

BRONK RAMSEY (C.) — OxCal
v4.4.4.
<https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>
[lien valide au 31 juillet 2023].

Buchsenschutz, Ralston 1981

BUCHSENSCHUTZ (O.),
RALSTON (I.B.M.) — Les
fortifications des âges des Métaux.
Archeologia, 154, 1981, p. 24-35.

Charonnat et al. 2021

CHARONNAT (P.), DUPONT
(L.), FUCHS (C.), RICHARD
(E.) — *Dynamique des paysages ;
préserver la biodiversité sur les pelouses
calcaires du Massif Vosgien : le cas
du Zinnkoepfle (68) : rapport de
stage.* Strasbourg : Université de
Strasbourg, Faculté de géographie et
d'aménagement, 2021. 35 p.

Ertlen 2009

ERTLEN (D.) — *Archivages
pédologique et dynamiques
environnementales : mise au
point d'une nouvelle méthode de
reconnaissance des paléovégétations,
fondée sur l'analyse spectroscopique
dans le proche infrarouge (SPIR)
des matières organiques de sols
et paléosols : thèse de doctorat.*
Strasbourg : Université de
Strasbourg, 2009. 382 p.

Ertlen 2022

ERTLEN (D.) — *Les temporalités
emboîtées des relations Homme-
milieu : approches géographiques
des systèmes paysagers : thèse
d'habilitation à diriger les
recherches.* Strasbourg : Université
de Strasbourg, 2022. 101 p.

Ertlen et al. 2010

ERTLEN (D.), SCHWARTZ
(D.), TRAUTMANN (M.),
WEBSTER (R.), BRUNET (D.) —
Discriminating between organic
matter in soil from grass and forest
by near-infrared spectroscopy.
European Journal of Soil Science, 61,
2, 2010, p. 207-216.

Forrer 1926

FORRER (R.) — Des enceintes
fortifiées préhistoriques, romaines
et anhistoriques d'Alsace. *Bulletin
de la Société pour la conservation des
Monuments historiques d'Alsace*, 2,
26, 1926, p. 1-73.

Grodwohl, Michel 2019

GRODWOHL (M.), MICHEL
(G.) — *Cochons des villes,
cochons des bois ; une histoire
environnementale des collines sous-
vosgiennes.* Strasbourg : Société pour
la conservation des Monuments
Historique d'Alsace, 2019. 325 p.
(Cahiers alsaciens d'archéologie d'art
et d'histoire ; hors-série ; 1).

Gruat 2009

GRUAT (P.) — Bilan des recherches
sur l'architecture des remparts
protohistoriques du département de
l'Aveyron. *Documents d'archéologie
méridionale. Protohistoire du Sud
de la France* [en ligne], 32, 2009,
p. 59-98. [https://doi.org/10.4000/
dam.1909](https://doi.org/10.4000/dam.1909) [lien valide au 31 juillet
2023].

Hairie 2010

HAIRIE (A.) — Les remparts
vitrifiés de l'âge du Fer, expérience
de reconstitution des procédés de
fabrication. *Bulletin de l'Association
française pour l'étude de l'âge du Fer*,
28, 2010, p. 35-38.

Hibbert 1857

HIBBERT (S.) — Observations
on the Theories which have been
proposed to explain the Vitrified
Forts of Scotland. *Archaeologia
Scotica*, 4, 1857, p. 160-182.

de La Noë 1892

DE LA NOË (G.) — Les enceintes
vitrifiées et les enceintes calcinées.
*Bulletin de géographie historique et
descriptive*, 1892, p. 368-386.

Lanos, Dufresne 2019

LANOS (P.), DUFRESNE (P.) —
ChronoModel version 2.0: Software
for Chronological Modelling of
Archaeological Data using Bayesian
Statistics.
<https://chronomodel.com/> [lien
valide au 31 juillet 2023].

Lejeune 2015

LEJEUNE (S.) — *Application de la spectroscopie proche-infrarouge à l'identification des activités agricoles médiévales : le cas des collines sous-vosgiennes en Alsace* : mémoire de master 1. Strasbourg : Université de Strasbourg, 2015. 70 p.

Party 2003

PARTY (J.-P.) — *Piémont haut-rhinois et Ochsenfeld : petite région naturelle n° 12 : un guide pour l'identification des sols et leur valorisation agronomique*. Strasbourg : Région Alsace, 2003. 236 p., 1 carte (Guide des sols d'Alsace).

Reimer et al. 2020

REIMER (P.J.), AUSTIN (W.E.N.), BARD (E.), BAYLISS (A.), BLACKWELL (P.G.), BRONK RAMSEY (C.), BUTZIN (M.), CHENG (H.), EDWARDS (R.L.), FRIEDRICH (M.), GROOTES (P.M.), GUILDERSON (T.P.), HAJDAS (I.), HEATON (T.J.), HOGG (A.G.), HUGHEN (K.A.), KROMER (B.), MANNING (S.W.), MUSCHELER (R.), PALMER (J.G.), PEARSON (C.), PLICHT (J. van der), REIMER (R.W.), RICHARDS (D.A.), SCOTT (E.M.), SOUTHON (J.R.), TURNEY (C.S.M.), WACKER (L.), ADOLPHI (F.), BÜNTGEN (U.), CAPANO (M.), FAHRNI (S.M.), FOGTMANN-SCHULZ (A.), FRIEDRICH (R.), KÖHLER (P.), KUDSK (S.), MIYAKE (F.), OLSEN (J.), REINIG (F.), SAKAMOTO (M.), SOOKDEO (A.), TALAMO (S.) — The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* [en ligne], 62, 4, 2020, p. 725-757. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41> [lien valide au 31 juillet 2023].

Schwartz et al. 2003

SCHWARTZ (D.), BERNARDY (L.), JOUVE-LITAUDON (C.), VONNA (A.) — Le Bickenberg à Osenbach (Haut-Rhin). Étude d'un paysage d'enclos médiéval sur les collines calcaires sèches sous-vosgiennes. *Revue Géographique de l'Est* [en ligne], 43, 3, 2003, p. 81-94. <https://doi.org/10.4000/rge.2340> [lien valide au 31 juillet 2023].

Schwartz et al. 2012

SCHWARTZ (D.), ERTLEN (D.), BATTMANN (J.), CASPARD (M.), GEBHARDT (A.), GOEPP (S.), BASOGE (F.), KOUPALIANTZ (L.), METZ (B.) — Études actuelles sur un type de paysage encore très peu connu en Alsace : les paysages d'enclos médiévaux ; extension, typologie, éléments de datation. In : CARPENTIER (V.), MARCIGNY (C.) dir. — *Des hommes aux champs ; pour une archéologie des espaces ruraux du Néolithique au Moyen Âge*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes, 2012, p. 305-326. (Archéologie et culture).

Schwartz et al. 2017

SCHWARTZ (D.), GRODWOHL (M.), DOTTORI (B.), STAUT (F.) — Les paysages d'enclos médiévaux en Alsace : nouvelles avancées. In : KRAEMER (C.), KOCH (J.) dir. — *Vivre dans la montagne vosgienne au Moyen Âge : conquête des espaces et culture matérielle* : colloque de Gérardmer-Munster, 30, 31 août et 1^{er} septembre 2012. Nancy : Presses universitaires de Nancy - Éditions Universitaires de Lorraine, 2017, p. 165-184. (Archéologie, espace, patrimoine).

Schweitzer 1997

SCHWEITZER (J.) — L'oppidum du Britzgyberg et le faciès hallstattien dans le Horst de Mulhouse. In : BRUN (P.), CHAUME (B.) dir. — *Vix et les éphémères principautés celtiques : les VI^e et V^e siècles avant J.-C. en Europe centre-occidentale* : actes du colloque de Châtillon-sur-Seine (27-29 octobre 1993). Paris : Errance, 1997, p. 57-66.

Walter 2022

WALTER (M.) — *Les sites de hauteur protohistoriques du Rhin supérieur (12^e - 1^{er} siècle av. J.-C.) ; fonctions, implantation, évolution* : thèse de doctorat. Strasbourg : Université de Strasbourg, 2022. 2 volumes, 484 p., 423 p.

Williams 1778

WILLIAMS (J.) — Abstract of an account of some remarkable ancient Ruins, lately discovered in the Highlands and northern parts of Scotland. *The Annual Register*, 1778, p. 146-153.

Wittlin 2016

WITTLIN (E.) — *Étude diachronique des enceintes de hauteur du Haut-Rhin ; réactualisation des données anciennes sur les enceintes anhistoriques et nouvelles approches grâce aux données récentes, principalement l'imagerie LIDAR* : mémoire de master. Strasbourg : Université de Strasbourg, 2016. 2 vol. (166 p., 166 p.).

Annexe : résultats des datations radiocarbone

Poznań Radiocarbon Laboratory



Poznań, 20-04-2023

Report

on C-14 dating in the Poznań Radiocarbon Laboratory

Customer: **Dr Clement Feliu**
INRAP GES
Centre Archeologique de Strasbourg
10 rue d-Altkirch
67100- Strasbourg
France

Job no.: 19954/22

<i>Sample name</i>	<i>Lab. no.</i>	<i>Age 14C</i>	<i>Remark</i>
Zin_1003_C1	Poz-162127	2770 ± 35 BP	0.3mgC
Zin_1006_C	Poz-162120	2475 ± 35 BP	0.8mgC
Zin_1006_B	Poz-162121	2535 ± 35 BP	
Zin_1003_D2	Poz-162122	2570 ± 35 BP	
Zin_1003_A2	Poz-162123	2510 ± 35 BP	
Zin_1006_A	Poz-162125	2655 ± 30 BP	0.6mgC
ZIN_1005	Poz-162126	1265 ± 30 BP	
ZIN_1007	Poz-162119	2555 ± 35 BP	0.3mgC
ZIN_1008	Poz-162069	3245 ± 35 BP	0.4mgC

Comments: Results of calibration of 14C dates enclosed

Head of the Laboratory

Prof. dr hab. Tomasz Goslar

III. Inventaires techniques

1. Inventaire des US

US	type d'US	égalité	antérieur à (sous)	postérieur à (sur)	description	datation
1000	positive			1001	limon noir, organique, racines, sans structuration, quelques pierres affleurantes ; 3 à 5 cm d'épaisseur ; terre végétale ; décapage du sondage	
1001	positive		1000	1003 1004	blocs calcaire de 15 à 20 cm, dans une matrice de limon noir, meuble, organique, racines, légère structuration en petits agrégats, quelques fragments de grès altérés < 1cm	
1002	positive		1008		dalle calcaire, continue, inclinée vers l'ouest ; substrat naturel	
1003	positive	1006	1001	1005	blocs calcaire de 15 à 20 cm et cailloutis, dans une matrice de limon brun gris, pris dans une gangue de chaux	Hallstatt
1004	positive		1001	1008	blocs calcaire de 15 à 20 cm et cailloutis, dans une matrice de limon brun gris	
1005	positive		1006	1007	blocs calcaire, 30 à 50 cm, matrice de limon sableux brun orange, avec petits agrégats, maximum de recarbonatation secondaire sous forme d'agrégats	
1006	positive	1003	1001	1005	blocs calcaire de 15 à 20 cm et cailloutis, dans une matrice de limon brun gris, pris dans une gangue de chaux	Hallstatt
1007	positive		1005	1008	Limon gris clair, quelques traces de chaux (percolation ?)	
1008	positive		1007	1002	blocs calcaire, 30 à 50 cm, matrice de limon brun orange, avec petits agrégats, recarbonatation secondaire (nodules) avec concrétions latérales, prélèvements doublés sur Coupe1 et sur log1,	

2. Inventaire de la documentation scientifique

Numéro d'opération	018125	Année de début d'opération	2022
Commune	SOULTZMATT	Année de clôture d'opération	2023
Adresse	Zinnkoeplé	Responsable OA	Féliu, Clément
Intitulé	Soultzmatt, Zinnkoeplé		
Liste imprimée le	16/09/2023	Opérateur	UMR 7044

Numéro d'inventaire	Légende	Auteur	Année	Référence Contenant
018125-EFOCF-0001-A4	Carnet de fouille (5 pages)	Féliu, Clément	2022	Chemise 1
018125-ESOB1-0001-A4	Rapport final d'opération non broché	Féliu, Clément ; Ertlen, Damien ; Keller, Benjamin ; Schwien, Nathalie	2023	Chemise 1
018125-GMIFO-0001-A4	Coupe du rempart (1/2), échelle 1/20	Féliu, Clément ; Schaeffer, Arthur	2022	Chemise 1
018125-GMIFO-0002-A4	Coupe du rempart (2/2), échelle 1/20	Helfer-Lebert, Lucas ; Walter, Maxime	2022	Chemise 1
018125-GMIFO-0003-A4	Plan de l'US 1003, échelle 1/20	Féliu, Clément ; Helfer-Lebert Lucas	2022	Chemise 1
018125-GMIFO-0004-A4	Plan de l'US 1006, échelle 1/20	Helfer-Lebert, Lucas ; Schaeffer, Arthur	2022	Chemise 1
018125-GMIFO-0005-A4	Log 1 ; profil pédologique	Ertlen, Damien ; Schneider, Nathalie	2022	Chemise 1
018125-NANDI-0001-NUC1A.pdf	Version numérique du rapport final d'opération	Féliu, Clément ; Ertlen, Damien ; Keller, Benjamin ; Schwien, Nathalie	2023	serveur
018125-NANDI-0002-NUCT.ods	Inventaire de la documentation scientifique	Féliu, Clément	2023	serveur
018125-NANEA-0001-NUCT.pdf	Résultats des analyses radiocarbone	Poznańskie Laboratorium Radiowęglowe	2023	serveur
018125-NIMCT-0001-NUDA	Dossier contenant les fichiers du SIG de l'opération	Féliu, Clément	2023	serveur
018125-NIMCT-0002-NUCT.csv	Liste des points relevés	Wüttmann, Jean-Luc	2022	serveur
018125-NIMCT-0003-NUDA.pdf	Plan du Zinnkoeplé (1/5000)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMCT-0004-NUDA.pdf	Carte géologique des environs du Zinnkoeplé	Schneider, Nathalie	2023	serveur
018125-NIMDD-0001-NUC1A.jpg	Ambiance : en cours de décapage ; Arthur, Clément, Maxime	Helfer-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMDD-0002-NUC1A.jpg	Ambiance : en cours de décapage ; Arthur, Maxime, Clément	Helfer-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMDD-0003-NUC1A.jpg	Ambiance ; Lucas, Maxime, Arthur	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMDD-0004-NUC1A.jpg	Ambiance ; Lucas	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMDD-0005-NUC1A.jpg	Ambiance ; Lucas	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMDD-0006-NUC1A.jpg	Ambiance : dessin ; Arthur, Lucas, Maxime	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMDD-0007-NUC1A.jpg	Flore : oeillets	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMDD-0008-NUC1A.jpg	Ambiance : l'équipe des summiters ; Arthur, Maxime, Lucas	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMEA-0001-NUDA.eps	Calibration des dates radiocarbone	Féliu, Clément	2023	serveur
018125-NIMEA-0002-NUC1A.png	Résultats de l'analyse bayésienne	Féliu, Clément	2023	serveur
018125-NIMFO-0001-NUC1A.jpg	Vue du sondage après décapage des mottes de gazon	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0002-NUC1A.jpg	Vue du sondage après décapage des mottes de gazon	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0003-NUC1A.jpg	Vue du sondage après décapage des mottes de gazon	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0004-NUC1A.jpg	Vue du sondage après décapage des mottes de gazon	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0005-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0006-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0007-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0008-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0009-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0010-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0011-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0012-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0013-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur

Numéro d'inventaire	Légende	Auteur	Année	Référence Contenant
018125-NIMFO-0014-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0015-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0016-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0017-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0018-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0019-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0020-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0021-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0022-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, corps du talus, US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0023-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, corps du talus, US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0024-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, corps du talus, US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0025-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, corps du talus, US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0026-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, sommet du talus, US 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0027-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, sommet du talus, US 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0028-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, sommet du talus, US 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0029-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, sommet du talus, US 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0030-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, sommet du talus, US 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0031-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, sommet du talus, US 1003, 1005	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0032-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0033-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0034-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0035-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1003	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0036-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1006 (=1003)	Helper-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMFO-0037-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1006 (=1003)	Helper-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMFO-0038-NUC1A.jpg	Extrémité ouest du sondage, US 1006 (=1003)	Helper-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMFO-0039-NUC1A.jpg	Coupe ouest (US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0040-NUC1A.jpg	Coupe ouest (US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0041-NUC1A.jpg	Coupe ouest (US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0042-NUC1A.jpg	Coupe ouest (US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0043-NUC1A.jpg	Coupe ouest (US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0044-NUC1A.jpg	Coupe ouest (US 1000, 1001, 1002, 1003, 1005, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0045-NUC1A.jpg	Ambiance : balayage	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0046-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0047-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0048-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0049-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0050-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0051-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0052-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0053-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0054-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest (US1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur

Numéro d'inventaire	Légende	Auteur	Année	Référence Contenant
018125-NIMFO-0055-NUC1A.jpg	Ambiance	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0056-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est (US 1000, 1002, 1004, 1008)	Helper-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMFO-0057-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est (US 1000, 1002, 1004, 1008)	Helper-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMFO-0058-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est (US 1000, 1002, 1004, 1008)	Helper-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMFO-0059-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est (US 1000, 1002, 1004, 1008)	Helper-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMFO-0060-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est (US 1000, 1002, 1004, 1008)	Helper-Lebert, Lucas	2022	serveur
018125-NIMFO-0061-NUC1A.jpg	Coupe sud (US 1000, 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1008)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0062-NUC1A.jpg	Vue générale du sondage	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0063-NUC1A.jpg	Vue générale du sondage	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0064-NUC1A.jpg	Coupe nord, détail	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0065-NUC1A.jpg	Coupe nord, détail	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0066-NUC1A.jpg	Coupe nord, détail	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0067-NUC1A.jpg	Coupe nord	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0068-NUC1A.jpg	Coupe ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0069-NUC1A.jpg	Coupe ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0070-NUC1A.jpg	Coupe ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0071-NUC1A.jpg	Coupe ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0072-NUC1A.jpg	Coupe ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0073-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0074-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0075-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0076-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0077-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0078-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0079-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0080-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0081-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0082-NUC1A.jpg	Coupe nord, partie est	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0083-NUC1A.jpg	Vue générale du sondage (et autoportrait)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0084-NUC1A.jpg	Vue générale du sondage (et autoportrait)	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMFO-0085-NUDA.eps	Profil du talus (1/100) et coupe nord du sondage (1/50)	Féliu, Clément	2023	serveur
018125-NIMFO-0086-NUDA.eps	Localisation des échantillons prélevés et diagramme stratigraphique du sondage	Féliu, Clément	2023	serveur
018125-NIMFO-0087-NUDA.ai	Log et description des US relevées dans le sondage	Schneider, Nathalie	2023	serveur
018125-NIMSE-0001-NUC1A.jpg	Vue du talus	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0002-NUC1A.jpg	Vue du talus	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0003-NUC1A.jpg	Vue du talus	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0004-NUC1A.jpg	Vue du talus	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0005-NUC1A.jpg	Vue du talus	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0006-NUC1A.jpg	Vue du talus	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0007-NUC1A.jpg	Vue du sondage après rebouchage	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0008-NUC1A.jpg	Vue du sondage après rebouchage	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0009-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le Bollenberg	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0010-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le Bollenberg	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0011-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le Bollenberg	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0012-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le Bollenberg	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0013-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le Bollenberg	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0014-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le nord-ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0015-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le nord-ouest	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0016-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le sud	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0017-NUC1A.jpg	Vue du Zinnkoeplé depuis le sud	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0018-NUC1A.jpg	Vue vers le sud-est : Alsace, Forêt-Noire	Féliu, Clément	2022	serveur
018125-NIMSE-0019-NUC1A.jpg	Vue vers le sud-est : Alsace, Forêt-Noire	Féliu, Clément	2022	serveur