



HAL
open science

Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France)

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger

► To cite this version:

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger. Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France). *Archeosciences, revue d'Archéométrie*, 2023, 47, pp.167-180. 10.4000/archeosciences.12044 . hal-04530436

HAL Id: hal-04530436

<https://hal.science/hal-04530436v1>

Submitted on 9 Jul 2024

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 - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

PAGE TITRE

Titre de l'article en français : Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France)

Titre de l'article en anglais : First results of an archaeological-chemical study on the rural settlement of the mountain pastures in the Biaysse valley (Freissinières, Hautes-Alpes, France)

Noms et prénoms des auteurs :

Roxanne Cesarini (**auteur de correspondance**) :

- Adresse professionnelle : LA3M (UMR 7298) – MMSH, 5 rue du Château de l'Horloge, CS 90412, 13097 Aix-en-Provence Cedex 2
- Adresse électronique : cesarini.roxanne@gmail.com
- Affiliation, doit figurer sur l'article comme suit : Roxanne Cesarini, Doctorante, Aix Marseille Univ, CNRS, LA3M, Aix-en-Provence, France.

Arthur Laenger :

- Adresse professionnelle : CReAAH (UMR 6566) - Le Mans Université, avenue Olivier Messiaen, 72085 Le Mans
- Adresse électronique : arthur.laenger@univ-lemans.fr

RESUMES

Résumé en français : Les auteurs de cette publication proposent une nouvelle méthode d'étude de l'habitat rural de montagne en couplant une approche archéologique classique à une étude élémentaire des sols. Cette expérimentation a lieu dans le cadre de deux thèses de doctorat. Elle a été motivée par la difficulté que rencontrent les archéologues pour caractériser l'habitat rural de montagne. Les sites étudiés, le Pré Gauthier et Chichin I, se trouvent dans la vallée de la Biaysse, dans un massif bien connu des scientifiques. La méthode d'étude ici développée a eu lieu en deux temps : les sites archéologiques ont d'abord été prospectés au cours de l'été 2020 puis sondés l'année suivante. Les résultats de cette étude sont pluriels. De nouveaux marqueurs d'activité humaine ont été repérés dans les unités d'habitation étudiées. Leur analyse mis en évidence la fonction de certaines d'entre-elles. L'analyse élémentaire des sols apparaît ici comme un outil pertinent pour interpréter la fonction de l'habitat rural en contexte archéologique. Il est cependant nécessaire de fouiller les sites étudiés pour comprendre la superposition des éléments chimiques observés en prospection et saisir la durée de leur occupation. La constitution d'un référentiel de marqueurs chimiques s'avère aussi importante pour mieux définir les activités humaines.

Mots-clefs : Alpes françaises, archéologie, habitat rural, géochimie, montagne, Moyen Âge et époque moderne.

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

Résumé en anglais : The authors propose a new method for studying rural mountain settlements by combining a traditional archaeological study with an elementary geochemical analysis. This experimentation was motivated by the difficulty encountered by the archaeologists for characterising rural mountain settlements. The archaeological sites of this study, Pré Gauthier and Chichin I, are located in the Biaysse valley, in a massif well known to scientists. This new method took place in two stages: the archaeological sites were first prospected during summer 2020 and they were excavated the following year. The results of this study are manifold. New markers of human activity were found in the excavated structures. The elementary analysis of soils appears here to be a relevant tool for interpreting the function of the rural settlements. However, it is necessary to excavate the archaeological sites in order to understand the superposition of the chemical elements observed during prospecting and to define the duration of their occupation. The constitution of a reference system of chemical markers is also important to better understand human activities.

Keywords : Archaeology, French Alps, geochemistry, mountain, rural settlement, Middle Ages and modern era.

ARTICLE

1. Introduction

La vallée de la Biaysse est située sur la commune de Freissinières, dans la haute vallée de la Durance. Elle fait partie d'un ensemble de vallées du massif des Ecrins étudié depuis la fin des années 1990 par des scientifiques s'intéressant à l'anthropisation de la montagne (Leveau, 2003 ; Mocci *et al.*, 2005 ; Walsh *et al.*, 2007 ; Walsh *et al.*, 2014). La convergence des recherches archéologiques et paléoenvironnementales a mis en évidence une occupation de la vallée de la Biaysse sur la très longue durée. Elle est un lieu de passage dès la Préhistoire ancienne et elle est exploitée pour ses alpages depuis la Préhistoire récente.

Bien sûr, les occupations anthropiques sont discontinues et ne revêtent pas les mêmes formes en fonction de l'environnement, de la période d'occupation et de l'activité humaine. Au cours du Moyen Âge et de la première modernité, périodes mises en lumière à l'occasion d'opérations archéologiques récentes, ce sont les ressources en bois, en herbe et en minerai qui intéressent principalement les êtres humains (Mocci, 2022). L'habitat lié à ces exploitations est difficile à identifier.

En effet, entre les années 900 et 1500, l'occupation anthropique se matérialise par de nombreuses structures d'habitat de morphologies variées et par l'exploitation de plusieurs petits gîtes polymétalliques (Py *et al.*, 2014 ; Py *et al.*, 2015 ; Shindo *et al.*, 2019). Les secteurs d'exploitation agropastorale et minière se superposent ce qui crée un problème d'interprétation de la fonction des structures. Si les grands enclos destinés aux animaux sont facilement reconnaissables par leur morphologie, ce n'est pas le cas des structures plus petites. Souvent définies comme étant des unités d'habitation temporaire, ces structures, dénommées « cabanes » dans la littérature scientifique, peuvent avoir été

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

occupées voire réoccupées pour différents usages. Il est même parfois difficile de les différencier des petits enclos réservés à l'élevage. Il est aussi complexe de leur attribuer une ou plusieurs périodes d'occupation à l'échelle de la prospection car ces structures délivrent peu de mobilier datant. La datation des occupations se fait essentiellement à partir des charbons de bois contenus dans des foyers ou dans des niveaux incendiés (Py *et al.*, 2014 ; Py *et al.*, 2015). À l'échelle de la prospection, deux problèmes majeurs sont ainsi rencontrés par les archéologues qui étudient l'occupation des alpages : un problème d'identification de la période d'occupation et un problème de définition de la fonction des structures. Ces difficultés sont communes aux autres massifs montagneux ; la littérature scientifique est riche à ce sujet (Rendu, 2003 ; Morin & Picavet, 2006 ; Schmaedecke, 2009 ; Le Couédic, 2010 ; Surmely *et al.*, 2010 ; Casagrande *et al.*, 2013 ; Suméra, 2015 ; Rendu *et al.*, 2016 ; Gassiot, 2016 ; Agirre-García *et al.*, 2017 ; Martínez *et al.*, 2017 ; Angelucci & Carrer, 2021 ; Rey *et al.*, 2022...).

Les sources écrites et planimétriques peuvent apporter un regard complémentaire sur la matérialité de l'occupation des alpages. Les historiens s'étant intéressés au sujet ont été confrontés au manque de sources pour la période médiévale dans la haute vallée de la Durance (Sclafert, 1926 ; Falque-Vert, 1997 ; Carrier & Mouthon, 2010...). Le plan de la vallée de la Varaita, publié et commenté plusieurs fois, semble être la source la plus fiable qui livre une illustration de l'habitat paysan dans les Alpes méridionales (Falque-Vert, 1997 ; Carrier & Mouthon, 2010). Sur ce document figurent deux cabanes rapprochées et un enclos, tous trois de forme quadrangulaire.

Les auteurs de cette publication, pour pallier au problème d'identification de l'habitat rural en montagne, posé à la fois par la morphologie des structures, par l'absence d'élément datant et par l'absence de sources écrites complémentaires, ont choisi

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

d'intégrer une approche supplémentaire à leur étude de l'occupation de la vallée de la Biaysse.

Les expérimentations sur l'analyse élémentaire des sédiments archéologiques, menées depuis plusieurs années, ont mis en évidence la possibilité de repérer des variations de concentration d'éléments chimiques. Ces variations, si elles sont parfois dues à des variations géologiques, sont bien souvent causées par les activités humaines passées (Rippon *et al.*, 2001 ; Wilson *et al.*, 2008 ; Dirix *et al.*, 2013). Il n'est pas toujours évident d'établir une corrélation stricte entre un élément chimique et une activité anthropique. La littérature présente cependant de nombreux cas où la présence de phosphore est mise en relation avec les activités liées à l'élevage (Provan, 1971 ; Bakkevig, 1980 ; Craddock *et al.*, 1985 ; Guttman *et al.*, 2003 ; Fechner *et al.*, 2011 ; Poirier & Nuninger, 2012 ; Dufour, 2013). D'autres éléments chimiques apparaissent sur les sols archéologiques récemment étudiés (Laenger *et al.*, 2022). Leur analyse est actuellement en cours afin de proposer des interprétations plus fines. Cette expérimentation est menée dans le cadre de deux thèses de doctorat.

2. Présentation du corpus

Les analyses géochimiques des sols sont ici considérées comme un moyen de définir la fonction des sites archéologiques autrement que par leur aspect morphologique. Deux sites présentant les caractéristiques d'un habitat et se trouvant sur un secteur exploité durant le second Moyen Âge ont été sélectionnés pour tester cette

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

méthode expérimentale. Il s'agit des sites archéologiques du Pré Gauthier et de Chichin I (Fig. 1).

Fig. 1 : Localisation des sites étudiés – Réalisé avec ArcMap.

Localization of the studied archaeological sites – Made with ArcMap.

Le site archéologique du Pré Gauthier est implanté à 1770 mètres d'altitude sur un plateau suspendu. Il se trouve en amont du hameau actuel de Dormillouse. Il est connu par les archéologues depuis 1998 (Oury, 2018). Pré Gauthier se matérialise par un groupe d'une quinzaine de structures de forme hétérogène (Fig. 2). Trois bâtiments, de forme quadrangulaire, d'une superficie de 49 à 151 mètres carrés, se distinguent de l'ensemble. Ces grands bâtiments dénotent avec ceux qui sont habituellement étudiés dans le secteur. Plusieurs hypothèses ont ainsi été formulées sur leur fonction, oscillant entre l'habitat temporaire et l'enclos. Concernant la chronologie de l'occupation du site, un tesson de céramique du XIV^e siècle a été découvert dans un bâtiment lors d'une prospection en 1998. Ce sont les hypothèses formulées par les archéologues sur la fonction et la durée de l'occupation de ce site qui ont motivé les auteurs à l'associer à leur corpus.

Fig. 2 : Relevé du Pré Gauthier – Réalisé avec ArcMap.

Archeological survey of Pré Gauthier – Made with ArcMap.

Le site archéologique de Chichin I se trouve en amont d'un verrou glaciaire, à 2078 mètres d'altitude, dans la vallée éponyme de Chichin. Il a fait l'objet d'une prospection archéologique au début des années 2000. Chichin I est composé de vingt-trois structures

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

semi-enterrées, bâties en pierre sèche, d'une superficie de 11 mètres carrés en moyenne (**Fig. 3**). Ces structures sont majoritairement de forme quadrangulaire. Une structure similaire occupée au Moyen Âge a été fouillée à proximité de Chichin I : ce site de Chichin II, implanté à 22 mètres au nord-est de Chichin I, a été étudié en 2003 par une équipe dirigée par Florence Mocci et par Kevin Walsh (Walsh *et al.*, 2014). L'unique structure du site est bâtie en pierre sèche, a une forme quadrangulaire et recouvre une superficie d'une quinzaine de mètres carrés. Elle a été interprétée comme étant une cabane d'alpage. Cette structure a livré un foyer daté du Moyen Âge central (1264-1391 cal. AD), elle est postérieure à une structure plus petite et plus arrondie datant de l'Âge du Bronze (1540-1410 cal. BC). Le site de Chichin I a été intégré à cette étude car il présente les caractéristiques d'un habitat et se trouve sur un alpage exploité au Moyen Âge.

Fig. 3 : Relevé de Chichin I – Réalisé avec ArcMap.

Archeological survey of Pré Gauthier – Made with ArcMap.

3. Méthode

L'étude du Pré Gauthier et de Chichin I a eu lieu en deux temps. Tout d'abord, une prospection archéologique et géochimique a été menée au cours de l'été 2020. Cette opération archéologique avait pour but de documenter la méthode de construction du bâti, de repérer des indices de datation relative, de définir des zones d'activités anthropiques par l'étude des sols et de les spatialiser. Des sondages ont ensuite été effectués au cours de l'été et de l'automne 2021 sur ces deux mêmes sites archéologiques.

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

Cette seconde opération archéologique avait pour objectif de documenter la chronologie de l'occupation des structures étudiées l'année précédente et d'enrichir l'analyse des activités anthropiques en lien avec la stratigraphie.

4. Les analyses géochimiques

Les prélèvements effectués en phase de prospection et lors de l'investigation en sous-sol sont à distinguer. En prospection, le protocole mis en place pour l'étude géochimique des structures archéologiques consiste à prélever des échantillons de terre pris directement sous la terre végétale, suivant un maillage quadrangulaire d'un mètre de module. Un décapage léger à la truelle précède le prélèvement, afin d'évacuer cette terre végétale. Environ 150 grammes de terre provenant de la gouge, ou à défaut du trou foré par cette dernière si la terre est friable, sont introduits dans un sac en plastique refermable et annoté du numéro de prélèvement. Les échantillons ne nécessitent pas de conditions particulières de conservation.

Ce protocole peut interroger. En effet, la faible pénétration du dispositif de prélèvement ne permet pas systématiquement d'effectuer un échantillonnage sur les niveaux archéologiques sur lesquels les activités recherchées ont été menées. Cependant, les éléments chimiques étudiés présentent une tendance à se diffuser à travers les unités stratigraphiques, en particulier vers la surface. Cette tendance est assez surprenante. Elle n'est pas complètement expliquée à l'heure actuelle, mais a été mise en évidence notamment par Carmen Cuenca-García (Cuenca-García, 2013 ; Cuenca-García, 2019). Bien que non complètement compris, cet effet de diffusion rend possible l'obtention d'une

image en surface des activités enregistrées en profondeur. Le point faible de l'étude chimique en prospection est le corollaire de cette capacité dispersive : on capte la superposition de l'ensemble des activités qui ont eu lieu sur la surface prospectée. Cette superposition rend l'utilisation de la technique particulièrement complexe, voire opérationnellement impossible en contexte urbain, mais s'accorde bien avec les environnements ruraux, où l'occupation est plus lâche. L'échantillonnage s'effectue sur l'ensemble des structures, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de ces dernières pour pouvoir étudier les effets de bords, et en prenant garde à ne pas se placer à l'aplomb des vestiges de murs. En effet, ces prélèvements risqueraient d'être contaminés par les matériaux de construction. Si l'ensemble des structures identifiées a été prélevé en prospection, il n'a pas été possible de prélever des échantillons périphériques tout autour des dites structures en raison de la nature rocheuse du sol. Ces échantillons périphériques servent habituellement d'échantillons témoins. Ils sont aussi utiles pour étudier les variations entre l'extérieur et l'intérieur des structures. Ici, des échantillons témoins supplémentaires ont été recueillis autour de chaque site, sur un sédiment comparable.

Pour l'investigation en sous-sol, le protocole de prélèvement a été légèrement adapté par rapport à celui déployé en prospection. Étant donné que la surface de fouille était réduite à l'échelle de sondages, deux lignes de prélèvement d'un mètre de module, elles-mêmes séparées de cinquante centimètres, ont été déployées, lorsque cela a été possible. Le prélèvement est effectué à la truelle, directement sur l'unité stratigraphique étudiée, en veillant à ne pas la perforer.

En prospection, deux-cent quatre-vingt-treize échantillons ont été prélevés sur le site de Pré Gauthier, trois cent quarante-six sur le site de Chichin I. Le prélèvement prospectif sur le site du Pré Gauthier a été poursuivi l'année suivante à l'occasion des sondages.

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

Deux cent quarante-cinq échantillons supplémentaires ont été récoltés. Dans les sondages, seuls quelques échantillons ont pu être prélevés en raison de l'exiguïté des ouvertures : quarante-quatre prélèvements à Pré Gauthier, dont douze ont été prélevés dans les deux sondages du bâtiment 1 ; seize prélèvements à Chichin, dont six dans la dix-huitième structure. Les échantillons ont ensuite été préparés puis traités au laboratoire de chimie de l'Institut Universitaire Technologique de Le Mans Université par spectrométrie de fluorescence des rayons X. Les résultats de la prospection ont été présentés sous la forme de cartes d'interpolation des concentrations des éléments chimiques étudiés. Les prélèvements effectués dans les sondages sont représentés sous la forme de points, dont la couleur reprend l'échelle des interpolations.

5. Résultats

5.1. Pré Gauthier : exemple du bâtiment 1

5.1.1. En prospection

Les trois grands bâtiments du Pré Gauthier évoqués en introduction ont des caractéristiques communes. Ils sont de forme quadrangulaire et contiennent au moins une entrée. Leurs murs mesurent 2 mètres de large en moyenne, ils sont assisés et parementés. La largeur des murs s'explique peut-être par le fait qu'ils aient supporté plusieurs niveaux. Ces grands bâtiments sont postérieurs aux structures de forme semi-circulaire se trouvant au nord du site. Elles sont aussi composées de murs parementés et chemisés. Hormis cet indice, il est impossible de savoir si tous les bâtiments du Pré Gauthier ont été construits à la même période. Il est nécessaire de récolter des éléments de datation plus précis, ce sont là les limites de la prospection archéologique.

L'analyse géochimique a apporté de nouveaux éléments d'interprétation de la fonction des bâtiments du Pré Gauthier (**Fig. 4**). Une forte concentration de phosphore a été identifiée dans le bâtiment 1. Dans sa moitié occidentale, elle est couplée à une forte concentration de soufre. Les concentrations mesurées dans la structure se détachent des concentrations mesurées dans les échantillons de références (**Fig. 5**). Les zones de concentrations apparaissant sur les interpolations correspondent alors à des anomalies, vraisemblablement liées aux activités anthropiques. Si la forte présence de phosphore est le plus souvent associée à l'élevage, il faut rappeler que cet élément chimique est en réalité plus généralement un marqueur inorganique de la présence passée de molécules organiques. Les déjections animales sont truffées de molécules organiques mais réduire la matière organique aux déjections est un raccourci souvent emprunté en archéologie, menant à des interprétations parfois simplistes. Ici, la superposition du signal de phosphore avec celui de soufre tend à confirmer la présence d'élevage. L'étude des sources possibles du soufre, à l'aide de référentiels, reste à approfondir. Cet élément a été envisagé comme marqueur de la matière organique de provenance végétale mais il semble plus probable que ce dernier soit présent dans les urines (Nguyen & Goh, 1994 ; Bazile & Pouilleul, 1995 ; Kear & Watkinson, 2003). La concentration de phosphore s'estompe au centre de la structure (**Fig. 4**). Cette absence de matière organique est peut-être liée à une division de l'intérieur du bâtiment. Dans la moitié orientale, une autre forte concentration de phosphore a été observée. Elle ne se retrouve cependant pas couplée au soufre dans cet espace. De ce fait, nous aurions tendance à y exclure l'activité d'élevage. Un autre élément présente de fortes concentrations dans la moitié orientale : il s'agit du manganèse (**Fig. 4**). Cet élément a été observé dans différents contextes souvent liés à la métallurgie. Par ailleurs, le manganèse est libéré et reprécipité au contact des matières organiques lorsque le milieu s'appauvrit en oxygène. L'assemblage du phosphore et du

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

manganèse reste à interpréter mais pourrait être lié au stockage ou à la préparation d'aliments¹.

Suite à la prospection, ces hypothèses ont amené les auteurs à considérer le bâtiment 1 du Pré Gauthier comme une grange d'alpage. Les granges des Alpes méridionales sont en effet traditionnellement divisées en deux espaces : l'un, réservé aux hommes, l'autre, aux animaux. Le foin et le grain sont entreposés à l'étage. Certains modèles de granges comportent trois niveaux : l'un réservé aux bêtes et aux hommes, le deuxième, au couchage des hommes, le troisième, au stockage du grain et du foin (Mallé, 1999). Pour ces supposées granges, il est plus probable que l'élévation ait été construite en bois, sur le modèle de granges agropastorales commun aux Alpes du Sud (Labbas, 2016). Ces modèles de grange ne sont pas propres à une époque, les méthodes de construction dans le bâti vernaculaire sont en effet souvent les mêmes au cours du temps (Mallé, 1999 ; Labbas, 2016 ; Leroy *et al.*, 2017).

La fonction des autres structures du Pré Gauthier n'a pu être identifiée. Les signaux chimiques sont bien présents mais ne permettent pas d'isoler des zones d'activités précises. Ce fait est peut-être dû au cumul de plusieurs occupations différentes, aboutissant au cumul des éléments chimiques captés en prospection. Comme présenté précédemment, c'est l'une des limites de la prospection géochimique.

5.1.2. En fouille

¹ Une étude spécifique sur le manganèse est en cours et fera l'objet d'une publication ultérieurement.

Pour vérifier l'hypothèse d'une partition de l'espace entre être humain et animal, le bâtiment 1 du Pré Gauthier a été sondé en deux endroits : contre le parement interne du mur oriental et au centre du parement interne du mur méridional.

Les résultats des sondages sont pluriels. Le potentiel archéologique du bâtiment 1 du Pré Gauthier a été confirmé. Aucun mobilier archéologique en lien avec le bâti n'a été récolté. En revanche, des charbons ont été prélevés dans le niveau sur lequel repose le bâti. Ce niveau a été daté du Moyen Âge central (1045-1223 cal. AD). Les prélèvements ne sont pas assez nombreux pour réaliser une carte d'interpolation pertinente dans les sondages. Les concentrations mesurées sur ces derniers sont cependant reportées sur la carte sous forme de points (**Fig. 4**). Les résultats des échantillons pris dans les sondages révèlent des concentrations en éléments chimiques qui recoupent les résultats en prospection. Bien que la raison de la présence de soufre ne soit qu'à l'état d'hypothèse à l'heure actuelle, il semblerait bien possible de distinguer une partition homme / animal dans ce bâtiment et d'en supposer la contemporanéité.

Fig. 4 : Variations des concentrations des éléments chimiques (Mn, P et S) sur la structure PrGa 1 - Les points représentent les résultats des prélèvements dans les sondages - Réalisé avec ArcMap.

Variations of chemical elementary concentrations (Mn, P and S) on PrGa 1 structure - Dot are the results of the survey sampling - Made with ArcMap.

Fig. 5 : Comparaisons entre les concentrations élémentaires mesurées dans la structure PrGa1 et celles des échantillons de référence.

Comparison between elementals concentrations in the structure PrGa1 and the reference sample.

5.2. Chichin I : exemple de la structure 18

5.2.1. En prospection

La dix-huitième structure de Chichin I a été étudiée une première fois lors de la prospection menée en 2020. C'est une structure de forme quadrangulaire qui recouvre une superficie de 15,8 mètres carrés. Tous les murs qui la composent sont bâtis en pierre sèche. Les moellons employés dans les murs sont assemblés en parpaing. L'entrée de cette structure se situe à l'angle nord-est, elle mesure 0,92 mètre de large. Sa méthode de construction est très similaire aux structures qui composent Chichin I. Sa particularité réside dans le fait que son mur septentrional est accolé au mur méridional d'une autre structure, dite « CHI.I 19 », qui lui ressemble par sa morphologie. Aucun élément de datation n'a été récolté en prospection. Les caractéristiques morphométriques de cette structure font qu'elle s'apparente à une cabane d'alpage.

La dix-huitième structure de Chichin I ne présente pas un profil idéal de prospection géochimique. En effet, la topographie du lieu a empêché de prélever tout autour de la structure pour étudier au mieux les effets de bord. Seule une bande au nord a pu être prélevée. Il est tout de même possible de faire apparaître des variations, les concentrations mesurées dans la structure se détachant de celle mesurées dans les échantillons de référence (**Fig. 6 ; Fig. 7**). Deux séries de signaux y ont été observées, indiquant des activités différentes (**Fig. 6**). Dans un premier temps, des pics de phosphore et de soufre sont visibles dans la périphérie de la structure. Comme indiqué précédemment pour le bâtiment 1 du Pré Gauthier, ces éléments semblent témoigner de la présence d'animaux. Cependant, l'absence de ces éléments dans le reste de la structure laisse supposer qu'un événement particulier y a eu lieu. Il pourrait s'agir d'un curage

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

incomplet de la structure qui aurait laissé des fragments à proximité des murs de la structure. Dans un second temps, d'autres éléments chimiques marquent l'espace (**Fig. 6**). Il s'agit d'éléments métalliques qui semblent provenir d'une autre activité que celle suggérée par le phosphore et le soufre. Parmi ces éléments métalliques, il est intéressant de noter la présence de plomb. L'exploitation d'un minerai contenant du plomb, le plomb argentifère, est renseignée à Fangeas-Faravel, sur la commune de Freissinières et dans la vallée voisine du Fournel, sur la commune de l'Argentière-la-Bessée (Py *et al.*, 2014). La présence de plomb dans cette structure pourrait faire écho à cette exploitation. D'autres métaux sont présents, comme le fer, l'étain et le cuivre. Ces métaux ont également été observés dans des scories retrouvées dans la vallée de la Biaysse². Si, en l'absence d'investigations intensives dans la vallée, il est impossible d'établir une corrélation formelle entre ces deux faits, nous pouvons cependant proposer l'hypothèse que la dix-huitième structure de Chichin I ait pu servir au stockage d'un minerai ou d'objets contenant les métaux cités. Les concentrations en métaux restant dans l'absolu faibles, il serait peu prudent d'envisager une autre activité que le dépôt de minerai.

5.2.2. En fouille

La dix-huitième structure de Chichin I a été sondée en 2022 pour dater son occupation, vérifier si elle est contemporaine d'autres structures de Chichin I et comprendre la signature chimique de métal à l'intérieur. Un sondage a été ouvert contre le mur occidental de cette structure.

² Etude en cours.

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

Des éléments de datation ont ainsi été récoltés au cours de la fouille. Le mur méridional est le plus ancien de la structure. Il repose en effet sur un niveau antérieur au niveau de construction des autres murs. Ce niveau d'implantation contenait des charbons qui ont été récoltés au cours du sondage. Un échantillon a été daté par radiocarbone de la fin du Moyen Âge (1437-1625 cal. AD). Un niveau de sol aménagé avec des morceaux de lauzes a aussi été inventé. Des charbons ont été récoltés à l'intérieur, un échantillon sera prochainement daté pour savoir si l'occupation de cette cabane s'ancre bien après la fin du Moyen Âge, comme le laisse supposer la datation du niveau sur lequel repose le bâti le plus ancien.

Six prélèvements ont pu être effectués pour l'analyse élémentaire des sols. A l'instar de ceux du premier bâtiment de Pré Gauthier, les résultats des analyses sur les échantillons du sondage recourent les résultats obtenus en prospection. La présence du soufre et du phosphore – tant dans qu'en dehors de la structure - mais aussi de métaux renforce l'hypothèse d'un espace qui a connu plusieurs activités, sans exclure une activité renforcée en bordure extérieure (**Fig. 6**). Il est intéressant de noter des divergences entre les résultats de la prospection et ceux du sondage. C'est notamment le cas du plomb, qui se retrouve dans les échantillons prélevés dans le sondage mais peu dans la zone prospectée qui recouvre son tracé (**Fig. 6**). L'étude est à l'heure actuelle trop restreinte pour proposer une explication.

Fig. 6 : Variations des concentrations des éléments chimiques (P, S, Cu, Sn, Pb, Ag et Fe) sur la structure CHI.I 18 - Les points représentent les résultats des prélèvements dans les sondages - Réalisé avec ArcMap.

Variations of chemical elementary concentrations (P, S, Cu, Sn, Pb, Ag and Fe) on CHI.I 18 structure - Dot are the results of the survey sampling - Made with ArcMap.

Fig. 7 : Comparaisons entre les concentrations élémentaires mesurées dans la structure CHI.I 18 et celles des échantillons de référence.

Comparison between elementals concentrations in the structure CHI.I 18 and the reference sample.

6. Conclusion et discussion

L'étude archéologique du premier bâtiment du Pré Gauthier a mis en évidence une méthode de construction différente des occupations habituellement observées dans ce secteur. Un soin particulier est apporté aux murs. Il est fort possible que les fondations aient supporté plusieurs niveaux. Les résultats de la prospection géochimique ont apporté un nouveau regard sur ce bâtiment. Une partition de la structure en deux espaces, distribués d'ouest en est, a été observée. Cette partition ne correspond cependant pas à une perpendiculaire des murs gouttereaux, excluant la présence d'un mur de refend. La partition observée a peut-être été matérialisée par une cloison en matière périssable. Quoi qu'il en soit, la partie occidentale a vraisemblablement été le siège d'une activité de stabulation alors que la partie orientale reste plus énigmatique. Si l'hypothèse à propos des dépôts de soufre se révèle être correcte, il sera alors possible d'exclure la stabulation pour la partie orientale, le soufre n'y étant pas présent³. La forte présence de phosphore ne pourra alors s'expliquer que par la présence d'autres matières organiques, correspondant vraisemblablement à du stockage alimentaire. Cette bipartition recoupe les observations archéologiques et correspond à un modèle de grange connu pour cette région alpine. Les deux sondages du bâtiment 1, nécessaires pour définir la durée et la

³ Pour plus de précisions, il sera prochainement possible de consulter la thèse d'Arthur Langer (Laenger, 2023).

fréquence de l'occupation de ce bâtiment, ont permis de confirmer l'hypothèse émise lors de la prospection à propos de sa fonction. Bien qu'aucun niveau lié à l'occupation du bâtiment n'ait été conservé, il est certain que cette grange a été construite au cours du Moyen Âge puisque le bâti repose sur un niveau incendié daté des XI^e-XIII^e siècles.

L'étude archéologique de la dix-huitième structure de Chichin I a mis en évidence des caractéristiques morphométriques qui la rapprochent des cabanes décrites dans la littérature scientifique. Deux signaux chimiques ont été repérés en prospection : l'un suggérerait une activité liée à l'élevage, l'autre, au dépôt de minerai. Le sondage ouvert dans la dix-huitième structure de Chichin I n'a pas livré de mobilier archéologique. La présence de métaux indiqués par la prospection laissait l'espoir de collecter des témoins d'une activité métallurgique, tels que des scories. Il n'est cependant pas rare de rencontrer des unités stratigraphiques pauvres en terme de mobilier dans les unités d'habitat de montagne. Cette absence de mobilier peut s'expliquer par un nettoyage régulier du sol. Une activité précédant la réduction dans la chaîne opératoire des métaux aurait sans doute également laissé une pollution métallique sans pour autant produire de scories. La dix-huitième structure de Chichin I a fait l'objet de réoccupations successives pour lesquelles le bâti a été modifié. Le mur méridional a servi d'appui aux trois autres murs que l'on observe aujourd'hui. Il repose sur un niveau qui a été daté par radiocarbone de la fin du Moyen Âge. Cette réoccupation pourrait être corrélée avec le changement fonctionnel mis en évidence par l'analyse élémentaire des sols. Au regard des résultats, il semble nécessaire de fouiller dans leur intégralité ces petites unités d'habitat afin de mieux comprendre leur organisation fonctionnelle. La fouille des abords immédiats des structures, comme l'espace plat au nord de la dix-huitième cabane de Chichin I, apporterait également des éléments précieux pour la compréhension de leur utilisation.

Il est intéressant de noter la correspondance des signaux chimiques entre les résultats de la prospection et ceux des sondages. Même si les aires d'étude ne se recouvrent pas totalement, nous retrouvons les mêmes variations des concentrations. Cela confirme la validité des analyses géochimiques de surface qui sont pratiquées en prospection. Cependant, ces signaux concordants représentent également la limite de l'analyse géochimique. Dans le cas d'une structure ayant hébergé plusieurs activités ou changeant d'affectation au cours de son utilisation, nous captions l'ensemble des dépôts qui ont été effectués, sans possibilité à l'heure actuelle d'en discriminer la provenance. L'étude élémentaire des sols est ainsi indissociable d'une approche archéologique classique.

Les questions que soulèvent l'analyse élémentaire des sols, notamment pour le rôle du soufre dans l'identification de la stabulation animale, pourraient trouver leurs réponses en poursuivant la démarche interdisciplinaire dans laquelle elle est ancrée. Les études des spores, parasites et bio-marqueurs fécaux dans les sols archéologiques, par exemple, sont d'autres moyens de repérer et de définir la stabulation animale.

7. Remerciements

Nous remercions le Parc national des Ecrins, la Communauté de communes du Pays des Ecrins, le Département des Hautes-Alpes ainsi que le Ministère de la Culture pour leur participation financière aux campagnes de prospections et de sondages archéologiques. De même, nous remercions l'Institut des Matériaux et Molécules du Mans (UMR 6283), le Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire (UMR

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

6566) et le Centre Camille Jullian (UMR 7299) pour leur prêt de matériel. Que la ville de l'Argentière-la-Bessée et la famille d'Éric Reymond se voient aussi remerciées pour leur don d'un logement sur le terrain.

8. Références bibliographiques

Agirre-García, J., Edeso-Fito, J. M., Lopetegi-Galarraga, A., Moraza-Barea, A., Ruiz-Alonso, M., Pérez-Díaz, S., Fernández-Crespo, T., Goikoetxea, I., Martínez de Pancorbo, M. A., Palencia, L., Baeta, M., Núñez, C., Cardoso, S., Mujika-Alustiza, J. A., 2017. Seasonal shepherds' settlements in mountain areas from Neolithic to present: Aralar – Gipuzkoa (Basque country, Spain). *Quaternary International*, 484 : 44-59.

Angelucci, D., Carrer, F., 2021. ALPES: un progetto di ricerca archeologica sulla pastorizia delle Terre Alte della Val di Sole (Trento). *Bollettino del Comitato Scientifico Centrale del CAI* : 50-65.

Bakkevig, S., 1980. Phosphate analysis in archaeology - problems and recent progress. *Norwegian Archaeological Review*, 13, 2 : 73-100.

Bazile, F., Pouilleul, C., 1995. Modifications des sédiments liés à l'habité, nouvelle piste. *Archéologie en Languedoc*, n°19 : 25-34, 8, fig., 2, tabl. *Archéologie en Languedoc*, 19 : 29-38.

Carrier, N., Mouthon, F., 2010. *Paysans des Alpes : Les communautés montagnardes au Moyen Âge*. Coll. "Histoire", Presses universitaires de Rennes, Rennes.

Casagrande, L., Battelli, N., Ferretti, P., Frizzo, P., 2013. Paesaggi minerari del Trentino. In D. E. Angelucci, L. Casagrande, A. Colecchia, M. Rottoli (dir.). *APSAT 2. Paesaggi d'altura del Trentino. Evoluzione naturale e aspetti culturali*. SAP, Mantova.

Craddock, P. T., Gurney, D., Pryor, F., Hughes, M. J., 1985. The Application of Phosphate Analysis to the Location and Interpretation of Archaeological Sites. *Archaeological Journal*, 142, 1 : 361-376.

Cuenca-Garcia, C., 2013. The interface of geophysical & geochemical survey at Scottish archaeological sites. Exploring the potential of an integrated approach for archaeological prospection. Thèse de doctorat, University of Glasgow, Glasgow.

Cuenca-García, C., 2019. Soil geochemical methods in archaeo-geophysics: Exploring a combined approach at sites in Scotland. *Archaeological Prospection*, 26, 1 : 57-72.

Dirix, K., Muchez, P., Degryse, P., Mušič, B., Poblome, J., 2013. Integrating Multi-element Geochemical and Magnetic Survey at Ancient Sagalassos (Southwest Turkey): Anthropogenic Versus Natural Anomalies. *Archaeological Prospection*, 20, 4 : 233-247.

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

Dufour, J.-Y., 2013. Étables à bovins, écuries, bergeries, porcheries : Manuels agronomiques et vestiges médiévaux et modernes en Île-de-France. *Archéopages. Archéologie et société*, 35 : 60-66.

Falque-Vert, H., 1997. *Les hommes et la montagne en Dauphiné au XIIIe siècle*. Presses universitaires de Grenoble, Grenoble.

Fechner, K., De Lil, A., Clavel, V., Hus, J., Teheux, E., Broes, F., Dugois, F., Elleboode, E., Fournand, S., Gaillard, D., Heller, F., Julien, M., Leroy-Langelin, E., Lorin, Y., Marchal, J.-P., Naton, H.-G., Poirier, C., Praud, I., Slachmuylder, J.-L., 2011. Cartographie du phosphore dans des bâtiments allongés du Néolithique dans le Nord de la France, en Belgique et au Luxembourg. *Revue archéologique de Picardie*, 28, 1 : 275-298.

Gassiot, E. (dir.), 2016. *Montañas humanizadas. Arqueología del pastoralismo en el Parque Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*. Naturaleza y parques nacionales : Serie técnica. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.

Guttmann, E. B. A., Simpson, I. A., Dockrill, S. J., 2003. Joined-Up Archaeology at Old Scatness, Shetland: Thin Section Analysis of the Site and Hinterland. *Environmental Archaeology*, 8, 1 : 17-31.

Kear, M. J., Watkinson, J. H., 2003. Soil Extractable Organic Sulfur and Sulfate Increases Under Dairy Cow Feces and Urine Patches: The Consequences for Soil Testing. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34, 1-2 : 189-199.

Labbas, V., 2016. Archéologie et dendrochronologie du bâti subalpin dans le massif du Mercantour durant le deuxième millénaire de notre ère. Thèse de doctorat, Aix Marseille Université, Aix-en-Provence.

Laenger, A., 2023. Rendre visible l'invisible : contribution à l'identification des structures archéologiques médiévales via une approche interdisciplinaire. Thèse de doctorat, Le Mans Université, Le Mans.

Laenger, A., Martel, A., Boucher, F., François, X., Dabas, M., Rouillard, J., Durand, A., 2022. Comparison of geophysical prospecting and geochemical prospecting at the medieval and modern Cistercian Abbey of Carnoët (Finistère, France). *Archaeological Prospection*, 29, 4 : 597-606.

Le Couédic, M., 2010. Les pratiques pastorales d'altitude dans une perspective ethnoarchéologique : Cabanes, troupeaux et territoires pastoraux pyrénéens dans la longue durée. Thèse de doctorat, Université François Rabelais, Tours.

Leroy, M., Astrade, L., Edouard, J.-L., Bazan, M.-P., Iancovescu, C. C., 2017. Datation dendrochronologique de chalets d'alpage dans la zone cœur du Parc National de la Vanoise. *ArchéoSciences*, 41, 2 : 7-22.

Leveau, P., 2003. Les recherches sur la montagne haut alpine à la Maison méditerranéenne des Sciences de l'Homme. *Archéologie du Midi Médiéval*, 21, 1 : 183-184.

Mallé, M.-P., 1999. *L'habitat du nord des Hautes-Alpes: patrimoine architectural et mobilier*. Association pour le patrimoine de Provence, Aix-en-Provence.

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

Martínez, J. M. P., Molsosa, A. G., Romeu, H. A. O., Alamino, T. P., 2017. Els espais altimontans pirenaics orientals a l'Antiguitat: 10 anys d'estudis en arqueologia del paisatge del GIAP-ICAC. *Treballs d'Arqueologia*, 21 : 77-97.

Mocci, F., 2022. 031 - Champcella. *Carte archéologique de la Gaule: Hautes-Alpes, 05*. Académie des Inscriptions et Belles Lettres, Paris.

Mocci, F., Martínez, J. M. P., Segard, M., Tzortzis, S., Walsh, K., 2005. Peuplement, pastoralisme et modes d'exploitation de la moyenne et haute montagne depuis la Préhistoire dans le Parc National des Écrins. *Territoires et paysages de l'âge du Fer au Moyen Âge. Mélanges offerts à Philippe Leveau*. Ausonius. Presses universitaires de Bordeaux, Bordeaux.

Morin, A., Picavet, R., 2006. *Archéologie et pastoralisme d'altitude (Vercors, Dévoluy, haute vallée du Buëch)*. Aux origines de la transhumance: Les Alpes et le vie pastorale d'hier à aujourd'hui. Picard, Paris.

Nguyen, M. L., Goh, K. M., 1994. Distribution, transformations and recovery of urinary sulphur and sources of plant-available soil sulphur in irrigated pasture soil-plant systems treated with ³⁵Sulphur-labelled urine. *The Journal of Agricultural Science*, 122, 1 : 91-105.

Oury, B., 2018. Exploitation minière et implantation castrale en Dauphiné médiéval (Xe-XVe siècles) : Surveiller, organiser et prélever la production minière. Thèse de doctorat, EHES, Lyon.

Poirier, N., Nuninger, L., 2012. Techniques d'amendement agricole et témoins matériels. Pour une approche archéologique des espaces agricoles anciens. *Histoire & Sociétés rurales*, 38, 2 : 11-50.

Provan, D. M. J., 1971. Soil phosphate analysis as a tool in archaeology. *Norwegian Archaeological Review*, 4, 1 : 37-50.

Py, V., Durand, A., Mocci, F., Walsh, K., 2015. Temps de la feuille, temps du boisillage ? Lire les données anthracologiques au prisme de l'économie alpestre médiévale. In *Traces du végétal*. Coll. "Nouvelle recherche sur l'Imaginaire", Presses universitaires de Rennes, Rennes.

Py, V., Véron, A., Edouard, J.-L., Beaulieu, J.-L. de, Ancel, B., Segard, M., Durand, A., Leveau, P., 2014. Interdisciplinary characterisation and environmental imprints of mining and forestry in the upper Durance valley (France) during the Holocene. *Quaternary International*, 353 : 74-97.

Rendu, C., 2003. *La montagne d'Enveig: une estive pyrénéenne dans la longue durée*. Història. Trabucaire, Canet.

Rendu, C., Calastrenc, C., Le Couédic, M., Berdoy, A., 2016. *Estives d'Ossau: 7000 ans de pastoralisme dans les Pyrénées*. Le Pas d'Oiseau, Toulouse.

Rey, P.-J., Affolter, J., Arnaud, F., Batigne-Vallet, C., Delhon, C., Giguët-Covex, C., Griggo, C., Héritier, V., Linton, J., Poulénard, J., 2022. Une approche de l'occupation de la moyenne montagne entre les Fiz et les Aiguilles Rouges : Résultats du programme de sondages. In

Roxanne Cesarini, Arthur Laenger « Premiers résultats d'une approche archéo-chimique sur l'habitat rural des alpages de la vallée de la Biaysse (Freissinières, Hautes-Alpes, France) »

De la Préhistoire aux Temps modernes dans les alpages d'Anterne et Pormenaz. Terra Mater. Presses Universitaires Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand.

Rippon, S. J., Martin, M. H., Jackson, A. W., 2001. The use of soil analysis in the interpretation of an early historic landscape at Puxton in Somerset. *Landscape History*, 23, 1 : 27-38.

Schmaedecke, M., 2009. Die mittelalterliche Besiedlung marginaler Regionen auf dem Gebiet der heutigen Schweiz und ihre Erforschung. *Ruralia*, VII : 273-289.

Sclafert, T., 1926. *Le Haut-Dauphiné au Moyen Âge*. Recueil Sirey, Paris.

Shindo, L., Py-Saragaglia, V., Ancel, B., Edouard, J.-L., Burri, S., Corona, C., 2019. New insights on the chronology of medieval mining activity in the small polymetallic district of Faravel (Massif des Écrins, Southern French Alps) derived from dendrochronological and archaeological approaches. *Journal of Archaeological Science : Reports*, 23 : 451-463.

Suméra, F., 2015. Signature des occupations protohistoriques et antiques dans l'évolution des paysages et dans la construction de la géographie humaine du massif du Mercantour (Alpes-Maritimes). Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille, Aix-en-Provence.

Surmely, F., Nicolas, V., Tzortzis, S., Miras, Y., Savignat, A., Guenet, P., Servera, G., Petit, S., 2010. Recherches sur l'histoire de l'occupation humaine sur la planèze sud du Plomb du Cantal. In X. Delestre (dir.). *Archéologie de la montagne européenne : Actes de la table ronde internationale de Gap, 29 septembre-1er octobre 2008*. Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine 4, Editions Errance, Aix-en-Provence.

Walsh, K., Court-Picon, M., Beaulieu, J.-L. de, Guiter, F., Mocci, F., Richer, S., Sinet, R., Talon, B., Tzortzis, S., 2014. A historical ecology of the Ecrins (Southern French Alps): Archaeology and palaeoecology of the Mesolithic to the Medieval period. *Quaternary International*, 353 : 52-73.

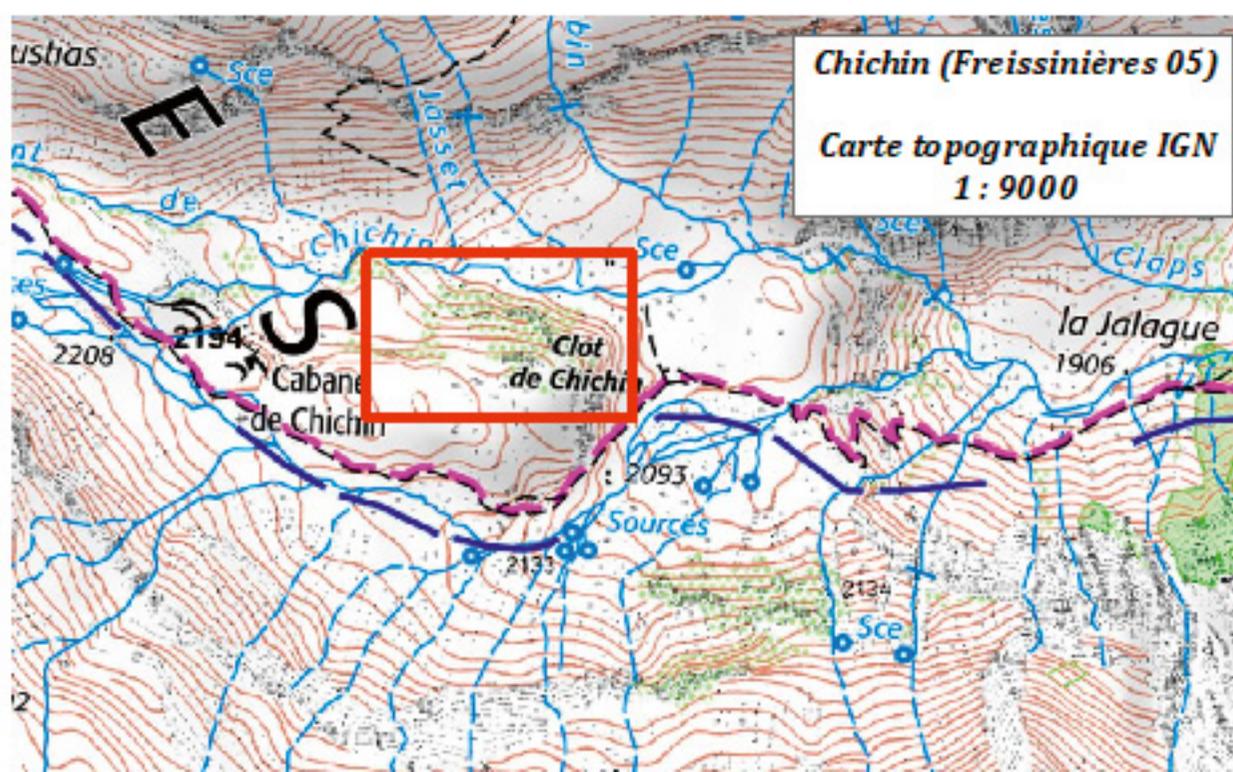
Walsh, K., Mocci, F., Palet-Martinez, J. M., 2007. Nine thousand years of human/landscape dynamics in a high altitude zone in the southern French Alps (Parc National des Écrins, Hautes-Alpes). *Preistoria Alpina*, 42 : 9-22.

Wilson, C. A., Davidson, D. A., Cresser, M. S., 2008. Multi-element soil analysis: an assessment of its potential as an aid to archaeological interpretation. *Journal of Archaeological Science*, 35, 2 : 412-424.

9. Tableaux et figures

Fig. 1 : Localisation des sites étudiés – Réalisé avec ArcMap.....	7
Fig. 2 : Relevé du Pré Gauthier – Réalisé avec ArcMap.....	7
Fig. 3 : Relevé de Chichin I – Réalisé avec ArcMap.	8

Fig. 4 : Variations des concentrations des éléments chimiques (Mn, P et S) sur la structure PrGa 1 - Les points représentent les résultats des prélèvements dans les sondages - Réalisé avec ArcMap.	14
Fig. 5 : Comparaisons entre les concentrations élémentaires mesurées dans la structure PrGa1 et celles des échantillons de référence.	14
Fig. 6 : Variations des concentrations des éléments chimiques (P, S, Cu, Sn, Pb, Ag et Fe) sur la structure CHI.I 18 - Les points représentent les résultats des prélèvements dans les sondages - Réalisé avec ArcMap.	17
Fig. 7 : Comparaisons entre les concentrations élémentaires mesurées dans la structure PrGa1 et celles des échantillons de référence.	18

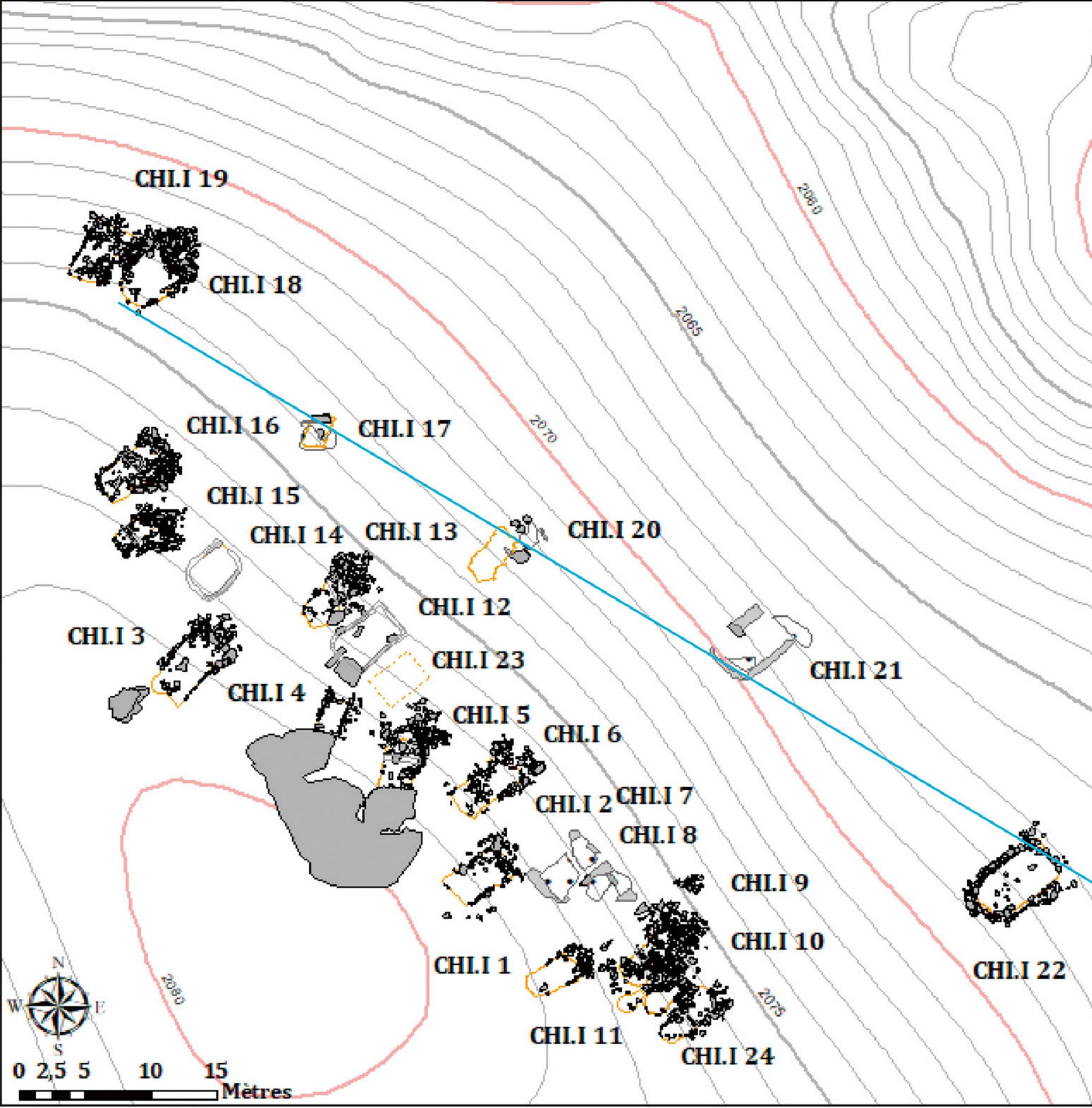


Site archéologique de Chichin I (CHLI)

Légende

Structures archéologiques

-  Mur restitué à partir d'un croquis
-  Mur relevé au pierre à pierre
-  Mur effondré
-  Intérieur de la structure



Crédits : A. Laenger et R. Cesarini.
Sources : IGN.

