



HAL
open science

**Regards croisés sur une pratique funéraire marginale à
Reims aux IIIe - IVe s. de n. è. : études
archéo-anthropologique, isotopique et paléogénomique**

Magalie Cavé, Estelle Herrscher, Pierre Mathelart, Fanny Mendisco, Melanie Pruvost, Philippe Rollet, Sandrine Thiol

► **To cite this version:**

Magalie Cavé, Estelle Herrscher, Pierre Mathelart, Fanny Mendisco, Melanie Pruvost, et al.. Regards croisés sur une pratique funéraire marginale à Reims aux IIIe - IVe s. de n. è. : études archéo-anthropologique, isotopique et paléogénomique. Granier Gaëlle; Charlotte Boyer; Élisabeth Anstett. Death and the Societies of Late Antiquity: New methods, new questions?, Presses universitaires de Provence, pp.229-254, 2023, 979-10-320-0470-8. 10.4000/books.pup.68775 . hal-04314302

HAL Id: hal-04314302

<https://hal.science/hal-04314302>

Submitted on 29 Nov 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.



Death and the Societies of Late Antiquity

New methods, new questions

Edited by
Gaëlle Granier, Charlotte Boyer and Elisabeth Anstett



ARCHÉOLOGIES MÉDITERRANÉENNES



Regards croisés sur une pratique funéraire marginale à Reims aux III^e-IV^e s. de n. è. : études archéologique, isotopique et paléogénomique

Magalie Cavé^a, Estelle Herrscher^b, Pierre Mathelart^a, Fanny Mendisco^c, Melanie Pruvost^c, Philippe Rollet^a et Sandrine Thiol^a

Résumé : Reims, capitale de la province de Gaule Belgique, est délimitée par un large fossé aux abords duquel, des découvertes anciennes mentionnent plusieurs nécropoles. Ces nécropoles sont fréquentées même lorsque les contours de la ville se rétractent derrière une enceinte plus réduite à la fin du III^e – début du IV^e s. de n. è. Parallèlement, la découverte d'une soixantaine de tombes dispersées entre ces deux enceintes, dans des contextes du Bas-Empire où le démantèlement et la récupération de matériaux sont intenses questionne l'apparition de cette pratique marginale. Est-elle en lien avec le statut des défunts, des travailleurs venus participer à l'édification de l'enceinte tardo-antique ?

Afin de nourrir notre problématique, les résultats purement anthropologiques ont été croisés avec ceux des analyses biomoléculaires (isotopiques et génomiques). L'approche isotopique a révélé globalement des différences de comportements alimentaires entre les deux groupes funéraires, avec une diversité alimentaire plus importante pour les défunts inhumés en tombes dispersées, qui pourrait être liée à leur origine géographique attestée par l'analyse génétique. L'origine autochtone de certains sujets et l'ancienneté de cette pratique funéraire originale mise en évidence par une modélisation chronologique démontrent que l'origine exogène des sujets ne serait peut-être pas le seul facteur explicatif.

Mots clés : déconstruction, friche, inhumation, recrutement, état sanitaire, régime alimentaire, étude paléogénomique

Abstract: Reims, as the capital of the province *Gallia Belgica*, is bounded by a wide moat around which several necropolises are mentioned in ancient finds. These necropolises were frequented even when the city's outlines shrank behind a smaller enclosure at the end of the 3rd or at the beginning of the 4th century CE. At the same time, the discovery of about sixty tombs scattered between these two enclosures, in Late Antiquity contexts where dismantling and recovery of materials were intense, raises questions about the appearance of this marginal practice. Is it related to the status of the deceased, workers who came to participate in the construction of the Late Antiquity enclosure?

In order to address our problem, the purely anthropological results were crossed with those of biomolecular analyses (isotopic and genomic). The isotopic approach revealed overall differences in dietary behaviour between the two funerary groups, with a greater dietary diversity for the deceased buried in scattered tombs, which could be linked to their geographical origin as attested by the genetic analysis. The autochthonous origin of certain subjects and the antiquity of this original funerary practice highlighted by chronological modelling demonstrate that the exogenous origin of the subjects might not be the only explanatory factor.

Keywords: dismantling of Early Empire elevations, burial spaces, sanitary state, funerary admission, diet, paleogenomic study

^a Inrap, Reims, France

^b Aix Marseille Université, CNRS, Minist Culture, Lampea, UMR 7269, Aix-en-Provence, France

^c Université de Bordeaux, CNRS, PACEA, UMR5199, Pessac, France

Abridged version

Different perspectives on a marginal burial practice in Reims in the 3rd and 4th centuries AD: archeoanthropologic, isotopic and paleogenomic studies

The Champagne region has a long history with the antiquaries who were active in the late 19th and early 20th centuries. They were particularly interested in the region's tombs as they contained significant deposits no matter the period (Chossenot 2004). In Reims, it is estimated that they explored around 5,000 ancient tombs in some 20 years (Chevalier 2005). These discoveries were only sufficient to form a rough topographical plan of the large funerary complexes, which were located, following a fairly standard pattern, on the immediate outskirts of the town, on either side of the "Augustan" town enclosure, and along the seven major routes leading to the town. The areas concerned often display continuity of use throughout Antiquity, with gradual encroachment on the town ditch (fig. 2).

Preventive archaeology has since revealed an aspect of funerary practice that was specific to Late Antiquity, with the discovery of small funerary groups scattered outside these large complexes or within the limits of the ancient town (fig. 1; Sindonino *et al.* 2016), even though it was previously thought that the dead could not transgress these boundaries (Cicero 450–451 BCE).

Over the course of 30 years, more than 60 tombs have been discovered in these atypical contexts. Hypotheses have emerged: were these individuals, most of whom are male, labourers who came to work on the town's major construction projects, particularly the building of the town enclosure in the late 3rd and early 4th centuries? Were they excluded from the peri-urban necropolises because they did not belong to the community? Or are we witnessing an evolution of funerary practices allowing tombs to be placed in wasteland areas within the space of the living?

To investigate each of these theories, the contextual archaeological data were re-examined and an anthropological study of the deceased carried out. A major radiocarbon dating project was also undertaken, revealing a chronologically coherent group from the second third of the 2nd century CE to the first third of the 5th century CE. We can reduce this period to between the middle of the 3rd century and the first third of the 4th century thanks to the stratigraphic data and the dating of the associated grave goods (Bayesian statistics using the ChronoModel software).

Finally, the analysis was supplemented by a study of dietary practices based on isotopic markers ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) and a study of the geographical origins and genetic affinities of the deceased based on ancient DNA (paleogenetic and paleogenomic approaches).

This article focuses on 47 individuals found in wasteland contexts within the High Roman Empire town. Forty-four were sampled for isotopic analysis and 29 underwent paleogenomic analysis. In parallel, 61 individuals from the same period who were buried in the peri-urban necropolises were re-studied, with 38 isotopic samples and 17 paleogenomic tests. The isotopic results from the rue Maucroix (Rollet, Florent, Jouhet 2009) and Place d'Erlon (Rollet, Balmelle 1994) sites, both of which are part of the first group, are described here in more detail.

A preliminary comparison of these two large groups reveals a lack of juveniles and an overrepresentation of men (three sites contained exclusively male individuals) outside the community necropolises. However, there was a considerable amount of overlap between the funerary practices of the two contexts (enchytrism, the widespread use of nailed coffins). The grave goods were still limited, but sometimes more diverse than in the community burial sites.

The two groups are distinguished by different dietary practices, which appear to have been much more varied among the individuals buried within the town walls. This finding is based on the proteins they consumed, which were identified by carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotope-ratio analysis of the organic fraction of bone tissue. Using local isotopic reference materials comprising animal resources, these ratios are used to assess the relationships between the various actors in a food chain and to identify the preferential contribution of a particular food source to the human diet (mostly herbivorous, carnivorous, consumption of marine resources, etc.).

The paleogenomic analysis carried out at the same time supplemented the sex attributions and revealed that there was no kinship relationship between the tested individuals. It also made it possible to test the hypothesis of an exogenous population buried at sites within the town during a time of major building works. Against expectations, while all the individuals at the rue Maucroix site seem to be of exogenous origin (common origin, primarily a mixture of Roman and North African populations), the situation is very different at the Place d'Erlon site, where most of the individuals can be defined as of "local" origin. Two of them may have stronger genetic affinity to the population of Occitania, suggesting a Mediterranean origin (southern France or the Iberian Peninsula). Finally, a single individual at the Place d'Erlon site was clearly exogenous, probably from the Eastern Mediterranean or the far east of the Roman Empire.

Comparative analysis of the isotopic and paleogenomic data from the Place d'Erlon site reveals greater cultural affinities, presumably related to their common origin, for individuals who are already distinguished by their topography at the site. At the rue Maucroix site, the four male individuals tested by both types of analysis have an identical origin in the Eastern Mediterranean and share lower $\delta^{13}\text{C}$ values; two of them also have similar $\delta^{15}\text{N}$ values. This finding, although partial, suggests either first-generation migrants with the environmental characteristics of their place of origin, or the descendants of migrants who had retained identical dietary practices, indicative of preferences for similar resources and/or dietary and culinary habits.

The multidisciplinary analysis of these tombs casts a new light on the place reserved for the dead at the end of Antiquity in Reims. While older discoveries had left us with a fossilized image of peri-urban necropolises respecting a strict separation between the world of the dead and that of the living, the new studies reveal that very early on, perhaps from the end of the 1st century BC (Thomann, Péchart 2013), tombs were encroaching on the area inside the town walls. Is this evidence that the initial limits of the town extended too far and were therefore only respected for a short time? Despite this shift on either side of the town limits, the tombs have a clustered distribution.

From the end of the 3rd century and the beginning of the 4th, new practices emerged although these funerary clusters remained in use. The area around the *decumanus maximus*

became especially attractive, and large necropolises arranged in rows were built, particularly in the north-east quarter of the town and gradually closer to the centre. At the same time, in the High Empire districts, by this time abandoned and used as a source of all sorts of materials, small funerary clusters appeared, non-permanent and probably also fairly inconspicuous.

It was thought that the individuals buried in these small groups of tombs, some of which are exclusively male, were workers collecting materials for the construction of the Late Antique town wall. However, the radiocarbon dates show that this burial practice at least partly antedates the construction of the wall. At the same time, the first results of the biomolecular analysis show that these individuals displayed greater dietary opportunism and, in some cases, a distant geographic origin. Based on these preliminary results, we speculated that they were excluded from the peri-urban necropolises because of their origin or their traditions. But against expectations, investigation of the Place d'Erlon site revealed the undifferentiated presence at the same site, and sometimes in the same wall recovery trench, of autochthonous and exogenous individuals. This finding makes it necessary to re-evaluate the development of funerary practices at the end of Antiquity in Reims. Far from being pejorative or revealing exclusion, this phenomenon may reflect the reappropriation of the new limits of the town, which was being extensively rebuilt, by a multicultural society. It is also an indication of the influence and attractiveness of Reims in the 3rd and 4th centuries.



Introduction

Dans la seconde moitié du XIX^e s., lors de travaux d'extension de la ville de Reims, alors en plein développement industriel et démographique, les recherches archéologiques mettent en évidence les contours de l'enceinte dite « augustéenne » ainsi que de nombreuses nécropoles. L'engouement est tel qu'en 22 années de recherches, 5 000 tombes sont explorées (Chevalier 2005) ! Ces nécropoles tardo-antiques touchant l'enceinte avec une expansion vers l'extérieur donnent à voir une organisation complexe du paysage funéraire urbain. Parallèlement, depuis le début des années 1990, une soixantaine de tombes ont été découvertes, au coup par coup, dans des contextes du Bas-Empire où le démantèlement et la récupération de matériaux sont intenses. Ces découvertes de tombes au sein de quartiers du Haut-Empire devenus friches, avec un nombre de tombes par site assez restreint n'ont pas manqué de soulever des interrogations, sur le statut des individus inhumés : sont-ils des travailleurs venus participer aux grands travaux de la ville et notamment à l'édification de l'enceinte tardo-antique ? Ou bien y-a-t-il une évolution des pratiques funéraires qui autorise une transgression

des tombes dans l'espace des vivants devenu friche ? Des découvertes récentes ont permis de doubler ces corpus de tombes isolées interrogeant la concomitance de l'expression de ces deux modalités funéraires très différentes au sein de la ville antique rémoise alors en plein remodelage. Basé sur un travail collectif mené depuis plusieurs années (Sindonino *et al.* 2016), et à partir d'une approche résolument pluridisciplinaire, l'objectif de cette recherche vise à cerner les facteurs qui ont motivé l'usage de ces différentes pratiques funéraires. C'est également à la question de l'origine sociale, culturelle et géographique des sujets inhumés dans ces contextes de démolition que le présent article souhaite répondre. Dans cette perspective, une reprise de l'étude de l'ensemble des données archéologiques et historiques contextuelles a été réalisée conjointement à une étude anthropologique des défunts dans leur composante funéraire, biologique et démographique, une étude des pratiques alimentaires à partir des marqueurs isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) et une étude de l'origine géographique et des affinités génétiques des défunts à partir de l'ADN ancien (approches paléogénétique et paléogénomique).

1. Les nécropoles péri-urbaines

1.1. Topographie

Reims, lorsqu'elle était capitale de la province de Gaule Belgique s'étendait sur 600 ha. C'est dans la seconde moitié du XIX^e s., lors de travaux d'extension de la ville, alors en plein développement industriel et démographique, que les travaux mettent en évidence les contours de son enceinte dite « augustéenne » ainsi que ceux des nécropoles associées au débouché des 7 voies connues pour cette période (Boulogne, Soissons, Paris, Lyon, Trèves, Cologne, Bavay ; fig. 1). Au total, ces travaux révéleront un nombre impressionnant de tombes, plus de 5 000 tombes.

Les bombardements de la ville au cours de la Première Guerre Mondiale entraînent la disparition de la totalité du mobilier et d'une grande partie de la documentation associée (Moine 2015). Les abords de la ville vont rester, pendant des décennies, protégés par les constructions du début du XX^e. Par conséquent, nous devons admettre une certaine méconnaissance des morts de l'époque romaine à Reims outre la topographie des tombes.

C. Chevalier (2005) a entrepris une grande synthèse des fouilles anciennes et a dressé un plan en relocalisant ces découvertes et en proposant leur aire d'extension possible. En l'état 9 nécropoles peuvent être mentionnées sur d'importantes surfaces (de moins de 1 ha à 7,5 ha). Elles sont placées aux abords du fossé de la grande enceinte. La reprise des données semble indiquer que ces dernières touchent l'enceinte, les tombes les plus anciennes étant collées à cette dernière, l'expansion s'organisant vers l'extérieur. Cette image du paysage funéraire péri-urbain s'avère régulièrement remise en cause par les fouilles récentes.

1.2. Chronologie

Les antiquaires de la fin du XIX^e siècle ont creusé des tranchées au sein des sites et ont effectué des sondages de prélèvement de mobilier qui ont eu pour conséquence la perte d'une quantité indéterminée de mobilier et surtout la méconnaissance des contextes d'enfouissement du mobilier retrouvé (Chossenot *et al.* 2010). Pour autant, il ressort de ces découvertes anciennes que le fonctionnement des nécropoles du Haut-Empire ne cesse pas malgré la rétractation des contours de la ville à la fin du III^e siècle. Les nécropoles tardo-antiques ont tendance à s'implanter dans la continuité des espaces sépulcraux du Haut-Empire (nécropoles de la Haubette et du Chemin de Courcy) et à progresser par-delà le fossé de l'enceinte en direction du cœur de la ville (Fosse-Pierre-La-Longe). Seule la nécropole de Laon, non accolée au bord de l'enceinte, évolue en direction de l'extérieur de la ville.

1.3. Apports de l'archéologie préventive

Les fouilles récentes ont pu de nouveau aborder ces zones péri-urbaines de la ville antique ainsi que l'espace compris entre les deux enceintes. Une belle fenêtre d'observation pour notre problématique se trouve dans le quart nord-est de la ville.

La fouille du 43, rue de Sébastopol (Thomann, Péchart 2013) en 2008, a été une occasion unique d'observer sur une grande surface le paysage funéraire aux abords de l'enceinte. Malgré là encore un fort impact des explorations du XIX^e siècle, la fouille a permis de constater que le fonctionnement de la nécropole a débuté au dernier quart du I^{er} siècle de n. è. pour se terminer au dernier quart du IV^e siècle, avec un simple hiatus au II^e s. de n. è., soit que la fréquentation de la nécropole n'a pas cessé au moment de la rétraction des contours de la ville à la fin du III^e siècle. Mais surtout, le fossé de l'enceinte ainsi que l'aire interne immédiatement accolée semblent colonisés très tôt par les vestiges funéraires montrant une perte d'importance très précoce des limites de la ville comme barrage entre monde des morts et monde des vivants.

Le recollement des différentes opérations archéologiques montre également que le fossé de la grande enceinte n'attire que ponctuellement une grande densité de tombes sur son aire interne autant qu'externe (fig. 2). En progressant en direction du cœur de l'ancienne ville du Haut-Empire, un réseau de fossés plus ou moins larges, connus sous forme de tronçons seulement, permet de mettre en évidence une structuration de l'espace, probablement sous la forme d'enclos, avec des zones de forte concentration de sépultures et d'importantes zones non dévolues à l'activité funéraire. L'un de ce fossés, observé Rue Dérodé (Stocker 2003) accueille dans son comblement terminal des nouveau-nés inhumés en contenant céramique.

1.4. Attraction du *decumanus* au IV^e s. de n. è.

Le plan général de ce quart nord-est de la ville donne l'image, à l'intérieur de l'enceinte précoce, de zones quasiment vierges d'occupation avant l'implantation des tombes (fig. 2). Les données chronologiques manquent dans la mesure où seule une parcelle a été abordée par la fouille, et ce partiellement, Bd Jamin (Sindonino 2001). Pour autant, ce repli d'une partie des tombes dans l'aire interne de la ville peut être daté du IV^e s. de n. è. à 150 m donc au N du *decumanus*, une petite centaine de tombes réparties entre le boulevard Jamin et la rue Prieur de la Marne (Stocker 2007 ; Lefils 2008 ; Bouquin 2012) montre pour la première fois à Reims une organisation de fosses en rangées assez régulières, avec seulement quelques recoupements. Il s'agit de sépultures aux dimensions imposantes pouvant aller jusqu'à 2,5 m de profondeur.

1.5. Pratiques funéraires

Au 43, rue de Sébastopol, les incinérations de l'aire interne de l'enceinte sont attribuées à la fin du I^{er} s. av. J.-C. jusqu'au I^{er} s. ap. J.-C. tandis que celles déposées dans le fossé cohabitent avec les inhumations dès le milieu du II^e s. jusqu'au IV^e s. de n. è. Il s'agit de dépôts en vase ossuaire contenant une petite quantité d'ossements et très peu de mobilier.

Les voies de communication sur lesquelles elles semblent s'aligner pourraient donc primer sur les limites de la ville. On notera qu'aucune incinération n'a été mise en évidence dans l'espace des tombes organisées en rangées.

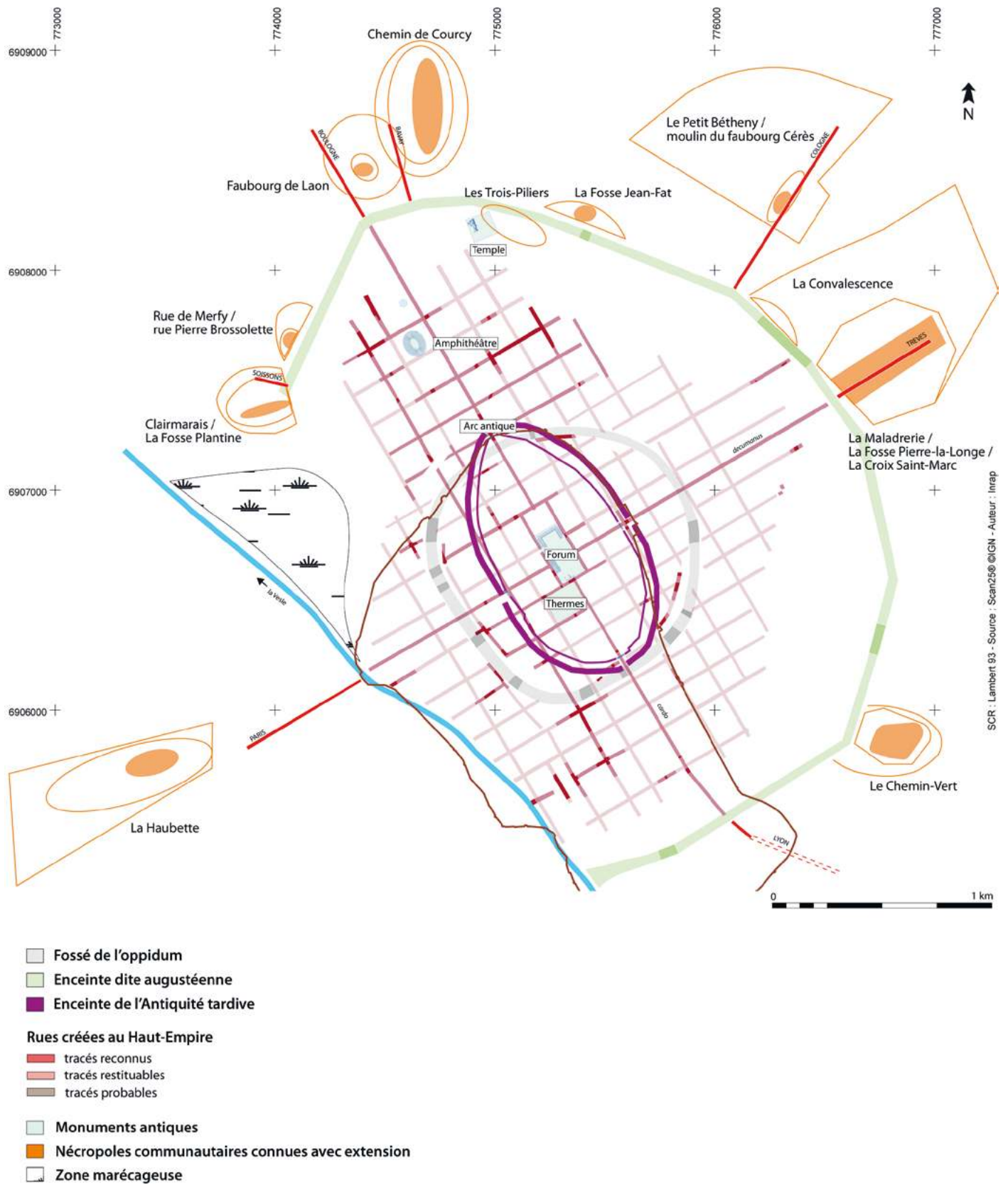


Fig. 1. Plan des nécropoles péri-urbaines, au débouché des grands axes de la ville.



Fig. 2. Plan des contextes funéraires mis au jour dans le quart nord-est de la ville antique.

2. Les sépultures dispersées entre deux enceintes

2.1. Corpus

Depuis le début des années 1990, une soixantaine de tombes a été découverte, dans des contextes du Bas-Empire où le démantèlement et la récupération de matériaux sont intenses (fig. 3). Précisons ici que la ville de Reims repose sur un substrat crayeux peu propice aux constructions d'envergure et qu'il est donc nécessaire d'aller chercher à plusieurs dizaines de km les matériaux de construction que sont les pierres. De tout temps à Reims ces éléments ont donc été récupérés et remployés.

Si ces découvertes de tombes au sein de quartiers du Haut-Empire devenus friches n'ont pas manqué de soulever des interrogations, puisque des textes antiques insistent sur la stricte séparation qui doit exister entre le monde des morts et celui des vivants, le nombre de tombes par site étant finalement assez restreint, aucune synthèse n'avait été engagée. En 2007/2008, les nouvelles découvertes sur les secteurs 4 et 5 de la fouille du Tramway ont été l'occasion d'en dresser l'inventaire (de 40 au début de l'étude, on a presque multiplié le corpus par 2 en à peine 10 ans) et surtout de rouvrir la discussion sur leur place dans l'organisation de la ville alors en plein remodelage. Une première hypothèse de travail émerge alors : ces individus sont des ouvriers venus à Reims pour participer à une grande campagne de récupération de matériaux visant à l'édification de l'enceinte tardive datée selon les auteurs soit de la fin du III^e-début du IV^e siècle, soit du 2^e 1/3 du IV^e siècle. En effet, l'ouvrage est imposant avec ses 3 km de long (englobant 55 ha), son mur en pierre précédé de larges fossés et ses tours. Le volume de matériaux nécessaires à sa construction est évalué à environ 110 000 m³ (Neiss, Sindonino 2004).

2.2. Chronologie

Face à la masse de documentation à réexaminer, un projet de recherche pluridisciplinaire est engagé en 2012 (Thiol *et al.*, en cours). Une campagne de datations par le radiocarbone est tout d'abord réalisée, menant à l'exclusion du corpus de 3 individus seulement. Les autres dates montrent un ensemble chronologiquement cohérent, resserré autour du 2^e 1/3 du II^e siècle ap. J.-C. jusqu'au 1^{er} 1/3 du V^e siècle (fig. 4). Or, cette période est caractérisée par une courbe de calibration qui ne décroît pas régulièrement mais présente des fluctuations formant des paliers qui élargissent les fourchettes de datation. La stratigraphie et les datations propres au mobilier associé ont alors été injectées pour affiner ces résultats radiométriques larges en statistique bayésienne par l'intermédiaire du logiciel ChronoModel. La fourchette de datation se resserre ainsi entre le milieu du III^e s. et le premier tiers du V^e s. Dès lors, il est apparu que ce

phénomène funéraire ne pouvait être lié exclusivement au projet de l'édification de l'enceinte tardive.

Ayant sélectionné les individus, il a été décidé d'en reprendre les données biologiques et taphonomiques pour les fouilles les plus anciennes afin de pouvoir confronter les 2 sous-groupes issus de l'aire comprise entre les deux enceintes et de la frange péri-urbaine.

2.3. Recrutement

Sur les 58 individus recensés entre les deux enceintes seuls 47 ont pu être revus. De même, sur les 76 squelettes issus des nécropoles péri-urbaines, seuls 61 ont été accessibles pour notre étude. Il existe donc un déséquilibre numérique entre ces deux sous-groupes. Par ailleurs, en termes de recrutement, un sérieux manque de sujets immatures est discernable dans l'espace compris entre les 2 enceintes : 11 sujets entre 0 et 19 ans pour 36 adultes (tabl. 1). Enfin, le recrutement fait la part belle aux sujets masculins¹, quelle que soit la classe d'âge considérée alors que les adolescentes et les femmes âgées sont absentes du corpus (tabl. 2). Certains sites comme ceux du Bd Joffre, de la Ligne 1 du Tramway ou de la Rue Maucroix n'accueillent que des tombes masculines.

2.4. Pratique funéraire

Les inhumations en zone de friche bénéficient du même soin qu'en zone péri-urbaine et les passerelles sont nombreuses entre ces deux contextes. Ainsi, quelle que soit la zone funéraire élue, on constate que le phénomène de l'enchytrisme est pratiqué pour les sujets décédés avant l'âge de 1 an. Passé ce stade, l'inhumation en contenant rigide est privilégiée avec une majorité de cercueils cloués (tabl. 3 à 5). À ce stade, on peut seulement relever qu'il n'y a jamais eu de lit de plâtre dans les cercueils intra-muros et que, homme ou femme, quelle que soit leur tranche d'âge, peuvent bénéficier de cet aménagement dans le cercueil.

Par ailleurs, l'enveloppement du corps en zone de friche ne semble ni associé à un sexe ni spécifiquement à une tranche d'âge alors qu'au sein des nécropoles péri-urbaines il est dans 4 cas sur 5 associé à un grand adolescent et pour le 5^e cas à une adulte jeune.

Le mobilier d'accompagnement, supposé très riche d'après les comptes rendus des explorations de la fin du XIX^e s et du début du XX^e (Chossenot *et al.* 2010)², s'est avéré beaucoup plus modeste dans la centaine de tombes tardo-antiques fouillées au sein des nécropoles périphériques dans le cadre préventif puisqu'on dénombre seulement : 13 monnaies, 2 gobelets ainsi

1 Seize individus sont de sexe indéterminé entre les deux enceintes et 17 en zone péri-urbaine.

2 Sont mentionnés : bijoux (fibules, boucles d'oreille, bracelet, collier - en jais, ambre, or, argent ou verre) vaisselle (céramique, verre) figurine, monnaie.

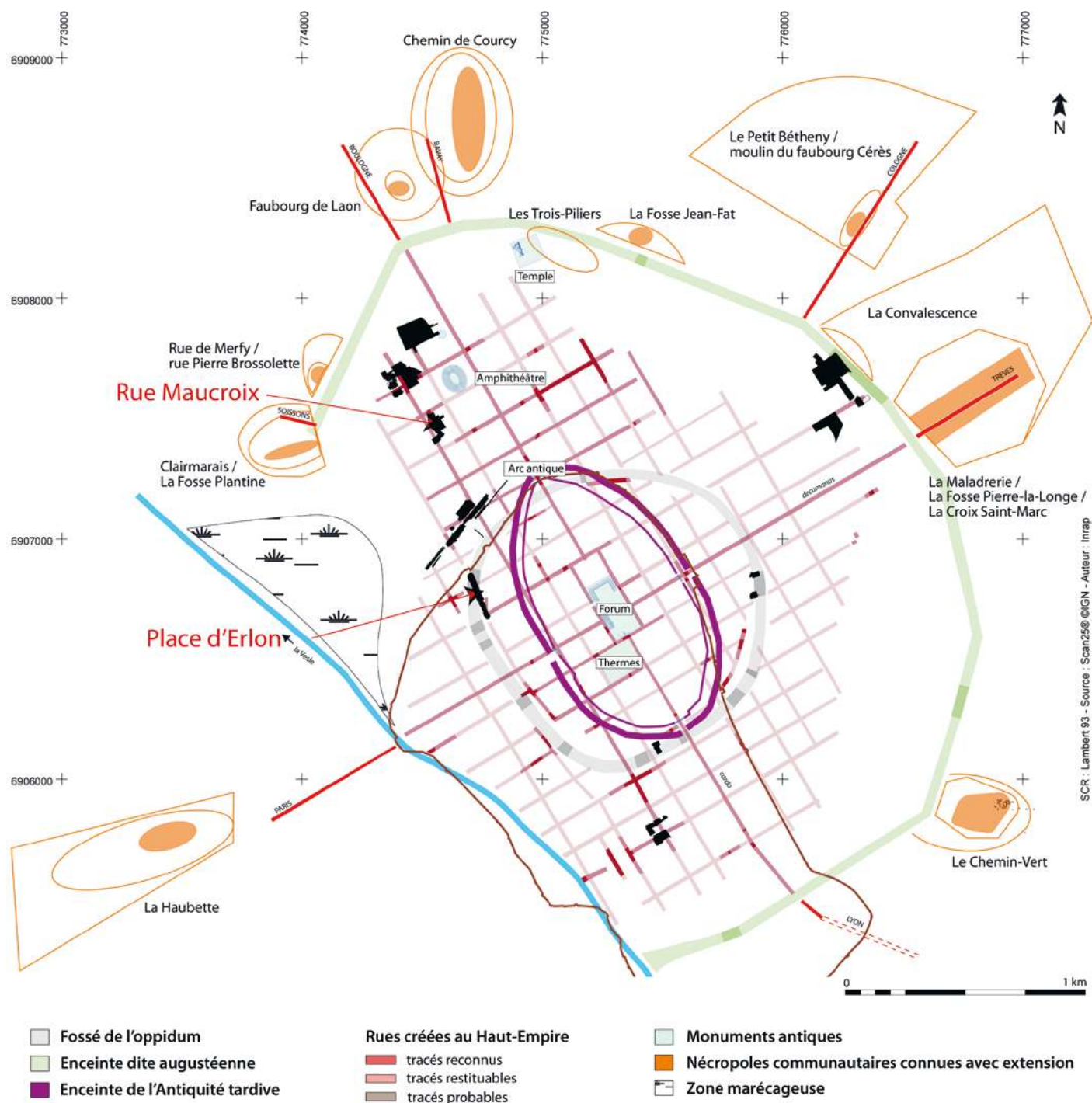


Fig. 3. Plan des découvertes funéraires tarido-antiques (en noir) dans l'aire comprise entre les deux enceintes.

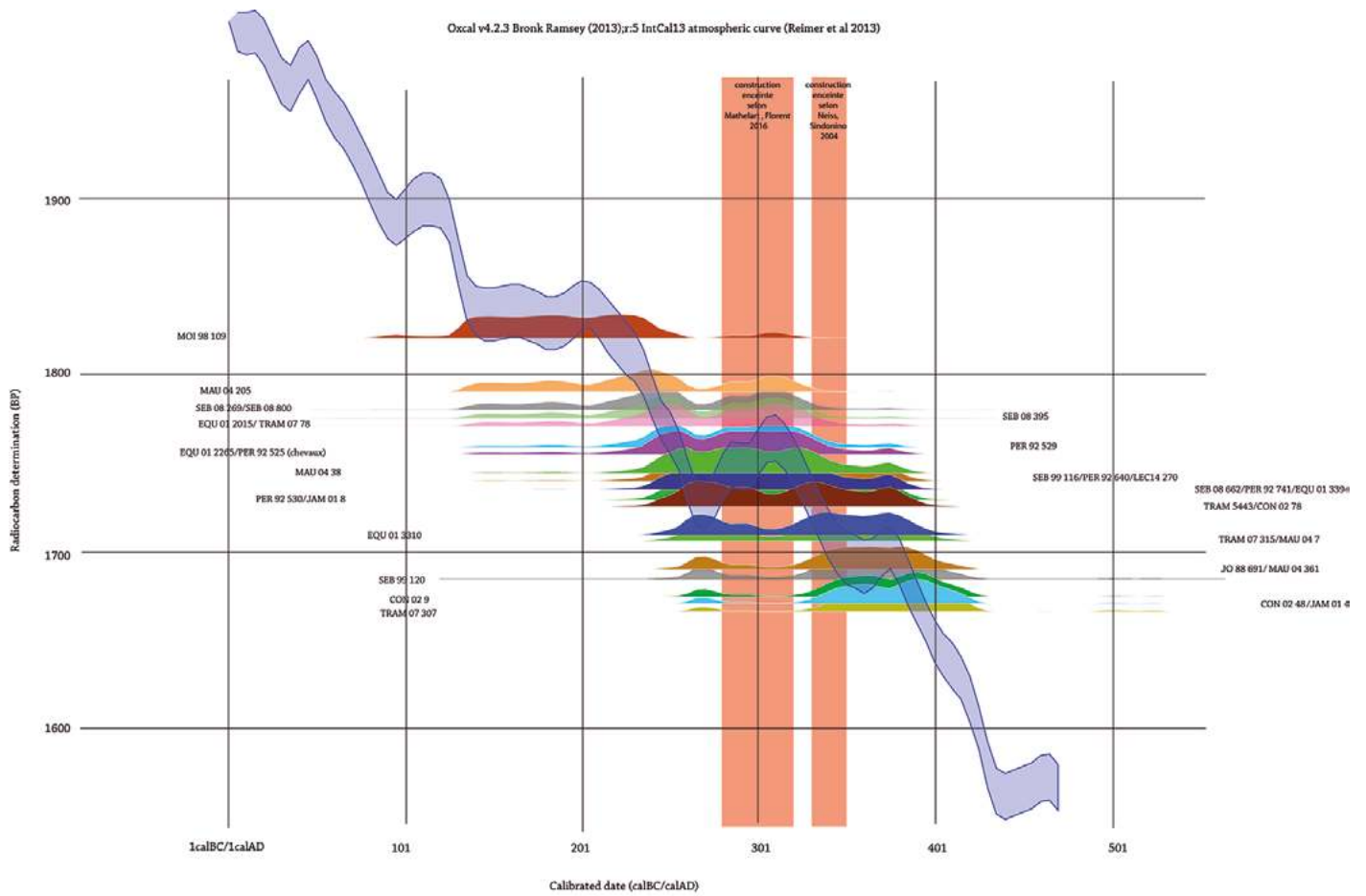


Fig. 4. Datations par le radiocarbonate des individus inhumés dans les espaces en cours de déconstruction.

	0-1 an	1-4 ans	5-9 ans	10-14 ans	15-19 ans	20-30 ans	30-50 ans	plus de 50 ans	de taille adulte
Sépultures entre les deux enceintes	3	1	2	1	4	16	16	4	14
Nécropoles péri-urbaines	22	4	4	4	7	9	10	1	16

Tableau 1. Répartition par âge des individus des deux sous-groupes.

	Homme				Femme			
	15-19 ans	20-30 ans	30-50 ans	plus de 50 ans	15-19 ans	20-30 ans	30-50 ans	plus de 50 ans
Sépultures entre les deux enceintes	4	10	11	2	0	4	3	0
Nécropoles péri-urbaines	1	2	5	0	1	2	4	0

Tableau 2. Répartition sexuelle des individus des deux sous-groupes.

	Nécropoles péri-urbaine									
	0-1 an			1-19 ans						
	contenant céramique	coffre de tuiles et pierres	Indet	cercueil cloué	cercueil non cloué	espace vide indéfini	cercueil cloué + linceul	linceul	espace colmaté	indet
Sépultures entre les deux enceintes	2	0	1	4	2	1	0	0	2	0
Nécropoles péri-urbaines	21	1	0	6	1	1	1	3	1	6

Tableau 3. Milieux de décomposition des sujets immatures des deux sous-groupes.

	adultes									
	cercueil non cloué	cercueil non cloué + linceul	cercueil cloué	cercueil cloué + linceul	cercueil cloué + lit de plâtre	espace colmaté + linceul	espace colmaté	fosse surmontée d'une couverture en matériau périssable	espace vide indéfini	indet
Sépultures entre les deux enceintes	9	4	13	0	0	1	0	1	7	0
Nécropoles péri- urbaines	1	0	6	1	5	0	1	0	1	5

Tableau 4. Milieux de décomposition des sujets adultes en fonction des contextes de découverte.

	de taille adulte			
	espace vide indéfini	cercueil cloué	indet	espace colmaté
Sépultures entre les deux enceintes	2	2	6	0
Nécropoles péri-urbaines	0	4	11	1

Tableau 5. Milieux de décomposition des sujets de taille adulte non sexués en fonction des contextes de découverte.

qu'1 cruche et 1 creuset miniature en céramique, 1 bague en fer, 1 élément de serrure, 1 clef en os, 1 clochette en alliage cuivreux, 5 paires de chaussures... mais pas de dépôts de verre ni d'armes...Trois dépôts alimentaires sous la forme d'œufs en l'occurrence peuvent aussi être mentionnés. Enfin, la présence de chaussures est attestée dans 5 tombes.

Les tombes comprises entre les deux enceintes présentent également un peu de mobilier associé. Celui-ci apparait plus diversifié avec : 1 boucle avec plaque et 2 boucles de ceinture en alliage cuivreux dont une avec anneau et 1 boucle avec ferret en alliage cuivreux ; 2 fibules en alliage cuivreux ;

1 boucle d'oreille en alliage cuivreux ; 2 bracelets en alliage cuivreux ; 1 bague en corail et 1 en alliage cuivreux ; 4 paires de chaussures ; 4 gobelets et 1 cruche en céramique ; 1 bouteille en verre ; 5 monnaies dont une percée ; 1 manche de couteau en os et alliage cuivreux et 2 couteaux en fer ; 1 maillon de chaîne en fer ; 2 anneaux et 2 boucles en alliage.

La majorité ou un grand nombre de tombes datées alors du III^e s. ap. J.-C. mentionnent la présence de sarcophages en plomb ou en pierre, de bas-reliefs, de stèles funéraires. Force est de constater là encore que nous n'avons jamais eu l'occasion de faire de telles découvertes depuis.

3. Apports des analyses isotopiques et paléogénomiques

Afin de nourrir notre problématique, les résultats archéo-anthropologiques ont été croisés avec ceux des analyses biomoléculaires. Ainsi, 82 échantillons isotopiques et 46 paléogénomiques ont été effectués sur des individus issus des deux contextes (« intra-muros » et péri-urbain) afin de caractériser leur régime alimentaire, leur origine géographique et leurs affinités génétiques. Les résultats présentés ici concernent les individus inhumés Place d'Erlon et Rue Maucroix.

3.1. Deux sites au recrutement spécifique

3.1.1. Place d'Erlon

En 1992, la fouille située Place d'Erlon a livré les vestiges d'une portion de fossé de l'oppidum et d'un quartier de la ville du Haut-Empire avec trois rues et des habitations (Rollet, Balmelle 1994). Les inhumations sont implantées alors que le quartier urbain est abandonné depuis probablement peu de temps. Deux voire trois groupes distincts de tombes apparaissent (fig. 5). Les sépultures du groupe nord prennent place, pour la quasi-totalité d'entre elles, au sein de deux tranchées de récupération de mur parallèles, incisant à deux reprises la fondation en craie de l'ancien mur alors disparu. Ces tombes sont accompagnées d'une inhumation double de chevaux installés tête-bêche. Le second groupe, situé au centre de la fouille, est constitué de tombes d'orientations diverses, quoiqu'assez proches, installées dans les niveaux de démolition de l'habitat antérieur. Un recoupement est observé entre deux tombes témoignant d'une succession assez longue dans le temps pour aboutir à une perte de la mémoire des contours de la première. Enfin, deux tombes isolées sont localisées dans la partie sud du chantier. Elles aussi recoupent les couches de destruction et, pour l'une d'elle, une tranchée d'épierrement.

En termes de recrutement, le site de la Place d'Erlon est le seul qui présente autant de sujets immatures et un équilibre numérique entre hommes et femmes. Une première étude dans les années 90 avait révélé des pathologies invalidantes et des traces de violence sur les squelettes en dressant le tableau d'une population de marginaux n'ayant pas accès aux soins. Cette première approche est actuellement remise en cause.

3.1.2. Rue Maucroix

La parcelle fouillée rue Maucroix en 2004 a livré les vestiges d'une voie romaine, d'un grand îlot contenant des habitations du Haut-Empire et d'un grand horreum (Rollet *et al.* 2009). Huit inhumations clôturent l'occupation de ce site pour la fin de l'Antiquité (Fig. 6). Deux sont installées dans des tranchées de récupération. Une autre se trouve dans le remblai de destruction d'un hypocauste tandis qu'une seconde incise à la fois ce remblai et la tranchée de récupération d'un mur. Trois autres sont disposées parallèlement dans le remblai d'abandon

de l'horreum délaissé dès le milieu du II^e s. La dernière fosse sépulcrale, vide, est placée dans une couche de remblai antérieure et à même la craie géologique. Sur ce site, des indices de fréquentation au cours de la seconde moitié du IV^e s (monnaie, sigillée décorée à la molette) sont présents dans au moins une couche postérieure aux tombes.

Tous les individus inhumés sur ce site sont de sexe masculin : 3 sont des adultes jeunes, 3 ont autour de 30 ans et 2 appartiennent à la classe 30-50 ans.

3.2. Pratiques alimentaires tardo-antiques rémoises

3.2.1. Contexte et approche méthodologique

Dans le but de caractériser culturellement et biologiquement les sujets inhumés dans les deux contextes funéraires décrits précédemment (nécropoles péri-urbaines vs sépultures entre les deux enceintes) au travers de leur alimentation, une analyse isotopique a été entreprise. Elle vise à caractériser la nature des protéines consommées grâce à l'analyse des ratios isotopiques du carbone et de l'azote dosés dans la fraction organique du tissu osseux. Cette étude a été réalisée sur 82 sujets, des deux sexes, de tous les âges, soit 38 individus inhumés dans des nécropoles péri-urbaines et 44 issus des sépultures dispersées entre les deux enceintes. Relativement à ces dernières, deux sites en particulier sont explorés dans cet article : le site de la Place d'Erlon (n=20) et celui de la rue Maucroix (n=8).

S'appuyant sur le fractionnement isotopique prédictible entre l'alimentation et les tissus des consommateurs (Bocherens, Drucker 2003), l'analyse des ratios de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$, dits isotopes « traditionnels », sont des marqueurs pertinents pour évaluer les relations entre les différents acteurs d'une chaîne alimentaire et identifier la contribution préférentielle d'une ressource dans l'alimentation des humains. Les signatures de $\delta^{13}\text{C}$ rendent compte de la source alimentaire du carbone et par conséquent du type d'environnement dans lequel l'homme s'approvisionne en ressources (terrestre/aquatique, ouvert/fermé) et celles de $\delta^{15}\text{N}$ renseignent la position trophique des humains dans leur chaîne alimentaire permettant d'estimer la contribution des protéines animales versus végétales dans leur alimentation (Herrscher, Goude 2015). Toutefois, l'interprétation des ratios isotopiques humains ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) est possible, si et seulement si, au préalable, la variabilité isotopique des ressources alimentaires est connue pour la région et la période de la population humaine étudiée. En effet, des variations locales de l'environnement, du climat, tout comme certaines pratiques agricoles (utilisation d'engrais, l'irrigation) ont un impact sur les caractéristiques isotopiques du couvert végétal et des plantes cultivées qui se transmettent successivement dans les tissus des consommateurs, comme les herbivores et les omnivores jusqu'aux humains (van der Merwe, Medina 1991 ; Rodière *et al.* 1996 ; Herrscher, Le Bras-Goude 2010 ; Goude, Fontugne 2016).

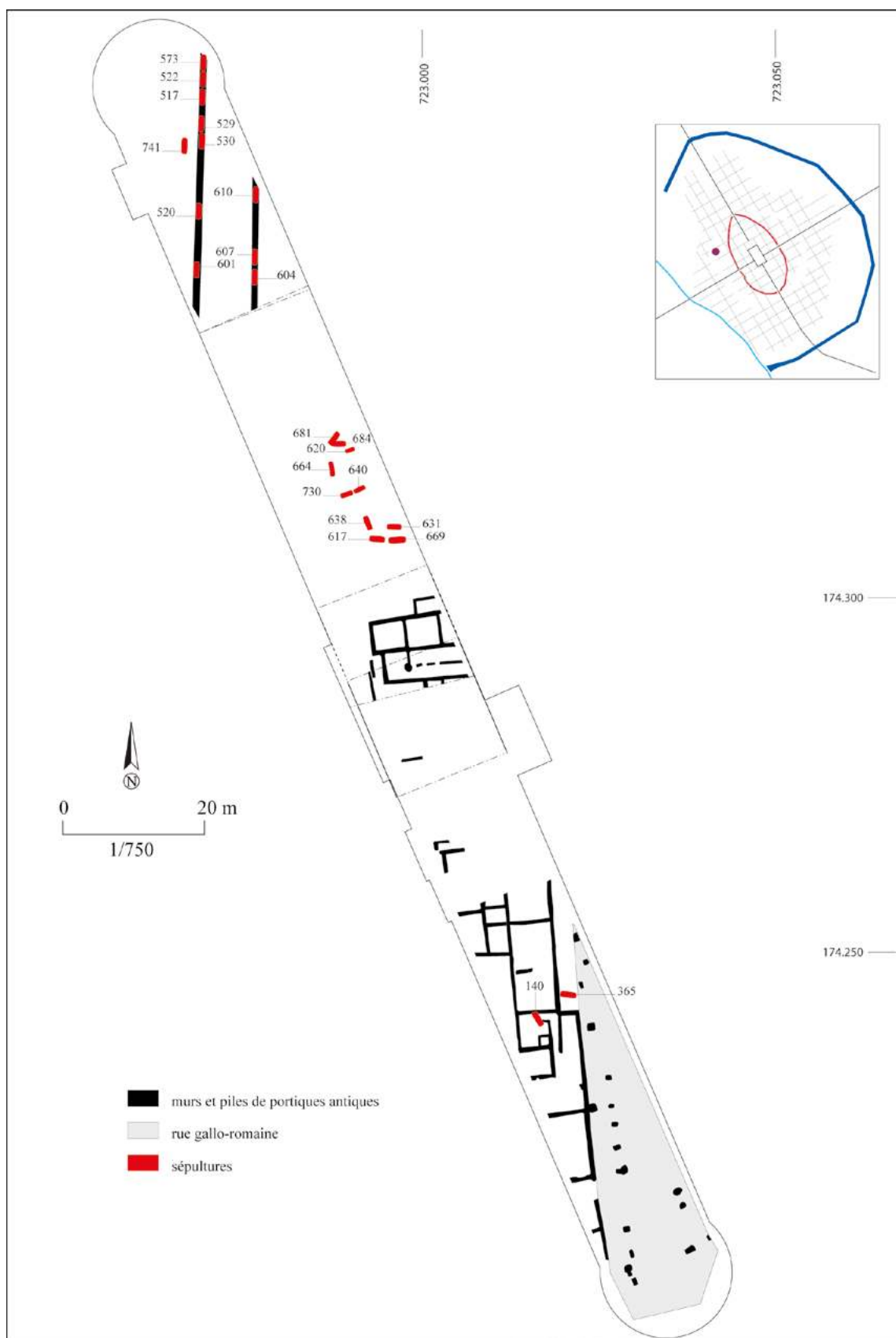


Fig. 5. Localisation des tombes tardo-antiques de la Place d'Erlon.



Fig. 6. Localisation des tombes tar-do-antiques de la Rue Maucroix.

Afin de s'affranchir de cette limite inhérente aux approches isotopiques et rendre robustes les interprétations, un référentiel isotopique documentant la variabilité isotopique des ressources alimentaires locales a spécifiquement été établi pour la période antique dans la région rémoise. Il repose sur l'analyse de 54 spécimens animaux, soit 35 spécimens domestiques et 19 sauvages. Seule la comparaison entre les valeurs humaines et celles des ressources identifiées localement permet d'inférer sur la contribution d'une ressource alimentaire en particulier.

Techniquement, les collagènes osseux ont été extraits à partir d'une poudre d'os de 7 mm de granulométrie. Le protocole utilisé est celui décrit dans Herrscher et collaborateurs 2018a. Tous les échantillons ont révélé des collagènes bien conservés répondant aux normes classiquement admises (Rendement d'extraction >10 mg.g⁻¹, %N >11%, %C >30% et 2.9 < C/Na < 3.6 ; Ambrose 1990 ; DeNiro 1985 ; van Klinken 1999 ; Annexes 1 et 2). La précision analytique des rapports isotopiques, calculée à partir de l'analyse répétée d'échantillons archéologiques et de standards (Szpak *et al.* 2017), est de 0,1 ‰ pour les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et de 0,2 ‰ pour celles de $\delta^{15}\text{N}$.

3.2.2. Résultats et discussion

Référentiel local des ressources alimentaires

Les résultats obtenus sur la faune montrent un regroupement des valeurs isotopiques selon les espèces, confirmé par l'analyse statistique (fig. 7A, tabl. 6, Annexe 1). Les groupes isotopiquement « distincts » sont la viande de volaille, avec des valeurs significativement plus hautes de $\delta^{13}\text{C}$ et de $\delta^{15}\text{N}$ (-21 à -19,3 ‰ et 7,2 à 10,1 ‰, n=4), la viande de bœuf avec des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ (-22,4 à -21,8 ‰, n=6) plus hautes que la viande de chèvre/mouton (-21,7 à -20,5 ‰, n=10), elle-même plus hautes que celles de la viande de lièvre (-23,7 à -20 ‰, n=6). La viande de porc présente deux groupes distincts, l'un avec des valeurs hautes de $\delta^{15}\text{N}$ et l'autre avec des valeurs appauvries en ^{15}N et enrichies en ^{13}C (fig. 7B). Cette distribution en 6 « groupes » pourrait refléter des tendances alimentaires discernables dans les valeurs humaines (fig. 7C).

Pratiques alimentaires tardo-antiques

Les humains, considérés tous ensemble, présentent des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ comprises entre -20,6 et -16,5 ‰ (-19,5 ± 0,5 ‰, n=82) et des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ entre 7,7 et 12,4 ‰ (10,0 ± 1,0 ‰ ; tabl. 6, Annexe 2). Cette distribution des valeurs isotopiques apparaît large indiquant des régimes alimentaires contrastés et variés entre les sujets, qu'ils s'agissent de la nature des environnements dans lesquels ils ont puisé les ressources alimentaires, tout comme la quantité de protéines qu'ils ont dû consommer (fig. 8A). Certains sujets humains présentent des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ comparables à celles des herbivores (entre 6 et 8 ‰) suggérant une consommation, très faible voire nulle, de protéines animales, pour au moins un tiers des sujets. Pour

ces sujets, la consommation d'aliments de plus faible niveau trophique peut être proposée, comme (1) celle du petit gibier, et notamment le lièvre, dont les valeurs isotopiques mesurées ici conforte cette hypothèse ou (2) celle de légumineuses (Herrscher *et al.* 2018b). Les légumineuses sont mentionnées à cette période par les données botaniques dans le nord de la France (Lepetz *et al.* 2002 ; Lepetz, Matteredne 2003). En revanche, les viandes de bœuf, de cochon et de volaille semblent avoir été peu consommées relativement à la viande de cochons (appauvrie en ^{15}N) et celle de chèvres/moutons. Les faibles valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ réfutent la consommation de ressources aquatiques qu'il s'agisse de poissons d'eau douce ou de mer. Seul un sujet en marge des autres (-16,5 ‰ ; 12,4 ‰) serait un consommateur de ressources marines.

Pratiques alimentaires, contexte funéraire, statut social

L'analyse des données isotopiques selon les pratiques funéraires montre des différences avec une dispersion plus large pour les sujets dont les sépultures sont réparties entre les 2 enceintes (fig. 8B) et des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ significativement plus hautes pour certains d'entre eux, expliquant la différence significative observée entre les deux groupes (10,2 ± 1,2 ‰, n = 44 versus 9,7 ± 0,7 ‰, n = 38 ; p-valeur = 0,013 ; fig. 8B). Ce résultat reflète des pratiques alimentaires nettement plus variées pour ces sujets relativement aux sujets regroupés dans les nécropoles péri-urbaines. Si le statut social « plus favorisé » des sujets péri-urbains, est avéré sur la base d'argument archéologiques/historiques, alors ces résultats attesteraient d'une norme alimentaire plus prégnante. Les sujets péri-urbains partageraient soit des goûts alimentaires/culturels, soit un accès aux ressources dans les mêmes réseaux de production et de circulation.

3.3. Analyses paléogénomiques

Depuis une quinzaine d'années, les avancées technologiques en matière de séquençage à haut-débit ont permis l'obtention de plusieurs milliers de génomes d'individus anciens dont une grande majorité ont permis de documenter l'histoire récente de l'Europe depuis le Paléolithique jusqu'à l'âge du Fer (pour revue cf : Olalde, Posth 2020⁴). Grâce aux études paléogénomiques, il est ainsi possible de retracer des événements de migration, d'établir l'origine des individus, leur sexe, certains caractères physiologiques ou physiques (digestion du lait, pigmentation de la peau...) mais aussi les liens de parenté. Dans le contexte de Reims à la fin de l'Antiquité, l'ADN ancien offre la possibilité de rechercher l'identité génétique des sujets inhumés de part et d'autre des limites de la ville. Une étude a été menée dans le cadre du projet Ancestra (ANR JCJC 15-CE27-0001, coord : M. Pruvost) sur un corpus de 46 sujets dont 29 provenaient de l'intérieur de la ville et 17 de nécropoles péri-urbaines. Seuls les résultats obtenus pour les individus de la Place d'Erlon (17 sujets) et de la rue Maucroix (5 sujets) seront discutés en détail ici mais les résultats de l'ensemble des individus seront utilisés comme comparaison ainsi que les résultats obtenus sur

	n	$\delta^{13}\text{C}$ (en ‰)				$\delta^{15}\text{N}$ (en ‰)			
		min	max	Moy $\pm 1\sigma$	Med[IQ1-IQ3]	min	max	Moy $\pm 1\sigma$	Med[IQ1-IQ3]
Sujets humains									
Sép. 2 enceintes	38	-20,2	-19,2	-19,7 \pm 0,3	-19,6[-19,9--19,4]	7,8	10,8	9,7 \pm 0,7	9,8[9,3-10,1]
Néc. péri-urbaines	44	-20,6	-16,5	-19,5 \pm 0,7	-19,5[-19,8--19,3]	7,7	12,4	10,2 \pm 1,2	10,3[9,2-11,2]
Maucroix	8	-19,8	-18,6	-	-19,1[-19,5/-18,9]	9,1	11,5	-	10,5[9,8-11,3]
Place d'Erlon	20	-20,6	-19,0	-19,7 \pm 0,4	-19,5[-19,9/-19,3]	8,5	11,9	10,5 \pm 0,9	10,7[10-11,2]
Ressources animales									
Bœuf	6	-22,4	-21,8	-	-22,2[-22,3/-22]	5,1	8,0	-	7,1[7/7,5]
Caprinés	10	-21,7	-20,5	-21,1 \pm 0,4	-21,1[-21,4/-20,7]	6,0	8,4	7 \pm 0,7	6,9[6,7/7,3]
Coq	4	-21,0	-19,3	-	-	7,2	10,1	-	-
Porc	13	-21,4	-19,7	-20,8 \pm 0,4	-20,9[-20,9/-20,6]	5,5	9,6	6,9 \pm 1,4	6,5[5,9/8,2]
Lièvre	6	-23,7	-20,0	-	-21,7[-21,9/-21,4]	4,5	7,0	-	4,8[4,7/4,9]

Tableau 6. Données statistiques pour les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ pour les sujets humains selon leur contexte funéraire et pour les deux sites retenus et pour les ressources animales. Les moyennes sont données uniquement pour les groupes quand n \geq 10 et pour les médianes quand n \geq 6. (min : minimum ; max : maximum ; Moy : moyenne ; Med : médiane ; IQ1 : 1^{er} Intervalle-Interquartile ; IQ3 : 3^e Intervalle-Interquartile).

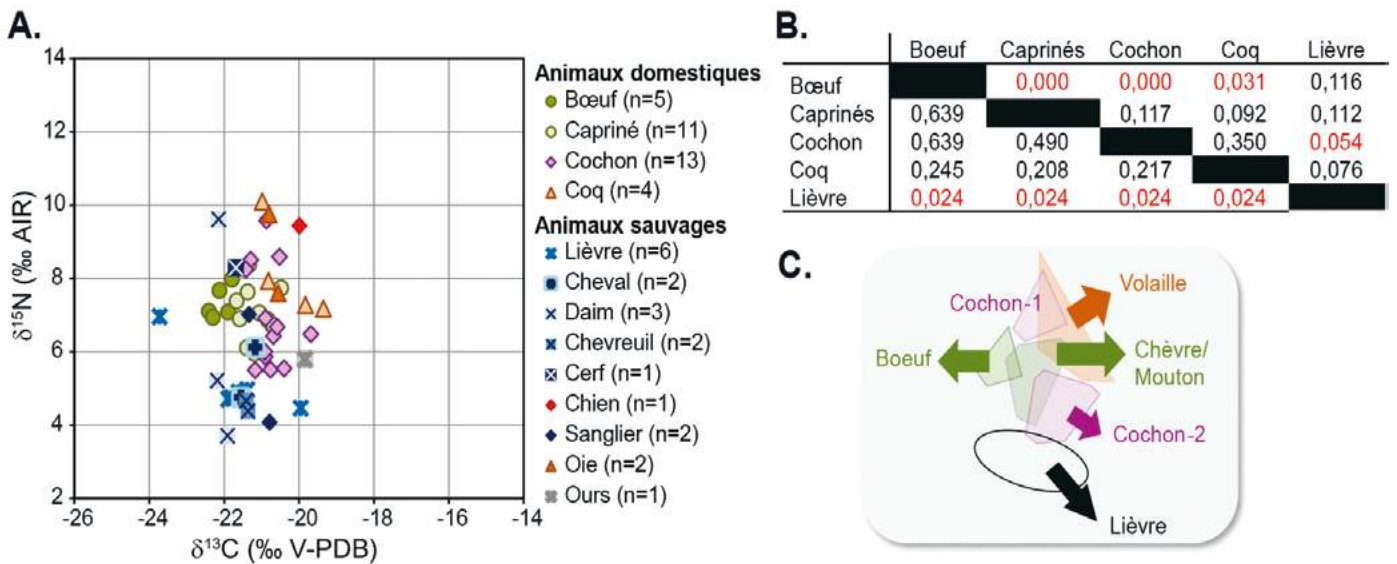


Fig. 7. Référentiel des ressources alimentaires antiques rémoises. A : Valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des animaux domestiques et sauvages. B : Résultats des tests de Mann-Whitney avec la p-valeur pour le $\delta^{13}\text{C}$ en haut à droite et le $\delta^{15}\text{N}$ en bas à gauche (R Core team 2014). C : Représentation schématique des tendances alimentaires isotopiquement distinctes.

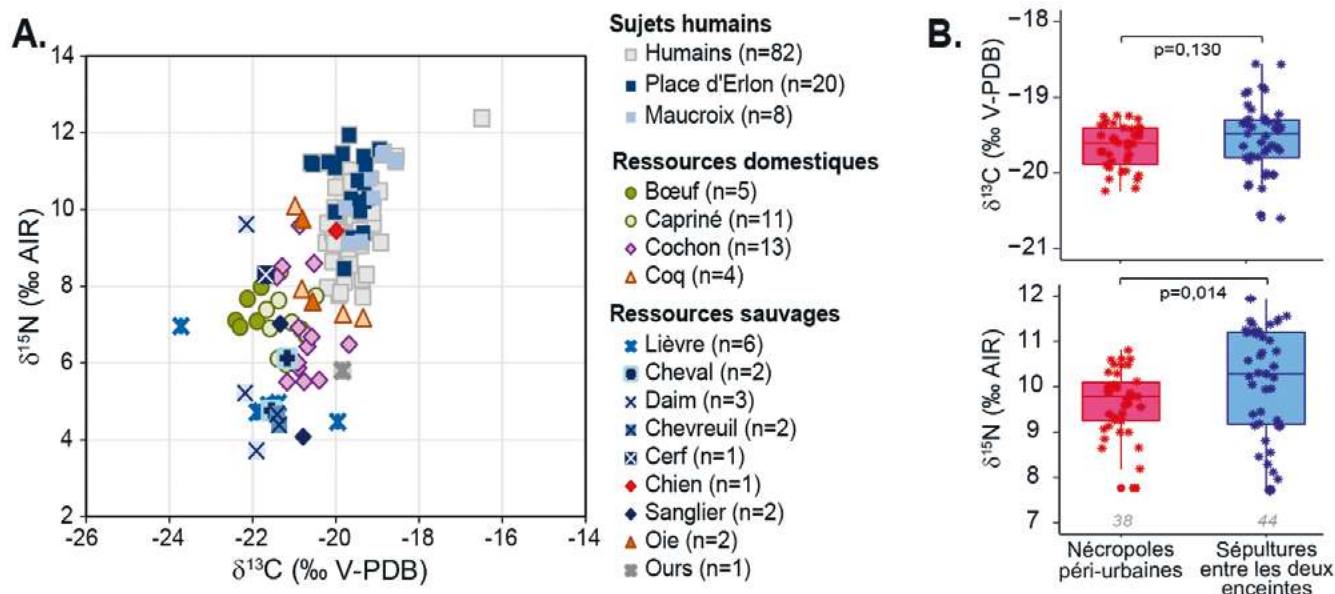


Fig. 8. Variabilité isotopique des sujets humains. A : Valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des sujets humains projetées sur celles des tendances alimentaires identifiées localement. B : Valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ selon les contextes funéraires avec la p-valeur du test de Mann-Whitney associée.

d'autres sites français de la fin de l'Antiquité analysés dans le cadre du projet Ancestra.

3.3.1. Méthodes

Prélèvement

Dans le cadre de cette étude, tous les prélèvements ont été réalisés au niveau de la partie pétreuse de l'os temporal. C'est une zone très dense qui favorise la conservation de l'ADN et est moins sensible aux contaminations (Gamba *et al.* 2014). Les prélèvements ont été effectués en « salle grise » au sein de la plateforme de paléogénétique de l'UMR PACEA, à l'aide d'une dremel, afin de limiter les risques de contaminations par de l'ADN moderne.

Extraction, purification et construction des banques d'ADN ancien

Toutes les étapes d'extraction, de purification et de préparation des mélanges réactionnels ont été réalisées dans un laboratoire de haut-confinement en employant une procédure de prévention des contaminations d'une extrême rigueur (Champlot *et al.* 2010).

L'extraction de l'ADN a été réalisée selon le protocole décrit dans Brunel *et al.* 2020, dans lequel deux étapes de pré-digestion et digestion en présence de protéinase K et d'agents chaotropiques (EDTA) permettent de solubiliser l'ADN présent dans la poudre d'os et de maximiser la quantité d'ADN endogène potentiellement présent. L'ADN a ensuite été purifié selon un protocole adapté à partir du kit QIAquick Gel (Qiagen ; Gorgé *et al.* 2016) grâce à une colonne de silice. Une fois l'ADN ancien extrait et purifié, des banques d'ADN ont été préparées

à partir des extraits pour pouvoir ensuite être séquencées via la méthode NGS (séquençage haut-débit) sur le NextSeq 500 de la plateforme de séquençage de l'IRBA (Institut de Recherche Biomedicale des armées, Paris). La préparation de ces banques est composée de multiples étapes selon un protocole adapté pour l'ADN ancien (adapté de Brunel *et al.* 2020). Il consiste à fixer aux deux extrémités de chaque molécule d'ADN des séquences nucléotidiques (adaptateurs) qui permettront de fixer l'ADN sur la « flowcell » et d'amorcer le séquençage selon la méthode illumina (NextSeq 500). Les données issues du séquençage haut débit sont nettoyées puis filtrées avant d'être alignées sur le génome humain de référence hs37d5 (pipeline EAGER ; Peltzer *et al.* 2016). La proportion de séquences alignées sur le génome humain de référence par rapport au nombre total de séquences obtenues pour chaque individu permet d'estimer le taux d'ADN endogène préservé dans ces échantillons.

Authentification des séquences et détermination du sexe

L'ADN endogène humain ainsi identifié présente des caractéristiques comme une fragmentation importante et la modification de certains nucléotides qui sont liés aux processus de dégradation post-mortem et permettent ainsi son authentification (mapDamage 2.0 ; Jónsson *et al.* 2013). La détermination du sexe biologique des échantillons repose sur deux critères : la présence de séquences d'ADN spécifiques du chromosome X ou Y, et la quantité de séquences d'ADN s'alignant au chromosome X, par rapport à celle s'alignant sur les autosomes (chromosomes non-sexuels). Les résultats obtenus pour les individus des sites d'Erlon et de Maucroix sont présentés dans le tableau 7 (Skoglund *et al.* 2013).

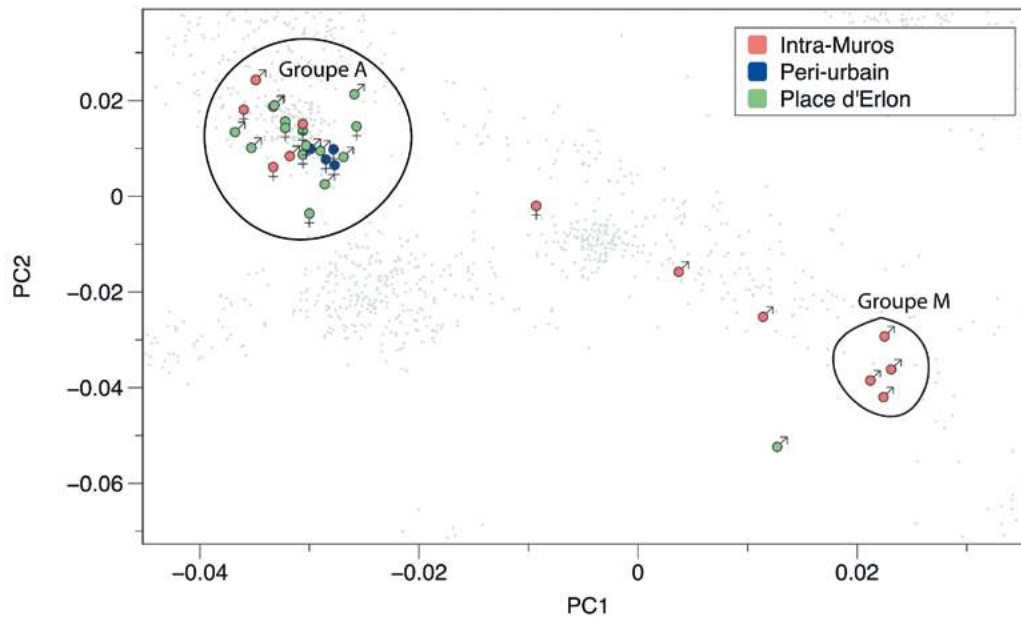


Fig. 9. Analyse en composante principale construite à partir du panel Human Origin et sur laquelle les individus des sites de Reims ont été projetés.

Relations de parenté

Afin de rechercher des relations de parenté entre les individus, nous avons utilisé le logiciel READ (Relationship Estimation from Ancient DNA ; Monroy Kuhn *et al.* 2018) qui permet de déterminer de façon heuristique les liens de parenté jusqu'au deuxième degré à partir de génomes couverts à 0,1x.

Origine géographique et affinité génétique

Les génomes à faible couverture obtenus pour 16 sujets de la Place d'Erlon et pour 4 sujets de la rue de Maucroix, ont été comparés aux données génomiques disponibles pour les groupes européens actuels (Panel *HO Human Origin* ; Patterson *et coll.* 2012) et pour les individus anciens contemporains publiés (Base de données de 1240 millions de marqueurs génétiques, SNPs, pour plus de 3000 individus) afin de discuter de leurs affinités génétiques. Une analyse en composante principale ainsi que des tests statistiques de type qpAdm ont été réalisés.

3.3.2. Résultats

Le tableau 7 synthétise les résultats paléogénétiques obtenus pour cette étude avec le taux d'ADN endogène, le sexe génétique. Aucun lien de parenté n'a été détecté entre les individus sélectionnés pour être analysés au niveau génomique avec le logiciel READ. Seuls deux individus (PDE607 et MAU483) présentaient des taux d'ADN endogène insuffisant pour obtenir des génomes à faible couverture (avec une couverture moyenne de 0,1x) et ont été écartés des analyses.

Les données génomiques obtenues pour les sujets inhumés à Reims à l'Antiquité ont été projetées sur une ACP construite

avec plus de 600 000 marqueurs génétiques nucléaires à partir des populations modernes d'Eurasie (fig. 9).

Les populations modernes utilisées pour construire cette ACP sont représentées en gris clair. Le sexe des individus est représenté par le symbole d'un cercle avec une flèche pour les individus masculins et un cercle avec une croix vers le bas pour un individu féminin.

La majorité des individus forme un groupe assez homogène (groupe A) qui rassemble tous les individus des nécropoles péri-urbaines analysés et des individus inhumés à l'intérieur des limites de la ville. Ce groupe A correspond à la diversité génétique observée en France à l'Antiquité tardive (données inédites du projet Ancestra). Les individus qui le constituent peuvent donc être définis comme d'origine « locale ». Un second groupe (groupe M) se situe à l'opposé du graphique et correspond aux 4 individus masculins de la Rue Maucroix. Ces individus divergent donc au niveau génétique du groupe A. Entre ces deux groupes quelques individus, tous provenant de sites « intra-muros » présentent des affinités génétiques diverses. Si tous les individus de la Rue Maucroix semblent être d'origine exogène, la situation est très différente pour la Place d'Erlon. En effet, tous les sujets, à l'exception de PDE669, appartiennent au groupe A et ne se distinguent pas génétiquement des individus retrouvés sur d'autres sites français de l'Antiquité tardive. Cependant, il est possible de distinguer au sein du pool génétique français de l'Antiquité, des différences entre les individus provenant du Sud de la France (Occitanie) et du Nord /Est de la France (Grand Est et Hauts de France) représentées sur la figure 9 par des aires

Code Labo	Site	Sépulture	Ossement	%ADN endogène	Sexe	Genome
PDE517	Place Drouet d'Erlon	517	Pétreux G	16.443	Masculin	oui
PDE520	Place Drouet d'Erlon	520 (Us 628)	Pétreux G	16.970	Masculin	oui
PDE522	Place Drouet d'Erlon	522	Pétreux D	20.040	Feminin	oui
PDE529	Place Drouet d'Erlon	529	Pétreux D	15.193	Masculin	oui
PDE530	Place Drouet d'Erlon	530 (Us 553)	Pétreux G	30.621	Masculin	oui
PDE573	Place Drouet d'Erlon	573 (Us 577)	Pétreux D	21.066	Feminin	oui
PDE601	Place Drouet d'Erlon	601 (Us 603)	Pétreux D	37.083	Masculin	oui
PDE607	Place Drouet d'Erlon	607 (Us 608)	Pétreux G	2.423	Feminin	non
PDE617	Place Drouet d'Erlon	617	Pétreux G	14.298	Masculin	oui
PDE620	Place Drouet d'Erlon	620	Pétreux G	57.132	Feminin	oui
PDE640	Place Drouet d'Erlon	640 (Us 641)	Pétreux D	11.112	Masculin	oui
PDE664	Place Drouet d'Erlon	664	Pétreux G	47.795	Feminin	oui
PDE669	Place Drouet d'Erlon	669	Pétreux D	83.589	Masculin	oui
PDE681	Place Drouet d'Erlon	681 (Us 683)	Pétreux D	31.562	Feminin	oui
PDE684	Place Drouet d'Erlon	684 (Us 686)	Pétreux D	12.525	Feminin	oui
PDE730	Place Drouet d'Erlon	730 (Us 731)	Pétreux D	21.414	Feminin	oui
PDE741	Place Drouet d'Erlon	741	Pétreux G	25.763	Masculin	oui
MAU38	6-8 rue Maucroix	38	Pétreux G	13.411	Masculin	oui
MAU205	6-8 rue Maucroix	205	Pétreux G	12.891	Masculin	oui
MAU206	6-8 rue Maucroix	206	Pétreux D	10.067	Masculin	oui
MAU361	6-8 rue Maucroix	361	Pétreux D	13.375	Masculin	oui
MAU483	6-8 rue Maucroix	483	Pétreux G	8.168	Masculin	non

Tableau 7. Synthèse des résultats génétiques.

Fig. 10. Zoom sur le groupe A de l'ACP. Les individus de la place d'Erlon sont représentés par des cercles orange. Les individus provenant de sites des Hauts de France de l'Antiquité sont représentés par des carrés vert et ceux des sites d'Occitanie par des triangles fushia. Données Ancestra non publiées.

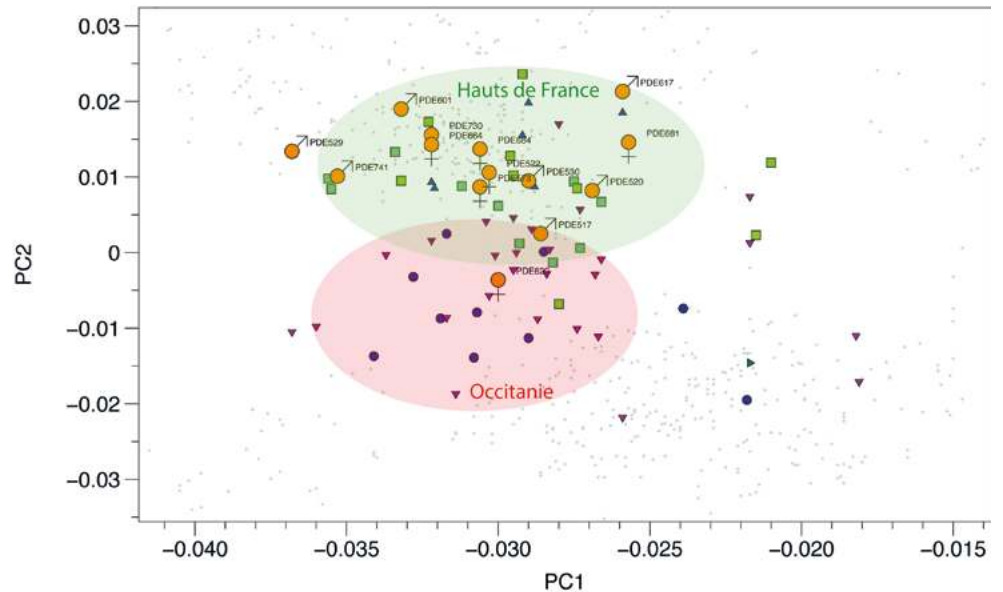
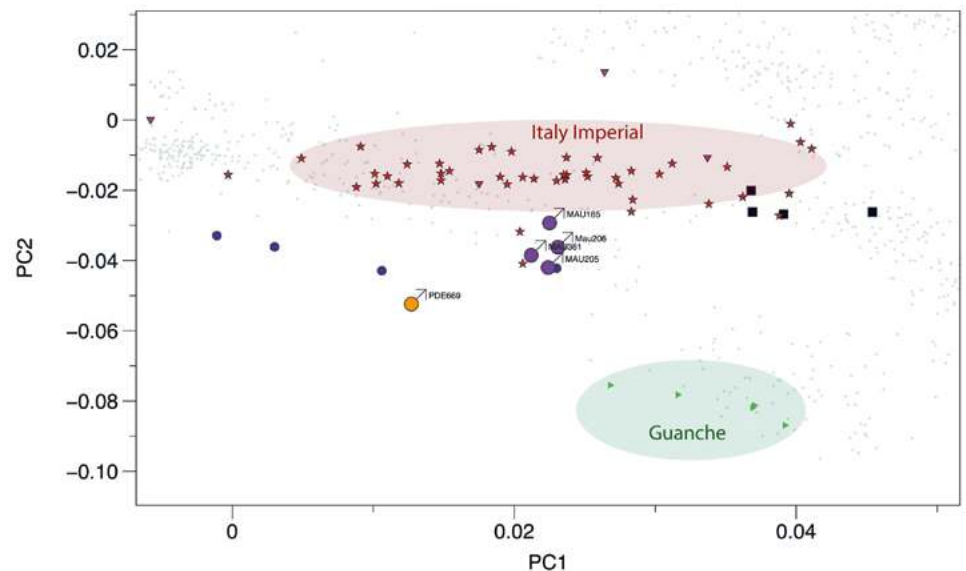


Fig. 11. Zoom sur le groupe M de l'ACP. Les individus de la place d'Erlon sont représentés par des cercles orange et ceux de la rue de Maucroix par des cercles violets. Les étoiles rouges représentent les individus provenant de site de Rome de l'Italie impériale (Antonio *et al.* 2019), les triangles verts représentent des individus des îles Canaries du IX^e s. ap. J.C (Rodriguez *et al.* 2017), les carrés noirs représentent des individus du Liban de l'époque romaine (Haber *et al.* 2019) et les cercles bleus des individus d'Espagne de l'époque romaine. Olalde *et al.* 2019.



colorées. À partir de ces observations, deux individus PDE620 et PDE517 présentent des affinités génétiques plus fortes avec les populations d'Occitanie qui pourraient suggérer une origine méditerranéenne (sud de la France ou péninsule ibérique) pour ces 2 individus. Par contre rien au niveau génétique ne permet de distinguer les autres individus de la Place d'Erlon du pool génétique local.

L'individu inhumé dans la sépulture 669 sur le site de la Place d'Erlon se distingue génétiquement du reste du groupe. Des analyses statistiques ont été réalisées pour essayer de déterminer son origine géographique. En l'état actuel des connaissances, il n'appartient à aucune population pour laquelle des données génomiques sont disponibles. Grâce à des analyses qpAdm, il a été possible de modéliser la composition génétique

de cet individu à partir de deux populations : l'une représentant la diversité génétique à Rome à l'époque impériale (Italy-Imperial sur la figure 11) et l'autre représentant la diversité génétique de l'Afrique du Nord (Guanche sur la figure 11). Cet individu peut ainsi être modélisé par un métissage avec 43 % de romain et 47 % d'Afrique du Nord. Ce résultat pourrait être interprété comme un métissage entre ces deux populations mais aussi pourrait correspondre à une population qui se retrouverait génétiquement au croisement entre ces deux populations. Dans tous les cas, l'origine de cet individu est clairement exogène par rapport à Reims et pointe vers l'Est du bassin méditerranéen, l'extrémité orientale de l'Empire romain. Rien ne distingue cet individu des autres sujets au niveau du traitement funéraire ou de sa position au sein du site de la Place d'Erlon ce qui montre son intégration dans le groupe.

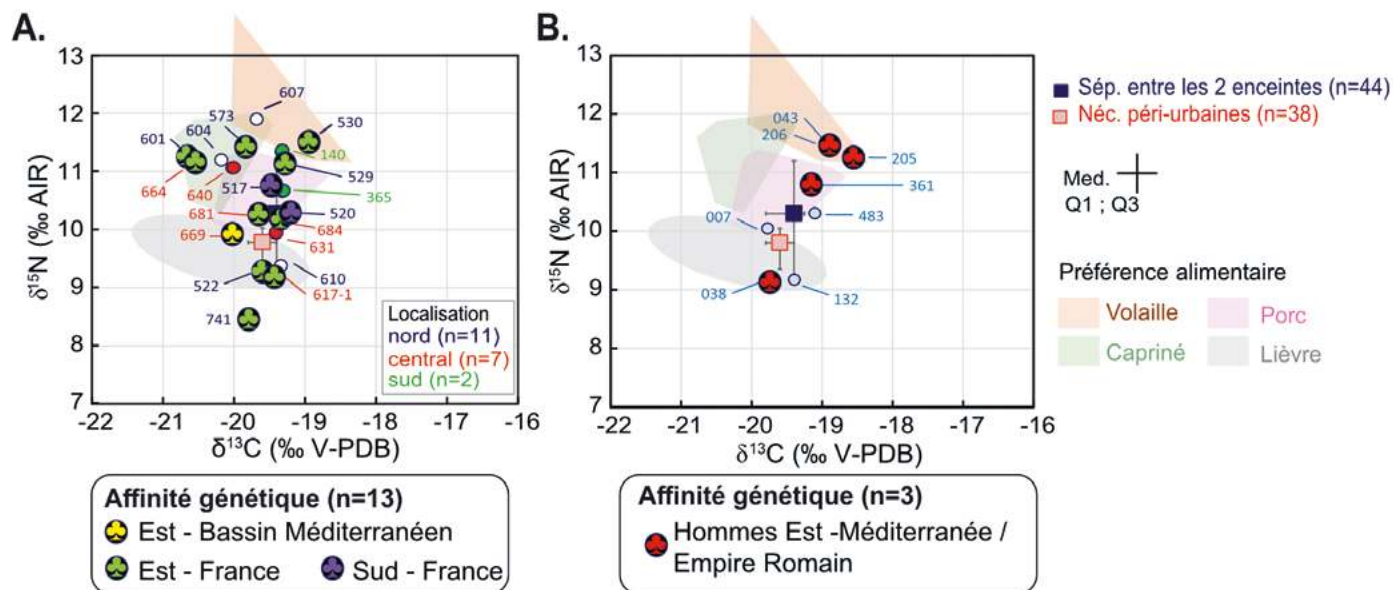


Fig. 12. Valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ pour les sujets humains des sites de la Place d'Erlon (A) et de la rue Maucroix (B) et projection des résultats de paléogénétique.

Tous les individus du site de Maucroix analysés au niveau génétique appartiennent au groupe M et semblent assez homogènes ce qui suggère une origine commune. Comme pour PDE669, il n'est pas possible de déterminer l'origine exacte de ces individus mais leur composition génétique a pu être modélisée avec qpAdm comme un mélange majoritairement de population romaine (Italie impériale entre 71 % et 78 %) et d'Afrique du Nord (22-29%). De nombreuses hypothèses peuvent être envisagées pour expliquer cette origine lointaine commune ainsi que le fait qu'il n'y ait que des individus masculins inhumés sur ce site telles qu'une communauté de travailleurs spécialisés ou d'esclaves. Malheureusement l'absence d'éléments archéologiques particuliers dans ces sépultures ne permet pas d'approfondir ces hypothèses.

Cette origine clairement lointaine de ces individus au niveau génétique ne permet par contre pas de connaître ni son lieu de naissance ou de vie contrairement aux analyses isotopiques du Strontium.

3.4. Analyse comparée des données isotopiques et paléogénomiques : le cas de la Place d'Erlon et de la rue Maucroix

Les deux sites retenus ici, Place d'Erlon et rue Maucroix sont caractérisés par des contextes funéraires regroupant des sépultures dispersées entre les deux enceintes (Annexe 2.A). Pour le site de la Place d'Erlon, les 20 sujets montrent une large distribution des valeurs isotopiques avec un « regroupement » des individus selon la localisation de leur tombe (fig. 12). Une telle disposition pourrait suggérer des affinités culturelles plus importantes entre les sujets « central » et « sud », liées à une origine similaire, dont la nature reste à identifier, est-elle d'ordre familial ? génétique ? Pour les huit sujets de la rue

Maucroix, il y a également une grande dispersion des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$, qui pourrait indiquer une consommation opportuniste tant de viande de volaille, de cochon que de viande chassée (comme le lièvre), il est difficile d'envisager d'autres scénarios alimentaires, à ce stade de l'analyse.

La comparaison entre les données isotopiques et génétiques montre, pour les sujets de la Place d'Erlon, une dispersion des sujets présentant une origine française, qu'elles soient de l'Est ou du Sud, qui se superpose à la variabilité isotopique globale décrite (fig. 12A). L'affinité génétique des 10 sujets identifiés « Est - France », des 2 « Sud - France » ne semble pas liée au regroupement évoqué selon la localisation des sépultures. Le sujet 669, dont l'origine est proche-orientale, aurait un régime alimentaire centré sur des ressources de bas niveau trophique, comme les sujets 522, 741 et 617-1, sans qu'il soit possible d'aller plus loin dans l'interprétation. Pour le site de la rue Maucroix, l'échantillon est certes réduit mais les quatre sujets masculins, ayant une origine identique de l'Est de la Méditerranée, partageraient une certaine proximité isotopique avec les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ les plus basses. En outre, les valeurs isotopiques très proches des sujets 205 et 206 suggéreraient des pratiques alimentaires identiques (fig. 12B). Ce résultat interroge d'une part, la présence de migrants de 1^{re} génération, porteur des caractéristiques environnementales de leur lieu d'origine, et, d'autre part, la présence de descendants de migrants qui auraient conservé des pratiques alimentaires identiques, témoignant de préférences pour des ressources similaires et/ou habitudes alimentaires, culinaires.

Conclusion

Alors que, comme dans toutes les grandes villes du monde antique, Reims possède sur ses franges de grandes nécropoles, un petit nombre de tombes, sans organisation précise, mais identiques dans leurs pratiques à celles observées en zone péri-urbaine, colonise également des quartiers de la ville alors en pleine déconstruction aux III^e-IV^e s. Après un premier travail de recensement et de reprise des données biologiques, cette pratique « marginale » s'est affinée et de premières interprétations ont vu le jour. S'agissant en grande partie, et parfois exclusivement sur certains sites, de sujets masculins, ces individus ont été considérés comme des travailleurs de force attachés à la récupération de matériaux pour la construction de l'enceinte tardo-antique. Or, la datation par le radiocarbone d'une trentaine d'individus a permis de montrer pour partie l'antériorité de

ce phénomène. Quasiment au même moment, les premiers résultats des analyses biomoléculaires ont montré leur plus grand opportunisme alimentaire et, pour certains, leur origine géographique lointaine. Sur la base de ces premiers résultats, il était possible d'envisager leur exclusion des nécropoles péri-urbaines en raison de leur origine, de leurs traditions. Mais, contre toute attente, l'étude du site de la Place d'Erlon a révélé la présence indifférenciée, sur le même site et parfois au sein d'une même tranchée de récupération de mur, d'autochtones et d'individus d'origine lointaine. Cette mise en lumière impose une nouvelle réflexion sur l'évolution des pratiques funéraires à la fin de l'Antiquité à Reims. Loin d'être péjoratif, révélateur d'une exclusion, ce phénomène est peut-être l'expression d'une réappropriation des nouvelles limites de la ville alors en plein remodelage par une société multiculturelle. C'est également un bel indice du rayonnement, de l'attractivité de Reims aux III^e-IV^e siècles.

Annexes

Annexe 1. Données élémentaires et isotopiques individuelles des spécimens animaux

LabCode	Site	Groupe	Elément squelettique	mg coll..	Rdt (mg/g)	%C	%N	C/Na	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
PER-F	PER 92	cheval	os long	25,9	121,0	42,6	15,6	3,2	-21,2	6,1
RE-F01	HEN 08	bœuf	vertèbre	48,4	189,0	43,3	14,9	3,4	-22,1	7,7
RE-F02	MAU 04	bœuf	PP	43,8	169,6	44,3	14,9	3,5	-22,4	7,1
RE-F03	MAU 04	bœuf	vertèbre	16,6	57,0	46,2	15,7	3,4	-22,3	6,9
RE-F04	EQU 03	bœuf	vertèbre	24,9	98,8	46,7	15,9	3,4	-21,9	7,1
RE-F05	EQU 03	bœuf	vertèbre	11,8	46,9	45,8	15,4	3,4	-21,8	8,0
RE-F06	TRAM 07	bœuf	métatarse	10,8	42,5	41,1	13,6	3,5	-22,3	5,1
RE-F07	HEN 08	caprinés	mandibule	31,5	124,7	44,5	15,1	3,4	-20,7	6,7
RE-F08	HEN 08	caprinés	mandibule	30,7	122,3	47,1	16,0	3,4	-21,6	6,9
RE-F09	HEN 08	caprinés	mandibule	32,0	126,2	45,4	15,5	3,4	-20,5	7,7
RE-F10	HEN 08	caprinés	mandibule	28,4	112,5	46,4	16,4	3,3	-20,8	6,9
RE-F11	HEN 08	caprinés	mandibule	38,0	149,8	47,7	16,5	3,3	-21,4	6,1
RE-F12	HEN 08	caprinés	mandibule	37,1	149,5	47,3	15,9	3,4	-21,1	7,1
RE-F13	MAU 04	caprinés	mandibule	9,8	38,8	44,0	14,1	3,6	-21,3	8,4
RE-F14	EQU 03	caprinés	mandibule	12,2	48,6	41,7	13,1	3,7	-21,3	7,7
RE-F15	EQU 03	caprinés	mandibule	29,7	118,1	46,4	15,5	3,5	-20,7	6,7
RE-F16	EQU 03	caprinés	mandibule	40,0	158,3	45,7	15,9	3,3	-21,7	7,4
RE-F17	TRAM 07	caprinés	vertèbre	44,5	175,1	47,2	16,3	3,4	-21,2	6,0
RE-F25	TRAM 07	mouton	métacarpe	14,0	55,2	40,1	14,6	3,2	-21,4	7,6
RE-F26	HEN 08	porc	mandibule	28,5	107,6	44,0	16,1	3,2	-21,2	5,5
RE-F27	HEN 08	porc	mandibule	40,9	162,4	42,7	15,8	3,1	-20,9	9,6
RE-F28	HEN 08	porc	mandibule	38,0	148,3	40,6	14,8	3,2	-20,9	6,9
RE-F29	HEN 08	porc	mandibule	17,0	67,7	45,1	16,5	3,2	-20,9	5,9
RE-F30	HEN 08	porc	mandibule	27,8	109,2	47,8	17,7	3,1	-21,3	8,5
RE-F31	HEN 08	porc	mandibule	20,0	79,1	41,9	14,9	3,3	-21,4	8,2
RE-F32	HEN 08	porc	mandibule	42,5	166,9	45,4	16,6	3,2	-20,5	8,6
RE-F33	HEN 08	porc	mandibule	39,5	157,7	47,4	17,3	3,2	-20,7	6,4
RE-F34	MAU 04	porc	mandibule	12,9	50,6	41,6	15,3	3,2	-20,6	6,7
RE-F35	MAU 04	porc	mandibule	36,3	143,0	35,5	12,9	3,2	-20,8	5,5
RE-F36	EQU 03	porc	mandibule	25,8	101,3	42,3	15,6	3,2	-19,7	6,5

RE-F37	EQU 03	porc	mandibule	14,8	57,9	47,4	17,4	3,2	-20,4	5,6
RE-F38	TRAM 07	porc	métacarpe 4	30,5	118,4	42,4	15,6	3,2	-20,9	6,0
RE-F21a	TRAM 07	coq	humérus	15,5	98,4	51,5	18,7	3,2	-20,8	7,9
RE-F21b	TRAM 07	coq	humérus	41,3	150,5	43,6	15,9	3,2	-19,3	7,2
RE-F19	MAU 04	coq	ulna	36,2	144,1	43,0	15,6	3,2	-19,8	7,3
RE-F20	MAU 04	coq	crâne	32,6	129,2	43,0	15,7	3,2	-21,0	10,1
RE-F22	MAU 04	lièvre	ulna	10,5	41,6	42,0	15,4	3,2	-20,0	4,5
RE-F23a	EQU 03	lièvre	fémur	37,7	150,3	43,3	15,8	3,2	-21,4	5,0
RE-F23b	EQU 03	lièvre	fémur	16,3	64,7	36,6	13,5	3,1	-21,6	4,9
RE-F23c	EQU 03	lièvre	fémur	3,5	13,9	41,9	15,0	3,2	-23,7	7,0
RE-F24a	EQU 03	lièvre	coxal	6,5	25,8	37,5	13,5	3,2	-21,8	4,7
RE-F24b	EQU 03	lièvre	coxal	13,9	54,5	41,2	15,1	3,2	-21,9	4,7
RE-F18	HEN 08	chien	mandibule	34,3	136,2	44,2	16,3	3,2	-20,0	9,4
RE_F100	F12.20	Sanglier	tibia	17,4	55,4	40,6	15,3	3,1	-21,3	7,0
RE_F101	F12.20	Sanglier	scapula	19,6	63,3	41,6	15,4	3,1	-20,8	4,1
RE_F102	F12.20	Equidé	vertèbre	7,0	22,7	39,4	14,7	3,1	-21,5	4,8
RE_F103	F12.20	Cerf	mandibule G	7,9	25,6	41,8	15,5	3,1	-21,7	8,3
RE_F104	F12.20	Daim	radius	33,4	103,0	41,8	15,8	3,1	-21,9	3,7
RE_F105	F12.20	Daim	radius	15,7	50,7	40,1	15,1	3,1	-22,2	5,2
RE_F106	F12.20	Daim	radius	17,2	53,7	41,3	15,5	3,1	-22,1	9,6
RE_F107	F12.20	Oie	coracoïde	48,8	155,6	42,2	15,9	3,1	-20,8	9,8
RE_F108	F12.20	Oie	coracoïde	53,0	170,3	42,6	15,9	3,1	-20,6	7,6
RE_F109	F12.20	Chevreuril	scapula	3,5	11,5	39,7	14,6	3,2	-21,4	4,7
RE_F110	F12.20	Chevreuril	scapula	7,0	22,5	39,9	15,0	3,1	-21,4	4,4
RE_F111	F12.20	Ours	humerus G	6,6	20,5	36,6	13,4	3,2	-19,8	5,8

Mg coll : mg de collagène extrait ; **Rdt** : rendement d'extraction ; **PP** : phalange proximale.

Annexe 2. Données élémentaires et isotopiques individuelles des humains pour les sites de la Place d'Erlon (PER) et de la rue de Maucroix (MAU)

Lab_Code	Site/Sépulture	Élément squelettique	mg coll.	Rdt (mg/g)	%C	%N	C/Na	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)
MAU H01	MAU 04 Sp 7	PP main D	28,7	135,1	41,2	15,7	3,0	-19,8	10,0
MAU H02	MAU 04 Sp 38	PP main D	15,2	75,1	39,9	15,2	3,0	-19,7	9,1
MAU H03	MAU 04 Sp 43	PP main D	27,9	106,6	38,5	14,1	3,2	-18,9	11,5
MAU H04	MAU 04 Sp 132	PP main	23,8	94,8	38,8	14,3	3,1	-19,4	9,2
MAU H05	MAU 04 Sp 205	PP main G	49,9	207,0	43,4	16,6	3,0	-18,6	11,3
MAU H06	MAU 04 Sp 206	PP main D	27,5	108,1	37,5	13,7	3,2	-18,9	11,4
MAU H07	MAU 04 Sp 361	PP main G	15,3	69,3	44,4	17,1	3,0	-19,2	10,8
MAU H08	MAU 04 Sp 483	PP main D	31,7	123,1	44,9	16,7	3,1	-19,1	10,3
PER H01	PER 92 Sp 140	PP main	11,4	67,0	42,2	15,8	3,1	-19,3	11,4
PER H02	PER 92 Sp 365	PP main	37,4	157,0	41,4	15,2	3,2	-19,3	10,7
PER H04	PER 92 Sp 517	PP main	34,5	133,8	40,9	15,2	3,1	-19,5	10,7
PER H05	PER 92 Sp 520	PP main	46,0	169,7	41,9	15,5	3,1	-19,2	10,3
PER H06	PER 92 Sp 522	PP main	40,7	159,7	41,3	15,3	3,1	-19,6	9,3
PER H07	PER 92 Sp 529	PP main	40,1	168,2	40,6	15,2	3,1	-19,3	11,2
PER H08	PER 92 Sp 530	MTT 4 G	44,0	181,1	45,1	16,9	3,1	-19,0	11,6
PER H09	PER 92 Sp 573	PP main	47,0	183,7	38,2	14,1	3,1	-19,8	11,4
PER H10	PER 92 Sp 601	PP main	46,8	180,8	37,9	14,0	3,1	-20,6	11,2
PER H11	PER 92 Sp 604	Radius	27,8	105,8	35,1	12,7	3,2	-20,2	11,2
PER H12	PER 92 Sp 607	PP main	40,0	151,3	38,9	14,3	3,2	-19,7	11,9
PER H13	PER 92 Sp 610	PP main	22,6	87,6	40,1	14,8	3,2	-19,3	9,4
PER H14	PER 92 Sp 617-1	MTC 3 D	10,2	38,3	36,1	13,0	3,2	-19,4	9,2
PER H15	PER 92 Sp 631	MTT 1 D	44,0	174,9	41,9	15,5	3,1	-19,4	10,0
PER H16	PER 92 Sp 640	PP main	48,8	197,2	40,3	15,8	3,0	-20,0	11,1
PER H17	PER 92 Sp 664	PP main	44,4	171,2	42,8	15,8	3,1	-20,6	11,2
PER H18	PER 92 Sp 669	Radius	33,0	126,5	41,7	15,4	3,1	-20,0	9,9
PER H19	PER 92 Sp 681	PP main	21,4	85,1	37,9	13,8	3,2	-19,6	10,3
PER H20	PER 92 Sp 684	PP main	46,1	182,2	41,2	15,1	3,2	-19,3	10,2
PER H21	PER 92 Sp 741	Radius D	8,9	35,5	41,5	15,3	3,1	-19,8	8,5

Mg coll : mg de collagène extrait ; **Rdt** : rendement d'extraction ; **PP** : phalange proximale ; **D** : droite ; **G** : gauche ; **MTC** : métacarpe ; **MTT** : métatarsien.

Bibliographie

- Ambrose 1990** Ambrose S.H., Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis, in *Journal of Archaeological Science*, 17, p. 431-451.
- Antonio et al. 2019** Antonio M.L., Gao Z., Moots H.M., Lucci M., Candilio F., Sawyer S., Oberreiter V., Calderon D., Devitofranceschi K., Aikens R.C., Aneli S., Bartoli F., Bedini A., Cheronet O., Cotter D.J., Fernandes D.M., Gasperetti G., Grifoni R., Guidi A., La Pastina F., Loreti E., Manacorda D., Matullo G., Morretta S., Nava A., Focchi Nicolai V., Nomi F., Pavolini C., Pentiricci M., Pergola P., Piranomonte M., Schmidt R., Spinola G., Sperduti A., Rubini M., Bondioli L., Coppa A., Pinhasi R., Pritchard J.K., Ancient Rome: A genetic crossroads of Europe and the Mediterranean, in *Science*, 2019, p. 708-714, <https://doi.org/10.1126/science.aay6826>. PMID: 31699931.
- Bocherens, Drucker 2003** Bocherens H., Drucker D., Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems, in *International Journal of Osteoarchaeology*, 13, p. 46-53.
- Bouquin 2012** Bouquin D., *Reims, 13-15 rue du Prieur de la Marne*. Rapport de diagnostic archéologique, Reims Métropole, 45 p.
- Brunel et al. 2020** Brunel S., Bennett E.A., Cardin L., Garraud D., Barrand Emam H., Beylier A., Boulestin B., Chenal F., Cieselski E., Convertini F., Dedet B., Desenne S., Dubouloz J., Duday H., Fabre V., Gailledrat E., Gandelin M., Gleize Y., Goepfert S., Guilaine J., Hachem L., Ilett M., Lambach F., Maziere F., Perrin B., Plouin S., Pinard E., Praud I., Richard I., Riquier V., Roure R., Sendra B., Thevenet C., Thiol S., Vauquelin E., Vergnaud L., Grange T., Geigl E.M., Pruvost M., Ancient genomes from present-day France unveil 7,000 years of its demographic history, in *PNAS*, 117, 23, p. 12791-12798 <https://doi.org/10.1073/pnas.1918034117>
- Champlot et al. 2010** Champlot S., Berthelot C., Pruvost M., Bennett E., Grange T., Geigl E.-M., An Efficient Multistrategy DNA Decontamination Procedure for Hypersensitive PCR Applications, in *PLoS ONE*, 5(9).
- Chevalier 2005** Chevalier C., *Les nécropoles de Durocortorum (Reims) : Topographie funéraire. Mémoire de maîtrise*. Université Paris 1, Panthéon-Sorbonne, F. Dumasy dir., 2005, non publié.
- Chossenot et al. 2010** Chossenot R., Esteban A., Neiss R., *Carte archéologique de la Gaule : Reims (51/2)*, 2010, 480 p.
- DeNiro 1985** DeNiro M.J., Post-mortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction, in *Nature*, 317, p. 806-809.
- Gamba et al. 2014** Gamba C., Jones E.R., Teasdale M.D., Genome flux and stasis in a five millennium transect of European prehistory, in *Nat Commun*, 5, p. 5257.
- Gorgé et al. 2016** Gorgé O., Bennett E.A., Massilani D., Daligault J., Pruvost M., Geigl E.M., Grange T., Analysis of Ancient DNA in Microbial Ecology, in *Methods Mol Biol.*, 1399, p. 289-315.
- Goude, Fontugne 2016** Goude G., Fontugne M., Carbon and nitrogen isotopic variability in bone collagen during the Neolithic period: influence of environmental factors and diet, in *Journal of Archaeological Science*, 70, p. 117-131.
- Haber et al. 2019** Haber M., Doumet-Serhal C., Scheib C.L., Xue Y., Mikulski R., Martiniano R., Fischer-Genz B., Schutkowski H., Kivisild T., Tyler-Smith C., A Transient Pulse of Genetic Admixture from the Crusaders in the Near East Identified from Ancient Genome Sequences, in *Am J Hum Genet*, 104, 5, p. 977-984. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2019.03.015>. Epub 2019 Apr 18. PMID: 31006515.
- Herrscher, Goude 2015** Herrscher E., Goude G., Biogéochimie isotopique et anthropologie biologique : reconstitution des modes de vie du passé, in Balasse M, Brugal J-P, Dauphin Y, Geigl E-M, Oberlin C, Reiche I, editors. *Messages d'Os Archéométrie du squelette animal et humain*. Suresnes : Éditions des Archives Contemporaines, p. 259-275.
- Herrscher, Le Bras-Goude 2010** Herrscher E., Le Bras-Goude G., Southern French Neolithic populations: Isotopic evidence for regional specificities in environment and diet, in *American Journal of Physical Anthropology*, 141, p. 259-272.
- Herrscher et al. 2018a** Herrscher E., Fenner J.N., Valentin F., Clark G., Reepmeyer C., Bouffandeau L., André G., Multi-isotopic analysis of first Polynesian diet (Talasiu, Tongatapu, Kingdom of Tonga), in *Journal of Archaeological Science*, 18, p. 308-317.
- Herrscher et al. 2018b** Herrscher E., Poulmarc'h M., Pecqueur L., Jovenet E., Benecke N., Decaix A., Lyonnet B., Guliyev F., André G., Dietary inferences through stable isotope analysis of Neolithic and Bronze Age humans in the Southern Caucasus (6th-1st millennium BC, Mentesh Tepe, Azerbaijan), in *American Journal of Physical Anthropology*, 167(4), p. 856-875.
- Jónsson et al. 2013** Jónsson H., Ginolhac A., Schubert M., Johnson P., Orlando L., mapDamage2.0: fast approximate Bayesian estimates of ancient DNA damage parameters, in *Bioinformatics*, <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btt193>
- Lefils 2008** Lefils M., *Reims (Marne) 7 bis, 9 et 11 rue Prieur de la Marne*. Rapport de diagnostic, Inrap, 2008, 33 p.
- Lepetz, Matteredne 2003** Lepetz S., Matteredne V., Élevage et agriculture dans le nord de la Gaule durant l'époque gallo-romaine : une confrontation des données archéozoologiques et carpologiques, in *Revue Archéologique de Picardie*, 1(1-2), p. 23-35.

- Lepetz et al. 2002** Lepetz S., Mattered V., Ruas M.-P., Culture et élevage en France septentrionale de l'Âge du Fer à l'an Mil. Approche carpologique et archéozoologique, in Belmont, *Autour d'Olivier de Serre - Pratiques agricoles et pensée agronomique du Néolithique aux enjeux actuels*, Rennes, AHSR, p. 77-108.
- Moine 2015** Moine N., « Un désastre irréparable et oublié : la Grande Guerre et les collections archéologiques rémoises », *Église, mémoire, éducation. Mélanges en l'honneur de J.- F. Boulanger*, Reims, V. Beaulande ed., p. 157-177.
- Monroy Kuhn et al. 2018** Monroy Kuhn J.M., Jakobsson M., Günther T., Estimating genetic kin relationships in prehistoric populations, in *PLoS ONE* 13, 4, e0195491. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195491>
- Neiss, Sindonino 2004** Neiss R., Sindonino S., *Civitas Remi*. Reims et son enceinte au I^{er} siècle. Reims-Marne. Société archéologique champenoise, 127 p.
- Olalde et al. 2019** Olalde I., Mallick S., Patterson N., Rohland N., Villalba-Mouco V., Silva M., Dulias K., Edwards C.J., Gandini F., Pala M., Soares P., Ferrando-Bernal M., Adamski N., Broomandkhoshbacht N., Cheronet O., Culleton B.J., Fernandes D., Lawson A.M., Mah M., Oppenheimer J., Stewardson K., Zhang Z., Jiménez Arenas J.M., Toro Moyano I.J., Salazar-García D.C., Castanyer P., Santos M., Tremoleda J., Lozano M., García Borja P., Fernández-Eraso J., Mujika-Alustiza J.A., Barroso C., Bermúdez F.J., Viguera Mínguez E., Burch J., Coromina N., Vivó D., Cebrià A., Fullola J.M., García-Puchol O., Morales J.I., Oms F.X., Majó T., Vergès J.M., Díaz-Carvajal A., Ollich-Castanyer I., López-Cachero F.J., Silva A.M., Alonso-Fernández C., Delibes de Castro G., Jiménez Echevarría J., Moreno-Márquez A., Pascual Berlanga G., Ramos-García P., Ramos-Muñoz J., Vijande Vila E., Aguilera Arzo G., Esparza Arroyo Á., Lillios K.T., Mack J., Velasco-Vázquez J., Waterman A., Benítez de Lugo Enrich L., Benito Sánchez M., Agustí B., Codina F., de Prado G., Estalrich A., Fernández Flores Á., Finlayson C., Finlayson G., Finlayson S., Giles-Guzmán F., Rosas A., Barciela González V., García Atiénzar G., Hernández Pérez M.S., Llanos A., Carrión Marco Y., Collado Beneyto I., López-Serrano D., Sanz Tormo M., Valera A.C., Blasco C., Liesau C., Ríos P., Daura J., de Pedro Michó M.J., Díez-Castillo A.A., Flores Fernández R., Francès Farré J., Garrido-Pena R., Gonçalves V.S., Guerra-Doce E., Herrero-Corral A.M., Juan-Cabanilles J., López-Reyes D., McClure S.B., Merino Pérez M., Oliver Foix A., Sanz Borràs M., Sousa A.C., Vidal Encinas J.M., Kennett D.J., Richards M.B., Werner Alt K., Haak W., Pinhasi R., Lalueza-Fox C., Reich D., The genomic history of the Iberian Peninsula over the past 8000 years. Output encoded/decoded text, in *Science*, 2019 Mar 15, 363(6432), p. 1230-1234. <https://doi.org/10.1126/science.aav4040>. PMID: 30872528.
- Patterson et coll. 2012** Patterson N. et coll., Ancient admixture in human history, in *Genetics*, 192, p. 1065-1093.
- Peltzer et al. 2016** Peltzer A., Jäger G., Herbig A., Seitz A., Kniep C., Krause J., Nieselt K., EAGER: efficient ancient genome reconstruction, in *Genome Biol*, 17, p. 60.
- R Core Team 2014** R Core Team, *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria URL <http://www.R-project.org/>
- Rodière et al. 1996** Rodière E., Bocherens H., Angibault J.-M., Mariotti A., Particularités isotopiques de l'azote chez le chevreuil (*Capreolus capreolus* L.) : implications pour les reconstitutions paléoenvironnementales, in *Comptes rendus de l'Académie des sciences, Série 3, Sciences de la vie*, 323, p. 179-185.
- Rollet, Balmelle 1994** Rollet P., Balmelle A., Reims (Marne), Archéologie urbaine. La fouille de la place Drouet d'Erlon. DFS de sauvetage urgent, AFAN, 73 p.
- Rollet et al. 2009** Rollet P., Florent G., Jouhet E., Reims (Marne) – 17-19, rue du Mont d'Arène et 6-8 rue Maucroix. Rapport final d'opération, 4 vol, 242 p.
- Sindonino 2001** Sindonino S., Reims, 40, Bld Jamin. DFS de sauvetage urgent, AFAN Grand Est, 27 p.
- Sindonino et al. 2016** Sindonino S., Cavé M., Thiol S., Mathelart P., Brunet M., Rollet P., Les sépultures tardo-antiques de la fouille du tramway à Reims (Marne), in *L'Antiquité tardive dans l'Est de la Gaule, II. Sépultures, nécropoles et pratiques funéraires en Gaule de l'Est - Actualité de la recherche*, ARTEHIS Editions, p. 45-60.
- Skoglund et coll. 2013** Skoglund P. et coll., Accurate sex identification of ancient human remains using DNA shotgun sequencing, in *Journal of Archaeological Science*, 40, p. 4477-4482.
- Stocker 2003** Stocker P., *Reims (Marne) – 50, Rue Dérodé*. Rapport de diagnostic. Fouille archéologique, Inrap GEN, 20 p.
- Stocker 2007** Stocker P., Reims (Marne) 37 rue Prieur de la Marne. Rapport de diagnostic. Inrap Grand Est Nord, 2007, 23 p.
- Szpak et al. 2017** Szpak P., Metcalfe J.Z., Macdonald R.A., Best practices for calibrating and reporting stable isotope measurements in archaeology, in *Journal of Archaeological Science*, 13, p. 609-616.
- Thomann, Péchart 2013** Thomann A., Péchart S., Reims (Marne) 43 rue de Sébastopol, Rapport de fouilles, Archéosphère, 2013, 745 p.
- Van der Merwe, Medina 1991** Van der Merwe N.J., Medina E., The canopy effect carbon isotope ratios and foodwebs in Amazonia, in *Journal of Archaeological Science*, 18, p. 249-259.
- Van Klinken 1999** Van Klinken G.J., Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements, in *Journal of Archaeological Science*, 26, p. 687-695.