



HAL
open science

**Microévolution et bioarchéologie des groupes humains
de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène en
Europe occidentale : apports de l'anthropologie
biologique aux connaissances sur le Paléolithique final et
le Mésolithique**

Mathilde Samsel

► **To cite this version:**

Mathilde Samsel. Microévolution et bioarchéologie des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène en Europe occidentale : apports de l'anthropologie biologique aux connaissances sur le Paléolithique final et le Mésolithique. Anthropologie biologique. Université de Bordeaux, 2018. Français. NNT : 2018BORD0072 . tel-01897808

HAL Id: tel-01897808

<https://theses.hal.science/tel-01897808v1>

Submitted on 17 Oct 2018

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.

THÈSE PRÉSENTÉE
POUR OBTENIR LE GRADE DE

**DOCTEUR DE
L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX**

ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES ET ENVIRONNEMENTS
SPÉCIALITÉ ANTHROPOLOGIE BIOLOGIQUE

Par Mathilde SAMSEL

Microévolution et bioarchéologie des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène en Europe occidentale : apports de l'anthropologie biologique aux connaissances sur le Paléolithique final et le Mésolithique

Sous la direction de : Sébastien VILLOTTE
et la co-direction de : Christopher J. KNÜSEL

Soutenue le 29 mai 2018

Membres du jury :

M. MAUREILLE Bruno, Directeur de Recherche au CNRS, UMR 5199, Bordeaux	Président
M. MARCHAND Grégor, Directeur de Recherche au CNRS, UMR 6566, Rennes	Rapporteur
M. MEIKLEJOHN Christopher, Professeur émérite, Université de Winnipeg, Canada	Rapporteur
M. KNÜSEL Christopher J., Professeur, Université de Bordeaux, UMR 5199, Bordeaux	Directeur
M. VILLOTTE Sébastien, Chargé de Recherche au CNRS, UMR 5199, Bordeaux	Directeur
Mme CREVECOEUR Isabelle, Chargée de Recherche au CNRS, UMR 5199, Bordeaux	Examinatrice
M. PETERSEN Hans C., Professeur associé, Syddansk Universitet, Danemark	Examineur
Mme VALENTIN Frédérique, Chargée de Recherche au CNRS, UMR 7041, Nanterre	Examinatrice

Microévolution et bioarchéologie des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène en Europe occidentale : apports de l'anthropologie biologique aux connaissances sur le Paléolithique final et le Mésolithique

La fin du Pléistocène et le début de l'Holocène sont marqués par des bouleversements environnementaux d'une ampleur et d'une intensité exceptionnelles en Europe de l'Ouest. Ces quelque huit millénaires ont été scindés en périodes chronoculturelles principalement à partir de critères typotechnologiques de l'industrie lithique, correspondant au Paléolithique final, et au premier et au second Mésolithique. L'identité biologique des groupes humains de cette période n'avait jusqu'alors jamais été étudiée de façon spécifique et la réalité anthropologique de ces partitions pose question. À partir d'un corpus réactualisé de 70 sites couvrant les territoires actuels de la France, de l'Allemagne, de la Belgique, du Luxembourg, de la Suisse, de l'Italie, de l'Espagne et du Portugal, ce sont 617 spécimens pour les restes osseux et 251 pour les restes dentaires qui ont été analysés. Des caractéristiques squelettiques ont été enregistrées et analysées selon un protocole unique : proportions squelettiques comme la stature, l'indice brachial et l'indice crural, morphométrie crânienne et mandibulaire, analyse par morphométrie géométrique de la conformation du neurocrâne et variations anatomiques non métriques crâniennes et dentaires. L'ensemble des données recueillies a fait l'objet de traitements statistiques adaptés, descriptifs, multivariés et exploratoires. Parmi les résultats obtenus, l'analyse métrique et morphologique de la mandibule révèle des changements microévolutifs de la morphologie mandibulaire en lien avec l'intensification de l'élargissement du spectre des ressources consommées au cours du Mésolithique. Un fonctionnement différent des groupes est proposé entre ceux établis sur les zones côtières et les continentaux. Les groupes côtiers seraient organisés selon un système plutôt fermé, traduit par la structuration régionale des données anthropobiologiques, alors que les groupes continentaux, bien qu'ayant un ancrage local, possèderaient des réseaux d'échanges plus larges et/ou plus réguliers. Enfin, la permanence des groupes humains du Paléolithique final au Mésolithique est avancée, ainsi qu'au sein des zones côtières durant tout le Mésolithique, alors qu'une discontinuité populationnelle entre premier et second Mésolithique est mise en évidence dans l'aire continentale. L'hypothèse d'une arrivée de nouveaux groupes depuis les régions situées plus à l'est, poussés par la progression néolithique en Europe centrale à partir du VII^{ème} millénaire cal BC est avancée, rejoignant un des *scenarii* proposés à partir de l'analyse de l'ADN ancien.

Mots-clés : anthropobiologie, Hommes modernes, chasseurs-cueilleurs, peuplement, Paléolithique final, Mésolithique, Néolithique, Tardiglaciaire, Holocène, morphométrie, variations anatomiques non métriques, morphométrie géométrique 3D, crâne, mandibule, dents, diagnose sexuelle secondaire, facteurs microévolutifs, bioarchéologie.

Microevolution and bioarchaeology of Late Pleistocene and Early Holocene Western European human populations: Biological anthropological insights into the Late Palaeolithic and Mesolithic

Environmental changes of exceptional magnitude and intensity occurred during the Late Pleistocene and the Early Holocene in Western Europe. These- some eight millennia- have been divided into chronocultural periods based on typotechnological lithic industries, corresponding to the Late Palaeolithic and the Early and Late Mesolithic. The biological identity of the human groups from this lengthy period of time has never previously been studied in a systematic way, and the anthropological meaning of these divisions remains unclear. In order to fill this gap in knowledge, this thesis presents the results of analyses of an up-to-date sample of 617 skeletal specimens and 251 dental remains covering 70 sites from France, Germany, Belgium, Luxembourg, Switzerland, Italy, Spain and Portugal. Skeletal characteristics, including skeletal proportions- stature, brachial and crural indices -, cranial and mandibular morphometrics, geometric morphometric analysis of the neurocranium, and non-metric skeletal and dental traits were recorded and analysed using a single protocol. All data collected were subjected to suitable descriptive, multivariate and exploratory statistical treatments. Among the results obtained, the metric and morphological analysis of the mandible reveals micro-evolutionary morphological changes related to the intensified exploitation of a broader spectrum of food resources during the Mesolithic. Human groups in coastal zones differ from those located further inland. Coastal groups evince a rather closed system, reflected by a regional structure of bioanthropological data, whereas inland groups, while locally based, are characterized by broader and/or more regular networks of population interaction. Finally, there appears to be continuity between human groups from the Late Palaeolithic to the Early Mesolithic, as well as throughout the Mesolithic in coastal areas, while population discontinuity between the Early and Later Mesolithic is highlighted in the continental area. The arrival of new groups from areas further east, driven by Neolithic population advances through Central Europe from the 7th millennium BC cal is hypothesised, similar to one of the scenarios proposed from the analysis of aDNA.

Keywords: bioanthropology, modern humans, hunter-gatherers, peopling, Late Palaeolithic, Mesolithic, Neolithic, Late Glacial, Holocene, morphometrics, non-metric skeletal and dental traits, 3D geometric morphometrics, cranium, mandible, teeth, secondary sexual determination, microevolutionary factors, bioarchaeology.

REMERCIEMENTS

Je tiens en premier lieu à adresser mes remerciements à l'ensemble des membres du jury qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail :

- Mme Isabelle CREVECOEUR, Chargée de Recherche au CNRS, UMR 5199
- M. Christopher J. KNÜSEL, Professeur à l'Université de Bordeaux, UMR5199
- M. Grégor MARCHAND, Directeur de Recherche au CNRS, UMR 6566
- M. Bruno MAUREILLE, Directeur de Recherche au CNRS, UMR 5199
- M. Christopher MEIKLEJOHN, Professeur émérite à l'Université de Winnipeg (Canada)
- M. Hans C. PETERSEN, Professeur associé à la Syddansk Universitet (Danemark)
- Mme Frédérique VALENTIN, Chargée de Recherche au CNRS, UMR 7041
- M. Sébastien VILLOTTE, Chargé de Recherche au CNRS, UMR 5199

Je remercie tout particulièrement Grégor MARCHAND et Christopher MEIKLEJOHN d'avoir accepté d'en être les rapporteurs.

J'exprime ma reconnaissance à Sébastien VILLOTTE et Christopher KNÜSEL qui ont su investir de leur temps et de leur énergie dans cet encadrement de thèse. Les discussions que nous avons pu avoir tout au long de ces années ont été enrichissantes et ont fortement contribué à la construction de ma démarche scientifique. Leur rigueur, leur exigence et leur complémentarité scientifiques m'ont permis d'aboutir à ce travail de recherche et je les en remercie.

J'exprime mes sincères remerciements à Mathieu LANGLAIS, Hans C. PETERSEN et Aline THOMAS, pour les avis et conseils qu'ils m'ont prodigués tout au long de ce travail dans le cadre des réunions de comité de suivi de thèse. Je tiens également à remercier Frédéric GARABETIAN, directeur de l'École doctorale Sciences et environnements, qui œuvre et veille quotidiennement à valoriser le travail des doctorants en thèse.

Cette thèse a été rendue possible grâce à l'obtention d'un contrat doctoral de l'Université de Bordeaux, financé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. J'ai également bénéficié de nombreux soutiens financiers et matériels :

- laboratoire PACEA UMR 5199, Université de Bordeaux ;
- AAP2014 du Département Sciences et Technologies de l'Université de Bordeaux intitulé « *Biologie, pathologie et comportements des derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale. Mode de vie, état sanitaire et affinités biologiques des populations du premier Mésoolithique d'Europe occidentale* » (coord. S. Villotte) ;
- Programme Hubert Curien (PHC) Tournesol FR 34228WD intitulé « *Biologie, pathologie et comportements des derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale* » (coord. français S. Villotte, coord. belge C. Polet) ;

- Projet Collectif de Recherche « *Peuplements et cultures à la fin du Tardiglaciaire dans le Nord du Périgord, entre Dronne et Tardoire* », Programme P11, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (coord. P. Paillet et E. Man-Estier) ;
- Région Aquitaine, Projet MAGDAQUI « *L'Aquitaine à la fin du Pléniglaciaire supérieur : une région au carrefour d'influences culturelles au Magdalénien (19000-18000 avant le présent)* » (coord. M. Langlais) ;
- Agence Nationale de la Recherche ANR-15-CE33-0004 GRAVETT'OS « *Biologie, pathologie et comportements des Gravettiens : du squelette aux interprétations paléolithologiques* » (coord. S. Villotte).

Ce travail n'aurait pas pu voir le jour sans la bienveillance des différents chercheurs et responsables de collections qui m'ont permis l'accès aux collections ostéo-archéologiques à travers l'Europe et qui constituent mon matériel d'étude. J'exprime mes remerciements à Patrice COURTAUD et Henri DUDAY (UMR 5199 PACEA), Isabelle SOUQUET-LEROY (INRAP), Dominique HENRY-GAMBIER (UMR 5199 PACEA), Michel LENOIR (UMR 5199 PACEA), Aude BERGERET (Muséum d'histoire naturelle Victor Brun, Montauban), Jean-Jacques CLEYET-MERLE et Peggy JACQUEMENT (Musée National de Préhistoire, Les-Eyzies-de-Tayac), Laudine MICHELIN (Musée Labenche, Brive-la-Gaillarde), Véronique MERLIN-ANGLADE (Musée d'art et d'archéologie du Périgord, Périgueux), Emmanuel ROBERT (Faculté de Géologie, Université Claude Bernard, Villeurbanne), Christian SERMET (Musée des Confluences, Lyon), Frédérique VALENTIN (UMR 7041 Arscan), Thierry DUCROCQ (INRAP), Richard COTTIAUX (INRAP), Cyrille BILLARD (SRA Basse-Normandie), Laurent LANG, Juliette DURAND (INRAP), Paul BRUNET, Corine THÉVENET (UMR 8215 Trajectoires), Pierre BODU (UMR 7041 Arscan), Catherine SCHWAB (Musée d'Archéologie Nationale, Saint-Germain-en-Laye), Henri DE LUMLEY (Institut de Paléontologie Humaine), Amélie VIALET (UMR 7194), Frédéricik LETTERLÉ (DRAC d'Auvergne-Rhône-Alpes), Pierre DALOUS et Guillaume FLEURY (Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse), le SRA Rhône-Alpes et Mylène LERT (Musat, Saint-Paul-Trois-Châteaux), Patrick SEMAL et Caroline POLET (Institut royal des Sciences naturelles de Belgique), Cécile HONNAY (Musée de la Haute Meuse Préhistorique, Godinne), Michel TOUSSAINT (Association Wallonne d'Études Mégalithiques), Pierre BODART, Jean-Michel GUINET et Dominique DELSATE (Musée national d'Histoire naturelle de Luxembourg), Bernd MÜHLENDORFER (Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg), Harald MELLER, Bettina STOLL-TUCKER et Isabelle KOLLIG (Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt - Landesmuseum für Vorgeschichte – Halle (Saale)), Katerina HARVATI, Michael FRANCKEN et Wieland BINCZIK (Eberhard Karls Universität Tübingen Institut für Naturwissenschaftliche Archäologie Paläoanthropologie), Ralf SCHMITZ (LVR-LandesMuseum Bonn), Marc-Antoine KAYSER, Denis RAMSEYER et François-Xavier CHAUVIÈRES (Laténium, Neuchâtel), Luis GRAU LOBO et Julio Manuel ENCINAS (Museo de León), María Dolores GARRALDA BENAJES (Universidad Complutense de Madrid), Carmen CACHO (Museo arqueológico nacional, Madrid), Juan Joaquim CABANILLES (Museu de Prehistòria de València), Josep CASABÓ (Museo de la Valltorta, Tírig), Carmen Rosa OLARIA PUYOLES (Universitat Jaume I, Castellón de la Plana), Eulàlia SUBIRÀ (Universitat Autònoma de Barcelona), Miguel RAMALHO (Museu Geológico de Lisboa), Vittoria SCHIMMENTI (Museo Archeologico A. Salinas, Palermo), Carolina DI PATTI (Museo Geologico Gemellaro, Palermo). Je les remercie de leur confiance et de l'accueil qu'ils m'ont à chaque fois réservé dans leurs locaux. Je remercie également Christian VERJUX (SRA Centre) pour avoir répondu favorablement à ma demande d'autorisation d'étude des vestiges humains d'Auneau « Le Parc du Château » ainsi que Christophe CUPILLARD (SRA Franche-Comté) concernant l'étude des vestiges humains de Ranchot « Abri des Cabones », mais que je n'ai malheureusement pas pu réaliser par manque de temps.

J'exprime également mes sincères remerciements aux chercheurs qui m'ont transmis les images et modèles 3D de certains crânes : Vitale Stefano SPARACELLO (*UMR 5199 PACEA*), J.-J. HUBLIN (*Department of Human Evolution Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig*), François-Xavier CHAUVIÈRES (*Laténium, Lausanne*), Guillaume FLEURY (*Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse*), Jean-Michel GUINET et Dominique DELSATE (*Musée national d'Histoire naturelle de Luxembourg*).

Je tiens à remercier Judith GRÜNBERG (*Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt - Landesmuseum für Vorgeschichte – Halle (Saale)*) et Julio M. VIDAL ENCINAS (*Junta de Castilla y León, Servicio Territorial de Cultura*) qui m'ont apporté une aide précieuse dans l'identification et la localisation de vestiges humains mésolithiques en Allemagne et en Espagne, cela même avant le début officiel de cette thèse.

Les échanges que j'ai pu entretenir avec les chercheurs de diverses institutions ont largement contribué à la construction de ma réflexion. Je souhaite donc particulièrement remercier Frédérique VALENTIN (*UMR 7041 Arscan*) pour son investissement et sa bienveillance à mon égard, Nicolas VALDEYRON (*UMR 5608 TRACES*), Boris VALENTIN (*Université Paris 1, UMR 7041 Arscan*) et Grégor MARCHAND (*UMR 6566 CReAAH*) pour avoir partagé avec enthousiasme leur vision de spécialistes concernant le Paléolithique final et le Mésolithique. Je tiens également à remercier Aline THOMAS (*UMR 7206 Éco-anthropologie et Ethnobiologie*) qui a toujours été disponible pour discuter des aspects anthropobiologiques de ma thèse (dès le début avec les fameux « ateliers méthodo ») et pour ses conseils avisés.

Ce travail de doctorat s'est déroulé dans des conditions favorables au sein de l'UMR 5199 PACEA (*De la Préhistoire à l'Actuel, Culture, Environnement, Anthropologie*) dont je remercie vivement les directeurs successifs Bruno MAUREILLE puis Anne DELAGNES, leurs co-directrices respectifs Catherine FERRIER et Christine VESCHAMBRE-COUTURE, ainsi que Dominique CASTEX directrice de l'équipe A3P (*Anthropologie des Populations Passées et Présentes*) au début de ma thèse. Je tiens également à remercier Catherine MOREL-CHEVILLET, Régine WORTMANN, Jean-François CARO, Nathalie KELLAY, Graziella CHAMINAUD, Isabelle ESQUIRIAL, Maryelle BESSOU et Arnaud ROBIN pour leur aide au quotidien.

J'adresse mes remerciements à l'ensemble des chercheurs et enseignants-chercheurs de PACEA, qui m'ont aidée dans la réalisation de cette thèse, que ce soit par des aides ponctuelles, leurs conseils et recommandations avisés, leurs relectures ou encore leurs encouragements au détour d'un couloir, autour d'un café ou d'un verre. Je souhaite notamment remercier Priscilla BAYLE, Emmy BOCAEGE, Jaroslav BRUZEK, Dominique CASTEX, Sylvain DUCASSE, Bruno DUTAILLY, Jean-Philippe FAIVRE, Pierre GUYOMARC'H, Jessica JOGANIC, Ronan LEDEVIN, Mathieu LANGLAIS, Véronique LAROULANDIE, Marie-Hélène PEMONGE, Géraldine SACHAU-CARCEL, Eline SCHOTSMANS, Vito SPARACELLO, Anne-marie TILLIER. Je tiens tout particulièrement à exprimer ma gratitude à Isabelle CREVECOEUR pour avoir partagé avec moi certaines de ses données recueillies sur des vestiges humains d'Afrique du Nord, Solange RIGAUD qui m'a initiée avec un enthousiasme communicatif aux tests de Mantel, Yann HEUZÉ pour son aide et ses relectures expertes de la partie « morphométrie géométrique » ainsi que Marie-France DEGUILLOUX pour son enthousiasme et ses conseils lorsque nous avons discuté de mes résultats. Je souhaite exprimer ma profonde reconnaissance à Dominique HENRY-GAMBIER pour ses conseils éclairés, la confiance qu'elle m'a témoignée en me confiant des archives et des données personnelles ainsi que son soutien dans les

derniers mois de cette thèse.

Je tiens à remercier Frédéric SANTOS pour la patience et l'humour dont il a fait preuve avec moi, et de manière générale pour le développement d'outils statistiques adaptés à nos questions anthropobiologiques. L'élaboration de la méthode de diagnose sexuelle secondaire mise en œuvre dans ce travail est le fruit de sa réflexion et de son labeur. Si j'ai pu mener l'ensemble de mes analyses statistiques sous R, c'est grâce à ses qualités pédagogiques et à sa disponibilité dont j'ai probablement abusée (SERVICE CHOCOLAT EXPRESS).

Je suis profondément reconnaissante envers Sacha KACKI et Mona LE LUYER pour le temps qu'ils ont consacré à la relecture attentive du manuscrit ainsi que leurs précieux conseils. Je n'aurais pas pu espérer de meilleurs relecteurs et je les en remercie. J'ai eu la chance, tout au long de ces années, de bénéficier du soutien inconditionnel et sans faille de Mona, qui, par ses relectures « en avant-première », sa disponibilité et ses encouragements quotidiens, a largement contribué à l'aboutissement de ce travail. Je ne pourrai jamais assez la remercier.

Parce qu'ils l'ont vécue, qu'ils la vivent encore aujourd'hui, et qu'ils ont été présents « au plus près de l'action » qu'est la thèse avec son cortège de joies, de difficultés et de découragements, je ne pourrai jamais assez remercier les doctorants et néo-docteurs de PACEA et d'ailleurs. Tout particulièrement, merci à Marion BINDE, Antony COLOMBO, Dany COUTINHO NOGUEIRA, Claire-Elise FISCHER, Sacha KACKI, Arwa KHARABI, Alizé LACOSTE-JEANSON, Caroline LAFOREST, Mona LE LUYER, Mélie LE ROY, Marie MATU, Selim NATAHI, Nga NGUYEN, Caroline PARTIOT, Suzon PROVOST, Julie RENOU, Léonie REY, Maïté RIVOLLAT, Rebeka RMOUTILOVA, Kévin SALESSE et Anthony SECHER.

Parce que grâce à la musique on fait de belles rencontres, merci à Pierre de m'avoir conviée à venir jouer dans un patelin paumé un beau jour de 2014. Merci à l'orchestre d'harmonie d'Ambès qui m'a si bien accueillie et que j'ai plaisir à retrouver les vendredis soirs. Je remercie également le BBCC pour m'avoir fait vivre un weekend de folie à Nantes (mention spéciale !) ainsi que Simon, Carine, Tiéphen et Mathieu qui m'ont permis de m'aérer la tête sur cette fin de thèse.

Quand les collègues deviennent des amis ... Je souhaite remercier pour leur amitié Géraldine & Jean-Marie (et aussi la petite Margot), Pauline, Julie, Sélim, Sacha et Pierre, vous avez toujours été présents. Merci également à la fine équipe Maïté, Arwa, Kévin, Antony (du début à la fin !), Flo, Mona & Joris (et Chachou) pour nos retrouvailles de gastronomes et fins gourmets, les jeux de société jusqu'à pas d'heure, les après-midis farniente au soleil, les marches gourmandes, les *footings*, et tout simplement pour m'avoir soutenue et supportée.

Je tiens à saluer et remercier pour leur soutien mes amis de l'orchestre de INPL *aka* OSNU *aka* OSUL : Claire « Bouchon » (merci de m'avoir accueillie à Barcelone), François le Français, Quentin, Cécile et Céleste, Baptiste & Clémentine (merci de m'avoir accueillie à Paris), J-B & Selia, Vincent « Choco » & Chloé, Caroline, Armand, Octave & Juliette, Anastasia, Robert & Antonin (merci pour votre accueil à Paris et les spaghetti-knacky mémorables de Robert Z.), Clémence, Vincent & Léontine, Pauline « Chaton » & Nico « Puch ». Notre amitié dure depuis 12 ans et a traversé les années avec de beaux mariages et de beaux enfants qui sont venus compléter le groupe. Je nous souhaite encore de nombreuses années de retrouvailles aux quatre coins de la France.

Parce que tu n'as jamais douté de moi, merci Cyrielle, ton amitié m'est précieuse.

Je suis profondément reconnaissante à la famille CAPDEVIELLE-DARRÉ qui m'a accueillie avec tant de bienveillance et de naturel. Je tiens à remercier Maurice & Danielle, Olivier, Morgane & Lucile ainsi que Nathalie, Sylvain & Noémie. Merci également à toute la famille LACAVE qui m'accueille toujours avec beaucoup de générosité dans le Béarn.

Je remercie ma famille, Monique, Charles, Christian, Sébastien, Christelle & Axel pour leur présence tout au long de ses années, ainsi que Gaby, Sylvie, Lorella & Sébastien, Marcel, Clément, Vincent, Hermione & Ezio, Patrice, Annie & Pierre. Je tiens également à remercier Robert & Chantal que je considère comme ma famille.

Enfin, il est difficile de trouver les mots justes pour qualifier le soutien que m'ont apporté et m'apportent au quotidien ma sœur Alice, le beau'f Guillaume et mes parents. Alice et Maman, vous êtes parmi les femmes les plus courageuses que je connaisse. Papa, tu as toujours cru en moi, quoi qu'il arrive, et tu continues malgré ton absence. Vous m'avez toujours laissée faire mes choix, sans jugement ni conditions, et je vous remercie de me donner une telle chance. Cette thèse est aussi un peu la vôtre.

Alexandre, merci ...

À mon père.

En essayant continuellement on finit par réussir. Donc : plus ça rate, plus on a de chance que ça marche.

Jacques Rouxel, *Les Shadoks en grande pompe*, 2012.

Soutien (subs. masc.).

Action de maintenir quelque chose ou quelqu'un en place ou debout en l'empêchant de tomber.

(...)

– Par analogie : 1. a) *Action d'aider à la réalisation de quelque chose ou d'aider quelqu'un en vue de lui permettre de réussir à mener à bien quelque chose.*

Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	IV
SOMMAIRE.....	XII
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I CADRE DE L'ANALYSE, ÉTAT DES CONNAISSANCES ET PROBLÉMATIQUE D'ÉTUDE	7
I. CADRE DE L'ANALYSE : LA FIN DU PLÉISTOCÈNE ET LE DÉBUT DE L'Holocène EN EUROPE DE L'OUEST	9
II. PALÉOBIOLOGIE DES VESTIGES HUMAINS.....	29
III. ÉTUDE OSTÉO-BIOLOGIQUE DES VESTIGES HUMAINS DU PALÉOLITHIQUE FINAL ET DU MÉSOLITHIQUE : PROBLÉMATIQUE, OBJECTIFS, ET HYPOTHÈSES D'ANALYSE	38
CHAPITRE II MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	43
I. CORPUS D'ÉTUDE.....	45
II. IDENTIFICATION BIOLOGIQUE.....	56
III. ANALYSES MORPHOMÉTRIQUES	82
CHAPITRE III RÉSULTATS ET DISCUSSION	111
I. SQUELETTE INFRA-CRÂNIEN	113
II. CRÂNE ET MANDIBULE	142
CHAPITRE IV CHANGEMENTS ET PERMANENCE DES GROUPES HUMAINS DU PALÉOLITHIQUE FINAL ET DU MÉSOLITHIQUE	271
I. DES DONNÉES OSTÉO-BIOLOGIQUES AUX PHÉNOMÈNES MICROÉVOLUTIFS	273
II. DES MODIFICATIONS DIACHRONIQUES DANS L'ALIMENTATION QUI IMPACTENT LA BIOLOGIE DES INDIVIDUS	279
III. PALÉOLITHIQUE FINAL ET MÉSOLITHIQUE : HISTOIRES ET IDENTITÉS PLURIELLES.....	282
CONCLUSION	293
BIBLIOGRAPHIE	301
LISTE DES FIGURES.....	350
LISTE DES TABLES	360
LISTE DES ANNEXES	A
ANNEXES	C
TABLE DES MATIÈRES	GGG

Remarques liminaires

Sauf mention contraire, les calibrations des datations radiocarbone ont été réalisées par l'auteure lorsque les sources précisaient les dates BP (*Before Present*). Elles ont été calibrées en cal BP (calibré *Before Present*) et/ou en cal BC (calibré *Before Christ*) à deux sigmas selon la courbe IntCal13 dans le logiciel Calib Rev7.1.0 (Stuiver *et al.* 2005, Reimer *et al.* 2013).

Pour des questions de place dans les graphiques, certains spécimens des sites de Cabeço da Arruda et Moita do Sebastiao (Portugal) inclus dans ce travail, initialement identifiés par des chiffres romains, ont fait l'objet d'une re-numérotation en chiffres arabes. Les correspondances entre les différentes numérotations sont disponibles dans les tableaux situés dans les Annexes 1-B à 1-H du manuscrit.

INTRODUCTION

La fin du Pléistocène et le début de l'Holocène sont marqués par des bouleversements environnementaux d'une ampleur et d'une intensité exceptionnelles. La sortie des temps glaciaires entraîne un renouvellement de la faune et de la flore et une modification des paysages sur un temps court à l'échelle de l'évolution humaine. Définie et périodisée sur la base de critères typotechnologiques lithiques, l'identité de ces groupes humains a été classée, étiquetée, et leurs modes de vie imaginés. Coincés entre deux grandes périodes, le Paléolithique et le Néolithique, ces quelque huit millénaires (*ca* 12700 cal BC - 4500 cal BC) ont tantôt été figurés comme le siège d'une discontinuité de peuplement, tantôt comme celui d'une continuité. Tout particulièrement, le Mésolithique a successivement été considéré comme un *hiatus* dans l'histoire récente des derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe de l'Ouest (Cartailhac 1870), une période d'âge sombre abritant des groupes humains sous-développés, mangeurs d'escargots (Barrière 1956), ou encore une simple étape finale de la Préhistoire et préparant l'arrivée du mode de vie néolithique (Goury 1931).

Ces dernières décennies, les dynamiques de recherche et le renouvellement des sources archéologiques, notamment par le dynamisme de l'archéologie préventive en France, ont contribué à modifier la perception de ce qu'on appelle « Paléolithique final » et « Mésolithique ». Cette périodisation, à laquelle s'ajoutent d'autres partitions internes, constituent des jalons pour l'étude et l'analyse de ces sociétés de chasseurs-cueilleurs. Alors que les phénomènes culturels et techniques commencent à être envisagés de façon précise, l'identité biologique même de ces groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène nous est encore majoritairement inconnue. Qui étaient ces femmes et ces hommes, et quelles sont leurs variations ? Comment les bouleversements du milieu naturel qui les entourait ont pu affecter leur biologie ? Alors que ces questionnements ne sauraient être envisagés sans s'intéresser aux vestiges humains, une telle étude synthétique, à l'échelle de l'Europe occidentale, était jusqu'à présent inexistante. Ce sont précisément les restes osseux de ces individus du Paléolithique final et du Mésolithique qui ont retenu notre attention. L'étude de leurs caractéristiques nous permet d'appréhender les spécificités de ces groupes, leur unité et leur diversité. À la lumière des connaissances environnementales et culturelles disponibles, les facteurs et mécanismes microévolutifs peuvent alors être envisagés. C'est par cette approche bioarchéologique intégrée que des éléments pourront être apportés à la connaissance de l'identité biologique des derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe de l'Ouest.

Les enjeux d'une analyse microévolutive et bioarchéologique des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène sont doubles et inédits. Il s'agit de :

- 1) réaliser une synthèse sur les caractéristiques osseuses de ces individus à partir d'un corpus réactualisé ;
- 2) d'apporter des éléments de compréhension à des questionnements archéologiques plus larges, en termes de fonctionnement et d'identité de ces groupes de chasseurs-cueilleurs.

C'est pourquoi nous ne pouvons pas faire l'économie d'un tour d'horizon des données climatiques, environnementales et culturelles de la fin du Paléolithique final et du Mésolithique. Exposé dans le CHAPITRE I., ce cadre contextuel pose les jalons de la réflexion menée dans notre travail, dont les objectifs et hypothèses sont détaillés à la fin de ce chapitre.

Le corpus de vestiges humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène analysé dans le présent travail a été construit de façon critique, en tenant compte des dernières réattributions chronoculturelles et datations disponibles (CHAPITRE II.I.). Si la majorité des sites sur lesquels se fonde notre analyse a auparavant bénéficié d'études anthropologiques, celles-ci, pour certaines anciennes, présentent des disparités en termes de méthodes utilisées pour l'identification biologique des individus, notamment la détermination du sexe. En vue d'assurer la fiabilité des analyses de ces vestiges humains, une révision des paramètres biologiques individuels pour l'ensemble du corpus a été réalisée selon un protocole méthodologique invariable et à partir des méthodes reconnues à ce jour comme fiables (CHAPITRE II.II.). Les variations morphométriques et morphologiques squelettiques et dentaires porteuses d'une information phylogénétique ont été enregistrées pour l'ensemble du corpus selon un protocole établi par l'auteur, directement sur les spécimens pour la grande majorité des restes humains inclus dans ce travail (CHAPITRE II.III.) et disséminés dans diverses institutions en France, Belgique, Allemagne, Suisse, Italie, Espagne et Portugal. Les analyses statistiques univariées et multivariées spécifiques à chaque type de données récoltées (CHAPITRE II.III.) ont été appliquées aux données anthropobiologiques recueillies, selon les axes définis par les hypothèses de travail. Ces dernières rythment également la présentation et la discussion des résultats obtenus pour chacun des marqueurs osseux et dentaires analysés (CHAPITRE III.).

Enfin, les différents acquis de l'étude biologique des vestiges humains constituant le corpus font l'objet d'une synthèse qui s'attache à comprendre les caractéristiques biologiques des de ces individus à la lumière des données archéologiques et environnementales dans une approche intégrée (CHAPITRE IV.). Elle conduit à discuter des changements et de la permanence des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène en Europe occidentale.

CHAPITRE I

CADRE DE L'ANALYSE, ÉTAT DES CONNAISSANCES ET PROBLÉMATIQUE D'ÉTUDE

Mésolithique : nom masculin singulier pluriel ...

(Valdeyron 2013 : 115)

Le passage du Paléolithique au Néolithique est un changement radical du système, irréversible. Peut-être qu'envisager une continuité permet à certains d'éviter une trop grande mise à distance, d'apprivoiser le passé, de relier tous les fils de l'Histoire. Pour notre part, c'est l'insondable altérité de ces peuples qui nous frappe et nous fascine, encore et toujours.

(Marchand 2014a : 427)

I. CADRE DE L'ANALYSE : LA FIN DU PLÉISTOCÈNE ET LE DÉBUT DE L'HOLOCÈNE EN EUROPE DE L'OUEST

1. Aspects chronologiques, climatiques et paléoenvironnementaux

A. *Limites conventionnelles et phasage climatique : Tardiglaciaire et début de l'Holocène en Europe de l'Ouest*

Le Tardiglaciaire désigne traditionnellement la période d'instabilité climatique faisant suite au Dernier Maximum Glaciaire (ca 23 à 19000 cal BP, Clark *et al.* 2009). Il couvre les six derniers millénaires de la dernière période glaciaire du Pléistocène (Mangerud *et al.* 1974). Vers 14000 cal BP le cycle de réchauffement de l'Alleröd est associé à une fonte importante des glaces continentales (Alley 2000a, 2000b) et une accélération de la transgression marine (Fairbanks 1989). Les trois derniers millénaires, encore animés de péjorations climatiques, sont ainsi marqués par le repli de la calotte glaciaire sur la frange septentrionale de l'Europe (Figure 1). Le phénomène se termine avec le Dryas récent qui correspond à un fort refroidissement (Alley 2000a, 2000b). Ce cycle aboutit autour de 11700 cal BP au grand réchauffement de l'Holocène qui semble brutal, s'étalant sur quelques dizaines d'années avec une élévation des températures de 5 à 10 °C (Alley 2000a, 2000b). Se succèdent alors les phases du pré-Boréal, du Boréal et de l'Atlantique ancien pendant lesquelles le climat devient de plus en plus tempéré, malgré encore quelques périodes de brusques refroidissements, comme la « *pre-boreal oscillation (PBO)* » datée de 11200 cal BP et le « *8.2 ka cal BP event* » (ou « *Finse event* », 6200 cal BC) au cours de l'Atlantique ancien (Magny et Haas 2004, Magny *et al.* 2007). Le pré-Boréal correspond à une forte remontée des températures, marquée par une aridité pour certaines régions de la péninsule ibérique (Jalut *et al.* 2000). Au Boréal, le climat redevient globalement plus froid et plus humide, alors que durant la période de l'Atlantique ancien les conditions climatiques redeviennent plus tempérées (Jalut *et al.* 2000, Magny et Haas 2004).

B. Un milieu changeant

L'évolution du climat a impacté le paysage. Nous dressons ici un tableau général à l'échelle de l'Europe de l'Ouest qui efface les spécificités régionales.

La mosaïque de milieux qui se met en place durant le Tardiglaciaire s'observe dans les diagrammes polliniques. Le rapport entre pollens d'arbres et pollens d'herbes traduit des milieux qui restent encore ouverts (Jalut et Turu-Michels 2009). Lors du Bölling, une première phase d'extension des arbres est observée, composée principalement de genévriers (*Juniperus*) et de bouleaux (*Betula*) ainsi que de saules (*Salix*) (Jalut et Turu-Michels 2009). Il s'agit d'essences héliophiles peu exigeantes du point de vue de la qualité des sols. Une raréfaction des herbacées steppiques (*e.g. Poaceae, Artemisia, Cyperaceae, Ephedra*) accompagne ce phénomène d'extension des espèces arboricoles (Jalut et Turu-Michels 2009). Ces caractéristiques sont liées à une augmentation de la température et des précipitations, bien que le milieu reste encore ouvert (Jalut et Turu-Michels 2009). Durant la période de l'Alleröd, le pin (*Pinus*) se développe entraînant une densification du couvert forestier, alors principalement composé de cette essence et de bouleaux (*Betula*). D'autres espèces à feuilles larges (*e.g. chènes cadufoles Quercus*) apparaissent (Jalut et Turu-Michels 2009). L'expansion des arbres est ensuite stoppé et parallèlement les herbacées de caractère steppique se redéplient lors du refroidissement du Dryas récent (Jalut et Turu-Michels 2009). Le début de l'Holocène est caractérisé par un réchauffement climatique global. Les herbacées steppiques, les pins (*Pinus*) et les bouleaux (*Betula*) se raréfient alors que les chènes (*Quercus*) et les noisetiers (*Corylus*) se développent (Jalut *et al.* 2000). Au cours du Pré-Boréal, la forêt se densifie progressivement mais au début de la période le milieu reste encore assez ouvert, permettant le déploiement du noisetier (*Corylus*) à plus large échelle durant le Boréal. L'orme (*Ulmus*) devient également plus présent (Leroyer 1997, Jalut *et al.* 2000). À l'Atlantique ancien, le couvert forestier se densifie et est principalement représenté par le chêne (*Quercus*) et le noisetier (*Corylus*), avec quelques occurrences de tilleul (*Tilia*) (Leroyer 1997, Jalut *et al.* 2000). Tous les biotopes (plaines, forêts, montagnes) sont occupés par la faune et l'humain qui évoluent alors dans des écosystèmes pluriels.

La remontée post-glaciaire des océans a modifié la géographie et le milieu naturel au début de l'Holocène. Plusieurs mécanismes interviennent : la fonte des calottes glaciaires a entraîné l'ajout d'eau dans l'océan global (l'eustasie), phénomène auquel s'additionne le réajustement de la lithosphère suite à l'ajout d'une masse d'eau et un retrait d'une masse de glace à sa surface (effets glacio-hydro-isostatiques), et enfin une mobilité de la croûte terrestre d'origine tectonique (Stéphan et Goslin 2014). Depuis les 11 derniers millénaires, l'évolution des niveaux marins se caractérise par une remontée progressive du niveau de la mer, avec un

rythme qui tend à décroître au cours du temps, sans oscillations significatives responsables de l'alternance de phases transgressives et régressives au cours de l'Holocène (Stéphan et Goslin 2014). Le ralentissement le plus notable se situe autour de 5000-4500 cal BC avec une vitesse de hausse inférieure ou égale à 1 mm par année contre une vitesse qui pouvait aller jusqu'à 7,5 mm par an durant les premiers millénaires de l'Holocène (Stéphan et Goslin 2014). Durant cette phase de transgression marine, la ligne de côte a reculé de plusieurs kilomètres et la configuration du littoral s'est modifiée. Certains territoires sont devenus des îles durant le début de l'Holocène, notamment certaines îles du littoral breton qui étaient pour la plupart rattachées au continent auparavant (Marchand 2014a, Marchand *et al.* 2018).

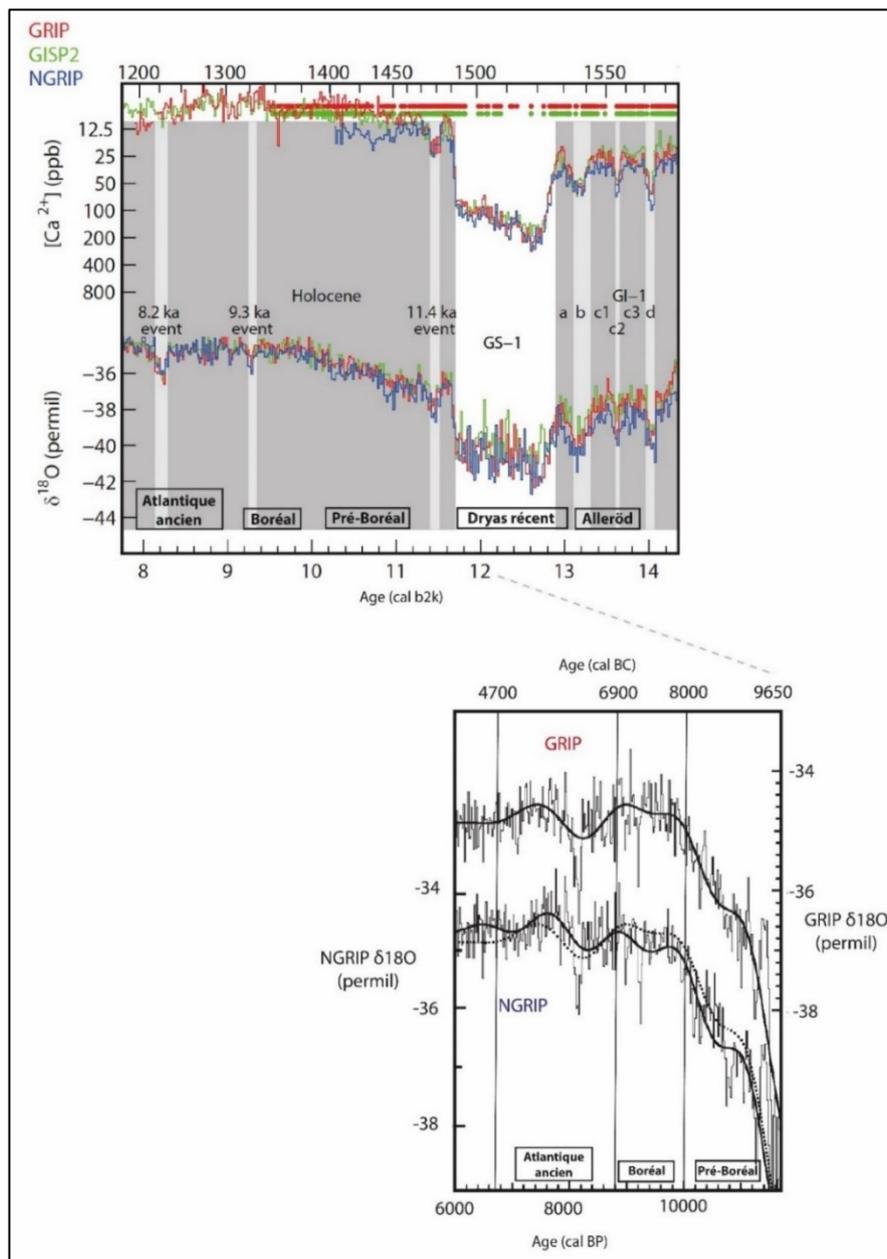


Figure 1 : Changements et périodes climatiques du Tardiglaciaire du début de l'Holocène en Europe : en haut, entre 14200 cal b2k (avant 2000) et 7800 cal b2k. Données et courbes $\delta^{18}\text{O}$ et $[\text{Ca}^{2+}]$ issues de Rasmussen *et al.* 2014 : 17, modifié ; événements climatiques Greenland : GS-1 (Greenland stadial-1), GI-1 (Greenland interstadial-1) ; en bas, détail entre 11400 et 6000 cal BP. Données et courbes $\delta^{18}\text{O}$ issues de Johnsen *et al.* 2001 : 305, modifié.

C. Chasse, pêche et cueillette

Cette partie traite essentiellement de données issues de l'étude d'assemblages d'origine anthropique sur lesquels la majorité des analyses disponibles se concentrent. Nous gardons à l'esprit que cette présentation peut ainsi comporter des manques et ne pas représenter la biomasse animale existante dans son intégralité, le comportement alimentaire étant la résultante de choix de la part de l'individu et du groupe humain face aux multiples ressources exploitables dans son environnement, choix guidés par des paramètres écologiques, biologiques, techniques, sociaux et culturels (Cochard 2004).

Durant le Tardiglaciaire, les grands troupeaux d'herbivores disparaissent. La faune chassée au Paléolithique final s'appuie sur une exploitation locale du milieu (Fat Cheung 2015). Le renne (*Rangifer tarandus*) semble ne plus être présent dès le début de l'Alleröd dans le Sud de l'Europe et le spectre faunique est alors dominé par le cerf (*Cervus elafus*) ainsi que par le bouquetin (*Capra pyrenaica*) en contexte montagnard (Bridault 1994, Bridault *et al.* 2000, Bridault et Chaix 2002, Drucker *et al.* 2003, Costamagno *et al.* 2008, Aura Tortosa *et al.* 2011).

Une diversification des ressources alimentaires est attestée par les analyses isotopiques sur restes osseux humains (Table 1, Drucker 2001, Drucker *et al.* 2015). Dès cette période, les petits gibiers et les proies halieutiques (dulcicoles ou maritimes) sont exploitées (Le Gall et Pannoux 1994, Cochard 2004, Cochard et Brugal 2004, Costamagno et Laroulandie 2004, Aura Tortosa *et al.* 2009), notamment les mollusques (Lubell 2004). Ces activités sont également attestées par la présence d'outils spécialisés pour la pêche, tels que les harpons (un inventaire est dressé pour la région pyrénéenne dans Fat Cheung 2015 : 44). Des indices de la présence de sanglier (*Sus scrofa*) et de chevreuil (*Capreolus capreolus*) sont observés dans le Sud de la France (Costamagno *et al.* 2008). Dans la péninsule ibérique, le cerf (*Cervus elafus*) déjà chassé lors des périodes précédentes est associé au lapin (*Oryctologus cuniculus*) ou au bouquetin (*Capra pyrenaica*) dans les régions les plus au nord (Bridault 1994, Bridault *et al.* 2000, Bridault et Chaix 2002, Drucker *et al.* 2003, Costamagno *et al.* 2008, Aura Tortosa *et al.* 2011).

Table 1 : Reconstitution de l'alimentation des individus humains attribués au Tardiglaciaire par l'analyse des isotopes stables de l'oxygène et de l'azote. Événements climatiques Greenland : GS-1 (Greenland stadial-1), GS-2 (Greenland stadial-2), GI-1 (Greenland interstadial-1), GI-2 (Greenland interstadial-2). Modifié d'après Drucker *et al.* 2015 : 697.

Site	Localisation	Contexte	Période	Origine dominante de l'alimentation	Référence
Rhünda	Hesse, Allemagne	Continental	GS-1	Eau douce	Drucker <i>et al.</i> 2015
Romito	Sicile, Italie	Continental	GS-1	Terrestre	Craig <i>et al.</i> 2010
Romito	Sicile, Italie	Continental	GI-1a/c	Terrestre	Craig <i>et al.</i> 2010
Romito	Sicile, Italie	Continental	GS-2a	Terrestre et Eau douce	Craig <i>et al.</i> 2010
Balma Guilanyà	Catalogne, Espagne	Continental	GS-1/Pré-Boréal	Terrestre	Garcia-Guixé <i>et al.</i> 2009
Abri Faustin	Gironde, France	Continental	GI-1e	Eau douce et terrestre	Drucker <i>et al.</i> 2005
San Teodoro	Sicile, Italie	Côtier	GI-1e	Terrestre et eau douce	Mannino <i>et al.</i> 2011
Addaura Caprara	Sicile, Italie	Côtier	GI-1e	Terrestre	Mannino <i>et al.</i> 2011
Riparo Tagliente	Vénétie, Italie	Continental	GS-2a	Eau douce	Gazzoni <i>et al.</i> 2013

Au début de l'Holocène, une forte diversité des espèces consommées est mise en évidence dans le registre archéologique. Les espèces fauniques forestières deviennent abondantes, le cerf (*Cervus elafus*), le chevreuil (*Capreolus capreolus*) et le sanglier (*Sus scrofa*) constituent les proies les plus chassées, puis viennent l'aurochs (*Bos taurus primigenius*) et parfois l'élan (*Alces alces*) dans les régions les plus septentrionales (Bridault 1994, Martin 1994, Bridault et Chaix 2002, Leduc et Verjux 2014, Leduc *et al.* 2015). S'ajoutent le blaireau (*Meles meles*), le castor (*Castor fiber*) et le lièvre (*Lepus timidus* ou *europaeus*) en plus petites quantités (Bridault 1994, Martin 1994, Bridault et Chaix 2002, Detry 2008, Leduc et Verjux 2014, Leduc *et al.* 2015). Dans les régions montagneuses, le chamois (*Rupicapra rupicapra*), le bouquetin (*Capra pyrenaica*) ou la marmotte (*Marmota marmota*) sont également chassés (Bridault 1994, Martin 1994, Bridault et Chaix 2002, Leduc et Verjux 2014, Leduc *et al.* 2015). Sur les littoraux et dans les zones d'estuaire, les mollusques, poissons, crabes, mammifères marins ou encore oiseaux maritimes et côtiers sont consommés (Mannino *et al.* 2007, Araujo 2016, Fernández-López de Pablo et Gabriel 2016, Marchand *et al.* 2016, Sousa et Monge Soares 2016, García-Escárzaga *et al.* 2017). Les ressources d'eau douce sont également pêchées, comme le témoignent les restes fauniques (Marinval-Vigne *et al.* 1989) ainsi que les dispositifs de pêche retrouvés par exemple à Noyen-sur-Seine (Seine-et-Marne, France) constitués d'une pirogue en pin et de pièces en vannerie pouvant correspondre à des nasses à poissons (Mordant et Mordant 1992, Mordant *et al.* 2013). La consommation de gastéropodes terrestres est également attestée (*e.g.* Fernández-López de Pablo *et al.* 2011). Des indices de consommation de ressources végétales sont décelables par le biais des analyses isotopiques sur les restes humains (Bocherens *et al.* 2007). La place importante du végétal dans l'alimentation au début de l'Holocène, notamment la consommation des noisettes, constituerait un trait caractéristique du Mésolithique (Bailey et Spikins 2008, Valdeyron 2013).

Les analyses des valeurs isotopiques montrent qu'il est impossible de caractériser l'alimentation de l'ensemble des individus européens mésolithiques par un profil unique. Les caractéristiques environnementales, géomorphologiques ou encore les facteurs humains ont influencé les choix de subsistance au Mésolithique. Une différenciation semble néanmoins exister entre des groupes vivant à l'intérieur des terres et ceux vivant sur les côtes ou au niveau des estuaires (Schulting et Richards 2001, Arias Cabal 2005, Arias Cabal et Fano 2005, Bocherens *et al.* 2007, Schulting *et al.* 2008, Garcia-Guixé *et al.* 2009, Arias Cabal et Schulting 2010, Gazzoni 2010, Schulting 2010, Mannino *et al.* 2011, 2012, Fernández-López de Pablo *et al.* 2013, Fontanals-Coll *et al.* 2014, Salazar-García *et al.* 2014, Guiry *et al.* 2015, Goude *et al.* 2016, Salazar-García 2016, Drucker *et al.* 2018). De façon générale, les individus continentaux présentent des valeurs basses d'isotopes du carbone et des valeurs variables d'azote, indiquant une contribution importante des protéines animales terrestres ainsi que des apports significatifs de ressources végétales (Schulting et Richards 2001, Arias Cabal 2005, Arias Cabal et Fano 2005, Bocherens *et al.* 2007, Schulting *et al.* 2008, Garcia-Guixé *et al.* 2009, Arias Cabal et Schulting 2010, Gazzoni 2010, Schulting 2010, Mannino *et al.* 2011, 2012, Fernández-López de Pablo *et al.* 2013, Fontanals-Coll *et al.* 2014, Salazar-García *et al.* 2014, Guiry *et al.* 2015, Goude *et al.* 2016, Salazar-García 2016, Drucker *et al.* 2018). À l'inverse, il semble y avoir une relation positive entre la proximité d'une côte ou d'un estuaire et la consommation de ressources marines (Guiry *et al.* 2015). Des disparités sont également perceptibles, en fonction de la localisation sur la côte atlantique ou méditerranéenne des gisements (Guiry *et al.* 2015). Les sites atlantiques indiquent une plus grande consommation d'aliments d'origine marine que les sites méditerranéens, notamment siciliens (Mannino *et al.* 2011, 2012). Ces disparités pourraient être mises en relation avec la productivité primaire différentielle des océans et mers, notamment en phytoplancton qui conditionnerait la richesse des milieux marins en espèces consommables par les groupes humains (Figure 2, Diniz 2016).

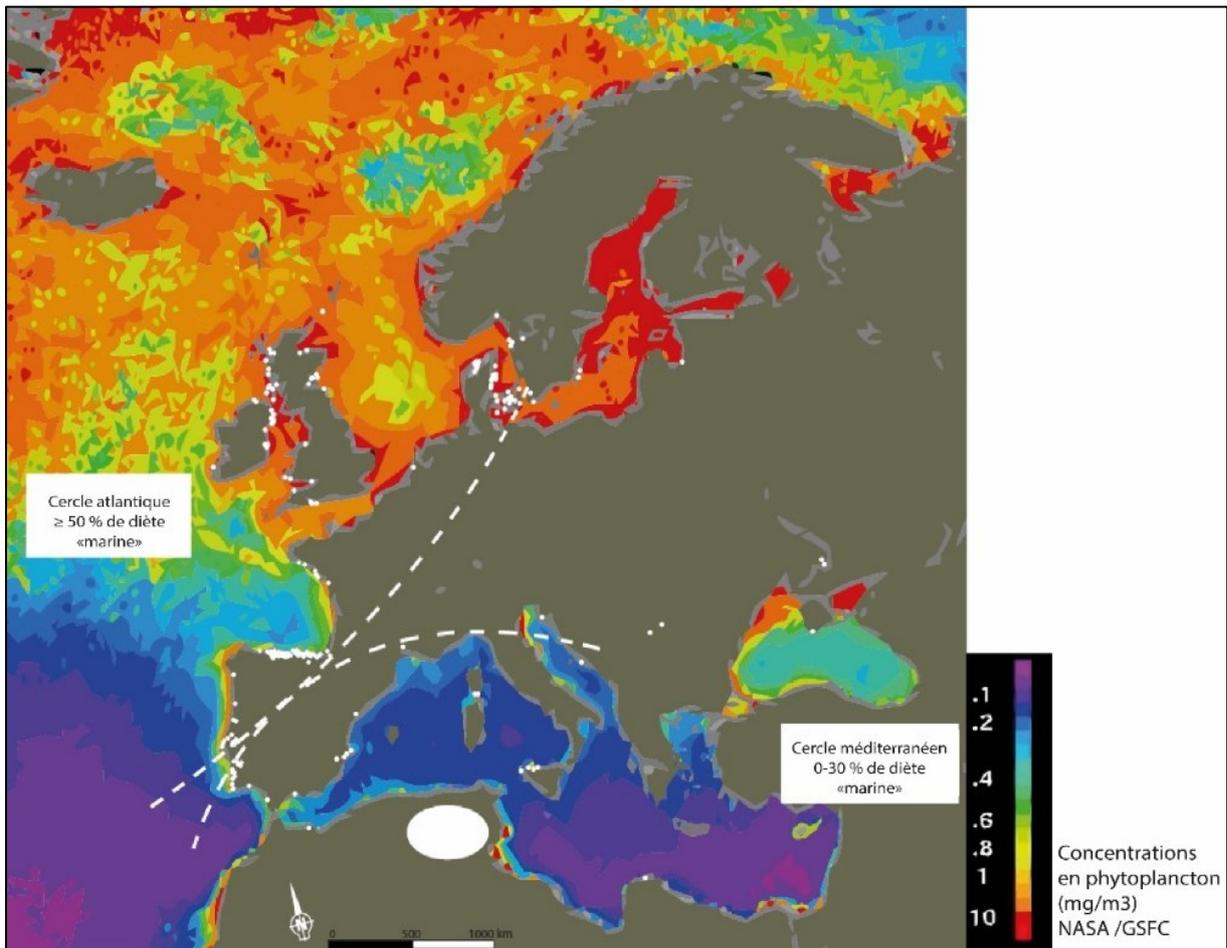


Figure 2 : Carte des principaux gisements mésolithiques d'Europe de l'Ouest et du Nord de l'Afrique (points blancs) avec le report des cercles atlantique et méditerranéen (en pointillés) en fonction du pourcentage de l'alimentation représentée par les ressources d'origine marine, ainsi que l'échelle de couleur relative à la productivité primaire des océans. Modifié d'après Diniz 2016 : 155.

2. Aspects culturels, techniques et symboliques

A. Les industries lithiques du Paléolithique final et du Mésolithique

À l'échelle européenne, la fin du Magdalénien (ca 13500 cal BP) est caractérisée par des changements au sein des équipements lithiques (modification des types d'outils) et osseux (diminution et simplification), correspondant aux débuts de l'Azilien ou de l'Épigravettien récent (Langlais 2007, Tomasso 2014, Tomasso *et al.* 2018). Ce passage du Magdalénien à l'Azilien ne se fait pas selon les mêmes modalités ni les mêmes rythmes en fonction des régions (Langlais 2007, Naudinot 2010) et touche les systèmes de production ainsi que l'organisation socio-économique des groupes paléolithiques. Dans la majeure partie de la France, le passage

se fait de façon graduelle alors que plus à l'Est dans la région rhénane le rythme a été plus rapide (Naudinot 2010). Après une phase ancienne l'Azilien « classique » ou « récent » se développe, caractérisé par une simplification des méthodes de débitage et d'un changement dans la technique de percussion (Naudinot 2010). Les outillages sont moins calibrés et moins diversifiés (diminution importante des industries sur lames et multiplication des monopointes à dos courbes), les matières premières privilégiées sont majoritairement locales (Naudinot 2010). Ces changements sont perçus dès la fin du Bölling à l'Est et se généralisent durant l'Alleröd, puis l'Azilien semble disparaître en Europe de l'Ouest durant la transition Alleröd-Dryas récent (Naudinot 2010).

Les industries de la transition Pléistocène-Holocène qui succèdent à l'Azilien partagent des caractères techniques mais se distinguent également les unes des autres par une forte diversité des types d'armatures (Naudinot 2010) : les industries ahrensbourgiennes et swidériennes se développent en Europe centrale et du Nord, les industries laboriennes dans le Sud-Ouest de la France (Langlais *et al.* 2014a), l'Épigravettien récent dans la péninsule italienne, la partie méridionale du Rhône et l'arc liguro-provençal (Duches *et al.* 2014, Tomasso *et al.* 2014), l'Épipaléolithique microlaminaire dans la péninsule ibérique. Ce phénomène de mosaïque culturelle se poursuit au début du Pré-Boréal (Langlais *et al.* 2014b).

Par convention, on appelle « mésolithiques » les premières cultures post-glaciaires de l'Holocène, qui ont vécu sous un climat proche de l'actuel recouvrant les phases palynologiques du pré-Boréal, du Boréal et de l'Atlantique ancien. Le Mésolithique débute avec l'Holocène, autour de 9700 cal BC et se termine graduellement avec l'arrivée des premiers agriculteurs néolithiques vers 6000 cal BC en Méditerranée et jusque 4500 cal BC dans les régions les plus occidentales (Fagnard *et al.* 2008, Marchand 2014a).

Au cours du XIX^{ème} siècle, le Mésolithique (du grec *mesos* : « au milieu, médian » et *lithos* : « pierre ») a été considéré comme une période intermédiaire entre le Paléolithique et le Néolithique en Europe. Dans les années 1920 en France, différents ensembles techniques et stylistiques ont été identifiés et nommés à partir d'un site ou d'une région éponymes au sein des industries lithiques mésolithiques : c'est ce type d'approche que qualifie Marchand (2014b) de « géographie culturelle ». Malgré le travail fondateur de Rozoy (1978) préconisant la prise en compte de l'ensemble des éléments archéologiques pour la définition d'entités culturelles, ce type d'approche a perduré principalement avec l'étude des types d'armatures de flèches (*e.g.* Thevenin 1995, Fagnard *et al.* 2008). Les entités culturelles ainsi définies évoluent suivant des phases régionales, en fonction de la variation de la forme d'armatures de flèches (Figure 3, *e.g.* Thevenin 1995, Fagnard *et al.* 2008).

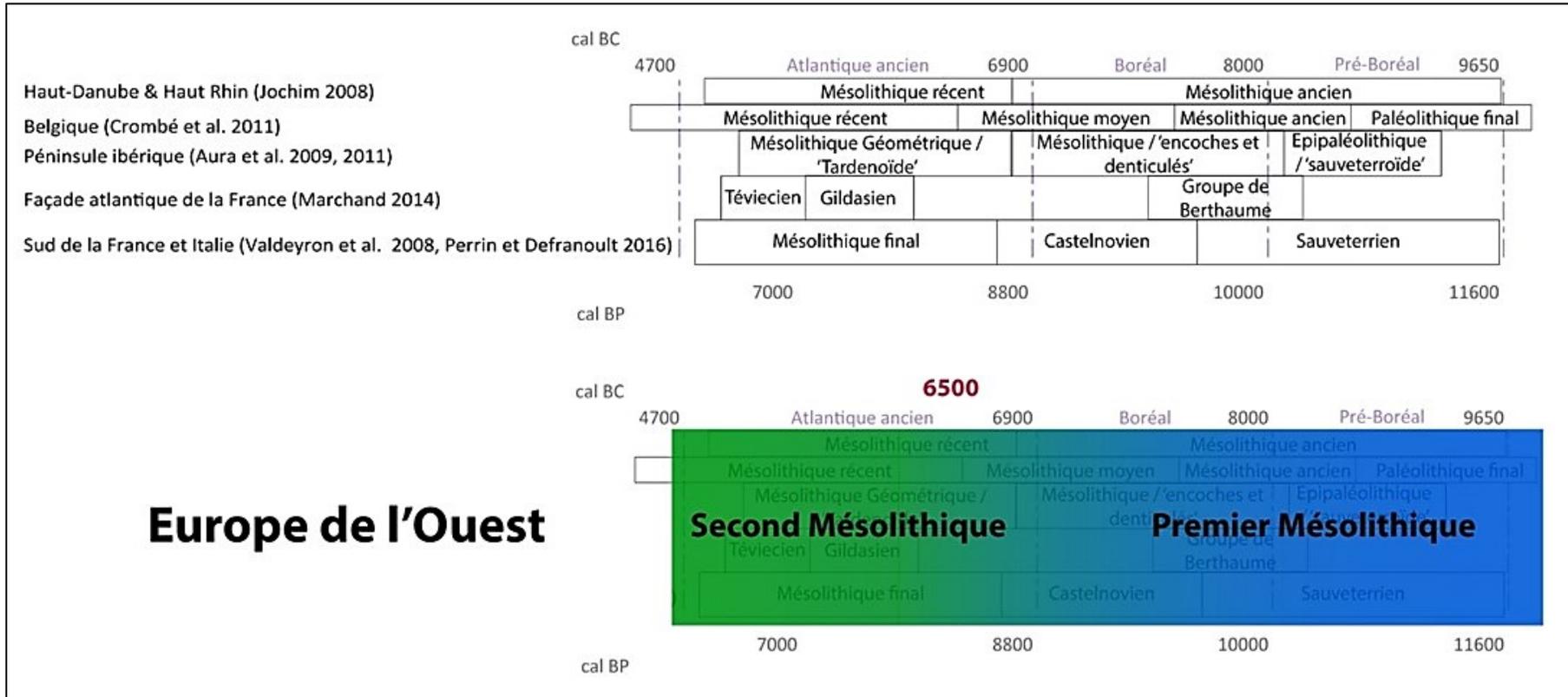


Figure 3 : Synthèse chronologique simplifiée des différents technocomplexes et cultures du Mésolithique en Europe de l'Ouest (en haut) et distinction entre premier et second Mésolithique sur la base de la technologie lithique (en bas).

L'approche de la « géographie culturelle » a été critiquée notamment par Marchand qui propose une autre définition du paysage culturel mésolithique (Costa et Marchand 2006, Marchand 2014a, 2014b). Deux grands types d'industries lithiques se succèdent dans le temps sur le territoire français. Nommés dans un premier temps « Sauveterrien » et « Tardenoisien », ou « composant S » et « composant K », « style de Coincy » et « style de Montbani » (Perrin et Defranould 2016), il a été proposé plus récemment de distinguer le premier et le second Mésolithique (Costa et Marchand 2006, Marchand 2008). Il s'agit avant tout d'une distinction technique, qui peut être étendue à l'ensemble de l'Europe de l'Ouest à l'exception de la Grande-Bretagne et de l'Irlande (Costa et Marchand 2006, Marchand 2014a). Cette bipartition technique est asynchrone en fonction des régions considérées (Perrin *et al.* 2009). Le premier Mésolithique est caractérisé par la production d'éclats et de lamelles fines et étroites obtenues par percussion directe, alors que le second Mésolithique voit l'apparition de lames régulières, obtenues avec de nouvelles techniques de débitage qui font intervenir la percussion indirecte (Figure 4, Marchand 2014b, Perrin et Defranould 2016, Marchand et Perrin 2017). L'outillage se compose de lames à encoches latérales qui auraient pu être utilisées pour le raclage des végétaux intervenant dans la fabrication de fûts de flèche, d'objets en vannerie ou de fils (Gassin *et al.* 2013, Guéret 2013) ainsi que d'armatures de forme trapézoïdale dont les éléments de barbelures diminuent (Marchand 2014a). Ce changement technique majeur intervient au cours du VII^{ème} millénaire cal BC en Europe de l'Ouest (Perrin *et al.* 2009, Marchand et Perrin 2017). L'hypothèse privilégiée est celle d'une apparition de ces industries dans le Capsien d'Afrique du Nord puis leur diffusion vers le Nord (Perrin *et al.* 2009, Marchand et Perrin 2017). Les premières traces de ces industries du second Mésolithique sont retrouvées en Sicile autour de 7000 cal BC, puis atteignent la région alpine vers 6600 cal BC (Perrin *et al.* 2009, Marchand et Perrin 2017). Le phénomène semble s'étendre en Méditerranée et dans le Nord de la France et la Belgique durant la seconde moitié du VII^{ème} millénaire cal BC, pour atteindre la zone atlantique (Perrin et Defranould 2016, Marchand et Perrin 2017). Une première phase d'extension semble s'être produite avec la diffusion des trapèzes symétriques suivie d'une seconde phase correspondant à une diversification régionale de trapèzes asymétriques (Perrin *et al.* 2009, Marchand et Perrin 2017). Une perspective diffusionniste est proposée pour expliquer l'occurrence de ce changement technique et son extension à travers l'Europe, qu'il s'agisse d'un éventuel mouvement de personnes ou bien d'une transmission possible d'idées et de savoir-faire d'une personne à une autre (Marchand et Perrin 2017).

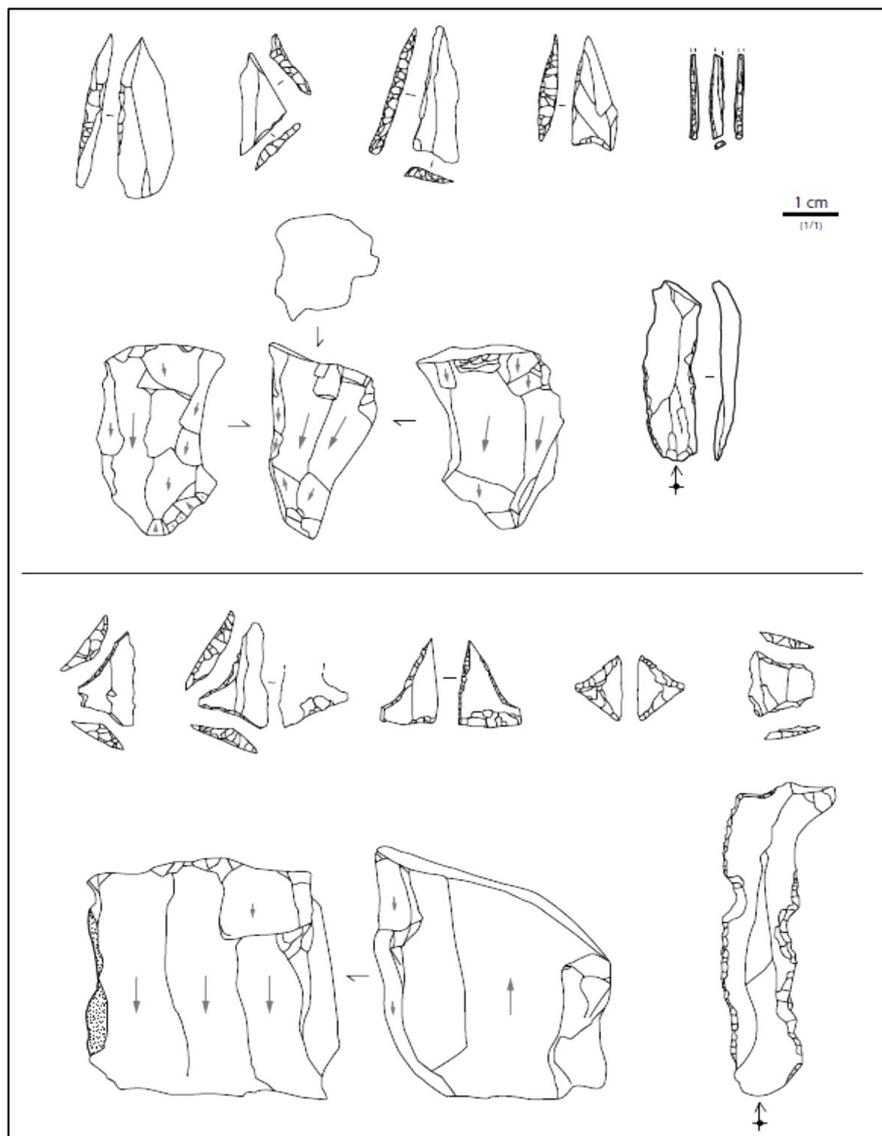


Figure 4 : Industries lithiques du second Mésolithique (en bas) caractérisées par un débitage laminaire à la pression ou à la percussion indirecte, les bitruncatures trapézoïdales, les nucleus à débitage frontal et les lames à encoches, confrontées à celles du premier Mésolithique (en haut). Modifié d'après Marchand 2014b : 14.

B. L'exploitation des matières dures animales

L'exploitation des matières osseuses animales représente un pan important de l'économie des populations humaines préhistoriques, et ce depuis le début du Paléolithique supérieur (Marquebielle 2014). L'industrie osseuse correspond au résultat des opérations de chasses (ou de collectes dans le cas des bois de chute de cervidés) et représente un élément constitutif permettant l'exploitation d'autres matériaux comme dans le cas des percuteurs utilisés pour le débitage de lame par percussion indirecte (Marquebielle 2014).

Les cultures du Paléolithique final semblent être caractérisées par un appauvrissement et une simplification de leurs équipements osseux (Marquebielle 2016). Néanmoins, une

caractérisation approfondie du travail des matières osseuses durant l'Azilien n'a pas encore été réalisée, malgré des études préliminaires et partielles telles que celle menée par Seddas (2012) dans son mémoire de Master. Durant l'Azilien, il semble y avoir un remplacement des pointes en os par des pointes lithiques comme éléments de projectiles et une généralisation possible de l'arc, ayant pour conséquence une diminution des armatures en os (Seddas 2012). Les objets sont réalisés sur os ou sur bois de cerf (Seddas 2012). Les poinçons et les harpons constituent les types d'objets les plus représentés à l'Azilien, du nord de la France à la Cantabrie (Seddas 2012). Certains de ces objets peuvent porter des incisions, comme à Pont d'Ambon (Dordogne, France, Célérier 1996) ou Bois-Ragot (Vienne, France, Christensen et Chollet 2005). Des crochets ou hameçons sont également présents (Célérier 1996, Christensen et Chollet 2005) et de nombreux objets réalisés sur os à partie active émoussée, appelés « lissoir » ou « spatule » (Seddas 2012). Durant le Laborien qui succède à l'Azilien dans le sud-ouest de la France, seules deux matières premières semblent avoir été travaillées, l'os (principalement des os longs et plus rarement des os plats) dont le schéma de transformation se fait le plus souvent par fracturation, ainsi que le bois de cerf (Marquebielle 2016). L'équipement laborien est dominé par les poinçons, lissoirs et pointes barbelées. La présence de décors géométriques ou de stries sur les objets en os est un phénomène à mettre en parallèle avec ce qui est observé pour le Mésolithique (Marquebielle 2014).

Au cours du Mésolithique, le sud et l'est de l'actuel territoire français sont caractérisés par une structuration de l'exploitation des matières osseuses animales ainsi qu'une homogénéité chronologique et géographique dans leur travail (Marquebielle 2014). Trois catégories de matières osseuses animales ont été exploitées, selon des schémas de transformation particuliers (Marquebielle 2014) : 1) l'os, en majorité des os longs de moyens et grands mammifères, a principalement été transformé par fracturation pour l'obtention d'objets appointés à fût lisse (Figure 5) ; 2) le bois de cervidé, essentiellement des bois de chute de cerfs, a été exploité par tronçonnage (Figure 6) ; 3) les dents représentées par des canines inférieures de sangliers mâles adultes et des crâches de cerfs ou de carnivores ont été exploitées selon des schémas différents en fonction de l'animal dont elles provenaient : des objets à biseau latéral obtenus par bipartition ont été extraits des canines de sangliers mâles (Figure 6), alors que les canines d'autres animaux ont été façonnées directement pour la production de pendeloques.

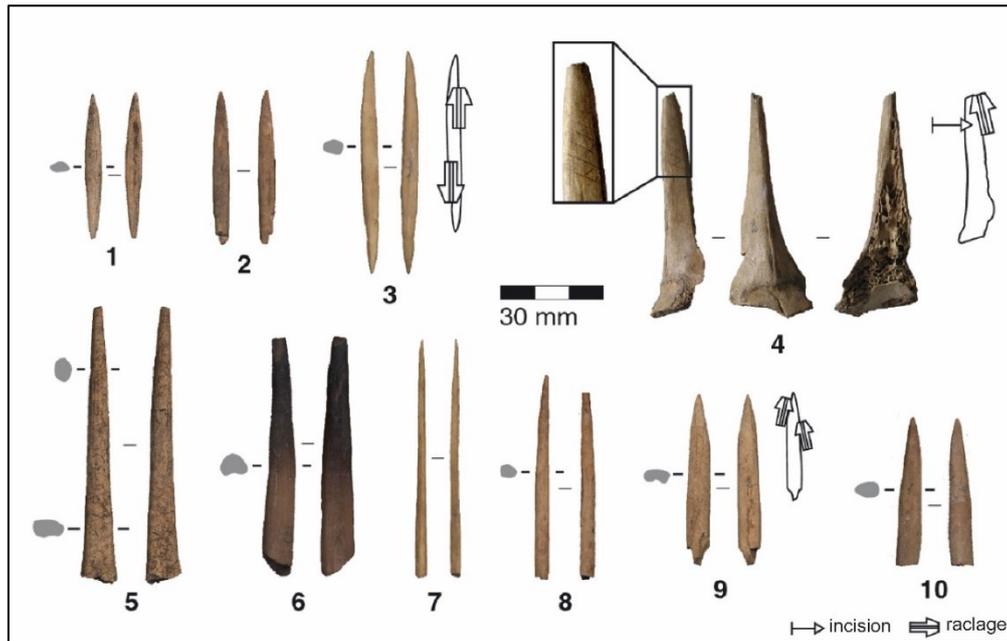


Figure 5 : Exemples d'objets perforés en os du Cuzoul de Gramat (Lot, France) attribués au second Mésolithique : n°1-3 : éléments droits à double points ; n°4 : poinçon décoré et détail ; n°5-10 : fragments de poinçons. Modifié d'après Marquebielle 2011 : 68.

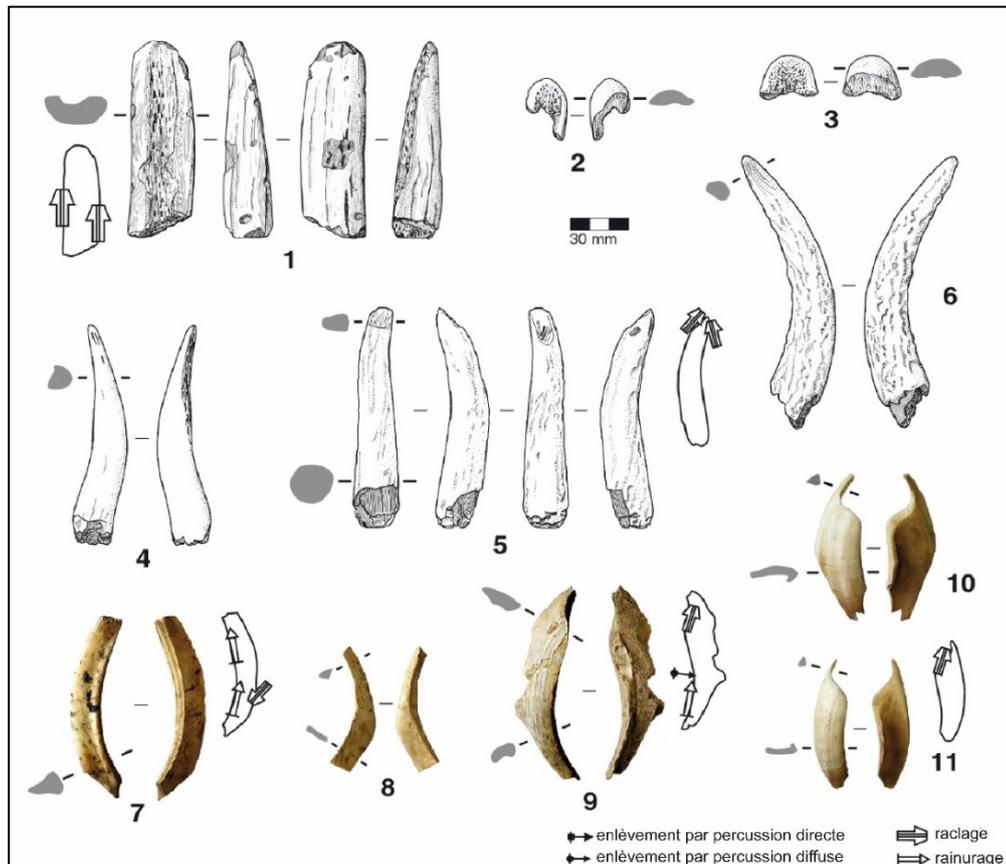


Figure 6 : Exemples d'objets biseautés en bois de cervidés et canines de sanglier du Cuzoul de Gramat (Lot, France) attribués au second Mésolithique : n°1, 4, 5, 6 : issus de segments de bois ; n°2, 3 : fragments distaux d'objets à biseau distal convexe sur supports plats en bois ; n°7 : objet à biseau latéral convexe sur une canine de sanglier ; n°8 : objets à biseau latéral concave sur une canine de sanglier ; n°9-11 : objets à biseau distal concave sur canines de sanglier. Modifié d'après Marquebielle 2011 : 67.

Pour le Mésolithique dans les régions sud et est du territoire français, le fonds commun d'équipement en matières dures animales (70 % des objets) est constitué d'objets appointés à fût lisse, d'objets à biseau distal et à biseau latéral (Marquebielle 2014). De façon globale, une forte stabilité est observée d'un point de vue technique dans le travail des matières dures animales (Marquebielle 2014). Chaque matière première animale semble relever d'un schéma d'exploitation distinct, permettant d'avancer l'hypothèse d'une exploitation non fondée sur un système opportuniste, mais bien sur une exploitation pensée et réfléchie (Marquebielle 2014). L'étude de Marquebielle (2014), bien que menée sur une aire géographique restreinte, ne permet donc pas de mettre en évidence un phénomène évolutif important entre premier et second Mésolithique dans le travail des matières dures animales, tel qu'on l'observe dans la sphère de l'industrie lithique (*cf. supra*). L'industrie osseuse, contrairement aux productions lithiques, ne semble pas (ou peu) être en lien avec les activités cynégétiques, mais correspond à un équipement domestique. Les deux industries recouvreraient donc des sphères d'activités distinctes, impliquant probablement des rythmes d'évolution concomitants (Marquebielle 2014).

Considérée dans un cadre diachronique, l'industrie en matières dures animales mésolithique se distingue nettement de celle du Paléolithique final (Marquebielle 2014). En effet, l'éventail de matières premières exploitées y est moins diversifié qu'au Mésolithique, la canine de sanglier étant absente à l'Azilien. Les modes d'exploitation de l'os présentent des similitudes avec le Mésolithique, avec néanmoins quelques différences en termes de proportion de décors ou des schémas d'exploitation des bois de cerf (Marquebielle 2014).

Au vu de ces éléments, Marquebielle (2014) propose de considérer le travail des matières dures animales comme un marqueur culturel fort du Mésolithique. L'exploitation de la canine de sanglier adulte mâle en serait une caractéristique pour le sud et l'est du territoire français (Marquebielle 2014) mais également pour le nord du territoire à Concevreux (Aisne) où des outils sur canines de sanglier ont été retrouvés associés à des restes humains crémés (Robert *et al.* 2015).

C. Expressions symboliques

i. L'art pariétal et l'art mobilier

Les comportements symboliques au Paléolithique final présentent des différences par rapport à un art pariétal et mobilier magdalénien diversifié iconographiquement et dans ses modes d'expressions, riche de représentations figurées et symboliques mais également d'une certaine schématisation des formes à la fin de la période (Thévenin 1983, Broglio 1992, d'Errico 1992, Guy 1993, 1997, Paillet et Man-Estier 2014). Au Paléolithique final (Azilien récent et Épigravettien final), le fonds commun de l'art est constitué de galets peints et/ou gravés de motifs abstraits géométriques (Figure 7, Thévenin 1983, Broglio 1992, d'Errico 1992, Guy 1993, 1997, Paillet et Man-Estier 2014). Néanmoins au début de la période azilienne, on observe la persistance d'une expression figurative (*e.g.* Le Rochet de l'Impératrice, Naudinot *et al.* 2017, Figure 8). L'art du Laborien qui se développe lors du Dryas récent fait exception pour le Paléolithique final, avec une homogénéité stylistique et formelle ainsi que thématique avec un répertoire figuratif figé animalier (cheval et aurochs) effectué en grande majorité sur support osseux (*e.g.* Pont d'Ambon, La Borie del Rey, Abri Morin, Paillet et Man-Estier 2014, Figure 9).



Figure 7 : Exemple de galets peints aziliens du Mas d'Azil (Ariège, France).
Cliché : Musée d'Archéologie Nationale de Saint-Germain-en-Laye
(<http://musee-archeologienationale.fr>).



Figure 8 : Exemple d'art figuratif animalier des phases anciennes de l'Azilien au Rocher de l'Impératrice (Füistère, France) : fragment 317 avec une ornementation bifaciale, A) tête d'aurochs surmontée de lignes rayonnantes ; B) tête d'aurochs. Cliché : N. Naudinot ; dessin : C. Bourdier. Modifié d'après Naudinot *et al.* 2017 : 15.

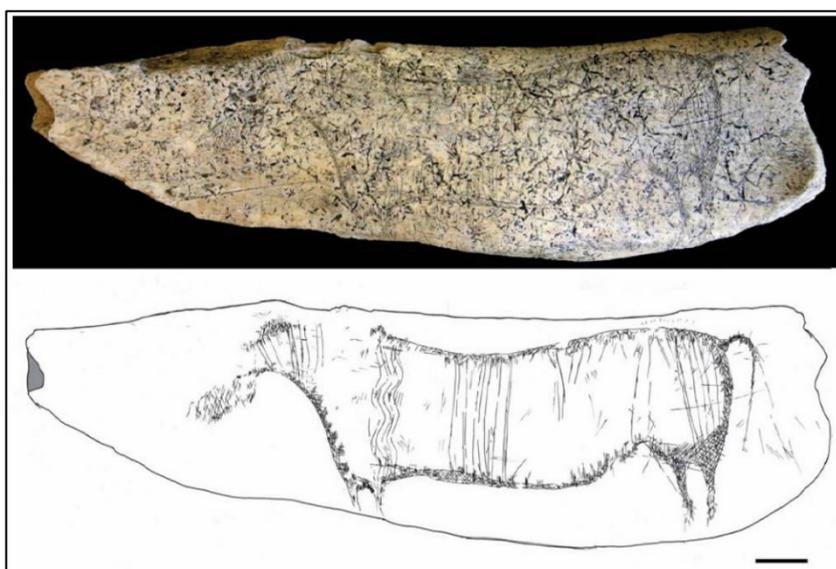


Figure 9 : Exemple d'art figuratif laborien : pièce PDA23 de Pont d'Ambon (Dordogne, France). Cliché et relevé E. Man-Estier. Modifié d'après Paillet et Man-Estier 2014 : 138.

Au Mésolithique, des manifestations artistiques pariétales sont attestées dans les abris de grès de la forêt de Fontainebleau et du Gâtinais (Essonne et Seine-et-Marne, France). Il s'agit de gravures de motifs géométriques, quadrillages, grilles, lignes brisées, triangles et points (Figure 10, Hinout 1998, Guéret et Bénard 2017). L'art mobilier mésolithique est également constitué de motifs géométriques gravés sur des plaquettes, des galets ou encore des éléments en matière dure animale (Figure 11, Péquart et Péquart 1934, 1954, Pérez 2000).

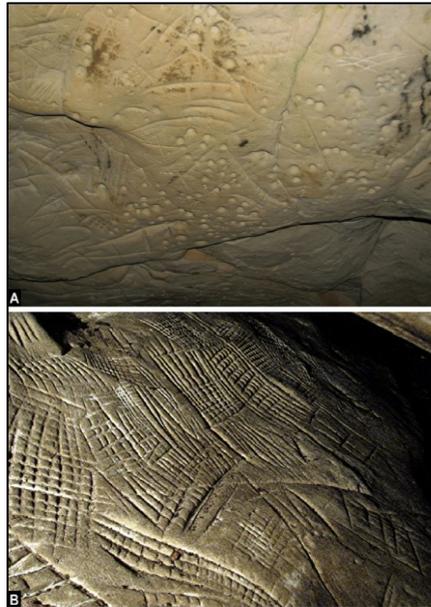


Figure 10 : Exemples d'art pariétal gravé mésolithique : A) Abri de Prinvaux (Essonne, France) ; B) Abri de la Vallée du Jeton 5 (Seine-et-Marne, France). Clichés : A. Bénard. Modifié d'après Guéret et Bénard 2017 : 103.



Figure 11 : Exemple d'art mobilier mésolithique sur plaquette de calcaire de la Cueva de la Cocina (Valencia, Espagne). Longueur : 57 mm ; largeur : 54 mm. Cliché : Museu de Prehistòria de València, <http://mupreva.org/cat/15444/es>.

Alors qu'aucune distinction entre premier et second Mésolithique n'est décelée dans le domaine de l'art pariétal et mobilier, une certaine hétérogénéité chronologique et géographique semble ainsi se dessiner dans les comportements symboliques durant le Paléolithique final.

ii. Les objets de parure

Une analyse synthétique des pratiques ornementales du Paléolithique final en Europe de l'Ouest n'a pas encore été réalisée (Rigaud, comm. pers.). Ainsi comparées aux abondantes séries magdaléniennes seules quelques études de séries disparates sont disponibles pour l'Azilien et l'Épigravettien final italien, comme par exemple pour le site de l'Aven des Iboussières (Drôme, France, D'Errico et Vanhaeren 2002), Pont d'Ambon (Dordogne, France, Célérier 1996), l'enfant de la Madeleine (Dordogne, France, Vanhaeren et d'Errico 2001), San Teodoro 1 (Sicile, Italie, Alciati et al. 2005) ou les Arene Candide (Finale Ligure, Italie, Alciati et al. 2005).

Durant le Mésolithique en Europe de l'Ouest, on observe la diffusion d'une part importante de la parure par échanges et interactions sociales, alors qu'une autre part des pratiques ornementales semble refléter un ancrage territorial fort avec des particularités régionales (Rigaud 2011). Par rapport au Paléolithique final, certains supports ont été abandonnés et ont été supplantés par de nouveaux, et on observe également l'apparition de changements techniques. L'exploitation d'une partie des sources d'approvisionnement en matière première a cependant été conservée (Rigaud 2011). Des groupes régionaux ont ainsi été établis à partir d'associations d'éléments de parure (Figure 12, Rigaud 2011). Ces regroupements ne suivent pas les faciès identifiés à partir de l'association d'armatures lithiques (*cf. supra*) mais couvrent des territoires plus larges, traduisant potentiellement « *une plus grande perméabilité des entités symboliques définies par les ornements corporels* » (Rigaud 2011 : 301). Aucune variation chronologique au sein de la parure n'a été mise en évidence au cours du Mésolithique à l'échelle continentale, certaines associations se retrouvant à la fois dans des sites du premier et du second Mésolithique (Rigaud 2011). À l'échelle régionale du Jura Souabe, une évolution technique ainsi que des modifications dans l'exploitation des sources de matière première ont été mises en évidence avant et après le milieu du VII^{ème} millénaire cal BC, faisant écho à la bipartition entre premier et second Mésolithique observée dans la sphère lithique (*cf. supra*, Rigaud 2011).

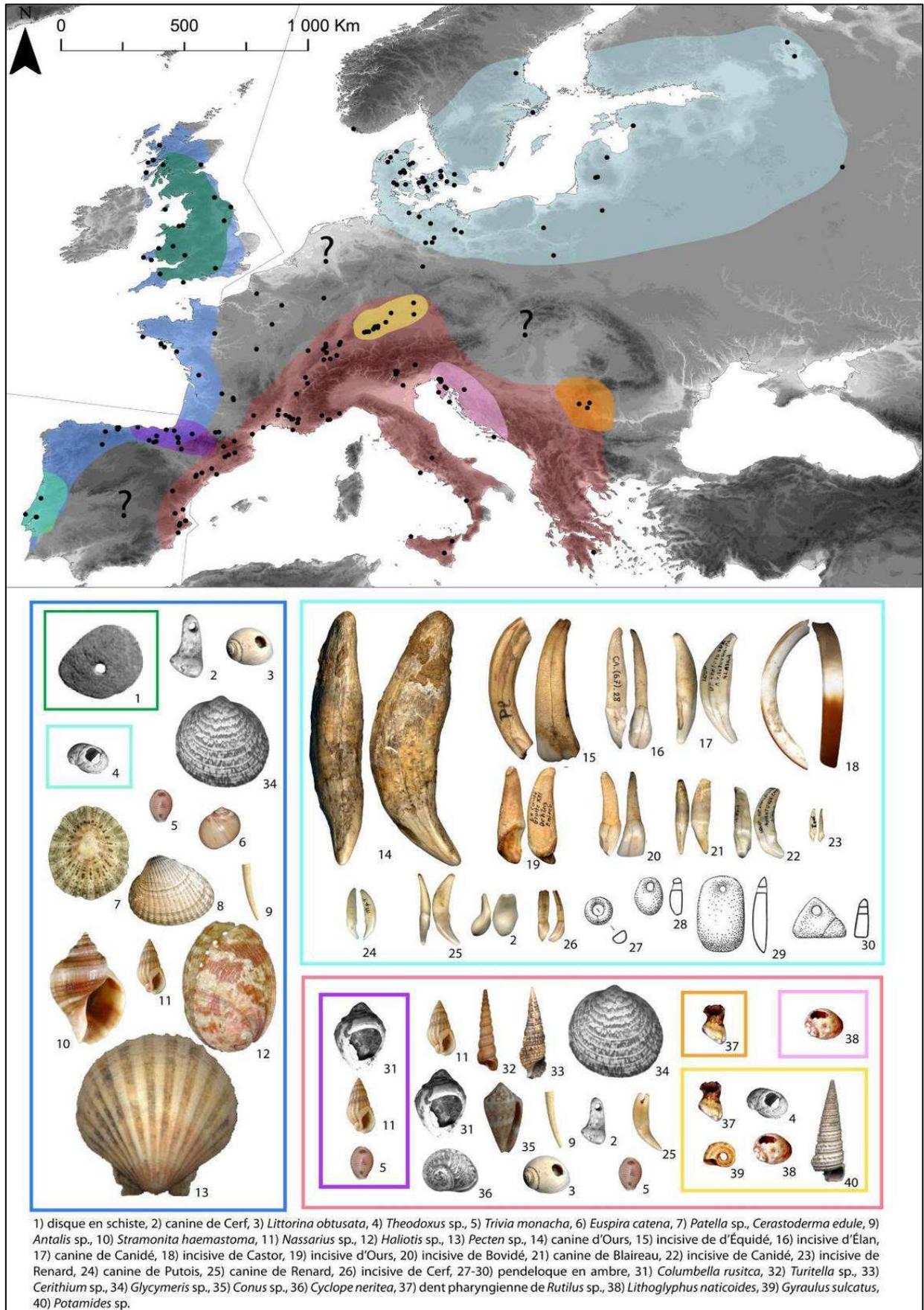


Figure 12 : Carte synthétique des différentes régions identifiées par S. Rigaud pour le Mésolithique en Europe, à partir d'association d'éléments de parure. Modifié d'après Rigaud 2011 : 294.

iii. Les pratiques funéraires

L'objectif de ce paragraphe n'est pas de présenter une synthèse exhaustive des gestes et pratiques funéraires du Paléolithique final et du Mésolithique en Europe de l'Ouest, qui mériteraient une étude à part entière, mais d'en dresser un très bref aperçu à partir des études ponctuelles ou régionales disponibles.

Les gestes et pratiques funéraires rencontrés pour le Paléolithique final et le Mésolithique ont fait l'objet de quelques travaux synthétiques à l'échelle européenne (*e.g.* Grünberg 2000, Verjux 2007, Meiklejohn *et al.* 2016, Sparacello *et al.* 2016) ou à des échelles plus régionales ou intra-site (*e.g.* Cardini 1980, Valentin *et al.* 2008, Toussaint 2010, Courtaud et Duday 2011, Bosset et Valentin 2013, Boulestin 2016, Peyroteo Stjerna 2016) ou encore avec des thématiques plus précises telles que la présence de sépultures assises en Allemagne (Grünberg *et al.* 2016a), le dépôt de restes animaux dans les sépultures (Grünberg 2013) ou encore l'utilisation des grottes ou abris comme lieu de dépôts sépulcraux (Schulting 2016).

Bien qu'une étude récente et complète à l'échelle de l'ensemble de l'Europe occidentale soit absente, une tendance à la diversité des pratiques funéraires durant le Mésolithique est avancée par l'ensemble des auteurs : des incinérations comme à Rueil-Malmaison « Les Closeaux » (Hauts-de-Seine, France, Lang *et al.* 1997, Valentin *et al.* 2008), des sépultures à inhumation isolées comme à Bourg-Charente (Charente, France, Henry-Gambier *et al.* 2011), des ossements en position secondaire comme à La Chaussée-Tirancourt « Le Petit Marais » (Somme, France, Valentin 1995, Ducrocq *et al.* 1996), ayant subi des traces de découpe comme à la Grotte des Perrats (Charente, France, Boulestin 1999), ou encore le regroupement des morts spatialement et même au sein des mêmes sépultures, par exemple à El Collado en Espagne (Gibaja *et al.* 2015), dans les sites de Muge et Sado au Portugal (Roksandic *et al.* 2006, Peyroteo Stjerna 2017), dans la vallée de la Meuse en Belgique (Polet et Cauwe 2002, Toussaint 2002, 2010), dans les sites des Arene Candide (Cardini 1980), de Romito (Mallegni et Fabbri 1995), d'Uzzo (Borgognini Tarli 1980) en Italie ou encore les sites français de La Vergne (Courtaud *et al.* 1999), Téviec et Hoëdic (Boulestin 2016). Les corps peuvent être sur le dos, membres étendus comme à Val-de-Reuil « Les Varennes » (Eure, France, Billard *et al.* 2001) ou Villabruna (Vénétie, Italie, Vercellotti *et al.* 2008), le plus souvent en position contractée avec les membres fléchis ou hyperfléchis comme pour la majorité des sépultures de Téviec et Hoëdic (Morbihan, France, Boulestin 2016).

II. PALÉOBIOLOGIE DES VESTIGES HUMAINS

1. État des connaissances en anthropologie biologique

La majorité des études se consacrant à l'analyse anthropologique des restes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène correspondent à des études ponctuelles de sites (*e.g.* Vallois 1974, Corrain *et al.* 1976, Formicola 1986, Mallegni et Fabbri 1995, Pérez-Pérez *et al.* 1995, Valentin 1995, Bresson 2000, Polet et Cauwe 2007, Vercellotti *et al.* 2008, Vidal Encinas et Prada Marcos 2010, Giemisch et Schmitz 2015). Les restes humains sont ensuite comparés aux spécimens de la même période ou replacés au sein d'un corpus plus large. Cela est particulièrement le cas lorsque l'on considère l'analyse des vestiges humains du point de vue isotopique (*e.g.* Gazzoni *et al.* 2013, Goude *et al.* 2016) ou paléogénétique (*e.g.* Delsate *et al.* 2009, Sanchez-Quinto *et al.* 2012). Les résultats des études isotopiques portant sur les restes humains ont été présentés dans le CHAPITRE I.I.1.C. alors que ceux des analyses paléogénétiques le seront dans le CHAPITRE I.II.2..

Dans la littérature, les vestiges anthropologiques du Paléolithique final sont régulièrement mobilisés comme corpus de comparaison lors de l'étude monographique de spécimens du Paléolithique supérieur et sont la plupart du temps regroupés avec les spécimens attribués au Magdalénien dans un même échantillon (*e.g.* Formicola et Giannecchini 1999, Holliday 1999, Shackelford 2007, Sládek *et al.* 2016b, Sparacello *et al.* 2017b), et plus rarement étudiés spécifiquement (Le Luyer 2016, Samsel *et al.* 2017). D'autre part, les spécimens mésolithiques constituent régulièrement un groupe de comparaison utilisé pour l'étude de la transition du Mésolithique vers le Néolithique, la plupart du temps soit dans le but de détecter des changements biologiques induits par le passage d'une économie de chasse et cueillette à une économie basée sur l'élevage et la culture, soit dans la recherche d'indices de remplacements de populations (*e.g.* Cohen et Armelagos 1984, Lubell *et al.* 1994, Jackes et Lubell 1997, Jackes et Meiklejohn 2004, von Cramon-Taubadel 2011a, von Cramon-Taubadel et Pinhasi 2011, von Cramon-Taubadel *et al.* 2013).

La majorité des études synthétiques se sont intéressées à une aire géographique restreinte, en tentant de dégager des tendances générales pour la biologie des individus de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (*cf. infra*). Ces travaux s'intéressent majoritairement au bloc cranio-facial et aux restes dentaires, et dans une moindre mesure au squelette infra-crânien.

A. *Le squelette infra-crânien*

De nombreuses études s'intéressent aux variations de stature en fonction de paramètres chronologiques, culturels et/ou régionaux, pour le Paléolithique supérieur et le Mésolithique en Europe (*e.g.* Meiklejohn *et al.* 1984, Formicola et Franceschi 1996, Formicola et Giannecchini 1999, Holliday 2002, Raxter *et al.* 2006, 2007, Formicola et Holt 2007, Meiklejohn et Babb 2011). Un phénomène global de réduction de la stature est observé entre le début du Paléolithique supérieur et la fin du Paléolithique supérieur d'une part puis durant le Mésolithique d'autre part (*e.g.* Meiklejohn *et al.* 1984, Formicola et Franceschi 1996, Formicola et Giannecchini 1999, Holliday 2002, Raxter *et al.* 2006, 2007, Formicola et Holt 2007, Meiklejohn et Babb 2011). En utilisant les longueurs d'os longs comme indicateurs de la stature (sans utiliser d'équations), Meiklejohn et Babb (2011) mettent en évidence une stase générale de ces dimensions durant la fin du Paléolithique supérieur, le Mésolithique et le Néolithique, après une diminution observée entre le début du Paléolithique supérieur et la fin du Paléolithique supérieur (*i.e.* pré- et post-Dernier Maximum Glaciaire). Parallèlement, une probable diminution de la mobilité a été mise en évidence par l'analyse de la morphologie des membres inférieurs dès la fin du Paléolithique supérieur (Holt 1999, 2003). L'analyse des modifications des enthèses¹ du membre supérieur chez les individus du Paléolithique supérieur et du Mésolithique européens a montré une utilisation plus intense des membres supérieurs à la fin du Paléolithique supérieur et au Mésolithique par rapport aux périodes précédentes, qui a été associée à une augmentation de l'exploitation de l'environnement par ces groupes humains et une potentielle utilisation de projectiles pour la chasse (Villotte *et al.* 2010b). Par ailleurs, l'existence d'une probable division sexuelle du travail au sein des communautés de chasseurs-cueilleurs du Paléolithique final et du Mésolithique est avancée, sur la base de la présence plus élevée de blessures au coude chez les individus masculins, pouvant être mise en relation avec des activités impliquant le geste du lancer (Villotte *et al.* 2010b, Villotte et Knüsel 2014). Parallèlement, dans leur analyse du degré d'asymétrie humérale observé au cours du Pléistocène, Sparacello *et al.* (2017b) avancent également l'hypothèse d'une division du travail entre les tâches unimanuelles (qui seraient plutôt masculines) et les tâches bimanuelles (plutôt féminines).

¹ L'enthèse correspond à l'endroit où un tendon, un ligament ou une capsule articulaire s'insère sur l'os (« An 'enthesis' is the region where a tendon, ligament or joint capsule attaches to bone, *i.e.* an 'attachment site' or 'insertion site' », Benjamin *et al.* 2002 : 931).

B. *Le bloc cranio-facial*

Dans les années 1970, une analyse synthétique sur la caractérisation morphologique crânienne des individus du Paléolithique final et mésolithiques du territoire français est réalisée (Ferembach 1974c, 1976, 1978a, 1978b). L'étude questionne l'homogénéité de ces individus ainsi que leur ancestralité par rapport aux Magdaléniens. De façon générale, l'auteure conclut à la présence d'une homogénéité dans la forme crânienne et les dimensions des individus mésolithiques, considérant ceux-ci « *comme ayant même origine, comme appartenant à la même souche raciale* » (Ferembach 1976 : 606). Certains particularismes régionaux mis en évidence dans cette étude correspondent en réalité à des spécimens qui ont depuis été attribués au Néolithique². Les individus du Paléolithique final et du Mésolithique français sont ainsi considérés comme un groupe humain se trouvant dans une position intermédiaire, « *héritiers des Hommes du Paléolithique supérieur, [qui] évoluent vers les Hommes actuels* » (Ferembach 1976 : 610). Par ailleurs, l'hypothèse d'une continuité dans le peuplement de la France est également avancée par l'auteure entre le Magdalénien et le Mésolithique, une influence de l'environnement (climat et nourriture) pouvant néanmoins être responsable de certaines variations morphologiques observées entre individus magdaléniens et individus mésolithiques (Ferembach 1978a, 1978b). Plus récemment, lors de l'analyse morphométrique de crânes datés de la fin du Mésolithique et couvrant une large aire géographique allant de la Bretagne à la Carélie, Petersen (1997) a montré là encore l'existence d'une structuration régionale des groupes humains à la fin du Mésolithique sur la base de leurs dimensions crâniennes. En Sicile et dans la péninsule italienne, des similarités morphologiques cranio-faciales ont été mises en évidence entre les individus de l'île et les individus attribués au Paléolithique final de la péninsule italienne, d'Europe de l'Ouest et d'Europe centrale (D'Amore *et al.* 2009, 2010). Les auteurs concluent à l'existence de flux de gènes intenses entre les chasseurs-cueilleurs européens de la fin du Paléolithique supérieur, avec néanmoins un début de caractérisation régionale pour les individus mésolithiques de Sicile, témoignant d'une diminution possible des échanges génétiques durant la transition du Paléolithique supérieur vers le Mésolithique (D'Amore *et al.* 2009, 2010). Dans leur étude portant sur des individus mésolithiques portugais, espagnols, français et italiens, Meiklejohn et Babb (2015) observent une homogénéité morphologique cranio-faciale au sein des groupes portugais analysés. Une séparation régionale est constatée pour le neurocrâne alors que l'analyse des variables métriques de la face ne permet pas d'obtenir un schéma régional aussi clair (Meiklejohn et Babb 2015). Les auteurs concluent

² Le Rastel a été attribué au Néolithique moyen (Le Bras-Goude *et al.* 2006) et la Baume de Montclus au Néolithique ancien (Perrin *et al.* 2009).

à l'existence d'un phénomène d'isolement par la distance menant à des caractéristiques crâniennes régionales durant le Mésolithique en Europe de l'Ouest, couplé à l'existence de groupes régionaux stables (Meiklejohn et Babb 2015). Enfin, dans sa thèse de doctorat, Brewster (2014) a analysé la morphométrie crânienne d'un large échantillon européen du Paléolithique supérieur et du Mésolithique. Il détecte lui aussi un phénomène d'isolement par la distance induisant une structuration régionale des groupes humains, particulièrement au sein des groupes mésolithiques. Un impact majeur du Dernier Maximum Glaciaire sur les groupes humains paléolithique européens est suggéré ainsi qu'une continuité entre groupes humains européens postérieurs à cet épisode et les mésolithiques, alors qu'aucune différenciation morphologique n'est observée en fonction de la chronologie au sein du Mésolithique (Brewster *et al.* 2014). Par ailleurs, Brewster (2014) avance l'hypothèse d'un fonctionnement matrilocal des groupes humains durant le Paléolithique supérieur et le Mésolithique, ainsi que celle d'une plus grande sédentarité des groupes côtiers vis-à-vis des groupes continentaux de ces mêmes périodes. *A contrario* de l'ensemble des études citées plus haut, Drak (2016) ne conclue pas à l'existence d'une structuration régionale dans la frange cantabrique au Mésolithique, la taille restreinte de l'échantillon disponible pour cette région pouvant être la cause méthodologique de cette absence. À l'instar d'autres études (*cf. supra*), une continuité morphométrique est observée entre la fin du Pléistocène et le début de l'Holocène dans la région cantabrique (Drak 2016).

C. Les dents

Les travaux concernant la nature des changements dentaires de la fin du Pléistocène vers le début de l'Holocène en Europe de l'Ouest ont, pour la majorité, concerné des échantillons larges en termes géographiques et chronologiques (*e.g.* Brace et Mahler 1971, Frayer 1977). L'étude de Frayer (1977) inclut des dents datant du Moustérien au Mésolithique et provenant de sites de l'ensemble de l'Europe. Il observe une diminution des mesures dentaires entre le début et la fin du Paléolithique supérieur et constate une légère différence de dimensions des couronnes en faveur du Paléolithique supérieur par rapport au Mésolithique. Une tendance marquée à la réduction différentielle de la taille des couronnes dentaires jusqu'à la fin du Mésolithique, en fonction de leur position sur l'arcade, est également rapportée (Frayer 1977). Les dents antérieures maxillaires subiraient une réduction plus forte que les dents mandibulaires (Frayer 1977). Dans sa thèse de doctorat, Le Luyer (2016) a mené l'étude intégrée de couronnes dentaires de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène pour le sud-ouest de la France. Son approche combine des analyses morphométriques de la structure externe (dimensions et

variations anatomiques non métriques) ainsi que de la structure interne (proportions des tissus dentaires, épaisseurs de l'émail, morphologie de la jonction émail-dentine) après révision des attributions chronoculturelles. Les résultats obtenus ne permettent pas d'aller totalement dans le sens de ceux observés pour l'ensemble du territoire français (*cf. supra*). En effet, l'auteure met en évidence la réduction des dimensions des couronnes couplée à la simplification de la morphologie externe entre la fin du Paléolithique (Magdalénien moyen et supérieur, Azilien, Laborien), le Mésolithique (Premier et Second Mésolithique) et le début du Néolithique (Néolithique ancien et moyen) dans le sud-ouest de la France (Le Luyer 2016). Au niveau de la structure interne, Le Luyer (2016) observe la réduction des volumes et des surfaces des tissus dentaires ainsi que des épaisseurs de l'émail entre ces périodes, cette diminution étant plus marquée entre la fin du Paléolithique et le début du Mésolithique qu'entre Mésolithique et Néolithique. L'auteure avance l'hypothèse d'un lien entre réduction des tissus et dimensions dentaires et les changements environnementaux entre la fin du Pléistocène et le début de l'Holocène, qui pourraient avoir eu un impact important sur la réduction des dents des populations humaines (Le Luyer 2016).

D. Évolution du dimorphisme sexuel

Le dimorphisme sexuel correspond à l'ensemble des caractères qui distinguent les sexes d'une espèce. Il porte sur les caractères sexuels primaires (appareil reproducteur) et les caractères sexuels secondaires qui concernent principalement la taille et la forme chez l'être humain (Berthet 2006). La diminution du dimorphisme sexuel pourrait être l'indication d'une augmentation du stress d'une population (Goodman et al. 1984, Borgognini Tarli et Repetto 1986), dans le sens d'une diminution du « bien-être » correspondant à la combinaison de l'espérance de vie, du statut nutritionnel et de la santé (Wood 1998). Borgognini Tarli et Repetto (1986) observent une tendance à la diminution globale du degré de dimorphisme sexuel entre les groupes humains du Paléolithique supérieur *sensu lato* et les groupes humains du Mésolithique, en terme de taille et après correction de l'effet de taille. À partir des dimensions crâniennes, infra-crâniennes et dentaires, Frayer (1980) met en évidence le même phénomène de diminution du dimorphisme sexuel entre le Paléolithique supérieur et le Mésolithique dont une gracilisation des individus masculins au cours du Mésolithique serait responsable. L'auteur impute ce changement de robustesse et de taille des hommes à des modifications des technologies de chasse et des proies chassées, alors que les femmes n'auraient pas subi ces changements, puisqu'elles seraient principalement impliquées dans la collecte de végétaux et de petit gibier (Frayer 1980).

2. Données paléogénétiques et paléogénomiques

Les marqueurs uni-parentaux de l'ADN (Acide DésoxyriboNucléique, mitochondrie et chromosome Y) ont souvent été utilisés pour les questions relatives à l'histoire des populations humaines. L'ADN mitochondrial est transmis de la mère à l'enfant et permet de retracer l'histoire génétique des femmes, alors que le chromosome Y qui n'est porté que par les individus de sexe masculin, permet de retracer l'histoire génétique des hommes. Ces marqueurs ne subissent pas de recombinaison et permettent ainsi d'accéder à la phylogénie des lignées. Ces dernières années, l'évolution des techniques a participé à la multiplication des données disponibles pour l'ADN ancien. Dès les années 1990, de nombreuses études visant à reconstituer l'histoire du peuplement de l'Europe à partir de la variabilité des marqueurs mitochondriaux au sein des populations actuelles ont été développées (Torroni *et al.* 1996, Sykes 1999, Ingman *et al.* 2000, Richards *et al.* 2000, Soares *et al.* 2010). Les lignées mitochondriales européennes ont été apportées selon trois probables événements (Soares *et al.* 2010) : durant le Paléolithique supérieur, l'arrivée des Hommes anatomiquement modernes (*ca* 43000 BP) a contribué de façon minime au *pool* génétique des populations européennes actuelles ; une modification importante a eu lieu au moment du Dernier Maximum Glaciaire (Fu *et al.* 2016, Posth *et al.* 2016) duquel dérive une grande partie du *pool* génétique européen actuel, par un effet de *bottleneck*³ mais également un renouvellement de la population (Fu *et al.* 2016, Posth *et al.* 2016) ; enfin, l'arrivée massive des groupes néolithiques et l'existence d'un métissage croissant des fermiers et des chasseurs-cueilleurs vers l'ouest est observé (Rivollat 2016, González-Fortes *et al.* 2017, Lipson *et al.* 2017, Mathieson *et al.* 2018).

Au sein des populations de chasseurs-cueilleurs, une structuration est proposée entre les chasseurs-cueilleurs d'Asie centrale, les chasseurs-cueilleurs de l'Est (Russie), ceux de l'Ouest (Luxembourg, Espagne, France ...) et les scandinaves (Haak *et al.* 2005). La population de chasseurs-cueilleurs de l'ouest de l'Europe semble être une population largement distribuée depuis les rivages de l'Atlantique à l'ouest, jusqu'à la Sicile au sud et la péninsule balkanique au sud-est (Mathieson *et al.* 2018). Une très grande homogénéité mitochondriale est ainsi mise en évidence pour ce groupe de chasseurs-cueilleurs. L'haplogroupe U prédomine, représenté en particulier par les sous-haplogroupes U2 et U5 pour l'aire géographique et chronologique

³ L'effet de *bottleneck* se produit lorsqu'une population est réduite à un petit nombre d'individus qui sont sélectionnés au hasard et ne sont pas représentatifs de la population originale (Klug *et al.* 2010).

étudiée ici. Selon Mathieson *et al.* (2018), cette homogénéité est en faveur de l'hypothèse de l'expansion d'une population unique depuis un refuge du sud-est de l'Europe après le Dernier Maximum Glaciaire avec des phénomènes d'admixture ou de remplacement des populations existant dans l'ouest de l'Europe. Cette hypothèse est également avancée pour les Alpes par Fu *et al.* (2016) et Posth *et al.* (2016) : jusqu'il y a 14000 BP environ, le *pool* génétique d'Europe de l'Ouest aurait été local, sans apport extérieur, puis à partir de 14000 BP des affinités avec les groupes situés plus à l'Est seraient partagées par le *cluster* Villabruna qui regroupe la majorité des séquences mitochondriales obtenues après le Dernier Maximum Glaciaire en Europe de l'Ouest (Fu *et al.* 2016, Posth *et al.* 2016). Une structuration géographique de l'haplogroupe mitochondrial U est proposée par Brandt *et al.* (2014) à partir d'études basées sur de l'ADN ancien et moderne, avançant l'hypothèse de l'apparition de sous-haplogroupes dans certaines régions spécifiques d'Europe : U5a serait apparu plutôt dans le Nord-Est alors que U5b viendrait plutôt du Sud-Ouest à la fin du Dernier Maximum Glaciaire (Brandt *et al.* 2014). Pour la période ainsi que l'aire géographiques considérées dans ce travail, 36 séquences mitochondriales sont disponibles, contre seulement sept pour le chromosome Y (Table 2). Excepté le spécimen « Canes1_Meso » (correspondant à l'individu Los Canes 1A, Los Canes, Espagne), l'ensemble des spécimens portant l'haplogroupe U5a se situe dans la partie nord-orientale de notre région d'étude (Figure 13).

Au sein de l'échantillon considéré, on remarque l'absence de l'haplogroupe U5a au Paléolithique final (PF), alors que le corpus attribué au premier Mésolithique (meso_1, n=12) est celui qui présente la plus grande variabilité mitochondriale par rapport à ceux du Paléolithique final (PF, n=10) et du second Mésolithique (meso_2, n=13) (Figure 14).

Les données du chromosome Y sont moins nombreuses du fait d'une conservation moins bonne du génome nucléaire. Sept séquences sont disponibles pour la période et l'aire géographique considérées dans le présent travail, dont trois appartiennent à l'haplogroupe I2a (Table 2). Au vu du faible nombre de données, il apparaît difficile d'aller plus loin que cette seule présentation succincte des haplogroupes présents.

Table 2 : Table récapitulant les haplogroupes mitochondriaux (mtHG) et du chromosome Y (Y-HG) obtenus sur les des spécimens attribués au Paléolithique final (PF) et au premier et second Mésolithique (meso_1 et meso_2). La date reportée est celle utilisée lors de la publication de la séquence ADN et de l'haplogroupe (colonne « Référence »). Table complétée avec les données disponibles au 05 janvier 2018.

Pays actuel	Site	Individu	Chrono	Date utilisée dans la publication	Référence	Sexe génétique	mtHG	Y-HG	Inclus dans le présent travail
France	Aven des Iboussières	Iboussieres25-1	PF	/	Fu <i>et al.</i> 2016, Posth <i>et al.</i> 2016, Mathieson <i>et al.</i> 2018	M	U5b2a	J ?	non
France	Aven des Iboussières	Iboussieres31-2	PF	/	Fu <i>et al.</i> 2016, Posth <i>et al.</i> 2016, Mathieson <i>et al.</i> 2018	M	U5b1	R	non
France	Aven des Iboussières	Iboussieres39	PF	11600-12040 cal BP	Fu <i>et al.</i> 2016, Posth <i>et al.</i> 2016	M	U5b2b	/	non
Suisse	Le Bichon	Le Bichon	PF	13770-13560 cal BP	Jones <i>et al.</i> 2015	M	U5b1h	I2a1a2a	oui
Allemagne	Oberkassel	Oberkassel 998	PF	13870-14170 cal BP	Mittnik et Krause 2015, Fu <i>et al.</i> 2016	/	U5b1	/	oui
Allemagne	Oberkassel	Oberkassel 999	PF	13290-13570 cal BP	Mittnik et Krause 2015	/	U5b1	/	oui
Italie	Oriente	Oriente C	PF	14194-13765 cal BP	Catalano <i>et al.</i> 2017, Mathieson <i>et al.</i> 2018	F	U2'3'4'7'8'9		non
Italie	Paglicci	Paglicci Accesso sala 2 Rim O	PF	/	Fu <i>et al.</i> 2013	/	U2'3'4'7'8'9	/	non
France	Rochedane	Rochedane	PF	12830-13090 cal BP	Fu <i>et al.</i> 2016, Posth <i>et al.</i> 2016, Mathieson <i>et al.</i> 2018	M	U5b2b	I	non
Italie	Villabruna	Villabruna	PF	14180-13780 cal BP	Fu <i>et al.</i> 2016	M	U5b2b	R1b1	oui
Allemagne	Blätterhöhle	BLA 19	meso_1	8638 ± 56 cal BC	Bollongino <i>et al.</i> 2013	/	U5a	/	non
Allemagne	Blätterhöhle	BLA 20	meso_1	8652 ± 58 cal BC	Bollongino <i>et al.</i> 2013	/	U5a2c3	/	non
Allemagne	Blätterhöhle	BLA 3	meso_1	9210 ± 29 cal BC	Bollongino <i>et al.</i> 2013	/	U2e	/	non
Allemagne	Blätterhöhle	BLA 6	meso_1	8796 ± 90 cal BC	Bollongino <i>et al.</i> 2013	/	U5b2a2	/	non
Espagne	Chan do Lindeiro	Chan_Meso	meso_1	9131 ± 124 cal BP	González-Fortes <i>et al.</i> 2017	/	U5b	/	non
Italie	Continenza	Continenza 7	meso_1	/	Fu <i>et al.</i> 2013	F	U5b1		non
Allemagne	Falkenstein	Falkenstein	meso_1	8993-9409 cal BP	Bramanti <i>et al.</i> 2009, Fu <i>et al.</i> 2016, Posth <i>et al.</i> 2016, Mathieson <i>et al.</i> 2018	M	U5a2c	I2a2a	non
France	Mareuil-Les-Meaux "Les Vignolles"	MareuilLesMeaux1	meso_1	9080-9500 cal BP	Posth <i>et al.</i> 2016	/	U5a2	/	oui
Italie	Oriente	Oriente B	meso_1	10680-10520 cal BP	Mannino <i>et al.</i> 2012	/	HV-1	/	oui
France	Ranchot	Ranchot88	meso_1	9933-10235 cal BP	Posth <i>et al.</i> 2016	F	U5b1		non
France	Rueil Malmaison "Les Closeaux"	LesCloseaux3	meso_1	9580-10230 cal BP	Posth <i>et al.</i> 2016	F	U5a2		oui
Italie	Su Carroppu	CAR-H7	meso_1	8227-7596 cal BC	Modi <i>et al.</i> 2017	/	J2b1	/	non
Italie	Su Carroppu	CAR-H8	meso_1	9124-7851 cal BC	Modi <i>et al.</i> 2017	/	I3	/	non
Espagne	Aizpea	AIZ	meso_2	6600 ± 65 BP	Hervella <i>et al.</i> 2012	/	U5b1	/	non
Allemagne	Bad Dürrenberg	Bad Dürrenberg 2	meso_2	7930 ± 90 BP	Bramanti <i>et al.</i> 2009	/	U4	/	oui
France	Berry-au-Bac "Le Vieux Tordoir"	BerryauBac1	meso_2	7169-7319 cal BP	Fu <i>et al.</i> 2016, Posth <i>et al.</i> 2016, Mathieson <i>et al.</i> 2018	M	U5b1a	I	oui
Allemagne	Bockstein	Bockstein	meso_2	8016-8329 cal BP	Posth <i>et al.</i> 2016	F	U5b1d1		non
France	Cuiry-Les-Chaudardes "Les Fontinettes"	CuiryLesChaudardes1	meso_2	8050-8360 cal BP	Posth <i>et al.</i> 2016	M	U5b1b	I	oui
Allemagne	Felsdach	Felsdach	meso_2	8390-8980 cal BP	Posth <i>et al.</i> 2016	/	U5a2c	/	non
Allemagne	Hohlenstein-Stadel	Hohlenstein 5830a	meso_2	7835 ± 80 BP	Bramanti <i>et al.</i> 2009	/	U5a1	/	oui
Allemagne	Hohlenstein-Stadel	Hohlenstein 5830b	meso_2	8446-8809 cal BP	Bramanti <i>et al.</i> 2009, Posth <i>et al.</i> 2016	/	U5b2c1	/	oui
Espagne	La Braña_Arintero	La Braña 1	meso_2	6980 ± 50 BP	Sanchez-Quinto <i>et al.</i> 2012	M	U5b2c1	C1a2	oui
Espagne	La Braña_Arintero	La Braña 2	meso_2	7030 ± 50 BP	Sanchez-Quinto <i>et al.</i> 2012	M	U5b	/	oui
Espagne	Los Canes	Canes1_Meso	meso_2	7115 ± 130 cal BP	González-Fortes <i>et al.</i> 2017	F	U5a2a		oui
Luxembourg	Loschbour	Loschbour	meso_2	8054 ± 127 cal BP	Delsate <i>et al.</i> 2009, Fu <i>et al.</i> 2013	M	U5b1a	I2a21b	oui
Allemagne	Ofnet	Ofnet	meso_2	8159-8424 cal BP	Posth <i>et al.</i> 2016	F	U5b1d1		non

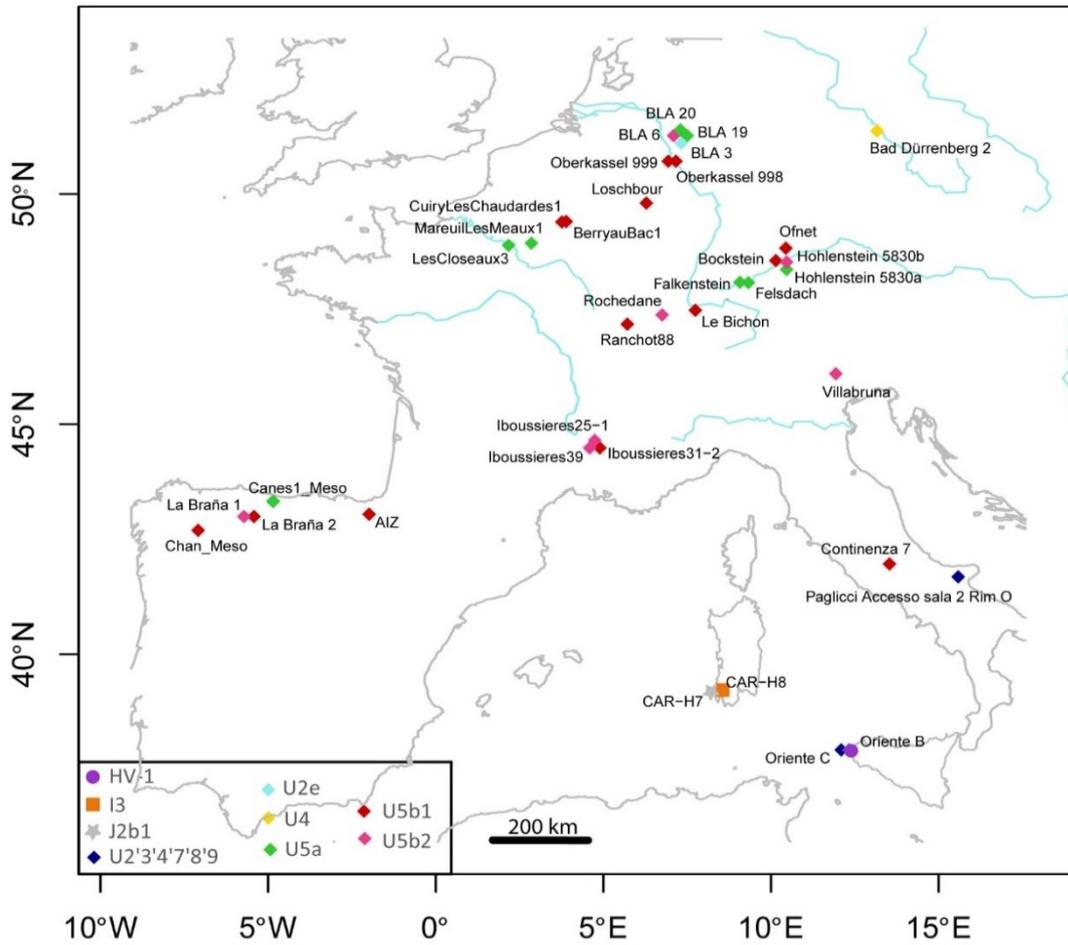


Figure 13 : Carte de répartition des haplogroupes mitochondriaux obtenus sur des spécimens attribués au Paléolithique final et au Mésolithique (références dans la Table 2).

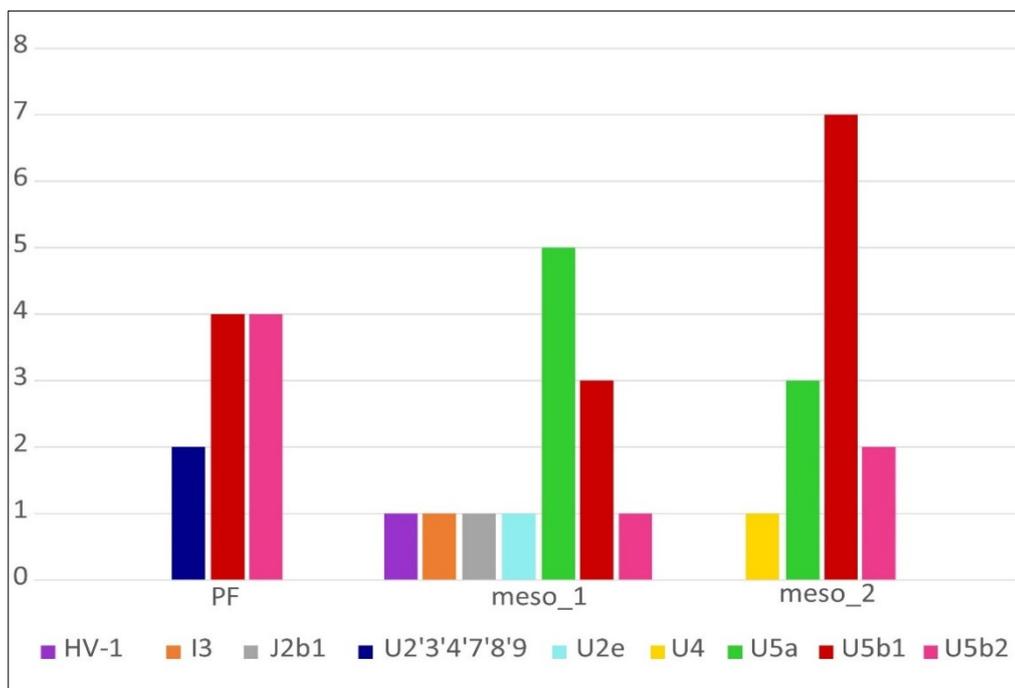


Figure 14 : Histogramme montrant la répartition des haplogroupes mitochondriaux en fonction de leur attribution chronoculturelle (références dans la Table 2 ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique. En ordonnées : nombre d'individus présentant chacun des haplogroupes mitochondriaux en fonction de la période chronoculturelle).

III. ÉTUDE OSTÉO-BIOLOGIQUE DES VESTIGES HUMAINS DU PALÉOLITHIQUE FINAL ET DU MÉSOLITHIQUE : PROBLÉMATIQUE, OBJECTIFS, ET HYPOTHÈSES D'ANALYSE

L'ensemble du CHAPITRE I. a dressé un panorama synthétique des connaissances disponibles pour le Paléolithique final et le Mésolithique, à travers des aspects chronologiques, climatiques, environnementaux, culturels, symboliques et anthropobiologiques. Ce bilan a permis de poser des jalons qui encadreront notre démarche scientifique tout au long de ce travail ainsi que de dégager des pistes d'analyse.

Ces dernières décennies, la connaissance des périodes chronoculturelles du Paléolithique final et du Mésolithique d'Europe de l'Ouest a bénéficié d'un certain dynamisme scientifique comme en témoigne la multiplication des rencontres nationales ou internationales autour de ces périodes. On peut par exemple citer la table-ronde de Besançon de 1986 sur le Mésolithique du nord-est de la France (Aimé et Thévenin 1989), la table-ronde d'Amiens de 2004 (Fagnard *et al.* 2008) et le congrès international de Bruxelles de 2007 (Crombé *et al.* 2009) sur le Mésolithique dans le nord de l'Europe, la rencontre de 2012 sur la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique (Langlais *et al.* 2014b), les conférences quinquennales sur le Mésolithique en Europe qui ont lieu depuis 1973 (*e.g.* Larsson *et al.* 2005, McCartan *et al.* 2009), ou encore plus récemment la conférence ayant eu lieu à Halle/Saale sur l'organisation sociale des communautés mésolithiques (Grünberg *et al.* 2016b). Comme nous l'avons vu dans le CHAPITRE I.II.1., la situation est beaucoup plus contrastée concernant les vestiges humains de ces périodes. Agrégés au corpus magdalénien ou considérés comme un ensemble homogène à des fins comparatives, les vestiges humains attribués au Paléolithique final et au Mésolithique d'Europe de l'Ouest font ainsi l'objet de peu d'études synthétiques spécifiques, dont l'objectif serait la caractérisation de la diversité phénotypique observée au sein des groupes humains de ces périodes. La majorité des travaux concluent à une homogénéité globale de la morphologie crânienne et faciale au sein des groupes humains de la fin du Paléolithique supérieur et du Mésolithique en Europe de l'Ouest, nuancée par un fort degré de structuration régionale. Cette structuration régionale est mise en parallèle avec une structuration de type isolement par la distance, qui semble plus marquée à la fin du Mésolithique (Brewster 2014, Meiklejohn et Babb 2015). Par ailleurs, les corpus utilisés dans la majorité des études souffrent d'attributions chronoculturelles anciennes et qui peuvent se révéler

inexactes (pour une revue des vestiges réactualisée, voir Le Luyer 2016, Meiklejohn *et al.* 2016, CHAPITRE II.I.1 et CHAPITRE II.I.2.). Face à des axes de recherche dynamiques en archéologie, les aspects revêtant de l'anthropobiologie des groupes humains du Paléolithique final et du Mésolithique d'Europe de l'Ouest bénéficieraient d'une analyse plus complète et globale, tenant compte des avancées et les questionnements archéologiques formulés sur ces périodes au cours des dernières années.

Au regard de ce constat, le présent travail vise, à partir d'un corpus réactualisé, à la caractérisation biologique crânienne, dentaire et infra-crânienne des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène d'Europe occidentale, dans une perspective microévolutive et bioarchéologique.

L'objectif de cette étude est triple. Dans un premier temps, il s'agit de caractériser la morphologie squelettique et dentaire des derniers chasseurs-collecteurs d'Europe de l'Ouest à partir d'un corpus réactualisé de vestiges humains dont l'attribution chronoculturelle est bien attestée. Le deuxième objectif consiste à analyser la diversité / l'homogénéité biologique observée au sein de ces groupes humains dans une perspective microévolutive. La microévolution correspond au changement des fréquences alléliques d'une génération à une autre au sein d'une population ou une espèce, causé par la mutation, la dérive génétique, les régimes de reproduction et / ou la sélection (Berthet 2006, Klug *et al.* 2010). Nous tenterons donc d'identifier les éventuels effets de ces mécanismes microévolutifs ainsi que les facteurs pouvant être responsables des variations morphologiques observées dans notre corpus, tels que l'histoire des groupes humains, l'isolement géographique, le climat, l'environnement ou encore les modes de vie et l'alimentation. Enfin, le présent travail revêt un enjeu bioarchéologique, dans sa définition américaine qui consiste à utiliser l'anthropologie biologique comme outil pour l'étude de problématiques archéologiques (Buikstra et Beck 2006, Knüsel 2010). Les données biologiques obtenues seront mises en relation avec les données archéologiques afin de compléter les connaissances sur les groupes humains du Paléolithique final et du Mésolithique en Europe de l'Ouest.

L'aspect microévolutif de ce travail est fondé principalement sur l'évaluation des degrés de distance biologique entre les différents groupes humains côtiers et continentaux du Paléolithique final et du Mésolithique. La notion de distance biologique est définie comme la mesure de similarité ou dissimilarité entre différents groupes à partir de l'analyse de caractères osseux⁴ (Buikstra *et al.*

⁴ « *Biological distance, or "biodistance", refers to a measurement of population divergence based on polygenic traits. Because polygenic traits typically have both an environmental and a genetic component, biological distances can reflect both genetic and environmental differentiation between populations* » (Buikstra *et al.* 1990 : 1).

1990, Pilloud et Hefner 2016). En génétique des populations, la structuration des populations dépend de l'intensité des flux de gènes après un événement de migration ou une subdivision qui peut conduire à la formation de deux sous-populations (Klug *et al.* 2010). Le degré d'isolement entre les sous-populations créées s'exprime dans la structuration génétique de la population dans son ensemble, et par extension, dans sa structuration phénotypique (Klug *et al.* 2010). L'hypothèse sous-jacente à l'étude des distances biologiques en anthropologie biologique est la suivante : les groupes partageant des caractéristiques phénotypiques partagent une origine commune plus proche que des groupes qui partagent moins de caractéristiques. En d'autres termes, plus les groupes présentent des similarités phénotypiques, plus ils sont reliés génétiquement (Larsen 2002, Pilloud et Hefner 2016). Les distances biologiques sont utilisées pour retracer l'histoire d'une population, ses origines, les liens d'ancestralité et les relations entre des groupes humains ou leurs mouvements (Pietrusewsky 2014). En anthropologie biologique, les analyses portent en majorité sur l'observation de variations morphométriques et morphologiques squelettiques et dentaires dont on sait qu'elles sont porteuses d'une information phylogénétique. C'est cette démarche qui sera la nôtre dans ce travail de doctorat (*cf.* CHAPITRE II.III.1., 2. et 3.).

Notre travail s'attache à discuter différents aspects biologiques mis en évidence à partir de l'analyse de caractéristiques squelettiques, à la lumière de questionnements anthropologiques mais également archéologiques. Plusieurs hypothèses de travail guident notre réflexion :

1) Comme nous l'avons présenté dans le CHAPITRE I.I.2., les cultures du Paléolithique final et du Mésolithique ont été en grande partie définies sur des critères typotechnologiques de l'industrie lithique. Deux idées principales sont proposées pour caractériser les cultures de cette période. Dans la lignée de celle de Rozoy (1978), la persistance de mêmes groupes humains du Magdalénien moyen à la fin du Mésolithique est avancée. Le Mésolithique serait alors en continuité avec le Paléolithique supérieur mais caractérisé par des inventions de la part de chasseurs-cueilleurs mobiles. Face aux changements typotechnologiques mis en évidence dans la sphère de la production lithique au cours du VII^{ème} millénaire cal BC en Europe de l'Ouest qui partagent le Mésolithique entre premier et second Mésolithique, un autre *scenario* propose l'arrivée de nouveaux groupes humains responsables de la diffusion de ces modifications techniques, ou l'hypothèse d'un processus de diffusion continentale (Perrin *et al.* 2009, Perrin et Defranould 2016, Marchand et Perrin 2017). Une telle bipartition ne se retrouve pas de façon majoritaire dans les autres sphères culturelles et symboliques (*cf.* CHAPITRE I.I.), posant ainsi la question de l'identification des facteurs et mécanismes qui auraient pu entraîner de tels changements (Marchand et Perrin 2017). Le premier axe de notre travail consiste donc à analyser les caractéristiques osseuses et dentaires des groupes humains du Paléolithique final, du premier et du second Mésolithique et

de déterminer si des changements diachroniques sont observés, pour lesquels les facteurs et mécanismes microévolutifs sous-jacents seront recherchés. Déjà abordée ces dernières années par Brewster (2014), Meiklejohn et Babb (2015) ou Le Luyer (2016), la question posée ici est la suivante : les partitions chronoculturelles du Paléolithique final et du Mésolithique sont-elles pertinentes d'un point de vue anthropobiologique ? Qu'en est-il de la bipartition entre premier et second Mésolithique ?

2) Dans un second temps, la dichotomie mise en évidence entre espaces littoraux et continentaux d'un point de vue écologique, alimentaire et technologique (Marchand 2014a, 2015a, Marchand et Dupont 2016) ainsi que suggérée en termes de fonctionnement sociétal de ces groupes (Brewster 2014) constitue un élément de caractérisation fort pour le Mésolithique en Europe occidentale. Cette différenciation est-elle également perçue en anthropobiologie entre les groupes humains côtiers et les continentaux ? Quels facteurs et quels mécanismes pourraient être à l'origine des variations observées ? L'hypothèse d'une différenciation phénotypique entre ces groupes est ainsi testée de façon globale puis au sein de chacune des trois chronocultures définies dans le présent travail (*cf.* CHAPITRE I.I.2.).

3) Enfin, certaines données anthropologiques – notamment crâniennes (Brewster 2014, Meiklejohn et Babb 2015) – suggèrent l'existence de particularités régionales au Mésolithique, pouvant être liées à des phénomènes d'isolement par la distance (*cf.* CHAPITRE I.II.1.). Dans la sphère des technologies lithiques, l'idée traditionnelle de l'existence d'une mosaïque culturelle mésolithique a mis en avant les particularités régionales – principalement les variations de la forme des armatures de flèches (*e.g.* Thevenin 1995, Fagnard *et al.* 2008) – comme marqueurs identitaires des groupes humains (*cf.* CHAPITRE I.I.2.). Afin de détecter si les données anthropologiques analysées dans ce travail présentaient une structuration géographique régionale, nous avons testé l'hypothèse d'une absence de relation entre les différences phénotypiques observées et la distance géographique (absence d'un phénomène d'isolement par la distance) au sein des groupes de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène.

Notre travail doctoral vise donc *in fine* à apporter des éléments de compréhension à la question de l'identité biologique des derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe de l'Ouest, à partir de l'étude des restes squelettiques de ces femmes et hommes du Paléolithique final et du Mésolithique.

CHAPITRE II

MATÉRIEL

ET

MÉTHODES

I. CORPUS D'ÉTUDE

1. Une nécessaire réactualisation du corpus d'étude

A. Constitution du corpus analysé

Les bornes géographiques de la présente étude ont principalement été définies à partir des critères culturels et techniques présentés dans le CHAPITRE I.. L'Europe de l'Ouest et du Sud-Ouest se différencie d'un point de vue des traditions culturelles de l'Europe du Nord ainsi de l'Europe centrale et du Sud-Est (Bailey et Spikins 2008, Marchand 2014a, 2014b), c'est pourquoi il a été choisi d'analyser un corpus recouvrant les territoires actuels français, belge, luxembourgeois, allemand, suisse, italien, espagnol et portugais.

Afin de constituer le corpus d'analyse, dans un premier temps, un inventaire a été effectué à partir de la bibliographie disponible pour les sites ayant livré des vestiges humains attribués à Paléolithique final et du Mésolithique en Europe de l'Ouest. Cet inventaire s'est principalement appuyé sur les catalogues disponibles (Vallois et Movius 1953, Oakley *et al.* 1971, Newell *et al.* 1979, Gambier et Houët 1993, Grünberg 2000, Alciati *et al.* 2005) ainsi que sur divers travaux plus récents (Toussaint 2002, Giacobini 2006, Street *et al.* 2006, Valentin *et al.* 2008, Meiklejohn 2009, Meiklejohn *et al.* 2009, Meiklejohn *et al.* 2010, Toussaint 2010, Gazzoni et Fontana 2011, Bosset et Valentin 2013, Gallego Lletjós 2013, Meiklejohn *et al.* 2014, Drak 2016, Le Luyer 2016, Meiklejohn *et al.* 2016). Un grand nombre de ces vestiges humains attribués à la fin du Paléolithique supérieur et au Mésolithique ont été découverts à la fin du XIX^{ème} siècle et durant la première moitié du XX^{ème} siècle. Bien souvent, leurs conditions de découverte ainsi que le contexte stratigraphique étaient peu documentés, ne permettant pas une attribution chronoculturelle fiable de ces vestiges anthropologiques. Depuis quelques années, des révisions de contextes chronologiques et stratigraphiques ainsi que la datation radiocarbone directe des vestiges humains ont été réalisées pour bon nombre d'entre eux. Les travaux de Meiklejohn et collaborateurs en fournissent des synthèses actualisées (Meiklejohn 2009, Meiklejohn *et al.* 2009, 2010, 2014, 2016). Certains individus, autrefois attribués à la fin du Paléolithique supérieur ou au Mésolithique, ont récemment été réattribués à d'autres périodes chronoculturelles : par exemple l'individu de la Baume de Montclus (Gard, France), considéré dans un premier temps comme mésolithique (Ferembach 1974a), est finalement attribué au

Néolithique ancien (Perrin *et al.* 2009, Perrin et Defranould 2016), ou encore le squelette Le Peyrat 6 (Dordogne, France) qui a été daté de la période médiévale (Drucker 2001) alors qu'il avait longtemps été versé au corpus de la fin du Paléolithique supérieur. À l'inverse, des datations radiocarbone directes ont permis la réattribution au Mésolithique de vestiges humains auparavant considérés comme plus anciens : par exemple l'individu de Combe Capelle (Dordogne, France), supposé aurignacien mais attesté comme mésolithique (Hoffmann *et al.* 2011) ou encore le crâne de Rond-du-Barry (Haute-Loire, France) supposé badegoulien mais récemment daté comme mésolithique (Talamo *et al.* 2018).

Dans un second temps, une sélection des vestiges a été effectuée en fonction de la fiabilité de leur attribution chronologique et/ou culturelle, qui a été catégorisée selon différents niveaux de contrôle adaptés d'autres travaux (Meiklejohn et Babb 2011, Le Luyer 2016) : A) restes humains directement datés par radiocarbone ; B) restes humains non datés mais des datations radiocarbone sont disponibles sur du matériel directement associé avec les vestiges humains ; C) aucune date n'est disponible pour les vestiges humains ou le matériel directement associé, mais le niveau stratigraphique où ils se trouvaient a été daté par radiocarbone ; D) aucune datation n'a été effectuée pour le site, mais l'attribution chronoculturelle a été révisée et est cohérente par rapport à d'autres sites datés ; E) attribution chronoculturelle ancienne et non révisée ou discutée récemment. Les vestiges humains qui ne satisfaisaient pas les critères de fiabilité fixés, *i.e.* la catégorie E, ont été exclus durant cette phase de constitution de l'échantillon disponible pour l'analyse.

B. De la population vivante au corpus analysé : le résultat d'un enchaînement de « filtres de sélection »

Des « filtres de sélection » naturels, culturels et méthodologiques, décrits notamment par Sellier (1990), contribuent à limiter le nombre d'individus qui nous parviennent et à biaiser la composition de l'échantillon étudié. À un premier niveau, la population vivante peut n'inhumer qu'une partie de la population décédée et réserver d'autres pratiques à une frange de la population. Ceci implique ainsi une possible sélection des individus inhumés, ceux-ci ne représentant déjà pas exactement les caractéristiques biologiques de la population vivante. Dans un second temps, des agents taphonomiques (*e.g.* nature du sol ne permettant pas la conservation des éléments osseux, érosion) peuvent être responsables de la destruction d'une partie ou de la totalité du squelette. Les conditions de découverte, la méthodologie et les stratégies de fouille ainsi que le dynamisme différentiel de la recherche archéologique préventive (grands aménagements routiers ou ferroviaires permettant des fouilles de grande

ampleur) constituent un troisième niveau de sélection de la population « vivante » à l'échantillon d'étude disponible. Enfin, les déplacements, dispersions dans diverses institutions de conservation, destructions et dégradations, pertes ... sont autant de nouveaux filtres de sélection s'ajoutant aux précédents. Ainsi, le corpus disponible ne représente pas la variabilité biologique réelle des groupes humains de ces périodes qui, en théorie, correspondrait aux populations du Paléolithique final et du Mésolithique en tant qu'ensemble d'individus vivant dans ces contextes chronoculturels et environnementaux. Enfin, certaines autorisations d'étude n'ont pas été obtenues et constituent une dernière contrainte d'échantillonnage dans la constitution du corpus d'étude. En gardant à l'esprit ces écueils, nous devons faire l'hypothèse que le corpus analysé représente le plus fidèlement possible les populations de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène. Par conséquent nous parlerons dans le présent travail de « groupes humains » plutôt que de « populations ».

2. Corpus de sites et définition des groupes pour l'analyse

Après un travail d'identification des vestiges humains attribués de façon fiable au Paléolithique final et au Mésolithique (*cf. supra*), la localisation de leurs lieux de conservation ainsi que l'obtention des autorisations préalables à leur étude, les données ont été collectées directement sur une grande majorité des vestiges humains inclus dans le présent travail. Ils sont issus de 70 sites et certains restent inédits (Table 3 et Figure 15).

Notre travail de doctorat vise à étudier la variabilité des groupes humains de l'extrême fin du Pléistocène et du début de l'Holocène dans une perspective microévolutive et à caractériser les mécanismes et facteurs pouvant être responsables des variations phénotypiques observées (*cf. CHAPITRE I.II.1 et 2*). Afin d'analyser la présence éventuelle de variations diachroniques, les individus ont été répartis selon les trois périodes chronoculturelles définies précédemment (*cf. CHAPITRE I.I*): le Paléolithique final, le premier ou le second Mésolithique. Les datations radiocarbone mais également l'attribution chronoculturelle du matériel archéologique associé aux restes humains ont été mobilisées pour effectuer cette répartition. Seize sites ont livré des vestiges du Paléolithique final, 34 du premier Mésolithique et 20 du second Mésolithique. Un seul site (Oriente, Sicile) a livré des vestiges humains datés à la fois du Paléolithique final et du premier Mésolithique (Figure 15).

Table 3 : Listing des sites ayant livré des vestiges humains retenus dans la présente étude. Les numéros (N°) renvoient à la Figure 15 et à la Figure 16 ; Geo : variable qualitative géographique utilisée dans l'étude ; Coord_long : coordonnées de longitude ; Coord_lat : coordonnées de latitude ; Date : indique si une datation sur reste humain a été effectuée (en gris) et si possible sur quel individu elle est intervenue ; Chrono : attribution chronoculturelle utilisée dans l'étude (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; Type date : type de datation effectuée, classique (« class ») ou « ams » pour *Accelerator Mass Spectrometry* ; BP : Before Present ; cal BC : calibré Before Christ ; cal BP : calibré Before Present. Les calibrations ont été réalisées par l'auteur (sauf *) à deux sigmas selon la courbe IntCal13 dans le logiciel Calib Rev7.1.0 (Stuiver *et al.* 2005, Reimer *et al.* 2013) ; Labo : référence du laboratoire pour la datation.

N°	Pays actuel	Site	Ville, département	Coord_long	Coord_lat	Position par rapport à la côte	Matériel daté	Chrono	Type Date	BP	cal BC	cal BP	Labo	Références datation / période	Description restes humains
1	Belgique	ABRI DES AUTOURS 2	Dinant, Province de Namur	4,90	50,25	continental	reste humain	meso_1	ams	9090 ± 140	8696-7824	10645-9773	OxA-5838	Cauwe 1995	Polet et Cauwe 2002, 2007
2	Belgique	ABRI DES AUTOURS 3	Dinant, Province de Namur	4,89	50,22	continental	reste humain	meso_1	ams	9500 ± 75	9150-8629	11099-10578	OxA-4917	Cauwe 1995	Polet et Cauwe 2002, 2007
3	Italie	ARENE CANDIDE	Finale Ligure, Ligurie	8,33	44,17	côtier	ARENE CANDIDE 3	PF	ams	10065 ± 55	9992-9377	11941-11326	OxA-10998	Formicola <i>et al.</i> 2005	Sergi <i>et al.</i> 1974, Paoli <i>et al.</i> 1980
							ARENE CANDIDE 12			10720 ± 55	10780-10627	12729-12576	OxA-11002	Macphail <i>et al.</i> 1994, Formicola <i>et al.</i> 2005	
							ARENE CANDIDE 14			11510 ± 385	12459-10656	14408-12605	GX-16964-K	Formicola <i>et al.</i> 2005	
4	France	AUNEAU "LE PARC DU CHÂTEAU"	Auneau, Eure-et-Loir	1,77	48,46	continental	AUNEAU 3	meso_2	?	6655 ± 90	5728-5471	7677-7420	Ly-4731	Dubois et Verjux 1996, Leduc et Verjux 2014	Verjux 1995, Dubois et Verjux 1996, Verjux et Dubois 1996
5	France	AVEN DES IBOUSSIERES	Malataverne, Drôme	4,75	44,48	continental	IBOUSSIERES 25-1 / 31-2 / 39	PF	ams	10140±50	10089-9462	12038-11411	GrA-43700	Posth <i>et al.</i> 2016	Gely et Morand 1998, Aymard 2005
6	Allemagne	BAD DÜRRENBURG	Bad Dürrenberg, Saxony-Anhalt	13,17	51,37	continental	BAD DURRENBURG AD	meso_2	?	7930 ± 90	7060-6611	9009-8560	OxA-3136	Grünberg 2000, Grünberg <i>et al.</i> 2016a	Grünberg 2000, Porr et Alt 2006 ;Porr et Alt 2006
										7580 ± 80	6593-6253	8542-8202	Bln-2130		
										7730 ± 80	6750-6429	8699-8378	Bln-2221		
7	France	BERRY AU BAC "LE VIEUX TORDOIR"	Berry-au-Bac, Aisne	3,90	49,40	continental	reste humain	meso_2	ams	6325 ± 35	5370-5220	7319-7169	SacA-5455	Posth <i>et al.</i> 2016	Auxiette et Hachem 1989
8	Suisse	BIRSMATTEN-BASISGROTTE	Nenzlingen, Bâle	7,56	47,45	continental	reste humain	meso_2	?	6290 ± 80	5467-5054	7416-7003	OxA-2238	Sedmeier et Kaufmann 1996	Sedmeier et Kaufmann 1996
9	Belgique	BOIS LAITERIE	Profondeville, Province de Namur	4,85	50,35	continental	reste humain	meso_1	ams	9515 ± 65	9150-8642	11099-10591	OxA-8910	Toussaint <i>et al.</i> 1998, Toussaint 2002	Toussaint 2002, 2010
										9445 ± 60	9119-8565	11068-10514	OxA-8878		
										9420 ± 65	9118-8490	11067-10439	OxA-8911		
										9235 ± 85	8698-8284	10647-10233	GX-2138		
10	Allemagne	BOTTENDORF I	Bottendorf, Thuringe	11,43	51,30	continental	BOTTENDORF I 39:47a	meso_2	ams	5950 ± 80	5045-4617	6994-6566	OxA-2919	Hedges <i>et al.</i> 1992, Grünberg 2000, Grünberg <i>et al.</i> 2016a	Stecher <i>et al.</i> 2016
11	France	BOURG CHARENTE	Bourg-Charente, Charente	-0,22	45,67	continental	reste humain	meso_1	ams	9330 ± 50	8745-8355	10694-10304	Beta-283143	Henry-Gambier <i>et al.</i> 2011	Henry-Gambier <i>et al.</i> 2011
12	Allemagne	BUTTNERLOCH	Thuisbrunn, Bavière	13,09	50,82	continental	reste humain	meso_1	?	8575 ± 215	8240-7141	10189-9090	Hv-15657	Graf et Graf 2001	Graf et Graf 2001
13	Portugal	CABECO DA ARRUDA	Muge, Ribatejo	-8,66	39,11	côtier	ARRUDA A	meso_2	ams	6970 ± 70	5988-5728	7833-6745 avec deltaR* ⁵	TO-354	Meiklejohn <i>et al.</i> 2009	Roksandic <i>et al.</i> 2006, Jackes 2013
							ARRUDA N			6360 ± 80	5485-5080	7835-7575 avec deltaR*	TO-356	Meiklejohn <i>et al.</i> 2009	
14	Belgique	CHALEUX	Dinant, Province de Namur	4,94	50,22	continental	reste humain	meso_1	ams	8730 ± 80	8182-7589	10131-9538	OxA-5679	Bronk Ramsey <i>et al.</i> 2002	Toussaint 2002, 2010
15	Belgique	CLAMINFORGE	Sambreville, Province de Namur	4,62	50,41	continental	reste humain	meso_1	ams	9525 ± 60	9153-8656	11102-10605	OxA-10552	Toussaint 2002	Toussaint 2002, 2010
16	Espagne	COLOMBA	Cardoso, Asturies	-4,92	43,44	côtier	reste humain	meso_2	?	7090± 60	6065-5844	8014-7793	TO-10223	Arias Cabal <i>et al.</i> 2009	Arias Cabal <i>et al.</i> 2007a, Drak et Garralda 2009
17	France	COMBE CAPELLE	Saint-Avit-Sénieur, Dordogne	0,81	44,77	continental	reste humain	meso_1	ams	8561 ± 27	7600-7551	9549-9500	KIA-39384	Hoffmann <i>et al.</i> 2011	Ambroise et Bouvier 1973, Hoffmann et Wegner 2002
18	Espagne	COVA FOSCA	Ares del Maestrat, Castellón	-0,04	39,99	côtier	reste humain	PF	?	12130 ± 100	12348-11791	14297-13740	?	Olaria 2002	Olaria 2002
19	Espagne	CUARTAMENTERO	Llanes, Asturies	-4,83	43,40	côtier	reste humain	meso_1	ams	10060 ± 45	9865-9391	11814-11340	OxA-26073	Borja <i>et al.</i> 2012	
20	France	CUIRY LES CHAUDARDES "LES FONTINETTES"	Cuiry-les-Chaudardes, Aisne	3,77	49,39	continental	reste humain	meso_2	ams	8395 ± 40	7545-7355	9494-9304	?	Drak 2016	Garralda 1982
21	France	CULOZ	Culoz, Ain	5,78	45,85	continental	CULOZ II	meso_1	class	8640 ± 380	8698-6691	10647-8640	Ly-1668	Evin <i>et al.</i> 1978	Vilain 1961, Genet-Varcin et Vilain 1963
22	France	CUZOUL DE GRAMAT	Gramat, Lot	1,72	44,78	continental	non	meso_2	/	/	/	/	/	Valdeyron <i>et al.</i> 2011a	Lacam et Niederlender 1944
23	Espagne	EL COLLADO	La Oliva, Valence	-0,10	38,89	côtier	EL COLLADO SEP III	meso_1	ams	8388 ± 36	7538-7356	9487-9305	CNA 1620.1.1	Gibaja <i>et al.</i> 2015	Pérez-Pérez <i>et al.</i> 1995, Aparicio 2008
							EL COLLADO SEP IV			8491 ± 37	7589-7513	9538-9462	CNA 1621.1.1	Gibaja <i>et al.</i> 2015	
							EL COLLADO SEP V			7992 ± 34	7051-6774	9000-8723	CNA 1622.1.1	Gibaja <i>et al.</i> 2015	
							EL COLLADO SEP VI			8166 ± 35	7304-7065	9253-9014	CNA 1623.1.1	Gibaja <i>et al.</i> 2015	
							EL COLLADO SEP VII			8319 ± 35	7504-7201	9453-9150	CNA 1624.1.1	Gibaja <i>et al.</i> 2015	
							EL COLLADO SEP XI			7742 ± 35	6642-6491	8591-8440	CNA 1626.1.1	Gibaja <i>et al.</i> 2015	
							EL COLLADO SEP XII IND1			7900 ± 32	7022-6648	8971-8597	CNA 1627.1.1	Gibaja <i>et al.</i> 2015	
EL COLLADO SEP XIII (IMM)	7976 ± 33	7047-6712	8996-8661	CNA 1628.1.1	Gibaja <i>et al.</i> 2015										
24	France	ETIOLLES "LES COUDRAYS STR 11"	Etiolles, Essonne	2,48	48,63	continental	reste humain	meso_1	?	8990 ± 50	8292-7975	10241-9924	?	Bosset 2010	Le Grand et Brunet 1994, Bosset 2010
25	Italie	GROTTE DES ENFANTS	Balzi Rossi, Ligurie	7,53	43,78	côtier	non	PF	postérieure à 11130 ± 100	postérieure à 11208-10797	postérieure à 13157-12746	MC-402	Henry-Gambier 2001, Alciati <i>et al.</i> 2005	Palma di Cesnola 1976	
26	Belgique	GROTTE MARGAUX	Freyr-Dinant, Province de Namur	4,88	50,22	continental	reste humain	meso_1	ams	9590 ± 110	9260-8651	11209-10600	Gif A 92354	Cauwe et Toussaint 1993, Cauwe 1995	Toussaint 2002, 2010, 2011
										9530 ± 110	9236-8616	11185-10565	Gif A 92355		
										9530 ± 120	9246-8573	11195-10522	OxA-3533		
										9530 ± 120	9246-8573	11195-10522	OxA-3534		
										9260 ± 120	8797-8252	11195-10549	Gif A 92362		
9190 ± 100	8698-8242	10746-10201	Lv-1709												
27	France	HOEDIC	Hoëdic, Morbihan	-2,88	47,34	côtier	HOEDIC 1	meso_2	ams	6209 ± 39	5295-5055	/	OxA-12419	Schulting inédit in Boulestin 2016	Péquart et Péquart 1934, 1954, Boulestin 2016
							HOEDIC 2			6280 ± 60	5308-4939 (avec effet réservoir)*	/	OxA-6706	Schulting 1999	
							HOEDIC 5			6645 ± 60	5623-5338 (avec effet réservoir)*	/	OxA-6708	Schulting et Richards 2001, Schulting 2005, Marchand <i>et al.</i> 2009	
							HOEDIC 8			6080 ± 60	5100-4700 (avec effet réservoir)*	/	OxA-6707	Schulting et Richards 2001, Schulting 2005, Marchand <i>et al.</i> 2009	
							HOEDIC 9			5755 ± 55	4684-4356 (avec effet réservoir)*	/	OxA-6710	Schulting et Richards 2001, Schulting 2005, Marchand <i>et al.</i> 2009	

⁵ Deltar est un package R qui permet de calculer des facteurs de corrections régionales des dates radiocarbone obtenues à partir d'échantillons marins (Khasanov et Khasanov 2017).

N°	Pays actuel	Site	Ville, département	Coord_long	Coord_lat	Position par rapport à la côte	Matériel daté	Chrono	Type Date	BP	cal BC	cal BP	Labo	Références datation / période	Description restes humains
28	Allemagne	HOHLENSTEIN STADEL	Hohlenstein, Bade-Wurtemberg	10,17	48,52	continental	HOHLENSTEIN STADEL 8530A	meso_2	?	7835 ± 80	7028-6497	8977-8446	ETH-5732	Haas 1991	Wetzel 1938
29	Allemagne	HOHLER FELS	Happurg, Nürnberger Land	11,47	49,49	continental	reste humain	meso_1	?	8655 ± 150	8227-7475	10176-9424	Hv 14894	Meiklejohn <i>et al.</i> 2016	Grünberg 2000
30	France	HOULEAU 2	Sainte-Florence, Gironde	-0,09	44,85	continental	reste humain	meso_1	?	9250 ± 80	8534-8007	10649-10241	OxA-5683/Lyon-173	Hedges <i>et al.</i> 1997 ; M. Lenoir. comm. pers.	Gambier et Lenoir 1991
31	Espagne	LA BRAÑA ARINTERO	Valdelugeros, Leòn	-5,41	42,99	continental	LA BRANA 1 LA BRANA 2	meso_2	ams	6980 ± 50 7030 ± 50	5982-5746 6009-5797	7931-7695	Beta-226472 Beta-226473	Vidal <i>et al.</i> 2008 Vidal <i>et al.</i> 2008	Vidal <i>et al.</i> 2008, Vidal Encinas et Prada Marcos 2010
32	France	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	La-Chaussée-Tirancourt, Somme	2,15	49,95	continental	reste humain	meso_1	?	9020 ± 100	8528-7833	10477-9782	GifA-92523	Valentin 1995	Ducroq et Ketterer 1995, Valentin 1995, Ducroq <i>et al.</i> 1996
33	Espagne	LA POZA L'EGUA	Lledias, Asturias	-4,86	43,42	côtier	reste humain	meso_1	?	8550 ± 80	7782-7385	9731-9334	TO-10222	Arias Cabal <i>et al.</i> 2009	Arias Cabal <i>et al.</i> 2007b
34	France	LA VERGNE	La Vergne, Charente-Maritime	-0,56	45,96	continental	LA VERGNE 1 SP 3	meso_1	?	9075 ± 65	8481-8200	10483-9956	OxA-6698/Ly-36	Duday et Courtaud 1998	Courtaud et Duday 1995, Courtaud <i>et al.</i> 1999, Courtaud et Duday 2011
							LA VERGNE 6 SP 7		?	9070 ± 70	8533-7990	10482-9939	OxA-6699/Ly-369	Duday et Courtaud 1998	
							LA VERGNE 9 SP 10		?	9215 ± 65	8603-8293	10552-10242	OxA-6700/Ly-371	Duday et Courtaud 1998	
35	Suisse	LE BICHON	La-Chaux-de-Fonds, Neuchâtel	7,75	47,47	continental	reste humain	PF	?	11760 ± 110 11610 ± 110	11845-11400 11764-11289	13794-13349 13713-13238	ETH-8773 ETH-8774	Morel 1993	Chauvière 2008
36	France	LE PEYRAT	Saint-Rabier, Dordogne	1,15	45,17	continental	LE PEYRAT 5	PF	?	11430 ± 150	11617-11068	13566-13017	Gif A-99117	Drucker 2001	Patte 1968, Samsel <i>et al.</i> 2016
37	Espagne	LOS AZULES	Contraquil, Cangas de Onis, Asturias	-5,13	43,07	continental	non	meso_1	?	entre 9540 ± 120 et 9430 ± 120	entre 9251-8606 et 9179-8351	entre 11200-10555 et 11128-10300	CSIC-260 CSIC-216	Fernandez-Tresguerres 1976b, 1976a, Garralda 1986	Garralda et Drak 2012
38	Espagne	LOS CANES	Arangas, Cabrales, Asturias	-4,85	43,32	continental	LOS CANES 1A	meso_2	?	6265 ± 75	5463-5018	7412-6967	AA-5294	Arias Cabal <i>et al.</i> 2009	Arias Cabal et Pérez Suárez 1992, Arias Cabal et Garralda 1996, Drak <i>et al.</i> 2010
							LOS CANES 3A		?	6160 ± 55	5289-4949	7238-6898	OxA-7148	Arias Cabal <i>et al.</i> 2009	
							LOS CANES 2B		?	6930 ± 95	5993-5659	7942-7608	AA-6071	Arias Cabal <i>et al.</i> 2009	
39	Luxembourg	LOSCHBOUR	Heffingen, Mullerhall	6,24	49,77	continental	reste humain	meso_2	ams	7205 ± 50	6210-5999	8159-7948	OxA-7738	Le Brun-Ricalens <i>et al.</i> 2007	Heuert 1950
40	Belgique	LOVERVAL	Gerpennes, Province du Hainaut	4,46	50,36	continental	reste humain	meso_1	ams class	9640 ± 100 9090 ± 100	9276-8762 8570-7968	11225-10711 10519-9917	Gif A 94536 Lv-1506	Cauwe et Toussaint 1993, Toussaint <i>et al.</i> 1996	Cauwe et Toussaint 1993, Toussaint <i>et al.</i> 1996
41	France	MAISONS-ALFORT "ZAC D'ALFORT"	Maisons-Alfort, Val-de-Marne	2,43	48,80	continental	reste humain	meso_1	?	8030 ± 50	7081-6710	9030-8659	Ly-9817	Valentin <i>et al.</i> 2008	Cottiaux <i>et al.</i> 2002
42	France	MAREUIL LES MEAUX "LES VIGNOLLES"	Mareuil-lès-Meaux, Seine-et-Marne	2,86	48,93	continental	reste humain	meso_1	?	8320 ± 90	7546-7084	9495-9033	GrN-27225	Valentin <i>et al.</i> 2008	Valentin <i>et al.</i> 2008
43	Italie	MARITZA	Avezzano, Abruzzes	13,43	42,03	continental	non	PF	/	/	/	/	/	Grifoni Cremonesi et Radmilli 1964, Gazzoni 2010	Borgognini Tarli 1969
44	Espagne	MAS NOU	Ares del Maestrat, Castellón	-0,04	39,99	côtier	MAS NOU 1	meso_2	?	6897 ± 34	5872-5717	7821-7666	OxA-V-2360-28	Olaria 2002, Olaria 2014, Salazar-García <i>et al.</i> 2014	Olaria 2002, Olaria 2014
							MAS NOU 2		ams	6820 ± 40	5770-5635	7719-7584	Beta 170715	Olaria 2002, Olaria 2014, Salazar-García <i>et al.</i> 2014	
45	France	MEAUX "HOPITAL NORD"	Meaux, Seine-et-Marne	2,88	48,97	continental	reste humain	meso_1	?	9790 ± 45	9317-9206	11266-11155	GrA-51862	Durand 2012	Durand 2012
46	Portugal	MOITA DO SEBASTIAO	Muge, Salvaterra de Magos, Ribatejo	-8,69	39,11	côtier	SEBASTIAO 16	meso_2	?	7120 ± 40	6065-5909	7950-7675 avec deltaR	Beta-127449	Meiklejohn <i>et al.</i> 2009, Bicho <i>et al.</i> 2010	Jackes et Meiklejohn 2004, 2008
							SEBASTIAO 22		?	7240 ± 70	7155-6735 avec deltaR	TO-131	Meiklejohn <i>et al.</i> 2009, Bicho <i>et al.</i> 2010		
47	Italie	MOLARA	Palerme, Sicile	13,31	38,08	côtier	MOLARA 2	meso_1	?	8600 ± 100	7959-7476	9908-9425	OxA-534	Gowlett <i>et al.</i> 1987, Canci <i>et al.</i> 1995	Borgognini Tarli 1976
48	Italie	MONDEVAL DE SORA	San Vito di Cadore, Vénétie	12,03	46,45	continental	reste humain	meso_2	ams	7425 ± 55	6428-6120	8377-8069	OxA-7468	Skeates et Whitehouse 1996	Alciati <i>et al.</i> 1994
49	Espagne	NERJA	Nerja, Malaga	-3,85	36,76	côtier	niveaux	meso_1	class	8260 ± 360	8018-6456	9967-8405	Gak-8967	García Sánchez 1982	García Sánchez 1982
50	Allemagne	OBERKASSEL	Bonn, Rhénanie du Nord-Westphalie	7,17	50,71	continental	OBERKASSEL 1	PF	ams	11570 ± 100	11636-11238	13585-13187	OxA-4790	Baales et Street 1998	Giensch et Schmitz 2015
							OBERKASSEL 2		ams	12180 ± 100	12538-11808	14487-13757	OxA-4792	Baales et Street 1998	
51	Italie	ORIENTE	Trapani, Favignana, Sicile	12,33	37,92	côtier	non (ORIENTE A)	meso_1	PF	/	/	/	/	Lo Vetro et Martini 2006, Gazzoni 2010	Di Salvo <i>et al.</i> 2012
							ORIENTE B		?	9377 ± 25	8733-8751	10682-10520	KIA-36051	Mannino <i>et al.</i> 2012	
52	Belgique	PETIT RI	Malonne, Province de Namur	4,80	50,44	continental	reste humain	meso_1	ams	9270 ± 90	8719-8295	10668-10244	OxA-5042	(Jadin and Carpentier 1994)	Jadin et Carpentier 1994, Twisselmann et Orban 1994
53	Italie	RIPARO TAGLIENTE	Valpentena, Vénétie	11,02	45,53	continental	TAGLIENTE 2	PF	?	13190 ± 90	14196-13579	16145-15528	OxA-10672	Hedges <i>et al.</i> 1993, Aspes 2002	Corrain 1977
54	France	ROC DU BARBEAU	Tursac, Dordogne	1,04	44,97	continental	non	meso_1	/	/	/	/	/	Newell <i>et al.</i> 1979, Cleyet-Merle et Marino-Thiault 1990	Cleyet-Merle et Marino-Thiault 1990
55	France	ROCHEREIL	Grand-Brassac, Dordogne	0,47	45,30	continental	non (date sur ROCHEREIL 3 IMM)	PF	?	11255 ± 50	11278-11088	13227-13037	OxA-16932	Mafart <i>et al.</i> 2007	Jude 1960, Ferembach 1974b, Vallois 1974
56	Italie	ROMITO	Papasidero, Calabre	15,92	39,90	côtier	niveaux	PF	ams	10250 ± 450	11041-8661	12990-10610	R-298	Boscato <i>et al.</i> 1996	Mallegni et Fabbri 1995
							niveaux		ams	entre 11150 ± 150 et 10960 ± 350	entre 11322-10781 et 11608-9886	entre 13271-12730 et 13557-11835		Boscato <i>et al.</i> 1996	
							ROMITO 4		?	11340 ± 90	11429-11103	13378-13052	LTL-3032A	Craig <i>et al.</i> 2010	
							ROMITO 5		?	10862 ± 70	10965-10718	12914-12667	LTL-3033A	Craig <i>et al.</i> 2010	
niveaux	class	entre 11150 ± 150 et 10960 ± 350	10781 et 11608-9886	entre 13271-12730 et 13557-11835		Alessio <i>et al.</i> 1966									
57	France	ROND DU BARRY	Sinzelles (Polignac), Haute-Loire	3,86	45,06	continental	reste humain	meso_1	ams	7864 ± 30	6814-6638	8763-8587	MAMS-17748	Talamo <i>et al.</i> 2018	Heim 1992
58	France	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	Rueil-Malmaison, Hauts-de-Seine	2,18	48,88	continental	reste humain	meso_1	?	8870 ± 130	8281-7614	10230-9563	OxA-7109/Lyon-613	Valentin <i>et al.</i> 2008	Valentin 1997
59	France	SAINT-MORE "LA GROTTTE DES HOMMES"	Saint-Moré, Yonne	3,78	47,58	continental	non	PF	/	/	/	/	/	(P. Bodu et F. Valentin. comm. pers.)	/
60	Italie	SAN TEODORO	Acquedolci, Sicile	14,60	38,04	côtier	SAN TEODORO 1	PF	ams	12580 ± 130	13323-12285	15272-14234	ETH-34451	Mannino <i>et al.</i> 2011	Graziosi 1947

N°	Pays actuel	Site	Ville, département	Coord_long	Coord_lat	Position par rapport à la côte	Matériel daté	Chrono	Type Date	BP	cal BC	cal BP	Labo	Références datation / période	Description restes humains
61	France	TEVIEC	Téviec, Morbihan	-3,17	47,56	côtier	TEVIEC 2	meso_2	ams	6322 ± 40	5336-5076 (avec effet réservoir)*	/	OxA-12865	Boulestin 2016	Péquart <i>et al.</i> 1937, Boulestin 2016
							TEVIEC 8 (TOMBE K)		ams	6440 ± 55	5468-5215 (avec effet réservoir)*	/	OxA-6663	Schulting et Richards 2001, Schulting 2005, Marchand <i>et al.</i> 2009	
							TEVIEC 13		ams	6740 ± 60	5704-5475 (avec effet réservoir)*	/	OxA-6665	Schulting et Richards 2001, Schulting 2005, Marchand <i>et al.</i> 2009	
							TEVIEC 16		class	6500 ± 65	5510-5227 (avec effet réservoir)*	/	OxA-6703	Schulting et Richards 2001, Schulting 2005, Marchand <i>et al.</i> 2009	
62	Espagne	TITO BUSTILLO	Ribadesella, Asturias	-5,07	43,46	côtier	reste humain	meso_1	ams	8470 ± 50	7592-7470	9541-9419	Beta-197042	Arias Cabal <i>et al.</i> 2009	Drak <i>et al.</i> 2008, de Balbín Behrmann <i>et al.</i> 2009
63	Belgique	TROU MAGRITE	Dinant, Province de Namur	4,92	50,23	continental	reste humain	meso_1	ams	8645 ± 80	7938-7547	9887-9496	OxA-5841	Bronk Ramsey <i>et al.</i> 2002	Toussaint 2002, 2010
64	France	UNIKOTE II	Iholdy, Pyrénées-Atlantiques	-1,39	43,20	continental	reste humain	meso_2	ams	7810 ± 40	6749-6510	8698-8459	Beta-162637	Boulestin <i>et al.</i> 2013	Boulestin <i>et al.</i> 2013
									ams	7950 ± 50	7040-6691	8989-8640	Beta-16263		
65	Allemagne	UNSEBURG	Unseburg, Saxony-Anhalt	11,50	51,93	continental	reste humain	meso_2	?	7670 ± 90	6691-6369	8640-8318	OxA-2918	Grünberg 2000, Grünberg <i>et al.</i> 2016a	Grünberg 2000
									?	9500-8600 BP	/	/	?	Belluomini 1980	
66	Italie	UZZO	Trapani, Sicile	12,75	38,17	côtier	reste humain	meso_1	?	9500-8600 BP	/	/	?	Belluomini 1980	Borgognini Tarli <i>et al.</i> 1993
									?	9500-8600 BP	/	/	?	Belluomini 1980	
									ams	9270 ± 100	8744-8290	10693-10239	?	Mannino <i>et al.</i> 2006	
									ams	9500-8600 BP	/	/	?	Belluomini 1980	
67	Italie	VADO ALL'ARANCIO	Massa Marittima, Toscane	10,89	43,98	côtier	niveaux	PF	?	11330 ± 50	11330-11134	13279-13083	R-1333	Minellono 1987	Minellono <i>et al.</i> 1980
									ams	9800-9460 BP	/	/	?	Di Salvo <i>et al.</i> 2007	
68	France	VAL DE REUIL "LES VARENNES"	Val de Reuil, Eure	1,22	49,27	continental	reste humain	meso_1	?	8715 ± 310	8617-7063	10566-9012	Ly-6239	Billard <i>et al.</i> 2001	Billard <i>et al.</i> 2001
69	Italie	VATTE DI ZAMBANA	Zambana, Trento	11,09	46,15	continental	reste humain	meso_1	ams	7943 ± 46	7036-6690	8985-8639	KIA-12442	Gazzoni 2010	Corrain <i>et al.</i> 1976
70	Italie	VILLABRUNA	Sovramonte, Vénétie	11,94	46,09	continental	reste humain	PF	ams	12140 ± 70	12235-11830	14184-13779	KIA-27004	Broglio et Improta 1995	Vercellotti <i>et al.</i> 2008

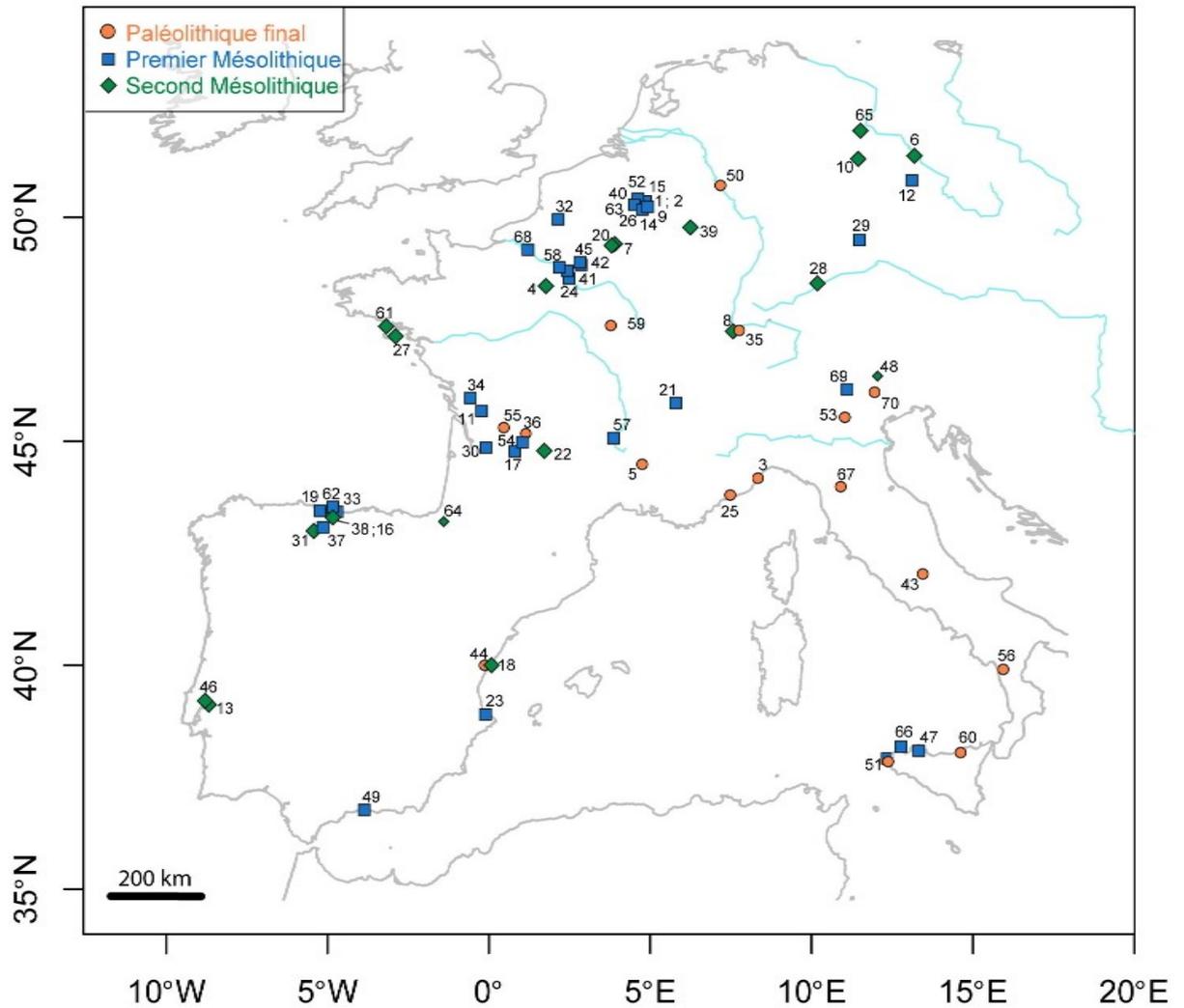


Figure 15 : Carte de répartition des sites ayant livré des vestiges humains du Paléolithique final, du premier et du second Mésolithique retenus dans le présent travail. Les numéros font référence à la Table 3.

Afin d'étudier une éventuelle influence du milieu littoral sur les variations observées, les individus ont été divisés en deux catégories en fonction de leur distance par rapport à la côte océanique ou maritime. Comme précédemment défini par Meiklejohn et Babb (2009) et utilisé par Brewster (2014), les individus ont été définis comme « littoraux » (ou « côtiers ») si le site où ils ont été mis au jour était situé dans une limite de 50 km par rapport à la ligne de côte au moment du décès (défini par la date radiocarbone ou l'attribution chronoculturelle des vestiges humains), et « continentaux » si la localisation du site était distante de plus de 50 km de la ligne de côte. L'apport de ressources marines dans leur alimentation (*cf.* CHAPITRE I. I.1.C.) ainsi que la prise en compte d'un fort relief entre la position du site et la côte (*e.g.* le site de Los Canes se situe à seulement onze kilomètres de l'océan actuellement mais une chaîne montagneuse s'élevant à plus de 1000 mètres a pu rendre le trajet difficile, c'est pourquoi il a été considéré comme « continental »). Vingt sites sont considérés comme littoraux et 50 comme continentaux (Figure 16, Table 3).

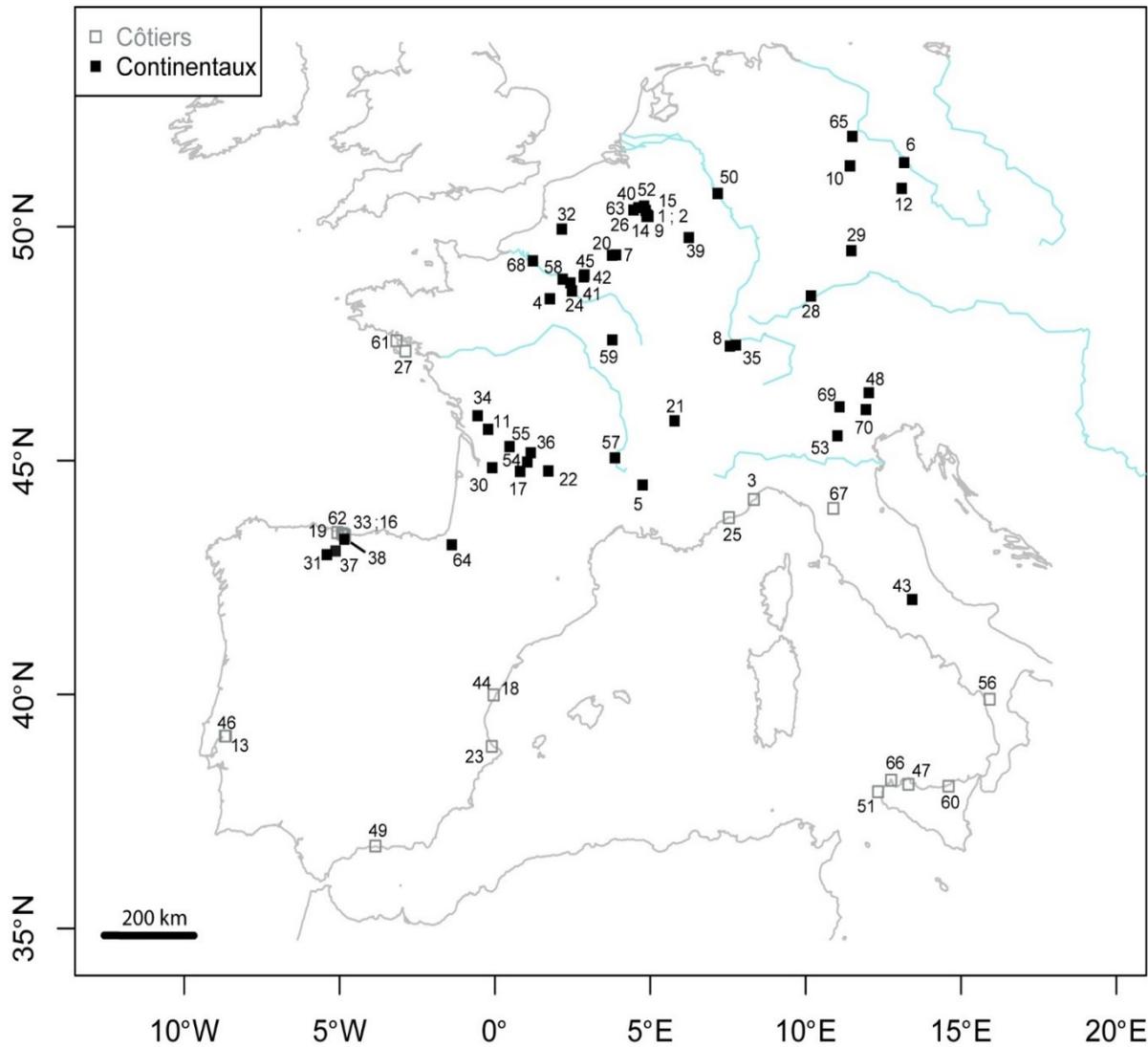


Figure 16 : Carte de répartition des sites retenus dans le présent travail selon leur appartenance à un espace littoral ou continental. Les numéros font référence à la Table 3.

3. Composition de l'échantillon total

Les 70 sites retenus ont livré des restes osseux et dentaires correspondant à des individus bien conservés et représentés, mais également à de nombreux vestiges isolés (Figure 17).

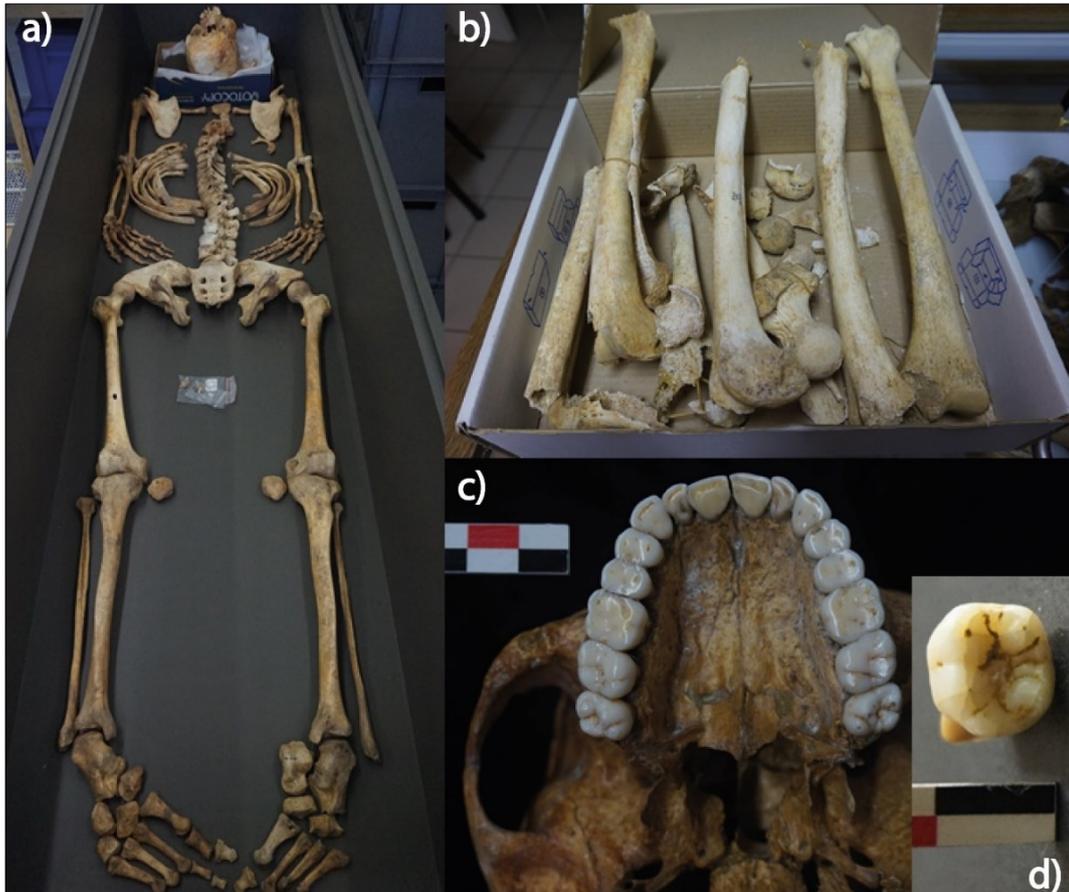


Figure 17 : Exemples des différents types de matériel étudiés : a) squelette bien représenté et bien conservé (La Braña 1, Espagne) ; b) os longs isolés (fémurs de la Grotte Margaux, Belgique) ; c) denture complète en place sur le maxillaire (Hohlenstein-Stadel B ; Allemagne) ; d) dent isolée (Abri des Autours 2, Belgique).

L'analyse a porté sur les restes osseux de 617 spécimens parmi lesquels 166 sont considérés comme des individus bien identifiés (soit 27 % du corpus total, correspondant à un crâne seul et pouvant aller jusqu'à une bonne représentation du squelette) et 451 éléments anatomiques isolés (soit 73 % du corpus total). La grande majorité (88%) des restes isolés (hors crânes seuls) sont attribués au premier Mésolithique et s'explique en grande partie au fait que les sépultures collectives des sites belges du premier Mésolithique ont livré de nombreux restes isolés (Toussaint *et al.* 2001, Toussaint 2002, 2010, Polet et Cauwe 2007). Le corpus du second Mésolithique est quant à lui composé à plus de 90 % de spécimens bien individualisés (Figure 18). L'échantillon continental est majoritairement composé de restes osseux isolés, alors que la tendance s'inverse pour les individus côtiers (Figure 18).

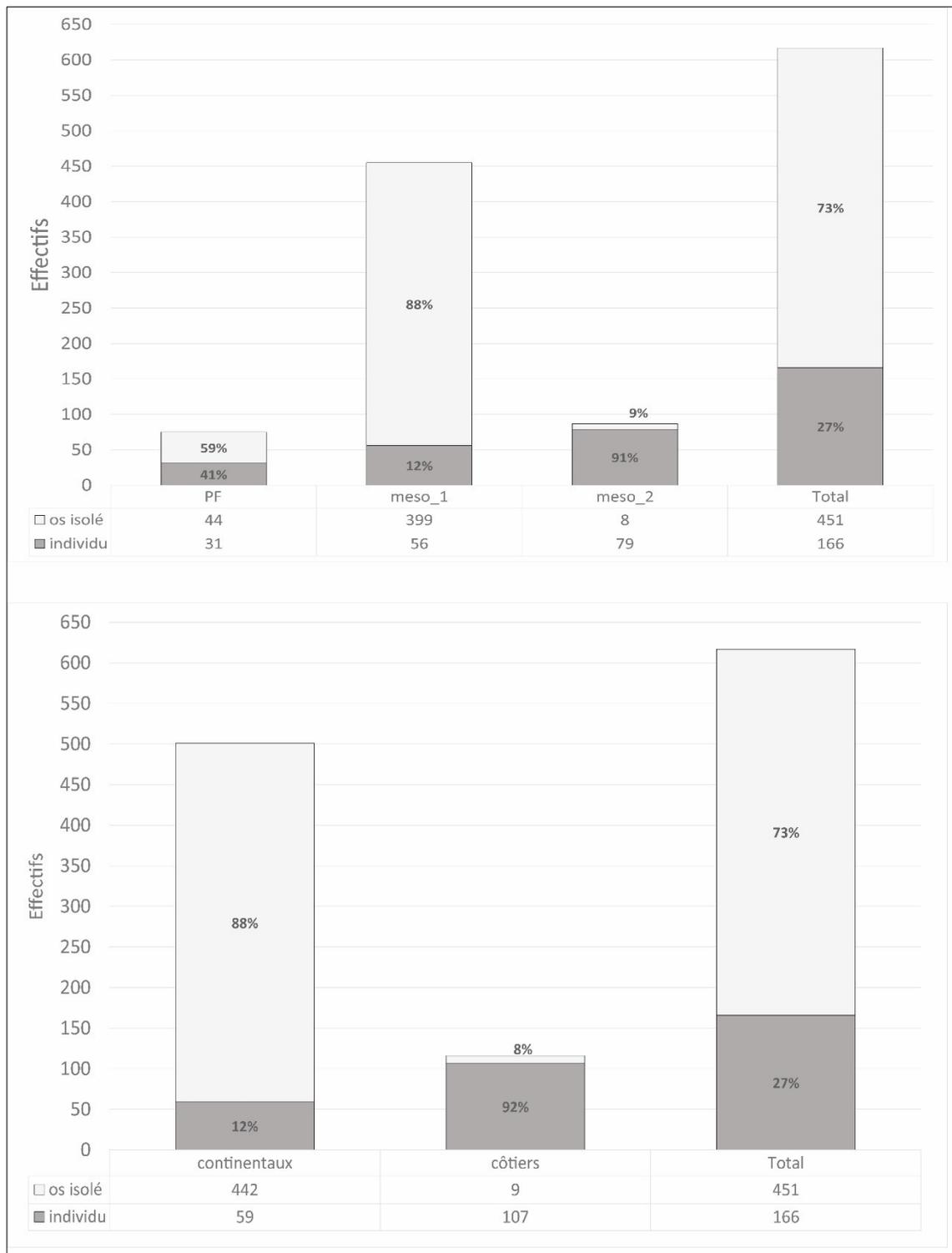


Figure 18 : Composition (dans les tables) et répartition (graphiques) du corpus de vestiges osseux analysé par chronoculture (en haut) et par position par rapport à la côte (en bas) selon leur nature (os isolé ou individu). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

L'analyse des restes dentaires a porté sur 251 spécimens, parmi lesquels 114 sont des individus représentés par leur denture plus ou moins complète et 137 correspondent à des dents isolées. Les tendances sont les mêmes que pour les vestiges osseux, avec une majorité de dents isolées analysées pour le premier Mésolithique (90 % des dents isolées) alors que le corpus du second Mésolithique est en grande partie composé de dentures en place sur les maxillaires ou

les mandibules (90 % de l'échantillon du second Mésolithique, Figure 19). L'échantillon continental est là aussi majoritairement composé de restes osseux isolés, alors que la tendance s'inverse pour les individus côtiers (Figure 19).

La composition détaillée des corpus mobilisés pour les différentes analyses est décrite dans les chapitres suivants et dans l'Annexe 1.

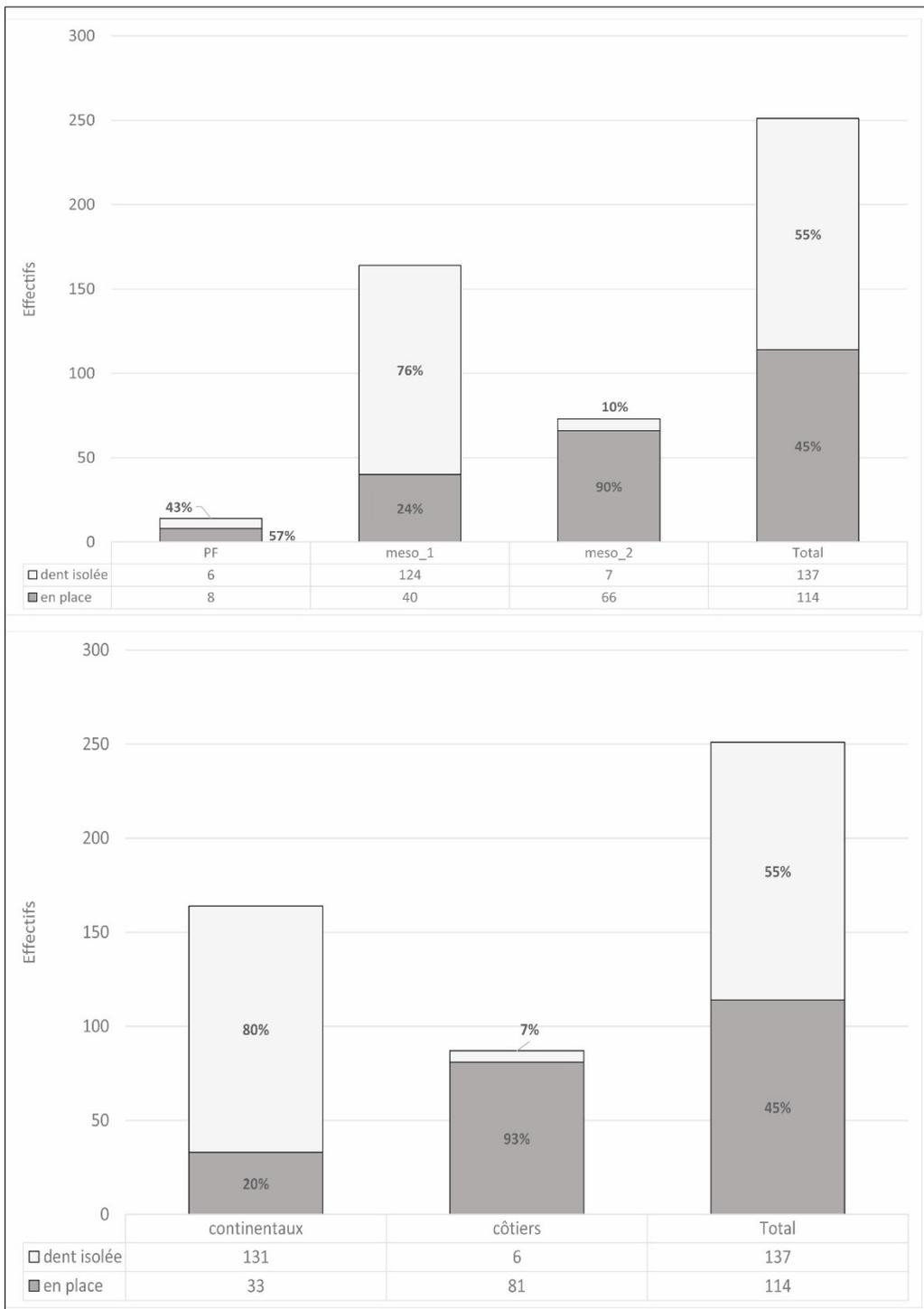


Figure 19 : Composition (dans les tables) et répartition (graphiques) du corpus de vestiges dentaires analysé par chronoculture (en haut) et par position par rapport à la côte (en bas) selon leur nature (dent isolée ou individu). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

II. IDENTIFICATION BIOLOGIQUE

L'estimation de l'âge au décès et la détermination du sexe des individus constitue la première étape de l'analyse de matériel osseux en anthropologie biologique parce qu'elle définit la base biologique de l'identité d'un individu qui intervient dans les analyses paléobiologiques individuelles et populationnelles (Schmitt 2001, Bruzek *et al.* 2005). Bien que la détermination du sexe et l'estimation de l'âge au décès de la majorité des individus analysés dans le présent travail ont déjà été effectuées par le passé, nous avons jugé indispensable de réévaluer ces paramètres afin d'assurer l'homogénéité des méthodes employées pour estimer ces paramètres et permettre les comparaisons fiables entre les individus de notre étude.

Nous avons fait le choix de méthodes dont la reproductibilité et la répétabilité ont été éprouvées et testées sur des collections de référence (âge et sexe connus *a minima*) et reconnues comme fiables.

1. Estimation de l'âge au décès

L'estimation de l'âge biologique d'un individu correspond à l'observation du résultat de processus biologiques que sont la maturation définie comme l'acquisition des capacités fonctionnelles de l'organisme complet, et la sénescence en tant qu'affaiblissement progressif, cumulatif et généralisé de la fonction des organismes (Schmitt 2001). Le présent travail ne s'est intéressé qu'aux individus « adultes » biologiquement (*cf. infra*), l'étude de la diversité biologique des individus immatures pour les périodes considérées méritant, à notre sens, une analyse à part entière.

L'estimation de l'âge au décès des adultes repose principalement sur l'observation des processus dégénératifs associés à la sénescence qui restent fortement variables d'un individu à l'autre. La vitesse et le mode d'expression de ces processus dépendent de nombreux facteurs tels que le sexe de l'individu, son patrimoine génétique ou d'éventuelles pathologies, et plus largement l'environnement naturel et social dans lequel il évolue (Schmitt 2001, 2002). L'estimation de l'âge individuel reste donc imprécis (Cox 2000, Schmitt 2001, Bruzek *et al.* 2005). Les individus inclus dans l'analyse ont été estimés comme « adultes » biologiquement selon plusieurs critères indiquant une maturation osseuse⁶ achevée. Cela correspond à la fusion des points d'ossification secondaires aux centres primaires, particulièrement la fusion totale des

⁶ La maturation osseuse correspond à l'apparition des points d'ossification puis à la fusion de ces éléments (Scheuer et Black 2000, 2004).

épiphyes aux diaphyses des os longs, de la synchondrose sphéno-occipitale et des anneaux épiphysaires aux corps vertébraux (Bruzek *et al.* 2005), exception faite de certains points d'ossification secondaires qui connaissent une fusion tardive : absence de fusion ou fusion partielle de la crête iliaque à l'ilium intervenant partiellement entre 14 et 23 ans et totalement avant 25 ans dans les populations actuelles, ou de l'épiphyse sternale de la clavicule débutant dès 18 ans et achevée au-delà de 29 ans pour 95 % des individus dans les populations actuelles (Owings Webb et Suchey 1985, Bruzek *et al.* 2005).

L'observation des modifications liées aux processus de sénescence de la surface sacro-pelvienne iliaque constitue l'un des meilleurs indicateurs osseux dans l'estimation de l'âge au décès des individus adultes (Schmitt 2001, 2002, 2005). Néanmoins, l'estimation de l'âge au décès des adultes à partir du squelette reste problématique (*cf. supra*). Bien que la méthode de cotation de la surface sacro-pelvienne iliaque développée sur des populations actuelles (Schmitt 2005) ait été déjà appliquée à des spécimens du Paléolithique supérieur (*e.g.* Gambier *et al.* 2006, Villotte 2009, Villotte *et al.* 2015, 2017, Samsel *et al.* 2016), son utilisation sur des individus préhistoriques génétiquement et culturellement différents de l'échantillon de référence utilisé lors de l'élaboration de la méthode pose question et reste peu satisfaisant. De plus, notre échantillon étant constitué d'individus provenant d'environnements diversifiés et de chronologies longues, de nombreux facteurs ont pu avoir des effets sur les modes d'expression des processus de sénescence. Nous avons donc fait le choix de ne pas considérer d'éventuels effets de l'âge au décès sur la variabilité phénotypique étudiée dans cette étude.

2. Détermination du sexe

Le sexe chez l'être humain est déterminé par la présence des chromosomes sexuels X et Y, l'individu homogamétique (XX) étant de sexe féminin et l'individu hétérogamétique (XY) de sexe masculin (Berthet 2006). Outre les méthodes moléculaires d'obtention du sexe génétique (*cf. infra*), la détermination du sexe sur les restes squelettiques repose principalement sur l'étude de caractères somatiques du dimorphisme sexuel qui s'expriment au niveau de la morphologie des éléments osseux (Bruzek 1991, Bruzek *et al.* 2005).

Le dimorphisme sexuel pouvant être observé sur le squelette humain concerne donc le format (*e.g.* robustesse, stature) et la forme des éléments osseux (*e.g.* morphologie crânienne) dont le mode d'expression et l'amplitude sont spécifiques à une population (Bruzek 1991, Bruzek *et al.* 2005), ainsi l'utilisation de méthodes fondées sur ce type d'indicateurs en dehors des populations ayant servi à leur élaboration ne permet pas d'obtenir une fiabilité satisfaisante (Bruzek 1991, Murail *et al.* 1999, Bruzek *et al.* 2005). Néanmoins, la morphologie des os

coxaux fait exception et le dimorphisme sexuel du bassin est commun à toutes les populations d'Homme moderne du fait des contraintes fonctionnelles induites par la locomotion bipède, la gestation et la parturition (Bruzek 1991, Bruzek *et al.* 2005, 2017). Le dimorphisme sexuel pelvien constitue le meilleur indicateur pour déterminer le sexe sur le squelette en dehors des analyses sur l'ADN des spécimens, avec près de 98 % d'efficacité pour les méthodes appliquées à l'os coxal selon Scheuer (2002). C'est donc l'étude des différences de dimensions et de morphologie des os coxaux qui a été privilégiée pour la détermination du sexe des individus impliqués dans le présent travail.

La mauvaise conservation ou l'absence de nombreux os coxaux dans notre corpus a conduit à utiliser un processus de diagnose sexuelle en deux temps, cette démarche visant à augmenter le nombre d'individus pour lesquels un sexe est disponible avec une fiabilité élevée (Castex *et al.* 1993, Murail 1996, Murail *et al.* 1999). La première étape ou « diagnose sexuelle primaire » est effectuée à partir des approches développées sur l'os coxal ou par analyse moléculaire (*cf. infra*), afin d'obtenir un corpus d'individus dont le sexe a été déterminé à l'aide de méthodes dont la fiabilité a été vérifiée (Murail 1996, Murail *et al.* 1999). La seconde étape ou « diagnose sexuelle secondaire » vise à comparer les caractéristiques extra-pelviennes des individus de sexe indéterminé lors de la première étape avec ceux pour lesquels la diagnose sur coxal a réussi au moyen d'une analyse discriminante probabiliste, en considérant le dimorphisme sexuel extra-pelvien de ces derniers comme représentatif du dimorphisme sexuel du corpus total (*cf. infra*, Murail 1996, Murail *et al.* 1999).

La détermination du sexe n'a pas été appliquée sur les ossements isolés, excepté les os coxaux et le crâne.

A. Diagnose sexuelle primaire

i. Approche morphologique

Cette méthode développée par Bruzek (2002) se base sur l'observation de caractères sur cinq segments sur l'os coxal. On attribue une forme sexuelle féminine, masculine ou intermédiaire pour chacun (Figure 20). Le sexe de l'individu est ensuite déterminé selon la forme sexuelle majoritaire. Mise au point sur de grands échantillons de référence, la fiabilité de cette méthode atteint au minimum 95 % de détermination correcte.

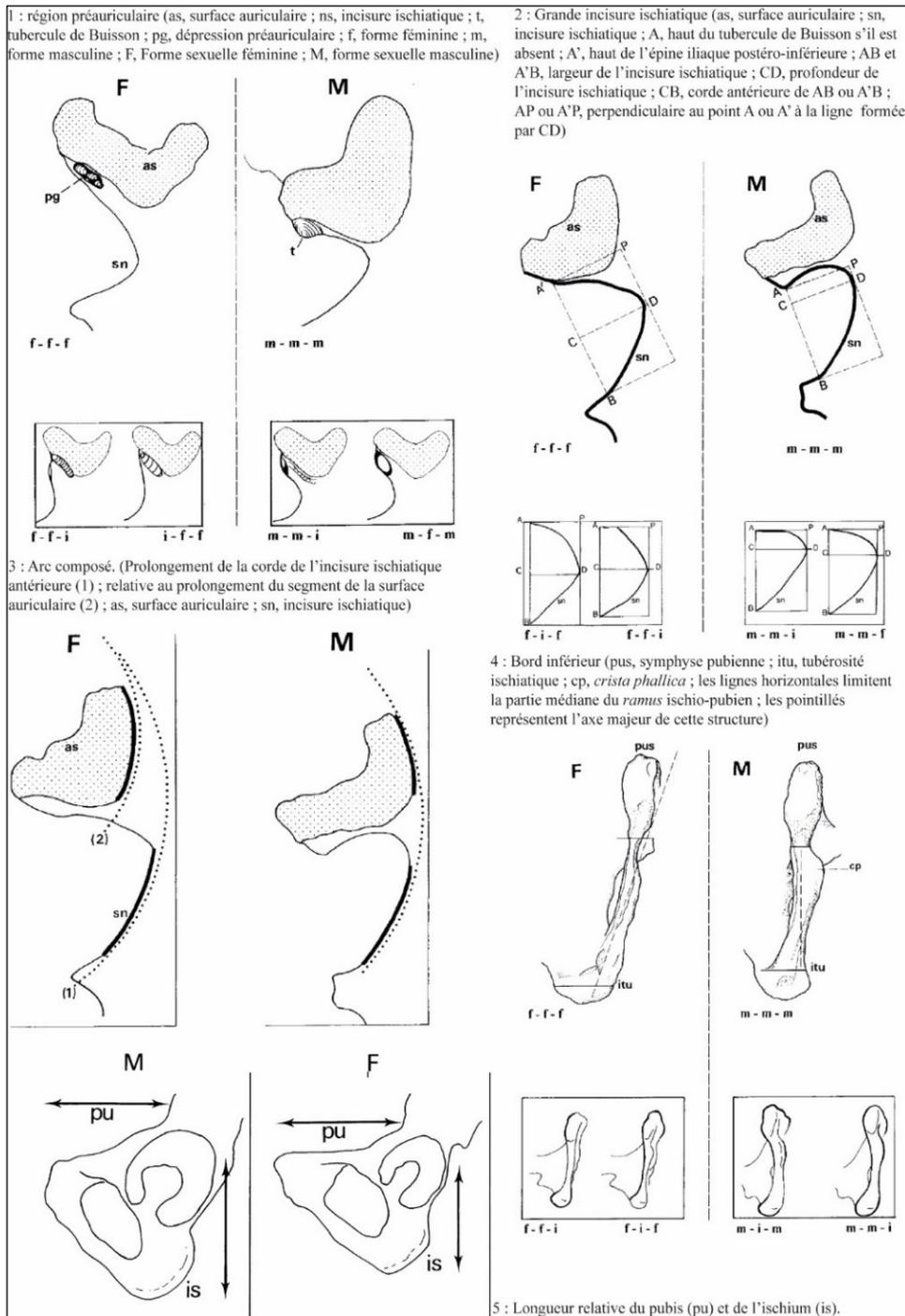


Figure 20: Eléments de la diagnose sexuelle appliquée à l'os coxal selon la méthode morphologique de Bruzek (2002). Figure modifiée d'après Bruzek (2002). M/m : masculin ; F/f : féminin ; i : intermédiaire.

ii. Approche morphométrique : variables métriques de l'os coxal, Diagnose Sexuelle Probabiliste DSP2

La Diagnose Sexuelle Probabiliste (Murail *et al.* 2005, Bruzek *et al.* 2017) se base sur des données métriques de l'os coxal à partir d'un échantillon multi-populationnel issu de douze collections de référence, permettant son application sur n'importe quelle population (Bruzek *et al.* 2017). La deuxième version DSP2 a permis le test de cette méthode sur deux collections

d'individus d'âge et sexe connus l'une de résidents américains et l'autre issue d'un cimetière suisse. Dix variables métriques sont mesurées sur l'os coxal (Table 4 ; Figure 21, Bruzek *et al.* 2017). La DSP2 fonctionne à partir d'analyses discriminantes linéaires de Fisher. Un minimum de quatre variables est nécessaire pour le calcul. Des probabilités *a posteriori* sont obtenues pour chaque individu considéré dans l'analyse, la plus forte permettant d'assigner l'individu considéré au groupe masculin ou féminin. Le sexe est considéré comme fiable si la probabilité *a posteriori* est supérieure ou égale à 95 %. Dans le cas contraire, l'individu reste de sexe indéterminé (Bruzek *et al.* 2017).

Table 4 : Définition des mesures utilisées dans la Diagnose Sexuelle Probabiliste 2 (Bruzek *et al.* 2017).

Variabiles	Description
PUM	Longueur du pubis
SPU	Largeur pubo-acétabulaire
DCOX	Hauteur maximum de l'os coxal
IIMT	Hauteur de la grande incisure ischiatique
ISMM	Longueur de l'ischium
SCOX	Largeur de l'os coxal
SS	Distance spino-sciatique
SA	Distance spino-auriculaire
SIS	Largeur cotylo-sciatique
VEAC	Diamètre vertical de l'acétabulum

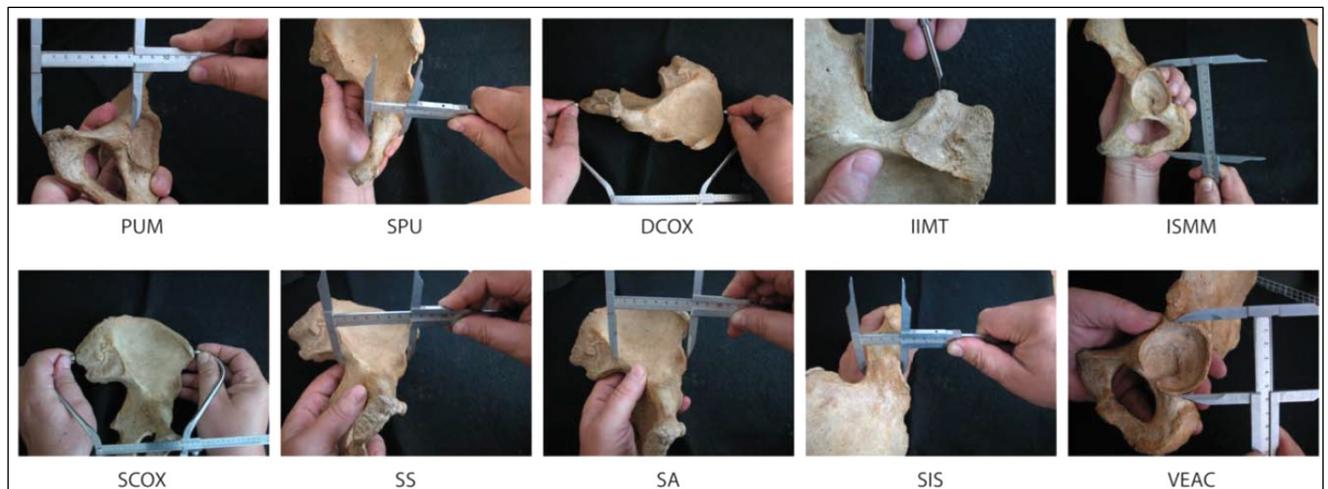


Figure 21 : Description des mesures utilisées dans la DSP2 (Bruzek *et al.* 2017). Pour les codes, voir Table 4.

iii. Détermination du sexe génétique

Chez l'être humain, le gène *SRY* (*Sex-determining Region of Y*) déterminant le sexe est dominant et est porté par le bras court du chromosome sexuel Y (Berthet 2006). Le sexe génétique (ou moléculaire) est obtenu à partir d'un protocole qui s'applique uniquement dans le cas d'une étude paléogénomique permettant l'accès à la totalité de l'information génétique

d'un organisme. Des bibliothèques⁷ sont construites et l'ensemble des fragments d'ADN sont amplifiés. Afin de déterminer le sexe de l'individu, le *ratio* de fragments qui s'alignent sur le chromosome Y est calculé. Ce *ratio* est ensuite comparé au nombre total de fragments s'alignant sur les chromosomes sexuels (*i.e.* X et Y). L'individu se voit alors assigné un sexe avec une confiance supérieure à 95 % (*e.g.* Sanchez-Quinto *et al.* 2012, Skoglund *et al.* 2013, Fu *et al.* 2016, González-Fortes *et al.* 2017).

iv. Résultats de la diagnose sexuelle primaire

Le résultat global de la diagnose sexuelle primaire est présenté dans la Figure 22. Les résultats par groupe chronoculturel obtenus avec la méthode morphologique, la DSP2 et la détermination du sexe génétique sont présentés dans la Table 5, la Table 6 et la Table 7. Au total, la diagnose primaire a permis de déterminer le sexe de 68 individus sur un total de 163 (31 du Paléolithique final, 57 du premier Mésolithique et 75 du second Mésolithique), soit 42 % : 34 individus masculins et 34 individus féminins. Une proportion plus forte d'individus masculins a été obtenue dans le corpus du Paléolithique final alors que cette tendance s'inverse pour le premier Mésolithique. La proportion entre sexe féminin et masculin obtenue lors de la diagnose primaire au second Mésolithique est plus équilibrée (Figure 22).

Un seul cas d'inadéquation entre sexe osseux et sexe obtenu par ADN est relevé : c'est le cas de l'individu BRN2 de la Braña-Arintero (Espagne, second Mésolithique), pour lequel l'attribution d'un sexe féminin par la DSP2 est infirmée par le sexe masculin déterminé par l'analyse du chromosome Y (Table 7). Aucune différence d'obtention de sexe entre deux os coxaux d'un même individu n'a été rencontrée. Aucun cas d'inadéquation entre les deux méthodes de détermination du sexe appliquée à l'os coxal n'a été observé.

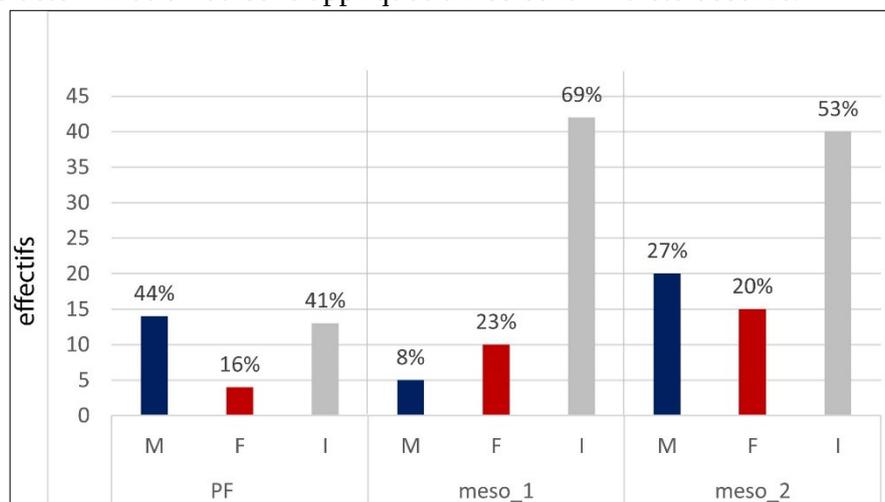


Figure 22 : Répartition des résultats de la diagnose sexuelle primaire par chronoculture (« F » : individus féminins ; « M » : individus masculins ; « I » : individus de sexe indéterminé ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).

⁷ Collections de fragments d'ADN représentative de l'ADN à séquencer.

Table 5 : Résultats de la diagnose sexuelle primaire pour les 36 individus du groupe chronoculturel du Paléolithique final. / : méthode non applicable ; - : pas d'analyse ADN effectuée ; F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; I : sexe indéterminé. ¹ Villotte 2009; ² Tarsi *et al.* 2006; ³ Jones *et al.* 2015; ⁴ Samsel *et al.* 2016; ⁵ Trinkaus 2015; ⁶ Fu *et al.* 2016.

Site	Individu	Méthode morphologique	DSP2	ADN	Diagnose sexuelle Primaire
ARENE CANDIDE	ARC2	/	M	-	M
ARENE CANDIDE	ARC4	M	M	-	M ¹
ARENE CANDIDE	ARC5	/	/	M ²	M ¹
ARENE CANDIDE	ARC10	/	/	-	I
ARENE CANDIDE	ARC12	M	M	-	M ¹
ARENE CANDIDE	ARC13	/	/	-	I ¹
ARENE CANDIDE	ARC14	/	/	-	I ¹
AVEN DES IBOUSSIERES	IBO_191IBO	/	/	-	I
AVEN DES IBOUSSIERES	IBO_41	/	/	-	I
AVEN DES IBOUSSIERES	IBOA	M	M	-	M
AVEN DES IBOUSSIERES	IBOB_252	I	M	-	M
AVEN DES IBOUSSIERES	IBOC_26	M	M	-	M
COVA FOSCA	FSC	F	F	-	F
LE BICHON	BIC	M	M	M ³	M
LE PEYRAT	PEY5	M	M	-	M ⁴
MARITZA	MT22	/	/	-	I ¹
OBERKASSEL	OBK1	/	/	-	M ⁵
OBERKASSEL	OBK2	/	/	-	F ⁵
ORIENTE A	ORIA	/	/	-	I
ROCHEREIL	RCH1	/	I	-	I
ROMITO	RMT1	/	/	-	I
ROMITO	RMT3	M	/	-	M ¹
ROMITO	RMT4	I	I	-	I ¹
ROMITO	RMT5	/	/	-	I ¹
ROMITO	RMT6	/	F	-	F ¹
SAINT MORE	STM_BRECHE	/	/	-	I
SAN TEODORO	STD1	F	I	-	F
SAN TEODORO	STD2	/	/	-	I
TAGLIENTE	TGT2	M	M	-	M ¹
VADO ALL'ARANCIO	VAA1	M	M	-	M ¹
VILLABRUNA	VLB	M	M	M ⁶	M ¹

Table 6 : Résultats de la diagnose sexuelle primaire pour les 61 individus du groupe chronoculturel du premier Mésolithique. / : méthode non applicable ; - : pas d'analyse ADN effectuée ; F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; I : sexe indéterminé. ¹ Courtaud et Duday 2011; ² Garralda et Drak 2012; ³ Fu *et al.* 2016; ⁴ Villotte 2009.

Site	Individu	Méthode morphologique	DSP2	ADN	Diagnose sexuelle Primaire
ABRI DES AUTOURS	AA3	F	F	-	F
BOURG CHARENTE	BGC	/	/	-	I
BUTTNERLOCH	BUT	/	M	-	M
COMBE CAPELLE	CCP	/	/	-	I
CUARTAMENTERO	CUA	/	/	-	I
CULOZ	CULII	/	/	-	I
CULOZ	CULI	/	/	-	I
EL COLLADO	CLD28351	/	/	-	I
EL COLLADO	CLDIII	/	/	-	I
EL COLLADO	CLDIV	/	/	-	I
EL COLLADO	CLDV	/	/	-	I
EL COLLADO	CLDVI	/	/	-	I
EL COLLADO	CLDVII	F	F	-	F
EL COLLADO	CLDXI	F	/	-	F
EL COLLADO	CLDXII1	/	/	-	I
EL COLLADO	CLDXIII	/	/	-	I
EL COLLADO	CLDXIVPB	/	/	-	I
EL COLLADO	CLDXIVPBIS	I	/	-	I
ETIOLLES "LES COUDRAYS"	ETC11	/	/	-	I
GROTTE MARGAUX	MGX_CR4	/	/	-	I
GROTTE MARGAUX	MGX_CR1	/	/	-	I
GROTTE MARGAUX	MGX_CR2	/	/	-	I
GROTTE MARGAUX	MGX_CR3	/	/	-	I
GROTTE MARGAUX	MGX_HM2	/	/	-	I
LA CHAUSSEE TIRANCOURT	LCT	I	M	-	M
LA VERGNE	LVG1SP3	F	/	-	F
LA VERGNE	LVG11STR3	/	/	-	I
LA VERGNE	LVG4STR11	M	/	-	M
LA VERGNE	LVG5SP7	/	/	-	I
LA VERGNE	LVG6SP7	/	/	-	I
LA VERGNE	LVG9SP10	/	/	-	M ¹
LOS AZULES	LAZ1	/	/	-	I ²
LOVERVAL	LOV1	/	/	-	I
LOVERVAL	LOV2	/	/	-	I
MEAUX "HOPITAL NORD"	MHN	/	/	-	I
MOLARA 1	MOL1	/	/	-	I
MOLARA 2	MOL2	/	/	-	I
NERJA	NRJ	/	/	-	I
ORIENTE B	ORIB	F	F	-	F
PETIT RI	PRII	/	/	-	I
ROC DU BARBEAU	BRB1	/	/	-	I
ROND DU BARRY	RDB	/	/	-	I
RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUM	I	/	M ³	F
TITO BUSTILLO	BUS1	/	/	-	I
UZZO	UZZIB	I	F	-	F
UZZO	UZZIA	F	F	-	F
UZZO	UZZ2	M	M	-	M
UZZO	UZZ4A	/	/	-	I
UZZO	UZZ4B	I	F	-	F
UZZO	UZZ5	I	I	-	I
UZZO	UZZ7	/	/	-	I
UZZO	UZZ8	/	/	-	I
UZZO	UZZ10	/	/	-	I
UZZO	UZZ11	I	I	-	I
VAL DE REUIL ASS A	VDRA	/	/	-	I
VAL DE REUIL ASS B	VRDB	/	/	-	I
VATTE DI ZAMBANA	VZB	F	/	-	F ⁴

Table 7 : Résultats de la diagnose sexuelle primaire pour les 76 individus du groupe chronoculturel du second Mésolithique. / : méthode non applicable ; - : pas d'analyse ADN effectuée ; F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; I : sexe indéterminé. ¹ Villotte 2009 ; ² Fu *et al.* 2016 ; ³ Sanchez-Quinto *et al.* 2012 ; ⁴ González-Forbes *et al.* 2017 ; ⁵ Delsate *et al.* 2009. En rouge : individus qui n'ont pas été intégrés à la base d'apprentissage pour la diagnose sexuelle secondaire car intégrés plus tard au corpus. En grisé : inadéquation entre sexe osseux et sexe génétique.

Site	Individu	Méthode morphologique	DSP2	ADN	Diagnose sexuelle Primaire
AUNEAU	AUN3	M	M	-	M¹
BAD DURREMBERG	BAD	F	F	-	F
BERRY AU BAC "LE VIEUX TORDOIR"	BAB	M	M	M ²	M
BIRSMATTEN-BASISGROTTE	BBG	I	I	-	I¹
BOTTENDORF I	BTDI47A	M	M	-	M
CABECO DA ARRUDA	ARR63	I	F	-	F
CABECO DA ARRUDA	ARR29	M	I	-	M
CABECO DA ARRUDA	ARRI	/	I	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARRA	I	M	-	M
CABECO DA ARRUDA	ARRXV	I	F	-	F
CABECO DA ARRUDA	ARRH	I		-	I
CABECO DA ARRUDA	ARR44	/	/	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARRIV	M	M	-	M
CABECO DA ARRUDA	ARRN	I	M	-	M
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAIV (ARRC4)	/	/	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAV (ARRC5)	/	/	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAXL (ARRCXL)	/	/	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAI (ARRCI)	/	/	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARRK	/	/	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARR31	/	/	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAXII1	/	/	-	I
CABECO DA ARRUDA	ARR9021	F	F	-	F
CABECO DA ARRUDA	ARRXIII113	/	/	-	I
COLOMBA	CLB	/	/	-	I
CUIRY LES CHAUDARDES "FONTINETTES"	CLC	/	/	M ²	M
CUZOUL DE GRAMAT	CZG	M	M	-	M
HOEDIC	HDC1	/	/	-	I
HOEDIC	HDC2	/	/	-	I
HOEDIC	HDC5	I	/	-	I
HOEDIC	HDC6	M	I	-	M
HOEDIC	HDC8	F	/	-	F
HOEDIC	HDC9	I	I	-	I
HOEDIC	HDC10	F	F	-	F
HOEDIC	HDC4	I	/	-	I
HOEDIC	HDC7	F	/	-	F
HOHLENSTEIN STADEL	HLSA	/	/	-	I
HOHLENSTEIN STADEL	HLSB	/	/	-	I
LA BRANA ARINTERO	BRN1	M	I	M ³	M
LA BRANA ARINTERO	BRN2	I	F	M ³	M
LOS CANES	CAN1A	I	F	F ⁴	F
LOS CANES	CAN3A	M	I	-	M
LOSCHBOUR	LSB	/	/	M⁵	M
MAS NOU	NOU1	M	I	-	M
MAS NOU	NOU2	F	I	-	F
MOITA DO SEBASTIAO	SEBT3	M	M	-	M
MOITA DO SEBASTIAO	SEB54	I	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB25XXX (SEB25C30)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB16	I	I	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB14	I	M	-	M
MOITA DO SEBASTIAO	SEB01RES	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCRAXXII (SEBC32)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB8CRAXVI (SEB8C16)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBM3	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB52	I	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB17	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB9CRAXVII (SEB9C17)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB7M7	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB2CRAXXVI (SEB2C26)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCCRAXXVII (SEBCC37)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCRAXXV (SEBC35)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCRAXXIII (SEBC23)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCRAXXIV (SEBC34)	/	/	-	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB22	F	F	-	F

(suite page suivante)

Site	Individu	Méthode morphologique	DSP2	ADN	Diagnose sexuelle Primaire
TEVIEC	TVC2	/	/	-	I
TEVIEC	TVC1	F	F	-	F
TEVIEC	TVC7	M	M	-	M
TEVIEC	TVC8	/	/	-	I
TEVIEC	TVC9	F	F	-	F
TEVIEC	TVC13	/	/	-	I
TEVIEC	TVC11	M	M	-	M
TEVIEC	TVC16	M	M	-	M
TEVIEC	TVC10	/	/	-	I
TEVIEC	TVC6	F	F	-	F
TEVIEC	TVC3	F	F	-	F
UNIKOTE II	UNKIIAD	/	/	-	I
UNSEBURG	UNS	/	F	-	F

B. *Diagnose sexuelle secondaire*

i. Principes de la diagnose sexuelle secondaire

Lorsque la conservation et la représentation des os coxaux n'a pas permis l'application des méthodes « primaires » de diagnose sexuelle (*cf. supra*) dans notre corpus d'étude, l'existence d'un dimorphisme sexuel extra-pelvien et ses modalités d'expression ont été recherchés, dans le but de mener une diagnose sexuelle « secondaire » (Murail *et al.* 1999). La diagnose sexuelle secondaire ou « diagnose sexuelle probabiliste secondaire » telle que définie par Murail *et al.* (1999) consiste à classer les individus en fonction de leur probabilité d'appartenir au corpus des hommes ou au corpus des femmes dans un échantillon donné, à partir de leurs données métriques. Le principe de la diagnose sexuelle secondaire suit plusieurs étapes : (1) une diagnose sexuelle primaire est appliquée sur les individus dont l'os coxal est suffisamment conservé, constituant un groupe dont le sexe est déterminé de façon fiable et qui constituera notre « base d'apprentissage » ; (2) au sein de la base d'apprentissage, les variables métriques exprimant le dimorphisme sexuel le plus important sont sélectionnées afin de calculer des analyses discriminantes linéaires fiables pour ce sous-échantillon et qui discriminent au mieux les femmes des hommes ; (3) des probabilités *a posteriori* sont ensuite calculées pour les analyses discriminantes appliquées sur la base d'apprentissage, afin de tester la fiabilité de chacune des fonctions en fonction du bon classement des individus de sexe « connu » ; (4) les analyses discriminantes ainsi sélectionnées sont appliquées aux individus de sexe « inconnu » et permettent d'attribuer un sexe pour chacune des analyses discriminantes avec un seuil de décision de 0,95 ; (5) les résultats des analyses discriminantes retenues pour chaque individu sont comparés et le sexe « secondaire » est attribué selon le principe de majorité (Murail *et al.* 1999). Dans cette démarche, l'analyse discriminante linéaire cherche à produire une combinaison linéaire de variables explicatives séparant au mieux les deux groupes. L'objectif est de résumer au mieux la distance existant entre les deux groupes analysés, les observations des deux groupes devant être les plus distantes les unes des autres (maximisation de la variance

intergroupe), mais également aussi proches que possibles au sein du même groupe (minimisation de la variance intra-groupe).

ii. Démarche retenue

Dans le présent travail, le principe de la diagnose sexuelle secondaire a été suivi, mais le protocole et les outils statistiques ont été adaptés en collaboration avec F. Santos (UMR 5199 PACEA). Les variables utilisées dans l'analyse sont des mesures crâniennes et infra-crâniennes (Annexe 1-A), ainsi qu'un ensemble de caractères morphologiques crâniens (Figure 23) codés de 1 (le plus féminin) à 5 (le plus masculin) (Buikstra et Ubelaker 1994, d'après Acsádi et Nemeskéri 1970) : (1) le développement des reliefs de la ligne supérieure nucale ; (2) le développement des processus mastoïdes ; (3) l'épaisseur du bord supra-orbitaire ; (4) le degré de développement de la glabelle ; (5) le degré de développement de l'éminence mentonnière de la mandibule. Bien que ces derniers pris isolément restent des indicateurs médiocres dans la diagnose sexuelle (Walrath *et al.* 2004), le principe de diagnose sexuelle secondaire permet d'estimer l'importance de chacun d'entre eux et la valeur de sa cotation dans chacun des modèles, à partir de la base d'apprentissage (*cf. infra*).

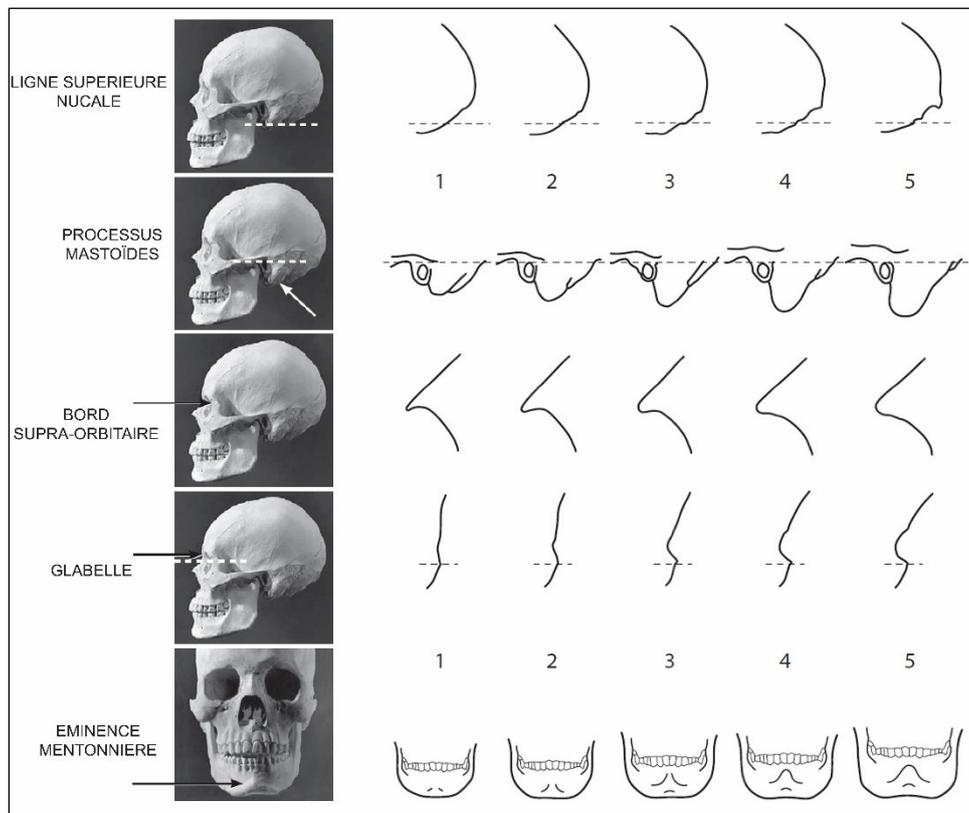


Figure 23 : Caractères morphologiques crâniens et mandibulaires utilisés dans la diagnose sexuelle cotés de 1 (le plus féminin) à 5 (le plus masculin) selon Buikstra et Ubelaker (1994). Modifié d'après White et Folkens (2005).

La méthode de diagnose sexuelle secondaire mise en place dans le présent travail est la suivante :

- a. Pour chaque individu dont le sexe est à déterminer, les variables renseignées ont été repérées, puis la base d'apprentissage a été réduite à ces seules variables.
- b. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) est réalisée dans un premier temps en incluant l'individu à déterminer et les individus de sexe connu ayant moins de 30 % de valeurs manquantes⁸. Pour cela, une imputation des valeurs manquantes est réalisée en utilisant le package « *missMDA* » (Josse et Husson 2016) au préalable. Il s'agit de dégager un profil plutôt féminin ou masculin sur l'ensemble des variables (Figure 24).

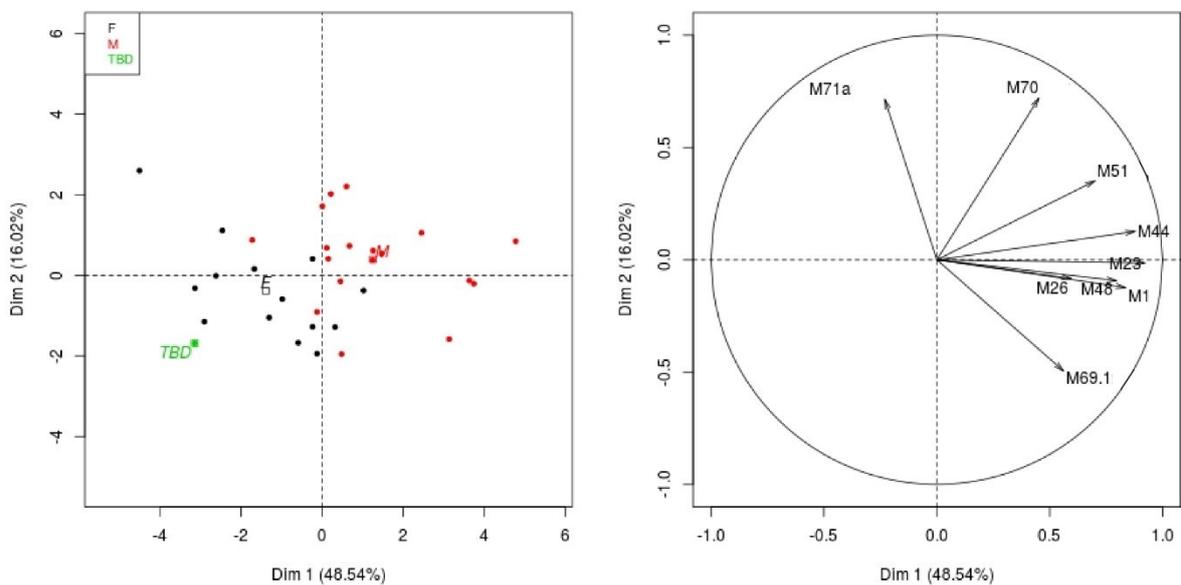


Figure 24 : Exemple d'Analyse en Composantes Principales réalisée sur l'échantillon d'individus de sexe connu (base d'apprentissage) et de l'individu à déterminer (TBD), incluant neuf variables métriques crâniennes (pour les abréviations, voir Annexe 1-A). Les femmes sont représentées en noir (F) et les hommes en rouge (M), l'individu à déterminer en vert (TBD).

- c. Toujours en utilisant l'ensemble des variables métriques et les individus de sexe connu avec moins de 30 % de données manquantes, on tente de trouver une tendance globale grâce à une forêt aléatoire : il s'agit d'une méthode combinant l'utilisation d'arbres de décision et le *bootstrap* (méthode de re-échantillonnage d'un échantillon de taille limitée, sans rajouter de nouvelles données permettant l'obtention d'informations sur les incertitudes statistiques liées à un échantillon de petite taille). De nombreux arbres sont construits sur des échantillons

⁸ Nous avons fait le choix de retenir un seuil de 30 % de données manquantes qui nous a semblé raisonnable (dans la littérature, ce seuil peut aller de 20 % (e.g. Galland *et al.* 2016) à 50 % (e.g. Allen et von Cramon-Taubadel 2017).

bootstrap, avant d'agrèger leurs résultats, *i.e.* retenir la classe la plus souvent prédite par cet ensemble d'arbres (Breiman 2001).

- d.** Après avoir exploré ces tendances globales, nous avons recherché les meilleurs modèles en régression logistique permettant d'estimer statistiquement la probabilité de l'individu de sexe inconnu d'appartenir au corpus féminin ou au corpus masculin. La régression logistique permet de modéliser la relation entre un ensemble de variables explicatives (continues ou catégorielles) X_1, \dots, X_p , et une variable binaire à expliquer. Ici, Y représente le sexe des individus et prend ses valeurs dans $\{F, M\}$. Il s'agit d'une variable suivant une loi de Bernoulli, avec $p = \mathbb{P}\{Y = M\}$, et $1 - p = \mathbb{P}\{Y = F\}$. La régression logistique bâtit un modèle permettant d'estimer la sortie Y en fonction d'une configuration donnée des variables explicatives, par l'évaluation de la probabilité *a posteriori* d'être un individu masculin :

$$p(x_1, \dots, x_p) := \mathbb{P}\{Y = M \mid X_1 = x_1, \dots, X_p = x_p\}$$

Ces probabilités sont obtenues par la formule suivante, où les coefficients $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance :

$$p(x_1, \dots, x_p) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)}$$

La régression logistique se prête facilement à des procédures de sélection automatique des meilleurs variables explicatives, grâce à l'utilisation du maximum de vraisemblance. La recherche des meilleurs modèles se fait en comparant de manière exhaustive les critères BIC (*Bayesian Information Criterion*) de tous les modèles possibles à deux ou trois variables maximum. Le critère BIC est un critère d'information *i.e.* une méthode de pénalisation de vraisemblance, avec pour objectif de « défavoriser » les modèles ayant « trop » de variables explicatives afin de s'assurer que l'introduction d'une variable supplémentaire dans le modèle apportera un net surplus d'information. Dans le cas contraire, le léger surplus d'information apporté ne suffit pas à compenser la pénalisation opérée sur le modèle, alors décision peut être prise de rester à un modèle de taille inférieure⁹. Pour que les critères BIC soient comparables, ils doivent être calculés sur la même base d'apprentissage, ici tous les individus de sexe connu avec moins de 30 % de valeurs manquantes, après imputation de ces valeurs (voir b.).

- e.** La « performance » de chacun des modèles utilisés a été évaluée par le calcul du

⁹ L'étape de sélection des meilleures variables est essentielle en régression logistique (comme en régression linéaire) : retenir des variables peu utiles dans un modèle conduit généralement à une moins bonne estimation des paramètres β_i .

taux de déterminés (*i.e.* le taux d'individus atteignant une confiance à 95 %, que le sexe attribué soit le bon ou pas) et du taux d'individus dont le sexe a été correctement déterminé à 95 % (*i.e.* le taux d'individus dont le sexe est correct, parmi les individus déterminés) en LOOCV (*leave-one-out cross-validation* : chacun des n individus est prédit à partir d'un modèle appris sur les $n - 1$ autres). Pour ce dernier seuil, les modèles ayant 100 % de détermination correcte de sexe n'étant pas obligatoirement les meilleurs sur les nouveaux jeux de données, le seuil minimum de 80 % a été fixé afin d'éviter un sur-ajustement lors de l'application du modèle. De plus, les bases d'apprentissage étant pour certains modèles composés de moins de 20 individus¹⁰, le seuil de 80 % indique que dans le cas d'une base d'apprentissage s'élevant à 20 individus, 16 dont le sexe est correctement déterminé en LOOCV. Ceci induit un intervalle de confiance [0,55 ; 0], compatible avec l'hypothèse d'une performance standard (qui serait obtenue sur un plus grand nombre d'individus) approchant 95 % (Torgo 2010).

- f.** Une fois les meilleurs modèles en régression logistique identifiés (pour les données métriques crâniennes et infra-crâniennes respectivement), ils sont mis en œuvre en sélectionnant à chaque fois les individus complets pour les variables impliquées dans ces modèles (donc sans imputation de données manquantes), puis ils sont appliqués à l'individu à déterminer. Un sexe est associé à chaque modèle appliqué avec une probabilité associée.
- g.** Des analyses utilisant des forêts aléatoires ont été appliquées sur l'échantillon avec pour variables explicatives les caractères morphologiques crâniens (Buikstra et Ubelaker 1994). Pour chacun des individus un sexe a été prédit pour les individus dont la probabilité d'appartenir à l'un des deux sexes était supérieure ou égale à 90 % et pour lesquels le modèle appliqué présentait un taux d'individus correctement sexés supérieur ou égal à 90 %. Habituellement avec cette méthode de classification, le seuil choisi est de 50 %, le but étant de créer de nombreux arbres sur-ajustés car beaucoup d'entre eux fonctionnent mal par construction. Il est donc exceptionnel que 95 % d'entre eux fournissent la même décision. Ainsi, si 90 % d'entre eux le font, la détermination est déjà considérée comme très solide.
- h.** Lorsque cela était nécessaire, des modèles en régression logistique

¹⁰ Ce qui constitue néanmoins des effectifs importants au vu des périodes chronoculturelles considérées

complémentaires ont été recherchés au cas par cas (Mod6 pour le crâne et Mod10 pour l'infra-crânien, cf. CHAPITRE II.II.2.B.iii.).

- i. Au final, afin de pallier certaines incertitudes pouvant être liées aux performances des modèles employés (cf. e.), il a été décidé qu'un minimum de trois modèles dont le résultat indiquait un sexe associé à une probabilité supérieure ou égale à 95 % (modèles en régression logistique sur les données métriques crâniennes ou infra-crâniennes ou forêt aléatoire sur les caractères morphologiques crâniens) étaient nécessaires pour conclure au sexe secondaire de l'individu. Ces trois modèles doivent obligatoirement indiquer le même sexe. Tout résultat discordant associé à une probabilité supérieure ou égale à 95 % entraîne automatiquement l'absence de détermination du sexe de l'individu analysé.

L'ensemble de ces étapes a été réalisé sur des variables métriques crâniennes et infra-crâniennes, les étapes b. et c. ayant une valeur illustrative.

La démarche adoptée ici a plusieurs intérêts :

- Elle permet l'automatisation de la sélection des variables explicatives, et leur sélection objective, contrairement à l'analyse discriminante linéaire ;
- Elle permet la création de modèles spécifiques à chacun des spécimens dont le sexe doit être déterminé ;
- Les modèles en régression logistique permettent d'intégrer des facteurs de contrôle pour la chronoculture, le dimorphisme sexuel étant population-dépendant (cf. *supra*). Ce paramètre a été inclus dans les modèles testés et conservé quand il influait sur les performances des modèles.

iii. Résultats de la diagnose sexuelle secondaire

La démarche décrite ci-dessus a été appliquée aux 94 individus pour lesquels un sexe primaire n'avait pas pu être établi à partir de l'os coxal. À partir des données métriques, six principaux modèles en régression logistique ont été isolés pour le crâne et neuf pour le squelette infra-crânien. Ces modèles et leurs performances sont présentés dans la Table 8. Un sixième modèle pour le crâne et un dixième pour le squelette infra-crânien ont été appliqués au cas par cas sur les individus pour lesquelles les 14 autres modèles ne permettaient pas une diagnose sexuelle. Ces modèles sont présentés dans la Table 9 et la Table 10. Enfin les caractères morphologiques crâniens ont été utilisés dans une analyse en forêt aléatoire (Table 11). Les

probabilités des différents modèles pour chacun des 94 individus analysés sont présentées dans la Table 12. Les résultats individuels de la diagnose sexuelle secondaire sont présentés dans la Table 13. La diagnose sexuelle secondaire a permis d'obtenir un sexe pour **29 individus supplémentaires : 19 femmes et dix hommes.**

Table 8 : Modèles en régression logistique retenus pour la tête osseuse et le squelette infra-crânien et leur « performance ». Pour la définition des variables utilisées, voir Annexe 1-A.

	N° Modèle	Os	Variables	n_F	n_M	taux déterminés à 95%	taux bien « sexes » à 95%
CRÂNE	Mod1	Crâne	M23	14	16	0,50	0,93
	Mod2	Mandibule	M70	17	19	0,14	0,80
	Mod3	Crâne	M23 + M44	11	14	0,56	0,93
	Mod4	Mandibule	M69.1 + M70	13	18	0,20	0,89
	Mod5	Crâne	M48d	15	10	0,25	1,00
INFRA- CRÂNIEN	Mod1	Scapula	SCM13	17	22	0,56	0,95
	Mod2	Scapula + Calcanéus	SCM13 + CALM1	14	18	1,00	0,93
	Mod3	Scapula + 1er Métatarsien + Calcanéus	SCM13 + MT1M1b + CALM1	12	15	1,00	1,00
	Mod4	Calcanéus	CALM1	19	22	0,53	1,00
	Mod5	Talus	TALHmax	19	22	0,31	1,00
	Mod6	Scapula + Tibia	SCM13 + TM6	10	18	1,00	0,96
	Mod7	Humérus + Fibula	HM12a + FiM1	7	14	0,38	0,88
	Mod8	Fémur	FM15	18	28	0,46	1,00
	Mod9	Humérus	HM12a	18	22	0,30	1,00

Table 9 : « Modèles 6 (Mod6) » individuels en régression logistique complémentaires pour la tête osseuse et leur « performance ». Pour la définition des variables utilisées, voir Annexe 1-A. n_F : nombre de femmes dans la base d'apprentissage ; n_M : nombre d'hommes dans la base d'apprentissage ; p(M) : probabilité d'obtenir un sexe masculin (en gras si $\geq 0,95$, en gras et italiques si $\leq 0,05$) ; F : femme ; M : homme ; I : individu de sexe indéterminé.

Individu	Os	Variables	n_F	n_M	déterminés à 95%	bien « sexes » à 95%	p(M)	Sexe_Mod6
SEB9CRAXVII (SEBC17)	Crâne	M1 + M44	14	16	0,30	0,89	0,02	F
RCH1	Crâne	M1 + M44	14	16	0,30	0,89	0,44	I
HDC2	Crâne + Mandibule	M1 + M26 + M71a	12	10	0,50	0,82	< 0,01	F
HDC4	Crâne + Mandibule	M1 + M70	14	17	0,70	0,95	0,01	F
HDC5	Crâne + Mandibule	M1 + M44 + M71a	11	9	0,70	0,79	0,92	I
HDC9	Crâne	M1 + M51	13	20	0,21	0,86	0,93	I
UZZ4A	Crâne + Mandibule	M1 + M44 + M71a	11	9	0,70	0,79	0,98	M
MGX_CR1	Crâne	M1 + M44	14	16	0,30	0,89	0,08	I
LOV2	Crâne + Mandibule	M1 + M48 + M71a	11	10	1,00	0,91	< 0,01	F
PRII	Crâne	M1	19	21	0,13	1,00	0,09	I
VRDB	Crâne	M1	19	21	0,13	1,00	0,52	I
ARRCRAXL (ARRCXL)	Crâne	M1	19	21	0,13	1,00	0,74	I
ARRCRAI (ARRCI)	Crâne	M1	19	21	0,13	1,00	0,03	F
SEB2CRAXXVI (SEBC26)	Crâne	M1	19	21	0,13	1,00	0,30	I
SEBCRAXXIII (SEBC23)	Crâne	M1	19	21	0,13	1,00	0,20	I
STD2	Crâne	M1	19	21	0,13	1,00	0,74	I

Table 10 : « Modèles 10 (Mod10) » individuels en régression logistique complémentaires pour le squelette infra-crânien et leur « performance ». Pour la définition des variables utilisées, voir Annexe 1-A. n_F : nombre de femmes dans la base d'apprentissage ; n_M : nombre d'hommes dans la base d'apprentissage ; p(M) : probabilité d'obtenir un sexe masculin (en gras si $\geq 0,95$, en gras et italiques si $\leq 0,05$) ; F : femme ; M : homme ; I : individu de sexe indéterminé.

Individu	Os	Variabes	n_F	n_M	taux déterminés à 95%	taux bien « sexes » à 95%	p(M)	Sexe_Mod 10
CLDVI	Clavicule + 1er métatarsien	CLM6 + MT1BP	11	15	0,31	0,88	0,78	I
LVG11STR3	Talus	TALM1a + chrono	19	23	0,50	0,95	0,11	I
ARRH	Calcanéus + Talus	CALM5 + TALM2 + CALM1	15	17	0,59	0,9	0,02	F
ARR31	Talus + 1er métatarsien	TALHmax + MT1M1b + chrono	17	18	0,51	0,94	0,15	I
ARC10	Scapula + Clavicule + Calcanéus	CALM1 + SCM13 + CLM6	13	16	0,97	0,89	0,01	F
ARC14	Scapula + Clavicule + Calcanéus	CALM1 + SCM13 + CLM6	13	16	0,97	0,89	< 0,01	F
RCH1	Scapula + Clavicule	SCM13 + CLM6 + chrono	15	19	0,88	0,93	0,98	M
HDC1	Scapula + Clavicule	SCM13 + CLM6	15	19	0,88	0,93	0,04	F
HDC2	Clavicule + Calcanéus	CLM5 + CALM1	17	19	0,47	0,94	0,30	I
HDC4	Clavicule + Calcanéus	CLM5 + CALM1	17	19	0,47	0,94	0,16	I
HDC5	Clavicule + Talus	CLM6 + TALHmax + chrono	17	19	0,41	0,93	0,83	I
HDC9	Scapula + Talus	SCM13 + TALHmax	14	18	0,87	0,93	0,97	M
TVC13	Scapula + Clavicule	SCM13 + CLM1	11	17	0,50	0,93	1,00	M
UZZ5	Scapula + Calcanéus	SCM12 + CALM4a + chrono	14	17	0,52	0,88	0,97	M
MOL2	Clavicule + Talus	CLM6 + TALM1a	17	20	0,43	0,94	0,96	M
UZZ4A	Scapula + Clavicule	SCM13 + CLM6	15	19	0,88	0,93	0,04	F
UZZ7	Talus + 1er métatarsien	TALM1a + MT1BP	11	17	0,43	0,92	0,80	I
UZZ11	Talus + 1er métatarsien	TALM1a + MT1BP	11	17	0,43	0,92	0,90	I
MTZ2	Clavicule + Talus	CLM6 + TALM1a	17	20	0,43	0,94	1,00	M

Table 11 : Analyses en forêts aléatoires (FA) impliquant les caractères morphologiques crâniens. n_F : nombre de femmes dans la base d'apprentissage ; n_M : nombre d'hommes dans la base d'apprentissage.

Individu	Variables explicatives	n_F	n_M	Taux correctement "sexés" F	Taux correctement "sexés" M	Sexe prédit	Probabilité
CLDV	CRETE.NUCHALE+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	21	15	0,90	0,93	F	0,94
CLDXII1	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,80	F	0,91
MGX_CR2	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,87	F	0,94
MGX_CR3	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,87	F	1,00
HLSB	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE+EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,88	0,83	F	1,00
CULII	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE+EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,88	0,83	M	0,98
CULI	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,87	M	0,97
VRDB	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,87	M	0,96
SEB25XXX	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+GLABELLE+EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,81	0,83	F	0,98
SEB8CRAXVI (SEBC16)	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE+EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,88	0,83	F	0,97
ARRCRAIV (ARRC4)	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE +EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,81	0,83	F	1,00
ARRCRAI (ARRCI)	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE +EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,88	0,83	F	0,98
ARRK	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,80	F	0,92
SEBCCRAXXVII (SEBC37)	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,80	F	0,98
SEBCRAXXIII (SEBC23)	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,80	F	1,00
HDC5	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE +EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,81	0,83	M	0,94
TVC8	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,87	M	0,95
MOL2	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,87	M	1,00
MOL1	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+GLABELLE+EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,88	0,83	F	0,96
UZZ4A	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE +EMINENCE.MENTONNIERE	16	12	0,88	0,83	F	0,95
RDB	CRETE.NUCHALE+PROCESSUS.MASTOIDES+BORD.SUPRAORBITAIRE+GLABELLE	20	15	0,90	0,87	M	0,93

Table 12 : Récapitulatif des probabilités associées aux modèles en régression logistique et en forêts aléatoires appliquées à chacun des individus. pM_Mod# : probabilité d'être un individu masculin avec le modèle en régression logistique # ; pM_FA : probabilité d'être un individu masculin avec l'analyse en forêt aléatoire ; en gras : probabilité d'être un individu masculin $\geq 0,95$; en gras et en italiques : probabilité d'être un individu masculin $\leq 0,05$.

Individu	Tête osseuse							Squelette infra-crânien									
	pM_Mod1	pM_Mod2	pM_Mod3	pM_Mod4	pM_Mod5	pM_Mod6	pM_FA	pM_Mod1	pM_Mod2	pM_Mod3	pM_Mod4	pM_Mod5	pM_Mod6	pM_Mod7	pM_Mod8	pM_Mod9	pM_Mod10
IBO_191IBO								0,92								0,86	
IBO_41																	
BGC																	
CLB												0,80					
CUA																	
CLD28351																	
CLDIII								0,01									
CLDIV											1,00			1,00	0,81	0,78	
CLDV						0,06					0,13					0,36	
CLDVI											1,00	0,99		0,54	1,00	0,99	
CLDXII1							0,09				0,04	< 0,01			0,02		
CLDXIII																0,95	
CLDXIVPB								0,94					1,00				
CLDXIVPBIS								0,18	< 0,01		0,13				0,02		
MGX_CR4																	
MGX_CR1	0,90		0,47		0,01	0,08											
MGX_CR2					< 0,01		0,06										
MGX_CR3					< 0,01		< 0,01										
MGX_HM2																0,29	
HLSA	0,01	0,45	0,01	0,23	0,24												
HLSB	< 0,01	0,16	< 0,01	0,02	0,02		< 0,01										
LVG11STR3												0,28					0,11
LVG5SP7																	
LVG6SP7																	
LOV1	< 0,01	0,06		0,01	< 0,01												
LOV2	< 0,01				< 0,01	< 0,01											
PRII	0,01		0,01		< 0,01	0,09											
BRB1																	
BUS1																	
UNKIAD		0,16		0,30									< 0,01				
CULII	0,96		0,82		0,93		0,98	0,97	1,00		0,42	0,17			0,06	0,59	
CULI					0,81		0,97									0,94	
TVC2	0,44	0,01	0,11	0,01	0,04			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	
MHN																	
ETC11		0,04															
VRDB	0,62						0,96						0,88				
VDRA																	
STM_BRECHE					0,74												
SEB54		0,06		0,08							< 0,01	< 0,01				< 0,01	
SEB25XXX	< 0,01										0,89				0,02		
SEB16					1,00			0,97	1,00	0,90	0,04	0,44	1,00		0,65	0,71	
SEB01RES															0,02	0,04	
ARRI															0,10	0,23	

(suite page suivante)

Individu	Tête osseuse							Squelette infra-crânien									
	pM_Mod1	pM_Mod2	pM_Mod3	pM_Mod4	pM_Mod5	pM_Mod6	pM_FA	pM_Mod1	pM_Mod2	pM_Mod3	pM_Mod4	pM_Mod5	pM_Mod6	pM_Mod7	pM_Mod8	pM_Mod9	pM_Mod10
ARRH		0,08		0,09				0,97	1,00	< 0,01	0,06	0,62	1,00		0,51	0,50	0,02
ARR44								1,00	1,00	1,00	0,89	0,62	1,00			0,75	
SEBCRAXXII (SEBC32)					0,94												
SEB8CRAXVI (SEBC16)	< 0,01		< 0,01		0,11	0,03		0,76	< 0,01		0,01	0,16		0,02	0,14	0,37	
SEBM3		0,57	0,01	0,75	1,00												
ARRCRAIV (ARC4)	< 0,01	0,14		0,01			< 0,01										
ARRCRAV (ARC5)	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,14												
SEB52		0,01		0,01											0,04	0,03	
SEB17															0,99	0,97	
ARRCRAXL (ARCXL)	0,56	0,22		0,13	< 0,01	0,74											
ARRCRAI (ARCI)	0,06	0,57		0,72		0,03	0,02										
ARRK							0,08	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01			< 0,01		0,02	
SEB9CRAXVII (ARC17)	< 0,01		< 0,01		0,02	0,02						0,62			0,30		
SEBC7M7	< 0,01	0,01	< 0,01		0,18												
SEB2CRAXXVI (SEBC26)	0,06	0,08				0,30											
SEBCCRAXXVII (SEBC37)							0,02									0,21	
SEBCRAXXV (SEBC35)	0,01	0,02		0,01	0,96												
ARR31		0,12		0,15							< 0,01	0,62					0,06
SEBCRAXXIII (SEBC23)	0,02				0,06		< 0,01										
SEBCRAXXIV (SEBC34)																	
ARRCRA XII																	
ARRXIII113								0,24				0,16		0,18		0,35	
ARC10								0,20	< 0,01	< 0,01	0,71	0,99	< 0,01	0,49	1,00	0,73	0,01
ARC13											< 0,01	0,11					
ARC14								0,97	1,00		0,01						
RCH1	0,43	0,38	0,38	0,37	0,25	0,44		0,88								0,85	0,98
HDC1	< 0,01	0,04	< 0,01	0,04				0,09									0,04
HDC2	< 0,01	0,16				< 0,01					0,18						0,30
HDC4	0,97	0,12		0,04		0,01					0,13				0,29		0,16
HDC5	0,96	0,01	0,91			0,92	0,94					0,77			0,95		0,83
HDC9	1,00	0,36	0,99	0,61	0,04	0,93		0,85				0,16	< 0,01	0,25	0,18		0,97
TVC8	0,56	0,52	0,48	0,76	0,99		0,98								0,99	0,58	
TVC13	0,04	0,90	0,97	0,91	1,00			1,00									1,00
ORIA					0,06												
MOL2	0,82	1,00	0,79		1,00		1,00				0,89				1,00	0,99	0,96
MOL1							0,03										
UZZ4A	0,94	0,38	0,84	0,12	0,56	0,98	0,05	0,17								0,85	0,04
UZZ5	0,73		0,39		0,10			1,00	1,00	1,00	0,42	0,17	1,00	0,72	0,99	0,79	0,97
STD2	0,94	0,14		0,28	0,03	0,74											
UZZ7		0,98		0,99	0,52						1,00	0,94		0,95		0,83	0,80
UZZ8											0,25						
UZZ10																	< 0,01
UZZ11											0,98	0,09		0,95	0,96	0,91	0,90
RMT1	< 0,01	< 0,01															
RMT4	1,00	0,86	1,00														
RMT5	< 0,01	0,22	< 0,01														
LAZ1																	

(suite page suivante)

Individu	Tête osseuse							Squelette infra-crânien									
	pM_Mod1	pM_Mod2	pM_Mod3	pM_Mod4	pM_Mod5	pM_Mod6	pM_FA	pM_Mod1	pM_Mod2	pM_Mod3	pM_Mod4	pM_Mod5	pM_Mod6	pM_Mod7	pM_Mod8	pM_Mod9	pM_Mod10
MTZ2											1,00	1,00					1,00
CCP																	
NRJ	< 0,01	0,22						< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01				
RDB	0,99		0,99				0,93										

Table 13 : Récapitulatif des sexes individuels attribués en fonction des probabilités associées aux modèles (voir Table 12) et résultats de la diagnose sexuelle secondaire pour chacun des individus, associées aux modèles en régression logistique et en forêts aléatoires appliqués à chacun des individus. Sexe_Mod# : attribution du sexe avec le modèle en régression logistique # ; Sexe_FA : attribution du sexe avec l'analyse en forêt aléatoire ; n_Modèles ok : nombres de modèles avec un résultat « M » ou « F » ; n_F : nombre de modèles renvoyant le résultat « F » ; n_M : nombre de modèles renvoyant le résultat « M » ; F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; I : sexe indéterminé.

Individu	Tête osseuse							Squelette infra-crânien										n_Modèles ok	n_F	n_M	Sexe Secondaire
	Sexe_Mod 1	Sexe_Mod 2	Sexe_Mod 3	Sexe_Mod 4	Sexe_Mod 5	Sexe_Mod 6	Sexe_FA	Sexe_Mod 1	Sexe_Mod 2	Sexe_Mod 3	Sexe_Mod 4	Sexe_Mod 5	Sexe_Mod 6	Sexe_Mod 7	Sexe_Mod 8	Sexe_Mod 9	Sexe_Mod 10				
IBO_191IBO								I								I		0	0	0	I
IBO_41																		0	0	0	I
BGC																		0	0	0	I
CLB											I							0	0	0	I
CUA																		0	0	0	I
CLD28351																		0	0	0	I
CLDIII								F										1	1	0	I
CLDIV											M				M	I	I	2	0	2	I
CLDV							I				I					I		0	0	0	I
CLDVI											M	M		I	M	M		4	0	4	M
CLDXII1							I				F	F			F			3	3	0	F
CLDXIII																M		1	0	1	I
CLDXIVPB								I					M					1	0	1	I
CLDXIVPBIS								I	F		I				F			2	2	0	I
MGX_CR4																		0	0	0	I
MGX_CR1	I		I		F	I												2	2	0	I
MGX_CR2					F		I											1	1	0	I
MGX_CR3					F		F											2	2	0	I
MGX_HM2																I		0	0	0	I
HLSA	F	I	F	I	I													2	2	0	I
HLSB	F	I	F	F	F		F											5	5	0	F
LVG11STR3											I							0	0	0	I
LVG55P7																		0	0	0	I
LVG65P7																		0	0	0	I
LOV1	F	I		F	F													3	3	0	F
LOV2	F				F	F												3	3	0	F
PRII	F		F		F	I												4	4	0	F
BRB1																		0	0	0	I
BUS1																		0	0	0	I

(suite page suivante)

Individu	Tête osseuse							Squelette infra-crânien										n_Modèles ok	n_F	n_M	Sexe Secondaire
	Sexe_Mod 1	Sexe_Mod 2	Sexe_Mod 3	Sexe_Mod 4	Sexe_Mod 5	Sexe_Mod 6	Sexe_FA	Sexe_Mod 1	Sexe_Mod 2	Sexe_Mod 3	Sexe_Mod 4	Sexe_Mod 5	Sexe_Mod 6	Sexe_Mod 7	Sexe_Mod 8	Sexe_Mod 9	Sexe_Mod 10				
UNKIAD		I		I								F						1	1	0	I
CULII	M				I		M	M			I	I				I	I	4	0	4	M
CULI					I		M										I	1	0	1	I
TVC2	I	F	I	F	F			F	F	F	F	F	F	F	F	F		12	12	0	F
MHN																		0	0	0	I
ETC11		F																1	1	0	I
VRDB							M					I						1	0	1	I
VDRA																		0	0	0	I
STM_BRECHE					I													0	0	0	I
SEB54		I		I							F	F				F		3	3	0	F
SEB25XXX	F						F				I				F			3	3	0	F
SEB16					M			M	M	I	F	I	M		I	I		5	1	4	I
SEB01RES															F	F		2	2	0	I
ARRI															I	I		0	0	0	I
ARRH				I				M	M	F	I	I	M		I	I	F	5	2	3	I
ARR44								M	M	M	I	I	M			I		4	0	4	M
SEBCRAXXII (SEBC32)					I													0	0	0	I
SEB8CRAXVI (SEBC16)	F		F		I		F	I	F		F	I		F	I	I		6	6	0	F
SEBM3	F	I	F	I	M													3	2	1	I
ARRCRAIV (ARC4)	F	I					F											2	2	0	I
ARRCRAV (ARC5)	F	F	F	F														4	4	0	F
SEB52		F		F	I										F	F		4	4	0	F
SEB17															M	M		2	0	2	I
ARRCRAXL (ARCXL)	I	I		I	F	I												2	2	0	I
ARRCRAI (ARCI)	I	I					F	F										2	2	0	I
ARRK				I			I	F	F	F	F			F		F		6	6	0	F
SEB9CRAXVII (ARC17)	F		F		F	F						I			I			4	4	0	F
SEB7M7	F	F	F		I													3	3	0	F
SEB2CRAXXVI (SEBC26)	I	I				I												1	1	0	I
SEBCCRAXXVII (SEBC37)							F									I		1	1	0	I
SEBCRAXXV (SEBC35)	F	F		F	M													4	3	1	I
ARR31		I		I							F	I					I	1	1	0	I
SEBCRAXXIII (SEBC23)	F				I		F											2	2	0	I
SEBCRAXXIV (SEBC34)																		0	0	0	I
ARRCRAIII1																		0	0	0	I
ARRXIII113								I				I		I		I		0	0	0	I
ARC10								I	F	F	I	M	F		M	I	F	6	4	2	I
ARC13											F	I						1	1	0	I

(suite page suivante)

Individu	Tête osseuse							Squelette infra-crânien										n_Modèles ok	n_F	n_M	Sexe Secondaire
	Sexe_Mod 1	Sexe_Mod 2	Sexe_Mod 3	Sexe_Mod 4	Sexe_Mod 5	Sexe_Mod 6	Sexe_FA	Sexe_Mod 1	Sexe_Mod 2	Sexe_Mod 3	Sexe_Mod 4	Sexe_Mod 5	Sexe_Mod 6	Sexe_Mod 7	Sexe_Mod 8	Sexe_Mod 9	Sexe_Mod 10				
ARC14								M	M		F							3	1	2	I
RCH1	I	I	I	I	I	I	I	I							I	M		1	0	1	I
HDC1	F	F	F	F				I								F		5	5	0	F
HDC2	F	I				F					I					I		3	3	0	F
HDC4	M	I		F		F					I			I		I		3	2	1	I
HDC5	M	F	I			I	I					I		M		I		3	1	2	I
HDC9	F	I	M		F	I	I	I				I	F			I	M	5	3	2	I
TVC8	I	I	I	I	M		M							M	I			4	0	4	M
TVC13	F	I	M	I	M			M								M		5	1	4	I
ORIA					I													0	0	0	I
MOL2	I	M	I		M		M				I			M	M	M		6	0	6	M
MOL1							F											1	1	0	I
UZZ4A	I	I	I	I	I	M	F	I							I	F		3	2	1	I
UZZ5	I		I		I			M	M	M	I	I	M	I	M	I	M	6	0	6	M
STD2	I	I			F	I												1	1	0	I
UZZ7		M		M	I						M	I		M		I	I	4	0	4	M
UZZ8											I							0	0	0	I
UZZ10																F		1	1	0	I
UZZ11											M	I		M	M	I	I	3	0	3	M
RMT1	F	F																3	3	0	F
RMT4	M	I	M															3	0	3	M
RMT5	F	I	F															2	2	0	I
LAZ1																		0	0	0	I
MTZ2											M	M				M		3	0	3	M
CCP																		0	0	0	I
NRJ	F							F	F	F	F	F	F					7	7	0	F
RDB	M	I	M				I											2	0	2	I

C. Bilan de la diagnose sexuelle

La diagnose sexuelle a permis de déterminer le sexe de 97 individus sur 163 analysés, soit près de 60 % : 48 individus féminins et 50 individus masculins (Figure 25). Seize individus masculins et cinq féminins ont été déterminés au sein du corpus du Paléolithique final (Table 14), 11 hommes et 15 femmes dans le corpus du daté du premier Mésolithique (Table 15) et 28 individus féminins et 22 individus masculins dans l'échantillon du second Mésolithique (Table 16).

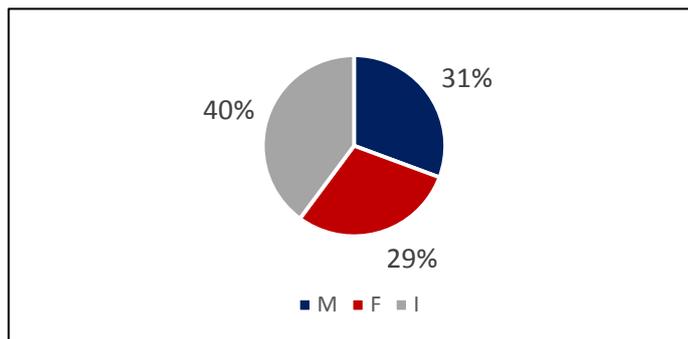


Figure 25 : Répartition des individus en fonction de leur sexe après la diagnose sexuelle (primaire et secondaire). F : individus féminins ; M : individus masculins ; I : individus de sexe indéterminé.

Table 14 : Résultat de la diagnose sexuelle dans le corpus du Paléolithique final. F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé.

Site	Individu	Diagnose sexuelle Primaire	Diagnose sexuelle Secondaire	SEXE
ARENE CANDIDE	ARC2	M		M
ARENE CANDIDE	ARC4	M		M
ARENE CANDIDE	ARC5	M		M
ARENE CANDIDE	ARC10	I	I	I
ARENE CANDIDE	ARC12	M		M
ARENE CANDIDE	ARC13	I	I	I
ARENE CANDIDE	ARC14	I	I	I
AVEN DES IBOUSSIERES	IBO_191IBO	I	I	I
AVEN DES IBOUSSIERES	IBO_41	I	I	I
AVEN DES IBOUSSIERES	IBOA	M		M
AVEN DES IBOUSSIERES	IBOB_252	M		M
AVEN DES IBOUSSIERES	IBOC_26	M		M
COVA FOSCA	FSC	F		F
LE BICHON	BIC	M		M
LE PEYRAT	PEY5	M		M
MARITZA	MTZ2	I	M	M
OBERKASSEL	OBK1	M		M
OBERKASSEL	OBK2	F		F
ORIENTE A	ORIA	I	I	I
ROCHEREIL	RCH1	I	I	I
ROMITO	RMT1	I	F	F
ROMITO	RMT3	M		M
ROMITO	RMT4	I	M	M
ROMITO	RMT5	I	I	I
ROMITO	RMT6	F		F
SAINTE MORE	STM_BRECHE	I	I	I
SAN TEODORO	STD1	F		F
SAN TEODORO	STD2	I	I	I
TAGLIENTE	TGT2	M		M
VADO ALL'ARANCIO	VAA1	M		M
VILLABRUNA	VLB	M		M

Table 15 : Résultat de la diagnose sexuelle dans le corpus du premier Mésolithique. F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé.

Site	Individu	Diagnose sexuelle Primaire	Diagnose sexuelle Secondaire	SEXE
ABRI DES AUTOURS	AA3	F		F
BOURG CHARENTE	BGC	I	I	I
BUTTNERLOCH	BUT	M		M
COMBE CAPELLE	CCP	I	I	I
CUARTAMENTERO	CUA	I	I	I
CULOZ	CULII	I	M	M
CULOZ	CULI	I	I	I
EL COLLADO	CLD28351	I	I	I
EL COLLADO	CLDIII	I	I	I
EL COLLADO	CLDIV	I	I	I
EL COLLADO	CLDV	I	I	I
EL COLLADO	CLDVI	I	M	M
EL COLLADO	CLDVII	F		F
EL COLLADO	CLDXI	F		F
EL COLLADO	CLDXII1	I	F	F
EL COLLADO	CLDXIII	I	I	I
EL COLLADO	CLDXIVPB	I	I	I
EL COLLADO	CLDXIVPBIS	I	I	I
ETIOLLES "LES COUDRAYS"	ETC11	I	I	I
GROTTE MARGAUX	MGX_CR4	I	I	I
GROTTE MARGAUX	MGX_CR1	I	I	I
GROTTE MARGAUX	MGX_CR2	I	I	I
GROTTE MARGAUX	MGX_CR3	I	I	I
GROTTE MARGAUX	MGX_HM2	I	I	I
LA CHAUSSEE TIRANCOURT	LCT	M		M
LA VERGNE	LVG1SP3	F		F
LA VERGNE	LVG11STR3	I	I	I
LA VERGNE	LVG4STR11	M		M
LA VERGNE	LVG5SP7	I	I	I
LA VERGNE	LVG6SP7	I	I	I
LA VERGNE	LVG9SP10	M		M
LOS AZULES	LAZ1	I	I	I
LOVERVAL	LOV1	I	F	F
LOVERVAL	LOV2	I	F	F
MEAUX "HOPITAL NORD"	MHN	I	I	I
MOLARA 1	MOL1	I	I	I
MOLARA 2	MOL2	I	M	M
NERJA	NRJ	I	F	F
ORIENTE B	ORIB	F		F
PETIT RI	PRII	I	F	F
ROC DU BARBEAU	BRB1	I	I	I
ROND DU BARRY	RDB	I	I	I
RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUM	F		F
TITO BUSTILLO	BUS1	I	I	I
UZZO	UZZIB	F		F
UZZO	UZZIA	F		F
UZZO	UZZ2	M		M
UZZO	UZZ4A	I	I	I
UZZO	UZZ4B	F		F
UZZO	UZZ5	I	M	M
UZZO	UZZ7	I	M	M
UZZO	UZZ8	I	I	I
UZZO	UZZ10	I	I	I
UZZO	UZZ11	I	M	M
VAL DE REUIL ASS A	VDRA	I	I	I
VAL DE REUIL ASS B	VRDB	I	I	I
VATTE DI ZAMBANA	VZB	F		F

Table 16 : Résultat de la diagnose sexuelle dans le corpus du premier Mésolithique. F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé.

Site	Individu	Diagnose sexuelle Primaire	Diagnose sexuelle Secondaire	SEXE
AUNEAU	AUN3	M		M
BAD DURREMBERG	BAD	F		F
BERRY AU BAC "LE VIEUX TORDOIR"	BAB	M		M
BIRSMATTEN-BASISGROTTE	BBG	I		I
BOTTENDORF I	BTDI47A	M		M
CABECO DA ARRUDA	ARR63	F		F
CABECO DA ARRUDA	ARR29	M	I	M
CABECO DA ARRUDA	ARRI	I	I	I
CABECO DA ARRUDA	ARRA	M		M
CABECO DA ARRUDA	ARRXV	F		F
CABECO DA ARRUDA	ARRH	I	I	I
CABECO DA ARRUDA	ARR44	I	M	M
CABECO DA ARRUDA	ARRIV	M		M
CABECO DA ARRUDA	ARRN	M		M
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAIV (ARRC4)	I	I	I
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAV (ARRC5)	I	F	F
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAVL (ARRCXL)	I	I	I
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAI (ARRCI)	I	I	I
CABECO DA ARRUDA	ARRK	I	F	F
CABECO DA ARRUDA	ARR31	I	I	I
CABECO DA ARRUDA	ARRCRAVII1	I	I	I
CABECO DA ARRUDA	ARR9021	F		F
CABECO DA ARRUDA	ARRXIII113	I	I	I
COLOMBA	CLB	I	I	I
CUIRY LES CHAUDARDES "FONTINETTES"	CLC	M		M
CUZOUL DE GRAMAT	CZG	M		M
HOEDIC	HDC1	I	F	F
HOEDIC	HDC2	I	F	F
HOEDIC	HDC5	I	I	I
HOEDIC	HDC6	M		M
HOEDIC	HDC8	F		F
HOEDIC	HDC9	I	I	I
HOEDIC	HDC10	F		F
HOEDIC	HDC4	I	I	I
HOEDIC	HDC7	F		F
HOHLENSTEIN STADEL	HLSA	I	F	F
HOHLENSTEIN STADEL	HLSB	I	F	F
LA BRANA ARINTERO	BRN1	M		M
LA BRANA ARINTERO	BRN2	M		M
LOS CANES	CAN1A	F		F
LOS CANES	CAN3A	M		M
LOSCHBOUR	LSB	M		M
MAS NOU	NOU1	M		M
MAS NOU	NOU2	F		F
MOITA DO SEBASTIAO	SEBT3	M		M
MOITA DO SEBASTIAO	SEB54	I	F	F
MOITA DO SEBASTIAO	SEB25XXX	I	F	F
MOITA DO SEBASTIAO	SEB16	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB14	M		M
MOITA DO SEBASTIAO	SEB01RES	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCRAXXII (SEBC32)	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB8CRA XVI (SEBC16)	I	F	F
MOITA DO SEBASTIAO	SEBM3	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB52	I	F	F
MOITA DO SEBASTIAO	SEB17	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB9CRA XVII (SEBC17)	I	F	F
MOITA DO SEBASTIAO	SEBC7M7	I	F	F
MOITA DO SEBASTIAO	SEB2CRA XXVI (SEBC26)	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCCRA XXXVII (SEBC37)	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCRA XXXV (SEBC35)	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCRA XIII (SEBC23)	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEBCRA XXXIV (SEBC34)	I	I	I
MOITA DO SEBASTIAO	SEB22	F		F
TEVIEC	TVC2	I	F	F
TEVIEC	TVC1	F		F
TEVIEC	TVC7	M		M
TEVIEC	TVC8	I	M	M
TEVIEC	TVC9	F		F
TEVIEC	TVC13	I	I	I
TEVIEC	TVC11	M		M
TEVIEC	TVC16	M		M
TEVIEC	TVC6	F		F
TEVIEC	TVC3	F		F
UNIKOTE II	UNKIAD	I	I	I
UNSEBURG	UNS	F		F

III. ANALYSES MORPHOMÉTRIQUES

1. Les données métriques

Les données métriques sont indispensables à l'étude anthropologique et interviennent à divers niveaux d'analyse, intra et interpopulationnels. Elles participent à la caractérisation biologique des groupes humains en termes de dimensions, de formats et de conformations. La morphométrie traditionnelle est caractérisée par l'application d'approches statistiques univariées et multivariées sur un ensemble de variables qui correspondent généralement à des mesures linéaires de distances chez un organisme, telles que des largeurs, longueurs, hauteurs et des distances entre des points, des angles et des indices (Rohlf et Marcus 1993). Elles permettent l'analyse simultanée de variables enregistrées sur des individus d'un ou plusieurs groupes (Rohlf et Marcus 1993, Pietruszewsky 2008) et contiennent à la fois des informations sur la taille et la conformation qui peuvent être influencées par divers facteurs (sexe, environnement et climat, génétique, activités ...) de façon indépendante ou non (Dryden et Mardia 1998).

L'acquisition des données ostéométriques a été réalisée à l'aide d'outils anthropométriques conventionnels (planche ostéométrique, pied à coulisse électronique, céphalomètre, ruban métrique et mandibulomètre) en respectant les définitions de mesures proposées par Martin (1928) pour la majorité des variables enregistrées (Annexe 1-A, Annexe 2-A, Annexe 3-A, Annexe 3-B, Annexe 3-C, Annexe 3-D, Annexe 4-A, Annexe 4-B, Annexe 4-C, Annexe 4-D).

A. L'utilisation de la longueur maximale fémorale comme moyen d'appréhender la stature

La stature est le résultat d'adaptations longues mais également d'ajustements ontogéniques. Les variations de stature sont déterminées génétiquement mais sont également soumises aux influences environnementales (Larsen 1997, Formicola et Giannecchini 1999). L'analyse des variations de stature permettrait ainsi de retracer des phénomènes microévolutifs au sein des populations humaines.

Afin d'estimer la stature d'un individu à partir de ses restes osseux, différentes méthodes ont été proposées. Une première méthode « mathématique » (Ruff *et al.* 2012 : 601) se fonde sur

des formules mathématiques comprenant des équations de régressions basées sur les longueurs des os longs. Les équations de Trotter et Gleser (Trotter et Gleser 1952, 1958) sont classiquement utilisées (*e.g.* Constandse-Westermann *et al.* 1985, Holliday 2002), ont été modifiées par Cleuvenot et Houët (1993) et utilisées par Crevecoeur (2006) et Thomas (2011). Cette méthode d'estimation de la stature ne nécessite qu'un seul élément osseux mais ne reste fiable que sur des échantillons proches géographiquement, chronologiquement ou culturellement (Meiklejohn et Babb 2011). Un second type de méthode d'estimation de la stature « anatomique » (Ruff *et al.* 2012 : 601) est fondée sur l'addition des longueurs des différents éléments squelettiques, selon la méthode de Fully (Formicola 1993, Formicola et Franceschi 1996, Raxter *et al.* 2006, 2007). Cette approche reste difficilement applicable en contexte archéologique puisqu'elle nécessite une très bonne conservation du squelette. Enfin, Ruff *et al.* (2012) proposent une troisième approche hybride mêlant l'utilisation de la méthode « anatomique » dans un échantillon ou des échantillons proches au sein desquels la conservation des squelettes serait bonne, puis l'utilisation des statures obtenues pour calculer de nouvelles formules avec des équations de régression basées sur la longueur des os longs. Cette troisième approche a été testée sur un échantillon européen de 501 individus allant du Mésolithique au XX^{ème} siècle, et a permis le développement d'équations spécifiques au corpus et aux échantillons holocènes européens (Ruff *et al.* 2012).

Dans une revue de l'ensemble des méthodes de calcul de la stature, Meiklejohn et Babb (2011) concluent que ces méthodes ne sont pas satisfaisantes d'un point de vue méthodologique lorsque l'on souhaite les appliquer à un corpus de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène. Le choix de considérer des mesures brutes d'os longs corrélées à la stature dans les échantillons de ces périodes apparaît plus pertinent (Meiklejohn et Babb 2011). La démarche préconisée par Meiklejohn et Babb (2011) d'utiliser des longueurs d'os longs comme indicateurs des variations de la stature a été celle retenue dans le présent travail. Nous avons préféré les os longs du membre inférieur, moins affecté par l'asymétrie liées à des activités que le membre supérieur (Auerbach et Ruff 2006, revue dans Sládek *et al.* 2016a). Le segment distal contribue le plus à la variabilité des proportions du membre inférieur, en effet le tibia est l'os dont la longueur est la plus fluctuante (Jantz et Jantz 1999). La longueur du tibia varie selon un gradient latitudinal, les populations du sud de l'Europe ayant en moyenne des longueurs de tibia supérieures à celles des populations d'Europe du nord, et ce pour toutes les périodes (Ruff *et al.* 2012). C'est donc la longueur maximale du fémur (FM1) qui a été retenue comme l'indicateur brut le plus fiable de la stature. La description de cette mesure est disponible en Annexe 2-A. Une moyenne entre côtés gauche et droit a été effectuée lorsque la mesure était disponible de façon bilatérale chez un même individu.

L'analyse de la stature au sein du corpus a porté sur un échantillon de 60 individus (Annexe 1-B).

B. Proportions des membres

Les proportions corporelles, principalement étudiées par l'analyse d'indices, sont variables au niveau intra et interpopulationnel. Lorsqu'un os ne maintient plus une relation proportionnelle constante avec la stature (isométrie), il peut se produire un phénomène allométrique, qui est positif si l'os est relativement plus long chez les individus ayant une stature plus élevée, ou négatif si l'os est relativement plus court chez un individu ayant une stature plus élevée (Schweich 2010). Les indices sont calculés pour donner la mesure de l'os le plus court comme un pourcentage de la mesure de l'os le plus grand (*cf. infra*), permettant d'obtenir la longueur relative d'un élément osseux par rapport à un autre. C'est le cas de l'indice brachial et de l'indice crural permettant de rendre compte des proportions des os au sein du membre supérieur et du membre inférieur.

Le segment distal contribue le plus à la variabilité des proportions du membre inférieur (*cf. supra*), alors que les segments proximal et distal semblent contribuer de façon identique à la variation du membre supérieur (Holliday 1999, Holliday et Ruff 2001). Ainsi, il apparaît que les segments distaux des membres sont plus longs dans les régions chaudes (Trinkaus 1981, Ruff 1994) et que les indices cruraux et brachiaux hauts sont associés à des climats plus chauds et/ou les basses latitudes chez les humains récents (Trinkaus 1981, Holliday 1997a, 1999). Des facteurs environnementaux, biomécaniques et bioculturels peuvent influencer les proportions des membres, mais ces variations sont également sous contrôle génétique et présentes dès la vie fœtale (Warren 1997, Holliday 1999, Schweich 2010).

L'indice brachial a été calculé pour l'ensemble de l'échantillon en divisant la longueur maximale du radius par la longueur maximale de l'humérus ($RM1/HM1*100$), et l'indice crural en divisant la longueur maximale du tibia par la longueur maximale du fémur ($TM1a/FM1*100$)¹¹ (Martin 1928, Holliday 1999). La description des mesures est disponible en Annexe 2-A. Une moyenne entre les côtés gauche et droit de chacune des mesures brutes a été utilisée pour calculer ces indices lorsqu'elles étaient présentes bilatéralement chez un même individu.

Un échantillon de 50 individus a été retenu pour l'analyse de la variation de l'indice brachial (Annexe 1-C) et 41 individus pour l'indice crural (Annexe 1-D).

¹¹ La longueur maximale du fémur FM1 a été substituée à la longueur anatomique du fémur (FM2, Martin 1928) utilisée classiquement pour le calcul de l'indice crural pour des raisons de conservation.

C. Analyse métrique du crâne et de la mandibule

L'un des éléments le plus souvent utilisé pour analyser les distances biologiques est le crâne. Les dimensions du crâne sont héréditaires de façon variable et de nombreux gènes déterminent les variations de dimensions craniométriques chez l'animal et l'Homme (Sparks et Jantz 2002, Gravlee *et al.* 2003a, 2003b, Martinez-Abadias *et al.* 2006, 2009). Les variations de la morphologie crânienne suivent principalement le schéma microévolutif d'un modèle neutre au sein duquel les changements sont principalement affectés par des mutations, des flux de gènes et des dérives génétiques. Ainsi, les données craniométriques sont depuis longtemps utilisées comme des variables permettant l'analyse des distances génétiques entre groupes humains (*e.g.* Howells 1973, Devor 1987, Relethford 1994, 2001, 2004a, 2004b, Sparks et Jantz 2002, Gonzalez-Jose *et al.* 2004, Roseman 2004, Harvati et Weaver 2006, von Cramon-Taubadel 2009a, Betti *et al.* 2010), et une correspondance entre données génétiques et données craniométriques a été mise en évidence par Herrera *et al.* (2014) au sein de groupes humains du Détroit de Béring. Toutes les parties du squelette crânien ne reflètent pas les distances génétiques de façon équivalente chez l'Homme. L'os temporal semble être l'os du crâne qui est le plus corrélé avec les données génétiques, viennent ensuite la base du crâne, la partie supérieure de la face et le crâne dans sa forme globale (Harvati et Weaver 2006, Smith 2009, 2011, von Cramon-Taubadel 2009a). À l'inverse, la mandibule, l'os maxillaire et la voûte crânienne apparaissent comme les parties les moins corrélées aux données génétiques (Harvati et Weaver 2006, Smith 2009, 2011, von Cramon-Taubadel 2009a). D'autres facteurs semblent être responsable de variations morphologiques du crâne et de la mandibule dans les populations humaines tels que le climat (*e.g.* Roseman 2004, Harvati et Weaver 2006, Hubbe *et al.* 2009a, Katz *et al.* 2016), alors que d'autres auteurs estiment que les paramètres climatiques ne jouent pas de rôle prépondérant dans la variation morphologique crânienne (*e.g.* Roseman et Weaver 2007, Betti *et al.* 2009, von Cramon-Taubadel 2009a), les contraintes fonctionnelles et biomécaniques corrélées aux stress masticatoires pouvant entraîner des variations dans la robustesse et la morphologie des structures crâniennes et mandibulaires (« *masticatory-functional hypothesis* », Carlson et Van Gerven 1977, Lieberman *et al.* 2004, González-José *et al.* 2005, von Cramon-Taubadel 2011a, Katz *et al.* 2017). Malgré l'importance de ces facteurs fonctionnels et climatiques, la variation globale de la morphologie crânienne entre les groupes humains semble être en premier lieu affectée par des facteurs génétiques héréditaires (González-José *et al.* 2005). La conformation crânienne, dans son ensemble, peut être utilisée pour reconstruire l'histoire populationnelle des Hommes modernes (Reyes-Centeno *et al.* 2017, von Cramon-Taubadel et Lycett 2018).

Trente-et-une mesures crâniennes et 33 indices de forme ont été enregistrés. Leurs descriptions et définitions sont données en Annexe 3.

Onze mesures et deux indices mandibulaires ont été enregistrés. Leurs descriptions et définitions sont données en Annexe 4.

Les mesures bilatérales ont été enregistrées pour les côtés gauche et droit. Pour l'analyse, la moyenne des deux valeurs a été calculée lorsque les deux côtés avaient pu être mesurés. Lorsque la valeur n'était présente que pour un des deux côtés, c'est celle du côté préservé qui a été utilisée.

L'analyse métrique du crâne a porté sur un échantillon de 112 individus (Annexe 1-E), et l'étude de la variation métrique de la mandibule a inclus 134 individus (Annexe 1-F).

D. Orientation des analyses statistiques des variables métriques

i. Estimation des variables métriques manquantes pour le crâne et la mandibule

Dans un premier temps, les données manquantes pour le crâne et la mandibule ont été estimées selon une procédure exécutée sous le logiciel R (R Core Team 2017). L'imputation a été effectuée selon un algorithme itératif de type ACP (Analyse en Composantes Principales) aussi connu sous l'appellation « *EM-PCA* » pour *Expectation-Maximisation* sous la commande *imputePCA* du package *missMDA* (Josse et Husson 2016). L'algorithme EM correspond à une méthode d'estimation paramétrique s'inscrivant dans le cadre général du maximum de vraisemblance (Dempster *et al.* 1977). À chaque itération, l'algorithme exécute la première phase *expectation* en estimant les données inconnues en utilisant les données observées et la valeur des paramètres déterminée à l'itération précédente, puis la deuxième phase *maximisation* qui procède à la maximisation de la vraisemblance et met à jour la valeur des paramètres pour la prochaine itération. La vraisemblance augmente à chaque itération, rendant les estimateurs de plus en plus corrects (Santos 2015). La procédure n'a été appliquée qu'aux individus pour lesquels moins de 30 % des variables n'étaient pas renseignées. Ce seuil est celui retenu dans d'autres études sur la variation morphométrique crânienne (*e.g.* Brewster *et al.* 2014). L'estimation a été effectuée à partir de l'échantillon complet, sans distinction de sexe, période chronoculturelle ou provenance géographique. L'imputation de données manquantes a concerné 38 individus au total et les données produites ont été utilisées pour l'ensemble des analyses.

ii. Analyses statistiques appliquées aux variables métriques

- *Statistiques descriptives et analyses bivariées*

Les différentes variables métriques enregistrées ont été utilisées pour comparer les échantillons entre eux. Dans un premier temps, des statistiques descriptives ont été employées dans le but de mettre en lumière des spécificités entre les échantillons analysés. La moyenne, l'écart-type, les valeurs minimales et maximales ainsi que le coefficient de variation (*ratio* de l'écart-type rapporté à la moyenne, exprimé en pourcentage, qui correspond à une mesure relative de la dispersion des données autour de la moyenne et permet de comparer le degré de variation d'un échantillon à un autre, même si les moyennes sont différentes) sont reportés. La normalité des données a été testée au moyen d'un test de Shapiro-Wilk et l'homoscédaticité des variances avec un test de Bartlett. La majorité des données incluses dans ce travail ne suivant pas une distribution normale et présentant des différences fortes de variance, la recherche d'éventuelles différences significatives entre des échantillons indépendants (*e.g.* comparaison entre sexe féminin et sexe masculin, entre des périodes chronoculturelles) a été effectuée au moyen de tests statistiques non paramétriques :

- le test de Kruskal-Wallis a été employé pour comparer des groupes multiples. Il s'agit d'une méthode basée sur les rangs (nombre consécutif affecté à une observation spécifique dans un échantillon d'observations triées par leurs valeurs, qui reflète la relation ordinale de l'observation avec les autres de l'échantillon). L'hypothèse H_0 testée est que J groupes indépendants possèdent des distributions identiques ou des distributions de même médiane (Siegel et Castellan 1988, Wilcox 2003) ;

- le test U de Mann-Whitney-Wilcoxon a été employé pour comparer deux échantillons indépendants. Il s'agit également d'une méthode qui utilise les rangs et teste l'hypothèse H_0 selon laquelle les échantillons sont identiquement positionnés avec un risque $\alpha = 0,05$ en comparant les médianes (Wilcoxon 1945, Mann et Whitney 1947, Wilcox 2003). Si p correspond à la probabilité qu'une observation tirée au hasard dans l'échantillon 1 est inférieure à une observation tirée au hasard dans l'échantillon 2, alors p sera égal à 0,50 si les groupes ne diffèrent pas, *i.e.* s'ils ont la même distribution (Wilcox 2003). p fournit donc une perspective (une mesure de l'effet taille) sur la façon dont les groupes diffèrent. Le test revient donc à estimer p , donner un intervalle de confiance à p et tester l'hypothèse H_0 que $p=0,50$ avec un risque $\alpha = 0,05$.

Afin de visualiser les spécificités de chacun des échantillons, des boîtes à moustaches sont utilisées. Pour chaque groupe et pour une variable donnée, la boîte représente la médiane et les centiles 25 et 75 et les extrémités des moustaches les centiles 5 et 95. Les éventuelles valeurs extrêmes sont représentées par un petit cercle supplémentaire. Des graphiques bivariés

ont également été utilisés pour représenter des nuages de points, chacun de ces points correspondant à une observation des deux variables représentées.

- *Analyses multivariées*

Des analyses non paramétriques de variances multivariées *two-way* NPMANOVA (ou PERMANOVA pour *Permutational Multivariate Analysis of Variance*, (Anderson 2001, Anderson et Walsh 2013) ont été réalisées afin de tester l'effet de l'interaction de deux facteurs explicatifs (*e.g.* la chronoculture et la position par rapport au littoral) sur les moyennes de plusieurs variables (type *two-way* MANOVA). Il s'agit d'un type d'analyse statistique développée pour le domaine de l'écologie, plus robuste que l'ANOVA lorsque les hypothèses de normalité des résidus et l'homogénéité des variances ne sont pas respectées (Anderson 2001). Elle est basée sur des tests de permutation, analogue au ratio *F* de Fisher et calculée directement à partir de distances symétriques ou de matrices de dissimilarité (Anderson 2001).

Afin de décrire et visualiser la variabilité des individus en fonction d'un ensemble de variables données, l'analyse en composante principale (ACP) a été utilisée. L'ACP est une méthode exploratoire multivariée qui génère un espace multidimensionnel (Husson *et al.* 2010). L'ACP permet de réduire la dimensionnalité du jeu de données et de visualiser sur un petit nombre de dimensions le maximum de la variance présent dans l'échantillon (analyse de *k* variables en *d* dimensions). Aucune structuration n'est prise en compte dans son calcul. L'ACP transforme les variables en un set de nouvelles variables, les composantes principales (PC) qui ne sont plus corrélées les unes avec les autres. Les PC sont hiérarchisées : la première composante est celle qui délivre le plus grand pourcentage de variance exprimée, la seconde un peu moins, et ce jusqu'à ce que la totalité de la variance totale soit expliquée. Ces composantes principales sont orthogonales et théoriquement mutuellement indépendantes. L'ACP permet alors de restituer en quelques dimensions la structure et les proximités observées dans le nuage de point originel en *n* dimensions. Dans cet espace morphologique, chaque point correspond à un individu : plus les points sont proches, plus les individus partagent des affinités morphologiques, et plus ils sont éloignés, moins les individus ont d'affinités morphologiques entre eux. L'ajout d'une variable qualitative (*e.g.* sexe, attribution chronoculturelle) permet une visualisation sans *a priori* des données. L'ACP ne peut se réaliser que sur des jeux de données complètes. Dans un premier temps l'analyse a porté sur les données brutes afin de garder une information de taille, puis dans un second temps à partir des données standardisées par *log shape ratio* (Jungers *et al.* 1995) selon la technique de Darroch et Mosimann (1985) : pour chacun des individus, chaque variable est divisée par la moyenne géométrique de l'ensemble des variables définissant l'individu, puis le logarithme en base 10 de la valeur obtenue permet

d'obtenir le *log shape ratio* de la variable de départ. Ce rapport constitue le meilleur moyen de s'affranchir des différences de taille au sein d'un échantillon (Jungers *et al.* 1995). La sélection des variables impliquées dans l'ACP a tenu compte des résultats significatifs des tests statistiques réalisés dans un premier temps sur les variables métriques (test de Kruskal-Wallis, U de Mann-Whitney et NPMANOVA, *cf. supra*).

L'ensemble des analyses statistiques a été réalisé avec les logiciels R (R Core Team 2017) et PAST (Hammer *et al.* 2001). Pour chacun des tests statistiques, l'hypothèse postulant l'égalité des jeux de données a été rejetée dans le cas d'une probabilité p inférieure à 0,05.

- ***Test de Mantel entre deux matrices de distance et corrélogramme de Mantel***

Un modèle d'isolement par la distance prédit une relation entre la distance géographique et la variation génétique, basé sur le fait que la distance géographique limite les migrations de la plupart des espèces. Cela implique que les différentiations génétiques, et par extension phénotypiques augmentent avec la distance géographique (Malécot 1950, Morton 1973, Relethford 2004b). Un indice de dissimilarité euclidienne a été utilisé pour calculer les différences deux-à-deux en fonction des données métriques individuelles et construire la matrice de distances biologiques. La corrélation entre les matrices de distances biologiques (ici représentées par des mesures crâniennes, mandibulaires et infra-crâniennes) et les matrices de distances géographiques a été calculée par un test de Mantel (Mantel 1967, Smouse *et al.* 1986). Le test de Mantel permet de déceler la structure d'une population en testant l'absence de relation entre les valeurs de dissimilarité provenant de deux matrices de distances (hypothèse nulle). Le seuil alpha retenu ici est de 0,05 pour rejeter l'hypothèse nulle après 1000 permutations. Les *great-circle distances* ou distances orthodromiques (chemin le plus court entre deux points d'une sphère) ont été calculées à partir des coordonnées de longitude et de latitude des individus (*cf.* CHAPITRE II.I.2.) selon une commande R (R Core Team 2017) publiée par Shennan *et al.* (2015).

Le test de Mantel suppose les hypothèses de linéarité et d'homoscédasticité pour les relations entre les matrices de distances qui, si elles ne sont pas respectées, peuvent induire des résultats biaisés. Pour cela, les analyses ont été effectuées en utilisant dans un premier temps les matrices de distances originales et dans un second temps celles construites à partir de distances géographiques log-transformées (Slatkin 1993, McRae et Nürnberger 2006, Ruiz-Gonzalez *et al.* 2014) afin que les matrices de distances ne soient pas structurées linéairement. Par cette transformation, la distance géographique n'a plus de risque de varier selon la même magnitude que la variable testée (Slatkin 1993, McRae et Nürnberger 2006, Ruiz-Gonzalez *et al.* 2014).

Les tests de Mantel ont été réalisés avec le logiciel R (R Core Team 2017) en utilisant les packages *vegan* (Oksanen *et al.* 2017) et *ecodist* (Goslee et Urban 2007).

Les tests de Mantel ont à chaque fois été réalisés pour chaque type de données dans le corpus total afin de mettre en évidence une éventuelle structuration géographique globale des données biologiques. Les échantillons féminin et masculin ont été considérés séparément afin de rechercher une éventuelle structuration géographique spécifique à un sexe, et de la même manière au sein des échantillons d'individus côtiers et continentaux. Afin de rechercher si des phénomènes de structuration géographique ont préférentiellement eu lieu au sein d'une chronoculture donnée, les tests ont été réalisés pour des échantillons composés d'individus attribués au Paléolithique final et au premier Mésolithique d'une part et du second Mésolithique d'autre part. Le corpus daté du premier Mésolithique n'a pas pu être considéré seul car trop faible en effectifs pour la plupart des données métriques considérées. Des indices d'un ancrage territorial plus fort des groupes humains au second Mésolithique ont été observés dans la littérature (*cf.* CHAPITRE I.). Pour ces tests statistiques en particulier, il a donc été choisi de considérer les individus du premier Mésolithique dans le même corpus que les individus datés du Paléolithique final, et d'isoler le corpus attribué au second Mésolithique. La sélection des variables impliquées pour réaliser les tests de Mantel a tenu compte des résultats significatifs des tests statistiques réalisés dans un premier temps sur les variables métriques (test de Kruskal-Wallis, U de Mann-Whitney et NPMANOVA, *cf. supra*).

2. Les variations anatomiques non métriques

Les variations anatomiques non métriques sont des variations phénotypiques osseuses ou dentaires utilisées comme marqueurs dans les analyses intra et interpopulationnelles dans le but d'appréhender les distances biologiques entre des populations chronologiquement ou géographiquement distinctes ou d'évaluer les relations de parentés entre des individus issus d'une même population. Ces caractères peuvent s'exprimer selon divers degrés, leur localisation est spécifique, leur expression rare et occasionnelle, sans origine pathologique (Berry et Berry 1967, Gemmerich Pfister 1999).

L'étiologie et l'héritabilité des variations anatomiques non métriques sont mal connues et sujettes à discussion. La diversité d'expression de ces caractères rend difficile l'attribution d'un déterminisme commun à leur expression. Des études ont tenté de calculer le taux d'héritabilité de certains caractères (Saunders 1978, Sjøvold 1984) alors que d'autres ont mis en évidence l'influence des facteurs environnementaux (Bocquet-Appel 1984). L'hypothèse d'une origine à la fois génétique et environnementale est privilégiée pour expliquer les différences de fréquences d'un grand nombre de variations anatomiques (*e.g.* Saunders 1989, Crubézy et Sellier 1990, Crubézy *et*

al. 1999). Diverses études retraçant les distances biologiques à travers l'analyse des variations anatomiques ont montré que ces caractères étaient pertinents notamment pour la comparaison entre populations et la discussion d'hypothèses de peuplement (Berry et Berry 1967, Hanihara et Ishida 2001a, 2001b, 2001c, 2001d, Desideri 2003, 2007, Hanihara *et al.* 2003, Hubbard *et al.* 2015). Parmi celles du bloc cranio-facial, les variations hypostotiques et les os surnuméraires sembleraient avoir un déterminisme génétique plus important, tout comme celles rencontrées sur l'atlas et les variations anatomiques dentaires (Saunders et Popovich 1978, Hauser et De Stefano 1989, Saunders 1989, Scott et Turner 1997, Crubézy *et al.* 1999, Corruccini *et al.* 2002). Les variations anatomiques non métriques dentaires présentent un déterminisme génétique et une héritabilité plus élevés que les variables métriques (Saunders et Popovich 1978, Hauser et De Stefano 1989, Saunders 1989, Scott et Turner 1997, Crubézy *et al.* 1999, Corruccini *et al.* 2002). Du point de vue de la morphologie externe, une variation anatomique dentaire peut être présente ou absente sur une localisation précise d'un ou plusieurs types de dents, et prendre la forme d'une structure « positive » (*e.g.* un tubercule) ou « négative » (*e.g.* un sillon ; Scott et Turner 1997). Ces traits dentaires sont tous classés comme absents ou présents, mais il peut exister une variation de degré d'expression de leur présence. Au sein d'une population, les individus expriment ou non un caractère donné (Scott et Turner 1997). Les analyses intergroupes se concentrent sur les différences entre populations en termes de fréquences de traits et de leurs expressions par l'intermédiaire de statistiques permettant de décrire les distances biologiques (Scott et Turner 1997). Des études récentes se sont concentrées sur les affinités biologiques de populations préhistoriques à travers l'étude des variations anatomiques dentaires (*e.g.* Bailey 2000, 2002, 2006, Jackes *et al.* 2001, Irish 2005, Coppa *et al.* 2007, Desideri 2007, Thomas 2011, Le Luyer 2016).

A. Cotation des variations anatomiques non métriques

La caractérisation biologique des groupes de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène à partir d'un grand échantillon étant jusqu'à présent inédite, nous avons fait le choix dans ce travail de sélectionner un grand nombre de variations anatomiques afin de pallier ce manque documentaire. Les caractères les plus souvent étudiés par d'autres auteurs ont été privilégiés afin de faciliter au mieux d'éventuelles comparaisons. Cinquante caractères crâniens et mandibulaires ont été enregistrés, selon les grilles proposées par Hauser et De Stefano (1989) et Saunders (1978) et reprises dans d'autres travaux (Gemmerich Pfister 1999, Thomas 2011 ; Annexe 5-A). L'expression de 68 variations anatomiques dentaires a été enregistrée selon les grilles proposées par Turner *et al.* (1991), et reprises dans d'autres travaux (Desideri 2007, Thomas 2011, Le Luyer 2016 ; Annexe 6-B).

Chaque variation a été enregistrée par côté et par individu comme pouvant être soit présente, avec son éventuel stade d'expression (1,2, ...), soit absente (0), soit non observable (NA). Cependant, l'existence d'un nombre élevé d'expressions pour une majorité de caractères ne facilitant pas le traitement des données, il a été choisi de regrouper les stades d'observation selon deux états : présent/absent. Les seuils de présence/absence dans le cas de variations anatomiques d'expression continue ont été fixés selon ceux définis par Thomas (2011) et sont consultables en Annexe 5-A et Annexe 6-B.

Pour chaque individu, les fréquences de présence/absence ont été calculées pour les côtés gauche et droit séparément, puis de nouvelles fréquences ont été calculées en combinant les deux côtés correspond à un individu afin de n'obtenir qu'un score par individu (« *individual counting method* », Turner et Scott 1977) selon le postulat que l'expression d'un caractère chez un individu, même asymétrique, ne reflète qu'un seul génotype. Ainsi, lorsqu'une variation paire était enregistrée pour les deux côtés et présente de façon bilatérale, elle a été enregistrée comme présente ($1/1 = 1$). À l'inverse, si elle était cotée comme absente des deux côtés, elle a été enregistrée comme absente ($0/0 = 0$). Lorsqu'une variation paire était enregistrable des deux côtés et présente de façon unilatérale, elle a été considérée comme présente ($0/1 = 1$). Par conséquent, si la variation paire était observée comme présente d'un côté mais non observable de l'autre, alors elle a été considérée comme présente ($1/NA = 1$). En revanche, si la variation paire était observée comme absente d'un côté mais non observable de l'autre, la question de sa réelle absence s'est posée ($0/NA = ?$). Il a été décidé de se référer à la nature de l'expression (symétrique ou asymétrique) de chaque variation anatomique paire dans notre corpus total lorsqu'elle était observable de façon bilatérale. Pour chaque caractère, les fréquences d'expression symétrique et asymétrique ont été calculées. Afin de prendre un risque mesuré tout en gardant des tailles d'échantillons suffisantes pour mener des analyses statistiques, deux observations asymétriques (*i.e.* 0/1) correspondant à une fréquence maximum de 10 % des observations ont constitué le seuil maximum d'expression asymétrique pour chacun des caractères. Si ce seuil était dépassé, l'ensemble des observations de type (0/NA) pour le caractère donné a conduit au score (NA) pour l'individu considéré. À l'inverse, si le seuil n'était pas dépassé, l'ensemble des observations de type (0/NA) pour le caractère donné a conduit au score (0) pour l'individu considéré. Le résultat de cette démarche est disponible dans la Table 17 pour les caractères crâniens et mandibulaires et la Table 18 pour les caractères dentaires.

Les observations des variations anatomiques non métriques crâniennes, mandibulaires et dentaires ont été toutes réalisées directement par l'auteure. L'échantillon analysé comprend 251 spécimens pour les caractères dentaires (Annexe 1-G) et l'échantillon analysé comprend 151 individus pour les caractères crâniens et mandibulaires (Annexe 1-H).

Table 17 : Effectifs et fréquences d'observations symétriques et asymétriques dans le corpus total de variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires. Total_obs : nombre total d'observations ; n_sym-1 : nombre d'observations symétriques (1/1) ; n_sym-0 : nombre d'observations symétriques (0/0) ; Total_sym : nombre total d'observations symétriques ; % SYM : fréquence d'observations symétriques ; Total_asym : nombre total d'observations asymétriques (1/0 ou 0/1) ; % ASYM : fréquences d'observations asymétriques ; n_unilat : nombre d'observations unilatérales ; Décision : cotation finale. Pour la signification des codes correspondant aux caractères, voir Annexe 5-A.

Code	Total_obs	n_sym-1	n_sym-0	Total_sym	% SYM	Total_asym	% ASYM	n_unilat	Décision
A5	80	30	17	47	59%	24	30%	9	NA
A8	81	46	8	54	67%	9	11%	18	NA
A9	71	7	38	45	63%	7	10%	19	NA
A13	168	0	145	145	86%	0	0%	23	0
A14	62	1	32	33	53%	1	2%	28	0
A15	41	6	14	20	49%	3	7%	18	NA
A19	101	25	34	59	58%	4	4%	38	NA
A20	145	54	54	108	74%	5	3%	32	NA
A22	74	6	34	40	54%	7	9%	27	NA
A23	81	21	24	45	56%	13	16%	23	NA
A25	90	0	74	74	82%	0	0%	16	0
A26	81	15	26	41	51%	12	15%	28	NA
A32	66	7	40	47	71%	1	2%	18	0
A37	47	4	21	25	53%	8	17%	14	NA
A38	24	0	17	17	71%	2	8%	5	0
A40	51	0	40	40	78%	0	0%	11	0
A44	25	5	10	15	60%	4	16%	6	NA
A45	36	0	20	20	56%	0	0%	16	0
A46	37	0	21	21	57%	2	5%	14	0
A47	36	3	15	18	50%	1	3%	17	0
B3	80	15	43	58	73%	10	13%	12	NA
B6	84	33	17	50	60%	22	26%	12	NA
B7	81	2	68	70	86%	3	4%	8	NA
B8	87	50	13	63	72%	10	11%	14	NA
B9	77	26	27	53	69%	11	14%	13	NA
B11	44	14	5	19	43%	1	2%	24	0
B12	43	0	20	20	47%	0	0%	23	0
B13	81	2	53	55	68%	0	0%	26	0
B14	82	45	3	48	59%	5	6%	29	NA
B17	83	42	10	52	63%	1	1%	30	0
C1	110	0	74	74	67%	3	3%	33	NA
C2	101	0	82	82	81%	0	0%	19	0
C5	105	22	62	84	80%	0	0%	21	0
C10	89	3	50	53	60%	4	4%	32	NA

Table 18 : Effectifs et fréquences d'observations symétriques et asymétriques dans le corpus total de variations anatomiques non métriques dentaires. Total_obs : nombre total d'observations ; n_sym-1 : nombre d'observations symétriques (1/1) ; n_sym-0 : nombre d'observations symétriques (0/0) ; Total_sym : nombre total d'observations symétriques ; % SYM : fréquence d'observations symétriques ; Total_asym : nombre total d'observations asymétriques (1/0 ou 0/1) ; % ASYM : fréquences d'observations asymétriques ; n_unilat : nombre d'observations unilatérales ; Décision : cotation finale. Pour la signification des codes correspondant aux caractères, voir Annexe 6-B.

Code	Total_obs	n_sym-1	n_sym-0	Total_sym	% SYM	Total_asym	% ASYM	n-unilat	Décision
UI1TD	45	1	16	17	38%	1	2%	27	0
UI1SCR	47	0	18	18	38%	1	2%	28	0
UI1PEL	36	14	2	16	44%	0	0%	20	0
UI1DPEL	39	5	11	16	41%	0	0%	23	0
UI2TD	48	4	16	20	42%	1	2%	27	0
UI2SCR	47	8	9	17	36%	1	2%	29	0
UI2PEL	32	14	0	14	44%	0	0%	18	0
UI2DPEL	38	5	12	17	45%	0	0%	21	0
UCTD	53	4	28	32	60%	0	0%	21	0
UCPEL	39	11	13	24	62%	1	3%	14	0
UCDPEL	42	4	21	25	60%	2	5%	15	0
UCCM	25	1	7	8	32%	3	12%	14	NA
UCCAD	26	4	7	11	42%	0	0%	15	0
UP1TM	23	2	10	12	52%	0	0%	11	1
UP1R	26	3	4	7	27%	0	0%	19	2
UP1O	19	0	11	11	58%	0	0%	8	3
UP2TM	19	3	13	16	84%	0	0%	3	4
UP2R	26	0	3	3	12%	0	0%	23	5
UP2O	16	0	14	14	88%	0	0%	2	6
UM1TMA	16	1	6	7	44%	0	0%	9	7
UM1P	49	0	29	29	59%	0	0%	20	8
UM1M	15	0	7	7	47%	0	0%	8	9
UM1H	74	42	1	43	58%	0	0%	31	10
UM1EE	66	12	17	29	44%	3	5%	34	NA
UM1C	43	6	18	24	56%	0	0%	19	0
UM2TMA	26	0	11	11	42%	0	0%	15	0
UM2P	49	0	26	26	53%	1	2%	22	0
UM2M	22	0	13	13	59%	0	0%	9	0
UM2H	59	28	1	29	49%	1	2%	29	0
UM2EE	56	4	17	21	38%	2	4%	33	0
UM2C	50	2	22	24	48%	2	4%	24	0
UM3TMA	41	1	16	17	41%	1	2%	23	0
UM3P	54	1	24	25	46%	0	0%	29	0
UM3M	38	0	19	19	50%	0	0%	19	0
UM3H	58	16	4	20	34%	5	9%	33	NA
UM3EE	52	4	12	16	31%	2	4%	34	0
UM3C	58	4	17	21	36%	3	5%	34	NA
LI1PEL	41	11	20	31	76%	0	0%	10	0
LI1DPEL	47	1	33	34	72%	0	0%	13	0
LI2PEL	54	20	11	31	57%	0	0%	23	0
LI2DPEL	55	2	31	33	60%	0	0%	22	0
LCRDL	56	0	16	16	29%	0	0%	40	0
LCCAD	39	12	7	19	49%	1	3%	19	0
LP1R	40	1	10	11	28%	0	0%	29	0
LP1O	23	1	15	16	70%	0	0%	7	0
LP1CLM	26	3	14	17	65%	0	0%	9	0
LP2O	20	0	14	14	70%	0	0%	6	0
LP2CLM	21	2	13	15	71%	0	0%	6	0
LM1TR	53	0	14	14	26%	0	0%	39	0
LM1P	38	12	11	23	61%	0	0%	15	0
LM1M	40	0	21	21	53%	0	0%	19	0
LM1H	42	19	3	22	52%	0	0%	20	0
LM1FA	10	1	2	3	30%	0	0%	7	0
LM1E	38	0	19	19	50%	0	0%	19	0
LM1EE	65	15	7	22	34%	8	12%	35	NA
LM1GP	24	6	2	8	33%	0	0%	16	0
LM2TR	34	0	4	4	12%	0	0%	30	0
LM2P	52	12	9	21	40%	3	6%	28	NA
LM2M	53	0	23	23	43%	1	2%	29	0
LM2H	53	0	25	25	47%	1	2%	27	0
LM2EE	63	14	5	19	30%	4	6%	40	NA
LM2GP	50	14	5	19	38%	2	4%	29	0
LM3TR	23	0	0	0	0%	0	0%	23	0
LM3P	48	9	8	17	35%	1	2%	30	0
LM3M	48	0	20	20	42%	1	2%	27	0
LM3H	49	4	12	16	33%	3	6%	30	NA
LM3EE	37	4	8	12	32%	2	5%	23	0
LM3GP	46	6	6	12	26%	2	4%	32	0

B. Analyses statistiques appliquées aux variations anatomiques non métriques

i. Préambule spécifique aux variations anatomiques non métriques dentaires

Il a été démontré que les corrélations entre variations anatomiques dentaires ne pouvaient pas uniquement être imputées à la chance (*e.g.* Corruccini 1974, Scott 1977). D'éventuelles corrélations entre les différents caractères dentaires devraient ainsi être recherchées, étape normalement préliminaire à la réalisation d'analyses de *Mean Measure of Divergence* (MMD, *cf. infra*). En effet, les associations de caractères augmenteraient artificiellement les résultats de MMD du fait du partage de la même information par les variations anatomiques corrélées, information qui serait alors redondante dans l'analyse (Harris et Sjøvold 2004). Néanmoins, la taille restreinte de notre échantillon permet de s'affranchir de ce prérequis, les éventuelles corrélations existantes ne pouvant pas être détectées correctement dans de petits échantillons. De plus, ce facteur ne fausse pas les résultats de MMD réalisées sur de petits échantillons (Harris et Sjøvold 2004).

ii. Analyses statistiques appliquées aux variations anatomiques non métriques

Il apparaît que considérée isolément, l'héritabilité des variations anatomiques non métriques soit plutôt faible, mais que l'association de ces mêmes caractères permettrait de définir des relations entre groupes (Crubézy *et al.* 1999). Leur association serait en effet liée à des mécanismes mis en place par des mutations génétiques lors du développement, alors que séparément, ces caractères ne sont que le mode d'expression de ces mutations (Crubézy *et al.* 1999).

- Analyses statistiques univariées

Dans ce travail, les variations anatomiques non métriques ont été utilisées pour le calcul de distances biologiques entre les différents groupes qui ont été définis dans l'étude. Dans un premier temps, les fréquences de présence de chacun des caractères ont été calculées dans l'échantillon complet. Les variations anatomiques présentant des fréquences de présence/absence égales à 0 ou à 1 dans l'ensemble de l'échantillon ont été exclues de l'analyse.

Les comparaisons des fréquences de présence de caractères entre deux groupes d'individus (*e.g.* sexes, chronocultures, position par rapport au littoral) ont été réalisées à l'aide d'un test exact de Fisher. Ce test ne nécessite pas d'effectif minimum et fonctionne sur un tableau de contingence. Il permet de déterminer si la configuration observée dans le tableau de

contingence est une situation extrême par rapport aux situations possibles compte tenu des distributions marginales. L'hypothèse H_0 testée est que la variable de ligne et celle de colonne sont indépendante. Le test calcule, comme son nom l'indique, la valeur de p exacte. L'hypothèse H_0 est rejetée au seuil de $p = 0,05$. Les caractères pour lesquelles l'expression pouvait être mise en relation avec le sexe des individus ont été exclus des analyses suivantes. Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel Microsoft® Office Excel 2013 et R (R Core Team 2017).

- **Analyses multivariées Mean Measure of Divergence (MMD)**

Dans un second temps, des analyses multivariées sur des associations de variations anatomiques ont permis de calculer les distances biologiques entre plusieurs groupes décrits par des variables binaires au moyen de l'analyse *Mean Measure of Divergence* (MMD ; Sjøvold 1973, Harris et Sjøvold 2004). Cette méthode a été créée et utilisée par les biologistes depuis le début des années 1960 (Irish 2010). La formule initiale, peu performante dans les cas de petits échantillons par exemple, a de nombreuses fois été modifiée (Berry et Berry 1967, Sjøvold 1973, 1977, Green *et al.* 1979, Sofaer *et al.* 1986). Plus récemment, Harris et Sjøvold (2004) ont comparé les différentes formules existantes et ont recommandé l'utilisation de l'équation de Freeman et Tukey (1950) utilisant des transformations angulaires afin de minimiser l'influence de la fréquence du trait dans la population sur l'estimation de la variance. Cette opération a pour but de permettre l'application de l'analyse MMD sur des petits échantillons et des fréquences faibles ou hautes. En effet, cette transformation non linéaire est utilisée lorsque la mesure correspond à des fréquences et lorsque des sujets ont des scores proches de 0 ou 100 %. Ceux-ci ont alors moins « d'espace » pour varier par rapport aux sujets situés autour du milieu de l'échelle de mesure, ce qui a pour effet d'entraîner des variances non homogènes. La transformation angulaire (ou transformation arc-sinus de formule $\theta = \sin^{-1}\sqrt{p}$ où p est la proportion observée) a donc pour objectif d'étirer les extrémités de l'échelle afin que les scores contenus au sein de cette échelle soient plus variables (Harris et Sjøvold 2004, Irish 2010, Santos 2018).

Le calcul des MMD a été effectué avec le logiciel R (R Core Team 2017) et le package *AnthropMMD* (Santos 2018). La différence entre les groupes est considérée comme statistiquement significative lorsque la valeur du MMD est au moins deux fois supérieure à son écart-type (Santos 2018). Si les MMD ne sont pas significatives, alors il n'existe aucune distance biologique non imputable de façon certaine au hasard d'échantillonnage entre les différents groupes étudiés, suggérant une certaine homogénéité du pool de populations comparées pour les caractères étudiés dans l'analyse. La MMD constitue donc un indicateur relatif plus qu'un indicateur absolu, le principe de l'analyse étant de comparer des groupes à

d'autres groupes (Santos 2018). Le choix des caractères étudiés dans l'analyse est crucial (Harris et Sjøvold 2004). Ainsi, il est déconseillé de retenir les caractères présentant une très faible variabilité, car ils ne participeront pas à la discrimination des différents groupes : les caractères obtenant des scores de 0 ou 1 dans tout l'échantillon, ou les caractères systématiquement présents ou absents chez tous les individus du corpus sauf un (Sjøvold 1973). C'est cette démarche qui a été suivie dans ce travail.

À l'issue de l'analyse MMD, une valeur de divergence pour chaque paire de groupes ou distance biologique est obtenue. L'ensemble de ces valeurs est représenté sous la forme d'une matrice de distances entre les groupes. À partir de cette matrice de distances, un dendrogramme construit avec la méthode d'agrégation de Ward permet d'obtenir graphiquement le résultat de la classification ascendante hiérarchique (CAH) des sous-groupes inclus dans l'analyse, dans le but de visualiser dans l'espace euclidien une mesure de dissimilarité entre ces sous-groupes (Husson *et al.* 2010). Dans cette visualisation, les individus sont rassemblés de manière itérative en plusieurs classes (branches) de telle sorte que les individus d'une même classe soient les plus semblables possible (homogénéité intra-classe) et que les classes soient les plus distinctes possible (hétérogénéité interclasse). La classification est dite « ascendante » car elle débute à partir d'observations individuelles, et « hiérarchique » car elle produit des groupes de plus en plus larges qui incluent des sous-groupes en leur sein. Le choix de la méthode de Ward a semblé la plus adaptée car elle cherche à minimiser l'inertie intra-classe et à maximiser l'inertie interclasse pour produire des classes les plus homogènes possible (Husson *et al.* 2010).

3. Analyse en morphométrie géométrique

La présente étude cherche à décrire et caractériser la variabilité morphologique des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène. Les méthodes de morphométrie géométrique ont été couplées aux méthodes « traditionnelles » et « classiques » (CHAPITRE II.III.1.C.). Elles présentent plusieurs avantages permettant de compléter les résultats obtenus par les méthodes dites « classiques » :

- notre étude se place dans une perspective microévolutive et la quantification de la variabilité morphologique peut être subtile au sein de l'espèce *Homo sapiens*. Sa visualisation peut ainsi être rendue difficile avec les outils « classiques » de la morphométrie crânienne ;

- la morphométrie géométrique permet l'acquisition et l'analyse à travers des statistiques multivariées de points de repère (ou *landmarks*) définis par un ensemble de coordonnées cartésiennes en préservant les relations géométriques des *landmarks* tout au long de l'analyse, permettant ainsi la visualisation de la conformation et de ses différences au sein de groupes ou

d'individus. Cette approche permet l'analyse et la comparaison des propriétés géométriques d'organismes non altérées par les effets de translation, de mise à l'échelle et d'orientation (*cf. infra* ; Bookstein 1991, Rohlf et Marcus 1993, Slice 2005, Mitteroecker et Gunz 2009, Weber et Bookstein 2011, Baab *et al.* 2012). La forme peut alors être analysée, en étudiant séparément ou de façon simultanée la taille et la conformation ;

- dans le présent travail, l'utilisation des méthodes en morphométrie géométrique s'est attachée à caractériser la variabilité morphologique de la voûte crânienne (ou neurocrâne) difficile à capturer à travers les mesures « classiques » définies en anthropologie biologique ;

- enfin, l'acquisition de modèles tridimensionnels d'un grand nombre de crânes de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène d'Europe de l'Ouest a permis la création d'une archive dans un but de préservation et de valorisation patrimoniales. Le modèle tridimensionnel est ainsi utilisable pour de futures analyses paléobiologiques ou dans un cadre muséographique.

A. Protocole d'acquisition des modèles tridimensionnels (3D)

Un total de 60 modèles tridimensionnels de crânes a été disponible pour la présente étude. Ces modèles ont été obtenus par divers moyens d'acquisition : scanners surfaciques, scanners par tomodensitométrie et scanner par microtomodensitométrie.

La majorité des crânes (43) ont été numérisés par l'auteure dans le cadre de ce travail de recherche doctorale au moyen d'un scanner surfacique NextEngine Desktop 3D Scanner (NextEngine Inc., santa Monica, CA). Le scanner NextEngine est un scanner fixe et c'est l'objet à numériser qui tourne sur une tablette rotative. Un faisceau laser balaie la surface de l'objet et les détecteurs mesurent la distance depuis la source de lumière laser jusqu'à la surface de l'objet (Figure 26). Le nuage de points obtenu contient les coordonnées 3D (ou *vertex*). Des triangles sont ensuite tracés entre les points pour créer un *mesh*. Parallèlement, une caméra capture des images de la surface de l'objet numérisé. Les objets à numériser peuvent être de petite taille (dimensions d'une pièce de monnaie) mais ne doivent pas excéder des dimensions de 35 à 40 cm. Dans le présent travail, les crânes ont été numérisés selon le même protocole : un premier scan « 360° » divisé en huit sections (la plateforme effectue une rotation complète en huit pas de 45° chacun) a été effectué alors que le crâne était placé de telle sorte que l'occipital soit maintenu contre la plateforme et la face vers le haut. Un deuxième scan a été effectué selon les mêmes modalités, la partie latérale gauche étant placée contre la plateforme, puis une troisième avec la partie latérale droite contre la plateforme. Les paramètres choisis (Mode « *Wide* », *HD*) ont permis l'acquisition des nuages de points avec une résolution comprise entre 0,25 et

0,30 mm. Au total, près de trois heures étaient nécessaires pour l'acquisition des trois scans. Ensuite, les trois scans ont été alignés via le logiciel ScanStudio fourni avec le scanner. L'opération consiste à placer au minimum trois points homologues sur chacun des trois scans obtenus. Une fois les scans alignés, un nettoyage des structures adjacentes au crâne telles que le support utilisé et la plateforme est effectué au moyen de l'outil « Trim » du logiciel. Ces opérations effectuées, les scans sont fusionnés (« Fuse »), sans simplification, pour obtenir un modèle 3D de crâne. Au total, un temps minimum de cinq à six heures de travail a été nécessaire pour obtenir un modèle.

Onze crânes ont été numérisés à l'aide d'un autre scanner surfacique DAVID SLS-2 fonctionnant avec une lumière structurée (Figure 26). C'est un scanner fixe calibré sur la taille de l'objet à numériser qui peut aller de 60 à 500 mm. La résolution est inférieure à 0,05 % de la taille de l'objet (donc inférieur à 0,05 mm). Une fois les scans effectués, ils sont ensuite alignés et fusionnés en utilisant le logiciel DAVID SCAN 4. Enfin, les modèles 3D obtenus sont sauvegardés selon une résolution comprise entre 0,10 et 0,30 mm. L'ensemble de ces opérations ont été réalisées par V.S. Sparacello (UMR 5199 PACEA).



Figure 26 : Numérisation d'éléments osseux avec un scanner surfacique NextEngine (à gauche, photographie : M. Samsel) et un scanner surfacique DAVID SLS-2 (à droite, photographie : V. S. Sparacello).

Trois crânes ont été scannés au moyen d'exams scanners par tomодensitométrie (TDM). Cette méthode, utilisée en premier lieu sur le vivant, permet de mesurer l'absorption des rayons X par les tissus par un balayage d'un faisceau de rayon X produisant des « coupes ». Par la suite, ces coupes permettent de reconstruire des images des structures anatomiques en deux ou trois dimensions, constituées de niveaux de gris. Les particularités techniques et les paramètres utilisés pour l'acquisition varient d'un appareil à un autre et d'un protocole à un autre pour le même appareil (Table 20). La fréquence du générateur varie entre 16 à 60 kW et le kilovoltage du tube entre 80 et 160 kVP. Les paramètres d'acquisition TDM pour chacun des

crânes sont détaillés dans la Table 20. Les reconstructions des spécimens concernés dans la présente étude ont été effectuées par des tiers et les paramètres n'ont pas été communiqués.

Enfin, l'acquisition de trois crânes a été réalisée via un scanner par microtomodensitométrie BIR ACTIS 225/300 (J.-J. Hublin, *Department of Human Evolution Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology*, Leipzig, Allemagne). Les particularités techniques et les paramètres d'acquisition sont décrits pour chacun des crânes (Table 20). La réalisation des modèles surfaciques 3D a été effectuée sous Avizo 6.3 et Avizo 7 (*Visualization Sciences Group, SAS*) et ils nous ont été directement transmis par J.-J. Hublin.

La Table 20 rassemble les informations concernant l'acquisition des 60 modèles de crânes disponibles pour la présente étude parmi lesquels l'échantillon de 43 crânes a été retenu pour l'analyse en morphométrie géométrique. Un exemple du rendu surfacique obtenu par chaque type d'acquisition tridimensionnelle utilisé dans le présent travail est présenté Figure 27.

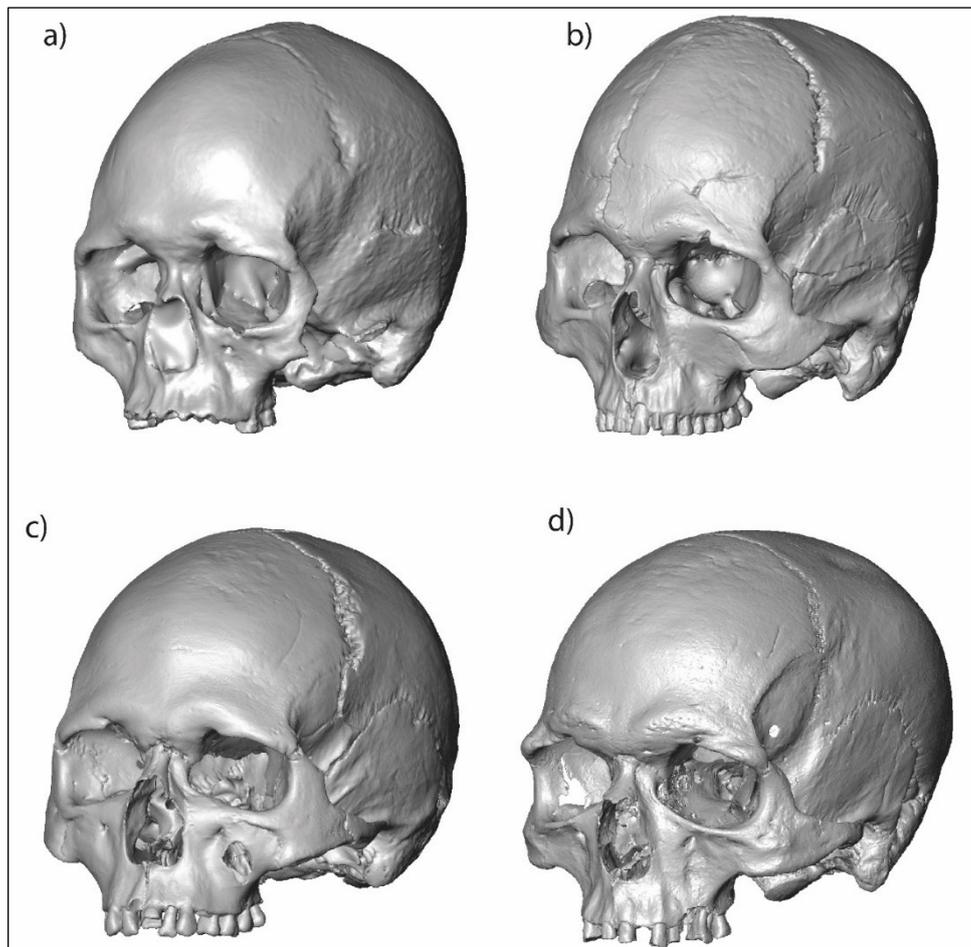


Figure 27 : Exemple des rendus surfaciques de crânes (en vue antéro-latérale gauche) obtenus en fonction des quatre types d'acquisition tridimensionnelle utilisés : a) NextEngine (Petit Ri PRII) ; b) DAVID SLS-2 (Mondeval de Sora MDV) ; c) tomomodensitométrie (Le Bichon BIC) ; d) microtomomodensitométrie (Rond du Barry RDB).

B. Composition de l'échantillon

Seuls ont été sélectionnés les crânes pour lesquels il était possible de placer les huit *landmarks* anatomiques sélectionnés sur le neurocrâne (*cf. infra*). Les crânes présentant de trop grandes altérations de la voûte ou des déformations d'origine taphonomique ont été exclus au préalable. La Table 19 décrit la répartition des 43 individus par sexe, chronoculture et type de position par rapport à la côte et la Table 20 les spécimens et leurs caractéristiques. L'échantillon se compose de 43 crânes. Le *ratio* entre hommes et femmes est équilibré dans l'échantillon total (1,14 femmes pour un homme, test exact de Fisher¹², $p = 0,79$), plutôt déséquilibré en faveur des hommes au Paléolithique final (1,60 homme pour une femme, test exact de Fisher, $p = 0,29$) et en faveur des femmes au second Mésolithique (1,37 femme pour un homme, test exact de Fisher, $p = 0,32$) (Figure 28). Les individus côtiers sont majoritaires au second Mésolithique et constituent le deux tiers des individus féminins du corpus total. À l'inverse, ils sont totalement absents de l'échantillon du premier Mésolithique (Figure 28).

Table 19 : Composition de l'échantillon analysé par morphométrie géométrique par sexe, chronoculture et position par rapport à la côte (« F » : individus féminins ; « M » : individus masculins ; « I » : individus de sexe indéterminé ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).

	F			M			I			Échantillon total		TOTAL
	continentaux	côtiers	Total	continentaux	côtiers	Total	continentaux	côtiers	Total	continentaux	côtiers	
PF	1	1	2	4	1	5	1	1	2	6	3	9
meso_1	2	0	2	1	0	1	3	0	3	6	0	6
meso_2	2	9	11	2	5	7	1	9	10	5	23	28
Totaux	5	10	15	7	6	13	5	10	15	17	26	43

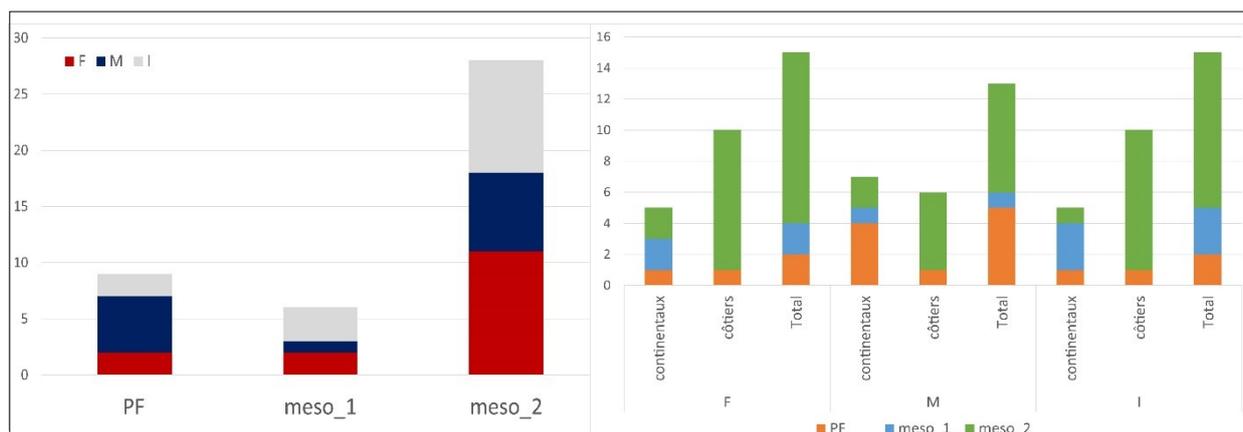


Figure 28 : Répartition de l'échantillon analysé par morphométrie géométrique par sexe et chronoculture (à gauche) et en fonction du sexe, de la chronoculture et de la position par rapport à la côte (à droite) (« F » : individus féminins ; « M » : individus masculins ; « I » : individus de sexe indéterminé ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).

¹² *cf.* CHAPITRE II.III.2.B.ii

Table 20 : Présentation de l'échantillon de modèles 3D de crânes et parmi lequel 43 modèles ont été sélectionnés pour l'analyse en morphométrie géométrique (en grisé). Les modes d'acquisition ainsi que les opérateurs ayant reconstruit le modèle 3D sont précisés (MPI : Max Planck Institute ; MS : Mathilde Samsel ; VS : Vitale Stefano Sparacello). F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé ; Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; côt : côtier ; cont : continental.

N°	site	Individu	CODE	Sexe	Chrono	Position par rapport à la côte	Type acquisition	Acquisition et construction du modèle 3D	Inclus ?	Remarques
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 2	ARC2	M	PF	côt	DAVID SLS-2	VS	oui	/
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 3	ARC3	I	PF	côt	DAVID SLS-2	VS	non	pathologie systémique
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 4	ARC4	M	PF	côt	DAVID SLS-2	VS	non	mauvaises conservation et représentation
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 12	ARC12	M	PF	côt	DAVID SLS-2	VS	non	mauvaises conservation et représentation
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 16	ARC16	I	PF	côt	DAVID SLS-2	VS	non	mauvaises conservation et représentation
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 17	ARC17	I	PF	côt	DAVID SLS-2	VS	non	mauvaises conservation et représentation
5	AVEN DES IBOUSSIERES	57.1 ET 57.2 CRANE ET 58	IBOA	M	PF	cont	NextEngine	MS	oui	/
6	BAD DURREMBERG	BAD DURREMBERG	BAD	F	meso_2	cont	NextEngine	MS	oui	/
9	BOTTENDORF I	BOTTENDORF I	BI47A	M	meso_2	cont	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE I	ARRCI	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE XII1	ARRC121	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE IV	ARRC4	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE V	ARRC5	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE XL	ARRCXL	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
21	CULOZ	CULOZ	CULII	M	meso_1	cont	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
22	CUZOUL DE GRAMAT	CUZOUL DE GRAMAT 45.6	CZG	M	meso_2	cont	NextEngine	MS	oui	/
26	GROTTE MARGAUX	CR1 GM 88 140	MGX_CR1 (MGX1)	I	meso_1	cont	NextEngine	MS	oui	/
26	GROTTE MARGAUX	CR2	MGX_CR2 (MGX2)	I	meso_1	cont	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
26	GROTTE MARGAUX	CR3	MGX_CR3 (MGX3)	I	meso_1	cont	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
27	HOEDIC	HOEDIC 1	HDC1	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
27	HOEDIC	HOEDIC 5	HDC5	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
27	HOEDIC	HOEDIC 6	HDC6	M	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
27	HOEDIC	HOEDIC 7	HDC7	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
27	HOEDIC	HOEDIC 8	HDC8	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
27	HOEDIC	HOEDIC 9	HDC9	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRAÑA ARINTERO 1	BRN1	M	meso_2	cont	NextEngine	MS	oui	/
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRAÑA ARINTERO 2	BRN2	M	meso_2	cont	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
32	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LCT	M	meso_1	cont	NextEngine	MS	oui	/
35	LE BICHON	LE BICHON	BIC	M	PF	cont	TDM épaisseur des coupes : 0,43 mm espace entre les coupes : 0,63 mm	CHUV Lausanne	oui	/
38	LOS CANES	LOS CANES 1A	CAN1A	F	meso_2	cont	NextEngine	MS	oui	/
39	LOSCHBOUR	LOSCHBOUR	LSB	M	meso_2	cont	TDM épaisseur des coupes : 0,70 mm espace entre les coupes : 0,63 mm	CH Luxembourg	non	mauvaises conservation et représentation
44	MAS NOU	MAS NOU 1	NOU1	M	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
44	MAS NOU	MAS NOU 2	NOU2	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 9 + CRANE XVII	SEB9C17	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/

N°	site	Individu	CODE	Sexe	Chrono	Position par rapport à la côte	Type acquisition	Acquisition et construction du modèle 3D	Inclus ?	Remarques
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE MOITA 3	SEBM3	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE VII-M-7	SEBC7M7	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 8 + CRANE XVI	SEB8C16	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXIII	SEBC23	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 2 + CRANE XXVI	SEB2C26	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXXIV	SEBC34	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	non	mauvaises conservation et représentation
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXXV	SEBC35	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
48	MONDEVAL DE SORA	MONDEVAL DE SORA	MDV	I	meso_2	cont	DAVID SLS-2	VS	oui	/
50	OBERKASSEL	OBERKASSEL 1	OBK1	M	PF	cont	Micro-TDM Energie : 130 kV Intensité : 100 µA Filtre : 0,25 mm Brass Résolution : 0,091 mm	MPI (L. Hoffmann)	oui	/
50	OBERKASSEL	OBERKASSEL 2	OBK2	F	PF	cont	Micro-TDM Energie : 140 kV Intensité : 130 µA Filtre : 0,50 mm Brass Résolution : 0,091 mm	MPI (L. Hoffmann)	oui	/
52	PETIT RI	ML I	PRII	I	meso_1	cont	NextEngine	MS	oui	/
55	ROCHEREIL	ROCHEREIL 1	RCH1	I	PF	cont	NextEngine	MS	oui	/
57	ROND DU BARRY	ROND DU BARRY	RDB	I	meso_1	cont	Micro-TDM Energie : 130 kV Intensité : 100 µA Filtre : 0,50 mm Brass Résolution : 0,102 mm	MPI (D. Plotzki)	oui	/
58	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUM	F	meso_1	cont	NextEngine	MS	oui	/
60	SAN TEODORO	SAN TEODORO 1	STD1	F	PF	côt	DAVID SLS-2	VS	oui	/
60	SAN TEODORO	SAN TEODORO 2	STD2	I	PF	côt	DAVID SLS-2	VS	oui	/
61	TEVIEC	TEVIEC 1	TVC1	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
61	TEVIEC	TEVIEC 3	TVC3	F	meso_2	côt	TDM épaisseur des coupes : 0,97 mm espace entre les coupes : 0,63 mm	Clinique St Jean Languedoc - St Exupéry, Toulouse	non	problème de résolution de l'acquisition car scanner corps entier
61	TEVIEC	TEVIEC 9	TVC9	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
61	TEVIEC	TEVEEC 13	TVC13	I	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
61	TEVIEC	TEVIEC 16	TVC16	M	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
61	TEVIEC	TEVIEC 2 (SEP B/4)	TVC2	F	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
61	TEVIEC	TEVIEC 7	TVC7	M	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
61	TEVIEC	TEVIEC 8	TVC8	M	meso_2	côt	NextEngine	MS	oui	/
69	VATTE DI ZAMBANA	VATTE DI ZAMBANA	VZB	F	meso_1	cont	DAVID SLS-2	VS	oui	/
70	VILLABRUNA	VILLABRUNA	VLB	M	PF	cont	DAVID SLS-2	VS	oui	/

C. Enregistrement des landmarks

Dans un premier temps, huit points de repères craniométriques (ou *landmarks*¹³ anatomiques) traditionnels (Martin 1928) ont été placés sur les 43 modèles tridimensionnels crâniens sélectionnés (Table 21) et leurs coordonnées [x, y, z] ont été enregistrées avec Avizo 7 (Visualization Sciences Group, SAS).

Table 21 : Définition des huit points de repères osseux placés dans cette étude.

Landmark	Abréviation	Latéralité	Définition
Bregma	brg	impair	Point médian situé à la rencontre de la suture coronale et de la suture sagittale
Frontomale orbitale	fmo	pair	Point le plus antérieur du rebord orbitaire sur la suture entre l'os zygomatique et l'os frontal
Lambda	lbd	impair	Point médian situé à la rencontre entre les deux os pariétaux et l'os occipital
Nasion	nas	impair	Point médian de la suture naso-frontale
Opisthocranion	ops	impair	Point médian le plus postérieur du crâne
Porion	po	pair	Point le plus élevé du bord supérieur du méat acoustique externe

Dans un second temps, 147 *semi-landmarks* de surface ont été placés arbitrairement et à la main sur un modèle de crâne adulte (*template*) afin de créer un « *patch* » à appliquer sur les 43 crânes analysés dans cette étude. Ce modèle est issu d'un examen tomographique dont les images ont été reconstruites. Ces images ont été collectées par Y. Heuzé (CNRS, UMR 5199 PACEA)¹⁴ de manière rétrospective au CHU de Bordeaux/Université de Bordeaux puis anonymisées dans le cadre d'une étude autorisée par le Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-Mer III, Univ. Bordeaux IRB (*Institutional Review Board*). Le *template* a ensuite été utilisé afin de déterminer de façon semi-automatique la localisation des *semi-landmarks* sur les 43 crânes-cibles de l'échantillon. Le *patch*, d'un total de 147 *semi-landmarks* de surface, a été placé sur la surface neurocrânienne de chacun des crânes grâce à l'« ancrage » des huit *landmarks* anatomiques placés au préalable, et qui ont constitué des points de contrôle du fait de leur homologie anatomique. Une procédure semi-automatique a été utilisée pour projeter (*warping*) le *template* sur chacun des crânes cibles au moyen de la méthode des « plaques minces » (*Thin Plate Splines*, TPS, Bookstein 1991). Les *semi-landmarks* de surface ont une seule coordonnée (*e.g.* « x ») bien définie et la définition des deux autres (*e.g.* « y, z ») nécessite le « glissement » de ces *semi-landmarks* avec deux degrés de liberté (*sliding*) sur un plan tangent à la surface. Pour chacun des crânes cibles, la procédure est répétée jusqu'à ce que la mesure de différence entre les conformations soit minimisée et atteigne un plateau. La

¹³ Les termes « point de repère » et « *landmark* » seront utilisés ici de façon équivalente.

¹⁴ Dans le cadre du projet « *Quantification de la variation morphologique crânienne et intérêts dans l'identification biologique des populations présentes et passées* ».

métrique utilisée dans le cadre de cette étude est l'énergie de torsion (*bending energy*, Bookstein 1997, Gunz *et al.* 2005, 2009, Mitteroecker et Gunz 2009, Figure 29). Grâce à cette procédure, une homologie géométrique est obtenue pour ces *semi-landmarks*. À la suite de ce processus, les *semi-landmarks* seront traités statistiquement de la même manière que les *landmarks* anatomiques. Ce protocole a été réalisé grâce au logiciel Viewbox 4 (*dHAL software*, Athènes, Grèce).

Les méthodes d'analyses en morphométrie géométrique nécessitent des matrices de données sans valeurs manquantes. Les 43 crânes ont été sélectionnés pour leur bonne préservation et la possibilité de placer les huit *landmarks* anatomiques sur la voûte. Néanmoins certains présentaient des manques minimes, rendant impossible le *sliding* des *semi-landmarks* selon les modalités décrites plus haut. Les *semi-landmarks* de surface positionnés à l'endroit d'un manque ont été estimés lors de l'étape de *sliding*. Trois degrés de liberté ont été définis pour ces *semi-landmarks*, *i.e.* leurs positions ont été estimées totalement selon le même principe de minimisation de la *bending energy* en estimant leurs coordonnées $[x, y, z]$ à partir du *template*. Cette méthode permet la prise en compte de la morphologie des parties préservées du spécimen dans la configuration finale de *landmarks* (Gunz *et al.* 2009, Mitteroecker et Gunz 2009).

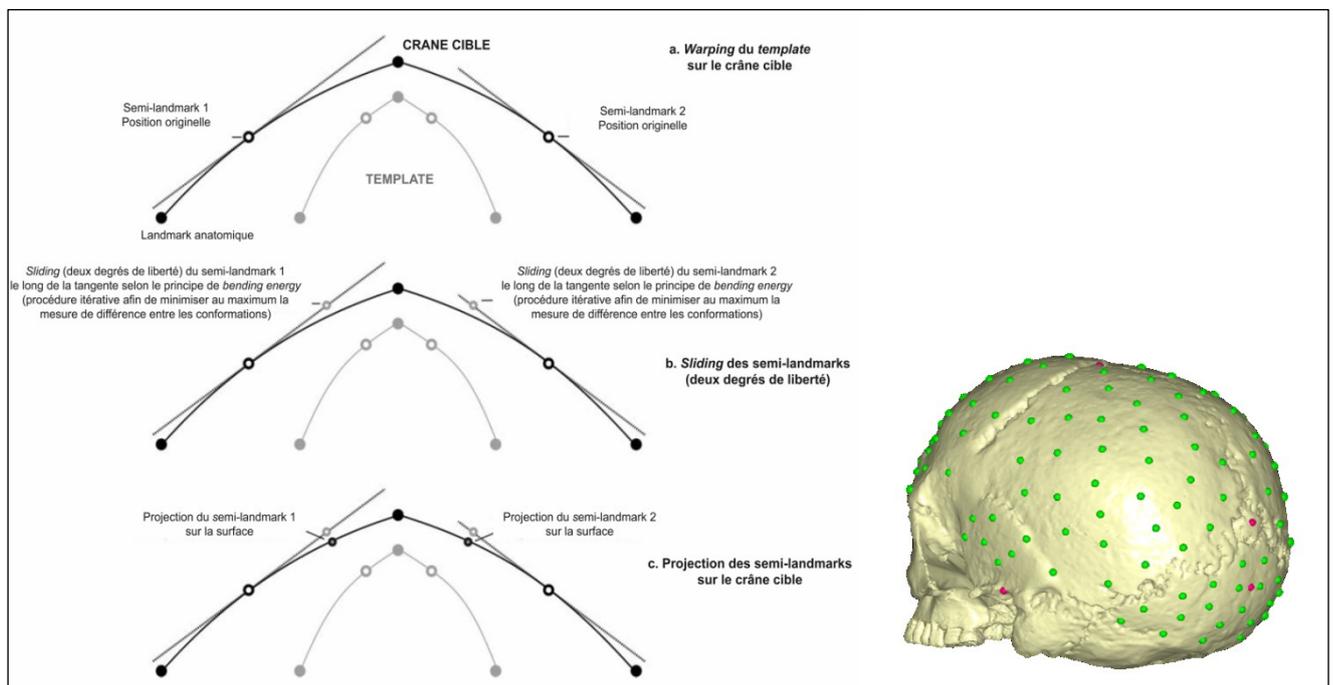


Figure 29 : à gauche, schéma récapitulatif des étapes de *warping* et *sliding* des *semi-landmarks* du *template* sur un crâne cible, Modifié d'après Gunz *et al.* 2005 : 85, et à droite, visualisation (en rouge) sous Viewbox 4 de trois *landmarks* anatomiques parmi les huit placés (Opisthocranion, Porion gauche, Lambda) et d'une partie des *semi-landmarks* de surface (en vert) après les étapes de *warping* et *sliding* sur la surface d'un crâne de l'échantillon en vue postéro-latérale gauche.

D. Traitements et analyses statistiques des données tridimensionnelles

i. Superposition procruste

Chaque individu de l'échantillon est défini par une configuration de *landmarks* et *semi-landmarks*. Afin de pouvoir comparer ces conformations, il est nécessaire de les placer dans le même référentiel. L'uniformisation du référentiel retire des coordonnées brutes la position, la taille et l'orientation de la forme mesurée, sans en affecter la conformation (Zelditch *et al.* 2012). À cette fin, les 43 configurations ont été superposées par une analyse procruste généralisée (*Generalized Procrustes Analysis, GPA*, Rohlf et Slice 1990, Dryden et Mardia 1998). La superposition procruste consiste en trois étapes : (1) le centrage des individus sur leur barycentre (ou centroïde) obtenu par leur translation ; (2) la mise à l'échelle des individus par rapport à une taille centroïde unique pour tout l'échantillon. La taille centroïde représente la mesure de la dispersion des *landmarks* par rapport au centroïde et correspond à la racine de la somme des distances élevées au carré entre chaque *landmark* et le centroïde ; (3) la rotation des individus afin de minimiser la distance entre chaque *landmark* homologue (somme des distances carrées, Gower 1966, Chapman 1990, Figure 30). Suite à ces opérations successives, les coordonnées obtenues correspondent à la projection des variables dans un espace linéaire tangent à l'espace de conformation (*shape space*). Ainsi chacun des individus a changé de coordonnées et s'est vu attribuer de nouvelles coordonnées appelées coordonnées procrustes. Une matrice de covariance créée à partir des coordonnées procrustes est soumise à une analyse en composantes principales (ACP, pour une présentation de la méthode voir CHAPITRE II.III.1.D.ii.). En morphométrie géométrique, chacune des composantes principales (PC) de l'ACP permet de visualiser la déformation correspondante (Jolliffe 2002). Ici, l'analyse est uniquement effectuée dans l'espace de conformation tel que défini par l'ACP (*shape space*), où la première composante incarne le maximum de variation de conformation.

Ces opérations ont été réalisées avec le logiciel MorphoJ (Klingenberg 2011) et R (R Core Team 2017).

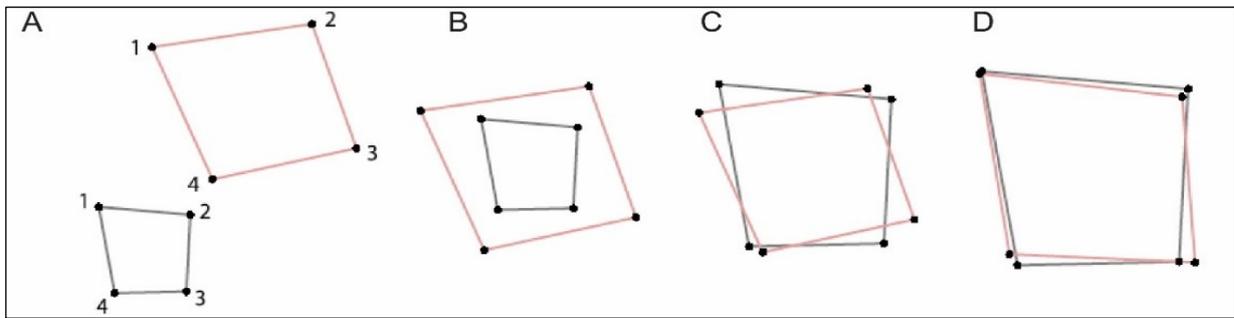


Figure 30 : Illustration des trois étapes de la superposition procruste, A. coordonnées brutes de 2 objets ; B. translation et centrage des coordonnées des objets sur leur barycentre (ou centroïde) ; C. mise à l'échelle des objets en divisant leur coordonnées par leur taille centroïde ; D. rotation des objets autour du centroïde afin de minimiser la distance entre chaque *landmark* homologue (somme des distances carrées). Modifié d'après Mitteroecker et Gunz 2009 : 239.

ii. Évaluation de l'erreur intraobservateur dans le positionnement des *landmarks*

Les coordonnées issues du placement de *landmarks* sont plus sensibles à analyser statistiquement que les variables morphométriques. Les différences de conformation mises en évidence entre des échantillons sont analysées comme des déplacements relatifs et individuels des *landmarks* au sein d'une configuration donnée (von Cramon-Taubadel *et al.* 2007). Il est donc apparu nécessaire d'évaluer l'erreur intraobservateur dans le positionnement des *landmarks* sur les modèles tridimensionnels analysés.

Les coordonnées des huit *landmarks* anatomiques placés sur trois crânes de notre échantillon ont été mesurées à dix reprises et ont fait l'objet d'une superposition procruste. La dispersion des mesures pour chacun des individus a été visualisée par une ACP. La comparaison de la dispersion de ces différentes mesures sur les deux premières PC a servi à visualiser l'impact de l'erreur de mesure de coordonnées de points 3D. Afin de quantifier l'impact d'éventuelles erreurs de mesures, un test ANOVA Procruste a été utilisé. Ce test permet de décomposer les variations de formes en effets individuels, de latéralité, d'asymétrie et d'erreur et donc de quantifier le pourcentage de variabilité de positionnement des *landmarks*. Le seuil acceptable pour cette erreur est arbitrairement fixé à moins de 5% (Guyomarc'h 2011). Ces opérations ont été réalisées avec le logiciel MorphoJ (Klingenberg 2011).

iii. Orientation des analyses statistiques de la conformation crânienne

La projection des individus selon les axes de l'ACP avec l'ajout d'une variable qualitative (attribution chronoculturelle, sexe, distance de la côte) permet une visualisation sans *a priori* des données. Les déformations extrêmes représentées sur chaque PC ont été calculées avec un facteur +0,10 et -0,10 (pour les trois premières PC) et un facteur +0,05 et -0,05 pour

PC4 (Jolliffe 2002). Seules les PC pour lesquelles au minimum 5 % de la variance totale est exprimée sont considérées. Les autres PC contiennent des informations moins pertinentes en termes de signification morphologique avec un niveau de bruit assez élevé et sont donc plus difficiles à interpréter d'un point de vue biologique.

Des tests non paramétriques U de Mann-Whitney et de Kruskal Wallis ont été utilisés afin d'analyser l'influence du sexe, de la position par rapport à la côte, de l'attribution chronoculturelle sur chacune des PC séparées. Des analyses à deux facteurs non paramétriques NPANOVA (ou PERMANOVA, Anderson 2001, Anderson et Walsh 2013) ont été utilisées pour tester l'influence de l'interaction de ces facteurs sur chacune des PC séparées, ou sur la combinaison des PC pour lesquelles le minimum de 5 % de variance totale est exprimée. Les logiciels R (R Core Team 2017) et PAST (Hammer *et al.* 2001) ont été utilisés pour ces analyses.

Les affinités morphologiques entre chaque groupe prédéfini ont ensuite été évaluées à partir des distances procrustes calculées entre chaque conformation moyenne de chacun des groupes après superposition procruste. La distance procruste correspond à la somme de toutes les distances élevées au carré entre chaque paire de *landmarks* homologues de deux individus. Plus cette valeur est grande, plus la différence de conformation est grande (Bookstein 2007). Les distances procrustes décrivent l'ensemble des différences morphologiques qui existent dans l'espace donné des échantillons après superposition procruste, même si la variation est anisotrope¹⁵ (Klingenberg et Monteiro 2005). En effet la distinction entre groupes ne dépend pas uniquement de la distance les séparant, mais également de la direction de la différence moyenne relativement à la directionnalité de la variation intragroupe. Ainsi, dans les cas où la variation intragroupe serait isotrope, la séparation ne dépendrait que de la distance entre eux (Klingenberg et Monteiro 2005). C'est pourquoi les distances procrustes ont été préférées aux distances de Mahalanobis qui ne reflètent que les distances relatives à la variation intragroupe. La significativité des distances procrustes obtenues entre groupe a été testée par un test de permutation (10000 permutations) avec un seuil de significativité fixée à $p \leq 0,05$. Ces opérations ont été réalisées avec le logiciel MorphoJ (Klingenberg 2011).

Afin d'évaluer un éventuel phénomène de structuration géographique au sein du corpus analysé par morphométrie géométrique, des tests de Mantel ont été réalisés sur les coordonnées procrustes des six premières PC de chacun des individus, obtenues après la superposition procruste (*e.g.* Smith 2011, von Cramon-Taubadel 2011a, von Cramon-Taubadel *et al.* 2017).

¹⁵ « Isotrope » se dit d'un corps ou milieu qui présente les mêmes caractéristiques physiques dans toutes les directions. Par conséquent « anisotrope » correspond à un corps ou milieu qui possède des propriétés physiques variant selon la direction considérée (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, CNRTL, www.cnrtl.fr).

La description de la démarche statistique spécifique aux tests de Mantel est présentée précédemment dans le manuscrit (*cf.* CHAPITRE II.III.1.D.ii.).

iv. Allométrie et taille centroïde

La superposition procruste ne permet pas de s'affranchir de l'effet de la taille sur la conformation, *i.e.* l'allométrie. Chez les Hommes modernes, la taille du crâne est positivement corrélée au développement des superstructures (Lahr et Wright 1996, Rosas et Bastir 2002). L'allométrie correspond donc à la variation morphologique qui est associée ou causée par la variation en taille et peut être analysée en morphométrie géométrique par une régression multivariée de la conformation sur la taille (Loy *et al.* 1998, Monteiro 1999, Klingenberg 2016). Afin d'analyser l'allométrie dans notre échantillon total, une régression multivariée de l'ensemble des coordonnées procrustes de l'échantillon (variables dépendantes qui représentent les variations de conformation) sur la taille centroïde (variable indépendante) a été effectuée avec le logiciel MorphoJ (Klingenberg 2011). La conformation de chaque individu est représentée par un vecteur de coordonnées procrustes projeté en fonction de la taille centroïde par une régression multivariée. Le logiciel MorphoJ permet d'effectuer des régressions multivariées et de créer une nouvelle variable dépendante à partir de l'ensemble des variables dépendantes utilisées dans le modèle, pour chacune des observations : le *regression score* (Klingenberg 2016). Ce score est calculé en projetant les points dans l'espace de forme sur un axe, dans la direction du vecteur de régression obtenu dans le modèle de régression multivariée, en fonction de la taille centroïde. Ce score correspond à la variable de conformation qui présente la plus grande covariation avec la taille centroïde (Drake et Klingenberg 2008). Le graphique ainsi obtenu permet d'observer à la fois la variation de la composante de conformation prédite et la part de variation résiduelle qui indique la direction du vecteur de régression, tout en permettant d'apprécier à quel point les données projetées correspondent à une droite. Les composants prédits et résiduels permettent de quantifier l'importance relative de l'allométrie sur la variation de conformation dans l'échantillon, sous forme de pourcentages. La proportion de variation de conformation expliquée par la régression s'exprime comme un pourcentage de la variation totale par rapport aux moyennes de l'échantillon et permet ainsi de la quantifier. Parallèlement à cette analyse, un test de permutation (répété 10000 fois) simulant l'hypothèse nulle d'une indépendance totale entre taille et conformation en réassignant aléatoirement les informations de conformation et de tailles parmi les spécimens analysés est effectué (Good 2000). Une valeur de p inférieure ou égale à 0,05 indique le rejet de l'hypothèse nulle, et ainsi l'existence d'une influence de la taille sur la conformation dans notre échantillon.

Les variations de la taille centroïde dans notre corpus ont été analysées au moyen de

tests non paramétriques de Kruskal-Wallis et U de Mann-Whitney en fonction du sexe, de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte. Des NPMANOVA (Anderson 2001) ont été effectuées lorsque l'effet de l'association entre deux facteurs devait être testé. Ces tests statistiques sont décrits dans le CHAPITRE II.III.1.D.ii.. Le logiciel R (R Core Team 2017) a été utilisé pour réaliser ces analyses.

CHAPITRE III

RÉSULTATS

ET

DISCUSSION

I. SQUELETTE INFRA-CRÂNIEN

1. Analyse de la variation de la longueur maximale du fémur (FM1) comme indicateur de la stature

A. Analyse du dimorphisme sexuel dans le corpus global

On observe un fort dimorphisme sexuel dans l'échantillon pour la longueur maximale du fémur (Mann-Whitney, $U = 73,50$, $p < 0,01$), les femmes présentant en moyenne un fémur plus court que les hommes (Figure 31 ; Table 22). Les corpus féminin et masculin seront considérés séparément dans les analyses suivantes.

Table 22 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour les femmes (F), les hommes (M) et les individus de sexe indéterminé (I) et résultat du test U de Mann-Whitney comparant le corpus féminin et le corpus masculin (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).

Sexe	n	moyenne	sd	min	max	cv	U	p
F	18	407,33	20,06	369,00	445,50	5%	73,50	< 0,01
M	31	438,81	18,03	401,00	470,25	4%		
I	11	420,36	22,59	373,00	452,50	5%		

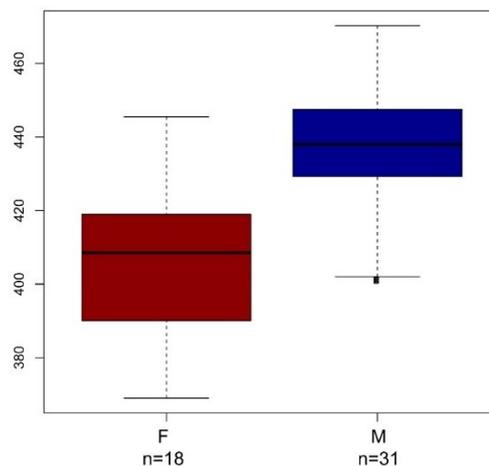


Figure 31 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus féminin (F) et le corpus masculin (M).

B. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus

i. L'échantillon féminin

Les statistiques descriptives de l'échantillon féminin sont présentées en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. Il semble y avoir une diminution de la longueur fémorale au cours du temps (Table 23 ; Figure 32), mais aucune différence entre les individus datés des trois chronocultures n'est statistiquement établie (Kruskal Wallis : $K = 0,42$, $p = 0,81$).

Table 23 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon féminin en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Chronoculture	n	moyenne	sd	min	max	cv
PF	2	/	/	389,00	445,50	/
meso_1	6	411,75	22,27	385,00	441,00	5%
meso_2	10	402,70	15,76	369,00	420,00	4%

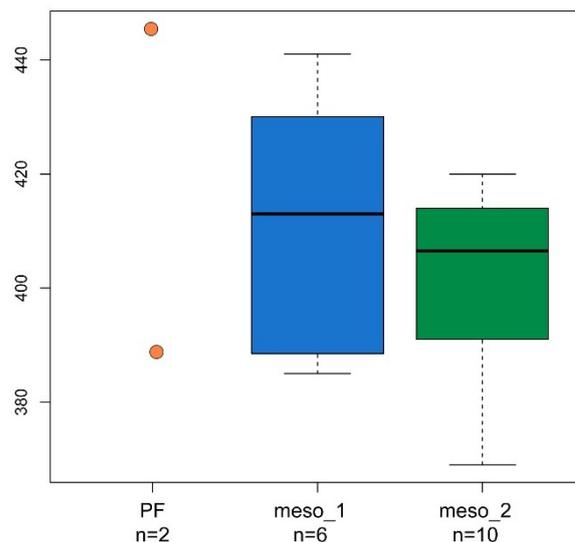


Figure 32 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus féminin en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

ii. L'échantillon masculin

Les statistiques descriptives de l'échantillon masculin sont présentées en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. Les hommes datés du second Mésolithique possèdent en moyenne des fémurs plus courts que ceux datés des deux chronocultures précédentes (Table 24 ; Figure 33). Néanmoins, cette tendance n'est pas confirmée statistiquement (Kruskal Wallis : $K = 0,19$, $p = 0,91$).

Table 24 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Chronoculture	n	moyenne	sd	min	max	cv
PF	12	441,85	14,75	425,00	470,25	3%
meso_1	8	440,38	20,27	405,00	470,00	5%
meso_2	11	434,36	20,34	401,00	465,00	5%

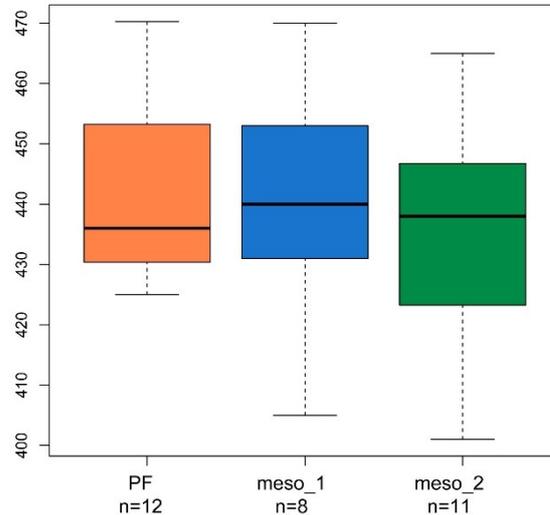


Figure 33 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

C. Analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte

i. L'échantillon féminin

Les statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur au sein de l'échantillon féminin sont présentées en fonction de la position des individus par rapport à la côte (Table 25 ; Figure 34). La longueur maximale du fémur des individus féminins côtiers semble être plus courte que celle des individus continentaux (Table 25 ; Figure 34) mais cette tendance n'est pas statistiquement significative (Test U de Mann-Whitney : $U = 22$, $p = 0,57$).

Table 25 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).

Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
Côtiers	14	405,57	20,22	369,00	445,50	5%
Continentaux	4	413,50	21,05	390,00	441,00	5%

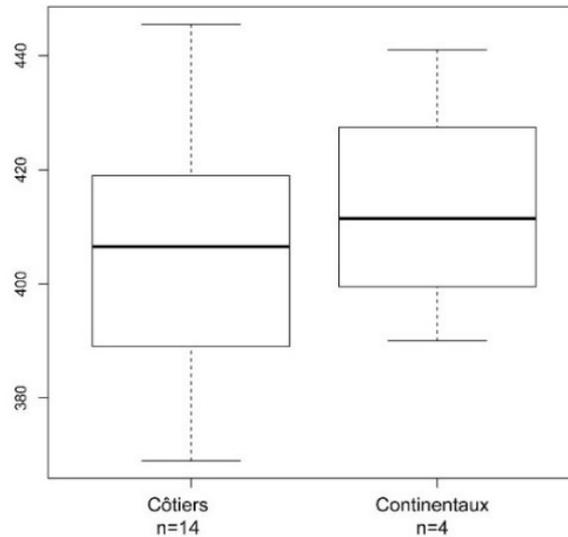


Figure 34 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte.

ii. L'échantillon masculin

Les statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur au sein de l'échantillon masculin sont présentées en fonction de la position des individus par rapport à la côte (Table 26 ; Figure 35). Aucune différence entre les individus en fonction de ce paramètre n'est établie (Test U de Mann-Whitney : $W = 94,5$, $p = 0,44$).

Table 26 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).

Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
Côtiers	19	436,54	21,08	401,00	470,25	5%
Continentaux	12	442,42	11,69	431,75	470,00	3%

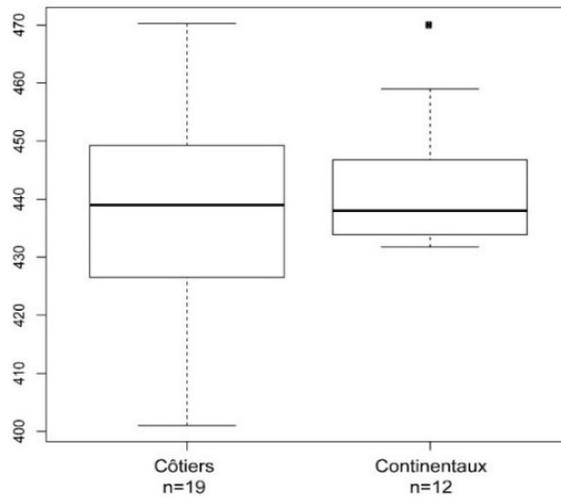


Figure 35 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte.

D. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte

i. L'échantillon féminin

Les statistiques descriptives la longueur maximale du fémur (FM1) pour chaque association « Chronoculture-Position par rapport à la côte » sont présentées (Table 27). Une analyse à deux facteurs NPMANOVA a été réalisée afin de tester l'interaction entre le paramètre « chronoculture » et « position par rapport à la côte ». La longueur maximale du fémur des femmes de notre échantillon n'est pas influencée par cette interaction ($p = 0,35$). Néanmoins, on observe graphiquement une tendance à un allongement fémoral au sein de l'échantillon continental du premier Mésolithique, par rapport aux côtiers de la même période chronoculturelle (Figure 36). Une diminution nette de la FM1 est observée entre premier et second Mésolithique dans le corpus d'individus féminins continentaux (Figure 36).

Table 27 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon féminin en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Chronoculture	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
PF	Côtiers	2	/	/	389	445,5	/
	Continentaux	/	/	/	/	/	/
meso_1	Côtiers	4	405,12	21,92	385,00	430,00	5%
	Continentaux	2	/	/	409,00	441,00	/
meso_2	Côtiers	8	402,88	16,68	369,00	420,00	4%
	Continentaux	2	/	/	390,00	414,00	/

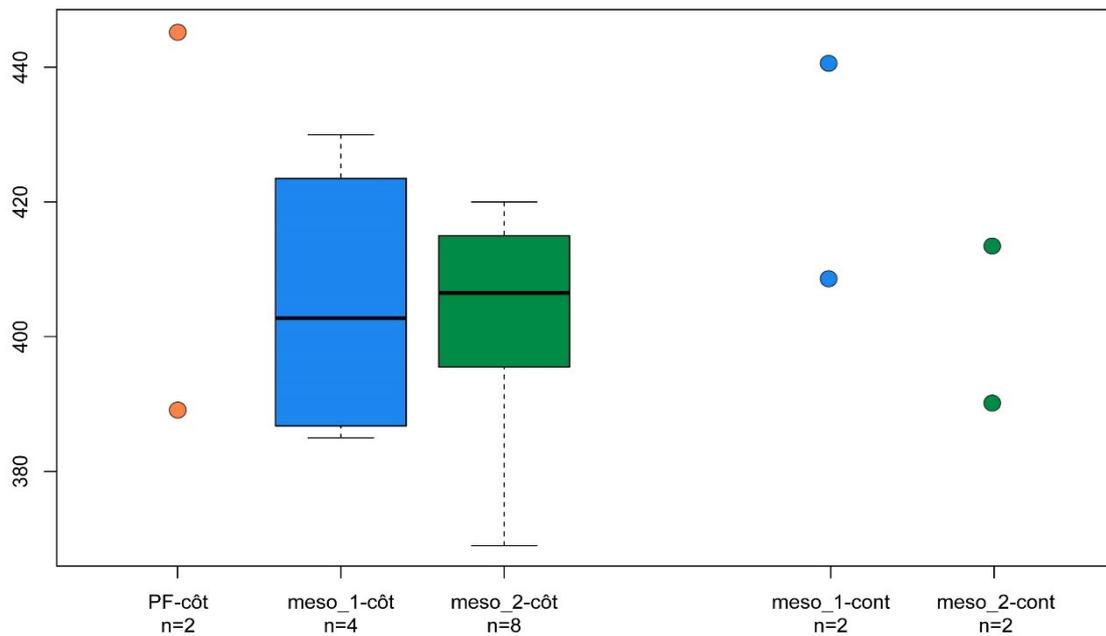


Figure 36 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus féminin en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; côt : côtiers ; cont : continentaux.

ii. L'échantillon masculin

Les statistiques descriptives la longueur maximale du fémur (FM1) pour chaque association « Chronoculture-Position par rapport à la côte » sont présentées (Table 28). Une analyse à deux facteurs NPMANOVA a été réalisée sur FM1 afin de tester l'interaction entre le paramètre « chronoculture » et « position par rapport à la côte ». La longueur du fémur des hommes de notre échantillon n'est pas influencée par cette interaction ($p = 0,51$) (Figure 37). On observe cependant une tendance à la diminution de la longueur maximale du fémur au cours des trois périodes chronoculturelles au sein de l'échantillon d'individus côtiers alors qu'au sein du corpus d'individus continentaux, FM1 semble globalement stable au cours des trois périodes chronoculturelles (Figure 37).

Table 28 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon masculin en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Chronoculture	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
PF	Côtiers	7	443,68	17,48	425,00	470,25	4%
	Continentaux	5	439,30	11,24	431,75	459	3%
meso_1	Côtiers	5	435,60	21,37	405,00	464,00	5%
	Continentaux	3	448,33	19,30	433,00	470,00	4%
meso_2	Côtiers	7	430,07	24,78	401,00	465,00	6%
	Continentaux	4	441,88	5,72	436,00	447,50	1%

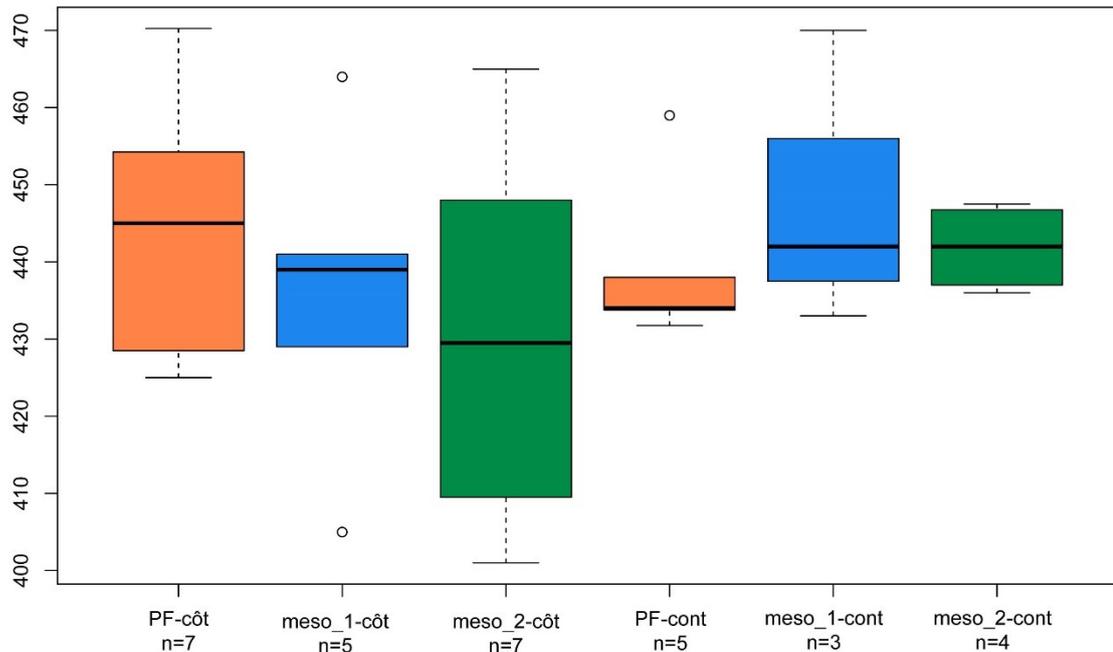


Figure 37 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus masculin en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; côt : côtiers ; cont : continentaux.

E. Analyse de la structuration géographique

La matrice de distance biologique a été obtenue à partir de des valeurs de FM1. Le corpus comporte 60 individus : 17 sont datés du Paléolithique final (dix côtiers et sept continentaux), 18 du premier Mésolithique (neuf côtiers et neuf continentaux) et 25 du second Mésolithique (19 côtiers et six continentaux) ; 18 sont des individus de sexe féminin, 31 de sexe masculin et 11 de sexe indéterminé.

La Table 29 présente les résultats du test de Mantel effectué entre la matrice de distance biologique construite à partir de la longueur maximale du fémur et la matrice de distances géographiques. Seule la corrélation entre distances biologiques représentées ici par la longueur fémorale et les distances spatiales non transformées pour l'ensemble du corpus est statistiquement significative ($p = 0,04$), mais le pourcentage de variance expliquée par la géographie ne s'élève qu'à 9 % (Table 29).

Les variations de la longueur maximale du fémur semblent donc globalement distribuées de façon homogène en fonction de la géographie dans le corpus analysé.

Table 29 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (longueur maximale du fémur FM1) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.

	R2	p
MorphoTotal~Geo	0,09	0,04
MorphoTotal~LogGeo	0,03	0,18
MorphoF~Geo	-0,02	0,55
MorphoF~LogGeo	-0,01	0,55
MorphoM~Geo	0,10	0,09
MorphoM~LogGeo	-0,01	0,58
MorphoPFMeso_1~Geo	0,07	0,17
MorphoPFMeso_1~LogGeo	0,01	0,40
MorphoMeso_2~Geo	-0,03	0,60
MorphoMeso_2~LogGeo	-0,02	0,56
MorphoCôt~Geo	0,07	0,06
MorphoCôt~LogGeo	0,04	0,18
MorphoCont~Geo	-0,03	0,54
MorphoCont~LogGeo	< 0,01	0,50

F. Discussion de l'analyse de la longueur maximale du fémur

Les résultats obtenus ont mis en évidence un dimorphisme sexuel de la longueur maximale fémorale (FM1) en faveur du corpus d'individus masculins. FM1 reste globalement stable au cours de la période allant du Paléolithique final au second Mésolithique, dans le corpus féminin comme le corpus masculin. L'analyse menée par Meiklejohn et Babb (2011) indique également une absence d'évolution de la longueur fémorale au cours du Paléolithique final et du Mésolithique en Europe, comme l'étude de Formicola et Giannecchini (1999) pour les individus d'Europe de l'Ouest. À l'inverse, von Cramon-Taubadel *et al.* (2013) observent une diminution de la taille corporelle globale associée avec la transition Pléistocène-Holocène. Nos analyses suggèrent que FM1 reste stable entre les périodes considérées (*cf. supra*), mais une tendance (non statistiquement significative) à la diminution de FM1 est perçue au cours de l'Holocène entre le premier et le second Mésolithique. Ces différents résultats peuvent notamment être dus aux différences de corpus analysés dans les deux études. En effet, l'échantillon de von Cramon-Taubadel *et al.* (2013) est composé de spécimens du nord de l'Afrique et du Proche-Orient pour le Paléolithique final et d'individus d'Europe centrale (*Iron Gates*) et des sites de Tévéc et Hoëdic pour le Mésolithique. Plus qu'une différence entre Paléolithique final et Mésolithique, les résultats de von Cramon-Taubadel *et al.* (2013) mettent plutôt en évidence des différences qui pourraient être liées à des différences de

latitudes entre les deux corpus chronoculturels analysés. Les auteurs soulignent d'ailleurs la forte influence des variations de latitude dans les différences de stature observées dans leur échantillon (von Cramon-Taubadel *et al.* 2013).

Au sein de leur échantillon attribué au Mésolithique, Formicola et Giannecchini (1999) observent une différenciation entre individus de l'est (stature plus élevée) et de l'ouest de l'Europe (stature plus faible). Leurs résultats indiquent également une homogénéité forte au sein de chacun de ces groupes malgré une distribution géographique étendue (*i.e.* des latitudes diverses au sein des groupes « Ouest » et « Est »). Le corpus analysé dans le présent travail correspond géographiquement à l'échantillon « occidental » de Formicola et Giannecchini (1999) mais il est plus complet. Les individus les plus orientaux que nous étudions se situent en Allemagne ou en Sicile alors que des spécimens serbes, russes, danois, suédois et ukrainiens composent le groupe « oriental » de Formicola et Giannecchini (1999). Les tests de Mantel effectués au sein de notre corpus (*cf.* Table 29) n'ont pas indiqué la présence significative d'une structuration géographique des variations de longueur maximale du fémur. Néanmoins, afin d'évaluer si un certain degré d'homogénéité des valeurs de FM1 s'observait pour une latitude donnée, nous avons représenté dans un diagramme bivarié la variation de la latitude en ordonnées (afin d'avoir visuellement un gradient Nord/Sud vertical) en fonction des valeurs de FM1 en abscisses dans chacun des échantillons de sexe connu (Figure 38). La représentation graphique ne permet pas d'aller dans le sens d'une homogénéité des valeurs de FM1 pour une latitude donnée. Ces résultats divergent donc de ceux de Formicola et Giannecchini (1999). Ceux-ci raisonnent sur la stature calculée à partir d'équations alors que nous utilisons ici une variable brute correspondant à la longueur maximale du fémur corrélée à la stature (Meiklejohn et Babb 2011). De plus, l'échantillon utilisé pour le présent travail comprend des individus issus de sites utilisés par Formicola et Giannecchini (1999) mais a également été enrichi d'autres spécimens (Annexe 1-B) pouvant rendre compte d'une plus grande diversité en termes de stature. Enfin, si l'on se penche sur l'échantillon occidental analysé par Formicola et Giannecchini (1999) et pour lequel une stature plus faible est observée, les spécimens analysés sont exclusivement issus de sites côtiers : Téviec et Hoëdic (France), Muge (Portugal), El Collado (Espagne), Uzzo et Molarà (Sicile), Skateholm (Suède) et Zealand (Danemark). Ces résultats sont donc en accord avec ceux de la présente étude qui mettent en évidence qu'au sein du corpus masculin, les individus côtiers mésolithiques (premier et second Mésolithique confondus) possèdent en moyenne des longueurs fémorales plus faibles que leurs homologues continentaux (Table 28, Figure 37).

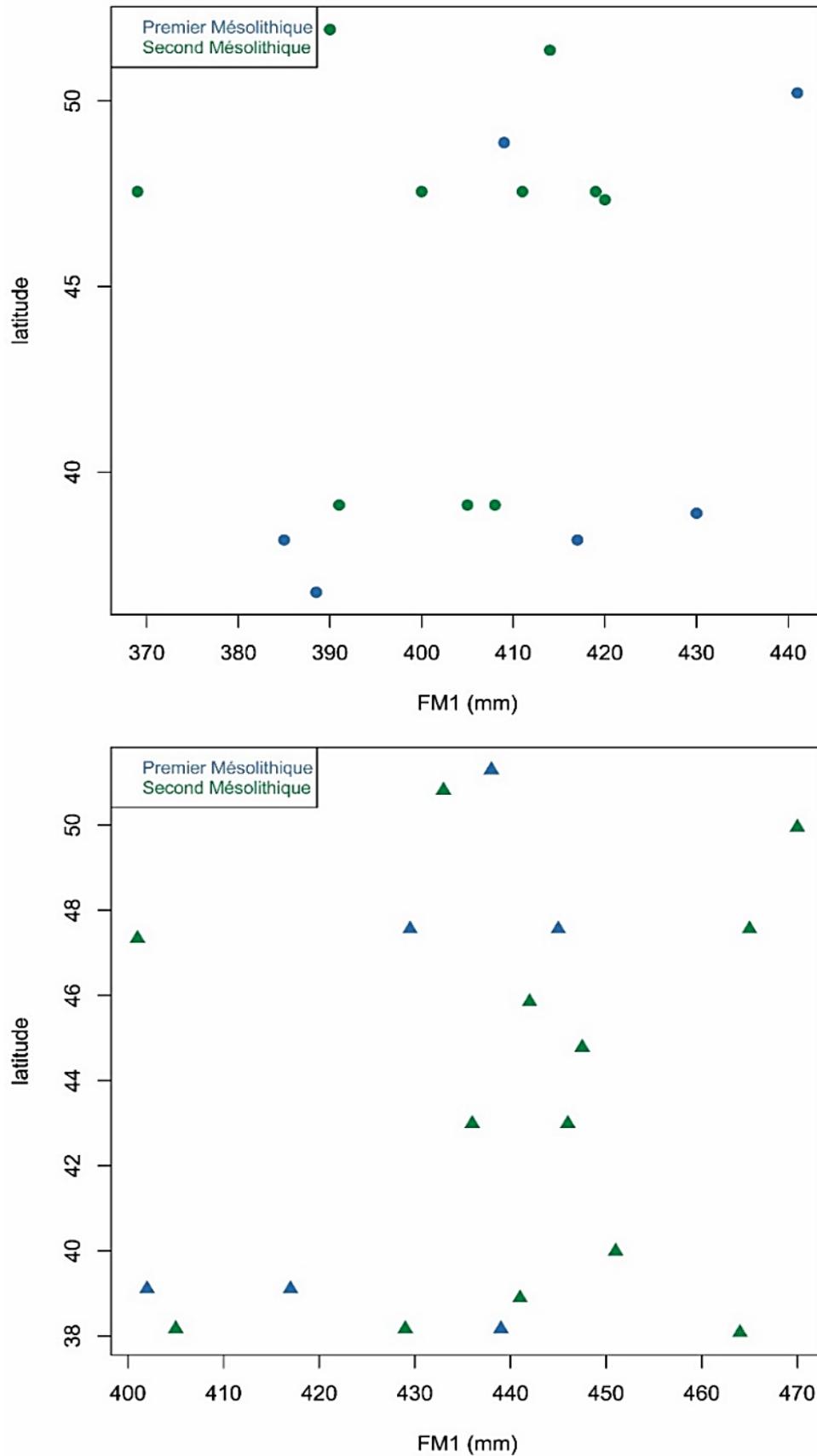


Figure 38 : Diagramme bivarié de la longueur maximale du fémur (FM1) en fonction des coordonnées de latitude pour les individus féminins (en haut) et masculins (en bas) attribués au premier et au second Mésolithique.

La stature est un trait polygénique et l'action complexe de plusieurs gènes influence sa variation (Hirschhorn et Lettre 2009, Allen Lango *et al.* 2010, Hemani *et al.* 2013, Dauber *et al.* 2014). La variation de la stature semble largement liée à des facteurs génétiques hérités (Fischbein 1983, Hirschhorn et Lettre 2009), bien que des facteurs environnementaux¹⁶ contribuent également de façon significative aux différences observées entre les populations (Bogin 1999, Alter et Oris 2008). La sous-nutrition, la température ou des charges de travail considérables peuvent constituer un environnement limitant le nombre de calories disponibles pour la croissance des individus qui auront une stature adulte plus faible par rapport à un groupe donné (Bogin 1999). Il s'agit là d'une conséquence adaptative à un environnement donné.

Dans notre corpus, bien qu'une stabilité globale soit observée et notamment lorsque sont comparés les groupes côtiers et continentaux toutes périodes confondues, des variations sont cependant perceptibles entre les individus mésolithiques masculins côtiers et continentaux, ces derniers tendant à posséder des longueurs maximales fémorales plus grandes (*cf. supra* et Table 28, Figure 37). Une dichotomie continent/côtes a été mise en évidence à partir de l'étude isotopique des restes humains mésolithiques, qui ont montré le faible apport des ressources carnées dans l'alimentation de certains individus côtiers par rapport à la consommation quasi-exclusive de protéines issues du milieu terrestre pour les individus continentaux (*cf.* CHAPITRE I.I.1.C.). L'absence de consommation régulière de viande a été mise en relation avec l'augmentation des retards de croissance chez une grande majorité d'enfants dans une étude publiée en 2011 et menée sur des populations actuelles au Guatemala, en République Démocratique du Congo, en Zambie et au Pakistan (Krebs *et al.* 2011). Dans ce contexte, nous pouvons supposer que l'apport variable de protéines animales issues des ressources marines (poissons, coquillages et crabes) rapporté pour les individus côtiers mésolithiques (*cf.* CHAPITRE I.I.1.C.) a pu contribuer aux apports nutritionnels nécessaires à la croissance de ces individus mais éventuellement de façon moins efficace qu'une alimentation carnée (en moyenne 27 g/100g pour la viande contre en moyenne 22 g / 100g pour les poissons blanc de mer une fois cuits¹⁷). Néanmoins, des études menées en Amazonie n'ont pas mis en évidence de retards de croissance chez des enfants dont l'apport en protéines venait de la consommation de poissons ou chez des enfants allaités par une mère consommant quasi-exclusivement du

¹⁶ Ici « environnement » désigne « l'ensemble des éléments et des phénomènes physiques qui environnent un organisme vivant, se trouvent autour de lui » ainsi que « l'ensemble des conditions matérielles et des personnes qui environnent un être humain, qui se trouvent autour de lui » (définition du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, <http://www.cnrtl.fr>).

¹⁷ Données moyennes issues des tables de composition nutritionnelle des aliments Ciqual, éditées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (<https://ciqual.anses.fr>).

poisson (Dórea *et al.* 2005, Marques *et al.* 2008). En outre, les mollusques possèdent une valeur calorique faible mais sont riches en hydrates de carbone et en minéraux qui constituent des nutriments utiles (Erlandson 1988, Friedman 1996). Bien que les données archéologiques ne permettent pas d'établir de façon certaine l'importance de la consommation de poisson par rapport à celle bien attestée des mollusques et des crabes comme ressource complémentaire (Mannino *et al.* 2007, Marchand 2014a, Fernández-López de Pablo et Gabriel 2016, Marchand *et al.* 2016), l'hypothèse d'une consommation suffisante de ressources marines pour combler les besoins nutritifs est avancée pour les groupes mésolithiques (Marchand 2014a).

Bien qu'une stature réduite puisse être le résultat de divers facteurs (*cf. supra*), les facteurs d'origine nutritionnelle sont considérés comme déterminants dans les processus de croissance durant l'enfance et l'adolescence (de Onis et Blössner 2003, Black *et al.* 2008) et constituent une des hypothèses avancées pour expliquer les diminutions de la stature chez l'Homme moderne au cours du Pléistocène (Formicola et Holt 2007). L'hypothèse avancée ici est que la consommation différentielle de protéines terrestres / maritimes serait en partie responsable des différences de stature observées entre groupes mésolithiques côtiers et continentaux.

2. Analyses des proportions des membres

A. Proportions du membre supérieur : l'indice brachial

i. Analyse du dimorphisme sexuel dans l'échantillon total

Un test U de Mann-Whitney a été réalisé pour comparer l'indice brachial entre les corpus féminin et masculin. Une différence entre hommes et femmes est observée dans notre échantillon, les individus masculins présentant en moyenne un indice brachial supérieur aux individus féminins (Figure 39 ; Table 30). Toutefois cette différence n'est pas statistiquement significative (Test U de Mann-Whitney, $U = 150,00$, $p = 0,08$) et nous avons choisi de traiter ensemble les individus masculins et féminins pour la suite des analyses portant sur l'indice brachial.

Table 30 : Statistiques descriptives de l'indice brachial pour les femmes (F), les hommes (M) et les individus de sexe indéterminé (I) et résultat du test U de Mann-Whitney comparant le corpus féminin et le corpus masculin (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).

Sexe	n	moyenne	sd	min	max	cv	U	p
F	21	76,63	2,62	70,14	80,59	3%	150,00	0,08
M	21	78,04	1,86	74,88	80,94	2%		
I	8	77,95	2,82	73,64	83,33	4%		

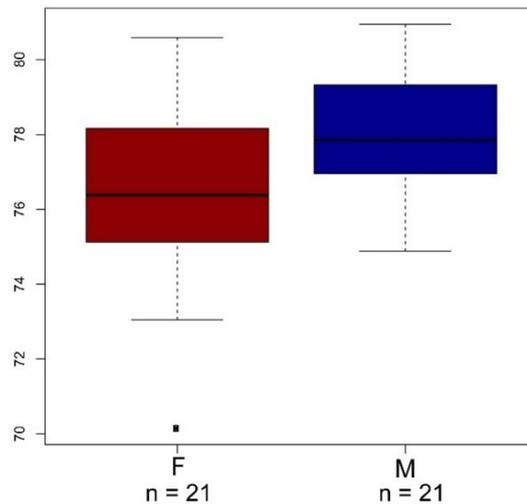


Figure 39 : Distribution de l'indice brachial dans le corpus féminin (F) et le corpus masculin (M).

ii. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus

Les statistiques descriptives de l'échantillon total ont été calculées en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. Les individus du premier Mésolithique présentent en moyenne des valeurs d'indice brachial plus basses que les individus datés du Paléolithique final, alors que les individus datés du second Mésolithique constituent le groupe chronoculturel où les indices brachiaux sont les plus élevés entre les trois groupes (Table 31 ; Figure 40). Cette tendance observée graphiquement est confirmée par un test de Kruskal-Wallis indiquant des différences entre les chronocultures ($K = 10,80$, $p = 0,01$).

Table 31 : Statistiques descriptives de l'indice brachial pour l'échantillon total en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Chronoculture	n	moyenne	sd	min	max	cv
PF	11	76,62	2,63	70,14	79,08	3%
meso_1	13	76,09	2,00	73,05	80,18	3%
meso_2	26	78,45	2,10	74,23	83,33	3%

Afin de tester deux à deux les différences entre les chronocultures, un test post-hoc U de Mann-Whitney a été réalisé sur les valeurs d'indice brachial. Les résultats indiquent une différence entre les individus du premier et du second Mésolithique. La comparaison entre Paléolithique final et second Mésolithique renvoie une valeur de p dépassant le seuil de 0,05 (Table 32).

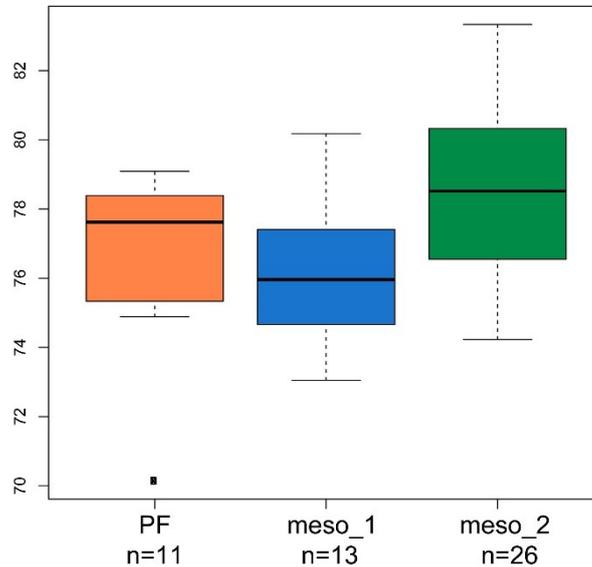


Figure 40 : Distribution de l'indice brachial dans le corpus total en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

Table 32 : Résultats du test post-hoc U Mann-Whitney testant deux à deux les différences de valeurs d'indices brachiaux entre les chronocultures (valeur en gras : $p \leq 0,05$). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

PF vs meso_1		PF vs meso_2		meso_1 vs meso_2	
U	p	U	p	U	p
89,00	0,33	85,00	0,06	65,00	< 0,01

Les individus du second Mésolithique se distinguent des deux chronocultures précédentes en termes de proportions du membre supérieur. Lorsque l'on considère chacun des sexes séparément, un fort dimorphisme sexuel existant pour les deux variables métriques RM1 et HM1, on observe que les individus du second Mésolithique possèdent des longueurs de l'humérus inférieures à celles observées au premier Mésolithique pour des valeurs de longueurs radiales plutôt équivalentes (Figure 41). Le graphique bivarié de la distribution des longueurs humérales et radiales dans chacune des chronocultures confirme cette tendance, bien qu'elles ne soient pas confirmées statistiquement (Figure 42 ; Table 33).

Table 33 : Statistiques descriptives de la longueur de l'humérus (HM1) et la longueur du radius (RM1) et résultat du test de Kruskal-Wallis testant l'influence de la chronoculture dans chacun des corpus féminin (F) et masculin (M) (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

	Sexe	Chronoculture	n	moyenne	sd	min	max	cv	K	p
HM1	F	PF	2	/	/	278,00	306,00	/	5,43	0,07
	F	meso_1	8	297,88	14,53	275,00	320,00	5%		
	F	meso_2	11	279,77	12,71	255,00	291,00	5%		
RM1	F	PF	2	/	/	195,00	242,00	/	2,75	0,25
	F	meso_1	8	226,44	11,12	216,00	250,00	5%		
	F	meso_2	11	216,50	9,00	204,00	228,50	4%		
HM1	M	PF	8	311,00	8,98	293,00	319,50	3%	2,65	0,27
	M	meso_1	2	/	/	305,50	312,00	/		
	M	meso_2	11	304,45	11,75	286,00	327,00	4%		
RM1	M	PF	8	239,75	8,98	221,00	249,00	4%	0,49	0,78
	M	meso_1	2	/	/	236,50	237,00	/		
	M	meso_2	11	240,39	8,94	230,00	253,00	4%		

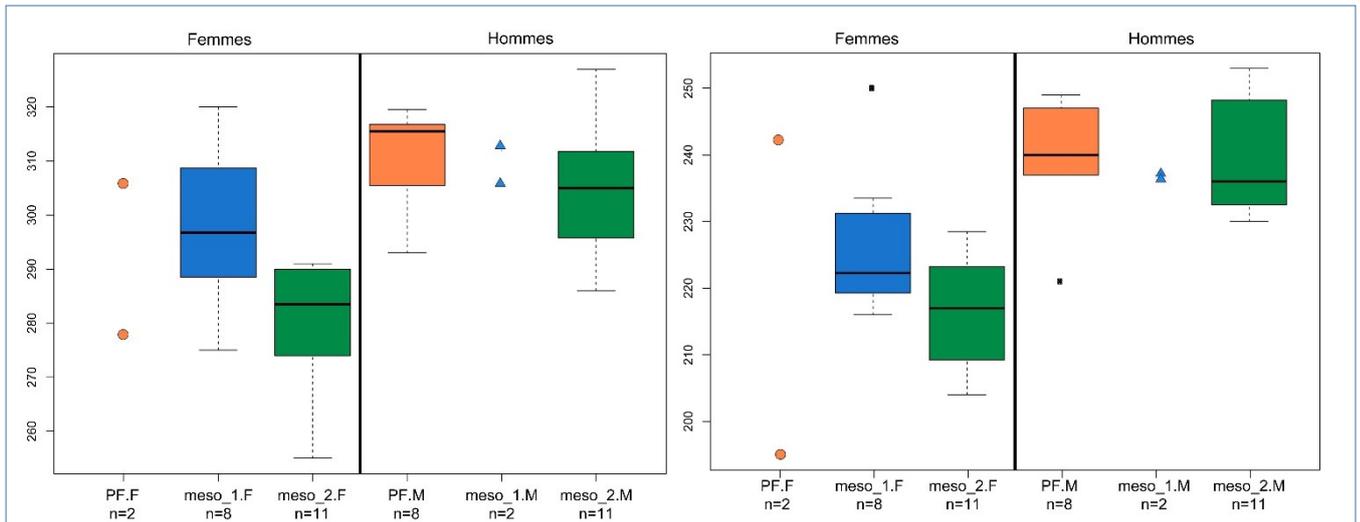


Figure 41 : Distribution de la longueur de l'humérus (HM1, à gauche) et de la longueur du radius (RM1, à droite) en fonction de l'attribution culturelle pour les corpus féminin (F) et masculin (M). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

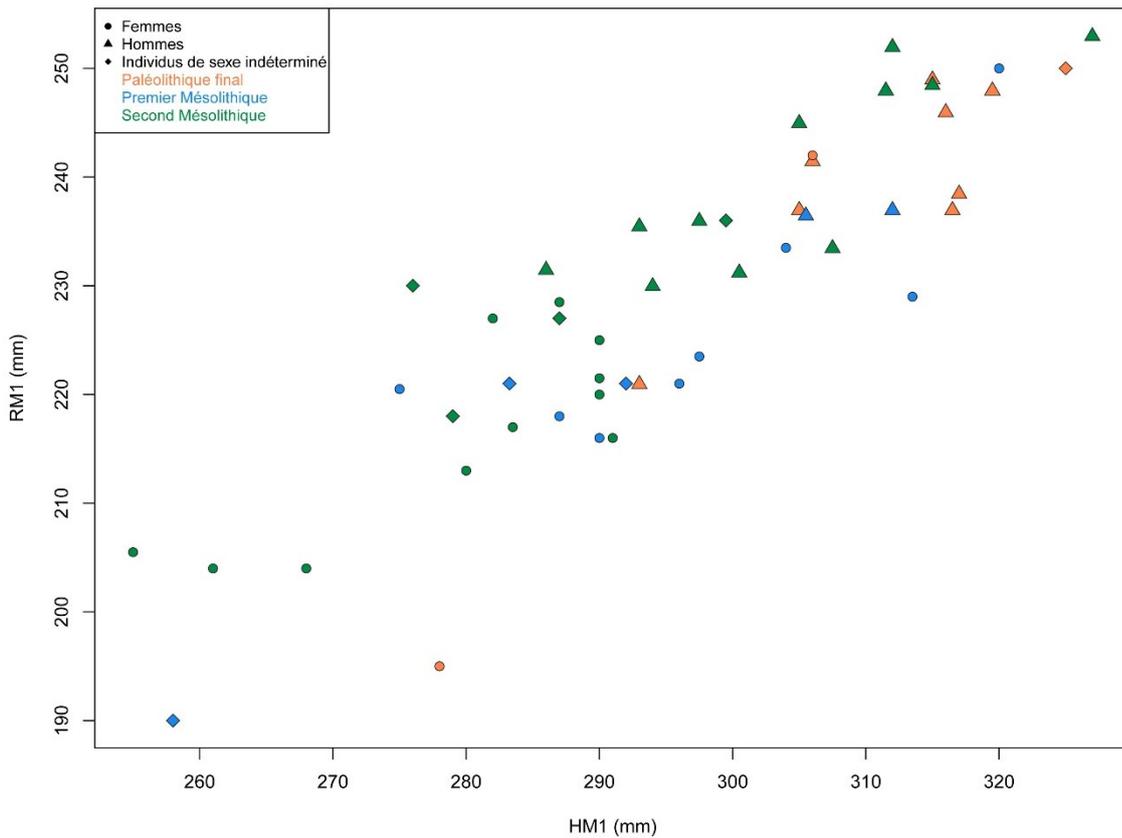


Figure 42 : Diagramme bivarié de la longueur du radius (RM1) en fonction de la longueur de l'humérus (HM1) selon le sexe et l'attribution chronoculturelle des individus dans l'échantillon total.

iii. Analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte

Les statistiques descriptives de l'échantillon sont présentées en fonction de la position des individus par rapport à la côte (Table 34 ; Figure 43). Aucune différence entre les moyennes des individus continentaux et côtiers n'est établie (test U de Mann-Whitney : $U = 275, p = 0,63$).

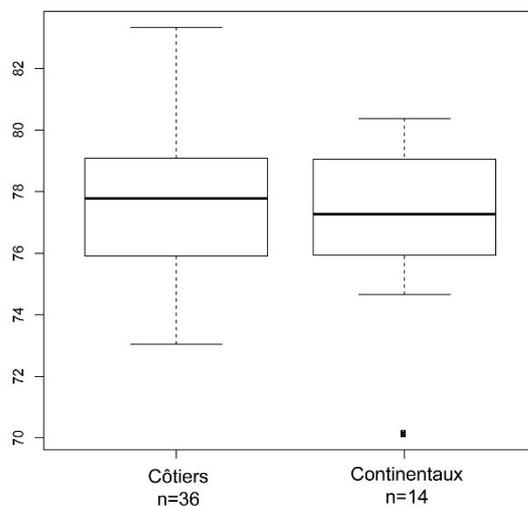


Figure 43 : Distribution de l'indice brachial dans l'échantillon total en fonction de la position des individus par rapport à la côte.

Table 34 : Statistiques descriptives de l'indice brachial pour l'échantillon total en fonction de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).

	n	moyenne	sd	min	max	cv
Côtier	36	77,60	2,33	73,05	83,33	3%
Continentaux	14	77,02	2,65	70,14	80,38	3%

iv. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte

Des statistiques descriptives sont présentées pour chaque sous-échantillon « Chronoculture-Position par rapport à la côte » (Table 35 ; Figure 44). L'effet de l'interaction entre les paramètres « chronoculture » et « position par rapport à la côte » sur l'indice brachial n'est pas statistiquement significatif ($p = 0,69$).

Table 35 : Statistiques descriptives de l'indice brachial pour l'échantillon total en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Chronoculture	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
PF	Côtiers	6	77,31	1,77	74,88	79,08	2%
	Continentaux	5	75,79	3,44	70,14	79,05	5%
meso_1	Côtiers	11	76,04	2,05	73,05	80,18	3%
	Continentaux	2	/	/	74,66	78,02	3%
meso_2	Côtiers	19	78,59	2,19	74,23	83,33	3%
	Continentaux	7	78,08	1,92	75,93	80,38	2%

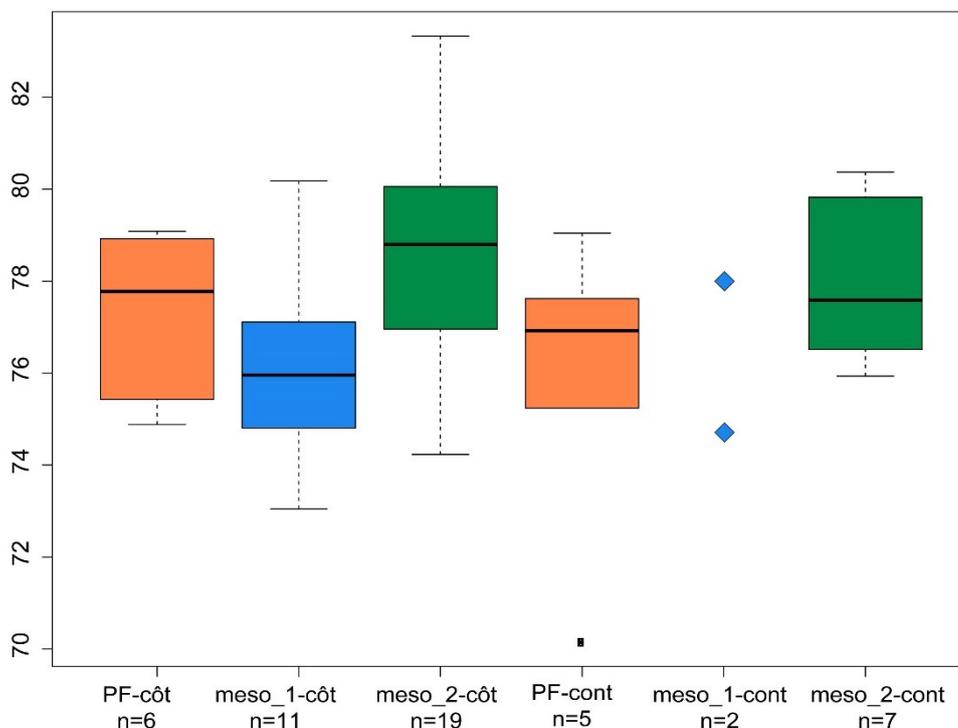


Figure 44 : Distribution de l'indice brachial dans le corpus total en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; côt : côtiers ; cont : continentaux.

v. Analyse de la structuration géographique

La matrice de distance biologique a été obtenue à partir de l'indice brachial. Le corpus comporte 50 individus : 11 sont datés du Paléolithique final (six côtiers et cinq continentaux), 13 du premier Mésolithique (11 côtiers et deux continentaux) et 26 du second Mésolithique (19 côtiers et sept continentaux) ; 21 sont des individus de sexe féminin, 21 de sexe masculin et huit de sexe indéterminé.

Les corrélations entre distances biologiques (représentées ici par l'indice brachial) et les distances spatiales sont présentées dans la Table 36. Des résultats différents sont obtenus pour les corpus masculin et féminin. La matrice des distances biologiques basées sur l'indice brachial du corpus masculin présente une corrélation statistiquement significative avec la matrice de distances spatiales (distances géographiques normales $p < 0,01$, distances log-transformées $p < 0,01$), avec environ 24 à 41 % de la variance expliquée par la géographie. L'analyse des données morphologiques du corpus féminin n'indique pas de corrélation significative avec la distance géographique (Table 36). La variation de l'indice brachial au sein de l'échantillon du second Mésolithique ne présente pas de corrélation avec la distance géographique. Au contraire, 21 à 23 % de la variation de l'indice brachial des individus attribués au Paléolithique final et au premier Mésolithique sont expliqués par la géographie. Enfin, la matrice de distances biologiques du corpus d'individus côtiers présente une corrélation statistiquement significative avec la matrice de distances géographiques (distances géographiques normales et log-transformées $p \leq 0,01$) avec 15 à 19 % de la variance expliquée par la géographie (Table 36).

Table 36 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (indice brachial) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.

	R2	p
MorphoTotal~Geo	0,17	< 0,01
MorphoTotal~LogGeo	0,12	< 0,01
MorphoF~Geo	0,02	0,38
MorphoF~LogGeo	0,06	0,23
MorphoM~Geo	0,41	< 0,01
MorphoM~LogGeo	0,24	< 0,01
MorphoPFMeso_1~Geo	0,23	0,02
MorphoPFMeso_1~LogGeo	0,21	0,01
MorphoMeso_2~Geo	0,10	0,14
MorphoMeso_2~LogGeo	0,02	0,36
MorphoCôt~Geo	0,19	0,01
MorphoCôt~LogGeo	0,15	< 0,01
MorphoCont~Geo	0,03	0,40
MorphoCont~LogGeo	0,06	0,19

vi. Discussion de l'analyse de l'indice brachial

L'étude de l'indice brachial permet d'appréhender les proportions corporelles par l'analyse de la relation entre les segments des membres. Le corpus analysé ici ne présente pas de dimorphisme sexuel statistiquement significatif pour l'indice brachial, mais graphiquement les individus masculins présentent des valeurs d'indice brachial supérieures aux individus féminins (*cf.* Figure 39).

Les variations de l'indice brachial chez l'être humain peuvent être de nature multifactorielle, incluant des paramètres tels que la thermorégulation, les paramètres génétiques ou biomécaniques (Holliday 1999, Holliday et Ruff 2001), parmi lesquels l'influence des facteurs climatiques est souvent évoquée (Trinkaus 1981, Holliday 1999, Holliday et Ruff 2001). Chez les organismes homéothermes (*i.e.* à température interne constante) la chaleur du corps est dissipée par la peau, ainsi les individus ayant une surface du corps en contact avec l'extérieur réduite par le biais de membres plus courts retiendra mieux sa chaleur corporelle. À l'inverse, des individus vivant dans un environnement chaud dissiperont mieux la chaleur si leur surface relative du corps en contact avec l'extérieur est plus grande, notamment leurs extrémités, se traduisant par des indices brachiaux plus élevés (Trinkaus 1981, Ruff 1994, Tilkens *et al.* 2007). Dans notre corpus, les individus attribués au second Mésolithique possèdent des valeurs moyennes d'indice brachial plus élevées que celles obtenues pour les individus du premier Mésolithique, et dans une moindre mesure les individus du Paléolithique final (*cf.* Figure 40). Ce résultat semble en accord avec l'hypothèse thermorégulatrice évoquée plus haut, le climat devenant de plus en plus tempéré au cours de l'Holocène (*cf.* CHAPITRE I.I.1.). En outre, les différences observées sont liées à la variation de longueur maximale de l'humérus (HM1), qui est en moyenne plus réduite pour des longueurs de radius équivalentes au sein du groupe du second Mésolithique (*cf.* Figure 41 et Figure 42). Ce résultat est en accord avec ceux de Holliday (1999) et Holliday et Ruff (2001) qui observent une plus grande variation intrinsèque du segment proximal par rapport au distal pour le membre supérieur. Par ailleurs, dans leur analyse des changements séculaires de proportions infra-crâniennes au sein des populations modernes américaines, Jantz *et al.* (2016) remarquent que les variations de l'indice brachial sont liées à une diminution de la longueur maximale humérale chez les individus masculins de leur échantillon. Ces auteurs notent également une corrélation négative entre la longueur relative de l'humérus et la stature (Jantz *et al.* 2016).

Les variations de l'indice brachial pourraient être également reliées aux niveaux d'activité des individus (Jantz *et al.* 2016). En effet, la longueur des os longs du membre supérieur est utilisée dans les analyses s'intéressant notamment à l'asymétrie comme indice d'activités impliquant unilatéralement le membre supérieur de façon intense et/ou répétée

(Sládek *et al.* 2007, 2016a, 2016b). Dans la présente étude, nous avons choisi d'effectuer une moyenne des côtés gauche et droit lorsqu'ils étaient disponibles pour un individu, gommant ainsi d'éventuelles asymétries des membres (*cf.* CHAPITRE II.III.1.B.). Il paraît difficile ici de relier les variations de l'indice brachial mises en évidence à des différences d'activités entre les groupes.

B. Proportions du membre inférieur : l'indice crural

i. Analyse du dimorphisme sexuel dans l'échantillon total

Il n'y a pas de dimorphisme sexuel dans notre corpus pour l'indice crural (Mann-Whitney, $U = 174,00$, $p = 0,98$; Figure 45 ; Table 37). Les corpus féminin et masculin ne feront pas l'objet de traitements séparés dans les analyses suivantes.

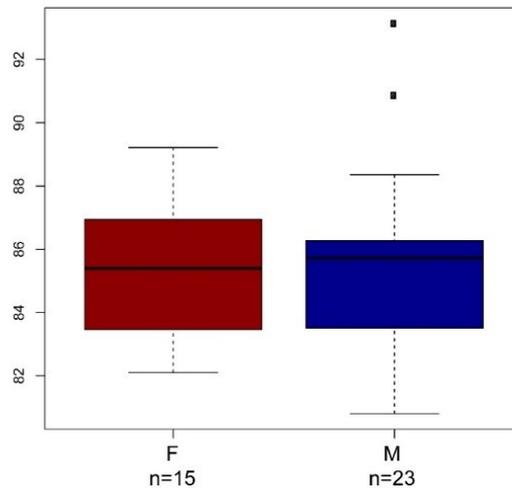


Figure 45 : Distribution de l'indice crural dans le corpus féminin (F) et le corpus masculin (M).

Table 37 : Statistiques descriptives de l'indice crural pour les femmes (F), les hommes (M) et les individus de sexe indéterminé (I) et résultat du test U de Mann-Whitney comparant le corpus féminin et le corpus masculin (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).

Sexe	n	moyenne	sd	min	max	cv	U	p
F	15	85,26	2,19	82,10	89,22	3%	174,00	0,98
M	23	85,39	2,85	80,81	93,14	3%		
I	3	84,42	3,93	81,28	88,82	/		

ii. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus

Les statistiques descriptives de l'échantillon total ont été calculées en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. Les individus du premier Mésolithique présentent en moyenne des valeurs d'indice crural plus élevées que celles des individus des deux autres

chronocultures (Table 38 ; Figure 46). Bien qu'aucune différence entre les individus datés des trois chronocultures ne soit statistiquement établie (Kruskal-Wallis : $K = 4,82$, $p = 0,09$), des tendances se dégagent. Lorsque les longueurs maximales de tibia (TM1a) sont projetées en fonction des longueurs maximales de fémur (FM1), les individus du premier Mésolithique se distinguent des individus des autres chronocultures par des valeurs plus élevées de longueur tibiale, pour des longueurs de fémur équivalentes. Les individus datés du Paléolithique final ont quant à eux des valeurs élevées de longueurs tibiales et fémorales, alors que les individus du second Mésolithique ont des tibias et des fémurs plus courts (Figure 47).

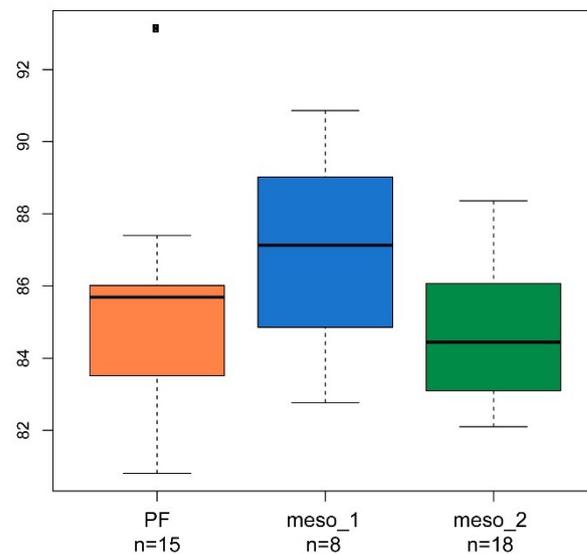


Figure 46: Distribution de l'indice crural dans le corpus total en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

Table 38: Statistiques descriptives de l'indice crural pour l'échantillon total en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Chronoculture	n	moyenne	sd	min	max	cv
PF	15	85,09	3,07	80,81	93,14	4%
meso_1	8	86,96	2,82	82,77	90,86	3%
meso_2	18	84,68	1,91	82,10	88,36	2%

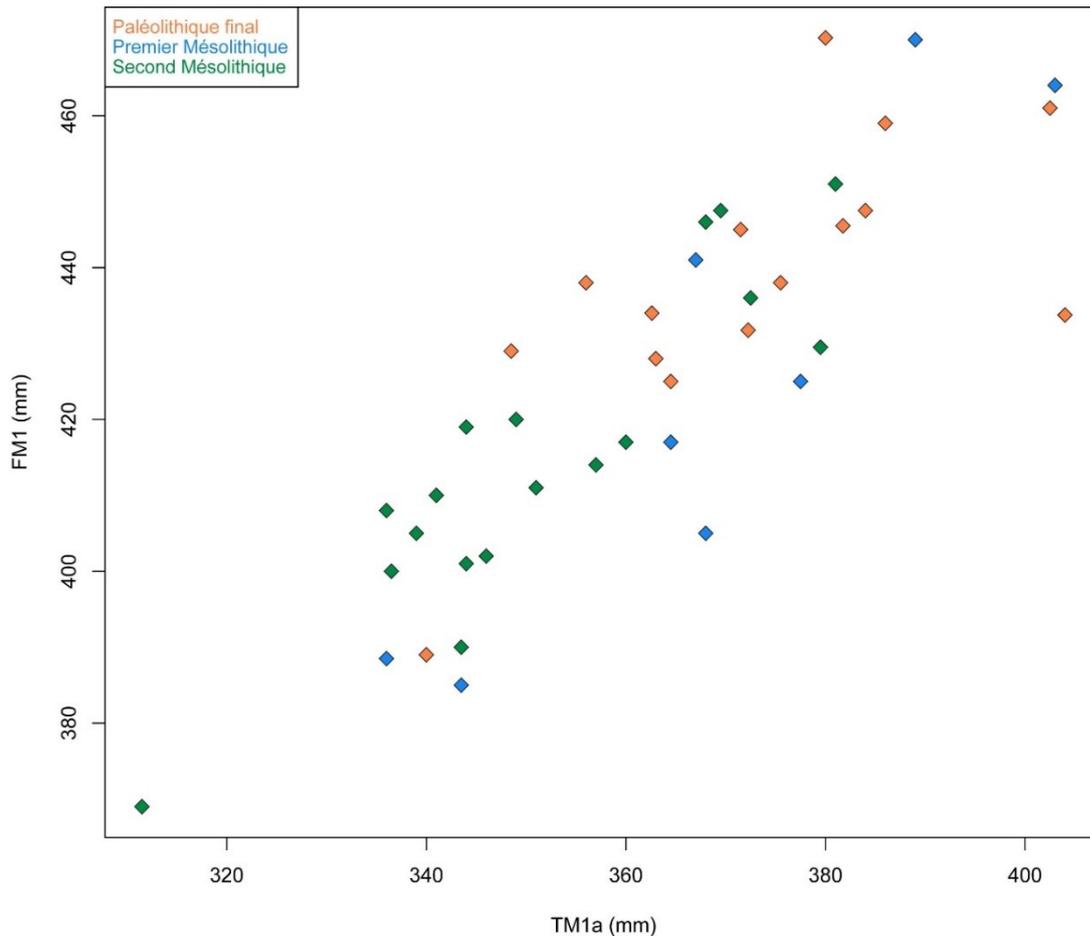


Figure 47 : Diagramme bivarié de la longueur maximale du fémur (FM1a) en fonction de la longueur maximale du tibia (TM1a) selon l'attribution chronoculturelle des individus dans l'échantillon total.

iii. Analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte

Les statistiques décrivant l'indice crural de l'échantillon sont présentées en fonction de la position des individus par rapport à la côte (Table 39 ; Figure 48). Aucune différence entre les individus en fonction de leur position par rapport à la côte n'est établie (Mann-Whitney : $U = 179,00$, $p = 0,95$)

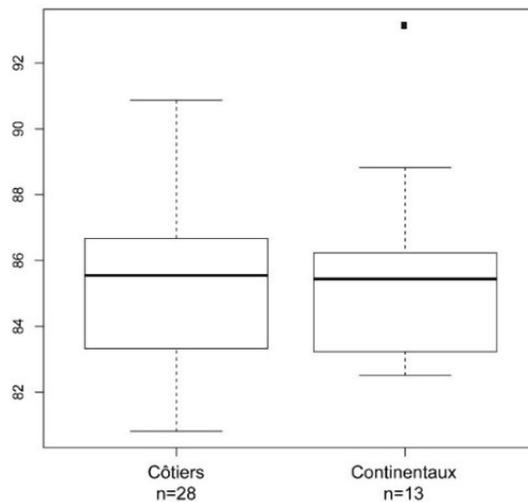


Figure 48 : Distribution de l'indice crural dans l'échantillon total en fonction de la position des individus par rapport à la côte.

Table 39 : Statistiques descriptives de l'indice crural pour l'échantillon total en fonction de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).

Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
Côtier	28	85,14	2,47	80,81	90,86	3%
Continentaux	13	85,57	3,07	82,51	93,14	4%

iv. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte

Des statistiques descriptives sont présentées pour chaque sous-échantillon « Chronoculture-Position par rapport à la côte » (Table 40). L'effet de l'interaction entre les paramètres « chronoculture » et « position par rapport à la côte » sur l'indice crural n'est pas significatif ($p = 0,35$). Néanmoins, au sein du premier Mésolithique, les individus côtiers de notre échantillon ont des indices cruraux clairement plus élevés que l'ensemble des autres sous-groupes (Figure 49). Cet échantillon du premier Mésolithique côtier, composé de quatre individus siciliens issus de deux sites (Uzzo et Molarà) et d'un individu de l'extrême sud de l'Espagne (Nerja, Malaga), est caractérisé par des longueurs tibiales plus grandes que les autres individus pour des longueurs fémorales équivalentes (Figure 50). C'est donc un allongement du segment distal des membres inférieurs de ces individus qui est mis en évidence ici.

Table 40 : Statistiques descriptives de l'indice crural pour l'échantillon total en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Chronoculture	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
PF	Côtiers	10	84,36	2,51	80,81	87,4	3%
	Continentaux	5	86,55	3,85	83,55	93,14	4%
meso_1	Côtiers	5	88,17	1,84	86,49	90,86	2%
	Continentaux	3	84,94	3,37	82,77	88,82	4%
meso_2	Côtiers	13	84,57	1,78	82,10	88,36	2%
	Continentaux	5	84,97	2,41	82,51	88,08	3%

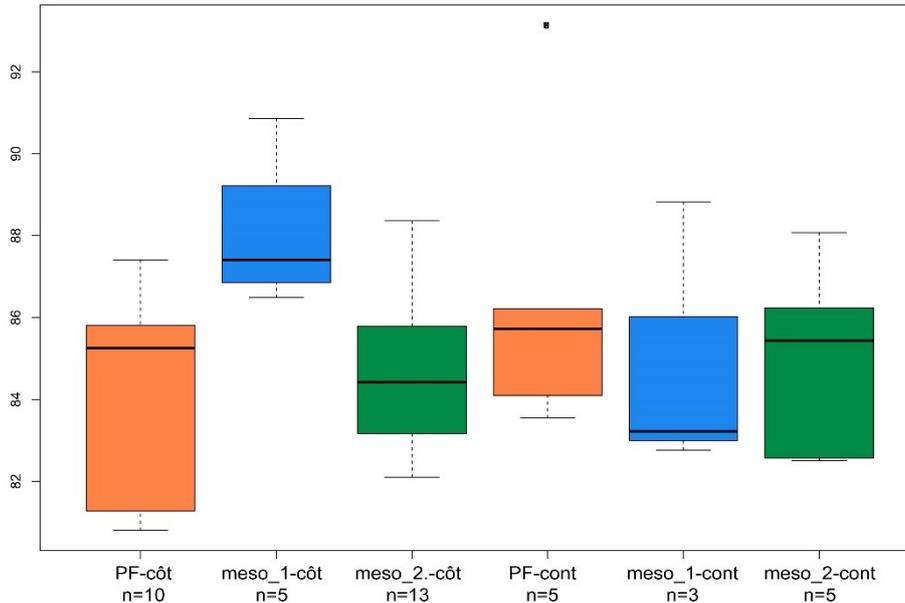


Figure 49 : Distribution de l'indice crural dans le corps total en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

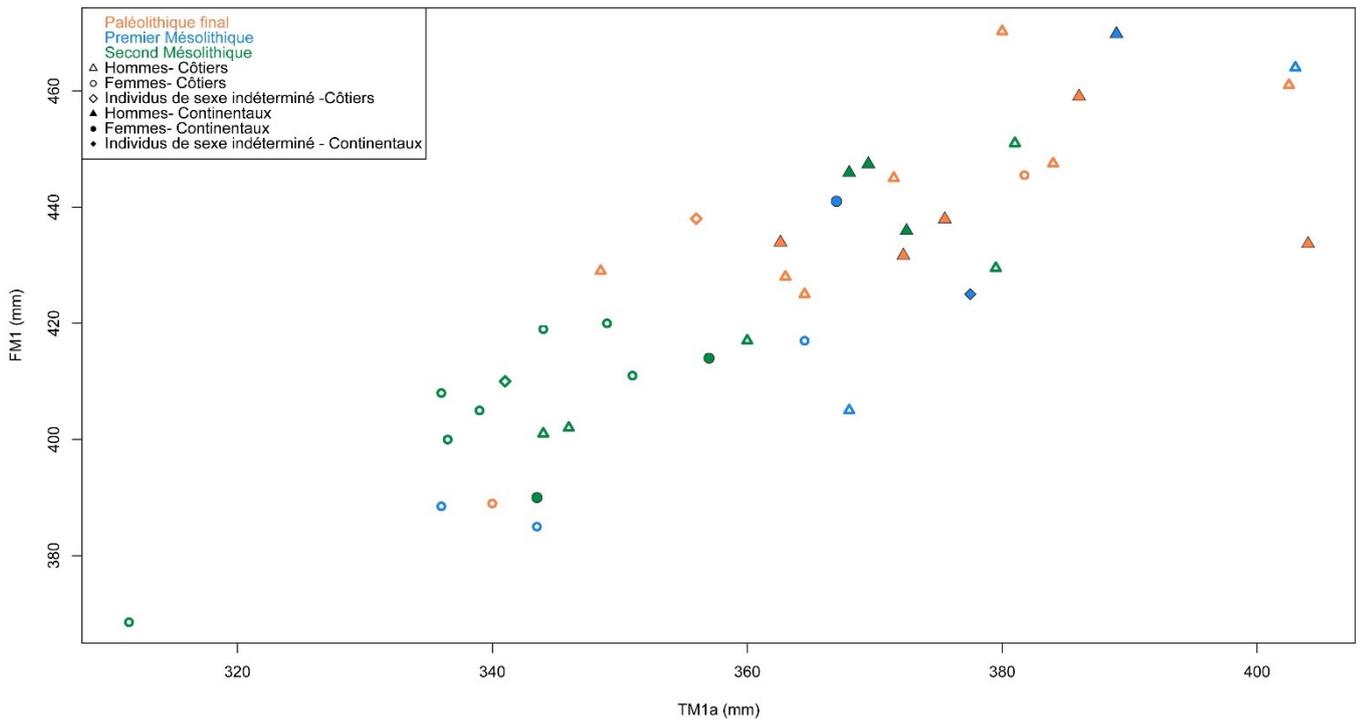


Figure 50 : Diagramme bivarié de la longueur maximale du fémur (FM1) en fonction de la longueur maximale du tibia (TM1a) selon l'attribution chronoculturelle, le sexe et la position des individus par rapport à la côte.

v. Analyse de la structuration géographique

La matrice de distance biologique a été obtenue à partir de l'indice crural. Le corpus comporte 41 individus : 15 sont datés du Paléolithique final (dix côtiers et cinq continentaux), 8 du premier Mésolithique (cinq côtiers et trois continentaux) et 18 du second Mésolithique (13 côtiers et cinq continentaux) ; 15 sont des individus de sexe féminin, 23 de sexe masculin et trois de sexe indéterminé.

Les corrélations entre distances biologiques (représentées ici par l'indice crural) et distances spatiales sont présentées dans la Table 41. Des résultats différents sont obtenus pour les corpus masculin et féminin. La matrice des distances biologiques basées sur l'indice crural du corpus féminin présente une corrélation statistiquement significative avec la matrice de distances spatiales (distances géographiques normales $p = 0,01$, distances log-transformées $p = 0,02$), avec environ 23 à 30 % de la variance expliquée par la géographie. L'analyse des données morphologiques du corpus masculin n'indique pas de corrélation significative avec la distance géographique (Table 41). La variation de l'indice crural au sein de l'échantillon du second Mésolithique ne présente pas de corrélation avec la distance géographique. Au contraire, 20 à 26 % de la variation de l'indice crural des individus attribués au Paléolithique final et au premier Mésolithique sont expliqués par la géographie. Enfin, la matrice de distances biologiques du corpus d'individus côtiers présente une corrélation statistiquement significative avec la matrice de distances géographiques (distances géographiques normales $p \leq 0,01$ et log-transformées $p = 0,03$) avec 14 à 26 % de la variance expliquée par la géographie (Table 41).

Table 41 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (indice crural) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.

	R2	p
MorphoTotal~Geo	0,16	0,01
MorphoTotal~LogGeo	0,10	0,02
MorphoF~Geo	0,30	0,01
MorphoF~LogGeo	0,23	0,02
MorphoM~Geo	0,12	0,07
MorphoM~LogGeo	0,07	0,25
MorphoPFMeso_1~Geo	0,26	< 0,01
MorphoPFMeso_1~LogGeo	0,20	< 0,01
MorphoMeso_2~Geo	0,09	0,22
MorphoMeso_2~LogGeo	-0,03	0,61
MorphoCôt~Geo	0,26	< 0,01
MorphoCôt~LogGeo	0,14	0,03
MorphoCont~Geo	-0,11	0,76
MorphoCont~LogGeo	-0,06	0,72

vi. Discussion de l'analyse de l'indice crural

L'analyse de l'indice crural permet d'étudier les proportions du membre inférieur et la relation entre le segment distal et le segment proximal qui le composent.

Les individus attribués au premier Mésolithique présentent des valeurs moyennes d'indice crural statistiquement plus élevées que celles observés dans les échantillons du Paléolithique final et du second Mésolithique. Ces différences sont en réalité liées à une longueur plus grande du tibia pour des longueurs fémorales équivalentes au sein du corpus du premier Mésolithique (*cf.* Figure 47). Ces résultats sont en accord avec ceux de Holliday (1999) qui observe que le tibia variait de manière plus importante que le fémur. Au sein de ce corpus attribué au premier Mésolithique, les individus côtiers semblent être responsables de la majeure partie de la variation observée et possèdent des indices cruraux élevés en lien avec un allongement de leur longueur tibiale (*cf.* Figure 49 et Figure 50).

Les variations de l'indice crural chez l'être humain semblent être de nature multifactorielle, incluant des paramètres tels que la thermorégulation, la nutrition, la locomotion ou encore des paramètres génétiques (Auerbach et Sylvester 2011). Parmi ces facteurs, l'influence du climat est souvent considérée comme prépondérante (Ruff 1994, Holliday 1997a, 1997b, 1999, Temple 2008, Auerbach et Sylvester 2011). La loi de Allen (Allen 1877) permet de prédire que des membres plus courts retiendront mieux la chaleur corporelle alors que des membres plus longs augmenteront la surface relative du corps en contact avec l'extérieur et permettront une meilleure dissipation de la chaleur (Trinkaus 1981, Ruff 1994, Tilkens *et al.* 2007). L'augmentation ou la diminution de l'afflux sanguin (vasoconstriction / vasodilatation) liée aux changements de température pourrait induire des variations dans l'approvisionnement en nutriments essentiels et en facteurs de croissance, avec des conséquences sur la croissance des extrémités du squelette (Weaver et Ingram 1969). Une étude expérimentale sur des souris menée par Serrat *et al.* (2008) montre quant à elle une modulation de la croissance des extrémités induite par des réponses physiologiques de la température des tissus périphériques, plutôt que la vascularisation. La taille des extrémités serait alors impactée *via* des variations dans la prolifération cellulaire et la matrice de production de cartilage dans les épiphyses, impliquant plutôt des effets indirects de la modification vasculaire en modulant la température lors du développement du cartilage (Serrat *et al.* 2008). Ainsi, dans une perspective évolutive, la règle de Allen sur la taille des extrémités ne reflèterait pas réellement une adaptation fonctionnelle génotypique chez certains homéothermes mais serait plutôt partiellement ou totalement dépendante de la température ambiante (Serrat *et al.* 2008).

Les indices cruraux élevés semblent être observés pour des individus vivant dans des

régions soumises à des climats chauds alors que les populations évoluant sous des climats plus froids semblent posséder des indices cruraux plus faibles (Trinkaus 1981, Holliday et Trinkaus 1991, Holliday 1999). En effet, Holliday (1997a) observe une corrélation négative entre indice crural et les valeurs de latitude, indiquant que plus les latitudes augmentent (correspondant en général à des climats froids) plus les indices cruraux et brachiaux diminuent. À l'inverse, Tilkens *et al.* (2007), n'observent pas d'effets avantageux directs d'un allongement ou d'un raccourcissement du segment distal en termes de thermorégulation.

Le corpus d'individus côtiers du premier Mésolithique impliqués dans l'analyse et qui possèdent des valeurs d'indice crural élevées est exclusivement composé d'individus siciliens (Uzzo, Molaro) ainsi que d'un individu de l'extrême sud de l'Espagne (Nerja). Il s'agit ici des individus se trouvant aux latitudes les plus basses dans notre corpus (Figure 51), ce qui graphiquement semble cohérent avec l'hypothèse climatique développée plus haut. Afin de vérifier si une corrélation négative entre indice crural et latitude existait dans notre corpus, une régression linéaire a été calculée. La diminution des valeurs de latitude ne permet pas d'expliquer statistiquement l'augmentation des valeurs de l'indice crural (R^2 ajusté = -0,02, $p = 0,74$) dans notre corpus global.

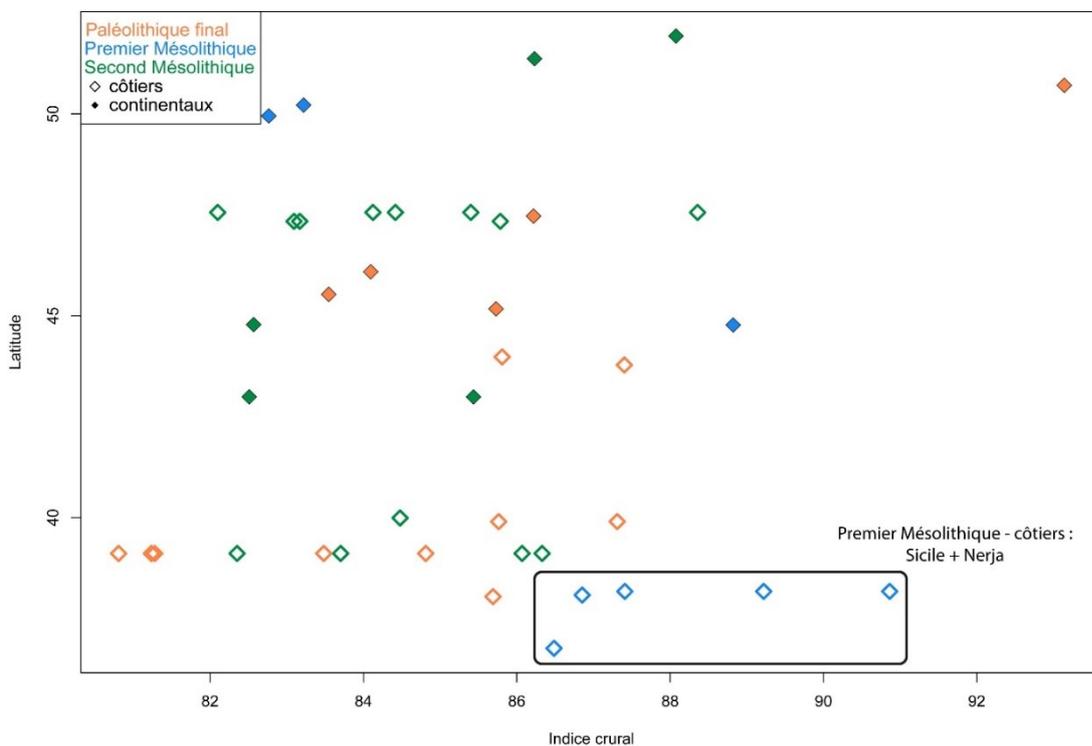


Figure 51 : Diagramme bivarié de l'indice crural en fonction des coordonnées de latitude pour les individus en fonction de leur attribution chronoculturelle et de leur position par rapport à la côte.

Néanmoins, il semble bien y avoir une spécificité des individus siciliens mise en évidence dans notre corpus. Les résultats des tests de Mantel reflètent au final cette spécificité, avec 20 à 26 % de la variation de l'indice crural expliqué par la géographie au sein du groupe

contenant les individus siciliens du premier Mésolithique et ainsi 14 à 26 % de la variance expliquée par la géographie dans le corpus côtier (*cf.* Table 41). Des indices cruraux hauts pourraient se traduire par une plus grande efficacité biomécanique du membre inférieur : plus le fémur serait court, plus la partie distale du tibia parcourrait une grande distance (Holliday 1999). Les valeurs hautes d'indices cruraux et de longueurs tibiales des individus siciliens peuvent être mises en relation avec les résultats obtenus par Sparacello *et al.* (2017a) à partir de l'étude de la géométrie de section des membres inférieurs de ce même groupe. L'analyse a montré que les individus siciliens du premier Mésolithique possédaient des caractéristiques mécaniques du membre inférieur qui pouvaient être reliées à une mobilité en terrain accidenté. Les sites siciliens analysés dans la présente étude et dans l'étude de Sparacello *et al.* (2017a) se trouvent à proximité de zones de reliefs (Figure 52). Néanmoins, une étude expérimentale a montré que la longueur du tibia (absolue ou relative à la longueur du fémur *i.e.* l'indice crural) n'était pas corrélée aux forces éprouvées par le membre inférieur lors de la locomotion (Gruss 2007). Enfin, des facteurs génétiques pourraient également être impliqués : les différences inter-groupes ont été observées dès le développement fœtal (Warren 1997).



Figure 52 : a) Photographie du paysage autour de la Grotta della Molarata (© Facebook-Riserva Naturale Grotta della Molarata ; b) Photographie de l'emplacement de la Grotta dell'Uzzo (©Wikipedia Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication) ; c) Photographie de l'emplacement de la Grotta d'Oriente indiqué par la flèche rouge (© M. Mannino, www.ansa.it).

3. Bilan et discussion de l'analyse de la longueur maximale du fémur et des proportions des membres

La Table 42 dresse le bilan des résultats de l'analyse de la FM1 et des proportions des membres.

Table 42 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse de la stature et des indices brachial et crural. F : femmes ; M : Hommes ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; Côt : côtier ; Cont : continental ; HM1 : longueur maximale de l'humérus ; TM1a : longueur maximale du tibia ; - : pas de différences.

	Longueur maximale du fémur	Indice brachial	Indice crural
Sexe	F < M	-	-
Chronoculture	-	meso_1 < meso_2 HM1 : meso_2 < meso_1 (surtout pour F)	meso_1 > meso_2 TM1a : meso_1 > meso_2
Position par rapport à la côte	-	-	-
Chrono*Position par rapport à la côte	Tendance Côt < Cont au Mésolithique M – Côt : tendance PF > meso_1 > meso_2	-	meso_1- Côt > meso_Cont / meso_2- Côt / meso_2 * Cont
Structuration géographique	-	M PF-meso_1 Côt	F PF-meso_1 Côt

Les mécanismes impliqués dans les variations de croissances des différents segments des membres et la stature sont complexes et polyfactoriels. Une composante génétique pourrait en partie être responsable de ces variations inter-groupes mais celles-ci pourraient également être en lien avec des adaptations lors de la croissance en réponse à la température ambiante (hypothèse thermorégulatrice), des facteurs nutritionnels ou des avantages en termes d'efficacité biomécanique. Les résultats obtenus dans la présente étude permettent de mettre en avant des spécificités au sein du Mésolithique et justifient de ne pas considérer le corpus d'individus mésolithiques comme un ensemble homogène. Des caractéristiques propres aux individus siciliens du premier Mésolithique semblent particulièrement se dégager, en termes de stature mais également de proportions du membre inférieur.

II. CRÂNE ET MANDIBULE

1. Métrique du crâne

A. Analyse du dimorphisme sexuel

Les valeurs moyennes des 40 variables métriques crâniennes ont été comparées entre les échantillons féminin et masculin. La Table 43 indique les valeurs de p significatives pour 31 mesures. Les femmes présentent en moyenne des valeurs plus faibles que les hommes (Table 43). La comparaison des 33 indices de forme crânienne renvoient des valeurs de p significatives pour neuf d'entre eux, principalement des indices décrivant la forme de la face (Table 44; Figure 53). Ces résultats indiquent un dimorphisme sexuel crânien en termes de format, qui s'exprime également en termes de forme pour la face. Les échantillons féminin et masculin seront considérés séparément dans les analyses suivantes.

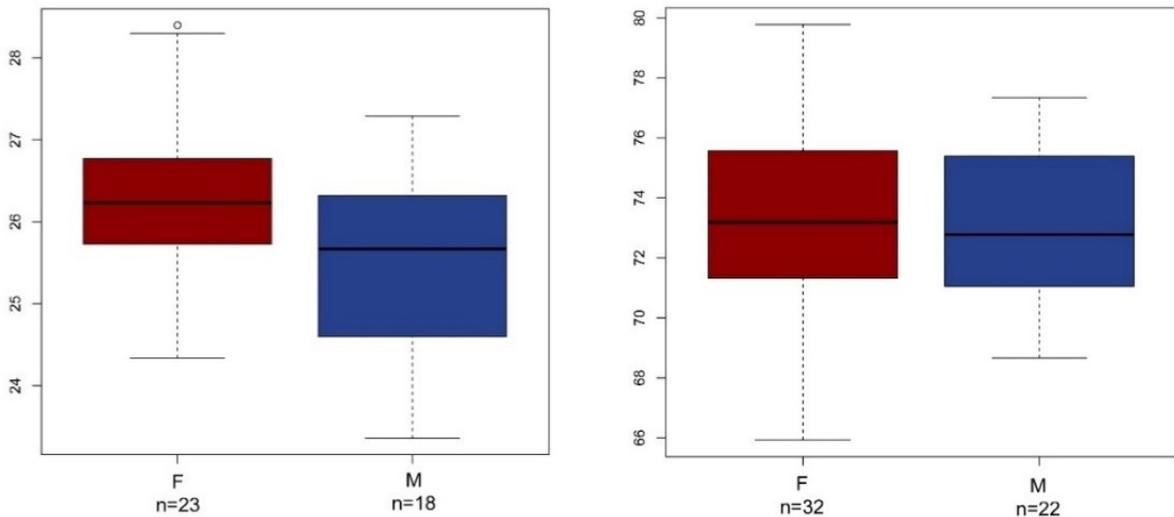


Figure 53 : Distribution de l'indice horizonto-vertical (M.I9) à gauche et de l'indice crânien horizontal (M.I1) à droite, pour les femmes (F) et les hommes (M) de l'échantillon.

Table 43 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes en fonction du sexe des individus et résultats du test U de Mann-Whitney pour la comparaison des deux échantillons de sexe différent (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A et Annexe 3-D ; F : femmes ; M : hommes ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; en gras, valeurs significatives de $p \leq 0,05$).

	Sexe	n	moyenne	sd	min	max	U	p
M1	F	34	182,67	5,69	171,00	199,00	108,00	< 0,01
	M	25	192,43	7,04	181,00	211,00		
M2	F	31	170,96	5,71	162,00	186,00	79,50	< 0,01
	M	23	181,78	6,81	169,00	194,00		
M3	F	33	174,85	5,83	161,00	187,00	53,50	< 0,01
	M	21	185,99	5,48	176,08	196,21		
M5	F	24	98,27	4,24	90,00	107,00	164,00	0,03
	M	22	101,65	6,87	87,00	116,00		
M7	F	22	36,55	2,34	31,00	41,10	79,00	< 0,01
	M	19	40,08	3,03	34,28	44,53		
M8	F	33	133,02	6,12	120,00	142,00	143,50	< 0,01
	M	23	139,84	4,28	131,00	148,00		
M9	F	36	93,28	4,53	87,00	103,00	266,50	< 0,01
	M	27	96,99	4,69	87,00	107,00		
M10	F	34	113,10	6,46	102,00	125,00	200,50	< 0,01
	M	22	118,44	5,45	105,00	126,00		
M12	F	28	109,03	5,09	97,00	121,09	79,50	< 0,01
	M	23	116,96	4,43	108,00	126,00		
M16	F	19	30,70	2,58	24,94	35,23	76,50	< 0,01
	M	19	33,12	2,01	30,00	37,50		
M17	F	26	135,51	5,81	126,50	150,00	154,00	0,01
	M	22	140,15	5,79	126,00	150,00		
M20geom	F	27	111,20	4,25	105,33	124,00	126,00	< 0,01
	M	24	116,48	4,71	108,00	124,93		
M20	F	29	125,58	4,84	118,00	142,00	65,00	< 0,01
	M	24	133,49	4,17	125,00	141,00		
PoPo	F	27	115,88	7,08	101,00	128,00	71,50	< 0,01
	M	22	126,79	5,95	110,00	137,00		
M23	F	29	512,52	15,22	486,00	547,00	25,00	< 0,01
	M	20	547,60	18,22	523,00	590,00		
CordPoBgmoy	F	28	150,50	5,66	143,50	163,50	93,00	< 0,01
	M	23	158,60	4,77	151,00	170,00		
M26	F	33	126,44	5,88	118,00	139,00	160,00	< 0,01
	M	25	134,13	6,93	123,00	147,00		
M27	F	34	126,48	9,34	105,00	150,34	223,50	0,01
	M	22	133,37	9,73	112,00	155,00		
M28	F	23	123,94	8,21	111,00	139,00	236,00	0,67
	M	19	123,47	11,18	105,00	156,00		
M29	F	33	107,45	3,93	101,00	116,00	81,00	< 0,01
	M	25	115,40	4,69	108,00	124,00		
M30	F	34	112,08	7,16	94,54	126,00	195,50	< 0,01
	M	22	118,86	8,03	101,00	134,00		
M31	F	23	102,50	6,90	91,00	118,00	264,00	0,26
	M	19	100,27	6,92	89,00	121,00		

	Sexe	n	moyenne	sd	min	max	U	p
M40	F	21	95,74	4,30	85,00	103,00	190,00	0,45
	M	21	97,35	6,07	85,00	108,70		
M41b	F	25	30,69	4,71	18,15	38,24	202,00	0,12
	M	22	33,12	3,72	26,07	43,27		
M41c	F	25	49,97	4,56	40,50	59,01	199,00	0,17
	M	21	51,43	5,83	33,25	58,56		
M43.1	F	26	100,27	4,48	91,78	108,00	91,00	< 0,01
	M	21	107,16	5,14	97,00	115,00		
M44	F	25	91,23	4,30	84,29	98,64	85,00	< 0,01
	M	24	97,97	4,03	92,00	106,00		
M45	F	20	128,93	7,03	116,00	139,41	40,50	< 0,01
	M	21	141,24	6,54	127,00	153,00		
M46b	F	22	92,73	5,64	80,51	100,09	89,50	< 0,01
	M	20	100,67	9,82	82,00	128,00		
M48	F	25	62,63	3,95	52,33	70,50	88,00	< 0,01
	M	22	68,20	3,92	61,00	75,15		
M48d	F	28	21,02	2,00	14,92	23,47	92,00	< 0,01
	M	22	23,65	1,72	21,54	28,20		
M50	F	26	21,27	3,05	14,00	26,34	284,00	0,82
	M	21	21,53	3,35	17,00	29,53		
M51	F	28	39,06	4,03	29,00	49,42	219,00	< 0,01
	M	28	41,71	3,14	37,00	49,00		
M52	F	28	29,72	2,10	26,80	35,35	346,00	0,60
	M	27	30,05	2,39	26,65	37,00		
M54	F	25	23,23	1,52	20,71	27,00	214,00	0,09
	M	24	24,05	1,78	21,00	27,00		
M55	F	26	48,52	2,64	42,00	53,50	248,50	0,05
	M	28	50,26	4,62	34,00	57,73		
M60	F	20	49,74	3,86	44,00	56,00	126,50	0,05
	M	20	52,51	4,22	47,80	65,50		
M61	F	25	60,61	3,97	52,00	69,00	205,50	0,02
	M	26	62,53	4,88	43,00	70,90		
M62	F	22	43,85	4,38	32,00	55,30	177,00	0,13
	M	22	45,39	3,06	40,00	53,00		
M63	F	23	34,04	3,11	26,40	39,77	173,00	0,02
	M	25	35,98	2,41	30,00	39,50		

Table 44 : Statistiques descriptives des indices crâniens calculés en fonction du sexe des individus et résultats du test U de Mann-Whitney pour la comparaison des deux échantillons de sexe différent (pour la signification des codes des indices, voir Annexe 3-B et Annexe 3-D ; F : femmes ; M : hommes ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; en gras, valeurs significatives de $p \leq 0,05$).

	Sexe	n	moyenne	sd	min	max	U	p
M.I1	F	32	73,17	3,03	65,93	79,78	358,00	0,92
	M	22	73,08	2,65	68,66	77,35		
M.I2	F	25	74,16	2,75	69,89	81,97	319,00	0,12
	M	20	72,37	3,41	66,67	78,92		
M.I3	F	24	100,64	3,94	92,96	108,80	270,00	0,49
	M	20	99,72	5,01	90,38	110,69		
M.I4	F	27	61,18	2,21	56,32	67,76	337,00	0,61
	M	23	60,62	2,54	54,98	65,41		
M.I5	F	27	83,22	3,08	76,64	89,78	319,50	0,66
	M	22	82,95	3,69	75,91	90,23		
M.I9	F	23	26,32	0,96	24,34	28,40	286,00	0,04
	M	18	25,49	1,17	23,36	27,29		
M.I12	F	33	82,27	4,24	72,50	90,18	308,00	0,50
	M	21	83,15	4,10	73,39	91,43		
M.I13	F	31	69,77	3,82	61,70	76,87	352,50	0,84
	M	22	69,55	2,93	64,60	75,36		
M.I13a	F	30	84,09	3,22	75,35	88,81	280,50	0,71
	M	20	84,36	4,32	72,92	91,11		
M.I14	F	27	81,93	3,85	75,89	93,06	203,00	0,10
	M	21	83,52	3,05	79,14	90,37		
M.I16	F	31	101,42	5,45	88,41	111,07	358,50	0,54
	M	21	100,16	9,63	84,21	117,89		
M.I17	F	22	97,94	7,03	84,74	110,17	277,00	0,03
	M	18	92,65	8,62	78,62	117,29		
M.I18	F	23	98,42	11,76	76,29	132,38	288,50	0,08
	M	19	93,50	14,24	78,95	139,29		
M.I22	F	33	85,06	2,70	77,06	90,14	362,00	0,43
	M	25	86,13	3,17	80,69	94,45		
M.I24	F	34	88,71	2,73	81,88	96,29	362,50	0,85
	M	22	89,18	1,98	86,45	93,43		
M.I25	F	23	82,72	2,56	79,13	90,77	264,00	0,26
	M	19	81,44	4,10	67,95	88,97		
M.I33	F	18	85,58	6,25	76,24	101,17	204,00	0,19
	M	18	82,50	5,13	70,45	92,66		
M.I39	F	19	48,29	2,62	42,54	52,91	197,00	0,44
	M	18	47,87	2,66	42,96	53,03		
M.I40	F	18	76,22	4,83	67,59	86,21	205,00	0,31
	M	19	74,57	4,64	66,55	84,09		
M.I42	F	26	75,53	7,84	59,48	90,84	452,50	0,07
	M	27	72,09	4,24	66,64	81,08		
M.I42(1)	F	20	30,30	1,63	27,65	33,60	238,50	0,47
	M	21	29,73	2,09	25,97	33,11		
M.I42(2)	F	23	46,57	3,31	41,23	53,46	329,00	0,04
	M	21	44,58	2,86	40,71	52,86		
M.I46a	F	22	22,80	2,91	16,47	26,71	266,00	0,25
	M	20	21,96	3,53	16,04	29,48		
M.I48	F	23	47,85	4,04	39,25	55,10	298,00	0,65
	M	24	47,41	3,80	39,09	56,25		
M.I51(1)	F	18	18,17	1,44	15,69	20,77	251,00	0,08
	M	21	17,12	1,69	14,05	20,18		
M.I54	F	19	126,06	7,34	109,26	137,14	231,50	0,25
	M	20	121,46	15,61	65,65	143,23		
M.I56	F	19	51,74	2,60	45,83	56,47	93,50	0,02
	M	18	55,07	5,28	47,85	71,98		
M.I58	F	20	77,03	6,46	61,40	85,14	127,00	0,03
	M	21	81,93	7,45	64,77	94,05		
M.I60	F	21	97,48	3,46	89,90	102,62	264,50	0,27
	M	21	96,11	4,59	86,49	103,52		
M.I69	F	21	52,58	2,33	47,75	56,91	272,00	0,05
	M	19	50,44	3,22	43,59	54,08		
M.I71	F	20	95,42	4,24	85,29	102,22	64,50	< 0,01
	M	19	100,87	4,10	92,10	106,47		
M.I73a	F	20	71,93	5,18	63,97	87,07	274,50	0,02
	M	19	68,61	3,35	62,75	76,43		
M.I73b	F	20	87,24	4,93	78,26	96,55	265,00	0,04
	M	19	83,06	5,57	68,63	90,23		

B. Description et analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus

i. L'échantillon féminin

- Statistiques descriptives et univariées

Les statistiques descriptives de l'échantillon féminin ont été calculées en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus, pour l'ensemble des mesures (Table 45) et des indices crâniens (Table 46). Les valeurs de coefficient de variation obtenues au sein du corpus féminin pour l'échantillon daté du premier Mésolithique (11 valeurs) indiquent une plus grande hétérogénéité morphométrique crânienne au sein de cette période chronoculturelle qu'au second Mésolithique, qui correspond pourtant à l'échantillon le plus conséquent en termes d'individus. Trois mesures et trois indices crâniens présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes en fonction des groupes chronoculturels au sein de l'échantillon féminin (Table 47) : la longueur glabellle-inion (M2), la distance porion-bregma (M20), la corde porion-bregma (CordPoBg), l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14), l'indice orbito-facial transverse (M.I42(1)) et l'indice inter-orbitaire (M.I46a). Aucune de ces variables n'indique de différence significative entre les corpus du Paléolithique final et du premier Mésolithique (Table 47). La longueur glabellle-inion (M2) est en moyenne plus grande pour les individus féminins datés du Paléolithique final comparé aux individus féminins du second Mésolithique. Les individus féminins du premier Mésolithique présentent en moyenne des longueurs et hauteurs de crâne (M2 et M20) plus grandes que les individus féminins du second Mésolithique. Ces derniers présentent en moyenne un neurocrâne plus large dans sa partie basse que les individus féminins du premier Mésolithique (M.I14) ainsi que des orbites plus espacées dans le plan transverse (M.I46a) (Table 47, Figure 54).

Table 45 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes pour l'échantillon féminin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A et Annexe 3-D; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).

	Sexe	Chrono	n	moyenne	sd	min	max	cv
M1	F	PF	4	187,53	8,56	180,00	199,00	5%
	F	meso_1	10	182,15	3,45	178,00	190,00	2%
	F	meso_2	20	181,95	5,77	171,00	191,00	3%
M2	F	PF	2	/	/	177,30	186,00	/
	F	meso_1	9	171,84	3,46	167,00	178,50	2%
	F	meso_2	20	169,50	5,46	162,00	185,00	3%
M3	F	PF	3	175,41	13,23	161,00	187,00	/
	F	meso_1	10	175,32	4,35	170,00	185,00	2%
	F	meso_2	20	174,53	5,43	164,00	187,00	3%
M5	F	PF	3	99,99	7,02	91,96	105,00	/
	F	meso_1	8	97,64	4,75	90,00	105,00	5%
	F	meso_2	13	98,26	3,47	93,00	107,00	4%
M7	F	PF	2	/	/	36,75	40,40	/
	F	meso_1	9	36,40	3,06	31,00	41,10	8%
	F	meso_2	11	36,31	1,56	34,13	39,19	4%
M8	F	PF	5	133,02	8,17	120,00	140,00	6%
	F	meso_1	9	135,72	6,08	125,00	142,00	4%
	F	meso_2	19	131,74	5,48	120,00	141,00	4%
M9	F	PF	5	92,68	2,92	89,00	97,00	3%
	F	meso_1	12	94,38	5,17	87,00	102,50	5%
	F	meso_2	19	92,75	4,53	87,00	103,00	5%
M10	F	PF	4	112,75	5,74	106,00	120,00	5%
	F	meso_1	12	115,29	7,39	104,00	125,00	6%
	F	meso_2	18	111,72	5,86	102,00	122,00	5%
M12	F	PF	3	113,03	7,60	106,00	121,09	/
	F	meso_1	7	106,25	7,19	97,00	116,00	7%
	F	meso_2	18	109,44	3,15	102,00	115,00	3%
M16	F	PF	1	/	/	30,80	30,80	/
	F	meso_1	6	30,60	2,09	27,50	33,62	7%
	F	meso_2	12	30,74	2,98	24,94	35,23	10%
M17	F	PF	4	136,40	6,11	130,00	143,00	4%
	F	meso_1	9	135,50	6,97	126,50	150,00	5%
	F	meso_2	13	135,24	5,31	129,00	146,00	4%
M20geom	F	PF	3	111,40	3,20	109,13	115,06	/
	F	meso_1	8	113,89	5,21	108,83	124,00	5%
	F	meso_2	16	109,82	3,37	105,33	115,97	3%
M20	F	PF	2	/	/	124,21	130,00	4%
	F	meso_1	9	128,58	5,78	122,17	142,00	/
	F	meso_2	18	123,92	3,72	118,00	131,50	3%
PoPo	F	PF	2	119,81	1,68	118,63	121,00	/
	F	meso_1	8	114,71	9,18	101,00	128,00	8%
	F	meso_2	17	115,97	6,46	104,00	125,50	6%
M23	F	PF	3	526,67	22,19	503,00	547,00	/
	F	meso_1	9	513,78	12,72	492,00	530,00	2%
	F	meso_2	17	509,35	14,63	486,00	536,00	3%
CordPoBg	F	PF	1	/	/	156,50	156,50	/
	F	meso_1	9	154,55	6,40	146,72	163,50	4%
	F	meso_2	18	148,14	3,86	143,50	157,00	3%
M26	F	PF	3	128,45	7,80	120,00	135,36	/
	F	meso_1	11	128,55	5,39	121,00	138,00	4%
	F	meso_2	19	124,89	5,71	118,00	139,00	5%
M27	F	PF	3	132,45	17,67	115,00	150,34	/
	F	meso_1	12	127,00	11,30	105,00	143,00	9%
	F	meso_2	19	125,21	6,28	111,00	140,00	5%
M28	F	PF	2	/	/	114,70	139,00	/
	F	meso_1	8	124,85	8,34	112,00	139,00	7%
	F	meso_2	13	122,92	7,44	111,00	132,00	6%
M29	F	PF	3	106,15	4,24	103,15	111,00	/
	F	meso_1	11	108,43	4,10	103,00	113,73	4%
	F	meso_2	19	107,08	3,89	101,00	116,00	4%
M30	F	PF	3	111,88	15,23	94,54	123,10	/
	F	meso_1	12	113,43	7,96	101,10	126,00	7%
	F	meso_2	19	111,25	5,25	102,00	122,00	5%
M31	F	PF	2	/	/	94,56	110,00	/
	F	meso_1	8	103,09	6,84	91,00	112,00	7%
	F	meso_2	13	102,17	7,04	92,00	118,00	7%
M40	F	PF	1	/	/	102,00	102,00	/
	F	meso_1	7	95,37	5,62	85,00	103,00	6%
	F	meso_2	13	95,46	3,41	89,00	99,50	4%
M41b	F	PF	3	29,35	2,00	27,54	31,50	/
	F	meso_1	9	32,21	3,17	27,07	36,70	10%
	F	meso_2	13	29,96	5,85	18,15	38,24	20%
M41c	F	PF	2	/	/	42,22	44,50	/
	F	meso_1	9	52,21	4,10	45,07	59,01	8%
	F	meso_2	14	49,48	4,18	40,50	54,57	8%
M43.1	F	PF	2	/	/	99,94	104,00	/
	F	meso_1	7	101,21	4,76	94,66	108,00	5%
	F	meso_2	17	99,68	4,61	91,78	107,00	5%
M44	F	PF	3	89,92	5,59	85,00	96,00	/
	F	meso_1	6	92,56	3,12	88,37	96,00	3%
	F	meso_2	16	90,97	4,59	84,29	98,64	5%
M45	F	PF	2	/	/	129,92	130,00	/
	F	meso_1	7	127,61	7,88	116,00	139,41	6%
	F	meso_2	11	129,57	7,41	119,00	138,83	6%
M46b	F	PF	1	/	/	82,30	82,30	/
	F	meso_1	6	93,32	3,24	89,51	97,70	3%
	F	meso_2	15	93,19	5,98	80,51	100,09	6%
M48	F	PF	2	/	/	60,60	65,00	/
	F	meso_1	7	63,52	3,88	60,55	70,50	6%
	F	meso_2	16	62,22	4,21	52,33	67,70	7%
M48d	F	PF	1	/	/	17,55	17,55	/
	F	meso_1	10	20,91	1,83	18,50	23,47	9%
	F	meso_2	17	21,29	2,00	14,92	23,31	9%
M50	F	PF	1	/	/	14,00	14,00	/
	F	meso_1	8	20,61	2,77	17,20	24,65	13%
	F	meso_2	17	22,01	2,65	16,49	26,34	12%
M51	F	PF	4	36,92	5,56	29,00	42,00	15%
	F	meso_1	9	40,36	2,66	36,52	46,38	7%
	F	meso_2	15	38,85	4,28	33,07	49,42	11%
M52	F	PF	3	29,35	1,64	27,50	30,64	/
	F	meso_1	10	30,34	1,74	28,25	34,20	6%
	F	meso_2	15	29,38	2,39	26,80	35,35	8%
M54	F	PF	3	25,11	1,90	23,20	27,00	/
	F	meso_1	7	22,88	1,41	21,00	25,00	6%
	F	meso_2	15	23,02	1,31	20,71	24,84	6%
M55	F	PF	3	47,98	1,85	45,84	49,10	/
	F	meso_1	9	48,12	3,07	43,50	53,50	6%
	F	meso_2	14	48,89	2,60	42,00	52,00	5%
M60	F	PF	1	/	/	56,00	56,00	/
	F	meso_1	7	48,72	4,00	44,00	56,00	8%
	F	meso_2	12	49,81	3,58	45,52	55,91	7%
M61	F	PF	3	63,47	4,80	60,50	69,00	/
	F	meso_1	8	58,11	3,93	52,00	64,00	7%
	F	meso_2	14	61,43	3,29	54,56	66,89	5%
M62	F	PF	1	/	/	55,30	55,30	/
	F	meso_1	8	44,54	1,87	42,85	48,00	4%
	F	meso_2	13	42,55	4,29	32,00	48,54	10%
M63	F	PF	2	/	/	36,08	38,80	/
	F	meso_1	8	32,79	3,49	26,40	37,50	11%
	F	meso_2	13	34,29	2,70	29,00	39,77	8%

Table 46 : Statistiques descriptives des indices crâniens pour l'échantillon féminin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-B et Annexe 3-D ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).

Chrono	n	moyenne	sd	min	max	cv	type	Chrono	n	moyenne	sd	min	max	cv	type		
M.I1	PF	4	72,76	3,37	68,84	76,67	5%	dolichocrâne	M.I39	PF	2	/	/	50	50,97	/	mésène
	meso_1	9	74,52	3,47	69,06	79,78	5%	dolichocrâne		meso_1	6	48,11	1,94	44,65	50,08	4%	euryène
	meso_2	19	72,61	2,71	65,93	76,22	4%	dolichocrâne		meso_2	11	47,99	3,06	42,54	52,91	6%	euryène
M.I2	PF	4	72,74	0,97	71,86	74,07	1%	orthocrâne	M.I40	PF	1	/	/	83,41	83,41	/	/
	meso_1	8	74,06	3,84	69,89	81,97	5%	orthocrâne		meso_1	6	75,76	6,45	69,79	86,21	9%	/
	meso_2	13	74,66	2,32	71,27	78,92	3%	orthocrâne		meso_2	11	75,81	3,65	67,59	81,37	5%	/
M.I3	PF	4	100,12	4,34	94,2	104,38	4%	acrocrâne	M.I42	PF	3	74,46	7,94	65,48	80,55	/	chamaeconque
	meso_1	8	99,83	5,36	92,96	108,8	5%	acrocrâne		meso_1	8	74,50	5,69	63,26	79,75	8%	chamaeconque
	meso_2	12	101,36	2,81	95,22	104,64	3%	acrocrâne		meso_2	15	76,30	9,11	59,48	90,84	12%	mésocconque
M.I4	PF	3	59,62	1,67	57,82	61,11	/	orthocrâne	M.I42(1)	PF	2	/	/	31,52	32,31	/	/
	meso_1	8	62,47	2,35	60,6	67,76	4%	orthocrâne		meso_1	7	31,06	1,69	28,57	33,6	5%	/
	meso_2	16	60,83	1,99	56,32	63,59	3%	orthocrâne		meso_2	11	29,51	1,29	27,65	32,7	4%	/
M.I5	PF	3	82,52	2,44	79,71	83,99	/	métricrâne	M.I42(2)	PF	2	/	/	42,31	49,34	/	/
	meso_1	8	83,15	3,92	76,64	87,63	5%	métricrâne		meso_1	6	46,45	2,33	42,91	49,44	5%	/
	meso_2	16	83,38	2,89	77,79	89,78	3%	métricrâne		meso_2	15	46,72	3,67	41,23	53,46	8%	/
M.I9	PF	3	26,13	0,29	25,84	26,42	/	/	M.I46a	PF	1	/	/	16,47	16,47	/	/
	meso_1	8	26,28	1,13	25,25	28,3	4%	/		meso_1	5	20,52	1,78	18,3	22,5	9%	/
	meso_2	12	26,40	1	24,34	28,4	4%	/		meso_2	16	23,91	2,3	19,29	26,71	10%	/
M.I12	PF	4	82,09	1,33	80,83	83,96	2%	frontal intermédiaire	M.I48	PF	3	52,38	4,45	47,25	55,1	/	chamaerhinien
	meso_1	12	82,08	5,6	72,5	90,18	7%	frontal intermédiaire		meso_1	7	46,87	4,77	39,25	53,19	10%	leptorrhinien
	meso_2	17	82,45	3,74	75,83	87,83	5%	frontal intermédiaire		meso_2	13	47,33	3,05	40,92	53,5	6%	mésorrhinien
M.I13	PF	5	69,83	3,54	66,07	74,17	5%	eury métope	M.I51(1)	PF	2	/	/	17,71	20,77	11%	/
	meso_1	9	68,75	4,73	61,7	74,82	7%	métriométope		meso_1	5	17,57	1,74	15,69	20,19	10%	/
	meso_2	17	70,29	3,5	65,96	76,87	5%	eury métope		meso_2	11	18,25	1,2	16,98	20,45	7%	/
M.I13a	PF	4	84,45	4,07	80,71	88,33	5%	/	M.I54	PF	1	/	/	123,21	123,21	/	/
	meso_1	9	82,94	4,08	75,35	87,77	5%	/		meso_1	6	126,65	7,45	114,29	135,23	6%	/
	meso_2	17	84,62	2,51	80	88,81	3%	/		meso_2	12	126,01	7,87	109,26	137,14	6%	/
M.I14	PF	3	83,87	8,33	76,81	93,06	/	/	M.I56	PF	1	/	/	54,9	54,9	/	/
	meso_1	7	79,00	2,23	76,26	82,27	3%	/		meso_1	6	51,58	3,97	45,83	56,47	8%	/
	meso_2	17	82,79	2,87	75,89	87,8	3%	/		meso_2	12	51,56	1,71	49,14	54,55	3%	/
M.I16	PF	3	102,81	7,7	95,83	111,07	/	/	M.I58	PF	1	/	/	70,16	70,16	/	leptostphylin
	meso_1	10	100,77	8,1	88,41	107,69	8%	/		meso_1	7	74,35	6,76	61,4	81,4	9%	leptostphylin
	meso_2	18	101,55	3,16	95,08	106,45	3%	/		meso_2	12	79,16	5,77	66,66	85,14	7%	leptostphylin
M.I17	PF	2	/	/	84,74	106,92	/	/	M.I60	PF	1	/	/	99,03	99,03	/	mésognathe
	meso_1	7	96,89	5,61	86,15	104,96	6%	/		meso_1	7	98,59	3,15	94,44	102,62	3%	mésognathe
	meso_2	13	98,82	6,92	89,13	110,17	7%	/		meso_2	13	96,76	3,68	89,9	102,06	4%	orthognathe
M.I18	PF	2	/	/	76,29	105,3	/	/	M.I69	PF	1	/	/	51,26	51,26	/	/
	meso_1	8	101,19	15,79	80	132,38	16%	/		meso_1	7	52,64	2,73	47,75	56,91	5%	/
	meso_2	13	97,89	7,62	87,86	111,21	8%	/		meso_2	13	52,66	2,27	49,74	56,73	4%	/
M.I22	PF	3	82,80	4,98	77,06	85,96	/	/	M.I71	PF	2	/	/	92,86	95,61	/	/
	meso_1	11	84,39	2,22	81,06	86,8	3%	/		meso_1	7	93,16	5,26	85,29	98,93	6%	/
	meso_2	19	85,80	2,41	80,58	90,14	3%	/		meso_2	11	97,06	3,21	91,79	102,22	3%	/
M.I24	PF	3	84,49	4,24	81,88	89,39	/	/	M.I73a	PF	2	/	/	71,15	73,56	/	/
	meso_1	12	89,49	2,87	84,96	96,29	3%	/		meso_1	7	74,15	8,16	63,97	87,07	11%	/
	meso_2	19	88,88	1,79	85,6	91,98	2%	/		meso_2	11	70,43	2,19	67,04	73,17	3%	/
M.I25	PF	2	/	/	79,14	82,44	/	/	M.I73b	PF	2	/	/	86,92	87,45	/	/
	meso_1	8	82,55	1,3	80,58	84,62	2%	/		meso_1	7	89,25	5,39	81,25	96,55	6%	/
	meso_2	13	83,13	3,12	79,13	90,77	4%	/		meso_2	11	85,97	4,91	78,26	94,31	6%	/
M.I33	PF	1	/	/	76,24	76,24	/	/									
	meso_1	6	85,69	4,65	78,57	90,04	5%	/									
	meso_2	11	86,37	6,8	76,94	101,17	8%	/									

Table 47 : Résultats du test de Kruskal Wallis pour la comparaison des mesures et indices crâniens pour l'échantillon féminin (en haut) et du test *post-hoc* U de Mann-Whitney (en bas) en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A et Annexe 3-B; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; en gras, valeurs significatives $ps \leq 0,05$).

	K	df	p		K	df	p
M1	1,91	2	0,38	M.11	1,74	2	0,42
M2	6,87	2	0,03	M.12	2,37	2	0,31
M3	0,35	2	0,84	M.13	1,25	2	0,54
M5	0,50	2	0,78	M.14	4,64	2	0,10
M7	1,61	2	0,45	M.15	0,78	2	0,68
M8	3,15	2	0,21	M.19	1,12	2	0,57
M9	1,16	2	0,56	M.112	0,31	2	0,86
M10	1,89	2	0,39	M.113	0,85	2	0,65
M12	2,79	2	0,25	M.113a	0,96	2	0,62
M16	0,05	2	0,98	M.114	6,66	2	0,04
M17	0,25	2	0,88	M.116	0,48	2	0,79
M20geom	4,02	2	0,13	M.117	0,26	2	0,88
M20	6,25	2	0,04	M.118	0,37	2	0,83
PoPo	1,16	2	0,56	M.122	2,83	2	0,24
M23	2,08	2	0,35	M.124	3,72	2	0,16
CordPoBg	8,53	2	0,01	M.125	0,97	2	0,62
M26	3,40	2	0,18	M.133	2,68	2	0,26
M27	1,07	2	0,59	M.139	2,14	2	0,34
M28	0,13	2	0,94	M.140	2,19	2	0,33
M29	1,18	2	0,55	M.142	0,02	2	0,99
M30	0,84	2	0,66	M.142(1)	5,98	2	0,05
M31	0,24	2	0,89	M.142(2)	0,11	2	0,95
M40	2,22	2	0,33	M.146a	8,34	2	0,02
M41b	1,70	2	0,43	M.148	3,35	2	0,19
M41c	5,52	2	0,06	M.151(1)	2,28	2	0,32
M43.1	0,81	2	0,67	M.154	0,31	2	0,86
M44	1,04	2	0,60	M.156	2,16	2	0,34
M45	0,33	2	0,85	M.158	3,83	2	0,15
M46b	1,90	2	0,39	M.160	1,46	2	0,48
M48	0,07	2	0,96	M.169	0,48	2	0,79
M48d	2,86	2	0,24	M.171	3,34	2	0,19
M50	3,86	2	0,15	M.173a	1,77	2	0,41
M51	3,69	2	0,16	M.173b	2,15	2	0,34
M52	2,07	2	0,36				
M54	4,16	2	0,12				
M55	1,35	2	0,51				
M60	2,69	2	0,26				
M61	3,88	2	0,14				
M62	4,21	2	0,12				
M63	4,02	2	0,13				

	PF vs meso_1		PF vs meso_2		meso_1 vs meso_2	
	U	p	U	p	U	p
M2	17,00	0,07	38,00	0,05	125,50	0,10
M20	9,00	1,00	29,00	0,18	125,50	0,02
CordPoBg	5,00	1,00	17,00	0,17	133,50	0,01
M.114	14,00	0,52	23,50	0,87	17,00	0,01
M.142(1)	10,50	0,38	20,00	0,10	60,00	0,06
M.146a	0,00	0,33	0,00	0,12	10,00	0,01

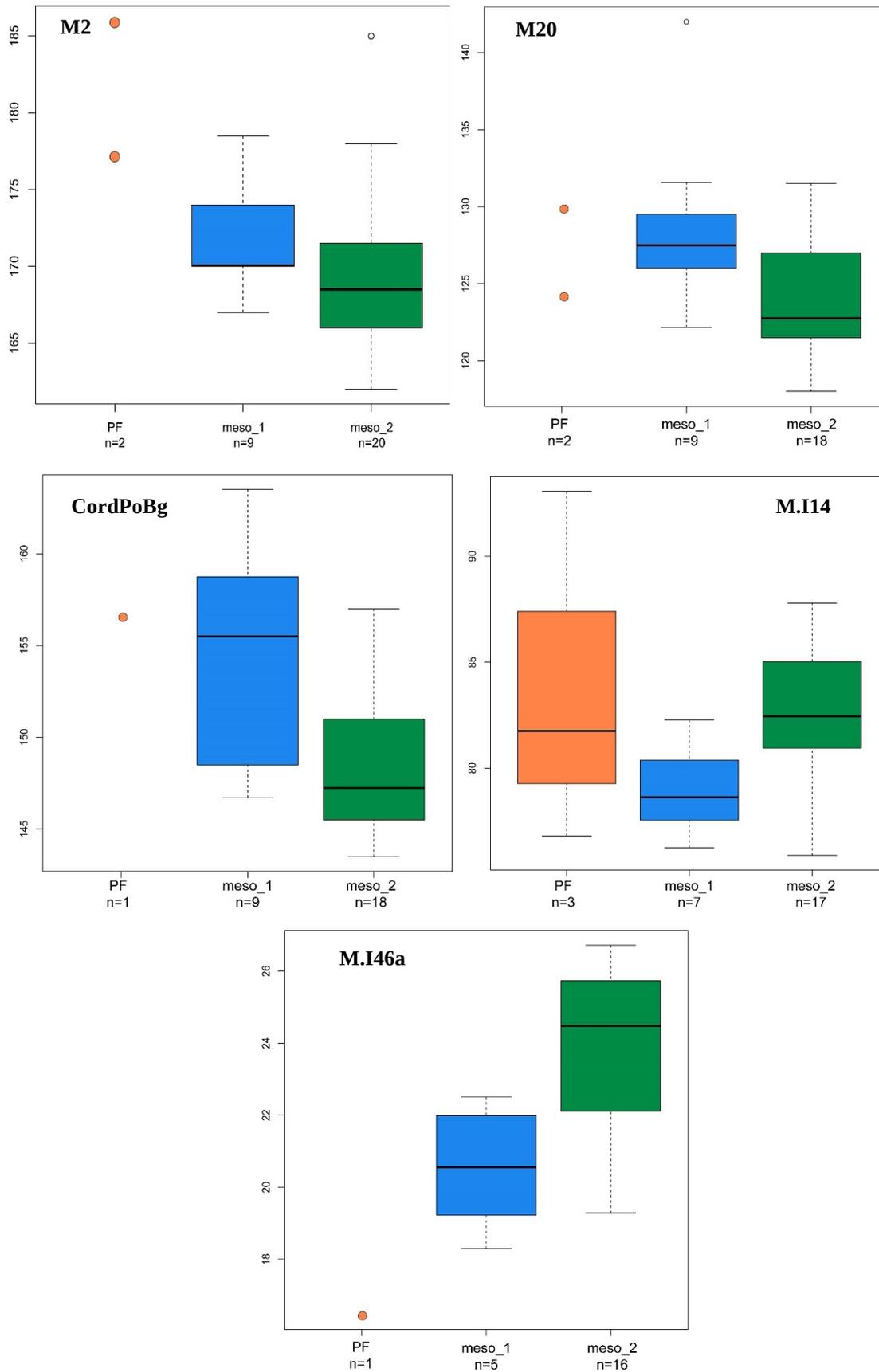


Figure 54 : Distribution de la longueur glabella-inion (M2), de la hauteur porion-bregma (M20), de l'arc porion-bregma (CordPoBg), de l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14) et de l'indice inter-orbitaire (M.I46a) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle (dans le sens de lecture ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

- **Comparaisons morphométriques : analyses multivariées**

Des ACP ont été réalisées sur les variables crâniennes dans le corpus féminin, selon les groupes chronoculturels. La première analyse a porté sur les variables brutes afin de discuter de l'effet de taille et une seconde après transformation isométrique *log shape ratio*. Les ACP intègrent 17 individus féminins, parmi lesquels un est daté du Paléolithique final, cinq sont datés du premier Mésolithique et 11 du second Mésolithique.

Les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les valeurs brutes (Figure 55) permettent d'expliquer près de 73 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon féminin analysé. Les individus féminins du Mésolithique ne se distinguent pas les uns des autres en fonction de leur période chronoculturelle. L'unique individu féminin daté du Paléolithique final (STD1) se distingue du corpus mésolithique par une plus grande longueur crânienne (M2) associée à une largeur inter-orbitaire réduite (M50). Une différenciation morphologique est observable au sein du corpus féminin du premier Mésolithique le long de la PC1, les trois individus de la péninsule italienne (UZZ4B, ORIB et VZB) présentant des dimensions de hauteur, largeur et longueurs crâniennes et faciales nettement plus élevées que les individus belges de la même période chronoculturelle (LOV1 et PRII).

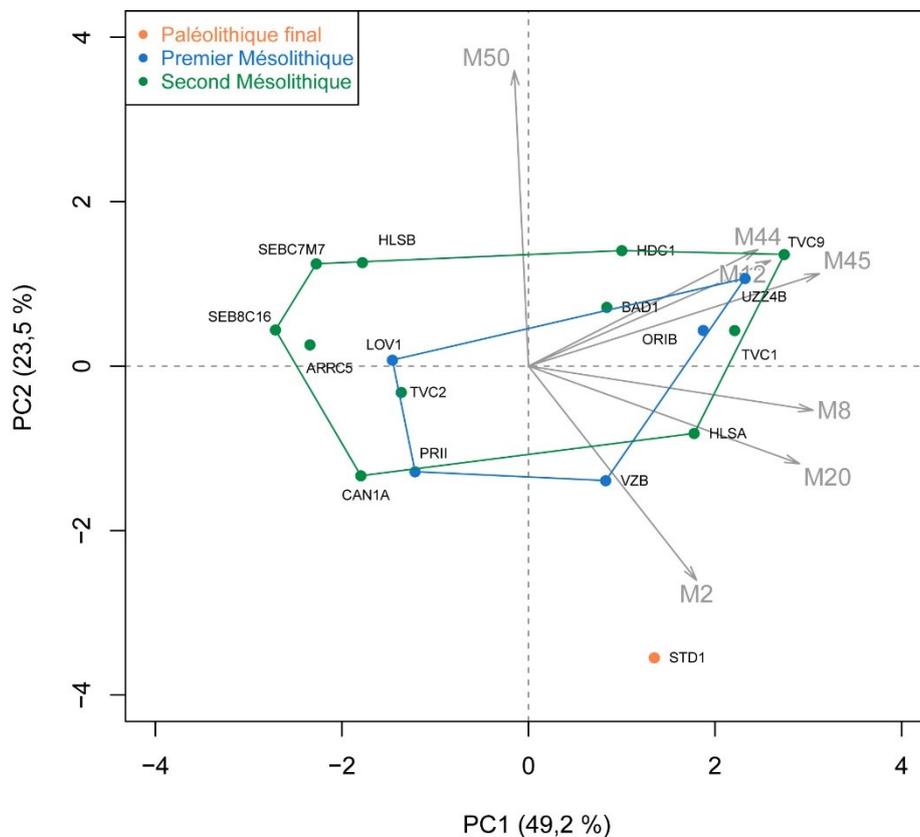


Figure 55 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M2, M8, M12, M20, M44, M45, M50] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.

La deuxième ACP porte sur les valeurs transformées par *log shape ratio* (Figure 56 et Figure 57). Les deux premières composantes représentent près de 71 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon féminin analysé. L'individu féminin daté du Paléolithique final se distingue des individus des deux périodes chronoculturelles mésolithiques avec une conformation crânienne caractérisée par un crâne long, large et haut et une largeur intra-orbitaire réduite. Une partie des individus féminins datés du second Mésolithique présentent une largeur intra-orbitaire élevée par rapport à des dimensions neurocrâniennes (hauteur, longueur et largeur) plus réduites, par rapport aux individus féminins du premier Mésolithique qui présentent une morphologie intermédiaire. Les PC2 et 3 représentent près de 37 % de la variabilité totale de l'échantillon féminin analysé. La PC3 permet de distinguer une conformation crânienne spécifique aux individus féminins du premier Mésolithique, caractérisés par une face plus large en moyenne que les individus des deux autres chronocultures, et particulièrement les individus portugais et deux individus allemands datés du second Mésolithique présentant une face plus étroite et un crâne plus haut et long.

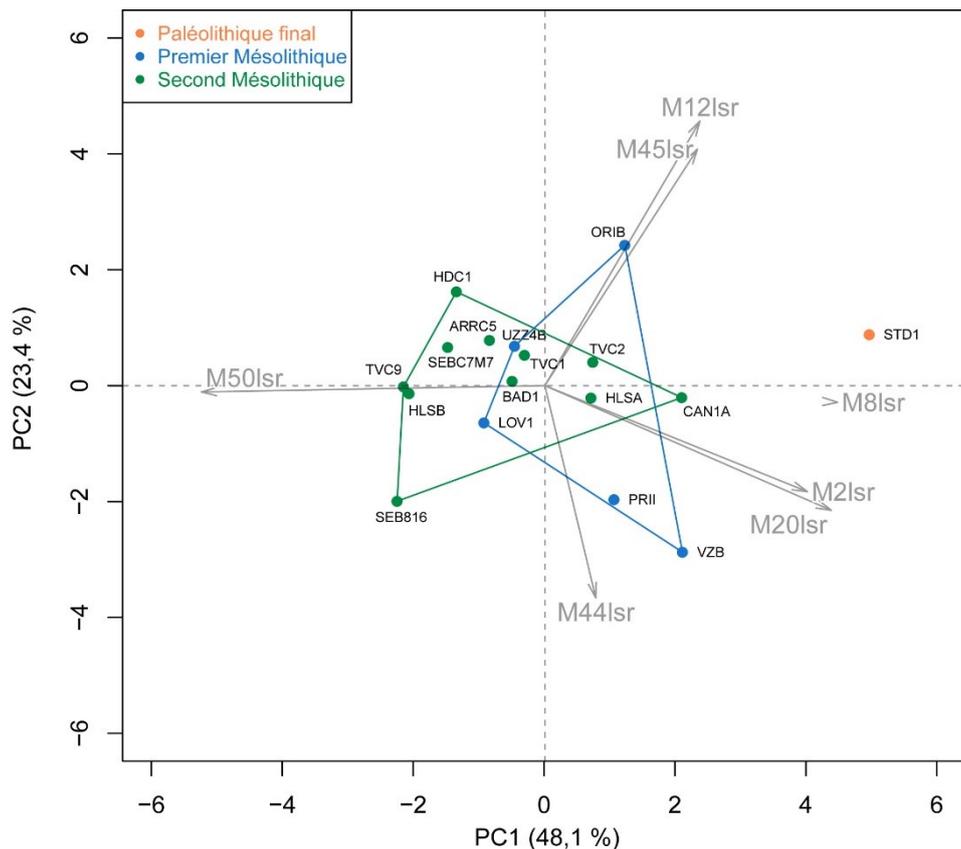


Figure 56 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M2lsr, M8lsr, M12lsr, M20lsr, M44lsr, M45lsr, M50lsr] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.

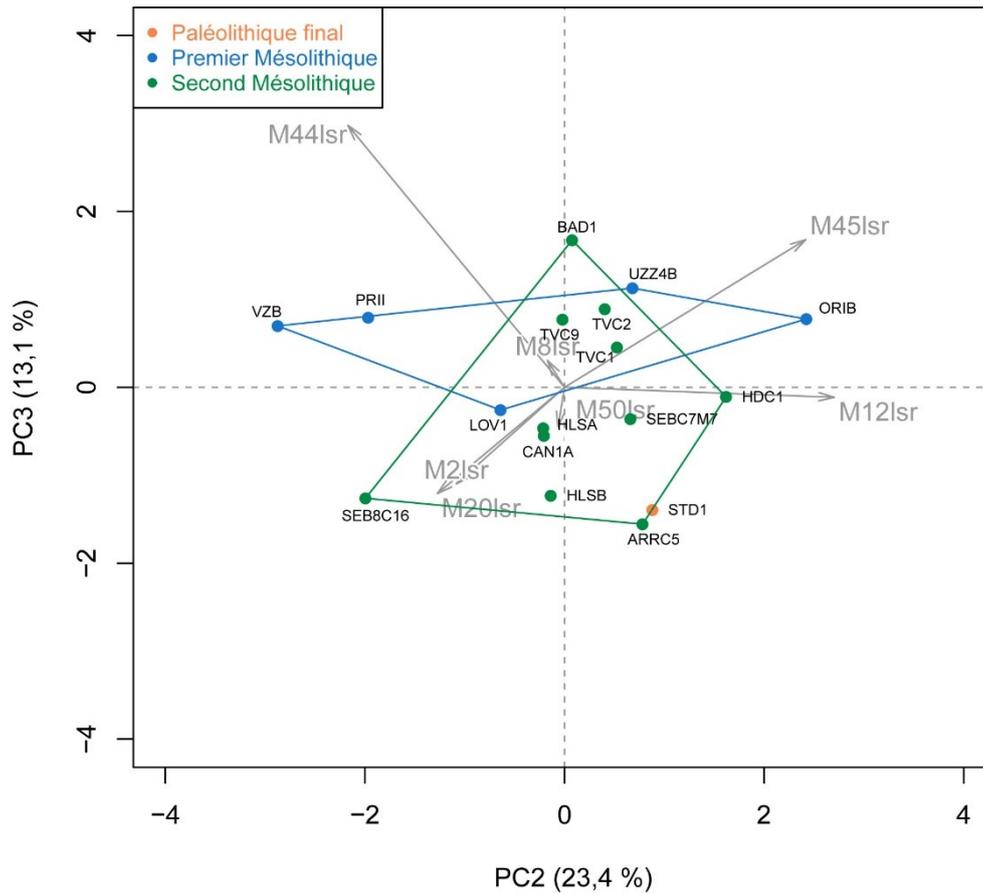


Figure 57 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M2lsr, M8lsr, M12lsr, M20lsr, M44lsr, M45lsr, M50lsr] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.

ii. L'échantillon masculin

- *Statistiques descriptives et univariées*

Les statistiques descriptives de l'échantillon masculin ont été calculées en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus, pour l'ensemble des mesures (Table 48) et des indices crâniens (Table 49). Les valeurs de coefficient de variation obtenues au sein du corpus masculin pour l'échantillon daté du Paléolithique final (11 valeurs) indiquent une plus grande hétérogénéité morphométrique crânienne au sein de cette période chronoculturelle qu'au sein des échantillons datés des deux autres périodes chronoculturelles. Globalement, les variations les plus importantes au sein des échantillons correspondent à des variables morphométriques de la face. Trois mesures et deux indices crâniens présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes en fonction des groupes chronoculturels au sein de l'échantillon masculin (Table 50) : la largeur maximale du foramen magnum (M16), la corde pariétale (M30), la largeur bi-orbitaire (M44), l'indice de hauteur/longueur (M.I4), l'indice occipital sagittal (M.I25).

Table 48 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes pour l'échantillon masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).

	Sexe	Chrono	n	moyenne	sd	min	max	cv
M1	M	PF	11	194,25	8,79	181,00	211,00	5%
	M	meso_1	5	189,40	2,51	185,00	191,00	1%
	M	meso_2	9	191,89	6,21	185,00	201,00	3%
M2	M	PF	9	185,22	8,09	169,00	194,00	4%
	M	meso_1	5	179,00	5,05	176,00	188,00	3%
	M	meso_2	9	179,89	5,21	171,00	186,00	3%
M3	M	PF	8	188,29	6,15	176,08	196,21	3%
	M	meso_1	5	183,67	2,01	182,00	187,00	1%
	M	meso_2	8	185,12	5,91	179,00	196,00	3%
M5	M	PF	11	98,86	7,06	87,00	111,00	7%
	M	meso_1	3	103,61	2,51	101,00	106,00	/
	M	meso_2	8	104,77	6,61	96,00	116,00	6%
M7	M	PF	8	40,64	3,08	36,00	44,00	8%
	M	meso_1	3	41,43	2,20	39,66	43,90	/
	M	meso_2	8	39,02	3,22	34,28	44,53	8%
M8	M	PF	10	140,70	5,03	134,00	148,00	4%
	M	meso_1	4	139,75	4,03	135,00	144,00	3%
	M	meso_2	9	138,92	3,73	131,00	144,25	3%
M9	M	PF	12	98,14	4,42	92,50	107,00	5%
	M	meso_1	4	97,25	4,57	94,00	104,00	5%
	M	meso_2	11	95,64	5,08	87,00	103,00	5%
M10	M	PF	10	117,58	5,68	109,50	126,00	5%
	M	meso_1	4	117,25	8,26	105,00	123,00	7%
	M	meso_2	8	120,12	3,65	113,96	124,00	3%
M12	M	PF	9	117,34	3,28	112,00	121,00	3%
	M	meso_1	5	120,40	4,04	116,00	126,00	3%
	M	meso_2	9	114,67	4,64	108,00	121,00	4%
M16	M	PF	8	32,21	1,37	30,00	34,54	4%
	M	meso_1	3	36,55	1,06	35,40	37,50	/
	M	meso_2	8	32,74	1,44	30,67	34,73	4%
M17	M	PF	11	138,37	6,59	126,00	148,00	5%
	M	meso_1	3	140,17	5,10	136,51	146,00	/
	M	meso_2	8	142,60	4,38	137,00	150,00	3%
M20geom	M	PF	10	115,41	3,63	108,00	121,00	3%
	M	meso_1	5	114,88	6,53	108,82	124,93	6%
	M	meso_2	9	118,57	4,45	113,69	124,52	4%
M20	M	PF	9	133,37	3,24	128,54	137,90	2%
	M	meso_1	5	130,50	4,21	125,00	136,50	3%
	M	meso_2	10	135,10	4,40	129,50	141,00	3%
PoPo	M	PF	8	129,18	5,23	119,94	136,36	4%
	M	meso_1	5	123,20	9,65	110,00	137,00	8%
	M	meso_2	9	126,67	2,92	123,00	131,00	2%
M23	M	PF	8	556,25	23,84	523,00	590,00	4%
	M	meso_1	4	539,00	3,92	535,00	544,00	1%
	M	meso_2	8	543,25	13,30	532,00	563,00	2%
CordPoBg	M	PF	8	158,30	4,29	152,00	163,73	3%
	M	meso_1	5	156,20	4,40	151,00	162,50	3%
	M	meso_2	10	160,05	5,20	153,00	170,00	3%
M26	M	PF	9	136,13	7,45	125,00	147,00	5%
	M	meso_1	6	130,33	4,80	123,00	135,00	4%
	M	meso_2	10	134,60	7,21	123,00	145,00	5%
M27	M	PF	8	137,07	10,21	121,70	155,00	7%
	M	meso_1	5	125,09	10,06	112,00	140,00	8%
	M	meso_2	9	134,67	6,95	124,00	145,00	5%
M28	M	PF	8	121,90	9,84	105,00	136,00	8%
	M	meso_1	3	137,89	16,51	123,68	156,00	/
	M	meso_2	8	119,62	6,16	108,00	127,00	5%
M29	M	PF	9	117,65	4,94	109,00	124,00	4%
	M	meso_1	6	112,59	4,69	108,52	120,00	4%
	M	meso_2	10	115,06	3,77	108,00	120,00	3%
M30	M	PF	8	122,35	6,85	112,35	134,00	6%
	M	meso_1	5	110,61	7,52	101,00	122,00	7%
	M	meso_2	9	120,34	6,53	110,00	128,00	5%
M31	M	PF	8	101,46	9,75	89,00	121,00	10%
	M	meso_1	3	103,77	4,21	98,91	106,40	/
	M	meso_2	8	97,76	3,01	92,42	101,30	3%
M40	M	PF	10	94,87	6,98	85,00	108,70	7%
	M	meso_1	3	99,76	4,12	95,00	102,28	4%
	M	meso_2	8	99,54	4,59	94,00	108,00	5%
M41b	M	PF	8	34,57	3,84	30,02	43,27	11%
	M	meso_1	5	34,27	3,81	29,88	40,35	11%
	M	meso_2	9	31,19	3,02	26,07	33,97	10%
M41c	M	PF	7	53,92	2,74	49,74	56,89	5%
	M	meso_1	5	50,89	6,97	39,55	57,85	14%
	M	meso_2	9	49,79	6,81	33,25	58,56	14%
M43.1	M	PF	8	108,58	4,28	104,00	115,00	4%
	M	meso_1	5	105,14	5,99	97,10	111,00	6%
	M	meso_2	8	107,01	5,60	97,00	114,00	5%
M44	M	PF	11	99,52	4,38	93,00	106,00	4%
	M	meso_1	5	94,24	2,02	92,00	97,10	2%
	M	meso_2	8	98,18	3,16	95,00	102,86	3%
M45	M	PF	10	141,40	5,42	132,00	149,00	4%
	M	meso_1	5	138,73	9,87	127,00	153,00	7%
	M	meso_2	6	143,05	5,47	135,07	150,00	4%
M46b	M	PF	8	98,76	5,38	91,32	107,20	5%
	M	meso_1	5	96,81	9,03	82,00	106,00	9%
	M	meso_2	7	105,62	13,08	84,00	128,00	12%
M48	M	PF	11	66,72	2,92	61,00	70,00	4%
	M	meso_1	4	67,71	5,05	62,80	74,10	7%
	M	meso_2	7	70,81	3,83	66,00	75,15	5%
M48d	M	PF	8	23,61	1,56	21,68	26,13	7%
	M	meso_1	6	23,73	2,41	21,60	28,20	10%
	M	meso_2	8	23,63	1,52	21,54	25,68	6%
M50	M	PF	9	20,68	3,91	17,00	29,53	19%
	M	meso_1	5	21,04	2,65	17,10	23,66	13%
	M	meso_2	7	22,99	2,92	19,80	27,70	13%
M51	M	PF	13	42,33	3,80	37,00	49,00	9%
	M	meso_1	5	40,02	1,74	37,74	42,60	4%
	M	meso_2	10	41,74	2,63	39,00	46,69	6%
M52	M	PF	13	30,19	2,80	26,65	37,00	9%
	M	meso_1	5	29,33	2,45	26,80	32,05	8%
	M	meso_2	9	30,26	1,82	27,30	32,64	6%
M54	M	PF	12	23,83	2,00	21,00	27,00	8%
	M	meso_1	6	24,02	2,04	21,50	26,20	8%
	M	meso_2	6	24,54	1,07	22,70	25,76	4%
M55	M	PF	13	49,01	2,48	44,00	53,00	5%
	M	meso_1	6	51,56	3,37	46,60	55,25	7%
	M	meso_2	9	51,19	7,13	34,00	57,73	14%
M60	M	PF	9	53,11	5,21	49,00	65,50	10%
	M	meso_1	4	53,68	3,97	48,30	57,80	7%
	M	meso_2	7	51,06	2,91	47,80	55,00	6%
M61	M	PF	11	61,67	6,38	43,00	66,50	10%
	M	meso_1	5	62,37	4,01	57,30	68,54	6%
	M	meso_2	10	63,56	3,42	59,00	70,90	5%
M62	M	PF	9	44,37	2,27	40,00	46,87	5%
	M	meso_1	5	44,70	1,70	43,00	46,75	4%
	M	meso_2	8	46,98	3,98	43,07	53,00	8%
M63	M	PF	10	37,20	1,48	34,27	39,50	4%
	M	meso_1	5	35,14	2,68	31,90	39,14	8%
	M	meso_2	10	35,19	2,72	30,00	38,27	8%

Table 49 : Statistiques descriptives des indices crâniens pour l'échantillon masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-B ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).

	Chrono	n	moyenne	sd	min	max	cv	type
M.I1	PF	10	72,53	2,72	68,72	77,35	4%	dolichocrâne
	meso_1	4	73,96	2,59	71,05	76,76	4%	dolichocrâne
	meso_2	8	73,32	2,78	68,66	76,22	4%	dolichocrâne
M.I2	PF	10	70,75	3,64	66,67	78,18	5%	orthocrâne
	meso_1	3	73,92	4,5	70,2	78,92	/	orthocrâne
	meso_2	7	74,01	1,21	72,31	75,27	2%	orthocrâne
M.I3	PF	9	97,36	4,97	90,38	105,97	5%	metriocrâne
	meso_1	3	99,10	4,25	94,47	102,82	/	acrocrâne
	meso_2	8	102,62	4,22	98,56	110,69	4%	acrocrâne
M.I4	PF	10	59,42	2,45	54,98	64,64	4%	orthocrâne
	meso_1	5	60,67	3,56	57,23	65,41	6%	orthocrâne
	meso_2	8	62,10	0,86	61,13	63,97	1%	orthocrâne
M.I5	PF	9	82,00	2,9	78,38	86,57	4%	métricrâne
	meso_1	4	80,47	4	75,91	85,23	5%	métricrâne
	meso_2	9	85,00	3,53	80,63	90,23	4%	métricrâne
M.I9	PF	8	24,84	1,37	23,36	27,06	6%	/
	meso_1	3	25,95	1,19	25	27,29	/	/
	meso_2	7	26,04	0,43	25,28	26,64	2%	/
M.I12	PF	10	83,88	2,76	78,57	86,67	3%	frontal intermédiaire
	meso_1	3	85,24	6,58	78,33	91,43	/	frontal intermédiaire
	meso_2	8	81,46	4,47	73,39	87,07	5%	frontal intermédiaire
M.I13	PF	10	69,66	2,59	64,6	72,99	4%	eurymétope
	meso_1	3	69,41	5,16	66,2	75,36	/	eurymétope
	meso_2	9	69,47	2,89	65,47	74,64	4%	eurymétope
M.I13a	PF	8	82,47	2,92	78,21	88,32	4%	/
	meso_1	4	84,06	7,9	72,92	91,11	9%	/
	meso_2	8	86,39	2,57	82,59	89,71	3%	/
M.I14	PF	8	83,20	2,23	80	87,05	3%	/
	meso_1	4	85,25	4,56	80,56	90,37	5%	/
	meso_2	9	83,03	3,03	79,14	87,68	4%	/
M.I16	PF	8	102,02	10,18	87,43	113,14	10%	/
	meso_1	5	94,63	9,39	84,21	109,38	10%	/
	meso_2	8	101,75	9,06	91,43	117,89	9%	/
M.I17	PF	8	90,62	8,23	78,62	100,8	9%	/
	meso_1	3	103,69	12,01	94,53	117,29	/	/
	meso_2	7	90,23	3,2	86,43	94,31	4%	/
M.I18	PF	8	89,29	9,22	78,95	106,19	10%	/
	meso_1	3	115,92	21	98,64	139,29	/	/
	meso_2	8	89,31	7,41	80	100	8%	/
M.I22	PF	9	86,51	2,84	82,9	90,51	3%	/
	meso_1	6	86,39	1,72	84,87	88,89	2%	/
	meso_2	10	85,64	4,19	80,69	94,45	5%	/
M.I24	PF	8	89,38	2,33	86,45	92,97	3%	/
	meso_1	5	88,50	1,19	87,14	90,18	1%	/
	meso_2	9	89,37	2,11	86,47	93,43	2%	/
M.I25	PF	8	83,19	2,81	79,72	88,97	3%	/
	meso_1	3	75,77	6,78	67,95	79,95	/	/
	meso_2	8	81,81	2,2	78,74	85,57	3%	/
M.I33	PF	8	80,48	5,54	70,45	88,89	7%	/
	meso_1	3	86,73	6,01	80,64	92,66	/	/
	meso_2	7	83,00	3,47	77,81	89,47	4%	/
M.I39	PF	9	47,47	3,18	42,96	53,03	7%	euryène
	meso_1	3	48,29	1,01	47,22	49,22	/	euryène
	meso_2	6	48,27	2,61	44	51,77	5%	euryène
M.I40	PF	9	73,76	6,36	66,55	84,09	9%	/
	meso_1	4	75,48	2,71	72,14	78,2	4%	/
	meso_2	6	75,18	2,48	72,43	78,89	3%	/
M.I42	PF	13	71,45	4,54	66,64	81,08	6%	chamaeconque
	meso_1	5	73,23	4,12	67,25	78,21	6%	chamaeconque
	meso_2	9	72,40	4,17	67,31	79,81	6%	chamaeconque
M.I42(1)	PF	10	29,84	2,31	25,97	32,89	8%	/
	meso_1	5	28,98	1,57	27,35	31,18	5%	/
	meso_2	6	30,17	2,24	27,13	33,11	7%	/
M.I42(2)	PF	11	45,27	3,6	40,88	52,86	8%	/
	meso_1	3	43,82	1,5	42,68	45,52	/	/
	meso_2	7	43,82	1,76	40,71	46,32	4%	/
M.I46a	PF	9	20,88	4,11	16,04	29,48	20%	/
	meso_1	4	21,88	2,43	18,59	23,83	11%	/
	meso_2	7	23,39	3,14	19,25	28,75	13%	/
M.I48	PF	12	48,08	4,26	41,18	56,25	9%	mésorrhinien
	meso_1	6	46,73	4,62	39,09	52,31	10%	leptorrhinien
	meso_2	6	46,75	1,67	44,62	48,98	4%	leptorrhinien
M.I51.1	PF	10	16,97	1,87	14,19	19,17	11%	/
	meso_1	5	17,32	2,37	14,05	20,18	14%	/
	meso_2	6	17,20	0,71	15,99	17,99	4%	/
M.I54	PF	9	117,35	20,35	65,65	135,71	17%	/
	meso_1	4	116,63	3,18	113,1	119,91	3%	/
	meso_2	7	129,52	9,9	114,28	143,23	8%	/
M.I56	PF	9	57,33	6,19	51,6	71,98	11%	/
	meso_1	3	54,73	1,65	53,75	56,63	/	/
	meso_2	6	51,83	3,22	47,85	56,72	6%	/
M.I58	PF	9	84,10	6,46	73,12	94,05	8%	mésostaphylin
	meso_1	5	76,05	9,87	64,77	91,02	13%	leptostaphylin
	meso_2	7	83,33	5,12	74,74	89,37	6%	mésostaphylin
M.I60	PF	10	96,51	6,12	86,49	103,52	6%	orthognathe
	meso_1	3	95,89	1,69	94,06	97,39	/	orthognathe
	meso_2	8	95,71	3,28	93,1	103,13	3%	orthognathe
M.I69	PF	9	48,43	3,43	43,59	54,08	7%	/
	meso_1	3	52,62	1,18	51,35	53,68	/	/
	meso_2	7	52,10	1,82	49,05	53,76	3%	/
M.I71	PF	9	99,84	4,48	92,1	106,47	4%	/
	meso_1	4	101,33	5,39	93,66	106,25	5%	/
	meso_2	6	102,12	2,64	98,81	106,38	3%	/
M.I73a	PF	10	69,64	3,43	65,14	76,43	5%	/
	meso_1	3	67,09	4,02	62,75	70,68	/	/
	meso_2	6	67,66	2,86	64,08	72,63	4%	/
M.I73b	PF	9	83,47	4,69	77,03	89,29	6%	/
	meso_1	4	81,53	10,19	68,63	90,23	12%	/
	meso_2	6	83,45	3,45	78,99	87,32	4%	/

Une seule de ces variables indique une différence significative entre les corpus du Paléolithique final et du second Mésolithique (Table 50). Bien qu'ils soient de même type (orthocrâne, cf. Table 49) les valeurs d'indice de hauteur/longueur (M.I4) indiquent que les individus masculins du second Mésolithique possèdent des crânes ayant une voûte plus haute et moins allongée que ceux des individus datés du Paléolithique final. Les quatre autres variables testées indiquent des différences significatives entre les individus masculins datés du premier Mésolithique et les individus masculins des deux autres chronocultures. Au premier Mésolithique, les individus masculins de notre échantillon se distinguent par un foramen magnum plus large (M16), une réduction de la corde pariétale (M30), de la largeur bi-orbitaire (M44) et de l'indice occipital sagittal (M.I25) (Table 50, Figure 58).

Table 50 : Résultats du test de Kruskal Wallis pour la comparaison des mesures et indices crâniens pour l'échantillon masculin (en haut) et du test *post-hoc* U de Mann-Whitney (en bas) en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A et Annexe 3-B ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).

	K	df	p value		K	df	p
M1	2,43	2	0,30	M.I1	0,85	2	0,65
M2	3,80	2	0,15	M.I2	5,17	2	0,08
M3	3,49	2	0,17	M.I3	4,41	2	0,11
M5	3,64	2	0,16	M.I4	6,70	2	0,04
M7	1,94	2	0,38	M.I5	4,18	2	0,12
M8	0,26	2	0,88	M.I9	3,84	2	0,15
M9	0,90	2	0,64	M.I12	1,25	2	0,53
M10	0,88	2	0,65	M.I13	0,20	2	0,91
M12	5,32	2	0,07	M.I13a	5,63	2	0,06
M16	7,41	2	0,02	M.I14	0,73	2	0,70
M17	1,97	2	0,37	M.I16	2,46	2	0,29
M20geom	1,41	2	0,49	M.I17	5,13	2	0,08
M20	3,52	2	0,17	M.I18	5,51	2	0,06
PoPo	3,03	2	0,22	M.I22	1,79	2	0,41
M23	1,27	2	0,53	M.I24	0,27	2	0,87
CordPoBg	1,85	2	0,40	M.I25	6,38	2	0,04
M26	2,27	2	0,32	M.I33	2,47	2	0,29
M27	3,98	2	0,14	M.I39	1,22	2	0,54
M28	3,66	2	0,16	M.I40	1,93	2	0,38
M29	4,35	2	0,11	M.I42	1,02	2	0,60
M30	6,61	2	0,04	M.I42(1)	1,07	2	0,59
M31	3,47	2	0,18	M.I42(2)	0,29	2	0,87
M40	3,39	2	0,18	M.I46a	2,61	2	0,27
M41b	4,48	2	0,11	M.I48	0,57	2	0,75
M41c	2,80	2	0,25	M.I51(1)	0,01	2	1,00
M43.1	1,26	2	0,53	M.I54	5,64	2	0,06
M44	6,05	2	0,05	M.I56	4,64	2	0,10
M45	0,95	2	0,62	M.I58	3,30	2	0,19
M46b	3,78	2	0,15	M.I60	0,43	2	0,80
M48	3,30	2	0,19	M.I69	5,61	2	0,06
M48d	0,06	2	0,97	M.I71	0,98	2	0,61
M50	2,83	2	0,24	M.I73a	1,82	2	0,40
M51	1,64	2	0,44	M.I.73b	0,01	2	0,99
M52	0,80	2	0,67				
M54	0,39	2	0,82				
M55	5,10	2	0,08				
M60	1,39	2	0,50				
M61	0,66	2	0,72				
M62	1,87	2	0,39				
M63	4,38	2	0,11				

	PF vs meso_1		PF vs meso_2		meso_1 vs meso_2	
	U	p	U	p	U	p
M16	0,00	0,02	27,00	0,64	24,00	0,01
M30	36,00	0,02	42,50	0,56	6,50	0,04
M44	47,50	0,03	50,50	0,62	6,00	0,05
M.I4	20,00	0,58	8,00	0,01	15,00	0,51
M.I25	23,00	0,02	42,00	0,33	2,00	0,05

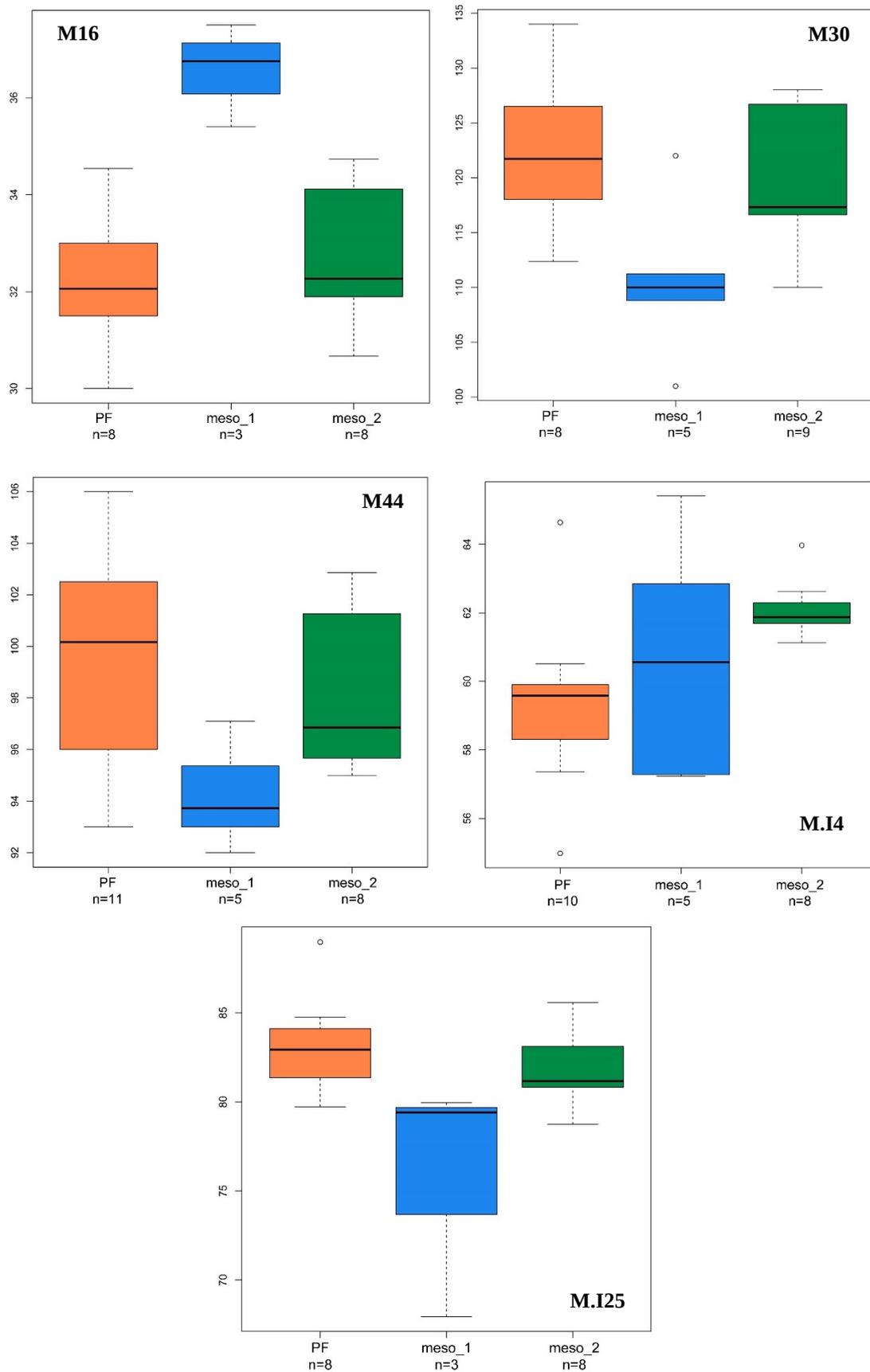


Figure 58 : Distribution de la largeur maximale du foramen magnum (M16), de la corde pariétale (M30), de la largeur bi-orbitaire (M44), de l'indice de hauteur/longueur (M.I4), et de l'indice occipital sagittal (M.I25) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle (dans le sens de lecture ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

- **Comparaisons morphométriques : analyses multivariées**

Des ACP ont été réalisées sur les variables crâniennes dans le corpus masculin, selon les groupes chronoculturels. La première analyse a porté sur les variables brutes afin de discuter de l'effet de taille et une seconde après transformation isométrique *log shape ratio*. Les ACP intègrent 16 individus masculins, parmi lesquels sept sont datés du Paléolithique final, trois du premier Mésolithique et six du second Mésolithique.

Les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les valeurs brutes (Figure 59) permettent d'expliquer près de 72 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon masculin analysé. Les individus masculins du premier Mésolithique se distinguent des individus des deux autres chronocultures par un foramen magnum élargi associé à des dimensions occipitales sagittales plus grandes, mais une longueur et hauteur crâniennes ainsi qu'une largeur bi-orbitaire plus réduites. Excepté un spécimen (ARC2), les individus du Paléolithique final possèdent des crânes plus longs et hauts, avec une largeur bi-orbitaire plus grande et un os pariétal allongé. ARC2 s'individualise de la variabilité globale de l'échantillon masculin par un os occipital très court et un crâne globalement court dans le sens antéro-postérieur. Les individus masculins datés du second Mésolithique possèdent des formes de crânes intermédiaires. On observe néanmoins que les individus du site de Téviec (TVC7, TVC8, TVC16) sont regroupés.

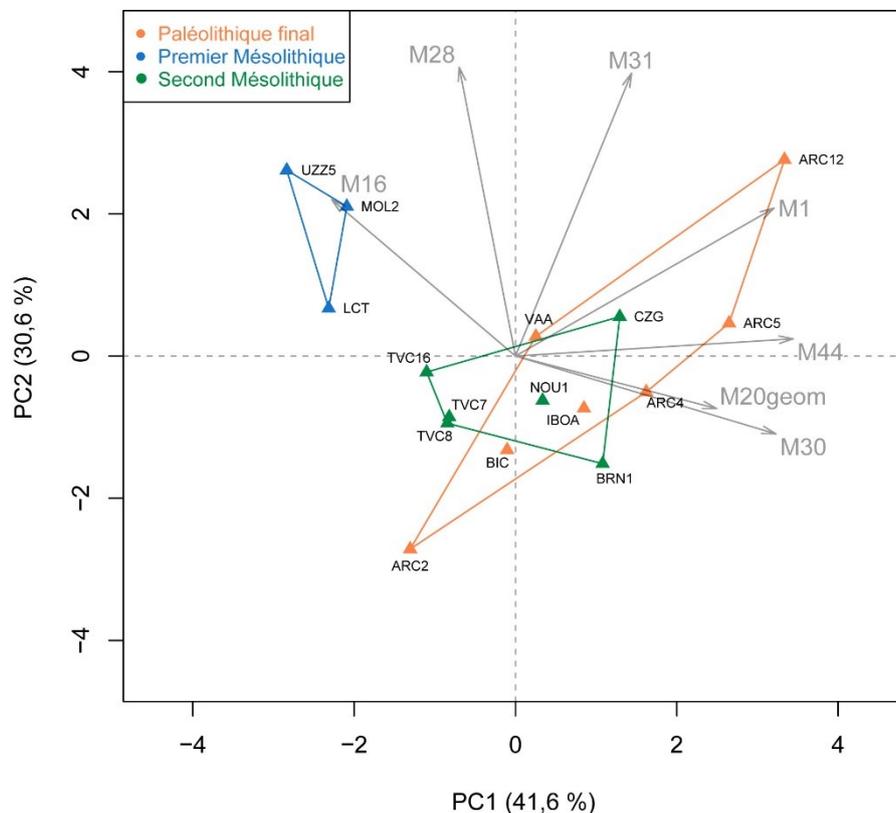


Figure 59 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M1, M16, M20geom, M28, M30, M31, M44] des individus masculins selon leur attribution chronoculturelle.

La deuxième ACP porte sur les valeurs transformées par *log shape ratio* (Figure 60). Les deux premières composantes représentent près de 74 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon masculin analysé. Les individus masculins du premier Mésolithique présentent une conformation crânienne particulière : leur crâne est court, caractérisé par un os pariétal réduit par rapport à un os occipital plus grand et une foramen magnum large, et leur face est plus étroite dans sa partie haute. Les individus masculins du Paléolithique final se distinguent par une face haute plus large, associée à un crâne allongé et un os pariétal long dans le sens antéro-postérieur associé à un os occipital raccourci. Enfin, les individus masculins du second Mésolithique se distinguent globalement de ces deux morphologies et possèdent une morphologie crânienne intermédiaire.

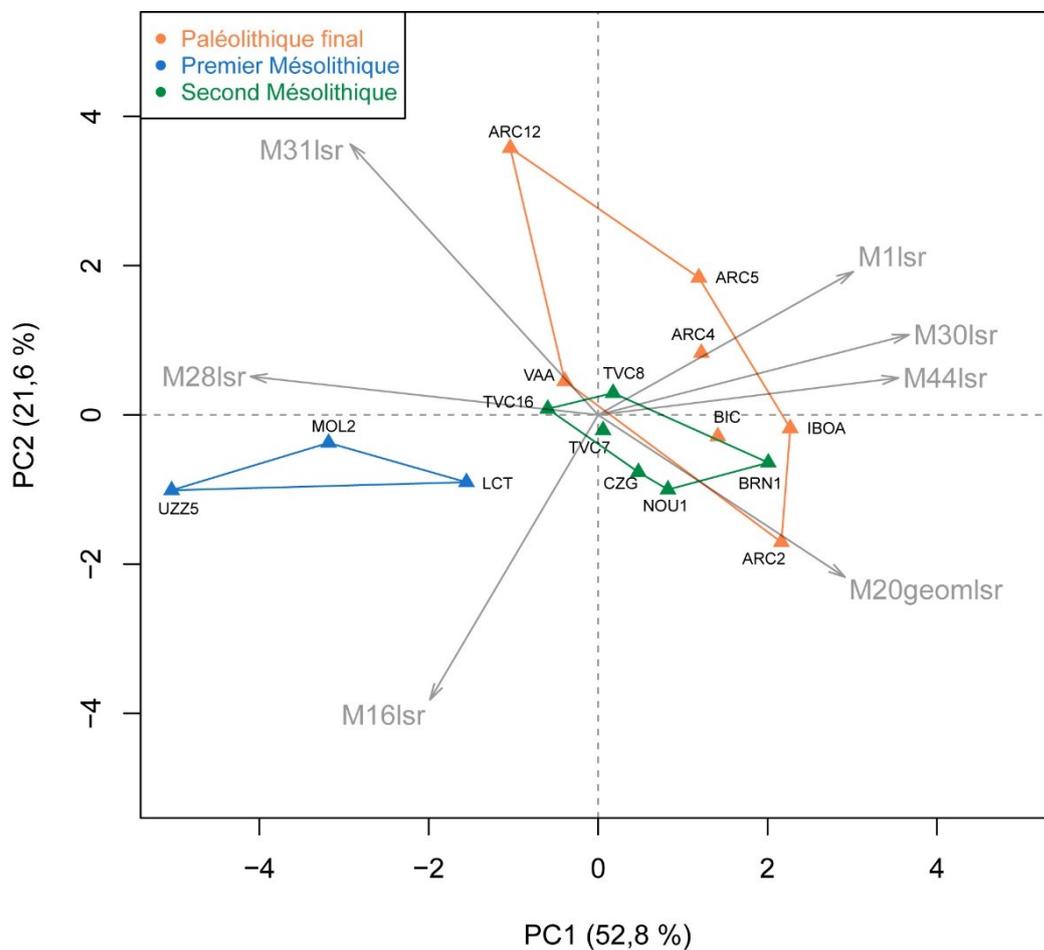


Figure 60 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M1lsr, M16lsr, M20geomlsr, M28lsr, M30lsr, M31lsr, M44lsr] des individus masculins selon leur attribution chronoculturelle.

C. Description et analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte

i. L'échantillon féminin

- Statistiques descriptives et univariées

Les statistiques descriptives de l'échantillon féminin ont été calculées en fonction de la position des individus par rapport à la côte, pour l'ensemble des mesures (Table 51) et des indices crâniens (Table 52). Les valeurs de coefficient de variation obtenues au sein du corpus féminin n'indiquent pas de plus grande hétérogénéité morphométrique crânienne en fonction de la position des individus par rapport à la côte. Trois mesures et cinq indices crâniens présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes entre groupe côtier et groupe continental (Table 51 ; Table 52 ; Figure 61) : la corde pariétale (M30), la hauteur nasale supérieure (M48), la longueur maxillo-alvéolaire (M60), l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14), l'indice fronto-pariétal sagittal transverse (M.I16), l'indice facial supérieur (M.I39), l'indice cranio-facial transverse (M.I71) et l'indice jugo-frontal postérieur (M.I73b).

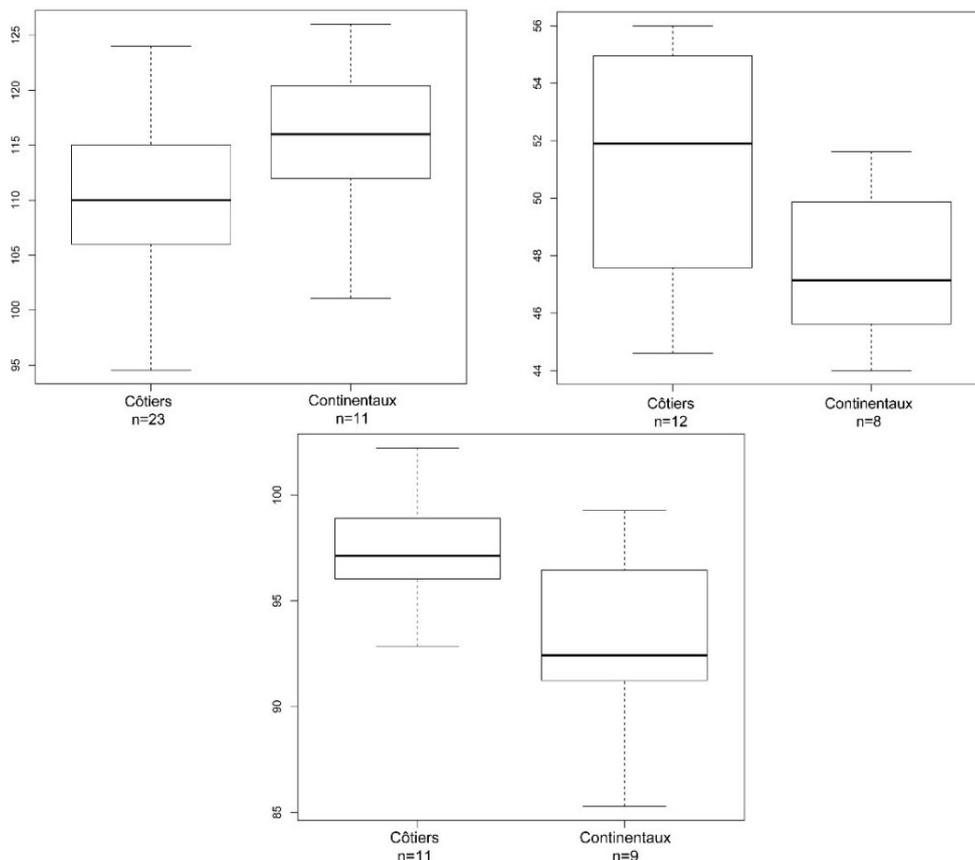


Figure 61 : Distribution de la corde pariétale (M30), la largeur maxillo-alvéolaire (M60) et l'indice cranio-facial transverse (M.I71) des individus féminins en fonction de leur position par rapport à la côte (de gauche à droite et de haut en bas).

Table 51 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes et résultats du test U Mann-Whitney pour la comparaison des mesures pour l'échantillon féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$; valeurs en gras : valeurs significatives $p \leq 0,05$).

	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	U	p
M1	côtiers	23	182,74	6,15	171,00	199,00	3%	127,00	1,00
	continentaux	11	182,51	4,84	177,00	191,00	3%		
M2	côtiers	21	169,81	5,27	162,00	186,00	3%	63,00	0,08
	continentaux	10	173,38	6,12	163,00	185,00	4%		
M3	côtiers	23	174,61	6,57	161,00	187,00	4%	99,00	0,54
	continentaux	10	175,39	3,84	169,00	182,00	2%		
M5	côtiers	13	99,12	4,02	93,00	107,00	4%	86,50	0,40
	continentaux	11	97,27	4,45	90,00	105,00	5%		
M7	côtiers	11	36,38	1,64	34,35	40,40	5%	53,00	0,65
	continentaux	11	36,73	2,95	31,00	41,10	8%		
M8	côtiers	23	132,26	6,70	120,00	142,00	5%	94,50	0,43
	continentaux	10	134,76	4,34	129,00	141,50	3%		
M9	côtiers	26	93,14	4,58	87,00	103,00	5%	118,50	0,70
	continentaux	10	93,64	4,63	88,00	102,50	5%		
M10	côtiers	25	113,04	6,97	102,00	125,00	6%	106,50	0,83
	continentaux	9	113,28	5,13	104,00	122,00	5%		
M12	côtiers	20	109,65	4,67	97,00	116,00	4%	113,50	0,09
	continentaux	8	107,48	6,07	102,00	121,09	6%		
M16	côtiers	12	30,04	2,64	24,94	33,71	9%	27,50	0,24
	continentaux	7	31,82	2,18	29,90	35,23	7%		
M17	côtiers	14	135,29	4,85	129,00	143,00	4%	84,50	1,00
	continentaux	12	135,76	6,98	126,50	150,00	5%		
M20geom	côtiers	17	110,54	3,39	105,33	117,00	3%	73,00	0,57
	continentaux	10	112,33	5,44	105,79	124,00	5%		
M20	côtiers	18	125,42	5,49	118,00	142,00	4%	83,00	0,49
	continentaux	11	125,86	3,77	121,50	131,57	3%		
PoPo	côtiers	18	116,22	7,17	104,00	128,00	6%	86,50	0,80
	continentaux	9	115,20	7,26	101,00	125,50	6%		
M23	côtiers	20	512,90	16,87	486,00	547,00	3%	94,00	0,87
	continentaux	9	511,67	11,57	498,00	530,00	2%		
CordPoBg	côtiers	18	150,69	6,09	143,50	163,50	4%	88,50	0,96
	continentaux	10	150,15	5,09	145,50	158,75	3%		
M26	côtiers	22	126,95	6,32	118,00	139,00	5%	133,00	0,66
	continentaux	11	125,40	5,00	118,00	135,36	4%		
M27	côtiers	23	125,04	8,06	111,00	143,00	6%	80,50	0,09
	continentaux	11	129,49	11,41	105,00	150,34	9%		
M28	côtiers	12	124,50	7,48	113,00	139,00	6%	69,50	0,85
	continentaux	11	123,32	9,28	111,00	139,00	8%		
M29	côtiers	22	107,91	4,05	101,00	116,00	4%	148,00	0,31
	continentaux	11	106,52	3,68	102,40	113,20	3%		
M30	côtiers	23	110,40	6,79	94,54	124,00	6%	72,00	0,05
	continentaux	11	115,57	6,93	101,10	126,00	6%		
M31	côtiers	12	101,89	5,35	92,00	110,00	5%	63,50	0,90
	continentaux	11	103,16	8,50	91,00	118,00	8%		
M40	côtiers	12	97,43	3,21	92,00	103,00	3%	79,50	0,07
	continentaux	9	93,50	4,72	85,00	98,00	5%		
M41b	côtiers	15	29,84	5,57	18,15	38,24	19%	57,00	0,34
	continentaux	10	31,98	2,80	27,07	36,12	9%		
M41c	côtiers	16	49,38	4,65	40,50	56,90	9%	58,00	0,45
	continentaux	9	51,04	4,47	45,07	59,01	9%		
M43.1	côtiers	16	101,38	3,97	95,00	107,00	4%	110,00	0,12
	continentaux	10	98,49	4,89	91,78	108,00	5%		
M44	côtiers	16	91,37	4,49	84,29	98,12	5%	75,50	0,87
	continentaux	9	90,96	4,19	85,50	98,64	5%		
M45	côtiers	11	131,33	6,94	119,00	139,41	5%	74,50	0,06
	continentaux	9	125,99	6,29	116,00	136,00	5%		
M46b	côtiers	14	93,48	4,54	82,30	99,48	5%	63,00	0,66
	continentaux	8	91,42	7,35	80,51	100,09	8%		
M48	côtiers	16	63,83	3,35	58,86	70,50	5%	107,50	0,05
	continentaux	9	60,49	4,22	52,33	67,48	7%		
M48d	côtiers	17	21,51	1,59	17,55	23,31	7%	124,00	0,16
	continentaux	11	20,27	2,40	14,92	23,47	12%		
M50	côtiers	16	21,40	2,91	14,00	25,90	14%	89,00	0,65
	continentaux	10	21,07	3,40	16,49	26,34	16%		
M51	côtiers	17	38,73	4,71	29,00	49,42	12%	75,50	0,41
	continentaux	11	39,57	2,84	36,11	46,38	7%		
M52	côtiers	17	29,97	2,54	26,80	35,35	8%	101,50	0,72
	continentaux	11	29,33	1,15	27,98	30,94	4%		
M54	côtiers	16	23,23	1,46	21,00	27,00	6%	68,00	0,84
	continentaux	9	23,23	1,71	20,71	25,12	7%		
M55	côtiers	15	49,49	2,01	45,48	53,50	4%	114,50	0,10
	continentaux	11	47,20	2,90	42,00	50,61	6%		
M60	côtiers	12	51,16	3,97	44,60	56,00	8%	74,50	0,04
	continentaux	8	47,61	2,67	44,00	51,62	6%		
M61	côtiers	15	61,63	3,44	54,56	69,00	6%	99,00	0,19
	continentaux	10	59,09	4,40	52,00	66,89	7%		
M62	côtiers	13	43,77	5,55	32,00	55,30	13%	55,50	0,87
	continentaux	9	43,97	2,03	41,13	48,54	5%		
M63	côtiers	13	34,40	2,69	29,00	38,80	8%	71,00	0,74
	continentaux	10	33,57	3,69	26,40	39,77	11%		

Table 52 : Statistiques descriptives des indices crâniens et résultats du test U Mann-Whitney pour la comparaison des indices crâniens pour l'échantillon féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-B ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$; valeurs en gras : valeurs significatives $p \leq 0,05$).

	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	Type	U	p
M.I1	côtiers	22	72,70	3,31	65,93	79,78	5%	dolichocrâne	75,00	0,16
	continentaux	10	74,19	2,11	71,45	77,32	3%	dolichocrâne		
M.I2	côtiers	14	74,14	1,89	71,27	77,78	3%	orthocrâne	85,00	0,69
	continentaux	11	74,18	3,68	69,89	81,97	5%	orthocrâne		
M.I3	côtiers	14	100,99	4,27	92,96	108,80	4%	acrocrâne	78,00	0,66
	continentaux	10	100,16	3,57	95,22	106,01	4%	acrocrâne		
M.I4	côtiers	17	60,80	2,12	56,32	63,94	3%	orthocrâne	67,00	0,38
	continentaux	10	61,82	2,31	59,10	67,76	4%	orthocrâne		
M.I5	côtiers	17	83,14	3,30	76,64	89,78	4%	métricrâne	81,00	0,86
	continentaux	10	83,35	2,83	77,79	87,63	3%	métricrâne		
M.I9	côtiers	14	26,25	0,77	24,34	27,64	3%	/	67,00	0,83
	continentaux	9	26,43	1,24	25,25	28,40	5%	/		
M.I12	côtiers	24	82,06	3,85	72,50	87,83	5%	frontal intermédiaire	102,00	0,82
	continentaux	9	82,82	5,36	76,23	90,18	6%	frontal intermédiaire		
M.I13	côtiers	21	69,88	3,96	61,70	76,87	6%	eury métope	109,00	0,88
	continentaux	10	69,53	3,72	64,66	74,82	5%	eury métope		
M.I13a	côtiers	21	84,24	3,36	75,35	88,81	4%	/	104,00	0,69
	continentaux	9	83,75	3,04	79,39	86,57	4%	/		
M.I14	côtiers	19	82,47	3,09	76,26	87,80	4%	/	116,00	0,04
	continentaux	8	80,65	5,27	75,89	93,06	7%	/		
M.I16	côtiers	21	99,78	5,54	88,41	107,44	6%	/	47,50	0,02
	continentaux	10	104,87	3,32	100,76	111,07	3%	/		
M.I17	côtiers	12	98,56	5,89	89,13	106,92	6%	/	67,00	0,67
	continentaux	10	97,19	8,46	84,74	110,17	9%	/		
M.I18	côtiers	12	100,10	8,09	87,86	111,21	8%	/	85,00	0,26
	continentaux	11	96,59	15,01	76,29	132,38	16%	/		
M.I22	côtiers	22	85,07	2,14	80,58	88,52	3%	/	109,50	0,67
	continentaux	11	85,04	3,71	77,06	90,14	4%	/		
M.I24	côtiers	23	88,33	2,11	82,21	91,89	2%	/	87,00	0,15
	continentaux	11	89,50	3,71	81,88	96,29	4%	/		
M.I25	côtiers	12	81,89	1,62	79,14	84,55	2%	/	41,00	0,13
	continentaux	11	83,64	3,12	79,13	90,77	4%	/		
M.I33	côtiers	11	83,95	5,64	76,24	90,95	7%	/	29,00	0,43
	continentaux	7	88,13	6,74	80,91	101,17	8%	/		
M.I39	côtiers	11	49,36	2,17	44,65	52,91	4%	euryène	71,00	0,03
	continentaux	8	46,81	2,58	42,54	50,08	6%	euryène		
M.I40	côtiers	10	76,67	4,03	70,22	83,41	5%	/	47,00	0,57
	continentaux	8	75,65	5,92	67,59	86,21	8%	/		
M.I42	côtiers	16	76,16	8,97	59,48	90,84	12%	mésococonque	82,50	0,92
	continentaux	10	74,53	5,88	63,26	82,27	8%	chamaecoconque		
M.I42(1)	côtiers	11	29,80	1,21	28,32	32,31	4%	/	32,50	0,21
	continentaux	9	30,90	1,92	27,65	33,60	6%	/		
M.I42(2)	côtiers	15	45,70	2,94	41,23	50,72	6%	/	39,00	0,19
	continentaux	8	48,22	3,53	42,59	53,46	7%	/		
M.I46a	côtiers	14	23,28	2,72	16,47	25,94	12%	/	72,00	0,30
	continentaux	8	21,96	3,24	18,30	26,71	15%	/		
M.I48	côtiers	14	47,03	4,01	39,25	55,10	9%	mésorrhinien	37,00	0,11
	continentaux	9	49,12	3,97	40,92	54,80	8%	mésorrhinien		
M.I51(1)	côtiers	11	18,32	1,65	15,69	20,77	9%	/	46,00	0,54
	continentaux	7	17,93	1,13	16,98	20,19	6%	/		
M.I54	côtiers	12	123,72	7,68	109,26	134,06	6%	/	20,00	0,07
	continentaux	7	130,08	4,84	123,15	137,14	4%	/		
M.I56	côtiers	12	51,84	2,20	48,48	54,90	4%	/	44,00	0,90
	continentaux	7	51,57	3,36	45,83	56,47	7%	/		
M.I58	côtiers	12	76,95	6,33	66,66	85,14	8%	leptostaphylin	47,00	0,97
	continentaux	8	77,14	7,08	61,40	83,67	9%	leptostaphylin		
M.I60	côtiers	12	98,27	2,86	91,59	102,06	3%	mésognathe	73,00	0,19
	continentaux	9	96,42	4,07	89,90	102,62	4%	orthognathe		
M.I69	côtiers	12	53,43	2,09	50,53	56,91	4%	/	81,00	0,06
	continentaux	9	51,45	2,24	47,75	54,75	4%	/		
M.I71	côtiers	11	97,42	2,66	92,86	102,22	3%	/	78,50	0,03
	continentaux	9	92,96	4,64	85,29	99,26	5%	/		
M.I73a	côtiers	11	69,89	2,99	63,97	73,56	4%	/	24,00	0,06
	continentaux	9	74,41	6,32	67,04	87,07	8%	/		
M.I73b	côtiers	11	84,79	2,91	78,26	88,24	3%	/	19,00	0,02
	continentaux	9	90,23	5,37	81,25	96,55	6%	/		

- Comparaisons morphométriques : analyses multivariées

Des ACP ont été réalisées sur les variables crâniennes dans le corpus féminin, selon la position des individus par rapport à la côte. La première analyse a porté sur les variables brutes afin de discuter de l'effet de taille et une seconde après transformation isométrique *log shape ratio*. Les ACP intègrent 17 individus féminins, parmi lesquels dix sont des individus côtiers et sept des continentaux.

Les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les valeurs brutes (Figure 62) permettent d'expliquer près de 66 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon féminin analysé. Le corpus d'individus féminins continentaux se distingue du corpus d'individus côtiers en termes de forme crânienne : les continentaux possèdent des crânes dont l'os pariétal est plus grand dans le sens antéro-postérieur, la largeur bi-astérision plus réduite et la hauteur nasale supérieure réduite, comparé aux individus côtiers de l'échantillon. Au sein du groupe côtier, les individus portugais se distinguent par une longueur maxillo-alvéolaire élevée et une largeur neurocrânienne plus faible (ARRC5, SEBC7M7 et SEB8C16).

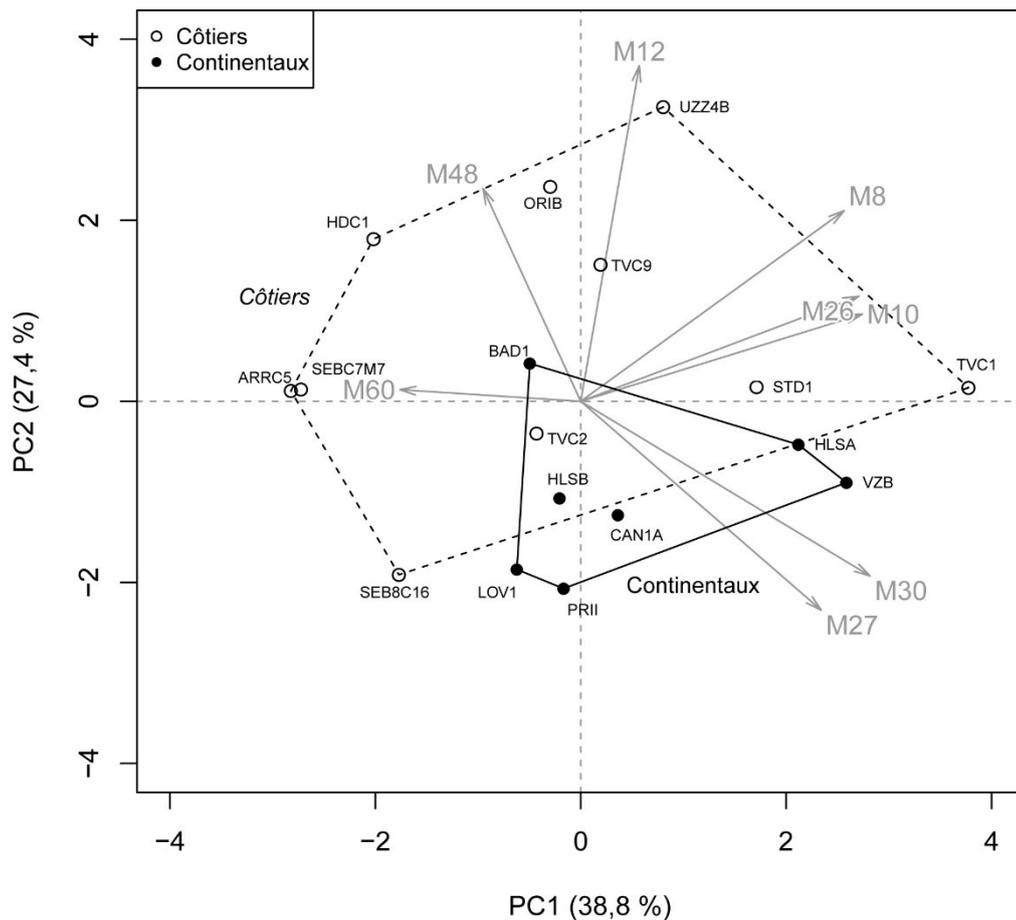


Figure 62 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M8, M10, M12, M26, M27, M30, M48, M60] des individus féminins selon leur position par rapport à la côte.

La deuxième ACP porte sur les valeurs transformées par *log shape ratio* (Figure 63). Les deux premières composantes de l'ACP permettent d'expliquer près de 74 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon féminin analysé. Le groupe des individus féminins continentaux se distingue de celui des côtiers avec une conformation caractérisée par un allongement de l'os pariétal dans le sens antéro-postérieur, une réduction de la largeur neurocrânienne basse, de la hauteur faciale supérieure et de la longueur maxillo-alvéolaire. Au sein de ce groupe, les individus du site d'Hohlenstein Stadel (HLSA et HLSB) tendent à avoir une largeur maximale crânienne et frontale plus élevée que les autres individus du groupe continental. Le groupe d'individus féminins côtiers présente une hétérogénéité morphologique observée le long des PC 1 et 2. Les individus siciliens (ORIB et UZZ4B) se distinguent principalement par une plus grande largeur bi-astérion par rapport aux individus portugais de l'échantillon.

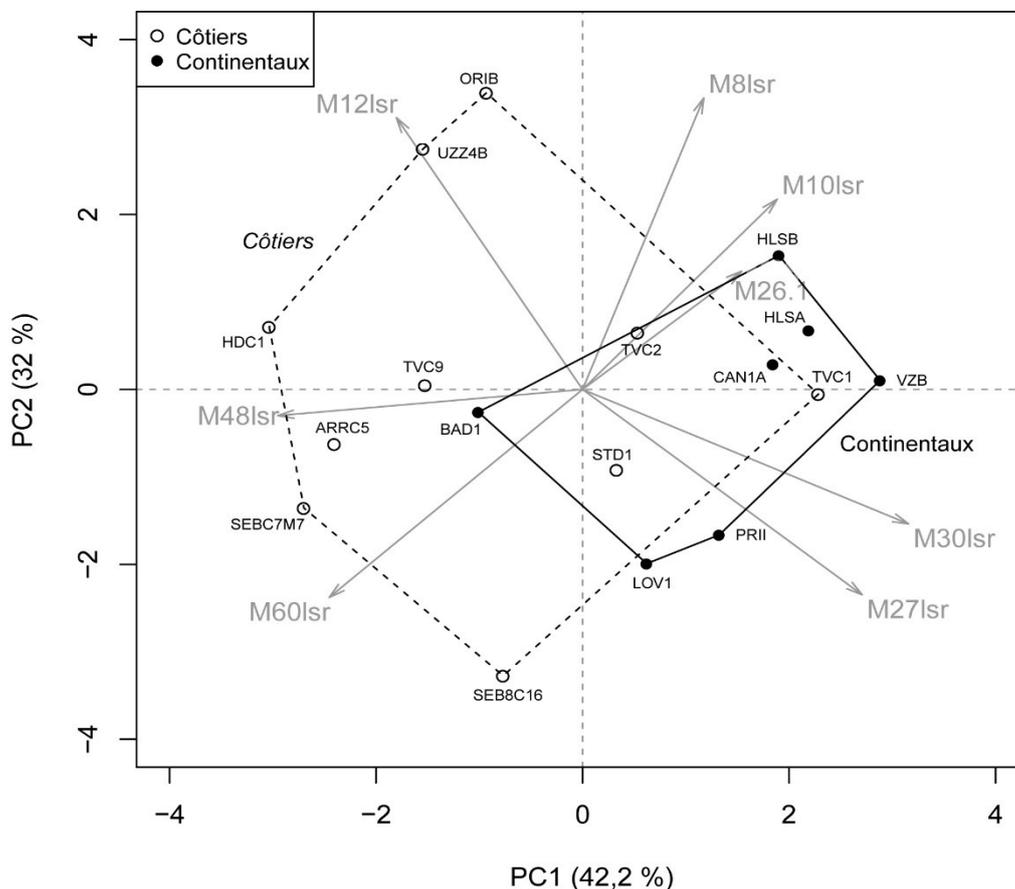


Figure 63 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M8lsr, M10lsr, M12lsr, M26lsr, M27lsr, M30lsr, M48lsr, M60lsr] des individus féminins selon leur position par rapport à la côte.

ii. L'échantillon masculin

- *Statistiques descriptives et univariées*

Les statistiques descriptives de l'échantillon masculin ont été calculées en fonction de la position des individus par rapport à la côte, pour l'ensemble des mesures (Table 53) et des indices crâniens (Table 54). Les valeurs de coefficient de variation obtenues au sein du corpus masculin indiquent une plus grande hétérogénéité morphométrique crânienne au sein du groupe d'individus continentaux, se concentrant principalement au niveau de la face. Deux mesures (la largeur maximale nasale M54 et la largeur maxillo-alvéolaire M61) présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes en fonction de la position des individus par rapport à la côte au sein de l'échantillon masculin (Table 53 ; Table 54 ; Figure 64) : les individus masculins continentaux possèdent en moyenne une cavité nasale (M54) plus large et une plus faible largeur maxillo-alvéolaire (M61) que les individus côtiers. On note également que l'indice corono-pariétal (M.I13a) présente une p presque significative (égale à 0,06).

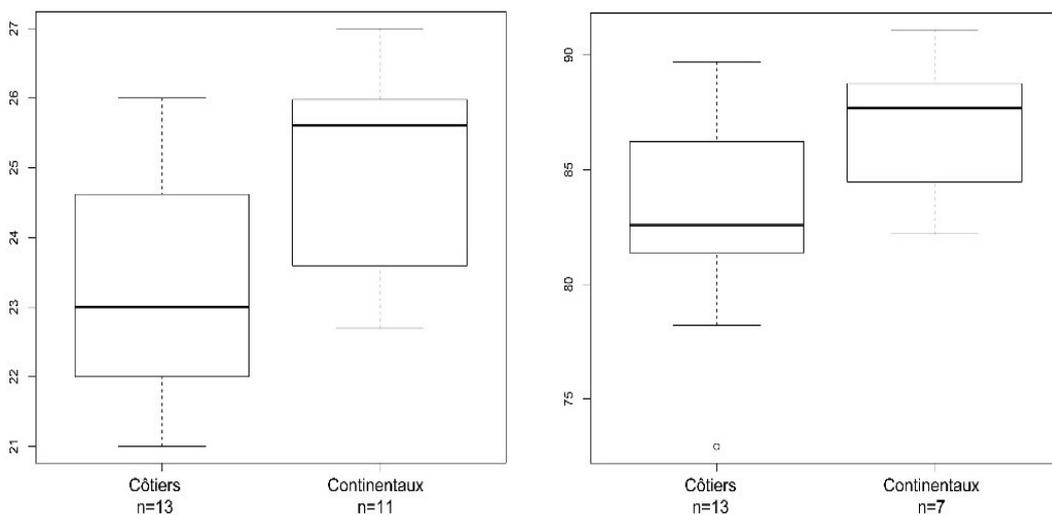


Figure 64 : Distribution de la largeur maximale nasale (M54, à gauche) et de l'indice corono-pariétal (M.I13a, à droite) des individus masculins en fonction de leur position par rapport à la côte.

Table 53 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes et résultats du test U Mann-Whitney pour la comparaison des mesures pour l'échantillon masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$; valeurs en gras : valeurs significatives $p \leq 0,05$).

	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	U	p
M1	côtiers	14	192,93	8,13	181,00	211,00	4%	86,00	0,64
	continentaux	11	191,79	5,69	181,00	201,00	3%		
M2	côtiers	12	181,33	8,80	169,00	194,00	5%	53,00	0,44
	continentaux	11	182,27	4,03	177,00	188,00	2%		
M3	côtiers	12	186,37	6,93	176,08	196,21	4%	57,00	0,86
	continentaux	9	185,47	2,91	182,00	191,00	2%		
M5	côtiers	13	102,00	6,56	87,00	111,00	6%	68,50	0,58
	continentaux	9	101,16	7,68	89,00	116,00	8%		
M7	côtiers	12	39,77	3,61	34,28	44,53	9%	35,00	0,58
	continentaux	7	40,60	1,77	37,85	42,55	4%		
M8	côtiers	13	141,04	3,92	134,00	148,00	3%	91,00	0,11
	continentaux	10	138,28	4,42	131,00	146,00	3%		
M9	côtiers	14	97,36	4,19	92,50	107,00	4%	92,00	0,98
	continentaux	13	96,59	5,32	87,00	104,00	6%		
M10	côtiers	13	116,96	6,09	105,00	125,00	5%	36,50	0,15
	continentaux	9	120,58	3,69	114,25	126,00	3%		
M12	côtiers	13	117,58	3,19	112,00	121,00	3%	77,00	0,47
	continentaux	10	116,15	5,75	108,00	126,00	5%		
M16	côtiers	11	32,75	2,25	30,00	37,50	7%	28,50	0,22
	continentaux	8	33,63	1,65	31,85	36,75	5%		
M17	côtiers	13	140,95	4,39	131,50	147,00	3%	70,00	0,46
	continentaux	9	139,01	7,52	126,00	150,00	5%		
M20geom	côtiers	13	116,73	3,73	109,31	124,52	3%	80,00	0,64
	continentaux	11	116,20	5,86	108,00	124,93	5%		
M20	côtiers	13	133,69	4,17	128,54	141,00	3%	77,00	0,77
	continentaux	11	133,26	4,36	125,00	139,50	3%		
PoPo	côtiers	12	127,43	4,79	119,94	137,00	4%	64,50	0,79
	continentaux	10	126,04	7,30	110,00	136,36	6%		
M23	côtiers	13	549,00	21,42	523,00	590,00	4%	43,00	0,87
	continentaux	7	545,00	11,02	533,00	563,00	2%		
CordPoBg	côtiers	13	159,69	5,10	152,86	170,00	3%	83,00	0,28
	continentaux	10	157,20	4,12	151,00	163,00	3%		
M26	côtiers	13	134,31	6,45	123,00	145,00	5%	82,00	0,85
	continentaux	12	133,93	7,70	123,00	147,00	6%		
M27	côtiers	12	133,92	11,64	112,00	155,00	9%	64,50	0,79
	continentaux	10	132,71	7,38	121,70	143,00	6%		
M28	côtiers	12	126,17	12,39	105,00	156,00	10%	59,00	0,16
	continentaux	7	118,84	7,38	108,00	129,23	6%		
M29	côtiers	13	115,59	4,61	108,00	124,00	4%	82,50	0,83
	continentaux	12	115,19	4,96	108,52	122,46	4%		
M30	côtiers	12	118,94	9,45	101,00	134,00	8%	61,00	0,97
	continentaux	10	118,76	6,41	110,00	128,00	5%		
M31	côtiers	12	102,21	7,62	89,00	121,00	7%	61,00	0,12
	continentaux	7	96,94	4,11	92,42	103,02	4%		
M40	côtiers	13	96,34	5,34	85,00	103,00	6%	44,00	0,59
	continentaux	8	98,97	7,18	91,00	108,70	7%		
M41b	côtiers	11	32,51	3,39	27,56	40,35	10%	40,00	0,19
	continentaux	11	33,73	4,10	26,07	43,27	12%		
M41c	côtiers	12	51,07	6,21	33,25	57,85	12%	50,00	0,81
	continentaux	9	51,90	5,61	39,55	58,56	11%		
M43.1	côtiers	12	107,45	5,38	97,00	115,00	5%	57,00	0,86
	continentaux	9	106,78	5,09	97,10	114,00	5%		
M44	côtiers	14	97,99	3,89	92,00	105,00	4%	74,00	0,84
	continentaux	10	97,95	4,44	93,00	106,00	5%		
M45	côtiers	12	141,56	7,17	132,00	153,00	5%	53,50	1,00
	continentaux	9	140,80	5,98	127,00	148,56	4%		
M46b	côtiers	11	98,67	7,62	84,00	108,33	8%	40,00	0,50
	continentaux	9	103,13	12,00	82,00	128,00	12%		
M48	côtiers	14	68,63	4,08	61,00	74,31	6%	67,50	0,45
	continentaux	8	67,45	3,77	62,50	75,15	6%		
M48d	côtiers	13	23,59	2,00	21,54	28,20	8%	50,00	0,60
	continentaux	9	23,74	1,33	22,10	26,13	6%		
M50	côtiers	12	21,75	3,23	17,00	27,70	15%	64,00	0,50
	continentaux	9	21,25	3,68	17,00	29,53	17%		
M51	côtiers	14	42,13	3,65	37,00	49,00	9%	108,00	0,66
	continentaux	14	41,28	2,61	37,14	45,53	6%		
M52	côtiers	14	30,72	2,78	26,80	37,00	9%	115,50	0,24
	continentaux	13	29,34	1,71	26,65	32,64	6%		
M54	côtiers	13	23,30	1,70	21,00	26,00	7%	31,00	0,02
	continentaux	11	24,94	1,49	22,70	27,00	6%		
M55	côtiers	14	50,79	3,60	44,00	56,10	7%	108,00	0,66
	continentaux	14	49,72	5,54	34,00	57,73	11%		
M60	côtiers	13	51,94	3,22	47,80	57,80	6%	42,00	0,82
	continentaux	7	53,55	5,81	48,30	65,50	11%		
M61	côtiers	15	64,06	2,59	60,00	70,90	4%	122,00	0,04
	continentaux	11	60,45	6,47	43,00	68,54	11%		
M62	côtiers	14	45,70	3,63	40,00	53,00	8%	61,00	0,76
	continentaux	8	44,86	1,73	43,00	46,87	4%		
M63	côtiers	15	36,34	2,39	31,00	39,50	7%	99,00	0,19
	continentaux	10	35,44	2,47	30,00	39,14	7%		

Table 54 : Statistiques descriptives des indices crâniens et résultats du test U Mann-Whitney pour la comparaison des indices crâniens pour l'échantillon masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-B ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$; valeurs en gras : valeurs significatives $p \leq 0,05$).

	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	Type	U	p
M.I1	côtiers	13	73,21	3,22	68,66	77,35	4%	dolichocrâne	63,00	0,79
	continentaux	9	72,89	1,67	70,31	75,97	2%	dolichocrâne		
M.I2	côtiers	13	72,96	3,58	67,30	78,92	5%	orthocrâne	59,00	0,31
	continentaux	7	71,26	3,00	66,67	74,63	4%	orthocrâne		
M.I3	côtiers	13	100,02	4,54	90,38	106,52	5%	acrocrâne	55,00	0,48
	continentaux	7	99,17	6,14	91,97	110,69	6%	acrocrâne		
M.I4	côtiers	13	60,58	2,48	54,98	64,64	4%	orthocrâne	65,00	1,00
	continentaux	10	60,69	2,75	57,28	65,41	5%	orthocrâne		
M.I5	côtiers	13	82,84	3,99	75,91	90,23	5%	métricrâne	55,00	0,84
	continentaux	9	83,11	3,44	78,55	87,73	4%	métricrâne		
M.I9	côtiers	13	25,64	1,19	23,36	27,29	5%	/	41,00	0,44
	continentaux	5	25,12	1,16	23,51	26,64	5%	/		
M.I12	côtiers	13	83,56	3,60	78,33	91,43	4%	frontal intermédiaire	51,00	0,97
	continentaux	8	82,48	4,99	73,39	87,07	6%	frontal intermédiaire		
M.I13	côtiers	13	69,12	2,97	64,60	74,64	4%	eurymétope	44,00	0,36
	continentaux	9	70,16	2,93	65,47	75,36	4%	eurymétope		
M.I13a	côtiers	13	83,05	4,37	72,92	89,71	5%	/	21,00	0,06
	continentaux	7	86,78	3,23	82,19	91,11	4%	/		
M.I14	côtiers	13	83,40	2,63	80,00	87,68	3%	/	51,50	1,00
	continentaux	8	83,71	3,83	79,14	90,37	5%	/		
M.I16	côtiers	12	100,61	10,50	84,21	117,89	10%	/	61,50	0,62
	continentaux	9	99,56	8,90	87,43	109,60	9%	/		
M.I17	côtiers	12	94,65	9,34	78,95	117,29	10%	/	52,00	0,15
	continentaux	6	88,63	5,64	78,62	94,53	6%	/		
M.I18	côtiers	12	95,25	16,36	78,95	139,29	17%	/	50,00	0,54
	continentaux	7	90,49	10,07	81,12	106,19	11%	/		
M.I22	côtiers	13	86,15	3,18	80,69	91,28	4%	/	85,00	0,72
	continentaux	12	86,12	3,31	82,90	94,45	4%	/		
M.I24	côtiers	12	88,88	1,84	86,45	92,97	2%	/	51,00	0,57
	continentaux	10	89,53	2,18	87,14	93,43	2%	/		
M.I25	côtiers	12	81,31	5,02	67,95	88,97	6%	/	45,00	0,84
	continentaux	7	81,66	2,04	79,72	85,57	2%	/		
M.I33	côtiers	11	81,56	5,73	70,45	89,47	7%	/	26,00	0,29
	continentaux	7	83,98	3,95	81,18	92,66	5%	/		
M.I39	côtiers	12	48,14	2,99	42,96	53,03	6%	eurystème	40,00	0,75
	continentaux	6	47,33	1,97	43,71	49,22	4%	eurystème		
M.I40	côtiers	11	75,46	5,29	66,55	84,09	7%	/	56,00	0,35
	continentaux	8	73,35	3,53	67,41	77,46	5%	/		
M.I42	côtiers	14	72,83	4,41	67,25	81,08	6%	chamaeconque	113,00	0,30
	continentaux	13	71,30	4,06	66,64	78,21	6%	chamaeconque		
M.I42(1)	côtiers	12	30,02	2,30	26,76	33,11	8%	/	63,00	0,55
	continentaux	9	29,34	1,83	25,97	31,75	6%	/		
M.I42(2)	côtiers	14	44,95	3,35	40,71	52,86	7%	/	57,00	0,58
	continentaux	7	43,83	1,39	41,91	45,52	3%	/		
M.I46a	côtiers	12	22,30	3,33	16,83	28,75	15%	/	57,00	0,52
	continentaux	8	21,46	3,99	16,04	29,48	19%	/		
M.I48	côtiers	13	45,81	2,98	39,09	49,06	7%	leptorrhinien	42,00	0,09
	continentaux	11	49,30	3,91	44,62	56,25	8%	mésorrhinien		
M.I51(1)	côtiers	12	16,63	1,75	14,05	19,70	11%	/	35,00	0,19
	continentaux	9	17,76	1,45	15,99	20,18	8%	/		
M.I54	côtiers	13	126,12	9,24	114,29	143,23	7%	/	66,00	0,11
	continentaux	7	112,82	21,61	65,65	129,28	19%	/		
M.I56	côtiers	12	54,29	3,69	47,85	61,54	7%	/	35,00	0,96
	continentaux	6	56,61	7,77	51,47	71,98	14%	/		
M.I58	côtiers	13	82,57	8,40	64,77	94,05	10%	mésostaphylin	64,00	0,41
	continentaux	8	80,89	5,97	73,12	91,02	7%	mésostaphylin		
M.I60	côtiers	13	94,88	4,65	86,49	103,13	5%	orthognathe	32,00	0,16
	continentaux	8	98,12	3,96	93,10	103,52	4%	mésognathe		
M.I69	côtiers	13	49,84	3,44	43,59	53,76	7%	/	24,00	0,21
	continentaux	6	51,75	2,43	48,15	54,08	5%	/		
M.I71	côtiers	12	100,25	4,96	92,10	106,47	5%	/	31,00	0,38
	continentaux	7	101,93	1,81	97,95	103,25	2%	/		
M.I73a	côtiers	12	68,65	3,72	62,75	76,43	5%	/	39,50	0,87
	continentaux	7	68,55	2,88	64,08	72,73	4%	/		
M.I73b	côtiers	12	82,27	6,24	68,63	90,23	8%	/	35,00	0,59
	continentaux	7	84,40	4,29	78,12	89,13	5%	/		

- **Comparaisons morphométriques : analyses multivariées**

Des ACP ont été réalisées sur les variables crâniennes dans le corpus masculin, selon la position des individus par rapport à la côte. La première analyse a porté sur les variables brutes afin de discuter de l'effet de taille et une seconde après transformation isométrique *log shape ratio*. Les ACP intègrent 18 individus masculins, parmi lesquels douze sont des individus côtiers et six des continentaux.

Les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les valeurs brutes (Figure 65) permettent d'expliquer près de 74 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon masculin analysé. Les corpus d'individus masculins côtiers et continentaux ne se distinguent pas en termes de forme crânienne, excepté une majeure partie des individus côtiers qui possèdent des valeurs plus élevées de largeur maximale du crâne que les continentaux.

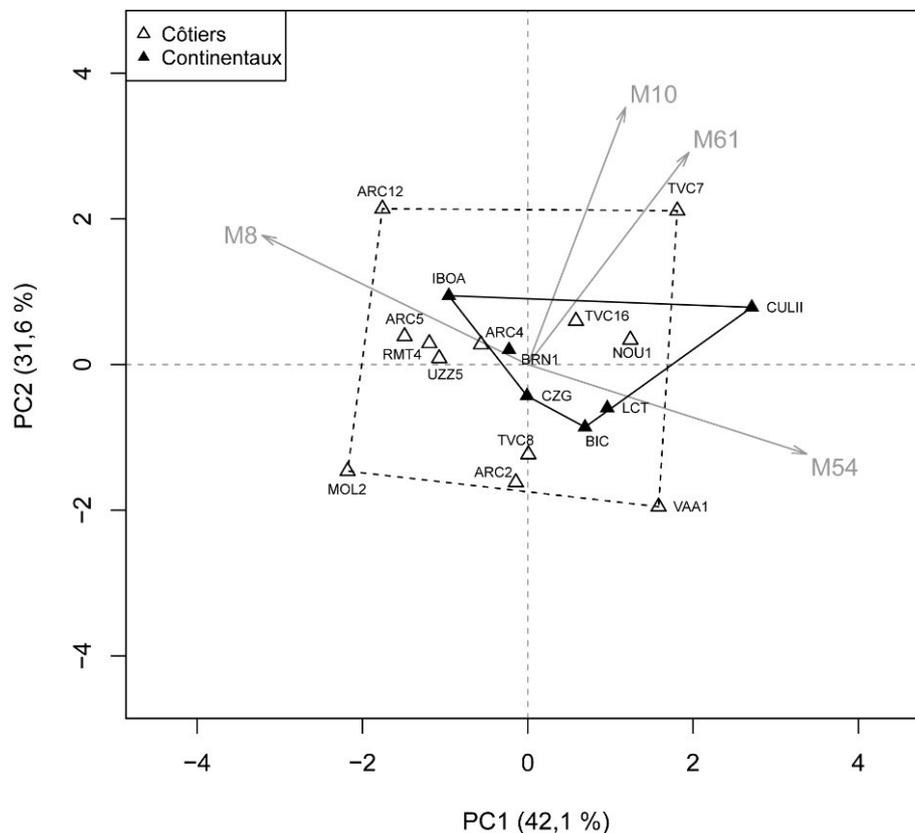


Figure 65 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M8, M10, M54, M61] des individus masculins selon leur position par rapport à la côte.

La deuxième ACP porte sur les valeurs transformées par *log shape ratio* (Figure 66). Les deux premières composantes de l'ACP permettent d'expliquer près de 77 % de la variabilité totale observée dans le corpus masculin analysé. Les individus masculins continentaux présentent une conformation particulière par rapport au groupe d'individus masculins côtiers. Les continentaux sont caractérisés par une largeur maxillo-alvéolaire réduite, associée à un

élargissement de la cavité nasale, une réduction de la largeur crânienne mais un léger élargissement de l'os frontal. La conformation crânienne des individus masculins côtiers est globalement caractérisée par un élargissement du crâne et de la distance maxillo-alvéolaire, associé à un os frontal et une cavité nasale plus étroite.

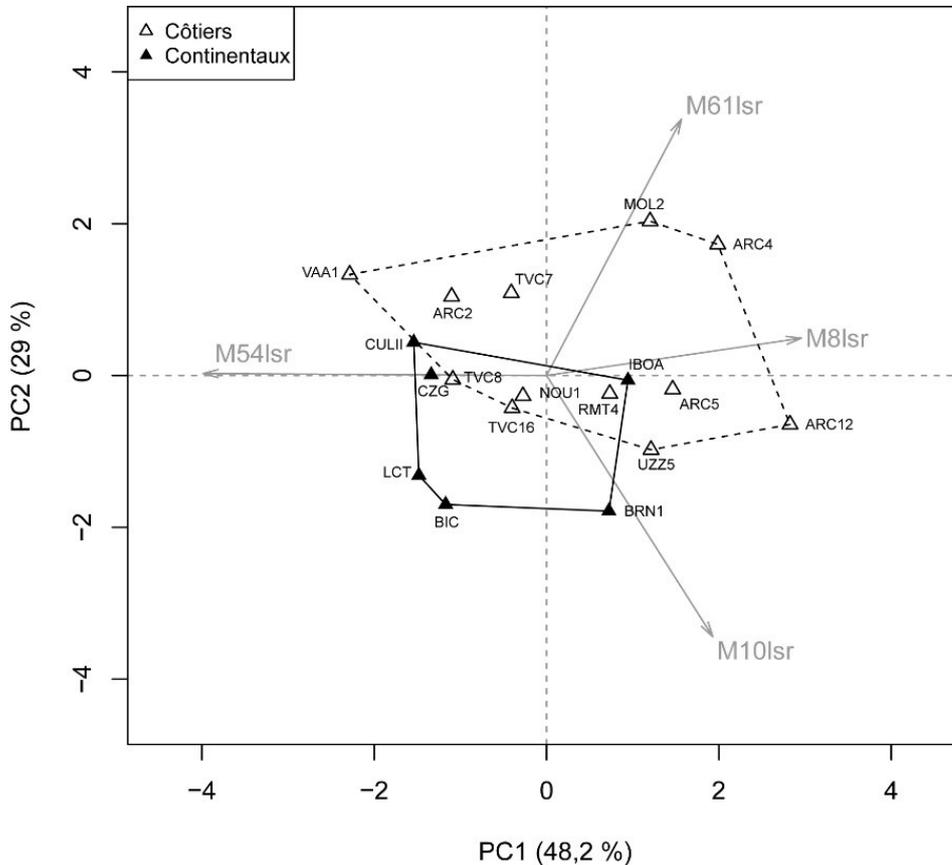


Figure 66 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M8lsr, M10lsr, M54lsr, M61lsr] des individus masculins selon leur position par rapport à la côte.

D. Description et analyse en fonction de leur attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte

i. L'échantillon féminin

- Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives de l'échantillon féminin ont été calculées en fonction de la combinaison de l'attribution chronoculturelle et la position des individus par rapport à la côte

et sont disponibles en Annexe 3-E. Deux mesures et neuf indices crâniens présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position par rapport à la côte au sein de l'échantillon féminin (Table 55) : la largeur maximale frontale (M10), la largeur bi-astérian (M12), l'indice de hauteur/largeur (M.I5), l'indice frontal transverse (M.I12), l'indice fronto-pariétal transverse (M.I13), l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14), l'indice fronto-occipital sagittal (M.I17), l'indice frontal sagittal (M.I22), l'indice facial supérieur (M.I39), l'indice naso-facial transverse (M.I51(1)) et l'indice jugo-frontal (M.I73a).

Table 55 : Résultats significatifs de l'analyse NPMANOVA à deux facteurs sur les variables crâniennes des individus féminins en fonction de l'interaction « chronoculture*position par rapport à la côte » (* : $p \leq 0,05$; ** : $p \leq 0,01$; * : $p \leq 0,001$).**

	Chronoculture*Position par rapport à la côte
M10	*
M12	*
M.I5	**
M.I12	***
M.I13	**
M.I14	***
M.I17	*
M.I22	**
M.I39	**
M.I51(1)	*
M.I73a	*

Les analyses ont été effectuées à nouveau sans le groupe féminin daté du Paléolithique final, celui-ci possédant des effectifs très faibles (voir Annexe 3-E et Annexe 3-F) pouvant biaiser les résultats du test. L'analyse a ainsi été menée au sein de l'échantillon mésolithique. Une mesure et sept indices crâniens présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position par rapport à la côte au sein de l'échantillon mésolithique féminin (Table 56 et Figure 67) : la largeur maximale frontale (M10), l'indice crânien horizontal (M.I1), l'indice de hauteur/largeur (M.I5), l'indice frontal transverse (M.I12), l'indice fronto-pariétal transverse (M.I13), l'indice facial supérieur (M.I39), l'indice nasal (M.I48) et l'indice jugo-frontal (M.I73a). Les individus féminins côtiers se différencient des continentaux au sein de chaque période chronoculturelle mésolithique. Le groupe d'individus féminins continentaux du premier Mésolithique semblent présenter des dimensions et formes faciales similaires à celles du groupe d'individus côtiers du second Mésolithique. À l'inverse, le groupe d'individus féminins côtiers du premier Mésolithique semblent présenter des dimensions et formes faciales similaires à celles du groupe d'individus continentaux datés du second Mésolithique (Figure 67).

Table 56 : Résultats significatifs de l'analyse NPMANOVA à deux facteurs sur les variables crâniennes des individus féminins mésolithiques en fonction de l'interaction « chronoculture*position par rapport à la côte » (* : $p \leq 0,05$; ** : $p \leq 0,01$; *** : $p \leq 0,001$).

	Chronoculture * Position par rapport à la côte
M10	*
M.I1	*
M.I5	**
M.I12	***
M.I13	***
M.I39	*
M.I48	*
M.I73a	*

- Comparaisons morphométriques : analyses multivariées

Un test *two-way* NPMANOVA a été réalisé sur la combinaison des huit variables pour lesquelles l'analyse précédente a donnée des valeurs de p significatives au sein du corpus féminin mésolithique (cf. Table 56). Il comprend cinq individus féminins du premier Mésolithique (deux côtiers et trois continentaux) et onze du second Mésolithique (sept côtiers et quatre continentaux). Cette analyse révèle que la morphologie crânienne des individus féminins mésolithiques est en relation avec l'interaction de leur attribution chronoculturelle et de leur position par rapport à la côte (Table 57).

Table 57 : Résultat du test *two-way* NPMANOVA afin de tester l'influence de l'interaction des facteurs « Chronoculture » et « Position par rapport à la côte » sur un ensemble de huit variables crâniennes [M10, M.I1, M.I5, M.I12, M.I13, M.I39, M.I48, M.I73a] dans l'échantillon féminin (dll : degrés de liberté ; en gras, $p \leq 0,05$).

	Somme des carrés	dll	Carré moyen	F	p
Chronoculture	39,40	1	39,40	0,46	0,66
Position par rapport à la côte	97,60	1	97,60	1,13	0,21
Chronoculture*Position par rapport à la côte	455,45	1	455,45	5,28	< 0,01
Résidus	1035,30	12	86,27		
Total	1627,70	15			

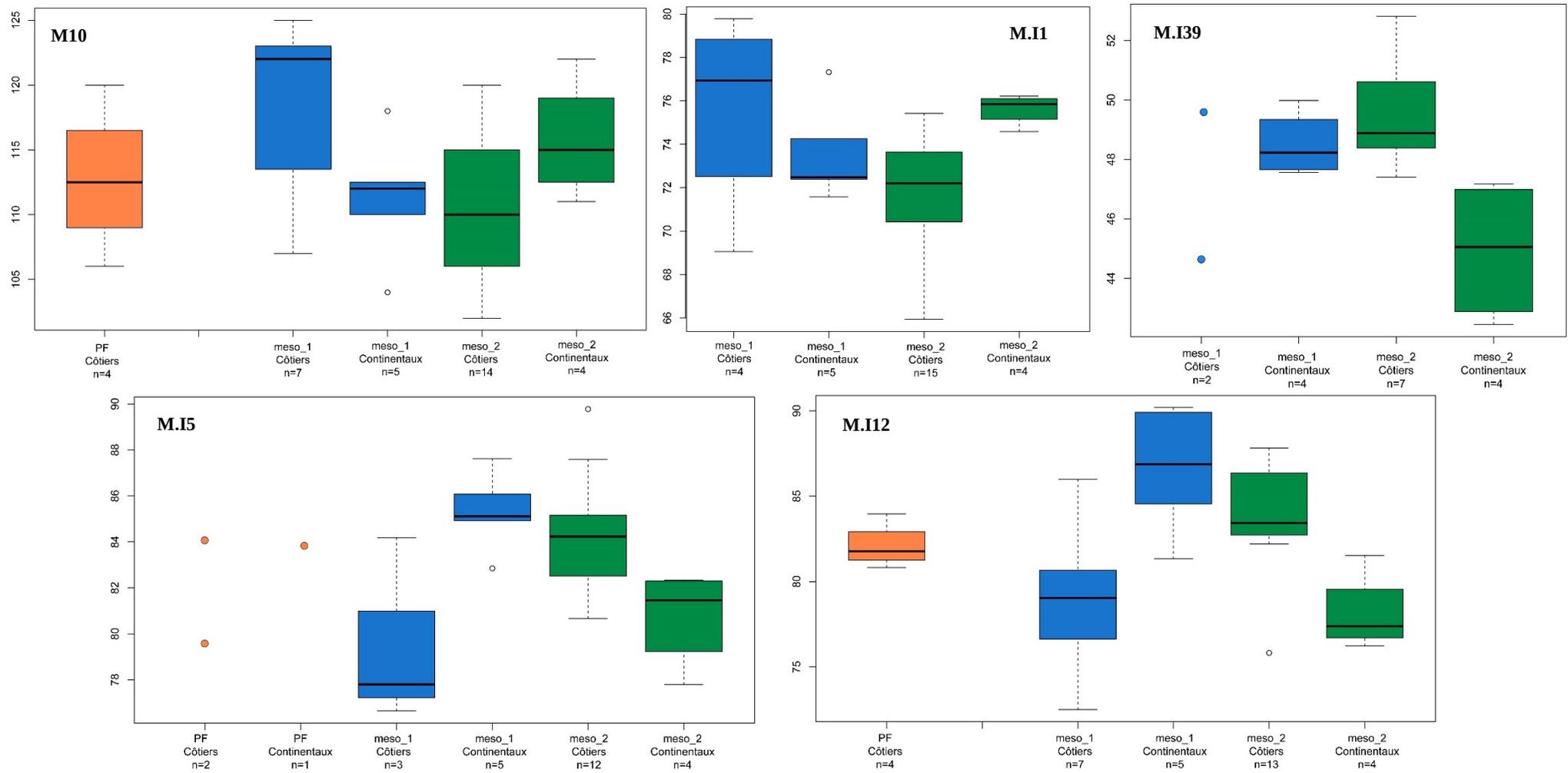


Figure 67 : Distribution de la largeur frontale maximum (M10), l'indice crânien horizontal (M.I1), l'indice facial supérieur (M.I39), l'indice de hauteur/largeur (M.I5), l'indice frontal transverse (M.I12) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle associée à leur position par rapport à la côte (de gauche à droite et de haut en bas ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).

Des ACP ont été réalisées dans le corpus féminin mésolithique à partir des neuf mesures impliquées dans le calcul des indices crâniens pour lesquels le test NPMANOVA renvoyait des valeurs de p significatives (Table 56). La première analyse a porté sur les variables brutes afin de discuter de l'effet de taille et une seconde après transformation isométrique *log shape ratio*. Les ACP intègrent 16 individus féminins.

Les deux premières PC de l'ACP portant sur les valeurs brutes permettent d'expliquer près de 63 % de la variabilité totale observée dans le corpus féminin (Figure 68). Les individus féminins datés du premier Mésolithique se distinguent en fonction de leur position par rapport à la côte, les individus continentaux présentant un crâne dont les dimensions nasales sont plus réduites et une réduction de la largeur faciale haute vis-à-vis des individus côtiers de la même période chronoculturelle. Au sein du second Mésolithique, ce sont principalement les dimensions de largeur frontale maximale (supérieures pour les individus continentaux) et de hauteur nasale supérieure (plus élevée chez les côtiers) qui distinguent les individus en fonction de leur position par rapport à la côte.

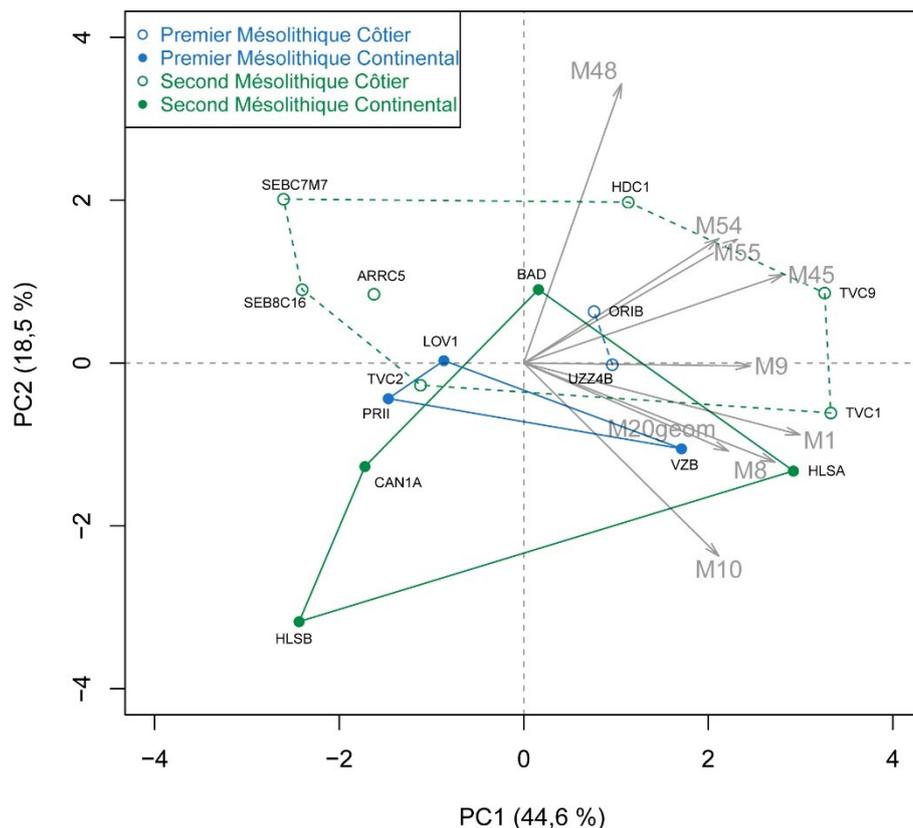


Figure 68 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M1, M8, M9, M10, M20geom, M45, M48, M54, M55] des individus féminins mésolithiques selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.

Les PC 2 et 3 permettent d'expliquer près de 32 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon féminin analysé (Figure 69). Les quatre sous-échantillons présentent chacun des

particularités morphologiques crâniennes. Au sein du premier Mésolithique, les individus continentaux belges (PRII et LOV1) présentent une morphologie crânienne intermédiaire, alors que l'individu italien VZB possède un crâne haut, une face peu large dans sa partie supérieure et une hauteur nasale réduite. Au sein de la même chronoculture, les individus côtiers sont caractérisés par un crâne plus bas, dont l'ouverture nasale est haute mais peu large et la face élargie. Le corpus d'individus féminins continentaux daté du second Mésolithique se distingue globalement par un crâne plutôt large frontalement et dans sa partie neurocrânienne, et par une hauteur nasale supérieure réduite. L'individu allemand BAD s'écarte de la variabilité de ce groupe et présente une morphologie intermédiaire aux côtiers du premier et du second Mésolithique. Ces derniers possèdent des crânes moins larges globalement, mais dont les dimensions faciales présentent un élargissement de la cavité nasale et un allongement de la hauteur nasale supérieure.

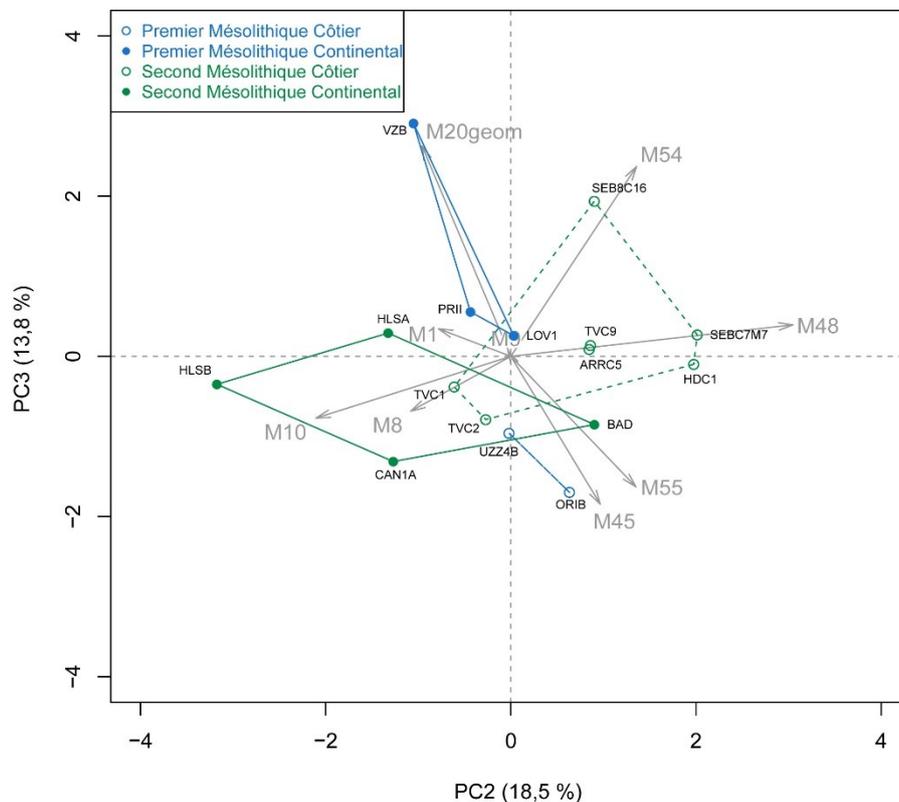


Figure 69 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M1, M8, M9, M10, M20geom, M45, M48, M54, M55] des individus féminins mésolithiques selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.

La deuxième ACP porte sur les valeurs transformées par *log shape ratio* (Figure 70). Les deux premières composantes de l'ACP permettent d'expliquer près de 59 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon féminin analysé. Les quatre groupes se distinguent les uns

des autres par une conformation crânienne originale. Les individus féminins continentaux du premier Mésolithique sont caractérisés par un crâne plus haut et long, dont la hauteur de la cavité nasale et la largeur bi-zygomatique sont réduites. Les individus féminins côtiers du premier Mésolithique possèdent un crâne réduit en hauteur et en longueur, associé à un crâne et une face élargis ainsi qu'une cavité nasale plus étroite et haute. Les individus féminins continentaux du second Mésolithique se distinguent globalement par un crâne large et long associé une hauteur faciale réduite, alors que les crânes des individus côtiers de la même période chronoculturelle sont moins longs et larges et possèdent une face étroite et haute. Cette conformation s'exprime plus au sein du groupe portugais (SEBC7M7, SEB8C16 et ARRC5) que dans celui des bretons (HDC1, TVC1, TVC2 et TVC9).

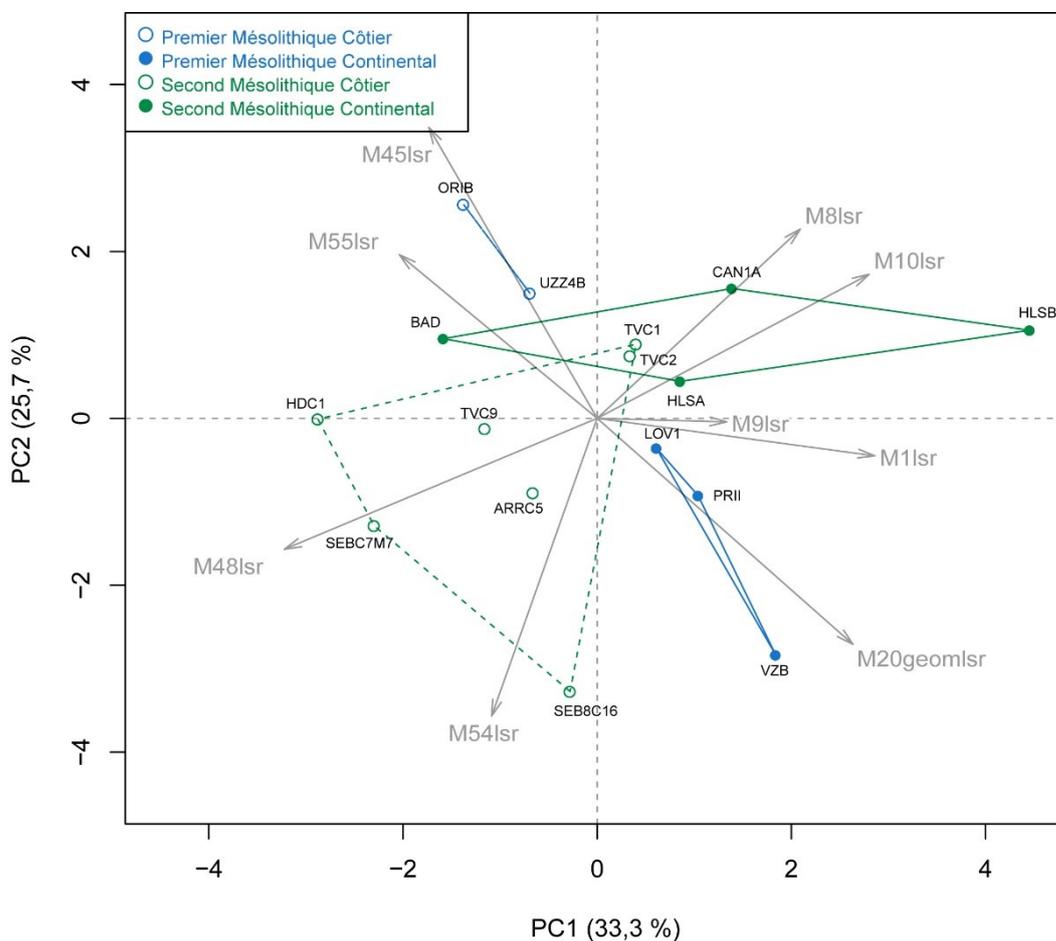


Figure 70 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M11lsr, M8lsr, M9lsr, M10lsr, M20geomlsr, M45lsr, M48lsr, M54lsr, M55lsr] des individus féminins mésolithiques selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.

ii. L'échantillon masculin

- Statistiques descriptives

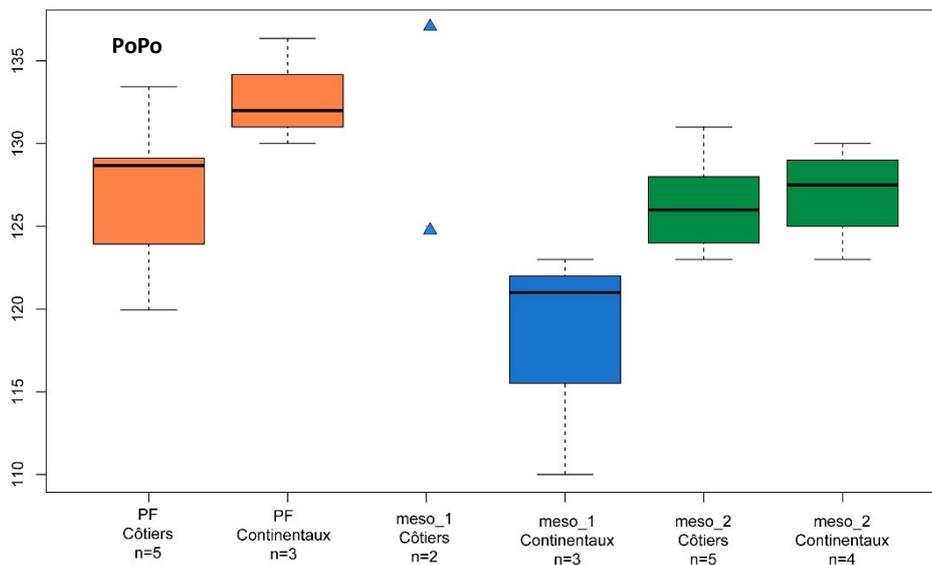
Les statistiques descriptives de l'échantillon masculin ont été calculées en fonction de

la combinaison de l'attribution chronoculturelle et la position des individus par rapport à la côte et sont disponibles en Annexe 3-G et Annexe 3-H. Deux mesures et trois indices crâniens présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position par rapport à la côte au sein de l'échantillon masculin (Table 58) : la largeur bi-astérian (M12), la distance porion gauche – porion droit (PoPo), l'indice fronto-pariétal transverse (M.I13), l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14), l'indice palatin (M.I58). Au sein des deux périodes chronoculturelles mésolithiques, ce sont les individus masculins continentaux (du premier et du second Mésolithique respectivement) qui semblent représenter l'extrême de la variation du corpus masculin pour les variables analysées, excepté pour l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14) et l'indice palatin (M.I58) pour lesquels les valeurs moyennes des individus masculins côtiers du Paléolithique final et du premier Mésolithique qui représentent les valeurs extrêmes de la variation au sein de l'échantillon (Figure 71).

Table 58 : Résultats significatifs de l'analyse NPMANOVA à deux facteurs sur les variables crâniennes des individus masculins en fonction de l'interaction « chronoculture – position par rapport à la côte » (: $p < 0,01$).**

	Chronoculture * Position par rapport à la côte
M12	**
PoPo	**
M.I13	**
M.I14	**
M.I58	**

(légende page suivante)



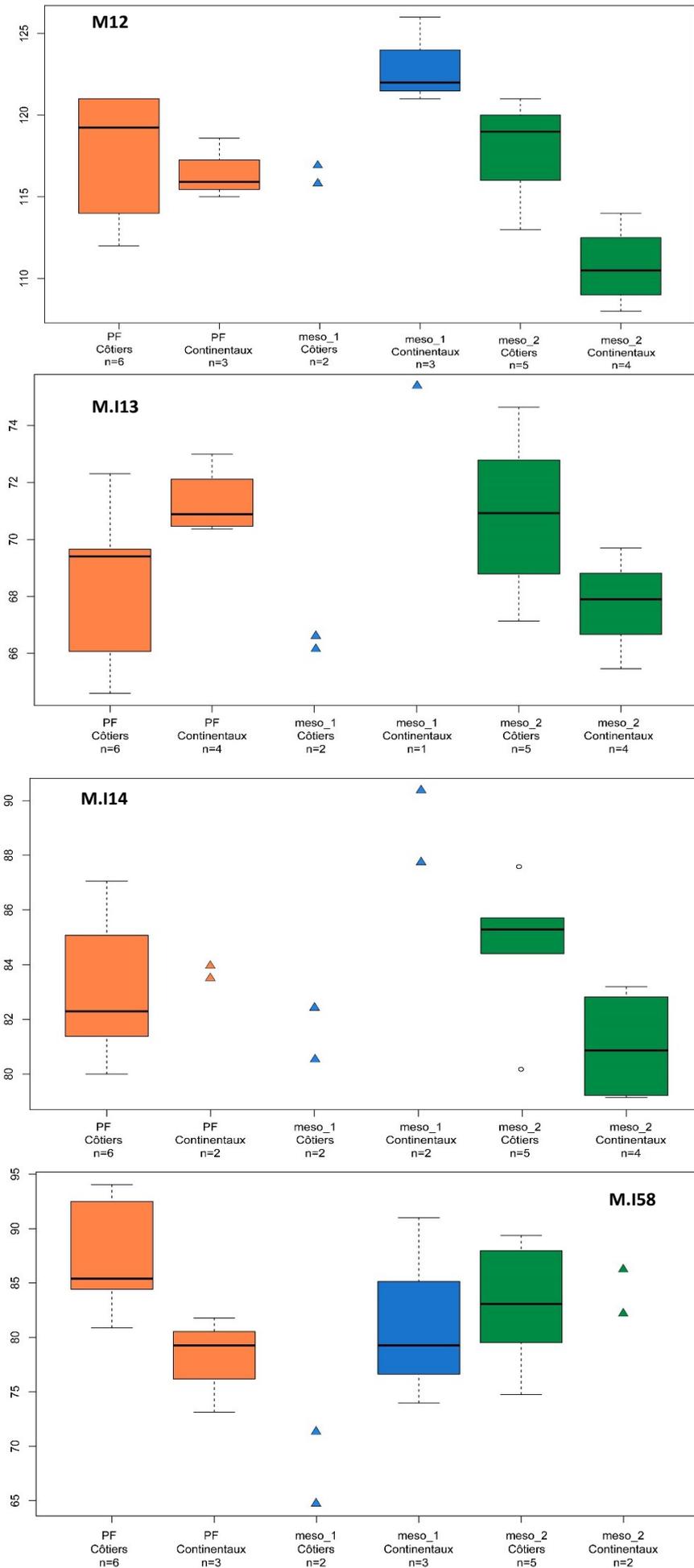


Figure 71 : Distribution de la distance entre les porions gauche et droit (PoPo), la largeur bi-astérian (M12), l'indice fronto-pariétal transverse (M.I13), l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14), l'indice palatin (M.I58) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle associée à leur position par rapport à la côte (de gauche à droite et de haut en bas ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

- **Comparaisons morphométriques : analyses multivariées**

Le test *two-way* NPMANOVA sur la combinaison des cinq variables crâniennes pour lesquelles l'interaction « chronoculture*position par rapport à la côte » semble avoir une influence n'a pas pu être réalisé, le nombre d'individus permettant l'ensemble des observations étant trop réduit pour que le test puisse avoir une significativité statistique.

Des ACP ont été réalisées dans le corpus masculin à partir de six mesures, dont cinq sont impliquées dans le calcul des indices crâniens pour lesquels le test NPMANOVA renvoyait des valeurs de *p* significatives (Table 58). Les variables qualitatives « chronoculture » et « position par rapport à la côte » ont été introduites dans l'ACP. La première analyse a porté sur les variables brutes afin de discuter de l'effet de taille et une seconde après transformation isométrique *log shape ratio*. Les ACP intègrent 16 individus masculins.

Les deux premières PC de la première ACP réalisée sur les variables brutes (Figure 72) permettent d'expliquer près de 55 % de la variabilité totale observée dans le corpus masculin analysé. Aucune distinction entre les groupes ne se dégage sur ces deux axes.

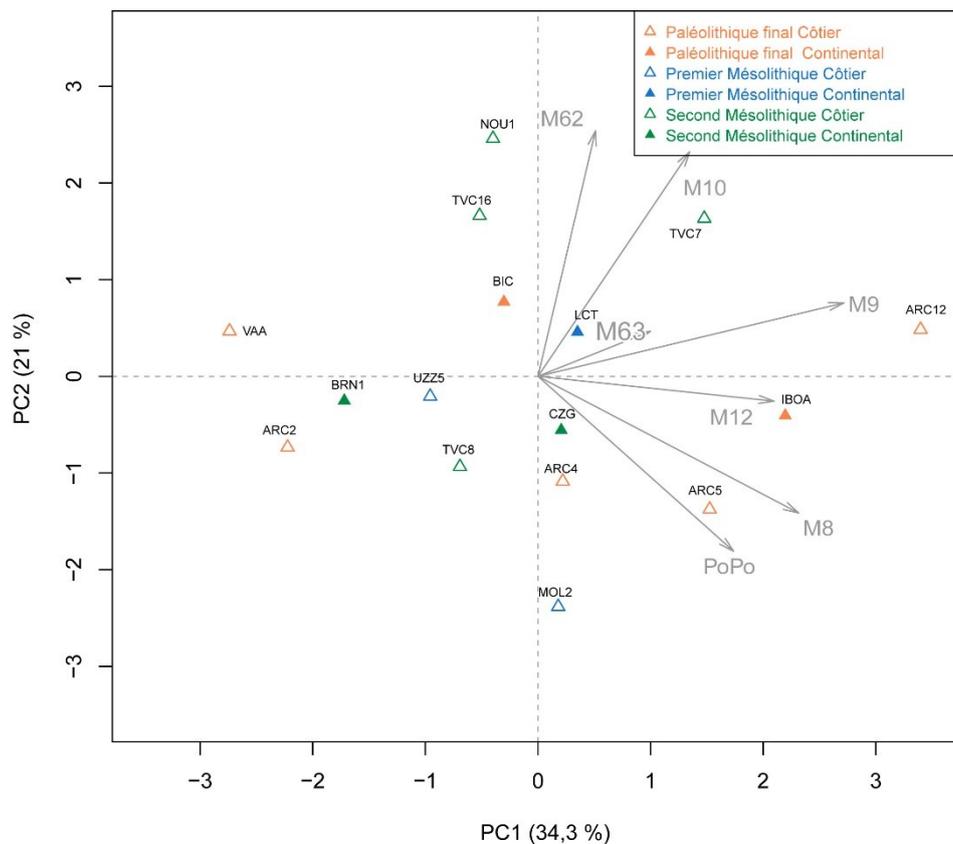


Figure 72 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M8, M9, M10, M12, PoPo, M62, M63] des individus masculins selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.

Les PC 2 et 3 permettent d'expliquer 36 % de la variabilité totale de l'échantillon (Figure 73). Au sein de chaque chronoculture, les individus masculins côtiers et continentaux se distinguent les uns des autres. Les individus côtiers du premier Mésolithique se distinguent par une plus grande largeur neurocrânienne mais une largeur frontale et des dimensions palatines réduites. Cette morphologie est partagée par les individus continentaux du second Mésolithique. Les individus masculins continentaux datés du Paléolithique final sont caractérisés par des crânes dont la largeur du palais et la largeur bi-astérion sont faibles, à l'inverse des crânes des individus côtiers de la même chronoculture. Les individus masculins datés du second Mésolithique possèdent des crânes qui se distinguent par une largeur neurocrânienne plus faible mais une largeur frontale élevée et une grande longueur de palais. Seul un individu breton (TVC8) se rapproche de la variabilité morphologique du groupe côtier paléolithique final. L'unique individu continental du premier Mésolithique présente une morphologie intermédiaire aux groupes côtiers du Paléolithique final et du second Mésolithique.

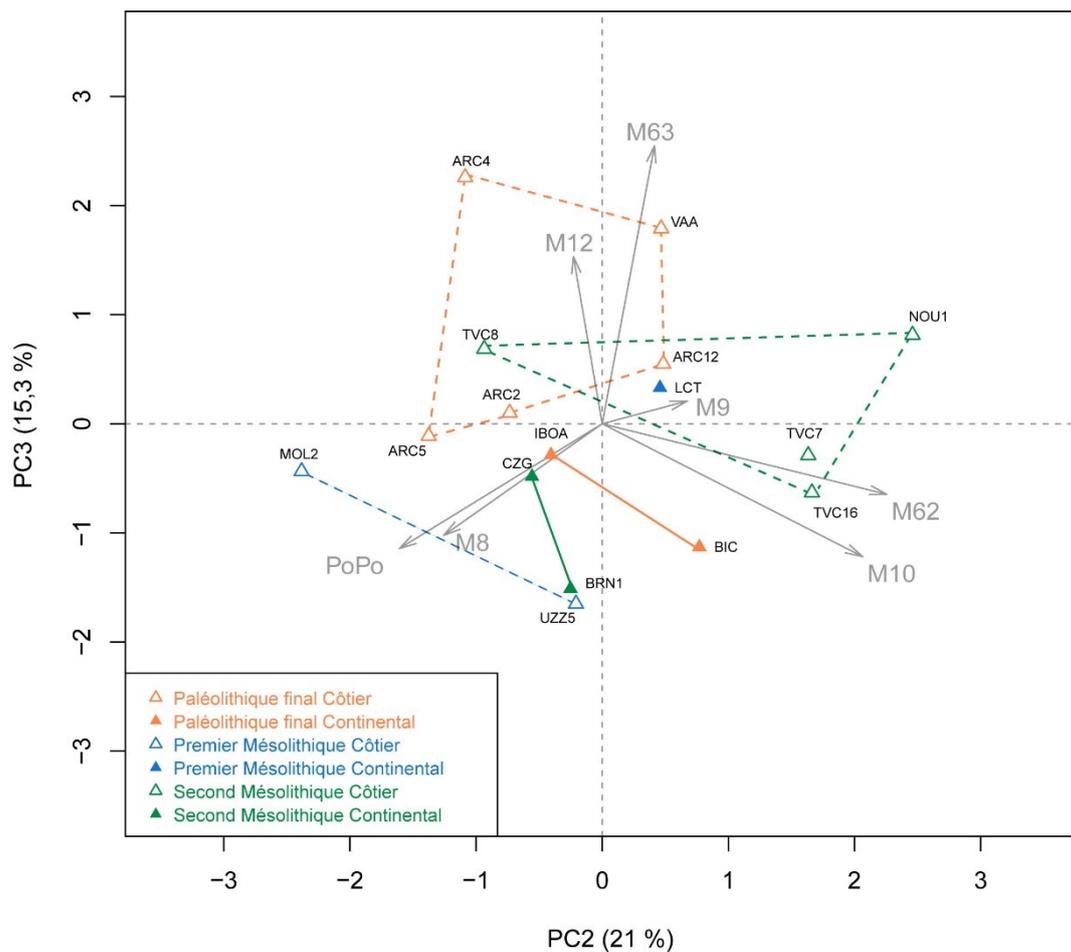


Figure 73 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M8, M9, M10, M12, PoPo, M62, M63] des individus masculins selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.

La deuxième ACP porte sur les valeurs transformées par *log shape ratio* (Figure 74). Les deux premières composantes de l'ACP permettent d'expliquer près de 55 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon masculin analysé. L'individu continental du premier Mésolithique se distingue par une conformation crânienne particulière. Les individus côtiers de la même période chronoculturelle possèdent un neurocrâne large. Au sein du corpus daté du second Mésolithique, les individus côtiers (excepté TVC8) possèdent un neurocrâne étroit et un palais de grandes dimensions, alors que la conformation crânienne des individus continentaux se caractérise principalement par une largeur frontale réduite en association avec un neurocrâne plus large. Au Paléolithique final, les individus masculins côtiers (excepté ARC12 qui se trouve plutôt dans la variabilité continentale de cette même période chronoculturelle) possèdent un crâne large dans sa partie neurocrânienne mais étroit au niveau de l'os frontal, à l'inverse des individus continentaux de la même période chronoculturelle.

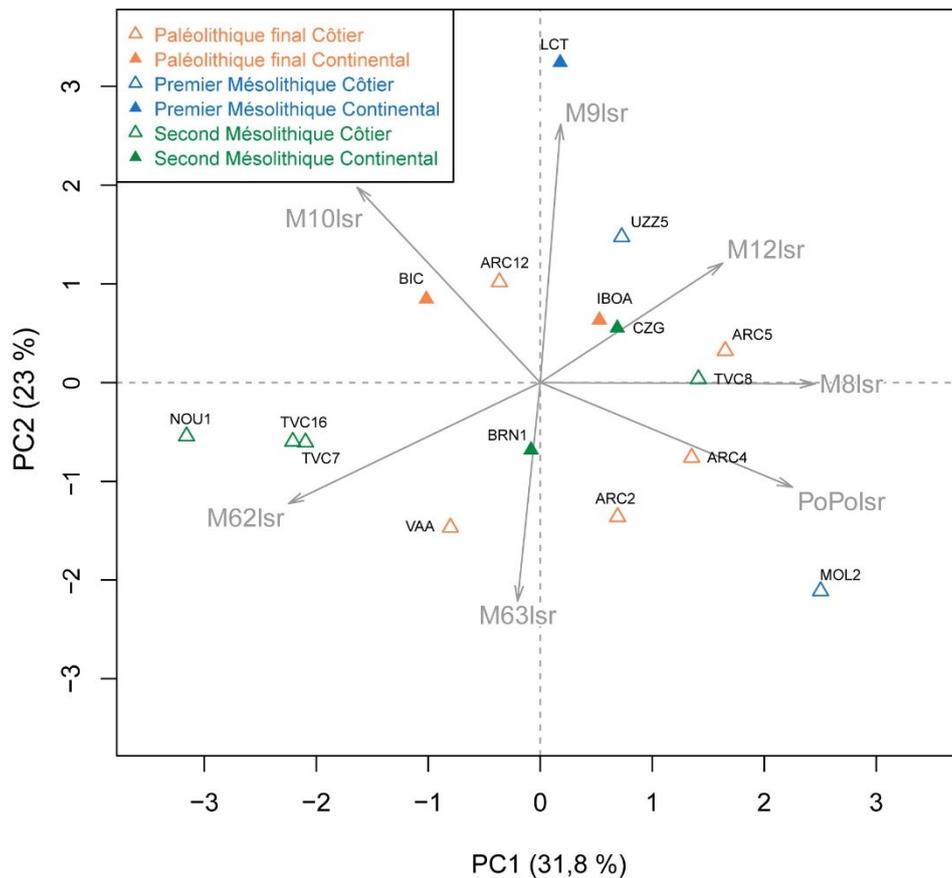


Figure 74 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M8lsr, M9lsr, M10lsr, M12lsr, PoPolrsr, M62lsr, M63lsr] des individus masculins selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.

iii. Analyses morphométriques multivariées au sein de l'échantillon total, tous sexes confondus

- *Statistiques descriptives*

Une analyse à deux facteurs *two-way* NPMANOVA a été réalisée sur les 25 indices crâniens pour lesquels aucune relation n'avait été mise en évidence avec le sexe dans le corpus (cf. Table 44), afin de tester l'effet de l'interaction de la période chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte sur la conformation crânienne sur ces variables. Onze indices crâniens présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position par rapport à la côte au sein de l'échantillon total (Table 59) : l'indice crânien horizontal (M.I1), l'indice de hauteur/largeur (M.I5), l'indice frontal transverse (M.I12), l'indice fronto-pariétal transverse (M.I13), l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14), l'indice frontal sagittal (M.I22), l'indice pariétal sagittal (M.I24), l'indice facial supérieur (M.I39), l'indice nasal (M.I48), l'indice naso-facial transverse (M.I51(1)) et l'indice gnathique (M.I60).

Table 59 : Résultats significatifs de l'analyse NPMANOVA à deux facteurs sur les variables crâniennes des individus féminins, masculins et de sexe indéterminé en fonction de l'interaction « chronoculture*position par rapport à la côte » (* : $p \leq 0,05$; ** : $p \leq 0,01$; * : $p \leq 0,001$).**

	Chronoculture*Position par rapport à la côte
M.I1	*
M.I5	*
M.I12	***
M.I13	***
M.I14	*
M.I22	*
M.I24	*
M.I39	*
M.I48	*
M.I51(1)	*
M.I60	*

- *Comparaisons morphométriques : analyses multivariées*

Un test *two-way* NPMANOVA a été réalisé sur la combinaison des onze indices crâniens pour lesquels l'analyse précédente a donné des valeurs de p significatives (Table 59) au sein du corpus. Il comprend un total de 38 individus : neuf individus datés du Paléolithique final (six côtiers et trois continentaux), dix du premier Mésolithique (cinq côtiers et cinq continentaux) et 19 du second Mésolithique (13 côtiers et six continentaux). Cette analyse révèle que la morphologie crânienne des individus du corpus est en relation avec l'interaction de leur attribution chronoculturelle et de leur position par rapport à la côte (Table 60).

Table 60 : Résultat du test *two-way* NPMANOVA afin de tester l'influence de l'interaction des facteurs « Chronoculture » et « Position par rapport à la côte » sur un ensemble de onze indices crâniens [M.I1, M.I5, M.I12, M.I13, M.I14, M.I22, M.I24, M.I39, M.I48, M.I51(1), M.I60] dans l'échantillon total (dII : degrés de liberté ; en gras, $p \leq 0,05$).

	Somme des carrés	dII	Carré moyen	F	<i>p</i>
Chronoculture	287,19	2	143,60	1,43	0,03
Position par rapport à la côte	110,70	1	110,70	1,10	0,17
Chronoculture*Position par rapport à la côte	259,21	2	129,61	1,29	< 0,01
Résidus	3223,00	32	100,72		
Total	3880,10	37			

Une ACP a été réalisée sur ce corpus de 38 individus à partir des onze indices crâniens.

Les deux premières composantes principales permettent d'expliquer près de 49 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon analysé (Figure 75). Les groupes côtiers et continentaux s'individualisent au sein de chacune des périodes chronoculturelles du Mésolithique. Le groupe d'individus côtiers du premier Mésolithique se distingue par une conformation crânienne particulière par rapport aux groupes d'individus continentaux du premier Mésolithique et côtiers du second Mésolithique : leur crâne est plus large, court et bas, le pariétal plutôt aplati dans le sens antéro-postérieur, avec une face large ainsi qu'une ouverture nasale étroite et longue. Les individus continentaux du second Mésolithique partagent cette même conformation, mais sont également caractérisés par une largeur frontale minimale faible en contraste avec des largeurs neurocrânienne et frontale maximale élevées, induisant un os frontal divergent et étroit, comparé aux individus continentaux datés du Paléolithique final dont l'os frontal est large et parallèle. Ces derniers sont également caractérisés par un crâne long, étroit, à l'os pariétal plus convexe dans le sens antéro-postérieur. Le groupe d'individus côtiers du Paléolithique final et du second Mésolithique présente des conformations intra-groupes plutôt hétérogènes. Au sein du groupe côtier daté du Paléolithique final, les individus d'Italie du Nord (ARC2, ARC4, ARC5) sont plutôt caractérisés par un crâne plus large et réduit en hauteur et longueur, une face supérieure et une cavité nasale plus étroites, comparé aux autres individus du groupe. Au sein du groupe d'individus côtiers du second Mésolithique, la majorité des individus bretons (TVC1, TVC2, TVC7, TVC8, TVC16, HDC1) possèdent une conformation crânienne intermédiaire, vis-à-vis des individus des sites portugais (ARRC5, SEBC7M7, SEBM3, SEB8C16) qui présentent un neurocrâne haut, peu large, à la face supérieure large dont la cavité nasale est également large et basse.

Les composantes 1 et 3 permettent d'expliquer 42 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon analysé (Figure 76). La 3^{ème} composante permet d'individualiser les groupes côtiers et continentaux du Paléolithique final, les continentaux présentant une face plus prognathe que les côtiers.

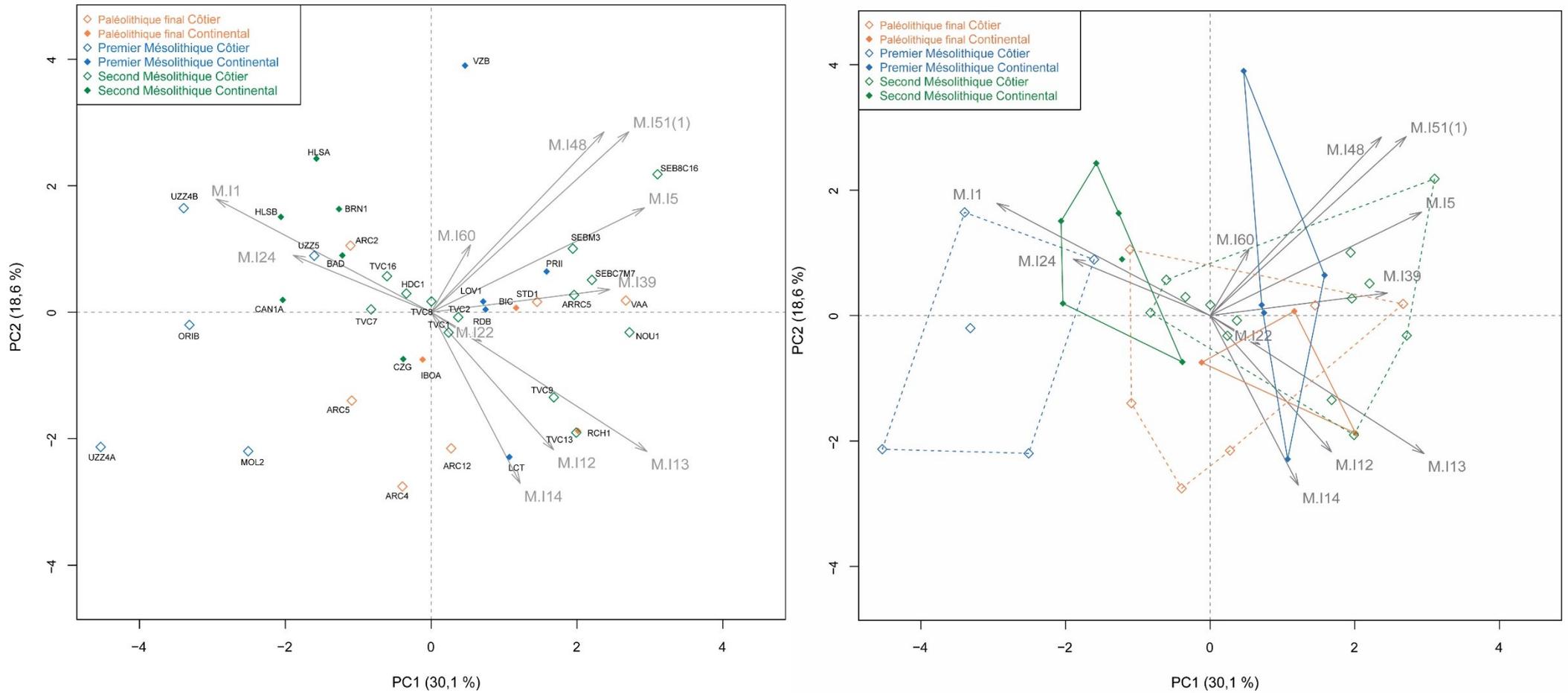


Figure 75 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les indices crâniens [M.I.1, M.I.5, M.I.12, M.I.13, M.I.14, M.I.22, M.I.24, M.I.39, M.I.48, M.I.51(1), M.I.60] des individus féminins, masculins et de sexe indéterminé selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte. A gauche, le code correspondant aux individus est présent, à droite les enveloppes convexes de chacun des groupes sont représentées.

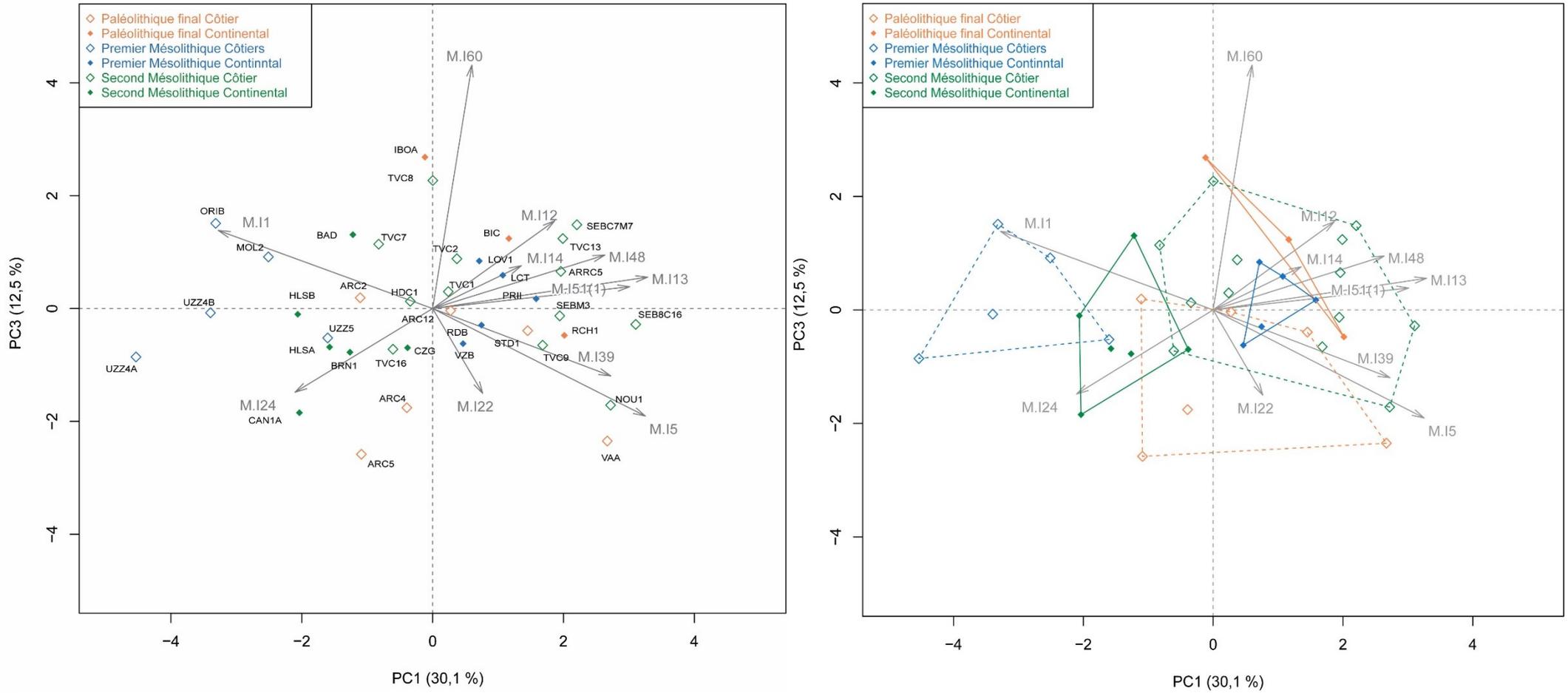


Figure 76 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les composantes 1 et 3 de l'ACP réalisée sur les indices crâniens [M.I.1, M.I.5, M.I.12, M.I.13, M.I.14, M.I.22, M.I.24, M.I.39, M.I.48, M.I.51(1), M.I.60] des individus féminins, masculins et de sexe indéterminé selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte. A gauche, le code correspondant aux individus est présent, à droite les enveloppes convexes de chacun des groupes sont représentées.

E. Analyses de la structuration géographique

La matrice de distances biologiques a été obtenue à partir des onze indices crâniens utilisés dans l'analyse multivariée précédente pour lesquels des valeurs moyennes statistiquement différentes étaient obtenues en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position par rapport à la côte au sein de l'échantillon total (*cf. supra*) : l'indice crânien horizontal (M.I1), l'indice de hauteur/largeur (M.I5), l'indice frontal transverse (M.I12), l'indice fronto-pariétal transverse (M.I13), l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14), l'indice frontal sagittal (M.I22), l'indice pariétal sagittal (M.I24), l'indice facial supérieur (M.I39), l'indice nasal (M.I48), l'indice naso-facial transverse (M.I51(1)) et l'indice gnathique (M.I60). Pour rappel, 38 individus sont impliqués dans l'analyse : neuf sont datés du Paléolithique final (six côtiers et trois continentaux), dix du premier Mésolithique (cinq côtiers et cinq continentaux) et 19 du second Mésolithique (13 côtiers et six continentaux) ; 17 sont des individus de sexe féminin, 16 de sexe masculin et cinq de sexe indéterminé.

Les corrélations entre distances biologiques représentées ici par la conformation crânienne et les distances spatiales sont présentées dans la Table 61. Des résultats différents sont obtenus pour les corpus masculin et féminin. La matrice des distances craniométriques du corpus féminin présente une corrélation statistiquement significative avec la matrice de distances spatiales (distances géographiques normales $p = 0,03$, distances log-transformées $p < 0,01$), avec environ 23 à 34 % de la variance expliquée par la géographie. L'analyse des données morphométriques du corpus masculin n'indique pas de corrélation significative avec la distance géographique (Table 61). La diversité morphométrique du second Mésolithique présente une corrélation plus élevée avec la distance géographique que les données attribuées aux chronocultures précédentes, avec respectivement 31 à 36 % de la variance expliquée par la géographie pour les données du second Mésolithique contre 21 à 24 % pour le Paléolithique final et le premier Mésolithique. Enfin, la matrice de distances craniométriques du corpus d'individus côtiers présente une corrélation statistiquement significative avec la matrice de distances géographiques (distances géographiques normales et log-transformées $p < 0,01$) avec 26 à 29 % de la variance expliquée par la géographie, alors que seule la matrice de distances log-transformées est corrélée avec la matrice de distances craniométriques dans le corpus d'individus continentaux (Table 61).

Table 61 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (métrique crânienne) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.

	R2	p
MorphoTotal~Geo	0,17	0,03
MorphoTotal~LogGeo	0,22	< 0,01
MorphoF~Geo	0,23	0,03
MorphoF~LogGeo	0,34	< 0,01
MorphoM~Geo	0,13	0,15
MorphoM~LogGeo	0,13	0,12
MorphoPFMeso_1~Geo	0,24	0,01
MorphoPFMeso_1~LogGeo	0,21	0,01
MorphoMeso_2~Geo	0,31	0,01
MorphoMeso_2~LogGeo	0,36	< 0,01
MorphoCôt~Geo	0,26	< 0,01
MorphoCôt~LogGeo	0,29	< 0,01
MorphoCont~Geo	0,19	0,07
MorphoCont~LogGeo	0,32	< 0,01

F. Bilan et discussion de l'analyse métrique du crâne

La Table 62 dresse le bilan des résultats de l'analyse métrique du crâne. Dans ce paragraphe, nous ne discuterons que des facteurs biologiques ayant pu mener à la diversité craniométrique observée. La discussion des aspects archéologiques et culturels sera menée dans le CHAPITRE IV..

Table 62 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse métrique du crâne. F : femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique ; - : pas de différences ; / : pas testé.

	Sexe	F	M	F + M + I
Chronoculture	-	PF ≠ meso_1 meso_1 ≠ meso_2	meso_1 particulier	/
Position par rapport à la côte	-	Côtiers ≠ Continentaux	Côtiers ≠ Continentaux	/
Chrono*Position par rapport à la côte	/	effet significatif	effet significatif	effet significatif
Structuration géographique	/	effet significatif	-	PF- meso_1 < meso_2 Tendance Côtiers > Continentaux

i. Dimorphisme sexuel

Nous avons observé un dimorphisme de taille et plus légèrement de conformation entre les individus féminins et les individus masculins de notre corpus. Le crâne constitue le troisième élément anatomique utilisé pour estimer le sexe d'un individu en anthropologie biologique (après le bassin et les dimensions des os infra-crâniens, selon Nikita et Michopoulou 2018), bien que les méthodes basées exclusivement sur les dimensions crâniennes et construites à partir de référentiels modernes ne permettent pas une estimation fiable du sexe (Guyomarc'h et Bruzek 2011, Santos *et al.* 2014). Le dimorphisme sexuel observé dans notre corpus se localise majoritairement au niveau de la face. Ces résultats sont similaires à ceux observés sur des collections de sexe connu (Bigoni *et al.* 2010, Guyomarc'h et Bruzek 2010). Globalement, les individus masculins de notre corpus présentent des valeurs métriques plus élevées que les individus féminins. Quatre facteurs participent au dimorphisme sexuel crânien au cours du développement (Bulygina *et al.* 2006) : un dimorphisme sexuel pré-natal semble déjà être présent pour la partie antérieure du neurocrâne et le dimorphisme sexuel en taille est déjà établi dès les premiers mois après la naissance ; des différences dans la relation taille-conformation se mettent en place : par exemple, avant la puberté, les hommes semblent avoir une face plus large que les femmes du même âge, mais sont légèrement en retard dans le développement de leur conformation faciale ; une hypermorphose des hommes dans les derniers stades de développement qui allonge la durée du développement en retardant leur maturité sexuelle (les adultes hypermorphiques ont ainsi une grande taille) ; des différences de trajectoires de croissance pubertaire entre les hommes et les femmes. La majorité des structures faciales atteignent leur taille adulte plus tardivement que les structures neurocrâniennes (Bulygina *et al.* 2006). Des hétérochronies du développement entre hommes et femmes pourraient ainsi être en lien avec le dimorphisme sexuel crânien observé dans notre corpus (Gould 1977).

ii. Histoire populationnelle et modèle d'isolement par la distance

Au sein du corpus féminin, nous n'observons pas de différenciation morphologique crânienne entre les trois groupes chronoculturels. Une distinction semble plutôt s'observer à l'intérieur de mêmes chronocultures entre des individus issus de sites géographiquement éloignés (*e.g.* Belgique et Sicile pour le premier Mésolithique). L'hétérogénéité du groupe côtier semble également être en lien avec la localisation géographique des individus analysés. L'analyse croisant l'attribution chronoculturelle et la position des individus par rapport à la côte mime en quelque sorte ce phénomène de distinction géographique, nos sous-échantillons ainsi créés correspondant grossièrement à des groupes géographiques. Le groupe d'individus côtiers

du second Mésolithique, qui constitue le sous-échantillon le plus conséquent du fait des séries archéologiques qui le composent, intègre également une distinction morphologique entre individus portugais de la vallée de Muge et individus bretons des sites de Téviec et Hoëdic. La diversité phénotypique observée dans le corpus féminin transcende donc les partitions chronoculturelles et semble plutôt suivre le schéma de groupes géographiques distincts spatialement et phénotypiquement. Ces résultats, obtenus essentiellement de façon graphique, sont confirmés par les tests de Mantel qui mettent en évidence une structuration globale du corpus féminin (entre 23 et 34 % de la variance expliquée par la géographie), mais également au sein de chacun des sous-groupes en fonction de l'attribution chronoculturelle et la position par rapport à la côte (Table 61).

Le corpus masculin présente moins de variations que le corpus d'individus féminins. Globalement, la morphologie crânienne des individus masculins semble plus homogène, les individus du premier Mésolithique semblent néanmoins se distinguer des deux autres chronocultures. Le faible nombre d'individus impliqués dans les analyses peut être responsable de ce résultat, bien que comme pour les femmes, ce sont les individus siciliens qui s'éloignent de la morphologie générale observée dans le corpus masculin. La relative homogénéité phénotypique observée au sein du corpus masculin suggère l'absence de structuration chronoculturelle au sein du corpus masculin, tout comme l'absence d'une structuration géographique claire de la morphologie crânienne pour les individus masculins. Ce dernier résultat est confirmé par le résultat négatif du test de Mantel (Table 61) pour ce corpus.

La majorité de nos résultats est en accord avec ceux obtenus par Brewster (2014) dans sa thèse de doctorat qui porte sur la morphologie crânienne des individus du Pléistocène et du début de l'Holocène en Europe.

Tout d'abord, les résultats obtenus dans la présente étude indiquent une plus grande homogénéité en termes de morphologie crânienne pour les hommes que pour les femmes qui, elles, présentent une plus grande variation inter-groupes. Une structuration géographique significative est également observée au sein du groupe d'individus féminins (Table 61). Dans son analyse, Brewster (2014) observe lui aussi que la diversité morphologique crânienne de l'échantillon féminin suit un schéma induit par un modèle d'isolement par la distance de façon plus nette que dans l'échantillon masculin. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour tenter d'expliquer cette distinction, l'une relevant du fonctionnement sociétal des groupes, l'autre de la biologie et de la question d'une vulnérabilité plus grande des hommes aux stress environnementaux :

- 1) selon le modèle d'isolement par la distance, la morphologie crânienne des individus

qui seraient les moins mobiles (ici les femmes) sera la plus corrélée positivement à la géographie que les individus qui sont le plus mobiles (ici les hommes). Brewster (2014) propose un fonctionnement matrilocal des groupes mésolithiques pour expliquer ces différences. Nous pouvons aussi avancer l'hypothèse d'une mobilité plus intense ou de plus grande amplitude des individus masculins de la fin du Paléolithique et du Mésolithique par rapport aux femmes ;

2) la question d'une plus grande vulnérabilité aux stress environnementaux des hommes par rapport aux femmes est une question débattue en biologie depuis de nombreuses années (Stinson 1985). Il a souvent été suggéré que les hommes seraient plus susceptibles lors de leur développement à des facteurs environnementaux et donc phénotypiquement plus plastiques, alors que les femmes seraient plus conservatrices (pour une revue, voir Stinson 1985, Guatelli-Steinberg et Lukacs 1999). Les femmes auraient ainsi la capacité biologique de mieux supporter les stress environnementaux tels que les maladies infectieuses, les parasites ou les carences nutritionnelles (Stini 1985, Stinson 1985, Brabin 1990). Il s'agit de la théorie du « *female buffering* » (Stinson 1985), dont le chromosome X pourrait en partie être responsable (Goble et Konopka 1973), ou encore l'adaptation des femmes à la nature très demandeuse des fonctions reproductives auxquelles elles doivent faire face lors de la grossesse et l'allaitement (Stini 1985). Les individus féminins de notre corpus possèderaient donc une morphologie crânienne reflétant principalement l'histoire populationnelle des groupes du Paléolithique final et du Mésolithique sur le long terme, alors que les individus masculins seraient plus sensibles à des facteurs environnementaux tels que les variations du climat ou de l'alimentation. Le corpus masculin présente une morphologie crânienne plus homogène dans le temps et l'espace que le corpus féminin. L'hypothèse avancée ici n'est donc valable que si les conditions environnementales subies par les individus sont globalement identiques au cours des périodes et sur l'ensemble de l'aire géographique considérées dans le présent travail. Or nous avons vu dans le CHAPITRE I.I.1. que des variations diachroniques et géographiques sont observées dans ce registre, rendant peu probable cette hypothèse de « *female buffering* » pour expliquer les différences mises en évidence entre corpus féminin et masculin. En outre, cette dernière hypothèse ne tient pas compte de différences sociales pouvant intervenir et favoriser l'un des sexes lors de la croissance, venant alors limiter l'impact de l'environnement (Stinson 1985).

Dans un second temps, nous observons une structuration géographique de la diversité craniométrique au sein du corpus global (en plus de celle mise en évidence dans l'échantillon féminin, cf. *supra*), phénomène également rapporté par Brewster (2014) mais également Petersen (1997) ou encore Meiklejohn et Babb (2015). Dans les populations humaines, la structuration géographique des groupes et leur isolement par la distance seraient responsables

de la majorité des variations biologiques (Betti *et al.* 2009, 2010). En génétique des populations, une diversité inter-populationnelle significative peut s'observer si des populations sont séparées géographiquement et n'ont plus de contacts entre elles. Le flux de gènes dû aux migrations ou aux échanges de gamètes entre populations cesse (Klug *et al.* 2010).

La présente étude met également en évidence des phénomènes d'isolement par la distance au sein des groupes côtiers et continentaux. Lorsque l'on considère la distance transformée, le groupe d'individus continentaux présente un pourcentage de variance expliquée par la distance géographique entre les sites plus élevée que pour le groupe côtier (32 % contre 29 %, *cf.* Table 61). Ce résultat n'est pas en accord avec celui de Brewster (2014) faisant état d'une plus grande adéquation du groupe côtier avec un modèle d'isolement par la distance. Dans son étude, Brewster (2014) suggère une plus forte endogamie au sein du groupe côtier par rapport au groupe continental au Paléolithique supérieur et au Mésolithique dû à un degré d'isolement plus fort des groupes littoraux. L'auteur observe une différenciation phénotypique entre côtiers et continentaux, suggérant un flux de gène plus régulier et intense entre individus continentaux et des groupes côtiers plus adaptés et spécialisés à une écozone (Brewster 2014). Ici, la différenciation entre morphologie crânienne du groupe côtier et morphologie crânienne du groupe continental n'est pas aussi claire. Nous mettons également en évidence une plus grande régionalisation pour le second Mésolithique (test de Mantel, *cf.* Table 61) et particulièrement au sein du sous-groupe d'individus côtiers, suggérant la réduction ou l'absence des flux de gènes entre des groupes éloignés géographiquement, hypothèse déjà avancée par Brewster (2014). Ainsi, une distinction des individus de Muge (ARR et SEB, Portugal) est mise en évidence dans nos analyses par rapport aux individus bretons de Téviec et Hoëdic (TVC et HDC, France), phénomène déjà observé par Meiklejohn et Babb (2015) ainsi que Brewster (2014). Au sein du groupe côtier, l'échantillon sicilien se distingue également des autres par une morphologie singulière déjà mise en évidence par Brewster (2014). L'hypothèse d'un flux de gènes réduit entre l'île et le reste de l'Europe peut être avancée, menant à une distinction morphologique de ces individus par rapport au reste des groupes européens (D'Amore *et al.* 2009, 2010, Brewster 2014). La remontée du niveau marin, estimé à 118 mètres en dessous du niveau actuel lors du Dernier Maximum Glaciaire et à -13 mètres au début de l'Holocène (Incarbona *et al.* 2010), a probablement contribué à l'isolement de l'île et à la diminution voire l'arrêt des flux de gènes avec le continent. Dans une population de petite taille, la perte de diversité génétique par dérive génétique constitue une force évolutive importante (Klug *et al.* 2010). La dérive génétique se produit lorsque le nombre d'individus reproducteurs est trop faible pour permettre à tous les allèles du *pool* génétique d'être transmis à la génération suivante, influençant le phénotype (Klug *et al.* 2010).

Si une structuration au sein du groupe côtier est observée en fonction de la provenance géographique des individus (Sicile *versus* Muge *versus* Bretagne, *cf. supra*), la situation des individus continentaux est plus contrastée en fonction leur attribution chronoculturelle : les individus continentaux du Paléolithique final et du premier Mésolithique semblent présenter des caractéristiques morphologiques communes (*cf.* PC 1 de la Figure 75 et de la Figure 76) qui se distinguent de celles du groupe d'individus continentaux attribués au second Mésolithique, quelle que soit leur provenance géographique. Nos résultats ne permettent donc pas de généraliser les conclusions de Brewster (2014) : si un fort degré de régionalisation des groupes côtiers est perçu *via* l'analyse de la morphologie crânienne dès le Paléolithique final et au cours du Mésolithique, pouvant s'expliquer par l'absence d'échanges génétiques entre groupes éloignés physiquement, le scénario expliquant la diversité morphologique crânienne observée au sein des groupes continentaux suit le schéma d'une structuration chronoculturelle entre groupes du Paléolithique final et du premier Mésolithique qui s'opposent au corpus d'individus attribués au second Mésolithique. Du fait de biais d'échantillonnage, le corpus d'individus continentaux du Paléolithique final et du premier Mésolithique correspond grossièrement à des aires géographiques distinctes de celles dont sont issus les individus continentaux attribués au second Mésolithique : actuels territoires français et belge actuels pour le premier, Allemagne, Espagne et Sud-Ouest de la France pour le second. Cette répartition biaisée entraîne probablement le résultat significatif du test de Mantel appliqué au groupe continental.

À partir de l'analyse de la morphométrie crânienne, une opposition entre groupes côtiers et groupes continentaux semble ainsi se dessiner, basée sur l'existence de dynamiques populationnelles distinctes entre ces groupes. Nous proposons ici l'hypothèse selon laquelle les groupes côtiers auraient adopté un fonctionnement plus fermé dès le Paléolithique final, menant à des phénomènes d'isolement par la distance et de fragmentation des populations. Le mécanisme essentiel permettant le maintien de la variation génétique serait perdu, et ces petites communautés auraient alors été soumises de façon accrue à d'autres mécanismes évolutifs pouvant influencer le phénotype crânien, tels que la dérive génétique ou l'influence de facteurs épigénétiques comme le climat ou l'alimentation. À l'intérieur des terres, les groupes du Paléolithique final et du premier Mésolithique auraient eu un fonctionnement différent, basé sur des échanges génétiques avec les communautés proches et entraînant une homogénéité génétique et phénotypique qui se retrouvent dans ces groupes continentaux d'un point de vue de la morphologie crânienne. La morphologie crânienne des groupes continentaux du second Mésolithique, plutôt homogène d'un point de vue géographique, s'oppose à celle observée pour les groupes des chronocultures précédentes, ce qui suggère une différenciation phénotypique des groupes continentaux entre premier et second Mésolithique en Europe occidentale. Ces

résultats se distinguent donc en partie de ceux obtenus par Brewster *et al.* (2014) : 7 : « *Not surprisingly, our study finds that the division of the Mesolithic into early and late phases is similarly arbitrary in morphological terms* ». Par ailleurs, lorsque l'on compare nos résultats aux données mitochondriales disponibles pour cette période (CHAPITRE I. II. 2.), il ne semble pas y avoir de transformation du *pool* génétique de lignée maternelle entre le premier et le second Mésolithique. Ces observations sont en accord avec l'hypothèse selon laquelle les individus masculins seraient les plus mobiles (*cf. supra*) mais de futures études paléogénétiques sur le chromosome Y permettront probablement de le discuter.

L'identification des mécanismes et facteurs évolutifs sous-jacents à l'observation de cette différenciation morphologique est ici en question. L'hypothèse d'un évènement populationnel menant à la différenciation morphologique crânienne entre premier et second Mésolithique au sein des groupes continentaux est suggérée par nos résultats, qui vont dans le sens d'arrivées potentielles de nouveaux groupes humains au cours du VII^{ème} millénaire cal BC dans l'aire continentale étudiée. Ces groupes pourraient être arrivés d'Afrique du Nord, remontant par la Sicile et diffusant les changements techniques marquant le second Mésolithique européen (*cf.* CHAPITRE I.I.2. ; Perrin *et al.* 2009, Marchand et Perrin 2017). Nos résultats mettent également en évidence une proximité phénotypique entre les individus côtiers du premier Mésolithique issus de sites siciliens et les individus attribués au second Mésolithique continental, alors que l'hypothèse d'échanges génétiques de la Sicile avec l'Afrique du Nord au cours du Mésolithique est proposée par plusieurs auteurs (D'Amore *et al.* 2009, Brewster 2014).

Afin de discuter cette hypothèse, nous avons réalisé une nouvelle analyse en ajoutant des spécimens attribués au Paléolithique final (*ca* XII^{ème}-X^{ème} millénaire BC) et au Néolithique ancien (*ca* IX^{ème}-VII^{ème} millénaire BC) du Nord-Ouest de l'Afrique dans une ACP, sur la base des variables morphologique crâniennes utilisées dans le CHAPITRE III. II. 1. D. iii.. Seuls les indices M.I1 (Indice crânien horizontal), M.I5 (Indice de hauteur/largeur), M.I12 (Indice frontal transverse), M.I13 (Indice fronto-pariétal transverse), M.I39 (Indice facial supérieur) et M.I48 (Indice nasal) ont été conservés dans l'analyse, pour des raisons de représentativité dans la base de données utilisée pour les spécimens d'Afrique du Nord. Ces données nous ont été transmises par I. Crevecoeur (comm. pers.) et sont constituées de données personnelles ainsi que de données issues de la littérature (Table 63). Dix-huit individus attribués au Paléolithique final et neuf au Néolithique ancien d'Afrique du Nord-Ouest ont été utilisés dans l'analyse. L'ACP réalisée permet d'observer une hétérogénéité au sein du groupe d'individus attribués au Néolithique ancien d'Afrique du Nord-Ouest (Figure 77). Le groupe d'individus attribués au Paléolithique final d'Afrique du Nord-Ouest présente lui aussi une certaine variabilité

morphologique crânienne. La projection des individus sur les composantes 1 et 3 permet néanmoins d'observer une certaine proximité morphologique entre ces individus et les individus attribués au second Mésolithique continental, opposés à l'ensemble des individus côtiers de cette même chonoculture et les individus continentaux du premier Mésolithique, selon la PC1 (représentant 37,8 % de la variance totale) mais également la PC3 (représentant 18,8 % de la variance totale, Figure 77). Les individus siciliens du premier Mésolithique se distinguent en majorité des autres groupes sur les trois PC considérées ici, et semblent présenter une morphologie crânienne particulière au sein du corpus du Paléolithique final et du Mésolithique étudié. Ainsi, le résultat obtenu ici, descriptif et exploratoire, ne dément pas l'hypothèse d'une possible proximité morphologique des groupes du Paléolithique final d'Afrique du Nord-Ouest et du second Mésolithique continental, selon l'hypothèse d'une provenance nord-africaine des groupes peuplant l'aire continentale européenne au cours du second Mésolithique. Par ailleurs, le résultat de l'ACP ne permet pas de soutenir l'hypothèse d'une proximité morphométrique crânienne entre les individus inhumés en Sicile au cours du premier Mésolithique et ceux du Paléolithique final d'Afrique du Nord.

Table 63 : Sites d'Afrique du Nord-Ouest (AfNO) du Paléolithique final et du Néolithique ancien dont sont issus les spécimens inclus dans l'ACP conduite avec les spécimens d'Europe de l'Ouest du Paléolithique final et du Mésolithique. Les détails des attributions chronoculturelles sont disponibles dans Crevecoeur 2006.

Sites	Localisation	Période	Nombre d'individus utilisés	Références (sites et mesures)
Afalou bou-Rhummel (Afa)	Beni Segoual, Algérie	Paléolithique final AfNO	18	Arambourg <i>et al.</i> 1934, Vallois 1952
Ain Dokkara (AinDok)	Ain Dokkara, Algérie	Néolithique ancien AfNO	1	Chamla 1973
Columnata (Colum)	Columnata, Algérie	Néolithique ancien AfNO	2	Chamla 1970
Mechta el-Arbi (Mech)	Mechta Arbi, Algérie	Néolithique ancien AfNO	3	Lagotata 1924, Balout et Briggs 1951, Dutour 1995
Medjez (Medj)	Medjez, Algérie	Néolithique ancien AfNO	3	données personnelles I. Crevecoeur

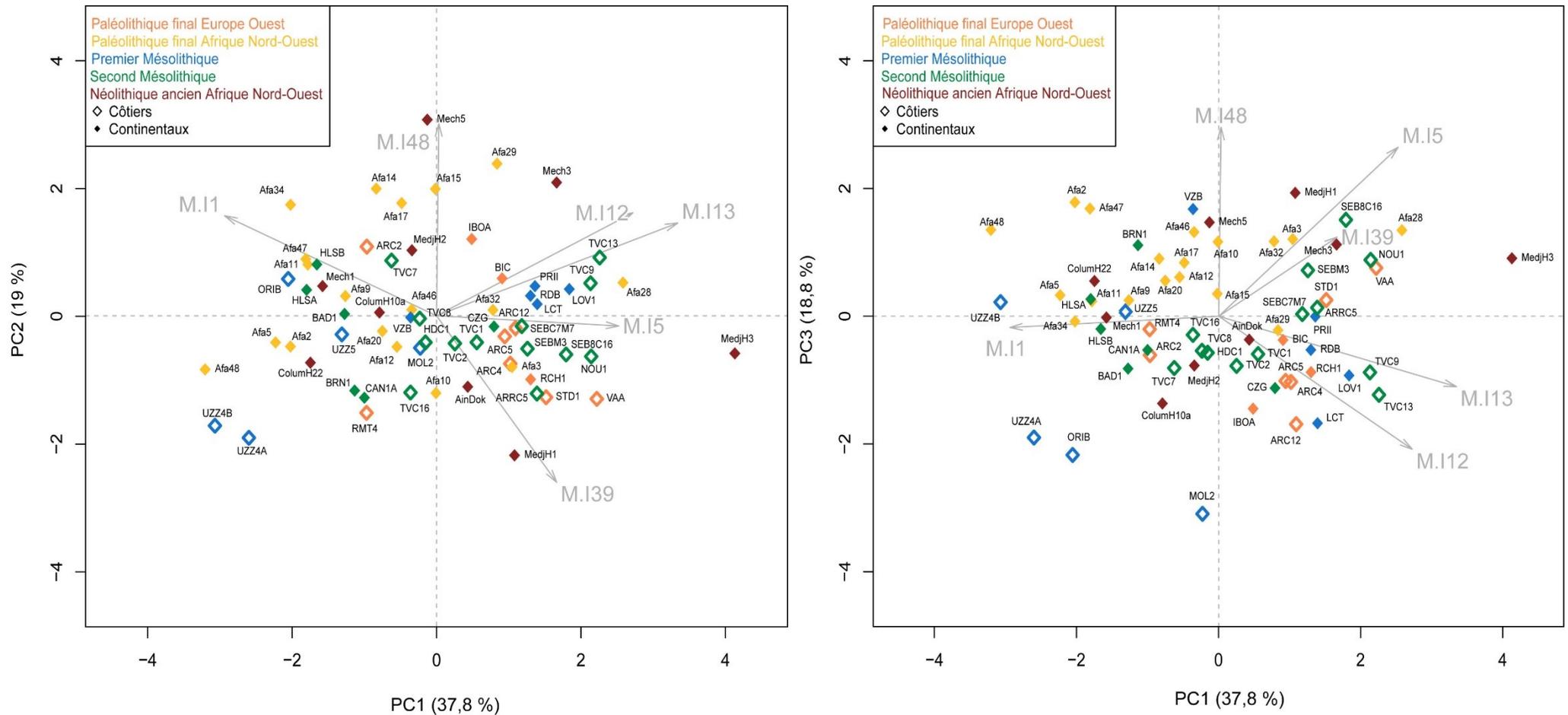


Figure 77 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP (à gauche) et les composantes 1 et 3 (à droite) réalisée sur les indices crâniens [M.I.1, M.I.5, M.I.12, M.I.13, M.I.39 et M.I.48] des individus féminins, masculins et de sexe indéterminé du Paléolithique final Européen et d'Afrique du Nord-Ouest, du premier Mésolithique, du second Mésolithique et du Néolithique ancien d'Afrique du Nord-Ouest ainsi que selon la position des individus par rapport à la côte européens.

iii. Facteurs environnementaux

Des études menées sur des crânes issus de différentes populations ont montré que les dimensions et la forme de la cavité nasale étaient corrélées à des facteurs climatiques : chez les Hommes modernes, les variations de largeur et de hauteur de l'ouverture nasale sont corrélées avec le degré d'humidité absolue (Weiner 1954) et dans une moindre proportion avec la température (Thomson et Buxton 1923, Crognier 1981). Les populations vivant sous un climat froid et sec possèderaient une ouverture nasale plus longue et étroite par rapport à ce qui serait observé sous un climat chaud et humide (Noback *et al.* 2011), correspondant en partie à des phénomènes adaptatifs (Franciscus et Long 1991, Yokley 2009). Maddux *et al.* (2016) suggèrent que trois types d'environnements induisent des réponses différentes de la fonction respiratoire et de la morphologie de l'appareil respiratoire : 1) les environnements froids et secs qui demanderaient un réchauffement et une humidification de l'air inspiré avec une récupération au maximum de la chaleur et de l'humidité durant l'expiration ; 2) les environnements chauds et secs qui demanderaient un réchauffement minimal et l'humidification de l'air mais également une récupération maximale de l'humidité durant l'expiration ; 3) les environnements chauds et humides qui ne demandent qu'un minimum de réchauffement et d'humidification de l'air durant l'inspiration, mais une élimination maximale de la chaleur durant l'expiration (Maddux *et al.* 2016). Bien que le degré de relation entre climat et dimensions de l'ouverture nasale soit encore débattu, notamment le degré extrême des conditions qui influenceraient réellement la morphologie nasale (Evteev *et al.* 2014, Evteev et Movsesian 2016), l'hypothèse d'une corrélation de la forme de l'ouverture nasale avec le climat comme adaptation aux flux d'air lors de la respiration est largement acceptée. Noback *et al.* (2011) suggèrent qu'un élargissement de la cavité nasale réduirait les contacts entre l'air ambiant et les muqueuses nasales durant l'inspiration. De telles caractéristiques morphologiques permettraient de faciliter le refroidissement par évaporation durant l'expiration, ce qui est en accord avec une hypothèse de demandes réduites pour l'inspiration et de demandes accrues pour l'élimination de la chaleur lors de l'expiration dans les environnements chauds et humides (Noback *et al.* 2011, Maddux *et al.* 2016). Ce type d'environnement est ainsi considéré généralement comme peu demandeurs de modifications lors de l'inspiration (Noback *et al.* 2011) mais les demandes thermorégulatoires pour la dissipation de la chaleur lors de l'expiration pourraient représenter une pression de sélection importante sur la morphologie de l'ouverture nasale dans ces environnements chauds et humides (Franciscus et Long 1991). Les environnements froids et secs demanderaient des modifications intenses de l'appareil respiratoire. Entre ces deux extrêmes, les climats chauds et secs seraient les moins demandeurs physiologiquement (Evteev *et al.* 2014, Maddux *et al.* 2016). La morphologie nasale des

individus siciliens daté du premier Mésolithique présentent des ouvertures nasales étroites et longues, alors que durant la période mésolithique, la Sicile voit son climat devenir plus humide (Battaglia *et al.* 1991, Frisia *et al.* 2006, Tinner *et al.* 2009). Les individus de Muge présentent une ouverture nasale dont la morphologie serait plus en accord avec cette hypothèse climatique (Figure 75 et Figure 76). Enfin les individus du Paléolithique final d’Afrique du Nord sont caractérisés par un indice nasal élevé (M.I48) qui révèle une ouverture nasale large et peu haute (Figure 77). Il faut également garder à l’esprit que les variations journalières, saisonnières ou annuelles des températures et degrés d’humidité ne nous sont pas accessibles. En outre, l’utilisation de la morphologie de la cavité nasale pour l’analyse des capacités respiratoires et du conditionnement de l’air comporte des biais (Heuzé sous presse).

iv. Facteurs biomécaniques liés à l’alimentation

Enfin, des facteurs de variation de la morphologie crânienne liés aux forces appliquées lors de la mastication impacteraient la morphologie crânienne, principalement les structures zygomatiques, neurocrâniennes et palatines (Carlson et Van Gerven 1977, González-José *et al.* 2005, Sardi *et al.* 2006, Strait *et al.* 2007, Wroe *et al.* 2007, Paschetta *et al.* 2010, Noback et Harvati 2015, Toro-Ibacache *et al.* 2016). Les régions crâniennes subissant les stress lors de la mastication montrent ainsi une plus grande variabilité que les autres (von Cramon-Taubadel 2009b). Des régimes alimentaires basés sur des produits plus tendres demanderaient moins d’efforts que les régimes alimentaires incorporant des aliments durs (Carlson et Van Gerven 1977). Les individus dont les appareils masticateurs subiraient le moins de stress possèderaient, en moyenne, des faces plus petites et moins prognathes, des neurocrânes plus globulaires (von Cramon-Taubadel 2014) et une tendance à la brachycéphalisation (élargissement de la largeur du crâne par rapport à sa longueur, Carlson et Van Gerven 1977, Paschetta *et al.* 2010). Des modèles animaux ont également montré que, nourris avec des aliments durs, ils développaient des faces plus larges et robustes que ceux nourris avec des aliments plus tendres (Lieberman *et al.* 2004).

Dans notre analyse, si nous considérons instinctivement que les alimentations basées sur un régime plutôt carné sont plus demandeuses en termes de contraintes biomécaniques lors de la mastication que les alimentations riches en aliments plus tendres tels que le poisson ou les coquillages, des variations de largeur de la face et/ou de degrés de prognathisme facial entre groupes côtiers et groupes continentaux (*cf.* CHAPITRE I.I.1.C.) devraient être mises en évidence dans notre étude : les groupes côtiers devraient ainsi posséder des mesures de largeur de la face plus faibles (M45, M46b), des faces moins prognathes (M.I60) et également des neurocrânes plus longs, hauts et étroits (valeurs plus faibles de M.I1, valeurs plus élevées de

M.I5) que les continentaux. Or cette hypothèse ne se vérifie pas lorsque sont comparés les groupes côtiers et continentaux considérés comme des ensembles cohérents (*cf.* CHAPITRE III.II.1.C.). Les individus montrant une brachycéphalisation (valeurs plus élevées de M.I1) correspondent aux individus du second Mésolithique continental et les Siciliens du premier Mésolithique (Figure 75 et Figure 76) pour lesquels une alimentation principalement composée de protéines terrestres a été mise en évidence. En effet, les analyses isotopiques de carbone et d'azote ont montré que les individus siciliens du Paléolithique final et du Mésolithique consommaient presque exclusivement des protéines issues de la terre, avec seulement un petit apport de protéines marines (Mannino *et al.* 2007, 2011, 2012). En outre un faible développement technique de la part des groupes mésolithiques siciliens pour l'exploitation des ressources marines de façon intensive a été avancé (Mannino *et al.* 2007, 2011, 2012). Par exemple, les individus de la Grotta d'Oriente n'auraient pas modifié leurs stratégies de subsistance pour s'adapter à l'isolement progressif de l'île de Favignana (Mannino *et al.* 2007, 2011, 2012). Ces comportements pourraient être en partie une conséquence de l'oligotrophie de la Méditerranée (*cf.* CHAPITRE I.I.1.C.). Par ailleurs, l'alimentation sur certains sites côtiers mésolithiques semble plus diversifiée que simplement axée sur des ressources issues du domaine maritime (Marchand *et al.* 2016). Enfin, la balance entre part végétale et part carnée dans l'alimentation aurait vraisemblablement le plus grand effet sur la variation morphologique du crâne (Noback et Harvati 2015). Les indices archéologiques et isotopiques tendent à suggérer l'importance des végétaux dans l'alimentation au Mésolithique (*cf.* CHAPITRE I. I.1. C.), mais la quantification de la part végétale dans l'alimentation reste une variable difficile à appréhender (Valdeyron 2013). En l'absence de données plus précises, nous faisons face ici aux limites d'un raisonnement opposant alimentation des groupes littoraux à celle des groupes continentaux.

L'alimentation et les contraintes biomécaniques qui y sont liées semblent donc être un facteur de variation de la morphologie crânienne au sein des populations d'Hommes modernes, mais leur impact dans notre corpus reste difficile à caractériser et à quantifier de façon précise.

2. Conformation neurocrânienne par morphométrie géométrique

A. Erreur intraobservateur dans le positionnement des landmarks

Afin de rendre compte de l'influence de la variabilité intraobservateur sur les résultats, une ACP a été réalisée à partir de la matrice de covariance formée par les coordonnées 3D des huit *landmarks* anatomiques mesurés à dix reprises sur un sous-échantillon de trois individus. La Figure 78 représente PC1 versus PC2 rendant compte de 89 % de la variance totale de l'échantillon (PC1 = 49 % et PC2 = 40 %). Les enregistrements du spécimen BRN1 sont ceux qui ont la dispersion la plus élevée sur l'axe 1 et l'axe 2, les enregistrements de TVC1 sont assez dispersés sur l'axe 1 alors que ceux de TVC9 sont plutôt homogènes. L'ANOVA Procruste a décomposé les variations de formes en effets individuels, de latéralité, d'asymétrie et d'erreur. La valeur individuelle s'élève à 1,48E-03 et est bien supérieure à celle du résidu égale à 1,46E-05, qui représente l'incertitude de mesure tridimensionnelle intraobservateur dans l'analyse (Table 64). Cela correspond à une erreur intraobservateur inférieure à 1 %. La variabilité de positionnement des *landmarks* est donc considérée comme satisfaisante car largement inférieure à 5 %.

Table 64 : Résultats de l'analyse ANOVA Procruste menée sur huit landmarks mesurés de façon répétée sur trois individus.

ANOVA Procruste sur la symétrie					
Effet	Somme des carrés	Moyenne des carrés	Degré de liberté	F	p
Individuel	2,96E-02	1,48E-03	20,00	16,07	<0,0001
Latéralité	5,13E-03	7,33E-04	7,00	7,95	0,00
Asymétrie	1,29E-03	9,22E-05	14,00	6,32	<0,0001
Résidu	6,70E-03	1,46E-05	459,00		

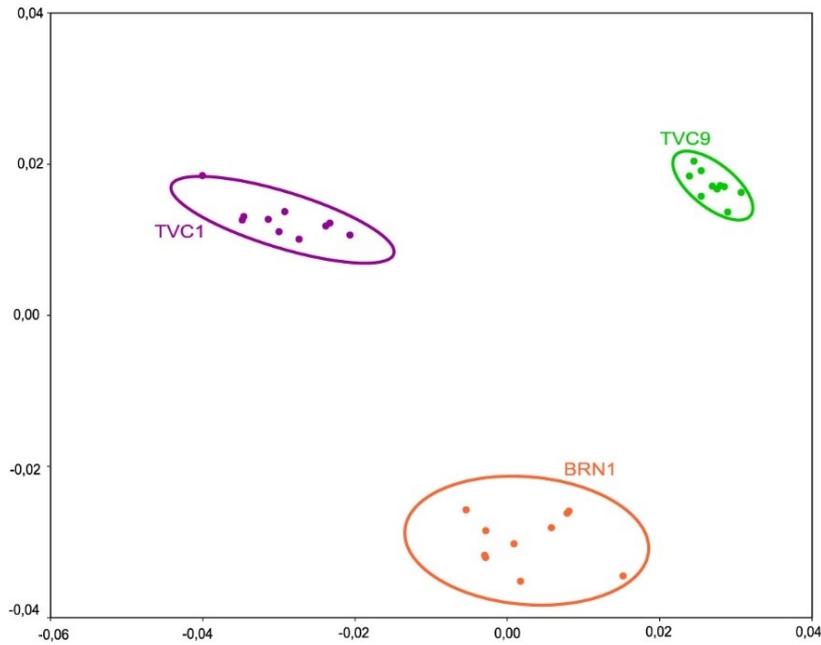


Figure 78 : Analyse en Composantes Principales des coordonnées des huit landmarks anatomiques mesurés à dix reprises sur trois individus (en orange : BRN1 ; en violet : TVC1 ; en vert : TVC9).

B. Variations de conformation du neurocrâne

i. Analyses en Composantes Principales sur les coordonnées procrustes

Une ACP a été réalisée sur la composante asymétrique des coordonnées procrustes obtenues pour chacun des individus. Les six premières PC expriment des valeurs supérieures à 5 % de variance totale et expliquent près de 69 % de la variance totale de l'échantillon (Table 65).

L'effet de chacun des facteurs « sexe », « attribution chronoculturelle », « position par rapport à la côte » (test de Kruskal Wallis) ainsi que leur interaction (*two-way* NPANOVA) a été testé séparément sur chacune des six premières PC. Aucun facteur n'a d'effet statistiquement significatif sur PC1 (21 % de la variance totale) ni sur PC3 (10 %). Le sexe, la chronoculture et la position des individus par rapport à la côte ont chacun un effet statistiquement significatif sur PC2 (18 % de la variance totale). Le test de l'effet de l'association du sexe et de la chronoculture renvoie une valeur de p non significative mais inférieure à 0,10 pour PC2, alors que cet effet est statistiquement significatif sur PC4 (7,4 % de la variance totale). Globalement, PC2 semble concentrer la majorité des effets influant la variation de la conformation neurocrânienne dans l'échantillon total (Table 65). Les facteurs « Sexe*Position par rapport à la côte », « Sexe*Chrono*Position par rapport à la côte » et « Chrono*Position par rapport à la côte » n'ont pas d'effet significatif sur la variation de l'échantillon.

Enfin, les six premières PC ont été considérées simultanément car représentatives de la conformation crânienne des individus. Chacun des effets décrits ci-dessus a été testé sur la combinaison de PC1 à PC6 au moyen d'un test *one-way* NPMANOVA et d'un test *two-way* NPMANOVA pour les interactions entre facteurs. Parmi toutes les variables explicatives testées, seul le sexe des individus a un effet significatif sur les variations de conformation neurocrânienne dans l'échantillon total (Table 65).

Table 65 : Scores des six premières PC de l'ACP menée sur les coordonnées procrustes de l'échantillon total et récapitulatif des effets significatifs sur chacune des six premières PC puis sur l'ensemble des six premières PC (* : $p < 0,001$; ** : $p \leq 0,01$; * : $p \leq 0,05$; « . » : $p < 0,10$, considéré comme non significatif).**

	Eigenvalues	% Variance	% Cumulatif	Effets univariés			Effets multivariés				
				Sexe	Chrono	Position par rapport à la côte	Sexe*Chrono*Position par rapport à la côte	Sexe*Chrono	Sexe*Position par rapport à la côte	Chrono*Position par rapport à la côte	
PC1	2,58E-04	21,30	21,30								
PC2	2,20E-04	18,20	39,60	**	*	*		.			
PC3	1,24E-04	10,30	49,80								
PC4	8,93E-05	7,40	57,20					*			
PC5	7,40E-05	6,10	63,30								
PC6	6,49E-05	5,40	68,70								
PC1 à PC6	/	/	68,70	***							

La Figure 79 correspond à la projection des individus sur PC1 et PC2. La majorité des individus datés du premier Mésolithique présente un patron de conformation neurocrânienne caractérisé par un crâne relativement plus allongé sagittalement et globalement large, et un os frontal fuyant. Néanmoins, deux individus se distinguent de ce patron caractérisant les individus du premier Mésolithique : l'individu LCT qui se trouve dans l'extrême partie négative de PC2 présente un patron particulier marqué par un allongement marqué du crâne, et des bosses pariétales peu marquées ; l'individu VZB qui lui se distingue à l'opposé sur PC2, présentant une conformation crânienne marquée par un fort raccourcissement de la longueur crânienne associé à une voûte élevée et large au niveau des bosses pariétales, ainsi qu'un os frontal plus vertical et une région de l'obélion¹⁸ aplatie (Figure 80). Cette conformation particulière est partagée par le crâne ARRC4 daté du second Mésolithique. La majorité des individus datés du Paléolithique final présentent un patron de conformation neurocrânienne caractérisé par une voûte moins large et un allongement du crâne, un os frontal fuyant, le neurocrâne ayant tendance à se globulariser (partie négative de PC2, Figure 79a). Les deux individus féminins de San Teodoro 1 (STD1) et Oberkassel 2 (OBK2) dévient légèrement de ce patron et présentent une conformation plutôt caractérisée par un élargissement de la voûte au niveau des bosses pariétales, avec toujours un crâne allongé sagittalement (quart supérieur gauche du graphique, Figure 79d). À l'opposé sur PC1, l'individu Arene Candide 2 (ARC2) présente une

¹⁸ Point situé sur la suture sagittale au niveau des forams pariétaux.

conformation neurocrânienne particulière, caractérisée par un neurocrâne haut, court et étroit ainsi qu'un os frontal plus vertical, et un aplatissement au niveau de la région de l'obéliion. Cette conformation particulière est partagée par l'individu Moita do Sebastiao Crane XXXV (SEBC35) daté du second Mésolithique (Figure 79a). Les individus datés du second Mésolithique, les plus nombreux dans l'échantillon (n=28 soit plus de 65 % de l'échantillon total) présentent des patrons de conformations variables, qui recouvrent l'ensemble des individus datés des deux autres périodes chronoculturelles analysées ici.

Il semble difficile de dégager un schéma clair de conformation neurocrânienne spécifique à la position côtière ou non des individus du fait de la grande hétérogénéité des sous-groupes définis par ce facteur (Figure 79b). Ainsi, les individus côtiers présentent une répartition très large, alors que les individus continentaux se concentrent principalement dans la partie négative de PC2, ces derniers possédant un neurocrâne allongé, bas et étroit au niveau des bosses pariétales (Figure 79d).

L'effet le plus significatif (*cf.* Table 65) correspond à l'effet du sexe des individus sur PC2. Ce résultat se retrouve graphiquement dans l'ACP (Figure 79c). En effet, sur PC2 les individus féminins se distinguent clairement dans la partie positive de la PC des individus masculins (partie négative de la PC). Les hommes présentent une conformation neurocrânienne plus globulaire avec un allongement de la longueur crânienne, un neurocrâne plus haut et plus étroit avec une région de l'obéliion convexe, et un os frontal plus fuyant. Les femmes sont caractérisées par un os frontal plus redressé, une plus grande largeur crânienne au niveau des pariétaux et des temporaux, ainsi qu'une longueur neurocrânienne réduite (Figure 79c et d).

L'effet de l'interaction du sexe et de l'attribution chronoculturelle des individus est significatif sur PC4. Cette PC représente 7,4 % de la variance totale observée dans l'échantillon. La Figure 81 représente la projection des individus sur PC2 et PC4. Les individus masculins datés du Paléolithique final et du second Mésolithique se distinguent dans le quart supérieur gauche (partie négative de PC2 et positive de PC4) par rapport aux individus féminins attribués aux mêmes périodes chronoculturelles (partie positive de PC2 et négative de PC4). Les individus masculins du Paléolithique final et du second Mésolithique sont globalement caractérisés par une symétrie plus marquée du neurocrâne au niveau des os pariétaux et temporaux en vue postérieure. Au premier Mésolithique, les individus féminins se trouvent dans la partie positive de PC4 et l'individu masculin dans sa partie négative. Au sein de cette période chronoculturelle, c'est l'allongement sagittal du crâne et le front fuyant qui distinguent le plus les hommes des femmes.

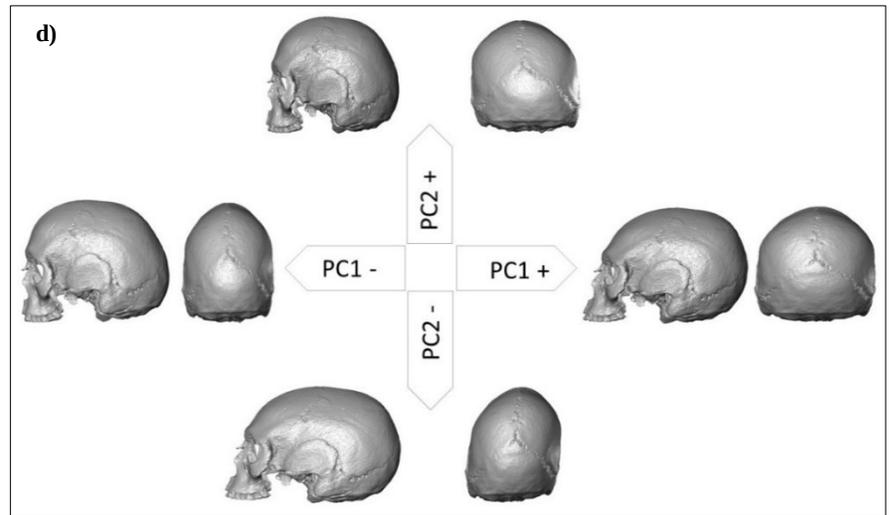
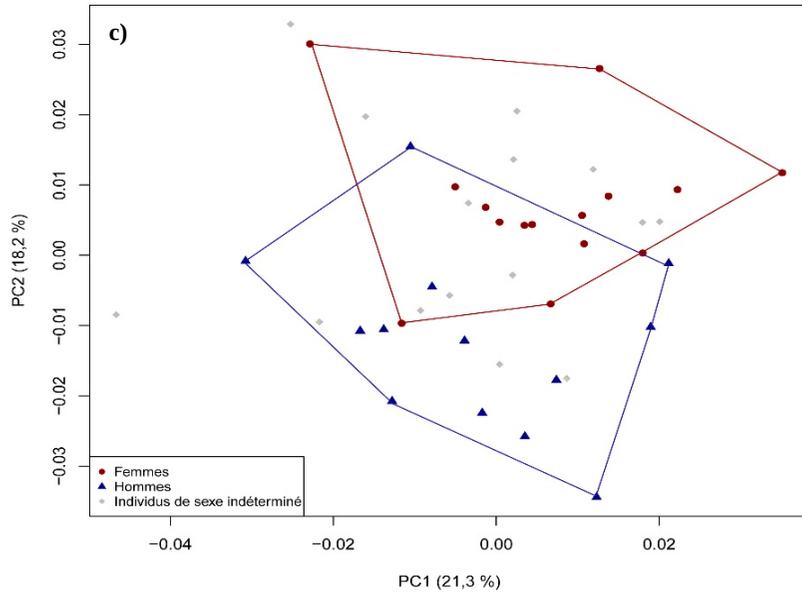
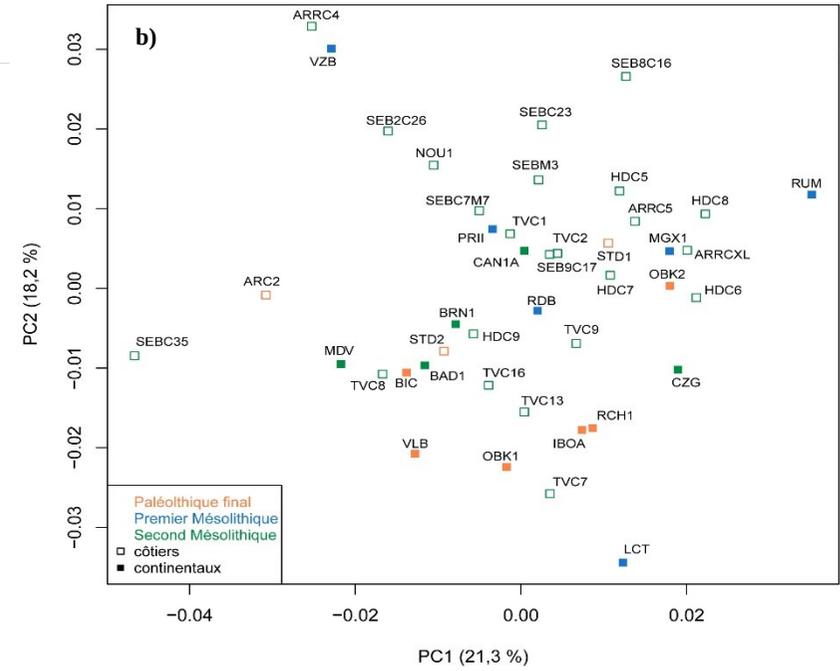
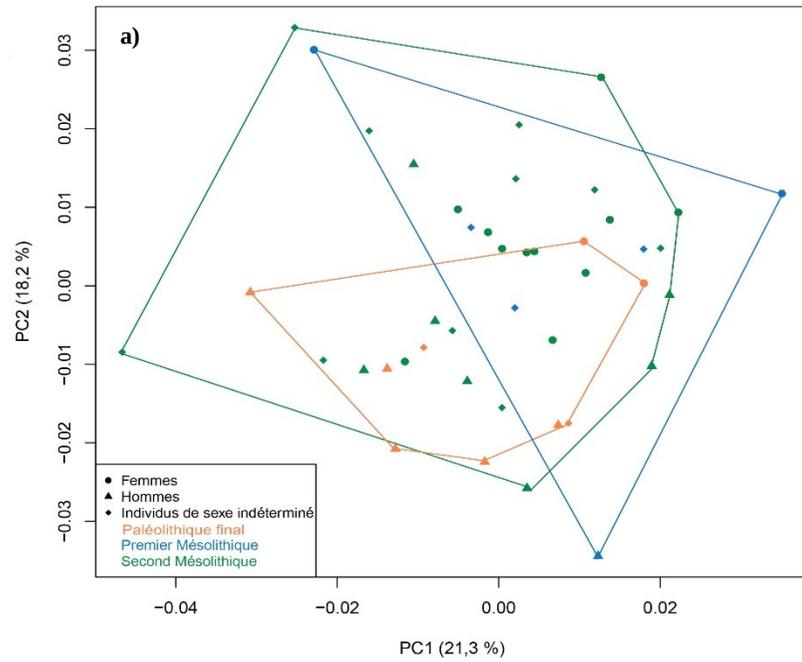


Figure 79 : Placement des individus sur PC1 et PC2 dans l'espace de conformation (ACP sur la conformation des neurocrânes) selon (a) les différentes chronocultures associées au sexe des individus, (b) les différentes chronocultures et la position par rapport à la côte, (c) le sexe, et (d) variation des conformations neurocrâniennes extrêmes (vues latérale gauche et postérieure, facteur 0,10) selon les deux PC (facteur +0,10 et -0,10).

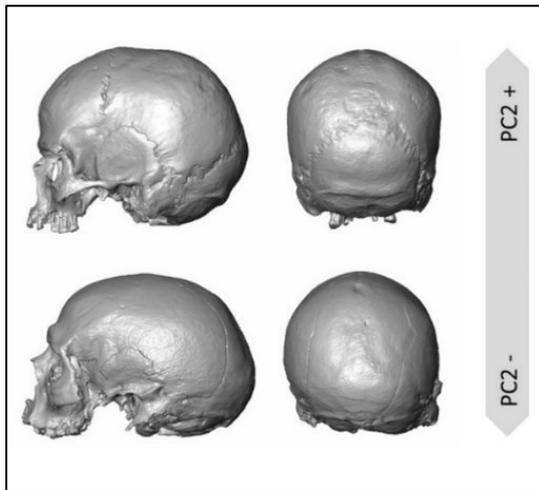


Figure 80 : Conformations neurocrâniennes de Vatte di Zambana (VZB) en haut et de La Chaussée-Tirancourt (LCT) (vues latérale gauche et postérieure) représentant les deux individus présentant les extrêmes de l'échantillon attribué au premier Mésolithique.

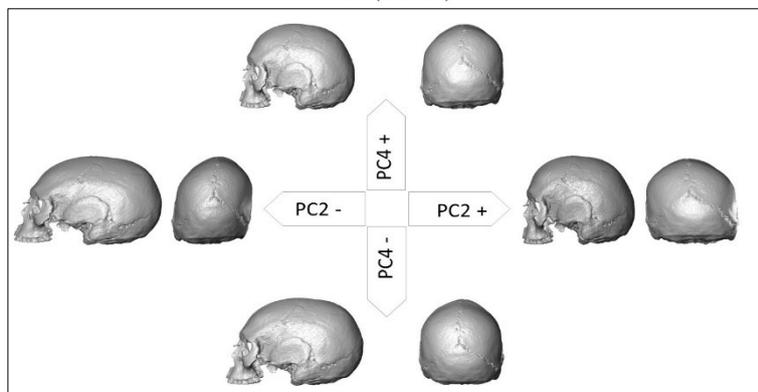
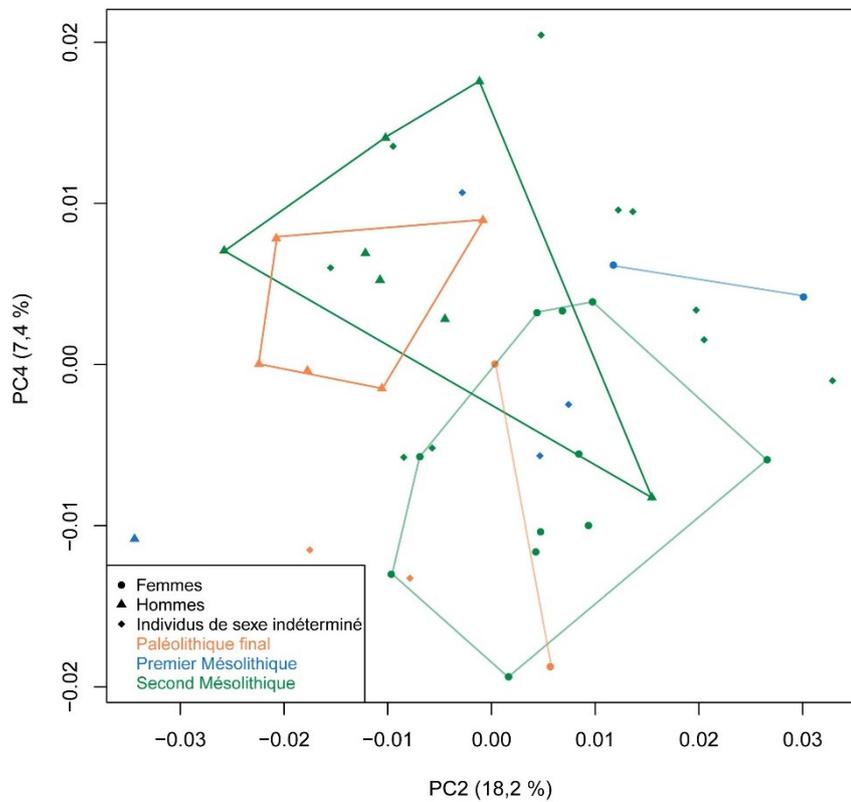


Figure 81 : Placement des individus sur PC2 et PC4 dans l'espace de conformation (ACP sur la conformation des neurocrânes) selon l'association du sexe et de l'attribution chronoculturelle des individus (en haut) et la variation des conformations neurocrâniennes extrêmes (en bas, vues latérale gauche et postérieure) selon PC2 (facteur +0,10 et -0,10) et PC4 (facteur +0,05 et -0,05).

La Figure 79b permet de visualiser une structuration des individus en fonction du site dont ils sont issus sur PC1 et PC2. Excepté un individu déviant de ce patron, les sujets de la vallée de Muge au Portugal présentent une conformation neurocrânienne caractéristique avec une voûte plus haute et large au niveau des bosses pariétales, un os frontal plus redressé et bombé et un aplatissement de la zone de l'obélion. Ils se distinguent en grande partie des individus bretons qui présentent une conformation neurocrânienne plutôt intermédiaire, avec une tendance à un léger allongement du neurocrâne associé à une voûte plus étroite et une région frontale fuyante. La variabilité des individus allemands s'inscrit dans celle du groupe breton. Les individus belges, siciliens et de la façade cantabrique de la péninsule ibérique présentent une conformation neurocrânienne intermédiaire. Les individus du sud de la France forment un groupe plutôt homogène dont la conformation se caractérise par un allongement du crâne associé à une largeur de crâne intermédiaire et une région frontale fuyante. Les deux spécimens du nord de la France se caractérisent par une conformation singulière déjà mise en évidence pour La Chaussée Tirancourt (LCT, *cf. supra*). L'autre individu, Rueil-Malmaison (RUM), présente une conformation sensiblement différente caractérisée par un crâne allongé associé à un élargissement du neurocrâne au niveau supérieur, un os frontal fuyant et un bombement de la région de l'obélion. À l'opposé sur la PC1, les individus d'Italie du Nord sont caractérisés par un neurocrâne haut, étroit et court, avec une région frontale redressée et un aplatissement de la zone de l'obélion.

ii. Analyse des distances procrustes entre groupes chronoculturels

Les distances procrustes entre les trois groupes chronoculturels du Paléolithique final, des premier et second Mésolithique ont été calculées afin d'évaluer les éventuelles différences de conformation neurocrânienne. Les résultats obtenus entre les conformations moyennes de chacun des trois groupes chronoculturels prédéfinis ne sont pas significatives au seuil de 0,05 (Table 66).

Table 66 : Résultats de l'analyse des distances procrustes sur la base de la conformation crânienne entre les groupes chronoculturels prédéfinis (partie supérieure du tableau : valeurs des distances procrustes ; partie inférieure du tableau et en italiques : valeurs de *p* obtenues après validation croisée (10 000 permutations) ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).

	PF	meso_1	meso_2
PF	0,00	0,02	0,02
meso_1	<i>0,19</i>	0,00	0,02
meso_2	<i>0,07</i>	<i>0,33</i>	0,00

iii. Analyses de la structuration géographique de la conformation neurocrânienne

La matrice de distances biologiques a été obtenue à partir des coordonnées procrustes sur les six premières PC obtenues pour chaque individu (cf. CHAPITRE III.II.5.B.i.). Pour rappel, 43 individus sont impliqués dans l'analyse : neuf sont datés du Paléolithique final (trois côtiers et six continentaux), six du premier Mésolithique (tous continentaux) et 28 du second Mésolithique (23 côtiers et cinq continentaux) ; 15 sont des individus de sexe féminin, 13 de sexe masculin et 15 de sexe indéterminé.

Aucune corrélation entre distances biologiques représentées ici par les coordonnées procrustes et les distances spatiales n'est obtenue au moyen des tests de Mantel (Table 67). Les valeurs de p approchent le seuil de significativité pour les corpus d'individus du second Mésolithique et d'individus côtiers ($p=0,09$). Le résultat des tests de Mantel indiquent que les données de conformation neurocrânienne semblent globalement distribuées géographiquement (Table 67).

Table 67 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (coordonnées procrustes) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.

	R2	p
MorphoTotal~Geo	0,10	0,12
MorphoTotal~LogGeo	0,08	0,08
MorphoF~Geo	0,03	0,40
MorphoF~LogGeo	0,14	0,12
MorphoM~Geo	0,08	0,30
MorphoM~LogGeo	0,08	0,31
MorphoPFMeso_1~Geo	-0,09	0,66
MorphoPFMeso_1~LogGeo	0,02	0,40
MorphoMeso_2~Geo	0,14	0,09
MorphoMeso_2~LogGeo	0,06	0,22
MorphoCôt~Geo	0,06	0,22
MorphoCôt~LogGeo	0,10	0,09
MorphoCont~Geo	-0,13	0,83
MorphoCont~LogGeo	-0,04	0,63

C. Allométries et variations de la taille centroïde

i. Variations de la taille centroïde

L'étude de la variation de la taille centroïde au sein du corpus a mis en évidence un effet significatif du sexe, les hommes présentant en moyenne des crânes de dimensions plus grandes que les femmes (test U de Mann-Whitney, $U=32$, $p < 0,01$, Figure 82).

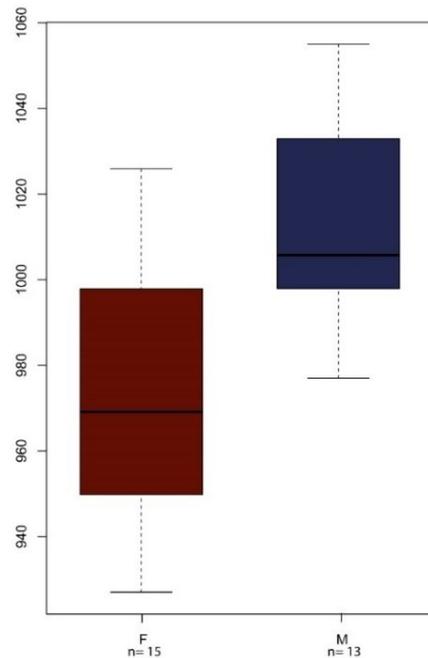


Figure 82 : Taille centroïde des individus féminins (F) et masculins (M).

Aucun effet sur la taille centroïde des individus n'a été mis en évidence en relation avec l'appartenance à l'une des trois périodes chronoculturelles (Kruskal-Wallis, $K = 0,80$, $p = 0,67$), la position des individus par rapport à la côte (test U de Mann-Whitney, $U=210$, $p = 0,80$) ou encore l'association entre la chronoculture et la position par rapport à la côte (*two-way* NPANOVA, $p = 0,35$). L'effet de l'association entre sexe des individus et chronoculture est significatif sur la taille centroïde (*two-way* NPANOVA, $p = 0,05$). Les femmes présentent en moyenne une taille centroïde plus petite au second Mésolithique que pour les deux périodes chronoculturelles précédentes, alors que la taille centroïde des individus masculins augmente entre le Paléolithique final et le second Mésolithique (Figure 83). Les tailles centroïdes des hommes et des femmes sont comparables au Paléolithique final ce qui indique un faible dimorphisme sexuel de taille du neurocrâne dans notre échantillon à cette période. Au second Mésolithique, un dimorphisme sexuel de taille du neurocrâne est observé (quantifié à 6 %), les femmes présentant en moyenne des tailles centroïdes plus petites que les hommes (Figure 83 et Table 68). Le dimorphisme sexuel de la taille centroïde des neurocrânes semble donc être plus fort au second Mésolithique qu'au Paléolithique final, et supérieur au degré de dimorphisme quantifié dans l'échantillon total.

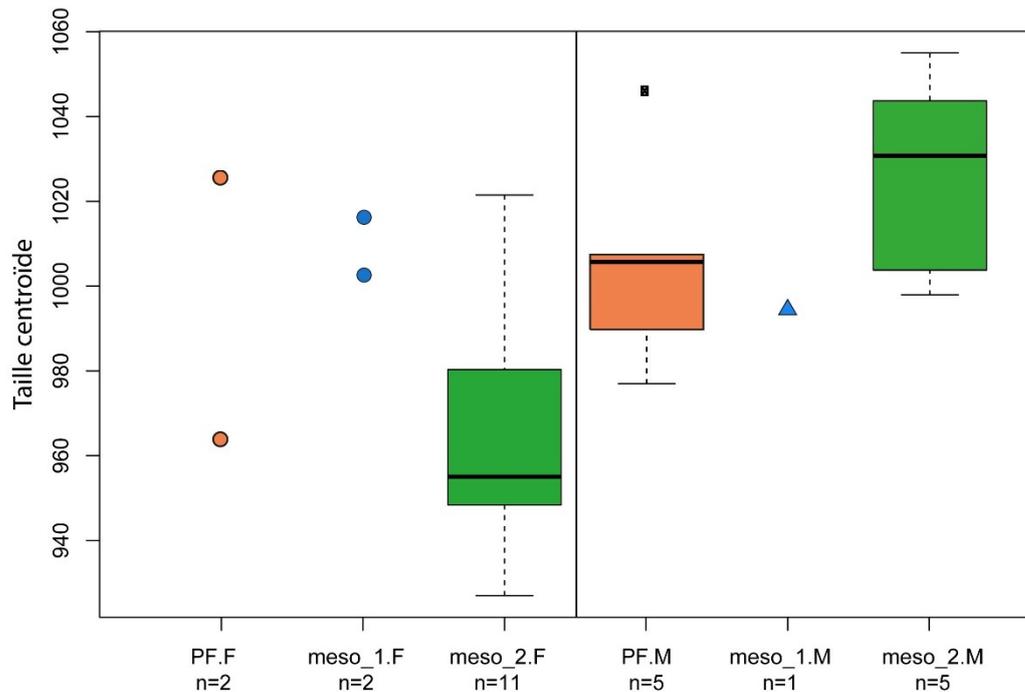


Figure 83 : Evolution de la taille centroïde au cours des trois chronocultures pour les individus féminins et les individus masculins (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Table 68 : Moyenne des tailles centroïdes du neurocrâne des individus masculins (M) et féminins (F) pour l'échantillon total, le Paléolithique final (PF), le premier et le second Mésolithique (meso_1 et meso_2) et quantification du dimorphisme sexuel pour chaque période chronoculturelle (moyenne M-moyenne F)/moyenneM ; les effectifs sont indiqués entre parenthèses.

	M	F	quantification dimorphisme sexuel	
échantillon total	1015,28 (13)	974,18 (15)	0,04	
PF	1005,18 (5)	995,30 (2)	0,01	
meso_1	994,14 (1)	1009,28 (2)	-0,02	
meso_2	1025,52 (7)	963,96 (11)	0,06	

ii. Étude de l'allométrie

La présence éventuelle d'allométrie dans notre corpus d'étude a été évaluée par une régression multivariée de la forme du neurocrâne *versus* la taille centroïde pour l'échantillon total. La Figure 84 permet de visualiser le résultat de la régression multivariée et la distribution des individus qui n'indique pas de corrélation linéaire entre *regression score* et taille centroïde dans l'échantillon. Cette impression visuelle est confirmée par le résultat du test de permutation (Good 2000) qui renvoie une valeur de p égale à 0,23. Les résultats de la régression multivariée ne sont donc pas exploitables au seuil statistique fixé à 0,05 et ne permettent pas de rejeter l'hypothèse nulle d'indépendance de la conformation par rapport à la taille. L'effet de la taille sur la morphologie du neurocrâne est donc négligeable dans notre échantillon total et les variations de conformation décrites plus haut ne sont pas corrélées à des variations de taille.

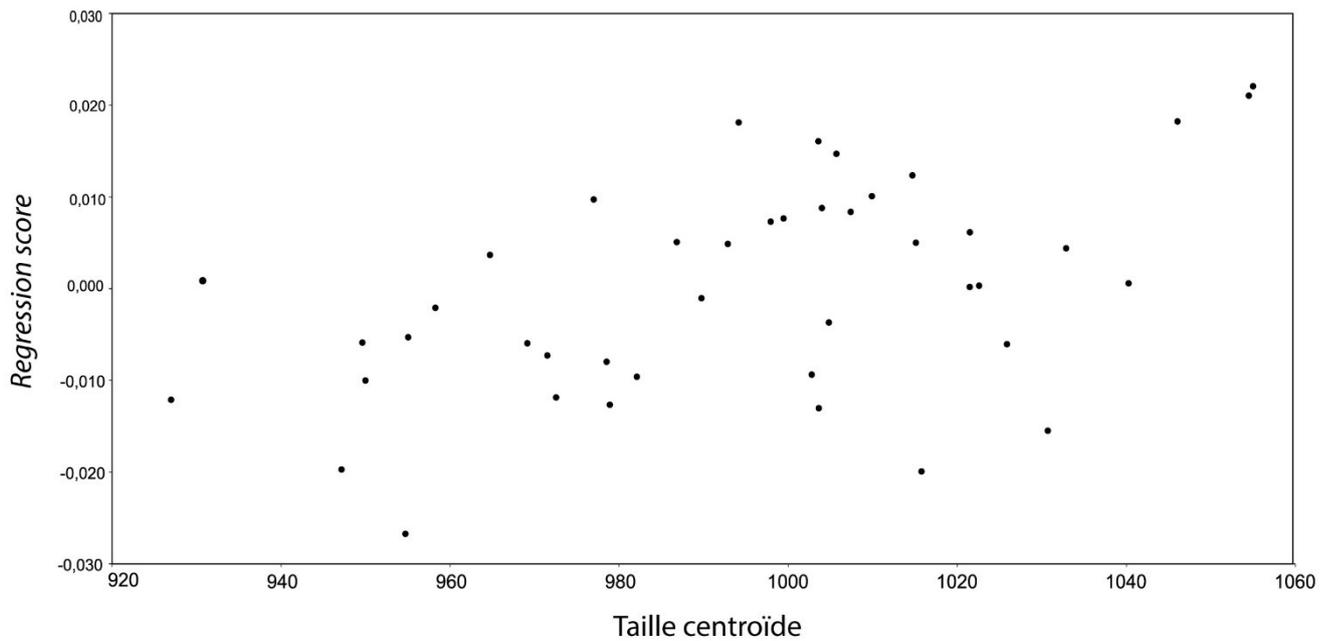


Figure 84 : Graphique de dispersion du score de régression (*regression score*) en fonction de la taille centroïde pour l'étude de l'allométrie dans l'échantillon total.

D. Bilan et discussion des analyses de la conformation neurocrânienne par morphométrie géométrique

La variation de conformation du neurocrâne a été explorée dans notre corpus à partir d'une analyse par morphométrie géométrique. Dans l'analyse en composantes principales (ACP), l'espace de conformation est caractérisé par un faible nombre de composantes dominantes sur les 42 obtenues (Figure 85). Cette distribution indique que le neurocrâne constitue une structure intégrée¹⁹ dont les variations morphologiques ne sont pas indépendantes les unes des autres, mais associées (Wagner 1984, Bastir et Rosas 2005, Klingenberg 2014) : « *the more integrated a system, the more it relies on few dominant axes of covariation* » (Bruner *et al.* 2012 : 420).

¹⁹ L'intégration correspond à la tendance qu'ont différents caractères à varier conjointement, de manière coordonnée, au sein d'une structure morphologique (Klingenberg 2014). La modularité existe si l'intégration est concentrée au sein de certaines parties d'une structure (*i.e.* les modules), mais que l'intégration est elle-même faible entre ces modules (Klingenberg 2014). L'intégration peut être le reflet de processus développementaux, fonctionnels, génétiques ou environnementaux (Klingenberg 2014).

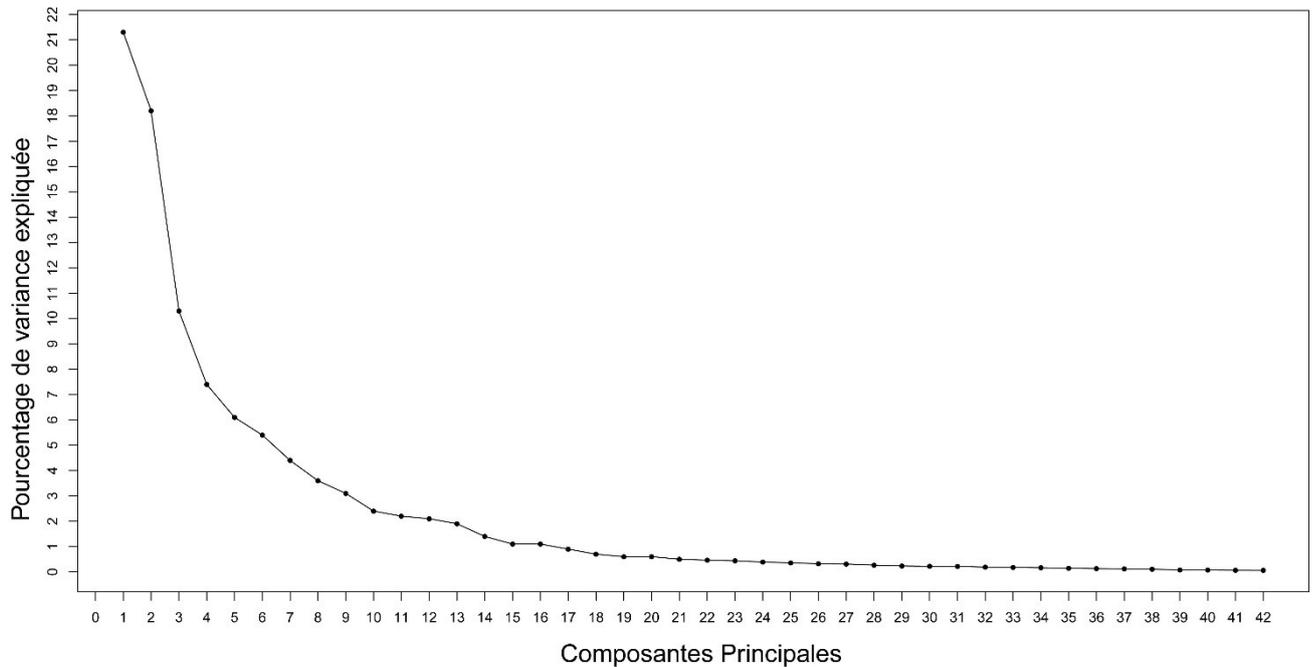


Figure 85 : L'espace de conformation est caractérisé par six principales composantes expliquant plus de 5 % de la variance chacune.

La PC2 (expliquant 18,2% de la variance totale) concentre la plupart des effets significatifs sur la variation de conformation du neurocrâne dans notre corpus (*cf.* Table 65), indiquant que de multiples facteurs liés entre eux sont responsables de la variation observée.

Les variations de conformation crânienne distinguent clairement la majorité des femmes des hommes dans notre corpus sur la PC2 et la PC4 : les premières sont caractérisées par un crâne globalement plus haut, court et large au niveau des bosses pariétales, associé à une région frontale plutôt redressée, par rapport aux hommes dont le crâne est plus allongé, étroit et l'os frontal plus fuyant (*cf.* Figure 79 et Figure 81). En outre, un dimorphisme sexuel de la taille centroïde est observé dans notre corpus, les hommes présentant en moyenne des tailles plus importantes que les femmes (*cf.* Figure 82). Nous avons vu dans l'analyse craniométrique menée dans le CHAPITRE III.II.1. que le dimorphisme sexuel de notre échantillon était principalement basé sur des différences de taille, ce qui est confirmé dans notre analyse de la taille centroïde du neurocrâne. Par ailleurs, le dimorphisme sexuel est principalement exprimé au niveau de la face dans l'analyse craniométrique, alors que l'on voit ici qu'il est également observé en termes de conformation pure au niveau du neurocrâne. L'absence d'allométrie du neurocrâne dans notre corpus va également dans le sens d'une différenciation sur la base de la conformation, indépendamment de la taille. La conformation moyenne de la voûte crânienne obtenue pour les individus de sexe masculin au sein de notre échantillon se distingue légèrement des résultats obtenus par Bigoni *et al.* (2010) : en effet, les auteurs observent notamment une protrusion de la glabellle (région non étudiée dans le présent travail), un angle plus aigu au

niveau de l'inion (non étudié ici), un aplatissement de la région frontale (observé dans notre corpus), ainsi que l'augmentation de la hauteur de la voûte et un aplatissement de la région du lambda et de l'obéliion, alors que nous mettons en évidence un abaissement de la hauteur de la voûte associé une région de l'obéliion plus aplatie pour les individus masculins de notre corpus. Bien que des similitudes se retrouvent dans les deux analyses, les divergences observées dans les résultats ne sont pas surprenantes puisque le dimorphisme sexuel du crâne est spécifique dans chaque groupe humain étudié (Bruzek et Murail 2006).

Par ailleurs, nous n'observons pas de schéma clair dans la variation de conformation du neurocrâne en fonction des périodes chronoculturelles dans notre corpus. Le groupe attribué au second Mésolithique semble être le plus variable mais il s'agit également du groupe chronoculturel avec le plus gros effectif : 28 individus contre six pour le premier Mésolithique et neuf pour le Paléolithique final (*cf.* Table 19).

Si un schéma de conformation suivant la localisation des sites semble se dessiner graphiquement, les tests de Mantel ne permettent pas de valider cette observation (Table 67).

Certains individus présentent des conformations extrêmes dans le corpus analysé qui avaient déjà été détectées dans les analyses craniométriques pour VZB (Vatte di Zambana, Italie, *cf.* Figure 55, Figure 56, Figure 57, Figure 69) ainsi que dans la littérature (Corrain *et al.* 1976). La conformation neurocrânienne particulière de LCT (La Chaussée-Tirancourt, France) peut être rapprochée des dimensions craniométriques hautes déjà mentionnées dans la littérature pour ce spécimen (Valentin 1995, Ducrocq *et al.* 1996).

L'analyse de la taille centroïde indique que les femmes possèdent globalement des valeurs plus faibles au second Mésolithique par rapport aux périodes précédentes alors que celles des individus masculins augmente au cours des trois périodes chronoculturelles. Le dimorphisme sexuel de taille du neurocrâne est ainsi plus élevé au sein du corpus du second Mésolithique qu'aux deux périodes chronoculturelles précédentes, ce qui pourrait être l'indication d'une diminution du stress durant cette période ou du moins d'un changement socio-économique (Goodman *et al.* 1984, Borgognini Tarli et Repetto 1986). Lorsque nous avons analysé les variations de la longueur maximale du fémur comme moyen d'appréhender la stature, nous avons mis en évidence une différenciation entre individus côtiers et continentaux au sein du corpus d'individus masculins mésolithiques, ces derniers présentant des longueurs plus grandes (*cf.* CHAPITRE III.I.1.F.). Nous avons donc recherché si une telle dichotomie se retrouvait en termes de taille centroïde au sein du corpus du second Mésolithique. Bien que les sous-échantillons soient très restreints, le corpus d'individus féminins possède des valeurs moyennes de taille centroïde équivalentes entre échantillons côtier et continental (test U de Mann-Whitney, $U = 8$, $p = 0,91$) alors que dans l'échantillon masculin, les continentaux

ont tendance à posséder une taille centroïde plus élevée que les côtiers (bien que ce résultat ne soit pas statistiquement significatif : test U de Mann-Whitney, $U = 1$, $p = 0,19$, Figure 86). Les deux résultats obtenus dans le présent travail, à la fois sur la longueur fémorale et sur la taille centroïde neurocrânienne, indiquent des valeurs supérieures pour les individus masculins continentaux au second Mésolithique, par rapport à leurs homologues côtiers.

Outre l'hypothèse nutritionnelle déjà évoquée pour tenter d'expliquer les différences de taille observées entre les sous-échantillons (*cf.* CHAPITRE III.I.1.F.), d'autres pistes peuvent être évoquées : des dimensions crâniennes plus faibles semblent être liées à une alimentation basée sur des éléments plus tendres selon Sardi *et al.* (2006) et Perez *et al.* (2011), alors que Noback et Harvati (2015) observent que la taille globale du crâne pourrait augmenter avec une alimentation basée sur des ressources carnées et diminuer avec une alimentation axée sur des aliments végétaux.

Enfin, une hypothèse populationnelle peut également être proposée ici, suggérant une différenciation biologique des groupes continentaux du second Mésolithique. Bien qu'il soit nécessaire de garder à l'esprit les limites inhérentes à l'échantillonnage, cette hypothèse s'appuie également sur les résultats obtenus sur d'autres données biologiques dans le présent travail (*cf.* CHAPITRE III.) et les données archéologiques mettant en évidence un changement technique et typologique dans les industries lithiques au cours du VII^{ème} millénaire cal BC (*cf.* CHAPITRE I. I. 2.A.).

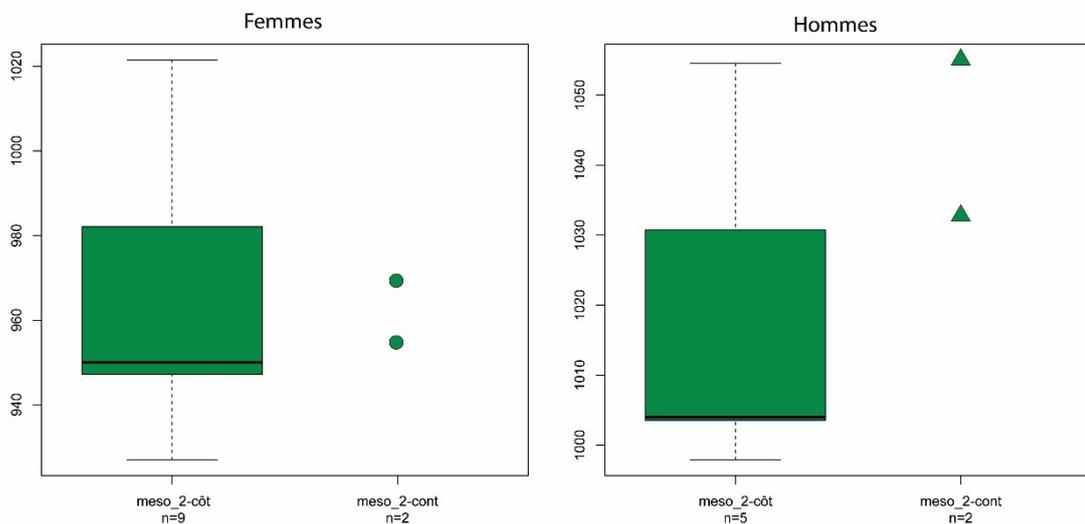


Figure 86 : Distribution de la taille centroïde du neurocrâne dans le corpus féminin et masculin du second Mésolithique en fonction de la localisation par rapport à la côte. meso_2 : second Mésolithique ; côt : côtier ; cont : continental.

Les résultats obtenus par l'analyse en morphométrie géométrique ne vont pas à l'encontre des données craniométriques mais sont plus nuancés. Plusieurs pistes peuvent être avancées pour expliquer cette disparité : les analyses craniométriques « classiques » et les

analyses en morphométrie géométrique ne concernent pas exactement les mêmes individus, du fait de contraintes d'échantillonnage différentielles en fonction de l'analyse menée (nécessité d'avoir des jeux de données complets pour les ACP en métrique, autorisation de numérisation et estimations des données manquantes pour les modèles tridimensionnels) ; par ailleurs, l'analyse craniométrique menée dans le présent travail a porté sur la forme globale du crâne alors que l'analyse par morphométrie géométrique a porté uniquement sur la conformation de la voûte crânienne. Parmi les différents modules crâniens faisant classiquement l'objet d'analyses par morphométrie géométrique, le neurocrâne semble ne pas être le plus performant pour retracer l'histoire populationnelle ou les relations géographiques entre les groupes humains (von Cramon-Taubadel 2009a, 2011b, Reyes-Centeno *et al.* 2017, von Cramon-Taubadel et Lycett 2018). À l'inverse, la conformation globale du crâne semble retracer efficacement les relations entre les groupes humains (von Cramon-Taubadel 2009a), ce qui pourrait faire l'objet de futures analyses en morphométrie géométrique sur notre corpus.

3. Métrique de la mandibule

A. Analyse du dimorphisme sexuel dans le corpus global

Les valeurs moyennes des treize variables mandibulaires ont été comparées entre les échantillons féminin et masculin. La Table 69 indique des valeurs de p significatives pour dix mesures. Les femmes présentent en moyenne des valeurs plus petites que les hommes, excepté la mesure de l'angle goniale (M79) qui indique un angle plus obtus pour les individus féminins (Figure 87). La comparaison des deux indices de forme mandibulaire (M.I62 et M.I64) ne renvoie aucune valeur significative de p . Ces résultats indiquent l'existence d'un dimorphisme sexuel de taille et de forme au niveau de la mandibule dans notre échantillon. Les échantillons féminin et masculin seront considérés séparément dans les analyses suivantes.

Table 69 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires en fonction du sexe des individus et résultats du test U de Mann-Whitney pour la comparaison des deux échantillons de sexe différent (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B, Annexe 4-C; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; en gras, valeurs significatives de $p \leq 0,05$).

	Sexe	n	moyenne	sd	min	max	U-Mann-Whitney U	p
ESYM	F	36	14,55	1,33	11,10	16,70	300,50	< 0,01
	M	30	15,76	1,65	11,75	19,43		
M65	F	30	115,73	8,54	102,00	132,00	151,00	< 0,01
	M	20	122,64	4,88	113,00	134,00		
M66	F	31	94,78	7,71	82,00	113,00	136,50	< 0,01
	M	26	104,94	7,16	84,50	117,00		
M68_1	F	31	102,81	7,20	87,00	124,00	248,00	0,01
	M	27	106,96	7,34	80,00	118,00		
M68	F	36	77,81	8,51	62,00	99,00	413,00	0,10
	M	30	81,25	9,50	64,00	104,00		
M69	F	29	29,07	3,32	20,99	35,17	213,50	0,01
	M	26	31,69	3,41	24,00	39,00		
M69.1	F	32	28,88	3,10	22,09	34,64	241,50	< 0,01
	M	32	31,52	2,05	26,80	35,82		
M69.2	F	32	25,28	2,27	18,75	31,13	148,00	< 0,01
	M	31	27,94	1,72	23,54	32,10		
M70	F	33	52,46	4,67	42,00	62,50	51,00	< 0,01
	M	24	63,54	7,45	52,00	92,50		
M71a	F	35	32,07	3,27	26,20	39,86	212,00	< 0,01
	M	30	35,70	2,90	29,12	40,82		
M79	F	33	120,05	6,64	105,00	131,00	582,50	0,01
	M	25	114,79	6,84	103,00	124,00		
M.I62	F	30	66,88	8,79	54,55	94,29	372,00	0,16
	M	20	63,41	5,67	52,46	75,22		
M.I64	F	28	82,41	5,91	71,21	93,04	193,00	0,07
	M	20	85,98	4,61	79,51	96,69		

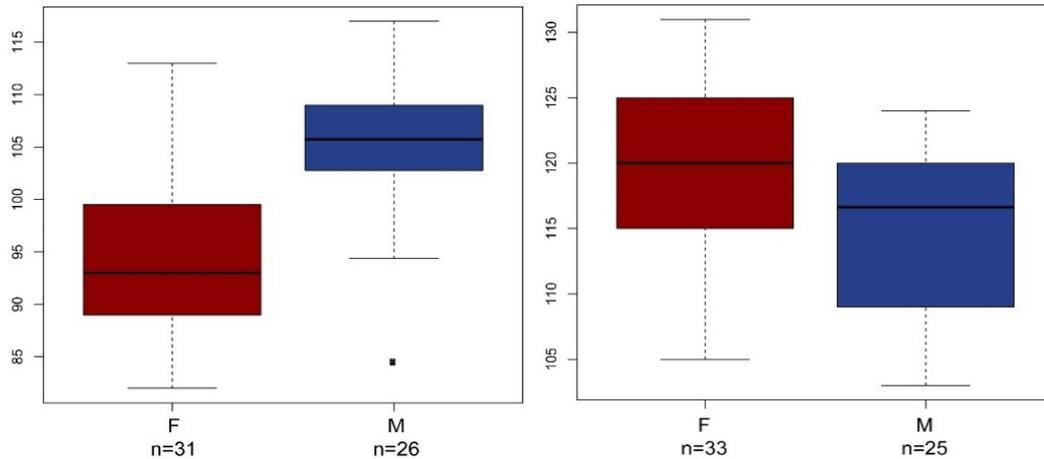


Figure 87 : Distribution de la largeur bi-goniale (M66, en mm) à gauche et l'angle goniale (M79, en degrés) à droite pour les femmes (F) et les hommes (M) de l'échantillon.

B. Description et analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus

i. L'échantillon féminin

- Statistiques descriptives et univariées

Les statistiques descriptives de l'échantillon féminin sont présentées en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus, pour l'ensemble des mesures et des indices mandibulaires (Table 70). Les valeurs de coefficient de variation obtenues pour les individus du premier Mésolithique indiquent une plus grande hétérogénéité morphométrique mandibulaire au sein de cette chronoculture que durant le second Mésolithique, bien qu'il s'agisse d'un échantillon restreint comparé à celui de la période chronoculturelle suivante. Quatre mesures présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes en fonction des groupes chronoculturels au sein de l'échantillon féminin : la longueur du corps mandibulaire (M68), la hauteur de la branche (M70), la largeur minimale de la branche (M71a) et l'angle goniale (M79) (Table 71). Aucune de ces quatre mesures testées n'indique de différence significative entre les corpus du Paléolithique final et du premier Mésolithique. La longueur moyenne du corps de la mandibule (M68) diminue entre le Paléolithique final et le second Mésolithique, et la branche montante (M71a) devient plus étroite entre les corpus datés du premier et du second Mésolithique (Table 71 ; Figure 88).

Table 70 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon féminin en fonction de l'attribution chrono-culturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).

	Sexe	Chrono	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM	F	PF	2	14,05	0,95	13,38	14,73	/
	F	meso_1	13	14,68	1,48	11,10	16,55	10%
	F	meso_2	21	14,52	1,30	11,58	16,70	9%
M65	F	PF	4	114,50	9,18	102,00	124,00	8%
	F	meso_1	8	117,77	10,94	105,00	132,00	9%
	F	meso_2	18	115,10	7,59	104,00	128,12	7%
M66	F	PF	2	90,00	8,49	84,00	96,00	/
	F	meso_1	9	98,18	9,01	86,00	113,00	9%
	F	meso_2	20	93,72	6,85	82,00	109,00	7%
M68_1	F	PF	2	110,00	19,80	96,00	124,00	/
	F	meso_1	9	101,07	4,29	94,50	109,00	4%
	F	meso_2	20	102,88	6,82	87,00	110,00	7%
M68	F	PF	4	87,50	8,66	75,00	95,00	10%
	F	meso_1	11	79,92	9,92	70,00	99,00	12%
	F	meso_2	21	74,86	6,00	62,00	90,00	8%
M69	F	PF	3	28,26	3,11	25,29	31,50	/
	F	meso_1	9	29,12	4,16	20,99	34,30	14%
	F	meso_2	17	29,18	3,05	22,44	35,17	10%
M69.1	F	PF	2	26,77	3,73	24,13	29,40	/
	F	meso_1	10	27,69	3,22	22,09	33,35	12%
	F	meso_2	20	29,69	2,85	23,60	34,64	10%
M69.2	F	PF	2	22,35	5,09	18,75	25,95	/
	F	meso_1	10	25,64	2,12	22,50	28,66	8%
	F	meso_2	20	25,40	1,99	20,98	31,13	8%
M70	F	PF	4	51,31	7,04	42,00	59,00	14%
	F	meso_1	9	54,12	4,94	46,50	62,50	9%
	F	meso_2	20	51,94	4,10	45,00	60,00	8%
M71a	F	PF	4	33,09	3,32	29,00	37,00	10%
	F	meso_1	11	34,07	3,79	27,00	39,86	11%
	F	meso_2	20	30,77	2,34	26,20	34,93	8%
M79	F	PF	2	115,50	9,19	109,00	122,00	/
	F	meso_1	12	118,71	7,63	105,00	129,00	6%
	F	meso_2	19	121,37	5,73	108,00	131,00	5%
M.I62	F	PF	4	76,33	2,00	73,53	78,26	3%
	F	meso_1	8	67,01	13,15	54,55	94,29	20%
	F	meso_2	18	64,73	5,83	54,64	72,12	9%
M.I64	F	PF	2	82,20	0,21	82,05	82,35	/
	F	meso_1	8	83,43	7,07	74,24	93,04	8%
	F	meso_2	18	81,98	5,85	71,21	91,04	7%

Table 71 : Résultats du test de Kruskal Wallis pour la comparaison des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon féminin (à gauche) et du test *post-hoc* U de Mann-Whitney (à droite) en fonction de l'attribution chrono-culturelle (pour la signification des codes des mesures, voir voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).

	K	df	p
ESYM	2,22	2	0,33
M65	0,13	2	0,94
M66	3,61	2	0,16
M68_1	2,6	2	0,27
M68	16,72	2	< 0,01
M69	1,51	2	0,47
M69.1	2,00	2	0,37
M69.2	0,96	2	0,62
M70	7,23	2	0,03
M71a	13,31	2	< 0,01
M79	10,73	2	< 0,01
M.I62	5,76	2	0,06
M.I64	1,28	2	0,53

	PF vs meso_1		PF vs meso_2		meso_1 vs meso_2	
	U	p	U	p	U	p
M68	33,50	0,15	73,50	0,02	144,00	0,26
M70	14,00	0,59	37,50	0,88	116,50	0,22
M71a	18,50	0,70	59,00	0,16	166,00	0,02
M79	8,50	0,58	11,50	0,40	91,00	0,36

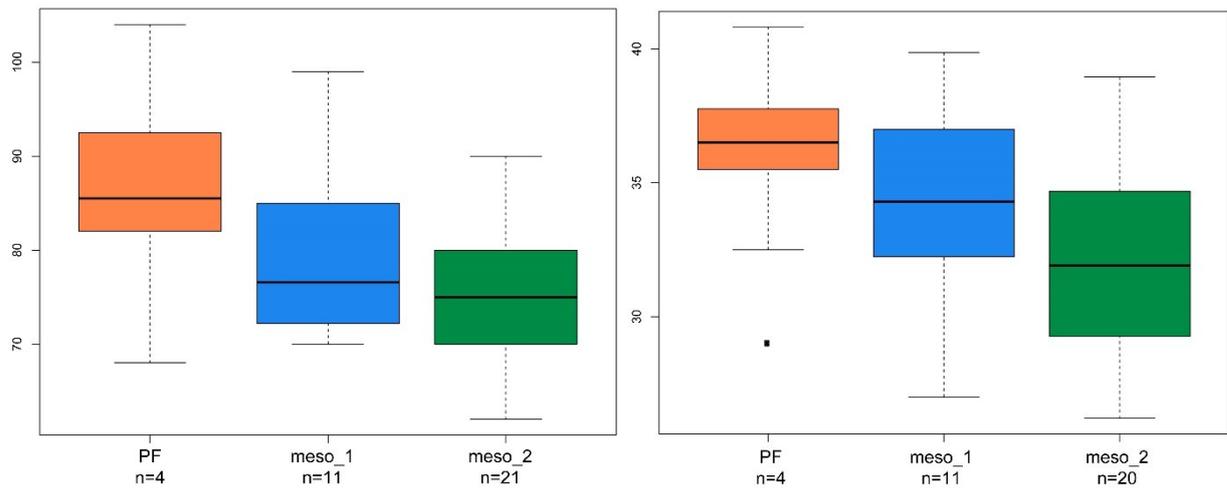


Figure 88 : Distribution de la longueur du corps mandibulaire (M68, à gauche) et de la largeur minimale de la branche montante (M71a, à droite) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

- Comparaisons morphométriques : analyses multivariées

Des ACP ont été réalisées sur les variables mandibulaires dans le corpus féminin, selon les groupes chronoculturels. La première analyse a porté sur les variables brutes afin de discuter de l'effet de taille et une seconde après transformation isométrique *log shape ratio*. Les ACP intègrent 24 individus féminins, parmi lesquels deux sont datés du Paléolithique final, six du premier Mésolithique et 16 du second Mésolithique.

La première ACP porte sur les valeurs brutes (Figure 89 et Figure 90). Les deux premières composantes de l'ACP permettent d'expliquer près de 56 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon féminin analysé. Excepté un spécimen (UZZ1B), les individus du premier Mésolithique sont caractérisés par des branches montantes plutôt redressées et hautes (M79 et M70). Les individus féminins du second Mésolithique présentent une grande variabilité sur cette projection. La deuxième et la troisième composantes expriment près de 50 % de la variabilité totale de l'échantillon féminin. Excepté l'individu du premier Mésolithique VZB qui est caractérisé par une branche montante étroite et un corps mandibulaire long, les mandibules des individus féminins du premier Mésolithique sont caractérisées par des branches montantes plus larges associées à une plus grande largeur bi-goniaque. Les mandibules des deux individus du Paléolithique final sont caractérisées par un corps mandibulaires long et une branche montante large, un angle goniale plus restreint et une largeur bi-goniaque modérée. La conformation mandibulaire de la majorité des individus féminins datés du second Mésolithique se distingue des conformations des individus appartenant aux deux autres chronocultures par une branche montante étroite et un raccourcissement du corps. Au sein de cette chronoculture, un groupe de six individus se différencie par une valeur d'angle goniale plus élevée, traduisant une branche moins redressée mais qui reste haute, associé à une largeur bi-goniaque plus élevée.

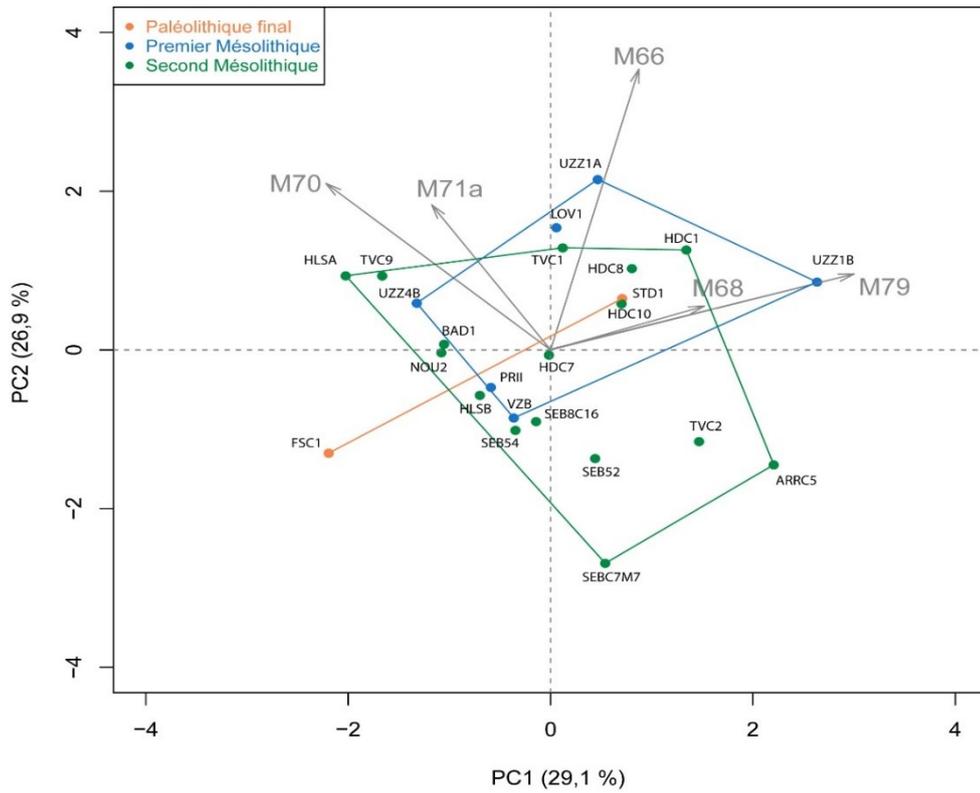


Figure 89 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires [M66, M68, M70, M71a, M79] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.

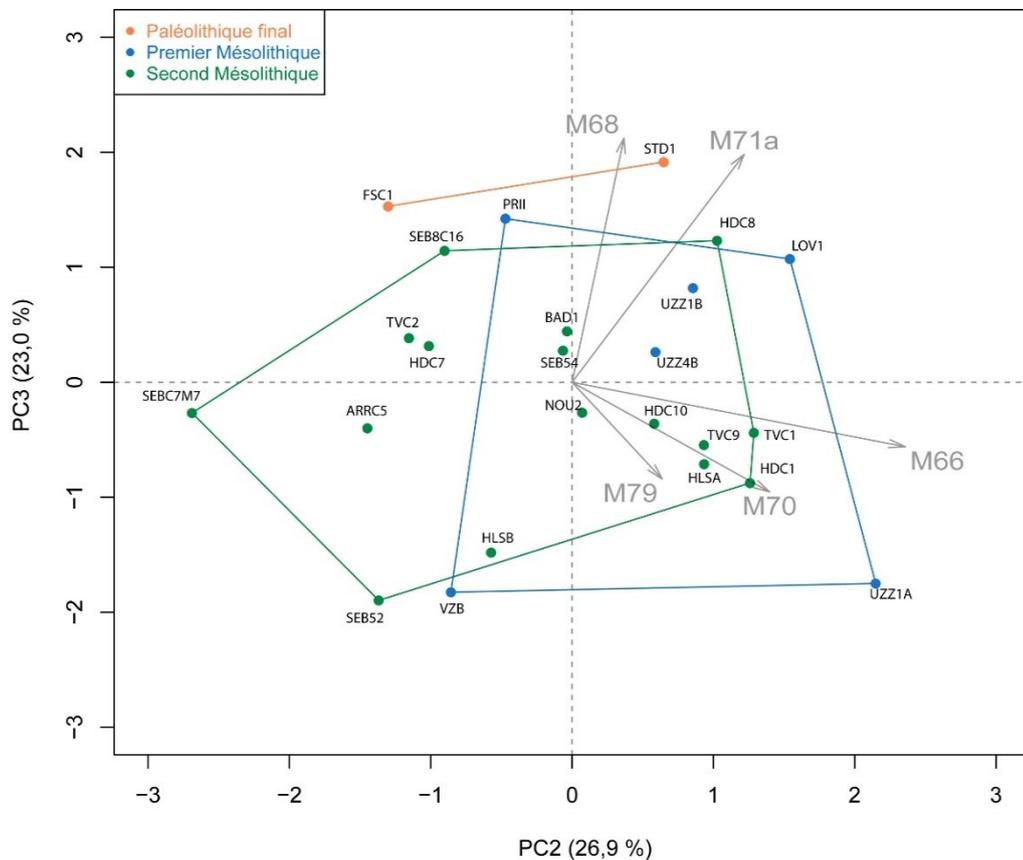


Figure 90 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires [M66, M68, M70, M71a, M79] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.

La deuxième ACP porte sur les valeurs transformées par *log shape ratio* (Figure 91 et Figure 92). Les deux premières composantes représentent près de 64 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon féminin analysé. Les individus féminins datés du Paléolithique final se distinguent des individus des deux autres chronocultures avec une conformation mandibulaire marquée par un corps long et une largeur bi-goniale faible, associée à une branche montante large et redressée (Figure 91). Les PC2 et 3 permettent de distinguer des patrons de conformation mandibulaire propres à chaque chronoculture. Elles représentent près de 52 % de la variabilité totale de l'échantillon féminin analysé (Figure 92). Les mandibules des individus féminins du Paléolithique final sont caractérisées par une branche montante large, un corps mandibulaire allongé associé à une faible largeur bi-goniale et un angle goniale plus aigu. Excepté l'individu VZB qui sort de la variation totale de l'échantillon, la morphologie mandibulaire des individus du premier Mésolithique est caractérisée par une branche montante peu haute et de largeur variable (faible pour les siciliens et plus large pour les belges) associée à une largeur bi-goniale variable (plutôt large pour les individus siciliens et moins pour les belges). Les mandibules des individus féminins datés du second Mésolithique sont caractérisées par des conformations plus variables, mais globalement elles présentent une branche montante haute et plutôt étroite.

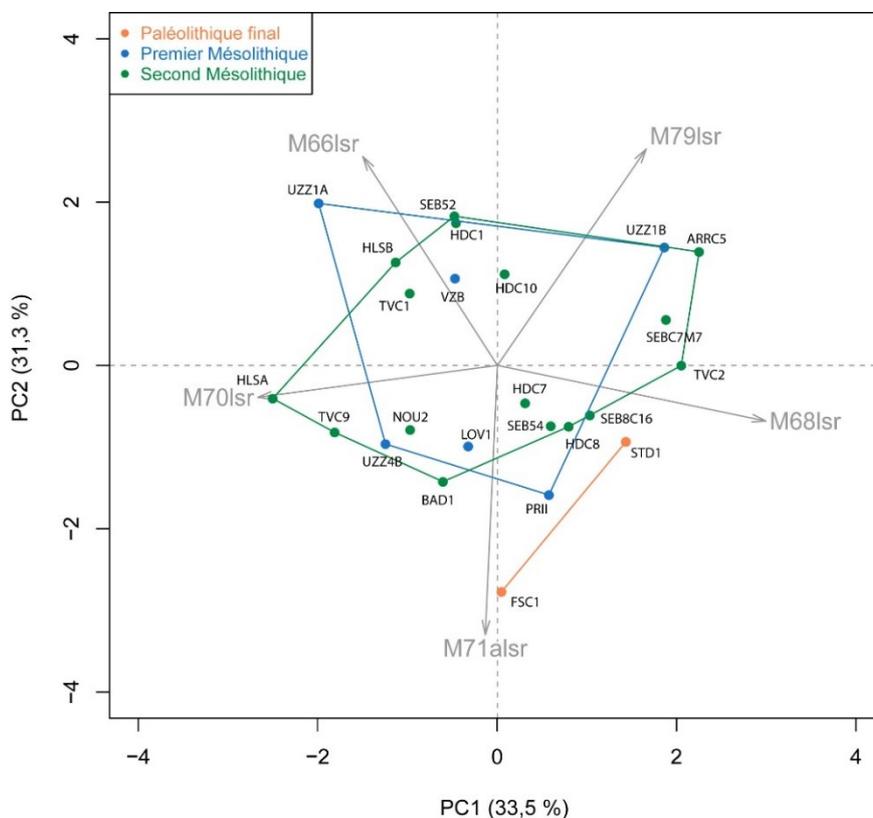


Figure 91 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M66lsr, M68lsr, M70lsr, M71alsr, M79lsr] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.

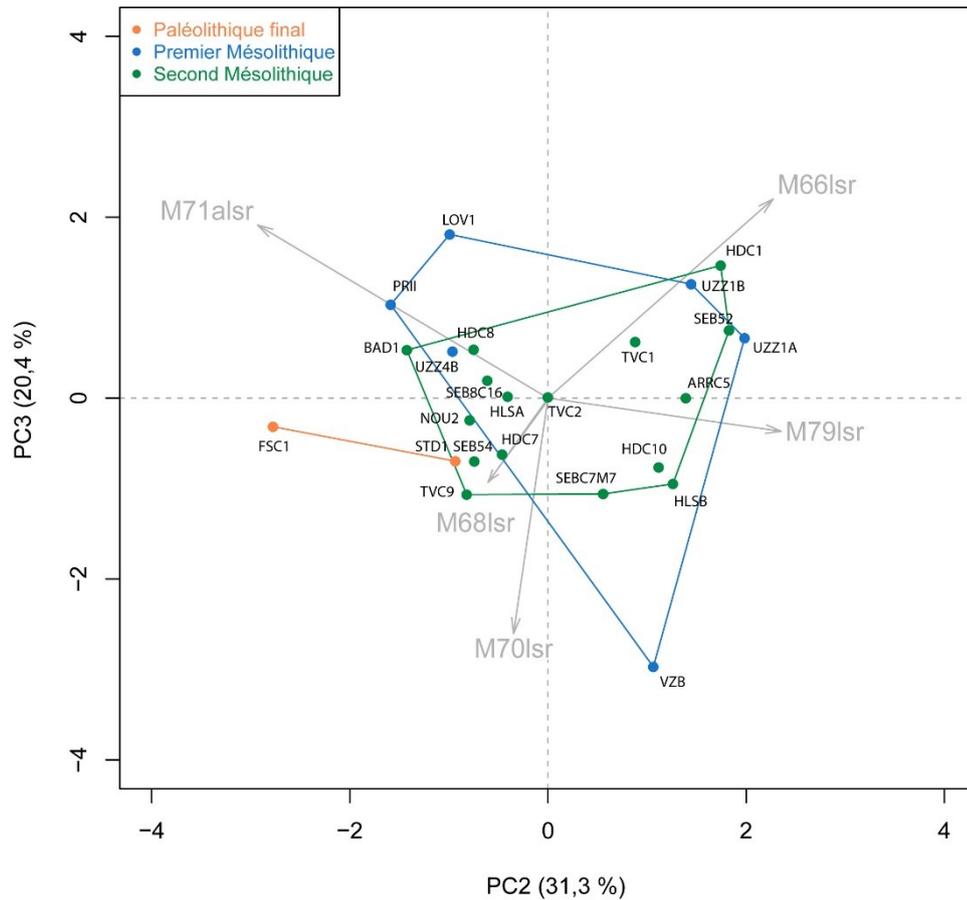


Figure 92 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M66lsr, M68lsr, M70lsr, M71alsr, M79lsr] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.

ii. L'échantillon masculin

- Statistiques descriptives et univariées

Les statistiques descriptives de l'échantillon masculin sont présentées en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus, pour l'ensemble des mesures et des indices mandibulaires (Table 72). Comme pour l'échantillon féminin, les valeurs de coefficient de variation obtenues pour les individus masculins du premier Mésolithique indiquent une plus grande hétérogénéité morphométrique mandibulaire au sein de cette chronoculture que durant les deux autres périodes. Quatre mesures présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes entre les groupes chronoculturels au sein de l'échantillon masculin : la longueur du corps mandibulaire (M68), la hauteur de la branche (M70) et l'angle goniale (M79). La largeur bi-condyloire (M65) et la largeur minimale de la branche montante (M71a) présentent des valeurs de p qui se rapprochent du seuil de significativité (Table 73). Comme pour les individus féminins, aucune de ces quatre mesures testées n'indique de différence significative entre les corpus du Paléolithique final et du premier Mésolithique. La longueur du corps mandibulaire (M68) et la mesure de l'angle goniale (M79) sont significativement différentes entre les corpus du Paléolithique final et du second Mésolithique ainsi que la hauteur de la

branche montante (M70) entre les corpus datés du premier et du second Mésolithique (Table 73) : le corps mandibulaire rétrécit en longueur au cours du temps et l'angle goniale devient de plus en plus obtus (Figure 92).

Table 72 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

	Sexe	Chrono	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM	M	PF	8	16,40	0,79	15,01	17,46	5%
	M	meso_1	8	15,69	1,75	11,75	17,30	11%
	M	meso_2	14	15,43	1,93	12,89	19,43	13%
M65	M	PF	7	122,25	6,83	116,32	134,00	6%
	M	meso_1	4	119,13	4,29	113,00	123,00	4%
	M	meso_2	9	124,49	2,12	122,00	129,00	2%
M66	M	PF	10	106,33	7,38	94,38	117,00	7%
	M	meso_1	6	101,34	10,31	84,50	114,00	10%
	M	meso_2	10	105,70	4,17	97,00	112,00	4%
M68_1	M	PF	8	106,99	4,49	100,95	114,41	4%
	M	meso_1	7	103,43	10,61	80,00	110,00	10%
	M	meso_2	12	109,00	6,38	100,00	118,00	6%
M68	M	PF	12	87,00	10,14	68,00	104,00	12%
	M	meso_1	7	80,26	7,77	70,00	92,00	10%
	M	meso_2	11	75,60	6,08	64,00	85,00	8%
M69	M	PF	9	32,42	4,10	24,00	39,00	13%
	M	meso_1	7	31,15	3,06	26,45	34,60	10%
	M	meso_2	10	31,41	3,19	26,51	37,34	10%
M69.1	M	PF	9	31,12	1,76	29,00	35,00	6%
	M	meso_1	9	31,06	1,51	28,90	32,61	5%
	M	meso_2	14	32,08	2,47	26,80	35,82	8%
M69.2	M	PF	8	27,75	0,76	26,66	28,90	3%
	M	meso_1	8	27,92	1,46	25,48	30,60	5%
	M	meso_2	15	28,05	2,23	23,54	32,10	8%
M70	M	PF	10	63,25	2,75	59,00	67,00	4%
	M	meso_1	4	72,95	13,29	62,79	92,50	18%
	M	meso_2	10	60,06	4,75	52,00	65,50	8%
M71a	M	PF	11	37,43	1,84	35,50	40,82	5%
	M	meso_1	6	34,99	2,25	31,40	37,67	6%
	M	meso_2	13	34,57	3,32	29,12	38,95	10%
M79	M	PF	9	109,92	7,34	103,00	123,00	7%
	M	meso_1	6	115,00	6,45	105,00	122,00	6%
	M	meso_2	10	119,06	3,10	115,00	124,00	3%
M.162	M	PF	7	65,59	5,29	57,63	71,37	8%
	M	meso_1	4	64,60	7,79	57,08	75,22	12%
	M	meso_2	9	61,18	4,70	52,46	66,67	8%
M.164	M	PF	7	85,29	6,07	80,08	96,69	7%
	M	meso_1	4	89,44	3,91	85,84	95,00	4%
	M	meso_2	9	84,98	3,10	79,51	89,43	4%

Table 73 : Résultats du test de Kruskal Wallis pour la comparaison des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon masculins (à gauche) et du test post-hoc U de Mann-Whitney (à droite) en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

	K	df	p
ESYM	0,22	2	0,89
M65	5,56	2	0,06
M66	1,29	2	0,52
M68_1	0,78	2	0,68
M68	8,74	2	0,01
M69	1,12	2	0,57
M69.1	2,39	2	0,30
M69.2	0,44	2	0,80
M70	8,17	2	0,02
M71a	5,01	2	0,08
M79	6,42	2	0,04
M.162	2,23	2	0,33
M.164	3,51	2	0,17

	PF vs meso_1		PF vs meso_2		meso_1 vs meso_2	
	U	p	p	p	U	p
M68	57,00	0,22	114,00	< 0,01	52,00	0,24
M70	6,00	0,06	73,00	0,09	37,00	0,01
M79	16,00	0,21	15,50	0,02	19,00	0,25

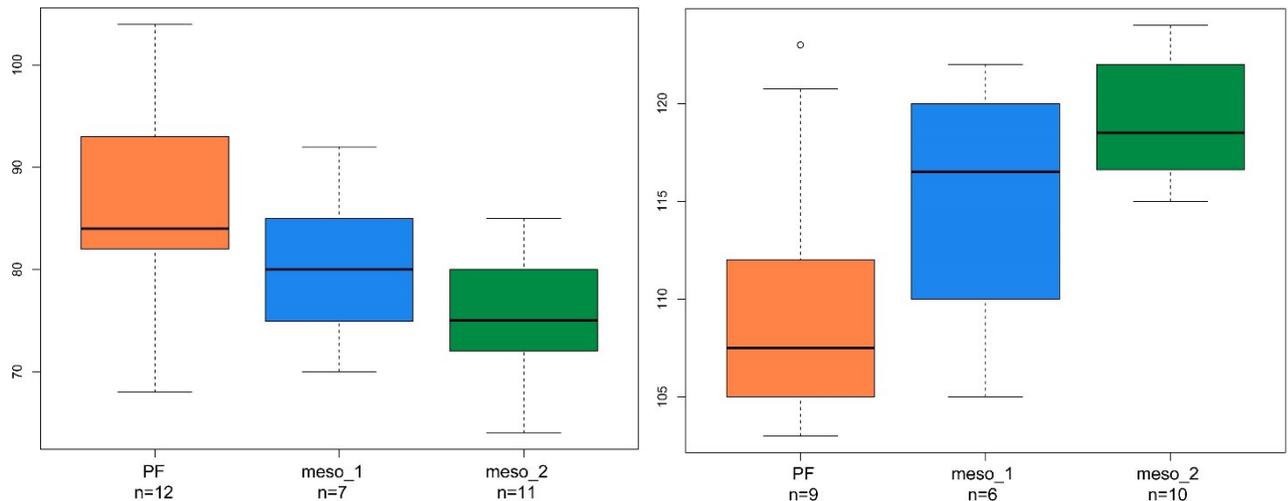
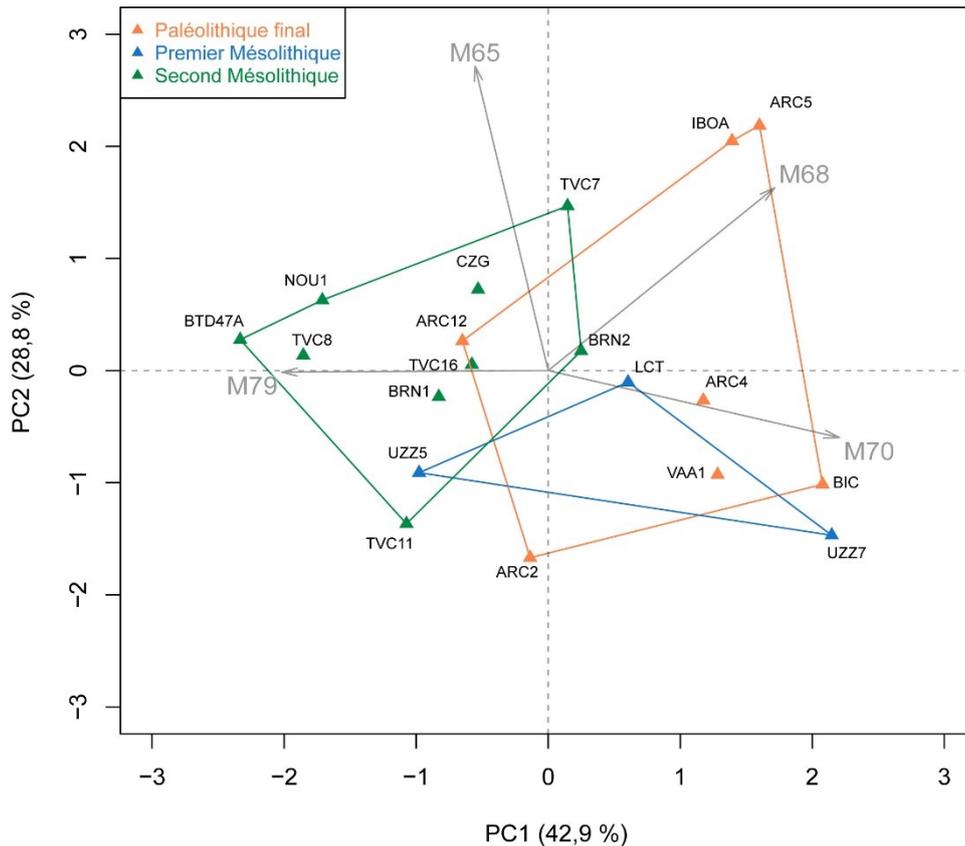


Figure 93 : Distribution de la longueur du corps mandibulaire (M68, à gauche) et de l'angle goniale (M79, à droite) des individus masculins en fonction de leur attribution chronoculturelle. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

- Comparaisons morphométriques : analyses multivariées

Des ACP ont été réalisées sur les variables mandibulaires dans le corpus masculin, selon les groupes chronoculturels. La première analyse a porté sur les variables brutes afin de conserver l'effet de taille et la seconde après transformation isométrique *log shape ratio*. Les ACP intègrent 19 individus masculins, parmi lesquels sept sont datés du Paléolithique final, trois du premier Mésolithique et neuf du second Mésolithique.

La première ACP porte sur les valeurs brutes (Figure 94). Les deux premières composantes de l'ACP permettent d'expliquer près de 72 % de la variabilité totale observée dans l'échantillon masculin analysé (Figure 94). Les individus du second Mésolithique se distinguent des deux autres chronocultures par une morphologie mandibulaire caractérisée par un angle goniale plus obtus, ainsi qu'une réduction de la hauteur de la branche montante et de la longueur du corps mandibulaire. Les mandibules des individus masculins du premier Mésolithique sont caractérisées par une largeur bi-condyloïde réduite et un corps allongé, une branche montante haute et un angle goniale plus aigu. Les individus du Paléolithique final se distinguent par des mandibules étroites dont le corps est allongé et la branche montante haute et redressée (Figure 94).



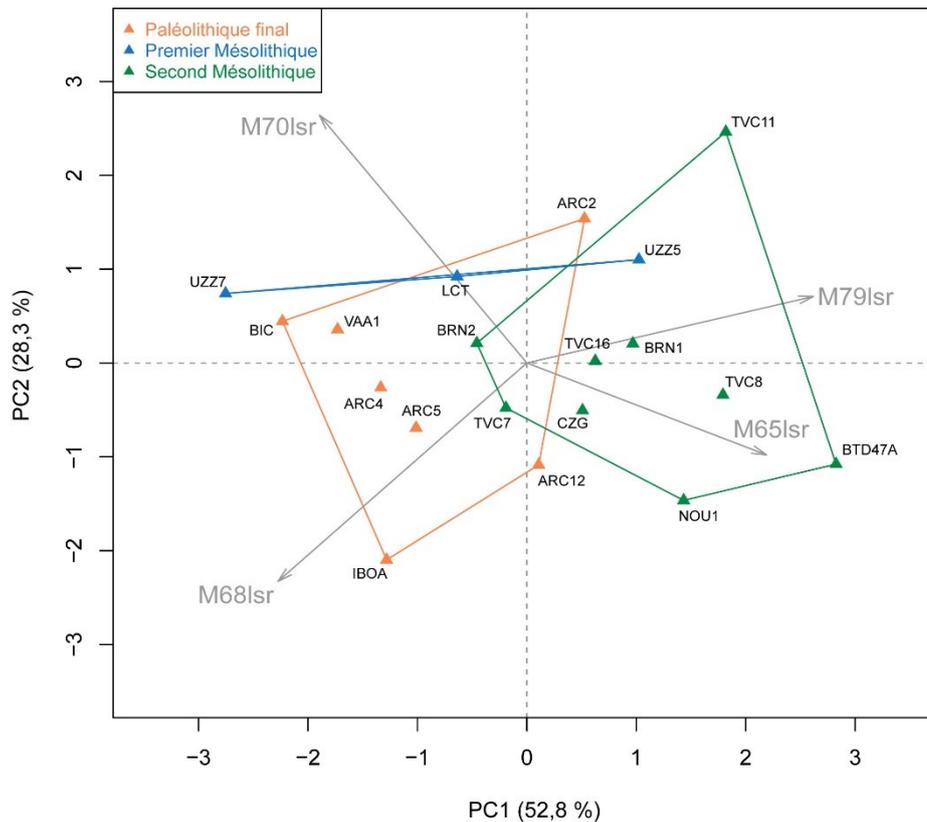


Figure 95 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M65lsr, M68lsr, M70lsr, M79lsr] des individus masculins selon leur attribution chronoculturelle.

iii. L'échantillon total

Afin de s'affranchir des effets de taille qui sont responsables en majorité du dimorphisme sexuel observé dans notre échantillon, une ACP a été effectuée sur des variables transformées par *log shape ratio* sur le corpus total comprenant des individus féminins, masculins, et de sexe indéterminé. Afin de retranscrire la conformation globale de la mandibule, quatre variables ont été sélectionnées : la largeur bi-goniaque (M66), la longueur du corps de la mandibule (M68), la largeur minimale de la branche montante (M71a) et l'angle goniale (M79). Ces mesures sont également celles qui présentent des différences entre les trois périodes chronoculturelles dans les échantillons féminin et masculin. L'analyse a porté sur 68 individus : 13 individus datés du Paléolithique final, 19 individus du premier Mésolithique et 36 du second Mésolithique.

Les deux premières composantes représentent près de 61 % de l'inertie totale au sein de l'échantillon. La première composante permet de différencier la morphologie mandibulaire des individus datés du Paléolithique final de celle des individus du second Mésolithique, ces derniers étant caractérisés par un angle goniale plus obtus et une branche montante plus étroite. Les mandibules appartenant aux individus du Paléolithique final sont caractérisées par une branche montante plus large et plus redressée, un corps mandibulaire légèrement allongé et une

largeur bi-goniaque légèrement plus étroite. Les mandibules des individus datés du premier Mésolithique occupent globalement une position intermédiaire entre les deux autres chronocultures sur la première composante (Figure 96).

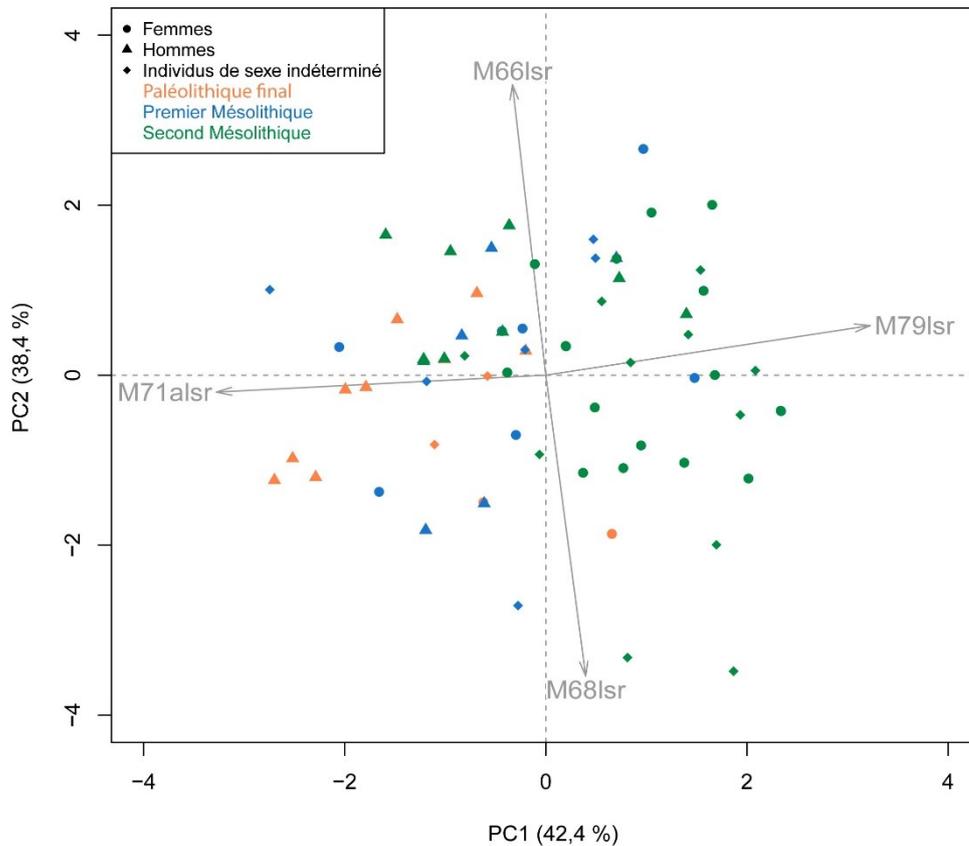


Figure 96 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M66lsr, M68lsr, M71alsr, M79lsr] de l'échantillon total (individus féminins, masculins et de sexe indéterminé) selon leur attribution chronoculturelle.

C. Description et analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte

i. L'échantillon féminin

- Statistiques descriptives et univariées

Les statistiques descriptives de l'échantillon féminin sont présentées en fonction de la position des individus par rapport à la côte, pour l'ensemble des mesures et des indices mandibulaires (Table 74). Les valeurs de coefficient de variation obtenues pour les individus du corpus féminin continental indiquent une plus grande hétérogénéité morphométrique mandibulaire que dans le corpus côtier. Les individus côtiers semblent présenter des dimensions moyennes légèrement plus élevées que les continentaux, excepté pour les mesures relatives à la branche montante de la mandibule.

Table 74 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; valeurs en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).

Position par rapport à la côte		Sexe	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM	côtiers	F	27	14,56	1,23	11,58	16,50	8%
	continentaux	F	9	14,51	1,67	11,10	16,70	12%
M65	côtiers	F	22	115,88	8,94	102,00	132,00	8%
	continentaux	F	8	115,31	7,89	105,38	128,12	7%
M66	côtiers	F	22	95,04	8,45	82,00	113,00	9%
	continentaux	F	9	94,14	5,91	86,40	102,50	6%
M68_1	côtiers	F	21	104,40	7,13	92,00	124,00	7%
	continentaux	F	10	99,46	6,44	87,00	108,00	6%
M68	côtiers	F	26	78,23	8,53	62,00	99,00	11%
	continentaux	F	10	76,71	8,83	69,00	94,01	12%
M69	côtiers	F	19	29,85	2,26	25,29	33,40	8%
	continentaux	F	10	27,57	4,50	20,99	35,17	16%
M69.1	côtiers	F	21	29,84	2,50	24,13	34,64	8%
	continentaux	F	11	27,05	3,42	22,09	33,35	13%
M69.2	côtiers	F	22	25,84	2,29	18,75	31,13	9%
	continentaux	F	10	24,06	1,76	20,98	26,73	7%
M70	côtiers	F	24	52,06	5,01	42,00	62,50	10%
	continentaux	F	9	53,53	3,67	48,20	57,90	7%
M71a	côtiers	F	25	31,71	2,97	26,20	37,68	9%
	continentaux	F	10	32,96	3,94	27,00	39,86	12%
M79	côtiers	F	23	121,48	6,63	105,00	131,00	5%
	continentaux	F	10	116,75	5,65	108,00	125,00	5%
M.I62	côtiers	F	22	68,03	9,63	54,55	94,29	14%
	continentaux	F	8	63,72	5,12	54,64	68,39	8%
M.I64	côtiers	F	20	82,81	5,15	74,22	93,04	6%
	continentaux	F	8	81,39	7,81	71,21	91,11	10%

Trois mesures mandibulaires présentent des valeurs moyennes statistiquement différentes entre groupe côtier et groupe continental dans l'échantillon féminin : les hauteurs du corps mandibulaire (M69.1 et M69.2) ainsi que la mesure de l'angle goniale (M79) (Table 75). Les individus féminins continentaux présentent en moyenne des hauteurs du corps mandibulaire et d'angle goniale moins élevées que celles des individus côtiers (Figure 97).

Table 75 : Résultats du test U de Mann-Whitney en fonction de la position des individus féminins par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).

	U	p
ESYM	110,00	0,69
M65	86,00	0,94
M66	101,50	0,93
M68_1	146,50	0,08
M68	159,00	0,31
M69	133,00	0,09
M69.1	179,50	0,01
M69.2	172,00	0,01
M70	86,00	0,38
M71a	98,50	0,34
M79	165,00	0,05
M.I62	118,00	0,17
M.I64	88,00	0,71

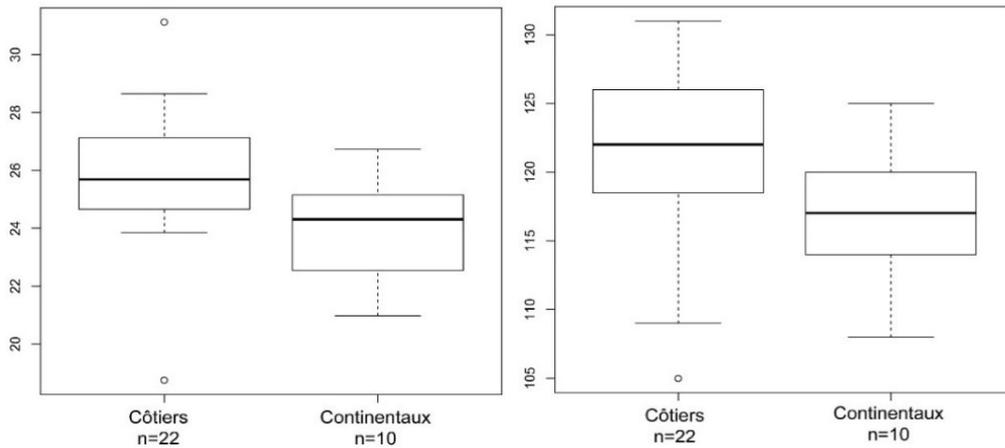


Figure 97 : Distribution de la hauteur du corps mandibulaire au niveau de la deuxième molaire (M69.2, à gauche) et de l'angle goniale (M79, à droite) des individus féminins en fonction de leur position par rapport à la côte.

ii. L'échantillon masculin

- *Statistiques descriptives et univariées*

Les statistiques descriptives de l'échantillon masculin sont présentées en fonction de la position des individus par rapport à la côte, pour l'ensemble des mesures et des indices mandibulaires (Table 76). Comme pour le corpus d'individus féminins, les valeurs de coefficient de variation obtenues pour les individus du corpus d'individus masculins continentaux indiquent une plus grande hétérogénéité morphométrique mandibulaire que dans le corpus côtier. Pour la majorité des variables, les individus masculins côtiers présentent des dimensions supérieures à celles des individus continentaux. Les variables M68_1 (longueur totale de la mandibule) et M71a (largeur minimale de la mandibule) sont différentes de façon significative (Table 77 ; Figure 98).

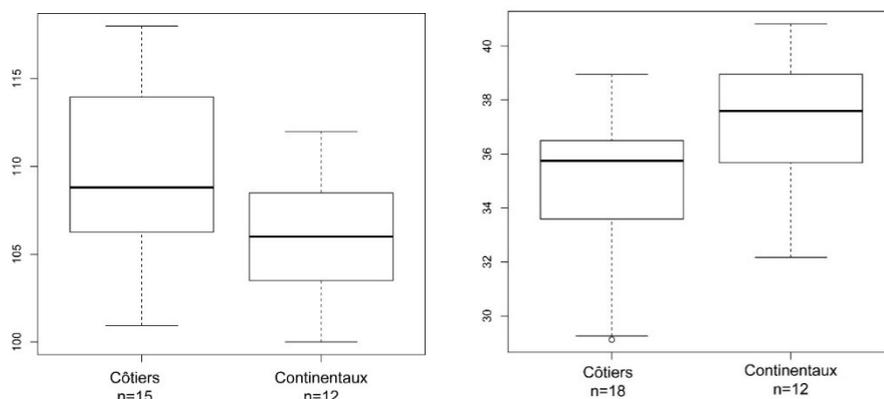


Figure 98 : Distribution de la longueur totale de la mandibule (M68_1, à gauche) et de la largeur minimale de la branche montante de la mandibule (M71a, à droite) des individus masculins en fonction de leur position par rapport à la côte.

Table 76 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; valeurs en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).

Position par rapport à la côte		Sexe	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM	côtiers	M	17	16,20	1,36	12,96	19,43	8%
	continentaux	M	13	15,17	1,86	11,75	18,25	12%
M65	côtiers	M	13	121,97	5,36	113,00	134,00	4%
	continentaux	M	7	123,88	3,89	116,90	129,55	3%
M66	côtiers	M	13	105,75	6,82	94,50	117,00	6%
	continentaux	M	13	104,12	7,67	84,50	114,06	7%
M68_1	côtiers	M	15	109,53	5,32	100,95	118,00	5%
	continentaux	M	12	103,75	8,43	80,00	112,00	8%
M68	côtiers	M	17	81,02	9,67	64,00	104,00	12%
	continentaux	M	13	81,54	9,65	70,00	103,00	12%
M69	côtiers	M	14	32,41	1,71	28,00	34,60	5%
	continentaux	M	12	30,84	4,63	24,00	39,00	15%
M69.1	côtiers	M	18	31,96	1,81	28,90	35,82	6%
	continentaux	M	14	30,96	2,26	26,80	35,00	7%
M69.2	côtiers	M	19	28,32	1,79	24,49	32,10	6%
	continentaux	M	12	27,33	1,48	23,54	28,56	5%
M70	côtiers	M	15	64,34	8,87	52,00	92,50	14%
	continentaux	M	9	62,19	4,31	53,75	68,00	7%
M71a	côtiers	M	18	34,79	2,82	29,12	38,95	8%
	continentaux	M	12	37,08	2,54	32,17	40,82	7%
M79	côtiers	M	14	116,35	6,41	105,00	124,00	6%
	continentaux	M	11	112,82	7,15	103,00	123,00	6%
M.I62	côtiers	M	13	63,65	6,34	52,46	75,22	10%
	continentaux	M	7	62,96	4,58	55,69	69,29	7%
M.I64	côtiers	M	13	86,40	5,18	79,51	96,69	6%
	continentaux	M	7	85,21	3,55	80,74	89,43	4%

Table 77 : Résultats du test U de Mann-Whitney en fonction de la position des individus masculins par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).

	U	p
ESYM	148,00	0,12
M65	31,00	0,27
M66	91,50	0,74
M68_1	130,00	0,05
M68	111,00	1,00
M69	106,00	0,27
M69.1	162,00	0,18
M69.2	140,50	0,29
M70	77,00	0,59
M71a	59,50	0,04
M79	104,50	0,14
M.I62	50,00	0,76
M.I64	45,00	1,00

D. Description et analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte

Le corpus d'individus datés du Paléolithique final n'a pas été inclus dans l'analyse puisqu'aucun individu continental appartenant à cette chronoculture n'est présent dans l'échantillon.

i. L'échantillon féminin

Les statistiques descriptives pour le corpus féminin sont disponibles en Annexe 4-D. Dans le corpus féminin, une seule variable révèle un effet significatif ($p \leq 0,05$) entre les sous-ensembles « chronoculture-position par rapport à la côte » : la largeur bi-condyloire (M65). Au sein du premier Mésolithique, les mandibules des individus féminins côtiers sont caractérisées par une largeur bi-condyloire plus grande que les mandibules des continentaux, alors qu'au second Mésolithique cette tendance s'inverse (Figure 99).

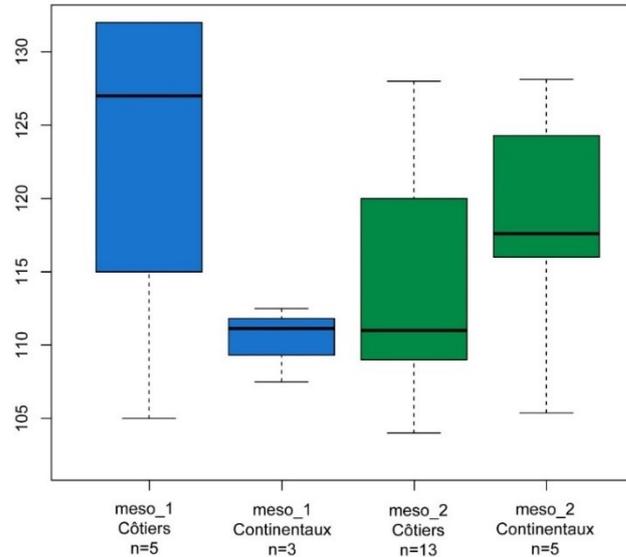


Figure 99 : Distribution de la largeur bi-condyloire de la mandibule (M65) des individus féminins mésolithiques en fonction de leur attribution chronoculturelle associée à leur position par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

ii. L'échantillon masculin

Les statistiques descriptives pour le corpus masculin sont disponibles en Annexe 4-E. Dans le corpus masculin, aucune variable mandibulaire ne présente de différence en fonction des facteurs couplés « attribution chronoculturelle » et « position par rapport à la côte ».

iii. L'échantillon total

Les variables qualitatives « chronoculture » et « position par rapport à la côte » ont été introduites dans l'ACP réalisée sur le corpus total (*cf. supra*). La première composante distingue globalement la morphologie mandibulaire des individus côtiers et continentaux au sein des deux périodes chronocultures mésolithiques. Les mandibules des individus côtiers mésolithiques sont caractérisées par un angle goniale plus obtus et une branche montante plus étroite que les individus continentaux mésolithiques. La distinction entre individus côtiers et continentaux au sein du corpus du Paléolithique final est plutôt observée le long de la deuxième composante.

Les individus continentaux du Paléolithique final présentent des mandibules plus étroites et dont le corps est allongé par rapport à la morphologie mandibulaire des individus côtiers de la même période chronoculturelle (Figure 100).

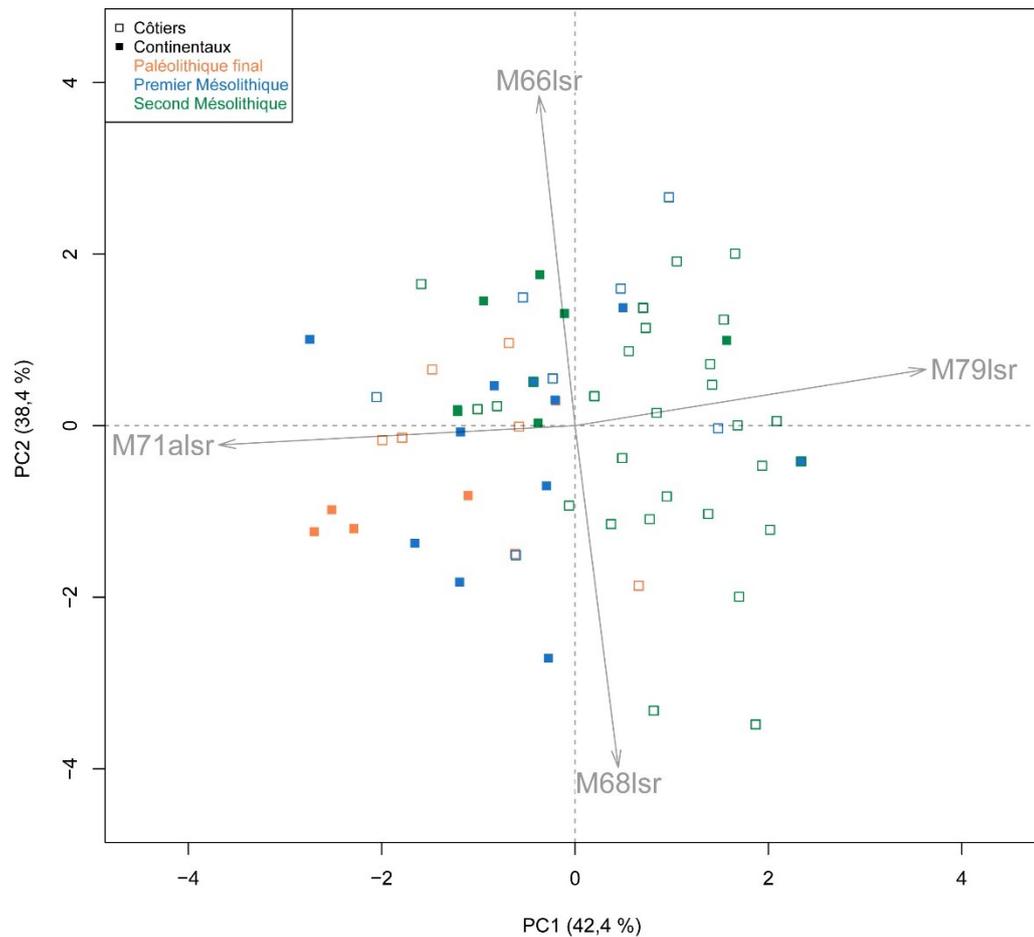


Figure 100 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M66lsr, M68lsr, M71alsr, M79lsr] de l'échantillon total (individus féminins, masculins et de sexe indéterminé) selon leur attribution chronoculturelle et leur position par rapport à la côte.

E. Analyses de la structuration géographique

La matrice de distances biologiques a été obtenue à partir des quatre mesures transformées par *log shape ratio* utilisées dans les analyses multivariées précédentes sur l'échantillon de tous sexes confondus (cf. CHAPITRE III.II.3.B.iii. et C.iii.) : la largeur bi-goniale (M66), la longueur du corps de la mandibule (M68), la largeur minimale de la branche montante (M71a) et l'angle goniale (M79). Pour rappel, 68 individus sont impliqués dans l'analyse : 13 sont attribués au Paléolithique final (huit côtiers et cinq continentaux), 19 au premier Mésolithique (huit côtiers et 11 continentaux) et 36 au second Mésolithique (29 côtiers et sept continentaux) ; 26 sont des individus de sexe féminin, 23 de sexe masculin et 19 de sexe indéterminé.

Les distances biologiques représentées ici par la conformation mandibulaire et les distances spatiales sont corrélées dans le corpus total, avec environ 13 à 15 % de la variance expliquée par la géographie (Table 78). Les résultats n'indiquent pas de corrélations statistiquement significatives pour les corpus masculin et féminin, bien que les valeurs de p pour les femmes approchent le seuil de significativité (distances géographiques normales $p = 0,09$, distances log-transformées $p = 0,08$). 12 à 14 % de la variance de la diversité morphométrique mandibulaire est expliquée par la géographie pour le second Mésolithique (distances géographiques normales $p = 0,05$, distances log-transformées $p = 0,04$) contre 10 % pour le corpus attribué à au Paléolithique final et au Mésolithique lorsque les données géographiques sont transformées ($p = 0,04$). La diversité morphométrique mandibulaire du corpus d'individus côtiers présente une corrélation avec la distance géographique avec 15 à 16 % de la variance expliquée par la géographie alors que la morphométrie mandibulaire du corpus d'individus continentaux ne semble pas corrélée aux distances géographiques (Table 78).

Table 78 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (métrique mandibulaire) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.

	R2	p
MorphoTotal~Geo	0,15	< 0,01
MorphoTotal~LogGeo	0,13	< 0,01
MorphoF~Geo	0,09	0,09
MorphoF~LogGeo	0,09	0,08
MorphoM~Geo	0,03	0,40
MorphoM~LogGeo	0,14	0,42
MorphoPFMeso_1~Geo	0,07	0,12
MorphoPFMeso_1~LogGeo	0,10	0,04
MorphoMeso_2~Geo	0,14	0,05
MorphoMeso_2~LogGeo	0,12	0,04
MorphoCôt~Geo	0,16	< 0,01
MorphoCôt~LogGeo	0,15	< 0,01
MorphoCont~Geo	-0,01	0,49
MorphoCont~LogGeo	0,05	0,31

F. Bilan et discussion des analyses métriques de la mandibule

La Table 79 dresse le bilan des résultats de l'analyse métrique de la mandibule.

La mandibule présente un dimorphisme sexuel au sein de notre corpus, s'exprimant par des dimensions en moyennes plus élevées et un angle goniale plus faible dans l'échantillon masculin. Comme pour le crâne, il pourrait s'agir d'hétérochronies du développement entre

individus féminins et masculins, ces derniers ayant une fin retardée de leur croissance avec pour effet un surdéveloppement en taille (hypermorphose, Gould 1977).

Table 79 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse morphométrique de la mandibule. F : femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique; - : pas de différences ; / : pas testé.

	M versus F	F	M	F + M + I
Toutes chronocultures	F < M taille	/	/	/
PF	/	allongement corps mandibulaire largeur bi-goniaque moyenne à faible branche montante large et haute angle goniale plus aigu	allongement corps mandibulaire largeur bi-condyloire intermédiaire branche montante haute angle goniale plus aigu	corps mandibulaire plus allongé largeur bi-goniaque plus étroite branche montante plus large angle goniale plus aigu largeur bi-goniaque Côtiers > Continentaux longueur corps mandibulaire Côtiers < Continentaux
meso_1	/	hétérogénéité branche montante de largeur variable et réduite largeur bi-goniaque grande angle goniale plus aigu largeur bi-condyloire Côtiers > Continentaux	hétérogénéité réduction largeur bi-condyloire allongement corps mandibulaire branche montante haute angle goniale plus aigu	intermédiaire largeur branche montante Côtiers < Continentaux angle goniale Côtiers > Continentaux
meso_2	/	corps mandibulaire court branche montante plus étroite et haute angle goniale plus obtus largeur bi-condyloire Côtiers < Continentaux	corps mandibulaire court largeur bi-condyloire élevée corps mandibulaire réduit branche montante plus petite angle goniale plus obtus	corps mandibulaire plus réduit largeur bi-condyloire plus élevée branche montante plus étroite angle goniale plus obtus largeur branche montante Côtiers < Continentaux angle goniale Côtiers > Continentaux
Côtiers	/	corps mandibulaire plus élevé angle goniale plus obtus	mandibule plus courte branche montante plus large	/
Continentaux	/	hétérogène corps mandibulaire plus bas angle goniale plus aigu	hétérogène mandibule plus allongée branche montante plus étroite	/
Structuration géographique	/	possible	-	meso_2 > meso_1-PF Côtiers

De récentes études ont montré qu'une forte association était observée entre les performances biomécaniques mandibulaires, la forme de la mandibule, la dureté des aliments ainsi que les catégories de régime alimentaires chez les Primates (Marce-Nogue *et al.* 2017). Il a été mis en évidence que les modifications morphologiques de la mandibule reflètent en partie des différences dans les modes de subsistance des groupes humains, principalement entre chasseurs-cueilleurs et groupes d'agriculteurs à l'alimentation plus homogène et tendre (Pinhasi *et al.* 2008, 2015, Paschetta *et al.* 2010, von Cramon-Taubadel 2011a, 2017, Noback et Harvati 2015, Galland *et al.* 2016). En outre, la distinction entre un mode de subsistance basé sur la pêche et un autre axé sur

la chasse n'induit pas de distinction morphologique cohérente (von Cramon-Taubadel 2011a). Dans l'étude menée par von Cramon-Taubadel (2011a), les agriculteurs possèdent en moyenne une mandibule dont le corps est plus petit, à la largeur bi-goniaque ou bi-condyloire plus grande ainsi que des branches montantes plus hautes et plus inclinées. À l'inverse, les mandibules des chasseurs-cueilleurs sont plus étroites, leur corps plus allongé et leurs branches montantes sont moins hautes et plus redressées (Figure 101).

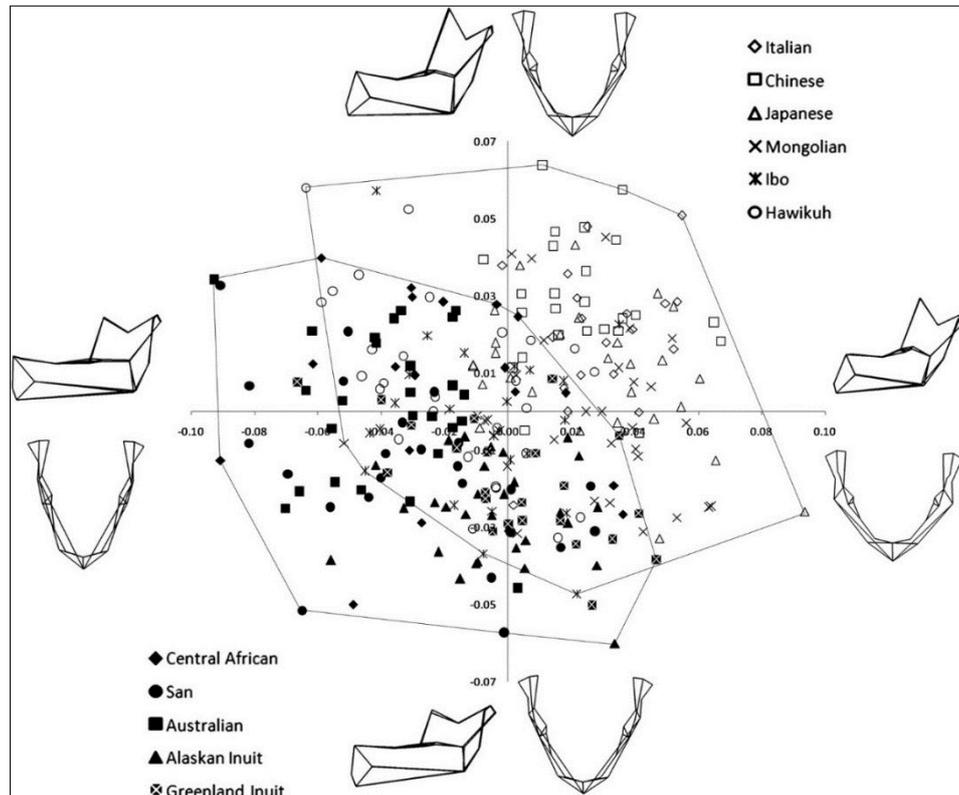


Figure 101 : Modifications de la conformation sur la PC1 (21,4 % de la variance expliquée) et la PC2 (11,1 % de la variance expliquée) associées aux différences majeures en termes d'économie de subsistance, Analyse en Composantes Principales dans von Cramon-Taubadel 2011a. Les groupes d'agriculteurs (représentés par des symboles ouverts) ont des mandibules relativement courtes et larges avec une branche montante haute et inclinée, alors que les groupes de chasseurs-cueilleurs (représentés par des symboles pleins) ont des mandibules relativement longues et étroites avec une branche montante réduite et redressée.

Les modifications observées seraient en lien avec les contraintes exercées lors de la mastication sur la mandibule, des aliments plus tendres entraînant des contraintes biomécaniques plus faibles sur les structures mandibulaires (von Cramon-Taubadel 2011a, Stansfield et O'Higgins 2017). Ainsi des mandibules plus grandes développeraient moins de déformations que les plus petites, pour des sollicitations identiques (Stansfield et O'Higgins 2017). Les mandibules plus courtes seraient plus efficaces dans la transmission des forces lors de l'occlusion. Des mandibules dont le corps est plus long et la branche montante plus large seraient ainsi moins efficaces dans la conversion et la distribution des forces musculaires lors de l'occlusion par rapport à des mandibules plus courtes et dont la branche montante serait plus

petite (Stansfield et O'Higgins 2017). Les mandibules soumises à des stress biomécaniques moins élevés n'atteignent donc pas la taille adulte qu'elles auraient atteinte si elles avaient subi plus de contraintes biomécaniques. Les mandibules plus courtes ne reflètent donc pas une adaptation (dans le sens optimisation du fonctionnement) mais seraient les témoins d'une sous-stimulation menant à un développement et une croissance incomplets (progenèse, von Cramon-Taubadel 2011a, Stansfield et O'Higgins 2017).

Dans notre analyse, nous observons des mandibules relativement plus courtes, plus larges, avec une branche montante plus large et plus inclinée pour le groupe attribué au second Mésolithique, par rapport à une morphologie portant le signal « chasseur-cueilleur » décrit par von Cramon-Taubadel (2011a) pour les individus attribués au Paléolithique final (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et Figure 103). Selon l'hypothèse fonctionnelle et biomécanique exposée plus haut, cette morphologie peut être mise en relation avec une alimentation basée sur des aliments plus tendres au second Mésolithique que dans les chronocultures précédentes. La tendreté, définie comme la facilité avec laquelle l'aliment se laisse mastiquer, dépend en grande partie de la quantité et de la nature du collagène contenu dans l'aliment (Touraille 1994). La teneur en collagène des tissus carnés peut être dix fois plus élevée que celle contenue par les poissons, induisant une plus grande tendreté de ces derniers (Montero et Borderias 1989). Bien que des indices d'une diversification soient déjà décelés à la fin du Paléolithique final (*cf.* CHAPITRE I.I.1.C.), l'incorporation d'une importante part végétale, de gastéropodes terrestres et marins et de poisson, ces aliments étant caractérisés par des degrés de tendreté plus élevés, semble intervenir au cours du Mésolithique de façon plus ou moins marquée selon les régions. Nos résultats suggèrent que l'évolution diachronique de la morphologie mandibulaire observée au sein de notre corpus peut être mise en lien avec la diversification de l'alimentation observée au cours du Mésolithique.

Les groupes côtiers, toutes chronocultures confondues, semblent également se distinguer des groupes continentaux par une morphologie mandibulaire traduisant des contraintes biomécaniques moindres. La structuration géographique observée au sein du corpus d'individus côtiers peut être mise en relation avec les disparités dans l'alimentation des groupes basés sur la côte océanique et ceux basés sur la côte méditerranéenne (*cf.* CHAPITRE I.I.1.C.).

Les biais d'échantillonnage de notre corpus limitent l'interprétation de nos résultats : en effet, le corpus daté du second Mésolithique est fortement composé d'individus côtiers (Annexe 1-F et Table 3). Ainsi il est difficile d'établir avec certitude que le signal observé ici reflète plus des modifications de l'alimentation des chasseurs-cueilleurs entre la fin du Paléolithique supérieur et la fin du Mésolithique que des stratégies de subsistance différentes entre groupes côtiers et groupes continentaux, ou une combinaison de ces deux hypothèses. Par ailleurs, chez

les Hommes modernes la conformation mandibulaire suit également une structuration géographique (Nicholson et Harvati 2006), ce que nous retrouvons également dans notre corpus (Table 78). La morphologie mandibulaire est probablement le reflet de la combinaison de plusieurs facteurs, tels que l'histoire populationnelle, le climat ou encore la fonction (Nicholson et Harvati 2006,) facteurs qu'il nous est difficile d'appréhender dans le registre archéologique.



Figure 102 : Vue latérale gauche de la mandibule de l'individu du Paléolithique final Le Bichon (BIC, Suisse, à gauche) et de l'individu du second Mésolithique Mas Nou 1 (NOU1, Espagne, à droite). Tous deux sont des individus masculins. L'amincissement de la branche montante (M71a) et l'augmentation de l'angle goniale (M79) rendant plus inclinée cette branche montante caractérisent la morphologie mandibulaire des individus du second Mésolithique par rapport à celle des individus du Paléolithique final.



Figure 103 : Vue supérieure de la mandibule de l'individu du Paléolithique final San Teodoro 1 (STD1, Italie, à gauche) et de l'individu du second Mésolithique Hohlenstein Stadel B (HLSB, Allemagne, à droite). Tous deux sont des individus féminins. Le raccourcissement de la longueur du corps (M69) et l'augmentation de la largeur de la mandibule (M65 et M66) caractérisent la morphologie mandibulaire des individus du second Mésolithique par rapport à celle des individus du Paléolithique final.

4. Variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires

A. Fréquences d'apparition globales et lien au sexe

Les fréquences de présence des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires ont été calculées sur l'échantillon complet (hommes, femmes et individus de sexe indéterminé) et sur l'échantillon composé uniquement d'individus de sexe déterminé (Table 80). L'échantillon total, qui varie en fonction des caractères analysés, est constitué au maximum de 106 individus.

Sur 50 caractères analysés, six sont totalement absents du corpus : l'amincissement bipariétal (A4), l'écaille du temporal bipartite (A13), l'os pariétal bipartite (A25), l'os médio-palatin antérieur (A29), la facette condyloïde bipartite (A40), le foramen *ovale* vers le *lacerum* (A45). Trois ont une présence exceptionnelle (*i.e.* un seul cas observé) : l'os au bregma (A3), le canal basilaire médian (A36) et le foramen mentonnier accessoire (C2). Sept variations sont observées fréquemment dans le corpus à une fréquence supérieure ou égale à 75 % : le foramen pariétal (A5), l'os suturaire lambdoïde (A8), le foramen mastoïdien (A20), le foramen supra-orbitaire (B6), l'incisure supra-orbitaire médiane (B8), le foramen zygomatiko-facial (B14), le tubercule marginal de l'os zygomatique (B17). La fossette pharyngienne (A34) est l'unique caractère dépendant du sexe dans le corpus global : il est plus fréquemment observé chez les femmes (59 %) que chez les hommes (18 %). Sur l'ensemble des variations crâniennes et mandibulaires analysées, 12 % (6/50) sont donc totalement absentes du corpus, 6 % (3/50) ont une présence exceptionnelle et 14 % (7/50) sont observées fréquemment avec une fréquence supérieure à 75 % (Table 80). Les six variations anatomiques jamais observées du corpus d'étude n'apparaissent pas dans les analyses suivantes.

Table 80 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans le corpus total. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante du sexe ($p \leq 0,05$; test exact de Fisher ; F : Femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	Femmes			Hommes			TOTAL ECHANTILLON (F, M)				TOTAL ECHANTILLON (F, M et I)		
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	p F/M (Fisher)	Présence	Total	(%)
A1	8	29	28%	5	15	33%	13	44	30%	0,74	16	66	24%
A2	7	31	23%	5	15	33%	12	46	26%	0,49	14	68	21%
A3	1	30	3%	0	21	0%	1	51	2%	1,00	1	74	1%
A4	0	38	0%	0	22	0%	0	60	0%	/	0	98	0%
A5	22	31	71%	14	15	93%	36	46	78%	0,13	62	79	78%
A6	5	30	17%	3	12	25%	8	42	19%	0,67	19	70	27%
A7	10	31	32%	1	12	8%	11	43	26%	0,14	16	71	23%
A8	30	34	88%	13	15	87%	43	49	88%	1,00	71	80	89%
A9	5	26	19%	7	16	44%	12	42	29%	0,16	19	59	32%
A13	0	36	0%	0	19	0%	0	55	0%	/	0	85	0%
A14	2	30	7%	1	12	8%	3	42	7%	1,00	4	62	6%
A15	7	14	50%	4	10	40%	11	24	46%	0,70	13	30	43%
A19	15	30	50%	8	19	42%	23	49	47%	0,77	36	73	49%
A20	32	34	94%	19	20	95%	51	54	89%	1,00	80	85	94%
A22	9	24	38%	6	13	46%	15	37	41%	0,73	19	54	35%
A23	14	27	52%	11	16	69%	25	43	58%	0,35	44	68	65%
A25	0	35	0%	0	21	0%	0	56	0%	/	0	90	0%
A26	20	29	69%	9	14	64%	29	43	67%	1,00	39	67	58%
A28	8	20	40%	2	15	13%	10	35	29%	0,13	13	46	28%
A29	0	19	0%	0	15	0%	0	34	0%	/	0	42	0%
A31	14	25	56%	9	18	50%	23	43	53%	0,76	26	56	46%
A32	2	26	8%	4	21	19%	6	47	13%	0,39	9	65	14%
A33	11	17	65%	7	11	64%	18	28	64%	1,00	23	37	62%
A34	10	17	59%	2	11	18%	12	28	43%	0,05	16	37	43%
A35	2	15	13%	3	11	27%	5	26	19%	0,62	6	35	17%
A36	1	14	7%	0	11	0%	1	25	4%	1,00	1	34	3%
A37	5	17	29%	4	9	44%	9	26	35%	0,67	14	39	36%
A38	0	9	0%	2	9	22%	2	18	11%	0,47	2	24	8%
A40	0	22	0%	0	13	0%	0	35	0%	/	0	53	0%
A43	3	14	21%	1	8	13%	4	22	18%	1,00	6	27	22%
A44	4	10	40%	4	6	67%	8	16	50%	0,61	11	23	48%
A45	0	17	0%	0	9	0%	0	26	0%	/	0	36	0%
A46	1	16	6%	0	11	0%	1	27	5%	1,00	3	37	8%
A47	2	17	12%	1	10	10%	3	27	11%	1,00	5	35	14%
B1	1	35	3%	1	22	5%	2	57	4%	1,00	3	87	3%
B3	13	33	39%	10	18	56%	23	51	45%	0,38	32	76	42%
B4	6	33	18%	6	17	35%	12	50	24%	0,29	15	76	20%
B6	25	33	76%	18	21	86%	43	54	80%	0,50	62	80	78%
B7	2	33	6%	1	19	5%	3	52	6%	1,00	6	75	8%
B8	29	35	83%	18	21	86%	47	56	84%	1,00	71	85	84%
B9	22	33	67%	7	18	39%	29	51	57%	0,08	44	72	61%
B11	18	24	75%	6	9	67%	24	33	73%	1,00	32	48	67%
B12	1	22	5%	0	11	0%	1	33	3%	1,00	3	43	7%
B13	1	33	3%	0	21	0%	1	54	2%	1,00	2	81	2%
B14	27	29	93%	20	20	100%	47	49	96%	0,51	73	76	96%
B17	23	34	68%	21	22	95%	44	56	79%	1,00	62	83	75%
C1	3	30	10%	0	23	0%	3	53	6%	0,25	4	78	5%
C2	0	38	0%	1	25	4%	1	63	2%	1,00	1	102	1%
C5	10	37	27%	10	26	38%	20	63	32%	0,41	34	105	32%
C10	5	28	18%	4	17	24%	9	45	16%	0,71	12	64	19%

B. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur attribution chronoculturelle

i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées

Les fréquences d'apparition de chaque variation anatomique crânienne et mandibulaire ont été calculées pour chacun des groupes chronoculturels au sein de l'échantillon complet (hommes, femmes et individus de sexe indéterminé) puis au sein de l'échantillon composé uniquement d'individus de sexe déterminé. Les fréquences d'apparition des caractères pour les sexes féminin et masculin ont été calculées. Celles-ci ont été comparées pour les échantillons datés du premier et du second Mésolithique. La comparaison statistique entre hommes et femmes au sein de l'échantillon daté du Paléolithique final n'a pas été possible car ses effectifs étaient trop faibles.

- Corpus daté du Paléolithique final

Sur 44 caractères crâniens et mandibulaires analysés, 12 sont absents du corpus du Paléolithique final (Table 81) : l'os suturaire coronal (A2), l'os au bregma (A3), l'os suturaire de la partie squameuse (A14), le canal condyloire intermédiaire (A38), le foramen *ovale* vers le *spinosum* (A46), le foramen *spinosum* incomplet (A47), la suture métopique (B1), le foramen infra-orbitaire accessoire (B12), l'os zygomatique bipartite (B13), le foramen mentonnier multiple (C1), le foramen mentonnier accessoire (C2) et le pont mylo-hyoïdien (C10). Huit caractères ont une présence exceptionnelle (*i.e.* un seul cas observé) : l'os suturaire sagittal (A1), l'os interpariétal (A7), l'os au ptériorion (A15), le torus maxillaire (A32), le tubercule précondyloire (A35), le canal basilaire médian (A36), la suture supra-nasale (B4) et le foramen supra-trochléaire (B7). Dix variations sont observées fréquemment dans le corpus à une fréquence supérieure ou égale à 75 % dont trois sont présentes sur l'ensemble des individus de l'échantillon épipaléolithique : l'os suturaire lambdoïde (A8), le foramen mastoïdien (A20) et le foramen zygomatofacial (B14) (Table 81). Sur l'ensemble des variations crâniennes et mandibulaires analysées, 27 % (12/44) sont donc totalement absentes du corpus épipaléolithique, 18 % (8/44) ne sont observables qu'une seule fois et 7 % (3/44) sont systématiquement observées.

Table 81 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans le corpus du Paléolithique final. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon tous sexes confondus ; ligne anthracite : variation anatomique dont la fréquence est égale à 1 dans l'échantillon tous sexes confondus (F : Femmes ; M : Hommes). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	Femmes			Hommes			TOTAL ECHANTILLON (F, M)		
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)
A1	1	2	50%	0	2	0%	1	4	25%
A2	0	2	0%	0	2	0%	0	4	0%
A3	0	2	0%	0	3	0%	0	5	0%
A5	1	2	50%	2	2	100%	3	4	75%
A6	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
A7	1	1	100%	0	2	0%	1	3	33%
A8	1	1	100%	2	2	100%	3	3	100%
A9	1	1	100%	1	2	50%	2	3	67%
A14	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
A15	1	1	100%	0	2	0%	1	3	33%
A19	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
A20	1	1	100%	3	3	100%	4	4	100%
A22	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
A23	1	1	100%	2	2	100%	3	3	100%
A26	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
A28	1	1	100%	0	1	0%	1	2	50%
A31	1	2	50%	1	2	50%	2	4	50%
A32	0	1	0%	0	3	0%	0	4	0%
A33	1	1	100%	2	2	100%	3	3	100%
A34	1	1	100%	1	2	50%	2	3	67%
A35	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
A36	1	1	100%	0	2	0%	1	3	33%
A37	0	2	0%	1	1	100%	1	3	33%
A38	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
A43	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
A44	1	1	100%	1	2	50%	2	3	67%
A46	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
A47	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
B1	0	2	0%	0	3	0%	0	5	0%
B3	1	2	50%	2	3	67%	3	5	60%
B4	0	2	0%	1	2	50%	1	4	25%
B6	1	2	50%	3	3	100%	4	5	80%
B7	0	2	0%	1	2	50%	1	4	25%
B8	1	2	50%	3	3	100%	4	5	80%
B9	1	2	50%	2	3	67%	3	5	60%
B11	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
B12	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
B13	0	2	0%	0	3	0%	0	5	0%
B14	1	1	100%	3	3	100%	4	4	100%
B17	1	2	50%	3	3	100%	4	5	80%
C1	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
C2	0	2	0%	0	3	0%	0	5	0%
C5	0	2	0%	1	3	33%	1	5	20%
C10	1	2	50%	2	2	100%	3	4	75%

- *Corpus daté du premier Mésolithique*

Cinq caractères crâniens et mandibulaires sont absents du corpus du premier Mésolithique (Table 82) : l'os au bregma (A3), le canal basilaire médian (A36), le canal condyloire intermédiaire (A38), l'os zygomatique bipartite (B13) et le foramen mentonnier accessoire (C2). Trois caractères ont une présence exceptionnelle (*i.e.* un seul cas observé) : l'os suturaire de la partie squameuse (A14), le tubercule précondyloire (A35), le foramen infra-orbitaire accessoire (B12). Cinq variations sont observées fréquemment dans le corpus avec une fréquence supérieure ou égale à 75 % (Table 82) : l'os suturaire lambdoïde (A8), le foramen mastoïdien (A20), le foramen supra-orbitaire (B6), l'incisure supra-orbitaire médiane (B8) et le foramen zygomatiko-facial (B14). Sur l'ensemble des variations crâniennes et mandibulaires analysées, 11 % (5/44) sont donc totalement absentes du corpus du premier Mésolithique, 7 % (3/44) sont exceptionnelles, 11 % (5/44) sont observées avec une fréquence supérieure à 75 %. Aucune variation ne semble dépendante du sexe dans le corpus daté du premier Mésolithique.

Table 82 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans le corpus du premier Mésolithique. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante du sexe ($p \leq 0,05$, test exact de Fisher ; F : Femmes ; M : Hommes). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	Femmes			Hommes			TOTAL ECHANTILLON (F, M)			
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	p F/M
A1	1	9	11%	0	4	0%	1	13	8%	1,00
A2	2	8	25%	2	5	40%	4	13	31%	1,00
A3	0	8	0%	0	7	0%	0	15	0%	/
A5	6	10	60%	2	3	67%	8	13	62%	1,00
A6	3	9	33%	0	2	0%	3	11	27%	1,00
A7	1	9	11%	0	2	0%	1	11	9%	1,00
A8	9	10	90%	2	2	100%	11	12	92%	1,00
A9	2	8	25%	2	5	40%	4	13	31%	1,00
A14	0	8	0%	0	3	0%	0	11	0%	/
A15	1	4	25%	1	3	33%	2	7	29%	1,00
A19	3	8	38%	3	7	43%	6	15	40%	1,00
A20	10	11	91%	5	6	83%	15	17	88%	1,00
A22	1	6	17%	1	3	33%	2	9	22%	1,00
A23	3	7	43%	3	5	60%	6	12	50%	1,00
A26	5	9	56%	3	5	60%	8	14	57%	1,00
A28	4	8	50%	1	4	25%	5	12	42%	0,58
A31	4	9	44%	2	5	40%	6	14	43%	1,00
A32	0	10	0%	3	6	50%	3	16	19%	/
A33	2	4	50%	0	2	0%	2	6	33%	0,47
A34	1	4	25%	0	2	0%	1	6	17%	1,00
A35	0	3	0%	0	2	0%	0	5	0%	/
A36	0	3	0%	0	2	0%	0	5	0%	/
A37	1	3	33%	0	2	0%	1	5	20%	1,00
A38	0	3	0%	0	2	0%	0	5	0%	/
A43	2	4	50%	0	2	0%	2	6	33%	0,47
A44	1	3	33%	1	2	50%	2	5	40%	1,00
A46	1	3	33%	0	2	0%	1	5	20%	1,00
A47	0	5	0%	1	2	50%	1	7	14%	0,29
B1	1	10	10%	1	6	17%	2	16	13%	1,00
B3	5	9	56%	4	5	80%	9	14	64%	0,58
B4	5	10	50%	0	5	0%	5	15	33%	0,10
B6	8	10	80%	5	6	83%	13	16	81%	1,00
B7	2	10	20%	0	5	0%	2	15	13%	0,52
B8	11	11	100%	6	7	86%	17	18	94%	0,39
B9	7	10	70%	1	4	25%	8	14	57%	0,25
B11	3	6	50%	3	3	100%	6	9	67%	0,46
B12	0	7	0%	0	3	0%	0	10	0%	/
B13	0	9	0%	0	6	0%	0	15	0%	/
B14	5	6	83%	6	6	100%	11	12	92%	1,00
B17	6	9	67%	5	6	83%	11	15	73%	0,60
C1	1	9	11%	0	9	0%	1	18	6%	1,00
C2	0	11	0%	0	9	0%	0	20	0%	/
C5	3	11	27%	2	7	29%	5	18	28%	1,00
C10	1	11	9%	1	6	17%	2	17	12%	1,00

- Corpus daté du second Mésolithique

Trois caractères sont absents du corpus du second Mésolithique (Table 83) : le canal basilaire médian (A36), le foramen *ovale* vers le *spinosum* (A46) et la suture métopique (B1). Quatre variations ont une présence exceptionnelle (*i.e.* un seul cas observé) : l'os au bregma (A3), le canal cranio-pharyngien (A43), le foramen supra-trochléaire (B7) et le foramen mentonnier accessoire (C2). Sept variations sont observées fréquemment dans le corpus avec une fréquence supérieure ou égale à 75 % : le foramen pariétal (A5), l'os suturaire lambdoïde (A8), le foramen mastoïdien (A20), le foramen supra-orbitaire (B6), l'incisure supra-orbitaire médiane (B8), le foramen zygomatiko-facial (B14) et le tubercule marginal de l'os zygomatique (B17) (Table 83). Sur l'ensemble des variations crâniennes et mandibulaires analysées, 7 % (3/44) sont donc totalement absentes du corpus du second Mésolithique, 9 % (4/44) ne sont présentes qu'à une seule reprise, 16 % (7/44) sont observées avec une fréquence supérieure à

75 %. Trois variations (7 %) sont dépendantes du sexe dans le corpus daté du second Mésolithique : le foramen mastoïdien (A20), la suture supra-nasale (B4) et le tubercule marginal de l'os zygomatique (B17).

Table 83 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans le corpus du second Mésolithique. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante du sexe ($p \leq 0,05$, test exact de Fisher ; F : Femmes ; M : Hommes). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	Femmes			Hommes			TOTAL ECHANTILLON (F, M)			
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	p F/M
A1	6	18	33%	5	14	36%	11	32	34%	1,00
A2	5	21	24%	3	17	18%	8	38	21%	0,65
A3	1	20	5%	0	15	0%	1	35	3%	1,00
A5	15	19	79%	10	15	67%	25	34	74%	0,27
A6	2	20	10%	2	15	13%	4	35	11%	0,56
A7	8	21	38%	1	16	6%	9	37	24%	0,37
A8	20	23	87%	9	18	50%	29	41	71%	1,00
A9	2	17	12%	4	13	31%	6	30	20%	0,14
A14	2	21	10%	1	16	6%	3	37	8%	1,00
A15	5	9	56%	3	7	43%	8	16	50%	1,00
A19	12	21	57%	4	16	25%	16	37	43%	0,46
A20	21	23	91%	11	18	61%	32	41	78%	0,03
A22	7	17	41%	4	13	31%	11	30	37%	1,00
A23	10	19	53%	6	14	43%	16	33	48%	0,69
A26	14	19	74%	5	14	36%	19	33	58%	0,66
A28	3	11	27%	1	8	13%	4	19	21%	0,59
A31	9	14	64%	6	11	55%	15	25	60%	0,70
A32	2	15	13%	1	11	9%	3	26	12%	0,62
A33	8	12	67%	5	10	50%	13	22	59%	1,00
A34	8	12	67%	1	10	10%	9	22	41%	0,06
A35	2	11	18%	2	8	25%	4	19	21%	1,00
A36	0	10	0%	0	8	0%	0	18	0%	/
A37	4	12	33%	3	9	33%	7	21	33%	0,63
A38	0	5	0%	2	4	50%	2	9	22%	0,44
A43	1	9	11%	0	7	0%	1	16	6%	1,00
A44	2	6	33%	2	5	40%	4	11	36%	0,43
A46	0	10	0%	0	7	0%	0	17	0%	/
A47	2	11	18%	0	8	0%	2	19	11%	0,52
B1	0	23	0%	0	17	0%	0	40	0%	/
B3	7	22	32%	4	17	24%	11	39	28%	0,70
B4	1	21	5%	5	16	31%	6	37	16%	0,01
B6	16	21	76%	10	16	63%	26	37	70%	1,00
B7	0	21	0%	0	16	0%	0	37	0%	/
B8	17	22	77%	9	16	56%	26	38	68%	1,00
B9	14	21	67%	4	15	27%	18	36	50%	0,14
B11	14	17	82%	2	13	15%	16	30	53%	0,23
B12	1	14	7%	0	10	0%	1	24	4%	1,00
B13	1	22	5%	0	17	0%	1	39	3%	1,00
B14	21	22	95%	11	17	65%	32	39	82%	1,00
B17	16	23	70%	13	18	72%	29	41	71%	0,03
C1	2	20	10%	0	16	0%	2	36	6%	0,52
C2	0	25	0%	1	19	5%	1	44	2%	0,34
C5	7	24	29%	7	18	39%	14	42	33%	0,50
C10	3	19	16%	1	14	7%	4	33	12%	1,00

- **Comparaison deux à deux des fréquences de caractères au sein des groupes chronoculturels**

Les fréquences obtenues pour chacun des caractères ont ensuite été comparées entre les groupes chronoculturels, d'abord pour la totalité des échantillons, puis en comparant deux à deux les groupes chronoculturels. Les variations anatomiques pour lesquelles la fréquence était nulle dans la totalité de l'échantillon et celles pour lesquelles un lien avec le sexe a été mis en

évidence dans un groupe chronoculturel ont été exclues de ces analyses. Dans un second temps, le même type d'analyses a été effectué en considérant chaque sexe séparément pour la comparaison entre premier et second Mésolithique, cette fois-ci en conservant les variations anatomiques pour lesquelles un lien avec le sexe a été mis en évidence. Étant absent du corpus du premier et du second Mésolithique, le caractère A36 n'a pas été considéré dans l'analyse. Les effectifs du groupe du Paléolithique final n'ont pas permis d'effectuer ces analyses.

Au regard du nombre de tests effectués, peu de caractères présentent des fréquences d'apparition significativement différentes en fonction de l'attribution à un groupe chronoculturel (Table 84). Les individus du premier Mésolithique présentent plus fréquemment un foramen *ovale* ouvert vers le *spinosum* (A46, $p = 0,04$), une suture métopique (B1, $p = 0,04$) et un foramen supra-trochléaire (B7, $p = 0,05$) par rapport au corpus du second Mésolithique (Table 84).

Lorsque l'on considère le corpus féminin et le corpus masculin séparément pour comparer les groupes du premier et du second Mésolithique, un seul caractère présente une différence significative de fréquence d'apparition entre premier et second Mésolithique dans le corpus féminin : la suture supra-nasale (B4, $p = 0,01$) qui s'observe plus fréquemment au premier Mésolithique. Au sein du corpus masculin, aucun caractère ne présente de différence significative de fréquence d'apparition entre les deux chronocultures mésolithiques (Table 85).

Table 84 : Comparaison des fréquences de variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires entre deux groupes parmi les trois groupes chronoculturels : comparaison des échantillons totaux. Probabilités exactes de Fisher (bilatéral). (Lignes orangées : p significatives $\leq 0,05$; F : Femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	PF			meso_1			meso_2			PF vs meso_1	PF vs meso_2	meso_1 vs meso_2
	TOTAL ECHANTILLON (F, M et I)	Présence	Total (%)	TOTAL ECHANTILLON (F, M et I)	Présence	Total (%)	TOTAL ECHANTILLON (F, M et I)	Présence	Total (%)			
A1	1	7	14%	4	21	19%	11	38	29%	1,00	0,66	0,54
A2	0	8	0%	6	21	29%	8	39	21%	0,15	0,57	0,32
A3	0	7	0%	0	22	0%	1	45	2%	/	1,00	1,00
A5	4	7	57%	20	27	74%	38	45	84%	0,39	0,13	0,37
A6	2	6	33%	8	23	35%	9	41	22%	1,00	0,62	0,38
A7	1	6	17%	3	23	13%	12	42	29%	1,00	0,66	0,22
A8	6	6	100%	22	26	85%	43	48	90%	0,54	1,00	0,71
A9	3	4	75%	6	18	33%	10	37	27%	0,26	0,07	0,54
A14	0	4	0%	1	19	5%	3	39	8%	1,00	1,00	1,00
A15	1	4	25%	2	9	22%	10	17	59%	1,00	0,58	0,21
A19	2	5	40%	12	21	57%	22	47	47%	0,64	1,00	0,60
A22	2	3	67%	4	15	27%	13	36	36%	0,25	0,55	0,53
A23	5	6	83%	15	21	71%	24	41	59%	1,00	0,38	0,28
A26	4	6	67%	15	24	63%	20	37	54%	0,17	0,68	0,60
A28	2	4	50%	5	16	31%	6	26	23%	0,59	0,55	0,73
A31	3	6	50%	8	19	42%	15	31	48%	1,00	1,00	0,77
A33	4	5	80%	3	10	30%	16	22	73%	0,12	1,00	0,06
A34	3	5	60%	2	10	20%	11	22	50%	0,25	1,00	0,14
A35	1	5	20%	1	9	11%	4	21	19%	1,00	1,00	1,00
A36	1	5	20%	0	9	0%	0	20	0%	0,36	0,21	/
A37	3	5	60%	2	12	17%	9	22	41%	0,12	0,62	0,25
A38	0	5	0%	0	7	0%	2	12	17%	/	1,00	1,00
A43	2	5	40%	3	8	38%	1	14	7%	1,00	0,16	0,12
A44	3	5	60%	3	9	33%	5	9	56%	0,29	1,00	0,64
A46	0	4	0%	3	12	25%	0	21	0%	0,53	/	0,04
A47	0	4	0%	2	11	18%	3	20	15%	1,00	1,00	1,00
B1	0	9	0%	3	27	11%	0	51	0%	0,56	/	0,04
B3	4	8	50%	11	22	50%	17	46	37%	1,00	0,70	0,44
B6	6	8	75%	20	25	80%	36	47	77%	1,00	1,00	0,77
B7	1	7	14%	4	23	17%	1	45	2%	1,00	0,26	0,05
B8	6	9	67%	26	28	93%	39	48	81%	0,08	0,36	0,30
B9	6	8	75%	12	22	55%	26	42	62%	0,42	0,69	0,79
B11	3	4	75%	11	18	61%	18	26	69%	1,00	1,00	0,52
B12	0	4	0%	1	15	7%	2	24	8%	1,00	1,00	1,00
B13	0	9	0%	0	24	0%	2	48	4%	/	1,00	1,00
B14	7	7	100%	22	23	96%	44	46	96%	1,00	1,00	1,00
C1	0	6	0%	2	29	7%	2	43	5%	1,00	1,00	1,00
C2	0	9	0%	0	39	0%	1	54	2%	/	1,00	1,00
C5	2	8	25%	10	39	26%	22	58	38%	1,00	0,70	0,19
C10	0	9	0%	4	21	19%	5	36	14%	0,29	0,57	0,71

Table 85 : Comparaison des fréquences de variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires entre premier et second Mésolithique en fonction du sexe. Probabilités exactes de Fisher (bilatéral) (Lignes orangées : p significatives $\leq 0,05$; lignes grisées : fréquence nulle chez un des sexes ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	Femmes							Hommes						
	meso_1			meso_2			meso_1 vs meso_2	meso_1			meso_2			meso_1 vs meso_2
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)		Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	
A1	1	9	11%	6	18	33%	0,36	0	4	0%	5	14	36%	0,11
A2	2	8	25%	5	21	24%	1,00	2	5	40%	3	17	18%	1,00
A3	0	8	0%	1	20	5%	1,00	0	7	0%	0	15	0%	/
A5	6	10	60%	15	19	79%	0,39	2	3	67%	10	15	67%	0,23
A6	3	9	33%	2	20	10%	0,29	0	2	0%	2	15	13%	1,00
A7	1	9	11%	8	21	38%	0,21	0	2	0%	1	16	6%	1,00
A8	9	10	90%	20	23	87%	1,00	2	2	100%	9	18	50%	1,00
A9	2	8	25%	2	17	12%	0,57	2	5	40%	4	13	31%	1,00
A14	0	8	0%	2	21	10%	1,00	0	3	0%	1	16	6%	1,00
A15	1	4	25%	5	9	56%	0,56	1	3	33%	3	7	43%	1,00
A19	3	8	38%	12	21	57%	0,43	3	7	43%	4	16	25%	1,00
A20	10	11	91%	21	23	91%	1,00	5	6	83%	11	18	61%	0,62
A22	1	6	17%	7	17	41%	0,37	1	3	33%	4	13	31%	1,00
A23	3	7	43%	10	19	53%	1,00	3	5	60%	6	14	43%	1,00
A26	5	9	56%	14	19	74%	0,41	3	5	60%	5	14	36%	1,00
A28	4	8	50%	3	11	27%	0,38	1	4	25%	1	8	13%	0,51
A31	4	9	44%	9	14	64%	0,42	2	5	40%	6	11	55%	1,00
A32	0	10	0%	2	15	13%	0,50	3	6	50%	1	11	9%	0,08
A33	2	4	50%	8	12	67%	0,60	0	2	0%	5	10	50%	0,17
A34	1	4	25%	8	12	67%	0,26	0	2	0%	1	10	10%	1,00
A35	0	3	0%	2	11	18%	1,00	0	2	0%	2	8	25%	1,00
A37	1	3	33%	4	12	33%	1,00	0	2	0%	3	9	33%	0,46
A38	0	3	0%	0	5	0%	/	0	2	0%	2	4	50%	1,00
A43	2	4	50%	1	9	11%	0,20	0	2	0%	0	7	0%	/
A44	1	3	33%	2	6	33%	1,00	1	2	50%	2	5	40%	1,00
A46	1	3	33%	0	10	0%	0,23	0	2	0%	0	7	0%	/
A47	0	5	0%	2	11	18%	1,00	1	2	50%	0	8	0%	0,25
B1	1	10	10%	0	23	0%	0,30	1	6	17%	0	17	0%	0,32
B3	5	9	56%	7	22	32%	0,25	4	5	80%	4	17	24%	0,28
B4	5	10	50%	1	21	5%	0,01	0	5	0%	5	16	31%	0,10
B6	8	10	80%	16	21	76%	1,00	5	6	83%	10	16	63%	1,00
B7	2	10	20%	0	21	0%	0,10	0	5	0%	0	16	0%	/
B8	11	11	100%	17	22	77%	0,14	6	7	86%	9	16	56%	1,00
B9	7	10	70%	14	21	67%	1,00	1	4	25%	4	15	27%	1,00
B11	3	6	50%	14	17	82%	0,28	3	3	100%	2	13	15%	0,20
B12	0	7	0%	1	14	7%	1,00	0	3	0%	0	10	0%	/
B13	0	9	0%	1	22	5%	1,00	0	6	0%	0	17	0%	/
B14	5	6	83%	21	22	95%	0,39	6	6	100%	11	17	65%	1,00
B17	6	9	67%	16	23	70%	0,63	5	6	83%	13	18	72%	0,32
C1	1	9	11%	2	20	10%	1,00	0	9	0%	0	16	0%	/
C2	0	11	0%	0	25	0%	/	0	9	0%	1	19	5%	1,00
C5	3	11	27%	7	24	29%	1,00	2	7	29%	7	18	39%	0,66
C10	1	11	9%	3	19	16%	1,00	1	6	17%	1	14	7%	0,52

ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD)

Les MMD ont été calculées entre les trois groupes chronoculturels, tous sexes confondus à partir de 31 caractères crâniens et mandibulaires (voir Annexe 5-B). Les résultats n'indiquent pas de valeurs significatives entre les trois groupes chronoculturels (Table 86), impliquant qu'aucun des trois groupes chronoculturels n'est plus distant biologiquement l'un de l'autre lorsque l'on considère l'ensemble des individus du groupe.

Table 86 : MMD calculées pour le corpus total entre les trois groupes chronoculturels sur la base de 31 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

	PF	meso_1	meso_2
PF		-0,075	-0,072
meso_1	0,056		0,026
meso_2	0,049	0,026	

Les MMD ont été calculées entre les deux groupes chronoculturels mésolithiques au sein de chaque corpus de sexe féminin et masculin. Le groupe d'individus du Paléolithique final n'a pas été considéré en raison de ses faibles effectifs. Au sein du corpus féminin, l'analyse MMD effectuée à partir de 11 caractères (voir Annexe 5-B) indique une valeur de MMD significative entre les femmes du premier Mésolithique et celles du second Mésolithique (Table 87), alors qu'aucune valeur de MMD significative n'est obtenue dans le corpus masculin à partir de l'analyse de 13 caractères (Table 88 ; voir Annexe 5-B). Ces résultats impliquent que les individus féminins du premier et du second Mésolithique sont plus distants biologiquement que les individus masculins de ces deux même groupes chronoculturels.

Table 87 : MMD calculées au sein du corpus féminin entre les deux groupes chronoculturels mésolithiques sur la base de 11 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires (meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique). En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures).

	meso_1	meso_2
meso_1		0,14
meso_2	0,06	

Table 88 : MMD calculées au sein du corpus masculin entre les deux groupes chronoculturels mésolithiques sur la base de 13 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires (meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

	meso_1	meso_2
meso_1		-0,053
meso_2	0,110	

C. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur position par rapport à la côte

i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées

Trois variations anatomiques crâniennes et mandibulaires présentent des différences significatives de fréquences d'apparition en fonction de la position par rapport à la côte (Table 89) : l'os suturaire sagittal (A1, $p < 0,01$) et la suture métopique (B1, $p = 0,05$) sont présents plus fréquemment dans le corpus des individus continentaux alors que la suture incisive (A28) est plus fréquente au sein du corpus d'individus côtiers ($p = 0,03$).

Table 89 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans les groupes continentaux et côtiers. Ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante de la position par rapport à la côte ($p \leq 0,05$, test exact de Fisher) ; Cont : continental ; Côt : côtier. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	Continentaux			Côtiers			p Cont/Côt
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	
A1	11	24	46%	5	42	12%	< 0,01
A2	8	25	32%	6	43	14%	0,12
A3	0	25	0%	1	49	2%	1,00
A5	24	29	83%	38	50	76%	0,58
A6	6	23	26%	13	47	28%	1,00
A7	5	21	24%	11	50	22%	1,00
A8	22	25	88%	49	55	89%	1,00
A9	4	19	21%	15	40	38%	0,25
A14	2	22	9%	2	40	5%	0,61
A15	5	13	38%	8	17	47%	1,00
A19	12	24	50%	24	49	49%	1,00
A20	30	30	100%	50	55	91%	0,16
A22	6	18	33%	13	36	36%	1,00
A23	17	23	74%	27	45	60%	0,30
A26	13	22	59%	26	45	58%	1,00
A28	3	23	13%	10	23	43%	0,05
A31	13	26	50%	13	30	43%	0,79
A32	4	26	15%	5	39	13%	1,00
A33	10	18	56%	13	19	68%	0,51
A35	3	17	18%	3	18	17%	1,00
A36	0	17	0%	1	17	6%	1,00
A37	6	19	32%	8	20	40%	0,74
A38	1	11	9%	1	13	8%	1,00
A43	4	17	24%	2	10	20%	1,00
A44	6	15	40%	5	8	63%	0,40
A46	2	20	10%	1	17	6%	1,00
A47	3	18	17%	2	17	12%	1,00
B1	3	28	11%	0	59	0%	0,03
B3	14	24	58%	18	52	35%	0,08
B4	5	24	21%	10	52	19%	1,00
B6	22	26	85%	40	54	74%	0,40
B7	3	25	12%	3	50	6%	0,39
B8	26	29	90%	45	56	80%	0,36
B9	12	25	48%	32	47	68%	0,13
B11	14	23	61%	18	25	72%	0,54
B12	1	18	6%	2	25	8%	1,00
B13	1	26	4%	1	55	2%	0,54
B14	20	22	91%	53	54	98%	0,20
B17	22	28	79%	40	55	73%	0,61
C1	2	25	8%	2	53	4%	0,59
C2	1	36	3%	0	66	0%	0,36
C5	11	37	30%	23	68	34%	0,67
C10	7	22	32%	5	42	12%	0,09

Dans le corpus masculin, les fréquences de suture Mendosa (A9, $p = 0,04$) sont différentes entre les groupes d'individus continentaux et côtiers (Table 90). Dans le corpus féminin, le foramen zygomatiko-facial (B14, $p = 0,04$) est systématiquement présent au sein du groupe côtier (Table 90).

Table 90 : Comparaison des fréquences de variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires entre groupes d'individus continentaux et côtiers au sein des corpus féminin et masculin ; ligne surlignée en orange : $p \leq 0,05$, test exact de Fisher ; lignes grisées : fréquence nulle chez un des sexes ; Cont : continental ; Côt : côtier. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	Femmes			Hommes			p Cont / Côt	Femmes			Hommes			p Cont / Côt
	Continentaux	Côtiers		Continentaux	Côtiers			Continentaux	Côtiers		Continentaux	Côtiers		
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)		Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	
A1	4	9	44%	4	20	20%	0,21	4	9	44%	1	6	17%	0,58
A2	3	9	33%	4	22	18%	0,38	3	9	33%	2	6	33%	1,00
A3	0	9	0%	1	21	5%	1,00	0	11	0%	0	10	0%	/
A5	6	9	67%	16	22	73%	1,00	8	9	89%	6	6	100%	1,00
A6	2	8	25%	3	22	14%	0,59	1	6	17%	2	6	33%	1,00
A7	3	8	38%	7	23	30%	1,00	1	6	17%	0	6	0%	1,00
A8	8	9	89%	22	25	88%	1,00	7	8	88%	6	7	86%	1,00
A9	1	7	14%	4	19	21%	1,00	1	8	13%	6	8	75%	0,04
A14	0	10	0%	2	20	10%	0,54	1	6	17%	0	6	0%	1,00
A15	3	6	50%	4	8	50%	1,00	2	5	40%	2	5	40%	1,00
A19	4	8	50%	11	22	50%	1,00	3	10	30%	5	9	56%	0,37
A20	9	9	100%	23	25	92%	1,00	11	11	100%	8	9	89%	0,45
A22	3	7	43%	6	17	35%	1,00	2	6	33%	4	7	57%	0,59
A23	4	6	67%	10	21	48%	0,65	5	8	63%	6	8	75%	1,00
A26	4	7	57%	16	22	73%	0,64	3	6	50%	6	8	75%	0,58
A28	2	9	22%	6	11	55%	0,20	0	9	0%	2	6	33%	0,14
A31	4	10	40%	10	15	67%	0,24	6	10	60%	3	8	38%	0,64
A32	0	10	0%	2	16	13%	0,51	2	10	20%	2	11	18%	1,00
A33	4	8	50%	7	9	78%	0,33	4	6	67%	3	5	60%	1,00
A34	3	8	38%	7	9	78%	0,15	2	6	33%	0	5	0%	0,45
A35	0	7	0%	2	8	25%	0,47	2	6	33%	1	5	20%	1,00
A36	0	6	0%	1	8	13%	1,00	0	6	0%	0	5	0%	/
A37	1	7	14%	4	10	40%	0,34	3	5	60%	1	4	25%	0,52
A38	0	4	0%	0	5	0%	/	1	5	20%	1	4	25%	1,00
A43	2	8	25%	1	6	17%	1,00	1	6	17%	0	2	0%	1,00
A44	3	6	50%	1	4	25%	0,57	2	4	50%	2	2	100%	0,47
A46	0	8	0%	1	8	13%	1,00	0	6	0%	0	5	0%	/
A47	1	8	13%	1	9	11%	1,00	1	5	20%	0	5	0%	1,00
B1	1	9	11%	0	26	0%	0,26	1	11	9%	0	11	0%	1,00
B3	4	8	50%	9	25	36%	0,68	8	11	73%	2	7	29%	0,15
B4	2	9	22%	4	24	17%	1,00	2	9	22%	4	8	50%	0,33
B6	7	9	78%	18	24	75%	1,00	10	11	91%	8	10	80%	0,59
B7	1	9	11%	1	24	4%	0,48	1	11	9%	0	8	0%	1,00
B8	9	10	90%	20	25	80%	0,65	10	11	91%	8	10	80%	0,59
B9	6	9	67%	16	24	67%	1,00	4	11	36%	3	7	43%	1,00
B11	6	8	75%	12	16	75%	1,00	3	5	60%	3	4	75%	1,00
B12	0	7	0%	1	15	7%	1,00	0	6	0%	0	5	0%	/
B13	1	9	11%	0	24	0%	0,27	0	10	0%	0	11	0%	/
B14	4	6	67%	23	23	100%	0,04	9	9	100%	11	11	100%	1,00
B17	6	9	67%	17	25	68%	1,00	11	12	92%	10	10	100%	1,00
C1	1	8	13%	2	22	9%	1,00	0	11	0%	0	12	0%	/
C2	0	10	0%	0	28	0%	/	1	14	7%	0	11	0%	1,00
C5	2	10	20%	8	27	30%	0,69	5	13	38%	5	13	38%	1,00
C10	2	8	25%	3	20	15%	0,61	3	9	33%	1	8	13%	0,58

ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD)

Les MMD ont été calculées entre les groupes d'individus continentaux et côtiers à partir de 25 caractères crâniens et mandibulaires (voir Annexe 5-B). Une valeur de MMD significative est obtenue, indiquant une distance biologique significative entre les individus côtiers et continentaux, toutes périodes confondues (Table 91).

Table 91 : MMD calculées entre les groupes d'individus continentaux et côtiers sur la base de 25 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures).

	Côtiers	Continentaux
Côtiers		0,05
Continentaux	0,02	

D. *Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur attribution chronoculturelle et de leur position par rapport à la côte*

i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées

Les différences de fréquences d'apparition entre sous-échantillons sont très peu nombreuses (voir Annexe 5-C pour les fréquences par sous-groupes, Table 92 pour la comparaison des fréquences d'apparition). Néanmoins, des tendances peuvent être dégagées. Au sein de chacun des périodes chronoculturelles, des différences de fréquence entre groupes d'individus côtiers et continentaux sont significatives : au sein du corpus du premier Mésolithique, les individus côtiers présentent plus fréquemment une suture incisive que les continentaux (A28, $p = 0,04$) alors que les individus continentaux présentent plus fréquemment un sillon frontal que les côtiers (B3, $p = 0,03$) ; au sein du corpus daté du second Mésolithique, ce sont les individus continentaux qui présentent des fréquences d'apparition plus élevées d'os suturaires sagittaux et coronaux que les côtiers (A1, $p < 0,01$; A2, $p = 0,01$). Aucune différence significative de fréquence de caractères entre les sous-groupes du Paléolithique final et du premier Mésolithique n'a été obtenue. En revanche, les individus côtiers du Paléolithique final présentent des fréquences significativement plus faibles de foramen pariétal que les individus côtiers et continentaux datés du second Mésolithique (A5, $p = 0,03$ et $0,04$). Le groupe d'individus continentaux du second Mésolithique présentent une fréquence élevée d'os suturaire sagittal (A1) par rapport aux individus continentaux du Paléolithique final ($p = 0,04$), aux individus continentaux ($p = 0,03$) et côtiers ($p = 0,01$) du premier Mésolithique, mais une fréquence plus faible de suture incisive (A28, $p = 0,04$) que le groupe côtier daté du premier Mésolithique. Les individus continentaux du premier Mésolithique présentent des fréquences plus élevées de suture métopique (B1, $p = 0,01$) et de sillon frontal (B3, $p = 0,03$) que les côtiers du second Mésolithique. Enfin, aucune différence significative de fréquence d'apparition de caractères n'est observée entre les groupes côtiers des deux périodes chronoculturelles mésolithiques.

Table 92 : Comparaisons des fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans les sous-groupes « chronoculture-position par rapport à la côte ». Ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante de l'interaction entre chronoculture et position par rapport à la côte ($p \leq 0,05$, test exact de Fisher). PF-cont : Paléolithique final continental ; PF-côt : Paléolithique final côtier ; meso_1-cont : premier Mésolithique continental ; meso_1-côt : premier Mésolithique côtier ; meso_2-cont : second Mésolithique continental ; meso_2-côt : second Mésolithique côtier. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.

Code	PF-cont / PF-cot	meso_1-cont / meso_1-cot	meso_2-cont / meso_2-cot	PF-cont / meso_1-cont	PF-cont / meso_1-cot	PF-cot / meso_1-cont	PF-cot / meso_1-cot	PF-cont / meso_2-cont	PF-cont / meso_2-cot	PF-cot / meso_2-cont	PF-cot / meso_2-cot	meso_1-cont / meso_2-cont	meso_1-cont / meso_2-cot	meso_1-cot / meso_2-cont	meso_1-cot / meso_2-cot
A1	1,00	0,59	< 0,01	1,00	1,00	1,00	0,51	0,04	1,00	0,10	0,43	0,03	0,32	0,01	1,00
A2	/	1,00	0,01	0,53	0,50	0,53	0,50	0,11	1,00	0,11	0,48	0,20	0,33	0,64	0,12
A3	/	/	1,00	/	/	/	/	/	1,00	/	1,00	/	1,00	/	1,00
A5	0,14	1,00	1,00	1,00	1,00	0,10	0,24	1,00	1,00	0,04	0,03	0,62	0,71	0,59	0,66
A6	1,00	0,67	0,16	1,00	1,00	1,00	1,00	0,27	1,00	0,27	1,00	0,06	0,47	0,23	1,00
A7	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,42	0,49	0,24	1,00	1,00	1,00	0,12	0,66	0,15	0,70
A8	1,00	0,61	0,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,34
A9	0,03	0,64	0,08	0,49	0,56	0,33	0,46	0,06	0,54	0,11	0,37	0,47	1,00	0,09	1,00
A14	/	1,00	0,51	1,00	/	1,00	/	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A15	0,25	1,00	0,34	1,00	1,00	0,33	0,40	0,14	0,23	1,00	1,00	0,21	0,34	0,21	0,59
A19	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,46	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,74	0,66	0,72
A20	1,00	0,46	0,57	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,56	1,00	1,00
A22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,38	1,00	1,00	0,44	0,38	1,00	0,69	1,00	1,00
A23	1,00	0,06	0,70	0,48	0,58	1,00	0,47	0,58	1,00	0,47	0,52	0,11	0,08	1,00	0,72
A26	1,00	0,40	0,42	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,07	1,00	1,00	0,18
A28	1,00	0,04	0,35	0,42	0,52	0,18	1,00	0,42	1,00	0,18	0,40	1,00	0,35	0,04	0,18
A31	1,00	1,00	0,46	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	0,64	1,00
A32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,51	1,00	1,00	1,00	0,63	1,00	0,62
A33	0,40	1,00	0,62	0,17	0,14	1,00	1,00	0,49	1,00	1,00	0,45	0,32	0,06	0,55	0,19
A35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	/	0,49	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A36	0,40	/	/	/	/	0,22	1,00	/	/	0,22	0,13	/	/	/	/
A37	0,40	1,00	0,38	0,11	0,10	1,00	1,00	0,13	0,11	1,00	1,00	1,00	0,23	1,00	0,23
A38	/	/	1,00	/	/	/	/	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A43	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,49	0,33	0,38	0,25	0,54	0,46	0,38	0,25
A44	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17	1,00	1,00	1,00	1,00	0,47	0,56	0,58	1,00	1,00
A46	/	1,00	/	1,00	0,40	1,00	1,00	/	/	/	/	0,49	0,16	0,22	0,27
A47	/	1,00	1,00	1,00	/	1,00	/	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
B1	/	0,10	/	0,52	/	0,54	/	/	/	/	/	0,23	0,01	/	/
B3	1,00	0,03	1,00	0,52	0,55	0,52	0,55	1,00	0,62	1,00	0,62	0,17	0,03	0,65	0,73
B4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,53	0,46	0,46	1,00	1,00	0,60	0,67	0,36	0,42
B6	0,43	0,65	0,41	0,53	1,00	0,55	0,22	1,00	0,56	0,18	0,57	0,59	1,00	1,00	0,48
B7	0,43	1,00	1,00	0,52	1,00	1,00	1,00	0,23	0,15	/	1,00	0,48	0,16	0,48	0,14
B8	0,52	1,00	1,00	0,45	0,49	0,10	0,12	1,00	1,00	0,20	0,23	1,00	0,42	1,00	0,42
B9	1,00	0,32	0,06	0,59	1,00	0,58	1,00	0,27	1,00	0,27	1,00	0,66	0,30	0,37	0,70
B11	1,00	0,69	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,37	0,46	1,00	0,63
B12	/	1,00	1,00	1,00	/	1,00	/	/	1,00	/	1,00	1,00	1,00	/	1,00
B13	/	/	0,38	/	/	/	/	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,44	1,00
B14	1,00	0,39	0,36	1,00	/	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,36	0,39	1,00
B17	0,17	1,00	1,00	0,26	0,52	0,60	0,55	1,00	0,57	0,52	0,31	0,64	0,72	1,00	1,00
C1	/	0,16	1,00	1,00	/	1,00	/	/	1,00	/	1,00	0,48	0,29	/	0,54
C2	/	/	0,22	/	/	/	/	1,00	/	1,00	/	0,39	/	0,38	/
C5	0,43	0,48	1,00	0,25	0,59	1,00	0,55	1,00	0,64	0,25	0,28	0,24	0,25	0,72	0,78
C10	0,49	0,31	0,58	1,00	0,09	1,00	0,48	0,24	0,06	1,00	0,44	1,00	0,31	0,57	0,57
% significatif	3%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	3%	3%	2%	5%	5%	0%

ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD)

Les MMD ont été calculées entre les sous-groupes côtiers et continentaux de chacune des périodes chronoculturelles. L'analyse a été menée sur 22 caractères (voir Annexe 5-C). Au second Mésolithique, le groupe d'individus continentaux présente une distance biologique avec le groupe d'individus côtiers plus élevée qu'avec les autres groupes. Les groupes continentaux du premier et du second Mésolithique se différencient également biologiquement (Table 93).

Table 93 : MMD calculées entre les sous-groupes d'individus mésolithiques en fonction de leur position par rapport à la côte sur la base de 22 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

	PF-Côtiers	PF-Continentaux	meso_1-Côtiers	meso_1-Continentaux	meso_2-Côtiers	meso_2-Continentaux
PF-Côtiers		-0,08	-0,07	-0,10	-0,10	0,05
PF-Continentaux	0,15		-0,12	-0,11	-0,09	0,10
meso_1-Côtiers	0,10	0,10		0,00	-0,03	0,06
meso_1-Continentaux	0,10	0,10	0,05		0,05	0,11
meso_2-Côtiers	0,08	0,08	0,03	0,03		0,13
meso_2-Continentaux	0,10	0,10	0,05	0,05	0,04	

À partir de la matrice de distances obtenue lors de l'analyse MMD (Table 93), une représentation du positionnement multidimensionnel (MDS pour *Multidimensional Scaling*) de chacun des sous-groupes a été réalisée (Figure 104). De manière générale, les groupes d'individus du premier Mésolithique et du Paléolithique final sont globalement regroupés, alors que les groupes d'individus côtiers et continentaux du second Mésolithique sont dispersés de part et d'autre de l'axe 1. Le groupe d'individus continentaux du second Mésolithique s'individualise des cinq autres groupes, indiquant une distance biologique élevée par rapport aux autres groupes, et particulièrement avec les individus côtiers de la même période chronoculturelle (valeur de MMD significative : 0,13) et les continentaux du premier Mésolithique (valeur de MMD significative : 0,11). Les groupes d'individus côtiers datés du Paléolithique final et du premier Mésolithique sont très proches, indiquant une proximité biologique.

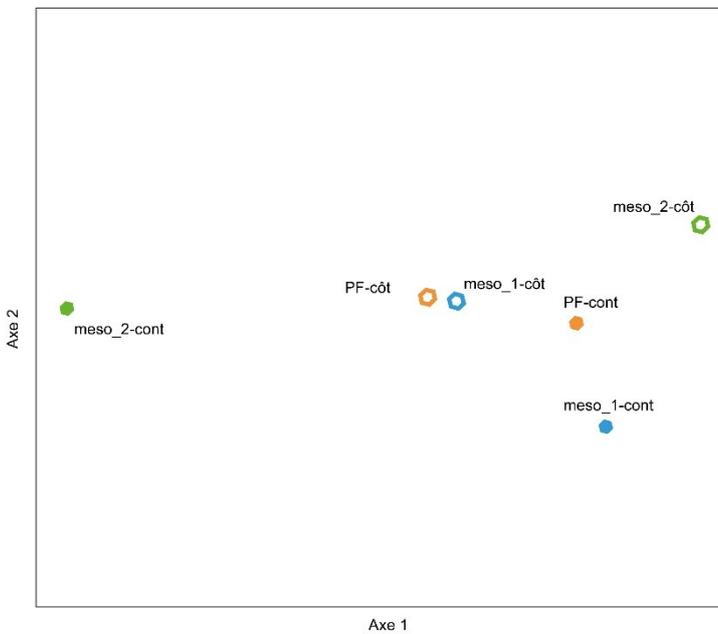


Figure 104 : MDS (*Multidimensional Scaling*) à partir des valeurs de MMD obtenues pour la comparaison des six sous-groupes « chronoculture-position par rapport à la côte ». PF-cont : Paléolithique final continental ; PF-côt : Paléolithique final côtier ; meso_1-cont : premier Mésolithique continental ; meso_1-côt : premier Mésolithique côtier ; meso_2-cont : second Mésolithique continental ; meso_2-côt : second

Le dendrogramme construit sur la même matrice de distances permet de visualiser la différenciation biologique du groupe d'individus continentaux du second Mésolithique par rapport aux autres groupes (Figure 105). Une autre différenciation semble s'effectuer à un niveau moindre entre les autres sous-groupes datés du Mésolithique (premier Mésolithique côtier et continental et second Mésolithique côtier) et les groupes d'individus datés du Paléolithique final (côtier et continental).

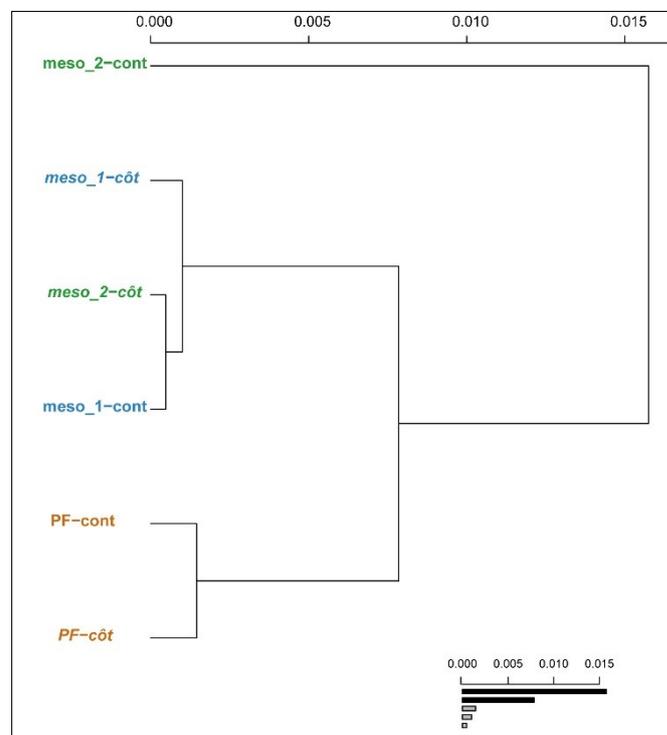


Figure 105 : Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward à partir des valeurs de MMD obtenues pour la comparaison des individus de chaque chronoculture et en fonction de leur position par rapport à la côte. (PF-cont : Paléolithique final continental ; PF-côt : Paléolithique final côtier ; meso_1-cont : premier Mésolithique continental ; meso_1-côt : premier Mésolithique côtier ; meso_2-cont : second Mésolithique continental ; meso_2-côt : second Mésolithique côtier).

E. Bilan et discussion de l'analyse des variations anatomiques non métriques du crâne et de la mandibule

La Table 94 dresse le bilan des résultats de l'analyse des variations anatomiques non métriques du crâne et de la mandibule.

Table 94 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse des variations anatomiques non métriques du crâne et de la mandibule. F : femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; - : pas de différences ; / : pas testé.

	F + M + I	F	M	Position par rapport à la côte
Position par rapport à la côte	Continentaux ≠ Côtiers	/	/	/
Chronoculture	-	-	-	meso_2-Continentaux ≠ meso_1-Continentaux meso_2-Continentaux ≠ meso_2-Côtiers
Chronoculture sans PF	/	meso_1 ≠ meso_2	-	/

Les variations anatomiques crâniennes et mandibulaires sont considérées comme pertinentes pour retracer les relations entre groupes humains à l'échelle populationnelle ou au sein d'un espace sépulcral (Berry et Berry 1967, Hauser et De Stefano 1989, Crubézy et Sellier 1990, Hanihara 1992, Crubézy *et al.* 1999, Gemmerich Pfister 1999, Hanihara et Ishida 2001a, 2001b, 2001c, 2001d, Thomas 2011, Herrera *et al.* 2014).

Nos résultats ont mis en évidence une expression différentielle en fonction du sexe de certaines variations anatomiques non métriques du crâne et de la mandibule : la fossette pharyngienne (A34) dans le corpus total, avec une fréquence d'apparition supérieure chez les femmes, comme la fréquence d'apparition du foramen mastoïdien (A20) au sein de l'échantillon du second Mésolithique ; la présence plus fréquente de la suture supra-nasale (B4) et du tubercule marginal de l'os zygomatique (B17) chez les individus masculins au second Mésolithique. Ces différences de fréquences entre sexes vont dans le sens de celles relevées par Gemmerich Pfister (1999).

Globalement, les différences de fréquences d'apparition de caractères entre les différents sous-échantillons considérés (chronoculturels, localisation par rapport à la côte ou association de ces deux paramètres) sont peu nombreuses. Comme nous l'exposons dans notre présentation des méthodes utilisées dans le présent travail, la pertinence des caractères pris isolément est faible, mais ce sont leur association qui permet le mieux de retranscrire une éventuelle histoire populationnelle entre les groupes (*cf.* CHAPITRE II.III.2.B.ii.). Dans l'analyse des mesures moyennes de divergence (MMD), il est intéressant de noter que les

groupes d'individus féminins du premier et du second Mésolithique présentent une distance biologique significative, alors que les individus masculins ne présentent pas une telle distance entre ces deux sous-échantillons chronoculturels. Ces résultats peuvent être mis en lien avec les résultats obtenus dans le présent travail à travers l'analyse de la variation morphométrique crânienne, qui montrent une plus grande structuration des données morphologiques crâniennes dans le corpus féminin par rapport à un corpus masculin plus homogène (*cf.* CHAPITRE III.II.1.).

D'autre part, les échantillons d'individus côtiers et continentaux du Paléolithique final présentent des proximités phénotypiques plus fortes entre eux qu'avec les autres échantillons des chronocultures suivantes sur le cladogramme (*cf.* Figure 105). Si l'ensemble des sous-groupes semble présenter des proximités phénotypiques fortes attestant de flux de gènes entre eux, le sous-groupe d'individus continentaux du second Mésolithique s'individualise par rapport aux autres échantillons (*cf.* Figure 104 et Figure 105). Au second Mésolithique, les individus continentaux présentent donc une distance biologique plus élevée avec le reste du corpus à partir de l'étude de variations anatomiques non métriques du crâne et de la mandibule, pouvant être mis en relation avec l'existence d'une différenciation génétique de ces individus. Ces résultats font écho à ceux obtenus sur les données craniométriques (*cf.* CHAPITRE III.II.1.). Un évènement populationnel, tel que la présence de nouveaux groupes humains au cours du second Mésolithique dans la partie continentale de l'aire géographique analysée ici, peut être proposé pour expliquer les différences observées.

5. Variations anatomiques non métriques dentaires

A. Fréquences d'apparition globales et lien au sexe

Les fréquences de variations anatomiques dentaires ont été calculées sur l'échantillon complet (hommes, femmes et individus de sexe indéterminé) et sur l'échantillon composé uniquement d'individus de sexe déterminé (Table 95). L'échantillon total, qui varie en fonction des caractères analysés, est constitué au maximum de 74 individus.

Sur 68 caractères analysés, sept sont totalement absents du corpus (Table 95) : l'odontome sur les premières (UP1O) et secondes (UP2O) prémolaires maxillaires, le parastyle sur la première molaire maxillaire (UM1P), le métaconule sur les deux premières molaires maxillaires (UM1M et UM2M), l'entoconulide sur la première molaire mandibulaire (LM1E) et la triple racine sur la deuxième molaire mandibulaire (LM2TR). Neuf ont une présence exceptionnelle (*i.e.* un seul cas observé) : le parastyle sur la deuxième molaire maxillaire (UM2P), les tubercules mésiaux accessoires sur la deuxième molaire maxillaire (UM2TMA), le métaconule sur la troisième molaire maxillaire (UM3M), la double pelle sur l'incisive centrale mandibulaire (LI1DPEL), l'odontome sur les deux prémolaires mandibulaires (LP1O et LP2O), la triple racine sur la première molaire mandibulaire (LM1TR), le métaconulide sur la deuxième et la troisième molaires mandibulaires (LM3M et LM2M). Dix variations sont observées fréquemment dans le corpus avec une fréquence supérieure ou égale à 75 % : pour l'arcade maxillaire, il s'agit des incisives en pelles (UI1PEL, UI2PEL), de l'hypocône sur les trois molaires (UM1H, UM2H, UM3H) ; pour l'arcade mandibulaire, il s'agit de l'extension de l'émail sur les deux premières molaires (LM1EE et LM2EE), du *groove pattern* sur la première molaire (LM1GP), le protostylide sur la deuxième molaire (LM2P) et de l'hypoconulide sur la première molaire (LM1H).

Une seule relation entre l'expression d'un caractère et le sexe des individus a pu être mise en évidence : le protostylide sur la troisième molaire mandibulaire (LM3P), qui est plus fréquent chez les femmes que chez les hommes. Sur l'ensemble des variations dentaires analysées, 10 % (7/68) sont donc totalement absentes du corpus, 13 % (9/68) n'apparaissent qu'une seule fois et 15 % (10/68) sont observées fréquemment avec une fréquence de plus de 75 % (Table 95). Les sept variations anatomiques absentes du corpus d'étude n'apparaissent pas dans les analyses suivantes.

Table 95 : Fréquences des variations anatomiques dentaires dans le corpus total. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante du sexe ($p \leq 0,05$; test exact de Fisher ; F : Femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.

	Femmes			Hommes			TOTAL ECHANTILLON (F, M)				TOTAL ECHANTILLON (F, M, I)		
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total observé	(%)	F vs M	Présence	Total observé	(%)
UI1TD	2	7	29%	3	7	43%	5	14	36%	0,01	8	45	18%
UI1SCR	1	8	13%	0	8	0%	1	16	6%	0,01	5	46	11%
UI1PEL	6	6	100%	1	2	50%	7	8	88%	0,25	29	36	81%
UI1DPEL	1	6	17%	0	5	0%	1	11	9%	1,00	9	38	24%
UI2TD	4	11	36%	2	9	22%	6	20	30%	0,64	9	48	19%
UI2SCR	4	12	33%	2	9	22%	6	21	29%	0,66	14	46	30%
UI2PEL	6	7	86%	2	3	67%	8	10	80%	1,00	28	32	88%
UI2DPEL	2	7	29%	0	7	0%	2	14	14%	0,46	5	38	13%
UCTD	0	13	0%	2	15	13%	2	28	7%	0,48	10	53	19%
UCPEL	5	9	56%	3	9	33%	8	18	44%	0,64	17	39	44%
UCDPEL	1	9	11%	1	9	11%	2	18	11%	1,00	7	42	17%
UCCM	1	3	33%	0	2	0%	1	5	20%	1,00	5	12	42%
UCCAD	2	7	29%	2	4	50%	4	11	36%	0,58	16	26	62%
UP1TM	0	2	0%	1	5	20%	1	7	14%	1,00	5	22	23%
UP1R	4	8	50%	1	4	25%	5	12	42%	0,58	9	26	35%
UP1O	0	3	0%	0	2	0%	0	5	0%	/	0	19	0%
UP2TM	0	3	0%	1	5	20%	1	8	13%	1,00	4	19	21%
UP2R	0	5	0%	2	6	33%	2	11	18%	0,46	4	26	15%
UP2O	0	3	0%	0	2	0%	0	5	0%	/	0	16	0%
UM1TMA	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%	/	4	16	25%
UM1P	0	9	0%	0	6	0%	0	15	0%	/	0	49	0%
UM1H	14	14	100%	15	15	100%	29	29	100%	1,00	71	74	96%
UM1M	0	0	/	0	0	/	0	0	/	/	0	15	0%
UM1EE	7	13	54%	5	14	36%	12	27	44%	0,45	21	66	32%
UM1C	0	7	0%	1	6	17%	1	13	8%	0,46	12	43	28%
UM2TMA	0	3	0%	0	5	0%	0	8	0%	/	1	26	4%
UM2P	0	11	0%	1	12	8%	1	23	4%	1,00	1	49	2%
UM2H	13	13	100%	14	14	100%	27	27	100%	1,00	51	59	86%
UM2M	0	4	0%	0	4	0%	0	8	0%	/	0	22	0%
UM2EE	5	16	31%	6	15	40%	11	31	35%	0,72	16	55	29%
UM2C	0	10	0%	1	12	8%	1	22	5%	1,00	5	50	10%
UM3TMA	1	10	10%	1	10	10%	2	20	10%	1,00	3	41	7%
UM3P	0	15	0%	1	12	8%	1	27	4%	0,44	2	54	4%
UM3H	11	11	100%	10	13	77%	21	24	88%	0,22	37	41	90%
UM3M	1	10	10%	0	9	0%	1	19	5%	1,00	1	38	3%
UM3EE	3	13	23%	4	15	27%	7	28	25%	1,00	12	52	23%
UM3C	4	9	44%	2	8	25%	6	17	35%	0,62	10	27	37%
LI1PEL	5	14	36%	2	9	22%	7	23	30%	0,66	13	41	32%
LI1DPEL	1	15	7%	0	9	0%	1	24	4%	1,00	1	47	2%
LI2PEL	8	15	53%	5	11	45%	13	26	50%	1,00	29	54	54%
LI2DPEL	1	14	7%	0	11	0%	1	25	4%	1,00	2	54	4%
LCRDL	1	13	8%	1	10	10%	2	23	9%	1,00	4	56	7%
LCCAD	2	6	33%	5	7	71%	7	13	54%	0,29	22	39	56%
LP1R	0	13	0%	1	10	10%	1	23	4%	0,44	2	40	5%
LP1O	0	7	0%	1	6	17%	1	13	8%	0,46	1	23	4%
LP1CLM	3	6	50%	2	7	29%	5	13	38%	0,59	7	26	27%
LP2O	0	5	0%	1	2	50%	1	7	14%	0,29	1	20	5%
LP2CLM	0	5	0%	0	4	0%	0	9	0%	/	3	21	14%
LM1TR	0	11	0%	1	10	10%	1	21	5%	0,48	1	53	2%
LM1P	4	7	57%	1	6	17%	5	13	38%	0,27	20	38	53%
LM1H	4	7	57%	6	6	100%	10	13	77%	0,19	33	42	79%
LM1M	0	8	0%	0	5	0%	0	13	0%	/	2	40	5%
LM1E	0	6	0%	0	4	0%	0	10	0%	/	0	38	0%
LM1FA	0	0	/	1	1	100%	1	1	100%	1,00	4	10	40%
LM1EE	13	14	93%	8	10	80%	21	24	88%	0,55	38	44	86%
LM1GP	1	3	33%	3	3	100%	4	6	67%	0,40	19	24	79%
LM2TR	0	7	0%	0	6	0%	0	13	0%	/	0	34	0%
LM2P	6	9	67%	4	7	57%	10	16	63%	1,00	28	37	76%
LM2H	0	11	0%	1	10	10%	1	21	5%	0,48	5	53	9%
LM2M	0	10	0%	0	11	0%	0	21	0%	/	1	53	2%
LM2EE	13	16	81%	13	14	93%	26	30	87%	0,60	44	49	90%
LM2GP	4	8	50%	9	11	82%	13	19	68%	0,32	37	50	74%
LM3TR	0	6	0%	1	4	25%	1	10	10%	0,40	2	23	9%
LM3P	9	13	69%	3	13	23%	12	26	46%	0,05	23	48	48%
LM3H	4	7	57%	3	7	43%	7	14	50%	1,00	16	28	57%
LM3M	1	14	7%	0	11	0%	1	25	4%	1,00	1	48	2%
LM3EE	5	10	50%	6	14	43%	11	24	46%	1,00	17	37	46%
LM3GP	8	14	57%	10	13	77%	18	27	67%	0,42	27	46	59%

B. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur attribution chronoculturelle

i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées

Les fréquences d'apparition de chaque variation anatomique dentaire ont été calculées pour chacun des groupes chronoculturels au sein de l'échantillon complet (hommes, femmes et individus de sexe indéterminé) puis au sein de l'échantillon composé uniquement d'individus de sexe déterminé. Les fréquences d'apparition des caractères pour les sexes féminin et masculin ont été calculées. Celles-ci ont été comparées pour l'échantillon daté du second Mésolithique uniquement. La comparaison statistique entre hommes et femmes au sein des échantillons datés du Paléolithique final et du premier Mésolithique n'a pas été possible car leurs effectifs étaient trop faibles.

- Corpus daté du Paléolithique final

Sur 61 caractères dentaires analysés, 22 sont absents du corpus du Paléolithique final et deux sont inobservables (UI1PEL et UI1DPEL). Huit caractères sont présents avec une fréquence de 100% dans le corpus du Paléolithique final (Table 96).

Table 96 : Fréquences des variations anatomiques dentaires dans le corpus du Paléolithique final. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon tous sexes confondus ; ligne anthracite : variation anatomique dont la fréquence est égale à 100% dans l'échantillon tous sexes confondus ; ligne noire : variation anatomique inobservable dans l'échantillon tous sexes confondus. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.

	Femmes			Hommes			TOTAL ECHANTILLON (F, M)		
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total observé	(%)
UI1TD	0	0	/	1	1	100%	1	1	100%
UI1SCR	0	0	/	0	1	0%	0	1	0%
UI1PEL	0	0	/	0	0	/	0	0	/
UI1DPEL	0	0	/	0	0	/	0	0	/
UI2TD	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
UI2SCR	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
UI2PEL	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
UI2DPEL	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
UCTD	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
UCPEL	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
UCDPEL	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
UCCM	1	1	100%	0	1	0%	1	2	50%
UCCAD	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
UP1TM	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
UP1R	0	0	/	0	0	/	0	0	/
UP2TM	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
UP2R	0	0	/	0	1	0%	0	1	0%
UM1TMA	0	0	/	0	1	0%	0	1	0%
UM1H	1	1	100%	2	2	100%	3	3	100%
UM1EE	1	1	100%	1	3	33%	2	4	50%
UM1C	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
UM2TMA	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
UM2P	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
UM2H	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
UM2EE	1	1	100%	2	3	67%	3	4	75%
UM2C	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
UM3TMA	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
UM3P	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
UM3H	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
UM3M	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
UM3EE	0	0	/	1	3	33%	1	3	33%
UM3C	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
LI1PEL	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LI1DPEL	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LI2PEL	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LI2DPEL	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LCRDL	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
LCCAD	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
LP1R	0	1	0%	0	0	/	0	1	0%
LP1O	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
LP1CLM	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LP2O	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%
LP2CLM	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LM1TR	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LM1P	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
LM1H	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
LM1M	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LM1FA	0	0	/	0	0	/	0	0	/
LM1EE	1	1	100%	2	2	100%	3	3	100%
LM1GP	0	1	0%	0	0	/	0	1	0%
LM2P	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
LM2H	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LM2M	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
LM2EE	1	1	100%	3	3	100%	4	4	100%
LM2GP	0	1	0%	2	2	100%	2	3	67%
LM3TR	0	0	/	0	1	0%	0	1	0%
LM3P	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
LM3H	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
LM3M	0	1	0%	0	1	0%	0	2	0%
LM3EE	0	0	/	2	3	67%	2	3	67%
LM3GP	0	1	0%	2	2	100%	2	3	67%

- **Corpus daté du premier Mésolithique**

Dix caractères (16 %) sont absents du corpus du premier Mésolithique. Douze variations anatomiques ne sont observées qu'une seule fois (20 %), et onze avec une fréquence supérieure ou égale à 75 % (18 %), dont deux présentes à 100% (Table 97).

Table 97 : Fréquences des variations anatomiques dentaires dans le corpus du premier Mésolithique. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon tous sexes confondus ; ligne anthracite : variation anatomique dont la fréquence est égale à 1 dans l'échantillon tous sexes confondus. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.

	Femmes			Hommes			TOTAL ECHANTILLON (F, M)		
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total observé	(%)
UI1TD	0	2	0%	1	3	33%	1	5	20%
UI1SCR	0	2	0%	0	3	0%	0	5	0%
UI1PEL	1	1	100%	1	2	50%	2	3	67%
UI1DPEL	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
UI2TD	0	2	0%	0	2	0%	0	4	0%
UI2SCR	0	2	0%	0	2	0%	0	4	0%
UI2PEL	1	1	100%	0	0	/	1	1	100%
UI2DPEL	1	1	100%	0	2	0%	1	3	33%
UCTD	0	3	0%	0	4	0%	0	7	0%
UCPEL	1	2	50%	0	2	0%	1	4	25%
UCDPEL	1	1	100%	1	2	50%	2	3	67%
UCCM	0	0	/	0	0	/	0	0	/
UCCAD	1	1	100%	1	1	100%	2	2	100%
UP1TM	0	0	/	0	2	0%	0	2	0%
UP1R	1	3	33%	1	2	50%	2	5	40%
UP2TM	0	0	/	0	2	0%	0	2	0%
UP2R	0	1	0%	1	2	50%	1	3	33%
UM1TMA	0	0	/	0	0	/	0	0	/
UM1H	3	3	100%	4	4	100%	7	7	100%
UM1EE	1	1	100%	1	2	50%	2	3	67%
UM1C	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
UM2TMA	0	0	/	0	2	0%	0	2	0%
UM2P	0	2	0%	0	5	0%	0	7	0%
UM2H	3	3	100%	4	4	100%	7	7	100%
UM2EE	1	2	50%	0	2	0%	1	4	25%
UM2C	0	2	0%	0	5	0%	0	7	0%
UM3TMA	1	3	33%	0	3	0%	1	6	17%
UM3P	0	4	0%	1	2	50%	1	6	17%
UM3H	4	4	100%	3	3	100%	7	7	100%
UM3M	0	3	0%	0	3	0%	0	6	0%
UM3EE	0	2	0%	1	3	33%	1	5	20%
UM3C	1	1	100%	0	1	0%	1	2	50%
LI1PEL	0	2	0%	0	2	0%	0	4	0%
LI1DPEL	0	3	0%	0	2	0%	0	5	0%
LI2PEL	1	2	50%	2	2	100%	3	4	75%
LI2DPEL	0	2	0%	0	2	0%	0	4	0%
LCRDL	0	2	0%	0	1	0%	0	3	0%
LCCAD	1	2	50%	2	2	100%	3	4	75%
LP1R	0	0	/	1	2	50%	1	2	50%
LP1O	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
LP1CLM	0	0	/	0	2	0%	0	2	0%
LP2O	0	1	0%	0	0	/	0	1	0%
LP2CLM	0	0	/	0	2	0%	0	2	0%
LM1TR	0	1	0%	0	3	0%	0	4	0%
LM1P	0	1	0%	0	3	0%	0	4	0%
LM1H	0	1	0%	3	3	100%	3	4	75%
LM1M	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%
LM1FA	0	0	/	0	0	/	0	0	/
LM1EE	2	2	100%	2	2	100%	4	4	100%
LM1GP	1	1	100%	2	2	100%	3	3	100%
LM2P	0	1	0%	2	3	67%	2	4	50%
LM2H	0	2	0%	0	5	0%	0	7	0%
LM2M	0	2	0%	0	5	0%	0	7	0%
LM2EE	2	2	100%	4	4	100%	6	6	100%
LM2GP	1	1	100%	5	5	100%	6	6	100%
LM3TR	0	1	0%	0	0	/	0	1	0%
LM3P	3	3	100%	0	5	0%	3	8	38%
LM3H	2	3	67%	1	2	50%	3	5	60%
LM3M	0	3	0%	0	5	0%	0	8	0%
LM3EE	1	1	100%	0	3	0%	1	4	25%
LM3GP	3	3	100%	4	5	80%	7	8	88%

- **Corpus daté du second Mésolithique**

Quatre caractères (7 %) sont absents du corpus du second Mésolithique. Quatorze variations anatomiques ne sont observées qu'une seule fois (23 %), et 15 avec une fréquence supérieure ou égale à 75 % (15 %), dont une présente systématiquement : l'hypocône de la première molaire maxillaire (UM1H) (Table 98).

Table 98 : Fréquences des variations anatomiques dentaires dans le corpus du second Mésolithique. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne anthracite : variation anatomique dont la fréquence est égale à 1 dans l'échantillon tous sexes confondus. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.

	Femmes			Hommes			TOTAL ECHANTILLON (F, M)			F vs M
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total observé	(%)	
UI1TD	2	5	40%	1	3	33%	3	8	38%	1,00
UI1SCR	1	6	17%	0	4	0%	1	10	10%	1,00
UI1PEL	5	5	100%	0	0	/	5	5	100%	/
UI1DPEL	1	5	20%	0	3	0%	1	8	13%	1,00
UI2TD	4	8	50%	1	5	20%	5	13	38%	0,57
UI2SCR	4	9	44%	1	5	20%	5	14	36%	0,58
UI2PEL	5	5	100%	1	2	50%	6	7	86%	0,29
UI2DPEL	1	5	20%	0	4	0%	1	9	11%	1,00
UCTD	0	9	0%	1	9	11%	1	18	6%	1,00
UCPEL	4	6	67%	2	5	40%	6	11	55%	0,57
UCDPEL	0	7	0%	0	6	0%	0	13	0%	/
UCCM	0	2	0%	0	1	0%	0	3	0%	/
UCCAD	1	5	20%	1	2	50%	2	7	29%	1,00
UP1TM	0	1	0%	0	2	0%	0	3	0%	/
UP1R	3	5	60%	0	2	0%	3	7	43%	0,43
UP2TM	0	2	0%	0	2	0%	0	4	0%	/
UP2R	0	4	0%	1	3	33%	1	7	14%	0,43
UM1TMA	0	1	0%	0	0	/	0	1	0%	/
UM1H	10	10	100%	9	9	100%	19	19	100%	1,00
UM1EE	5	11	45%	3	9	33%	8	20	40%	0,67
UM1C	0	5	0%	0	3	0%	0	8	0%	/
UM2TMA	0	2	0%	0	2	0%	0	4	0%	/
UM2P	0	8	0%	1	5	20%	1	13	8%	/
UM2H	9	9	100%	9	9	100%	18	18	100%	1,00
UM2EE	3	13	23%	4	10	40%	7	23	30%	0,65
UM2C	0	7	0%	0	6	0%	0	13	0%	/
UM3TMA	0	6	0%	1	6	17%	1	12	8%	1,00
UM3P	0	10	0%	0	9	0%	0	19	0%	/
UM3H	6	6	100%	6	9	67%	12	15	80%	0,23
UM3M	1	6	17%	0	5	0%	1	11	9%	/
UM3EE	3	11	27%	2	9	22%	5	20	25%	1,00
UM3C	2	7	29%	1	6	17%	3	13	23%	1,00
LI1PEL	5	11	45%	2	6	33%	7	17	41%	/
LI1DPEL	1	11	9%	0	6	0%	1	17	6%	/
LI2PEL	7	12	58%	3	8	38%	10	20	50%	0,65
LI2DPEL	1	11	9%	0	8	0%	1	19	5%	/
LCRD	1	10	10%	0	8	0%	1	18	6%	/
LCCAD	1	3	33%	2	4	50%	3	7	43%	1,00
LP1R	0	12	0%	0	8	0%	0	20	0%	/
LP1O	0	5	0%	0	3	0%	0	8	0%	/
LP1CLM	3	5	60%	2	4	50%	5	9	56%	1,00
LP2O	0	3	0%	0	1	0%	0	4	0%	/
LP2CLM	0	4	0%	0	1	0%	0	5	0%	/
LM1TR	0	9	0%	1	6	17%	1	15	7%	/
LM1P	3	5	60%	0	2	0%	3	7	43%	/
LM1H	3	5	60%	2	2	100%	5	7	71%	1,00
LM1M	0	6	0%	0	2	0%	0	8	0%	/
LM1FA	0	0	/	1	1	100%	1	1	100%	/
LM1EE	10	11	91%	4	6	67%	14	17	82%	0,52
LM1GP	0	1	0%	1	1	100%	1	2	50%	1,00
LM2P	5	7	71%	1	3	33%	6	10	60%	0,50
LM2H	0	8	0%	1	4	25%	1	12	8%	/
LM2M	0	7	0%	0	4	0%	0	11	0%	/
LM2EE	10	13	77%	6	7	86%	16	20	80%	1,00
LM2GP	3	6	50%	2	4	50%	5	10	50%	1,00
LM3TR	0	5	0%	1	3	33%	1	8	13%	/
LM3P	6	9	67%	2	6	33%	8	15	53%	0,32
LM3H	2	3	67%	1	3	33%	3	6	50%	1,00
LM3M	1	10	10%	0	5	0%	1	15	7%	/
LM3EE	4	9	44%	4	8	50%	8	17	47%	1,00
LM3GP	5	10	50%	4	6	67%	9	16	56%	0,63

- **Comparaison deux à deux des fréquences de caractères au sein des groupes chronoculturels**

Les fréquences obtenues pour chacun des caractères ont ensuite été comparées entre les groupes chronoculturels, tous sexes confondus. Les variations anatomiques pour lesquelles la fréquence était nulle dans la totalité de l'échantillon et celle pour laquelle un lien avec le sexe a été mis en évidence ont été exclues de ces analyses.

Au regard du nombre de tests effectués, peu de caractères présentent des fréquences d'apparition significativement différentes en fonction de l'attribution à un groupe chronoculturel (Table 99). Néanmoins, des tendances se dégagent. Au niveau des incisives et canines maxillaires et mandibulaires, la présence de pelle augmente au cours du temps (UI1-, UI2-, UC-, LI1-, LI2PEL). La présence de double pelle sur les incisives supérieures (UI1DPEL et UI2DPEL) augmente également avec le temps et cette augmentation de fréquence est significative entre le premier et le second Mésolithique ($p = 0,02$). Le groupe Paléolithique final présente une fréquence nulle de crête accessoire distale sur la canine maxillaire (UCCAD) alors que ce caractère est présent à 90 % dans le groupe du premier Mésolithique et à 50 % au sein du second Mésolithique. La fréquence d'apparition de la crête mésiale de la canine maxillaire (UCCM) diminue entre le premier et le second Mésolithique ($p = 0,03$). Les deux groupes mésolithiques présentent des fréquences d'apparition différentes de double pelle de l'incisive centrale maxillaire (UI1DPEL). La fréquence d'apparition de la cuspidé linguale multiple sur les deux prémolaires mandibulaires (LP1- et LP2CLM) augmente au cours du temps. Pour les premières et secondes molaires maxillaires, le tubercule mésial accessoire (LM1- et LM2TMA) n'est présent qu'au sein du groupe d'individus datés du premier Mésolithique.

Le groupe du Paléolithique final présente une fréquence significativement plus élevée ($p = 0,04$) de présence du tubercule de Carabelli sur la troisième molaire maxillaire (UM3C) que le groupe du second Mésolithique.

Si l'on compare les fréquences des cuspidés sur les molaires maxillaires (Hypocône UMxH, cuspidé 4 ; Métaconule UMxM ; Carabelli UMxC) et sur les molaires mandibulaires (Hypoconulide LMxH, cuspidé 5 ; Métaconulide LMxM, cuspidé 7), différents phénomènes sont observés (Figure 106) :

- au niveau maxillaire, une diminution des fréquences des cuspidés et du tubercule de Carabelli est observée au cours du temps, avec des fréquences élevées de présence d'hypocône en regard de fréquences nulles ou très faibles pour le métaconule. Ce dernier caractère est néanmoins observé le plus souvent dans le corpus daté du second Mésolithique dans notre échantillon. Les fréquences de présence de tubercules de Carabelli sont nettement supérieures au Paléolithique final que durant les deux périodes chronoculturelles mésolithiques ($p = 0,04$).

- au niveau mandibulaire, cette tendance à la diminution des fréquences des cuspides est également observable avec des fréquences élevées de présence d'hypoconulide (réduction très marquée pour la LM2) au Paléolithique final et des fréquences faibles voire nulles de métaconulide au cours des trois chronocultures. Ce dernier caractère est cependant plus fréquemment observé au cours de la période chronoculturelle la plus tardive de notre échantillon, le second Mésolithique.

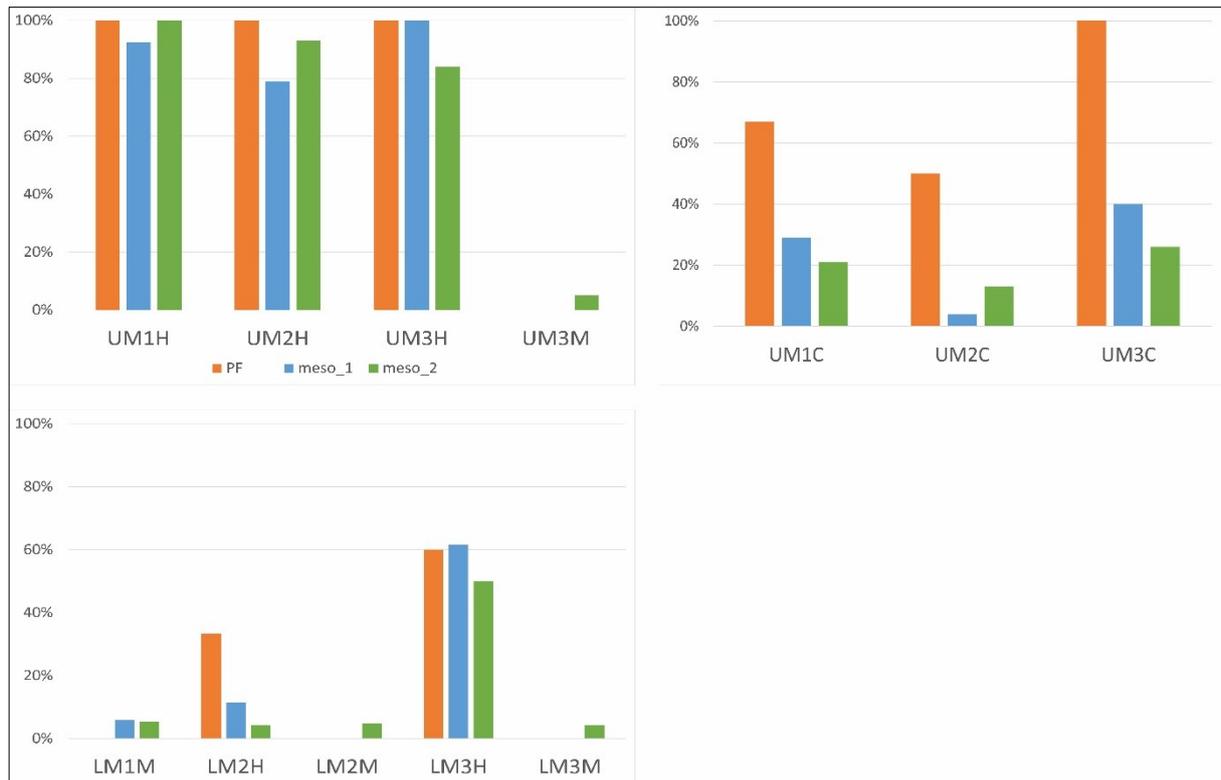


Figure 106 : Fréquences de présence des cuspides et tubercules des molaires en fonction de la chronoculture : en haut à gauche, présence de l'hypocône (UMxH) et du métaconule (UM3M) ; en haut à droite, présence du tubercule de Carabelli (UMxC) ; en bas à gauche, présence du métaconulide (LMxM) et de l'hypoconulide (LMxH). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Table 99 : Comparaison des fréquences de variations anatomiques non métriques dentaires entre deux groupes parmi les trois groupes chronoculturels : comparaison des échantillons totaux. Probabilités exactes de Fisher (bilatéral). Lignes orangées : valeurs de p significatives ($\leq 0,05$). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.

	PF			meso_1			meso_2			PF vs meso_1	PF vs meso_2	meso_1 vs meso_2
	Présence	Total observé	(%)	Présence	Total observé	(%)	Présence	Total observé	(%)			
UI1TD	1	2	50%	3	22	14%	4	21	19%	0,31	0,40	0,70
UI1SCR	0	2	0%	3	21	14%	2	23	9%	1,00	1,00	0,66
UI1PEL	0	0	/	14	19	74%	15	17	88%	/	/	0,41
UI1DPEL	0	0	/	1	19	5%	8	19	42%	/	/	0,02
UI2TD	1	4	25%	3	20	15%	5	24	21%	0,54	1,00	0,71
UI2SCR	2	4	50%	4	17	24%	8	25	32%	0,54	0,59	0,73
UI2PEL	1	2	50%	10	12	83%	17	18	94%	0,40	0,20	0,55
UI2DPEL	0	2	0%	1	16	6%	4	20	20%	1,00	1,00	0,36
UCTD	1	4	25%	6	21	29%	3	28	11%	1,00	0,43	0,15
UCPEL	1	3	33%	6	15	40%	10	21	48%	1,00	1,00	0,74
UCDPEL	0	2	0%	5	16	31%	2	24	8%	1,00	1,00	0,09
UCCM	1	2	50%	3	3	100%	1	7	14%	0,40	0,42	0,03
UCCAD	0	2	0%	9	10	90%	7	14	50%	0,05	0,48	0,08
UP1TM	1	2	50%	2	12	17%	2	8	25%	0,40	1,00	1,00
UP1R	0	1	0%	5	16	31%	4	9	44%	1,00	1,00	0,67
UP2TM	1	2	50%	1	8	13%	2	9	22%	0,38	0,49	1,00
UP2R	0	2	0%	2	16	13%	2	8	25%	1,00	1,00	0,58
UM1TMA	0	2	0%	4	10	40%	0	4	0%	0,52	1,00	0,25
UM1H	4	4	100%	36	39	92%	31	31	100%	1,00	1,00	0,25
UM1EE	3	6	50%	5	28	18%	13	32	41%	0,13	0,68	0,09
UM1C	2	3	67%	6	21	29%	4	19	21%	0,25	0,17	0,72
UM2TMA	0	2	0%	1	14	7%	0	10	0%	1,00	1,00	1,00
UM2P	0	3	0%	0	21	0%	1	25	4%	1,00	1,00	1,00
UM2H	3	3	100%	22	28	79%	26	28	93%	1,00	1,00	0,25
UM2EE	3	5	60%	4	17	24%	9	33	27%	0,27	0,30	1,00
UM2C	1	2	50%	1	24	4%	3	24	13%	0,15	0,29	0,61
UM3TMA	0	3	0%	1	17	6%	2	21	10%	1,00	1,00	1,00
UM3P	0	3	0%	1	20	5%	1	31	3%	1,00	1,00	1,00
UM3H	2	2	100%	14	14	100%	21	25	84%	1,00	1,00	0,28
UM3M	0	3	0%	0	15	0%	1	20	5%	1,00	1,00	1,00
UM3EE	1	4	25%	4	20	20%	7	28	25%	1,00	1,00	0,74
UM3C	3	3	100%	2	5	40%	5	19	26%	0,20	0,04	0,61
LI1PEL	1	3	33%	1	11	9%	11	27	41%	0,40	1,00	0,12
LI1DPEL	0	3	0%	0	17	0%	1	27	4%	1,00	1,00	1,00
LI2PEL	1	3	33%	8	18	44%	20	33	61%	1,00	0,56	0,38
LI2DPEL	0	3	0%	0	19	0%	2	32	6%	1,00	1,00	0,52
LCDL	1	2	50%	2	28	7%	1	26	4%	0,19	0,14	1,00
LCCAD	1	3	33%	12	19	63%	9	17	53%	0,54	1,00	0,74
LP1R	0	1	0%	1	11	9%	1	28	4%	1,00	1,00	0,49
LP1O	1	2	50%	0	7	0%	0	14	0%	0,22	0,13	1,00
LP1CLM	0	2	0%	0	4	0%	7	20	35%	1,00	1,00	0,28
LP2O	1	2	50%	0	6	0%	0	12	0%	0,25	0,14	1,00
LP2CLM	0	2	0%	1	7	14%	2	12	17%	1,00	1,00	1,00
LM1TR	0	2	0%	0	27	0%	1	24	4%	1,00	1,00	0,47
LM1P	2	4	50%	7	16	44%	11	18	61%	1,00	1,00	0,49
LM1H	4	4	100%	14	19	74%	15	19	79%	0,54	1,00	1,00
LM1M	0	4	0%	1	17	6%	1	19	5%	1,00	1,00	1,00
LM1FA	1	1	100%	2	6	33%	1	3	33%	0,43	1,00	1,00
LM1EE	3	4	75%	12	13	92%	23	27	85%	0,43	0,53	1,00
LM1GP	1	3	33%	11	12	92%	7	9	78%	0,08	0,24	0,55
LM2P	2	2	100%	12	15	80%	14	20	70%	1,00	1,00	0,70
LM2H	1	3	33%	3	26	12%	1	24	4%	0,37	0,21	0,61
LM2M	0	4	0%	0	28	0%	1	21	5%	1,00	1,00	0,43
LM2EE	5	5	100%	15	16	94%	24	28	86%	1,00	1,00	0,64
LM2GP	2	4	50%	21	25	84%	14	21	67%	0,18	0,60	0,30
LM3TR	0	1	0%	1	10	10%	1	12	8%	1,00	1,00	1,00
LM3H	3	5	60%	8	13	62%	5	10	50%	1,00	1,00	0,69
LM3M	0	4	0%	0	20	0%	1	24	4%	1,00	1,00	1,00
LM3EE	2	3	67%	3	9	33%	12	25	48%	0,52	1,00	0,70
LM3GP	3	5	60%	9	17	53%	15	24	63%	1,00	1,00	0,75

ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD)

Les MMD ont été calculées entre les trois groupes chronoculturels, pour l'ensemble des individus sans distinction de sexe (F, M et I) à partir de 45 caractères dentaires (voir Annexe 6-C). Les résultats indiquent des valeurs significatives entre les deux groupes chronoculturels du Mésolithique (Table 100), impliquant que les groupes d'individus datés du premier et du second Mésolithique sont plus distants biologiquement que ceux datés du Paléolithique final et du premier Mésolithique.

Table 100 : MMD calculées entre les trois groupes chronoculturels (tous sexes confondus) sur la base de 45 variations anatomiques dentaires. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures en italiques). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

	PF	meso_1	meso_2
PF		0,01	-0,07
meso_1	<i>0,08</i>		0,07
meso_2	<i>0,08</i>	<i>0,03</i>	

C. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur position par rapport à la côte

i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées

Sur 60 caractères analysés, cinq révèlent des différences significatives de fréquences d'apparition en fonction de la position par rapport à la côte dans notre échantillon, soit près de 8 % des caractères (Table 101) : la multiplicité du nombre de racines de la première prémolaire maxillaire (UP1R), l'extension de l'émail inter-radicaire de la première molaire maxillaire (UM1EE) et de la deuxième molaire maxillaire (LM2EE) sont significativement plus présentes chez les individus côtiers, alors que le tubercule de Carabelli sur la première molaire maxillaire (UM1C) et l'hypoconulide de la deuxième molaire mandibulaire (LM2H) sont significativement plus présents chez les individus continentaux. Les individus côtiers présentent des incisives maxillaires en pelle (UI1- et UI2PEL) de façon quasi systématique, alors que les individus continentaux présentent des fréquences d'apparition de ce caractère nettement plus faibles.

ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD)

Les MMD ont été calculées entre les groupes d'individus côtiers et continentaux à partir de 50 caractères dentaires (voir Annexe 6-C). Une valeur de MMD significative est obtenue, indiquant une distance biologique significative entre les individus côtiers et continentaux (Table 102).

Table 101 : Fréquences d'apparition de 60 variations anatomiques dentaires et comparaison de ces fréquences entre les groupes continentaux et côtiers. Ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante de la position par rapport à la côte ($p \leq 0,05$; test exact de Fisher). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.

	Continentaux			Côtiers			Continentaux vs Côtiers
	Présence	Total observé	(%)	Présence	Total observé	(%)	
UI1TD	5	18	28%	3	27	11%	0,24
UI1SCR	1	17	6%	4	29	14%	0,64
UI1PEL	9	14	64%	20	22	91%	0,08
UI1DPEL	1	15	7%	8	23	35%	0,06
UI2TD	5	16	31%	4	32	13%	0,14
UI2SCR	7	14	50%	7	32	22%	0,08
UI2PEL	8	11	73%	20	21	95%	0,11
UI2DPEL	1	13	8%	4	25	16%	0,64
UCTD	6	19	32%	4	34	12%	0,14
UCPEL	5	13	38%	12	26	46%	0,74
UCDPEL	2	15	13%	5	27	19%	1,00
UCCM	2	6	33%	3	6	50%	1,00
UCCAD	5	11	45%	11	15	73%	0,23
UP1TM	2	10	20%	3	12	25%	1,00
UP1R	2	14	14%	7	12	58%	0,04
UP2TM	1	7	14%	3	12	25%	1,00
UP2R	2	17	12%	2	9	22%	0,59
UM1TMA	4	12	33%	0	4	0%	0,52
UM1H	30	32	94%	41	42	98%	0,58
UM1EE	7	37	19%	14	29	48%	0,02
UM1C	9	16	56%	3	27	11%	< 0,01
UM2TMA	1	11	9%	0	15	0%	0,42
UM2P	1	16	6%	0	33	0%	0,33
UM2H	16	21	76%	35	38	92%	0,12
UM2EE	7	28	25%	9	27	33%	0,56
UM2C	2	18	11%	3	32	9%	1,00
UM3TMA	1	16	6%	2	25	8%	1,00
UM3P	1	23	4%	1	31	3%	1,00
UM3H	13	15	87%	24	26	92%	0,62
UM3M	0	14	0%	1	24	4%	1,00
UM3EE	5	27	19%	7	25	28%	0,52
UM3C	4	11	36%	6	16	38%	1,00
LI1PEL	6	15	40%	7	26	27%	0,49
LI1DPEL	0	17	0%	1	30	3%	1,00
LI2PEL	8	20	40%	21	34	62%	0,16
LI2DPEL	1	20	5%	1	34	3%	1,00
LCRDL	3	27	11%	1	29	3%	0,34
LCCAD	7	15	47%	15	24	63%	0,51
LP1R	1	14	7%	1	26	4%	1,00
LP1O	1	4	25%	0	19	0%	0,17
LP1CLM	1	5	20%	6	21	29%	1,00
LP2O	1	5	20%	0	15	0%	0,25
LP2CLM	1	7	14%	2	14	14%	1,00
LM1TR	0	20	0%	1	33	3%	1,00
LM1P	4	12	33%	16	26	62%	0,16
LM1H	10	13	77%	23	29	79%	1,00
LM1M	1	13	8%	1	27	4%	1,00
LM1FA	3	6	50%	1	4	25%	0,57
LM1EE	10	14	71%	28	30	93%	0,07
LM1GP	8	10	80%	11	14	79%	1,00
LM2P	9	12	75%	19	25	76%	1,00
LM2H	4	19	21%	1	34	3%	0,05
LM2M	0	20	0%	1	33	3%	1,00
LM2EE	16	21	76%	28	28	100%	0,01
LM2GP	13	21	62%	24	29	83%	0,12
LM3TR	0	9	0%	2	14	14%	0,50
LM3H	8	13	62%	8	15	53%	0,72
LM3M	1	15	7%	0	33	0%	0,31
LM3EE	9	19	47%	8	18	44%	1,00
LM3GP	9	17	53%	18	29	62%	0,76

Table 102 : MMD calculées entre les groupes « continentaux » et « côtiers » sur la base de 50 variations anatomiques dentaires. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures).

	Côtiers	Continentaux
Côtiers		0,06
Continentaux	0,02	

D. *Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur attribution chronoculturelle et de leur position par rapport à la côte*

i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées

Sur 60 caractères dentaires analysés, les différences de fréquences d'apparition entre sous-échantillons sont très peu nombreuses (voir Annexe 6-D pour les fréquences par sous-groupes, Table 103 pour la comparaison des fréquences d'apparition). Le groupe d'individus continentaux du premier Mésolithique présente des fréquences d'apparitions plus élevées de variations de tubercule dentaire de la canine maxillaire (UCTD) et de tubercule de Carabelli sur la première molaire maxillaire (UM1C) par rapport aux autres groupes. Le groupe d'individus côtiers du second Mésolithique présente des fréquences plus élevées de présence de double pelle sur l'incisive centrale maxillaire (UI1DPEL) et d'extension de l'émail inter-radiculaire sur la première molaire maxillaire (UM1EE).

Globalement, il n'y a pas ou peu de différences de fréquence d'apparition significative pour le Paléolithique final, qu'il s'agisse de la comparaison des groupes côtier et continental au sein de cette période chronoculturelle comme de la comparaison des groupes du Paléolithique final avec ceux datés du premier ou du second Mésolithique (deux exceptions : *groove pattern* sur la troisième molaire mandibulaire (LM3GP) avec le premier Mésolithique continental et racine double sur la canine mandibulaire (LRCDL) avec le second Mésolithique côtier). D'autre part, une légère augmentation des différences entre groupes côtiers et continentaux est observée au cours du temps : au sein du premier Mésolithique, trois caractères présentent des fréquences d'apparition statistiquement différentes entre groupes d'individus côtiers et continentaux (tubercule dentaire sur la canine maxillaire UCTD, $p = 0,05$; tubercule de Carabelli sur la première molaire maxillaire UM1C, $p < 0,01$; *groove pattern* sur la troisième molaire mandibulaire LM3GP, $p = 0,02$) contre quatre caractères au sein du second Mésolithique (double pelle sur l'incisive centrale maxillaire UI1DPEL, $p = 0,05$; extension de l'émail inter-radiculaire sur la première molaire maxillaire UM1EE, $p = 0,03$; protostylide sur la première molaire mandibulaire LM1P, $p = 0,04$; extension de l'émail inter-radiculaire sur la deuxième molaire mandibulaire LM2EE, $p < 0,01$). Enfin, les différences de fréquences significatives entre les sous-groupes des premier et second Mésolithique concernent les mêmes caractères que ceux impliqués dans les différences significatives de fréquences obtenues au sein de chaque chronoculture entre côtiers et continentaux : UI1DPEL entre groupe continental du premier Mésolithique et côtier du second Mésolithique côtier ($p = 0,03$) et entre les deux groupes côtiers des premier et second Mésolithiques ($p = 0,01$) ; UCTD entre groupes continentaux du premier et du second Mésolithique ($p = 0,03$) et entre groupe continental du premier Mésolithique et groupe côtier du second Mésolithique ($p = 0,03$).

Table 103 : Comparaisons des fréquences d'apparition de 60 variations anatomiques dentaires dans les sous-groupes « chronoculture-position par rapport à la côte ». Ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante de la chronoculture et de la position par rapport à la côte ($p \leq 0,05$; test exact de Fisher). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique; cont : continental ; côt : côtier. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.

Code	PF-cont / PF-côt	meso_1-cont / meso_1-côt	meso_2-cont / meso_2-côt	PF-cont / meso_1-cont	PF-cont / meso_1-côt	PF-côt / meso_1-cont	PF-côt / meso_1-côt	PF-cont / meso_2-cont	PF-côt / meso_2-cont	PF-cont / meso_2-côt	PF-côt / meso_2-côt	meso_1-cont / meso_2-cont	meso_1-cont / meso_2-côt	meso_1-côt / meso_2-cont	meso_1-côt / meso_2-côt
UI1TD	/	1,00	0,15	0,40	0,32	/	/	1,00	0,30	/	/	0,25	1,00	0,18	1,00
UI1SCR	/	0,59	1,00	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00	1,00	0,59
UI1PEL	/	0,34	0,33	/	/	/	/	/	/	/	/	1,00	0,13	0,49	1,00
UI1DPEL	/	1,00	0,05	/	/	/	/	/	/	/	/	1,00	0,03	1,00	0,01
UI2TD	1,00	0,27	0,57	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,49	1,00	0,13	1,00	0,60	0,22	0,62
UI2SCR	1,00	0,10	1,00	1,00	0,09	1,00	1,00	1,00	0,27	1,00	1,00	1,00	0,63	0,21	0,37
UI2PEL	1,00	0,15	0,28	1,00	1,00	1,00	0,13	1,00	1,00	0,33	0,07	1,00	0,07	0,42	1,00
UI2DPEL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,52	1,00	0,60
UCTD	1,00	0,05	0,55	1,00	0,37	1,00	1,00	0,30	0,44	1,00	1,00	0,03	0,03	1,00	1,00
UCPEL	1,00	0,33	0,15	1,00	1,00	1,00	1,00	0,46	1,00	1,00	0,44	0,24	1,00	1,00	0,23
UCDPEL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,46	0,55	0,21	0,30
UCCM	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,25	0,40	0,10	0,40	0,25	0,40
UCCAD	1,00	1,00	0,27	0,33	0,17	0,33	0,17	1,00	0,40	1,00	0,40	0,21	1,00	0,05	0,26
UP1TM	1,00	1,00	0,46	0,29	0,29	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	0,55	1,00	0,55
UP1R	/	0,06	1,00	1,00	0,40	/	/	1,00	1,00	/	/	1,00	0,16	0,40	0,58
UP2TM	/	1,00	0,44	0,33	0,29	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,55
UP2R	/	1,00	1,00	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00	/	/	1,00	0,56	1,00	0,50
UM1TMA	/	0,47	1,00	0,47	1,00	/	/	1,00	1,00	/	/	0,47	0,47	1,00	1,00
UM1H	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,22	1,00	1,00
UM1EE	1,00	1,00	0,03	0,57	0,46	0,23	0,25	0,15	1,00	0,13	1,00	0,56	0,04	1,00	0,23
UM1C	0,33	< 0,01	1,00	0,52	0,01	0,46	1,00	0,40	0,07	1,00	1,00	0,56	0,09	0,27	0,24
UM2TMA	1,00	0,36	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UM2P	1,00	1,00	0,28	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00
UM2H	1,00	0,06	0,58	1,00	1,00	0,51	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,06	0,07	1,00	1,00
UM2EE	1,00	1,00	0,38	0,56	0,47	0,31	0,33	0,20	0,60	0,20	0,36	0,62	0,73	1,00	1,00
UM2C	1,00	0,42	0,53	0,18	0,07	1,00	1,00	0,13	0,22	1,00	1,00	1,00	1,00	0,23	0,23
UM3TMA	1,00	0,41	0,51	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,47	1,00	1,00	0,49
UM3P	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UM3H	1,00	1,00	0,55	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,46	1,00	0,46	1,00
UM3M	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
UM3EE	/	0,59	1,00	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00	/	/	1,00	0,67	1,00	1,00
UM3C	1,00	0,40	0,60	1,00	0,33	1,00	0,33	0,25	0,39	0,08	0,17	0,18	0,53	1,00	1,00
LI1PEL	1,00	0,36	1,00	1,00	0,22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,09	0,13
LI1DPEL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
LI2PEL	1,00	0,15	1,00	0,49	1,00	1,00	0,40	1,00	1,00	1,00	0,40	0,34	0,06	1,00	1,00
LI2DPEL	1,00	1,00	0,49	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,47	1,00	1,00
LCRDL	1,00	0,50	0,23	0,10	0,22	1,00	1,00	0,29	0,05	1,00	0,42	1,00	1,00	0,29	0,29
LCCAD	1,00	0,17	0,62	1,00	0,46	1,00	0,09	1,00	1,00	1,00	0,46	1,00	0,67	0,25	0,38
LP1R	/	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00	1,00	0,44	1,00	1,00
LP1O	1,00	/	1,00	/	0,13	/	/	0,25	0,08	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00
LP1CLM	1,00	/	1,00	/	1,00	/	/	1,00	1,00	1,00	1,00	/	/	1,00	0,27
LP2O	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17	1,00	1,00	0,25	0,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
LP2CLM	1,00	0,29	0,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	0,49
LM1TR	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
LM1P	1,00	1,00	0,04	1,00	1,00	0,46	1,00	0,25	0,25	1,00	0,46	0,35	0,50	0,12	0,12
LM1M	1,00	0,41	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,53	1,00	1,00
LM1H	1,00	1,00	0,53	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,62	1,00	1,00
LM1FA	/	1,00	/	1,00	1,00	/	/	1,00	/	/	/	/	1,00	/	1,00
LM1EE	1,00	0,39	0,21	1,00	0,27	1,00	1,00	0,34	1,00	1,00	1,00	1,00	0,49	0,17	1,00
LM1GP	1,00	1,00	/	0,38	0,33	0,22	0,20	/	0,49	/	0,30	/	1,00	/	1,00
LM2P	1,00	0,23	0,13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,53	0,58	0,64
LM2H	1,00	0,54	0,29	0,46	0,22	1,00	1,00	0,42	0,11	1,00	1,00	1,00	0,13	0,53	1,00
LM2M	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
LM2EE	1,00	1,00	< 0,01	1,00	1,00	1,00	1,00	0,21	1,00	1,00	1,00	0,13	0,31	0,08	1,00
LM2GP	1,00	0,11	0,09	1,00	0,21	0,33	0,08	0,49	1,00	0,28	0,28	0,25	1,00	0,01	0,13
LM3TR	/	1,00	1,00	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00	/	/	1,00	1,00	1,00	1,00
LM3H	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,57	1,00	1,00	1,00
LM3M	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,46	1,00	0,32	1,00
LM3EE	/	1,00	1,00	0,52	1,00	/	/	1,00	1,00	/	/	0,63	0,66	1,00	1,00
LM3GP	0,10	0,02	0,67	0,03	1,00	1,00	0,09	1,00	0,52	0,17	0,21	0,10	0,08	1,00	0,41
% significatif	0%	5%	7%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	2%	5%	3%	2%

ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD)

Les MMD ont été calculées entre les sous-groupes côtiers et continentaux de chacune des périodes chronoculturelles mésolithiques, les groupes du Paléolithique final n'ont pas été considérés en raison de leurs faibles effectifs. L'analyse a été menée sur 31 caractères (voir Annexe 6-D). Au premier Mésolithique comme au second Mésolithique, les groupes continentaux sont significativement différents des groupes côtiers. Le groupe continental du premier Mésolithique se différencie également significativement du groupe continental du second Mésolithique (Table 104).

Table 104 : MMD calculées entre les sous-groupes d'individus mésolithiques en fonction de leur position par rapport à la côte sur la base de 31 variations anatomiques. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures). meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique; cont : continental ; côt : côtier.

	meso_1_cont	meso_1_côt	meso_2_cont	meso_2_côt
meso_1_cont		0,12	0,14	0,08
meso_1_côt	0,06		0,10	0,04
meso_2_cont	0,07	0,06		0,13
meso_2_côt	0,05	0,04	0,05	

Le groupe constitué d'individus continentaux du second Mésolithique s'individualise le plus par rapport aux autres groupes, alors que les groupes côtiers mésolithiques sont ceux qui partagent la plus grande proximité biologique sur la base des 31 caractères dentaires analysés (Figure 107)

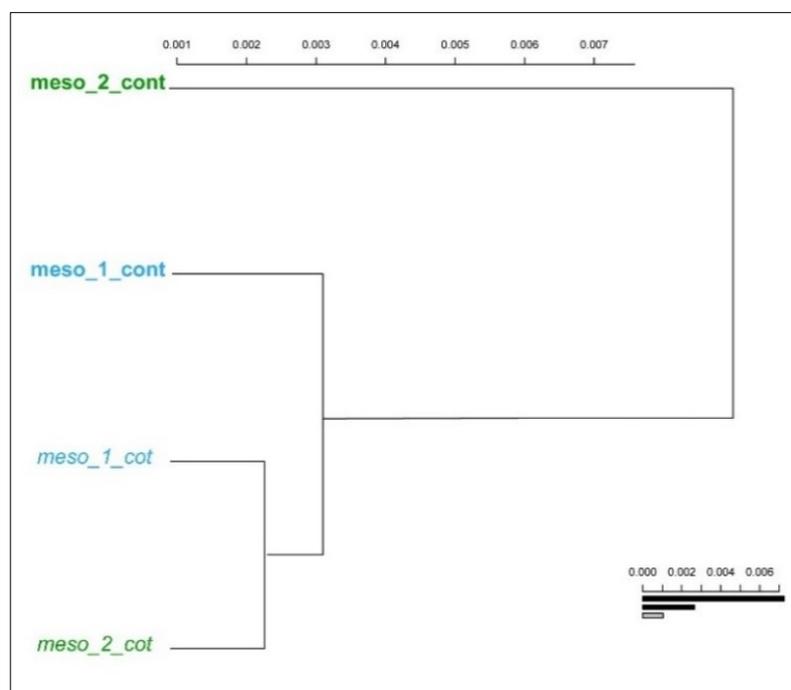


Figure 107 : Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward à partir des valeurs de MMD issues de la comparaison des groupes du premier et du second Mésolithique en fonction de leur position par rapport à la côte. meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique; cont : continental ; côt : côtier.

E. Bilan et discussion de l'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires

La Table 105 dresse le bilan des résultats de l'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires.

Table 105 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires. F : femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.

	F + M + I	Position par rapport à la côte
Position par rapport à la côte	Continentaux ≠ Côtiers	
Chronoculture	meso_1 ≠ meso_2	<p style="text-align: center; color: blue;">meso_1-Continentaux ≠ meso_1-Côtiers</p> <p style="text-align: center; color: green;">meso_1-Continentaux ≠ meso_2-Continentaux</p> <p style="text-align: center; color: green;">meso_2-Continentaux ≠ meso_2-Côtiers</p> <p style="text-align: center; color: blue;">meso_1-Côtiers ≈ meso_2-Côtiers</p>

L'expression des variations anatomiques non métriques dentaires est soumise à de multiples facteurs placés sous contrôles génétiques, environnementaux ou développementaux variables (Scott et Turner 1997). Les variations anatomiques non métriques dentaires ont été utilisées dans la littérature paléanthropologique afin de retracer les relations biologiques entre groupes humains ainsi que les liens familiaux dans l'espace sépulcral (Turner 1987, Hanihara 1992, Desideri 2003, Irish 2005, Coppa *et al.* 2007, Desideri 2007, Thomas 2011, Le Luyer 2016, Irish *et al.* 2017), et sont donc considérées comme des marqueurs des relations biologiques à l'échelle microévolutive (Hubbard *et al.* 2015).

L'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires a permis de mettre en évidence une simplification morphologique des troisièmes molaires maxillaires et mandibulaires plus prononcée chez les hommes que chez les femmes de notre corpus, avec des fréquences de présence d'hypocône et de métaconule (UM3H et UM3M) ainsi que de prostostylide (LM3P), d'hypoconulide (LM3H) et de métaconulide (LM3M) plus faibles dans l'échantillon masculin. Ce schéma général de simplification morphologique de la troisième molaire plus importante chez les hommes est globalement déterminé par les variations observées au sein du corpus attribué au second Mésolithique, ce qui peut s'expliquer par la taille de l'échantillon disponible pour cette chronoculture par rapport aux deux précédentes. L'hypocône et l'hypoconulide constituent des cuspidés principales qui peuvent être fréquemment absentes, principalement sur les deuxièmes et troisièmes molaires, car elles se développent plus tardivement que les autres (Scott et Turner 1997).

La tendance à une simplification morphologique des molaires au cours du temps est

également observée dans notre corpus, sur le maxillaire comme sur la mandibule, excepté pour le métaconule et le métaconulide présents presque exclusivement au second Mésolithique. La diminution de la fréquence d'apparition du tubercule de Carabelli au cours du temps est bien marquée sur les premières et troisièmes molaires maxillaires dans notre corpus. Un modèle en cascade de développement (*patterning cascade model*, Jernvall 2000) permet de prédire la forme, la taille et le nombre des cuspides (Jernvall 2000, Jernvall et Jung 2000, Salazar-Ciudad et Jernvall 2002, Hunter *et al.* 2010, Skinner et Gunz 2010, Guatelli-Steinberg *et al.* 2013). Selon ce modèle, si les cuspides formées plus précocement sont étroitement espacées sur le germe dentaire et si le germe est suffisamment large, la dent aurait tendance à développer un plus grand nombre de cuspides ainsi qu'une taille plus importante de ses cuspides les plus tardives (ou accessoires, Jernvall 2000). Les nœuds d'émail constituent les structures fondamentales qui régulent la morphogénèse et la croissance des cuspides et sont constitués de cellules épithéliales²⁰ au sein de l'émail (Jernvall et Jung 2000). Selon le modèle de cascade développementale, les cuspides se forment successivement à partir des nœuds d'émail qui produisent des molécules activatrices et des molécules inhibitrices lors du développement dentaire, les premières favorisant la croissance des cellules épithéliales pour former les sommets des futures cuspides tout en stimulant la formation de nœuds d'émail secondaire, alors que les inhibitrices favorisent la croissance du mésenchyme²¹ et créent une zone d'inhibition autour des nœuds d'émail, empêchant la formation de nouveaux nœuds d'émail dans cette aire (Jernvall 2000, Jernvall et Jung 2000, Salazar-Ciudad et Jernvall 2002, Skinner et Gunz 2010). Par conséquent, le développement de nouvelles cuspides ne peut s'initier qu'à l'extérieur de la zone d'inhibition (Figure 108). L'expression du tubercule de Carabelli sur la face mésio-linguale des couronnes serait ainsi dépendante de l'espace laissé par les nœuds d'émail des cuspides se développant plus précocement (Jernvall et Jung 2000, Hunter *et al.* 2010, Guatelli-Steinberg *et al.* 2013, Paul *et al.* 2017). La distance entre les nœuds d'émail (donc les futures cuspides) ne serait pas sous contrôle génétique direct mais serait le résultat d'une « cascade d'évènements épigénétiques » ("*a cascade of epigenetic events*", Townsend *et al.* 2003 : 355). L'allongement de la durée de la morphogénèse de la couronne serait ainsi favorable à l'augmentation en taille des couronnes et par conséquent à la formation de nœuds d'émail tardifs menant au développement de cuspides surnuméraires telles que le tubercule de Carabelli (Hunter *et al.* 2010).

²⁰ L'épithélium est un « *tissu non vascularisé recouvrant la surface externe de l'organisme ou la surface interne d'une cavité ou d'un canal* » (Berthet 2006 : 318).

²¹ Le mésenchyme correspond à un « *tissu peu différencié des vertébrés (...) qui donne naissance aux tissus de soutien (tissu conjonctif, cartilage, os), aux muscles, aux vaisseaux, au tissu hématopoïétique et à une grande partie de viscères* » (Berthet 2006 : 544).

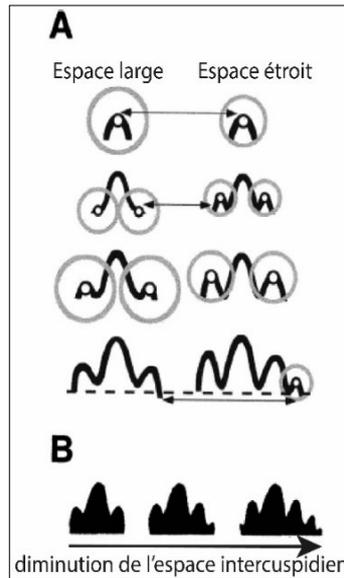


Figure 108 : Représentation du modèle de développement en cascade des cuspides. En gris, zones d'inhibition des nœuds d'émail ; cercles blancs : nœuds d'émail. A : faible différence dans l'espacement intercuspidien entraînant des effets cumulatifs sur le développement des cuspides plus tardives. B : de faibles changements dans l'espacement intercuspidien peut faire augmenter ou diminuer le nombre de cuspides et leur taille. Le développement en cascade affecte la morphologie potentielle des cuspides. Les dents les plus complexes sont soumises à des cascades indépendantes sur différentes parties de la couronne. Modifié d'après Jernvall et Jung 2000 : 182.

Un biais en faveur des individus masculins dans l'expression du tubercule de Carabelli est mis en évidence par certains auteurs (Kondo et Townsend 2006). Ce biais peut être mis en relation avec le caractère hypermorphique de la minéralisation dentaire des individus masculins au cours de la puberté (Coquerelle *et al.* 2011) menant à des dimensions coronaires plus importantes. Bien que le sexe reste indéterminé pour un grand nombre d'individus impliqués dans notre analyse (*cf.* Annexe 1-G) et qu'aucun lien avec le sexe n'ait été mis en évidence dans l'expression de ce caractère dans notre corpus, nous gardons à l'esprit que les contraintes d'échantillonnage, notamment un nombre plus important d'individus masculins dans notre échantillon attribué au Paléolithique final, pourraient induire un biais dans les variations de fréquences de caractères dentaires observées dans le présent travail. Néanmoins, la simplification morphologique observée dans notre corpus au cours du temps peut être mise en relation avec la diminution des dimensions coronaires observée au cours de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (Le Luyer 2016, Le Luyer et Bayle 2017). La tendance à la réduction de l'expression de l'hypocône et de l'hypoconulide ainsi qu'une diminution des fréquences de cuspides supplémentaires avaient déjà été observées au cours de ces périodes par Le Luyer (2016). Selon l'auteure, ces cuspides distales (métacône, hypocône, métaconule), qui se forment le plus tardivement au cours de la cascade de développement (*cf. supra*) sont soumises à des contraintes environnementales et fonctionnelles plus fortes par rapport aux cuspides mésiales plus stables dans les populations humaines actuelles (Macho et Moggi-Cecchi 1992, Le Luyer

2016). La tendance à la réduction dentaire au cours du Paléolithique final et du Mésolithique pour les groupes humains de l'Ouest de l'Europe mise en évidence dans notre corpus serait le résultat de l'association de facteurs environnementaux, fonctionnels et développementaux.

Dans l'analyse des mesures moyennes de divergence (MMD), les groupes du premier et du second Mésolithique présentent des associations de caractères dentaires qui les distinguent les uns des autres, tout comme le groupe d'individus côtiers par rapport au groupe d'individus continentaux. D'autre part, au sein du second Mésolithique, le sous-groupe continental se distingue biologiquement du sous-groupe côtier, et se différencie également du sous-groupe continental du premier Mésolithique. Les sous-groupes continentaux se distinguent également entre les deux chronocultures mésolithiques. Là encore, alors qu'une certaine proximité biologique entre groupes côtiers du premier et du second Mésolithique est mise en évidence, les individus continentaux du second Mésolithique semblent se différencier en termes de morphologie dentaire des individus continentaux de la chronoculture précédente, ainsi que des individus côtiers de la même chronoculture (*cf.* Figure 107). Dans son analyse caractérisant la morphologie dentaire externe et interne des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène dans le sud-ouest de la France, Le Luyer (2016) observe également que les groupes du second Mésolithique se distinguent des groupes du premier Mésolithique. L'hypothèse d'un événement populationnel semble ici probable pour rendre compte de la différenciation morphologique dentaire des individus continentaux du second Mésolithique observée dans notre corpus à travers l'analyse des variations anatomiques non métriques.

CHAPITRE IV

CHANGEMENTS ET PERMANENCE DES GROUPES HUMAINS DU PALÉOLITHIQUE FINAL ET DU MÉSOLITHIQUE

I. DES DONNÉES OSTÉO-BIOLOGIQUES AUX PHÉNOMÈNES MICROÉVOLUTIFS

La variation phénotypique observée au sein des groupes humains est le résultat de l'effet de différents facteurs environnementaux/épigénétiques et génétiques et de leur interaction. Ainsi, « (...) *the phenotype is an expression of the genotype in a particular environment* » (Bock et von Wahlert 1965 : 296). La Table 106 propose une synthèse des principaux résultats que nous avons obtenus à partir de l'étude des restes squelettiques des individus de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène ainsi que les principaux facteurs de variation que nous avons identifiés pour chacun des marqueurs osseux analysés.

Table 106 : Synthèse des résultats obtenus dans le présent travail pour chaque type de données et facteurs de variation retenus. FM1 : longueur maximale du fémur ; HM1 : longueur maximale de l'humérus ; TM1a : longueur maximale du tibia.

Données	Principaux résultats obtenus dans le présent travail	Facteurs de variation proposés
FM1 / STATURE	♂ au Mésolithique : Côtiers < Continentaux	Alimentation ? Etat de santé ?
INDICE BRACHIAL	♂ > ♀ Premier Mésolithique < Second Mésolithique → HM1 Premier Mésolithique > Second Mésolithique	Climat ? Activité ?
INDICE CRURAL	Premier Mésolithique > Second Mésolithique → TM1a Premier Mésolithique Côtiers > Second Mésolithique	Climat ? Sicile : mobilité sur terrain accidenté ? Climat ?
CRANIOMÉTRIE "CLASSIQUE"	Dimorphisme sexuel	Hétérochronies du développement
	♀ : schéma régional et isolement par la distance	Matrilocalité ou déplacement des hommes ?
	♂ : homogénéité	
	Au sein du Second Mésolithique Côtier : différenciations géographiques	Diminution des flux de gènes entre groupes humains distants géographiquement : isolement par la distance → Fonctionnement plus fermé des groupes
	Continentaux : Premier Mésolithique ≠ Second Mésolithique Spécificité de la Sicile	Populationnel : groupes humains différents ? Dérive génétique ?
MORPHOMÉTRIE GÉOMÉTRIQUE - NEUROCRÂNE	Dimorphisme sexuel : conformation et taille centroïde	Hétérochronies du développement
	Second Mésolithique : Augmentation du dimorphisme sexuel de taille	
	→ ♂ Second Mésolithique : Continentaux > Côtiers	Diminution du stress et meilleur état de santé
MÉTRIQUE DE LA MANDIBULE	Paléolithique final ≠ Second Mésolithique	Contraintes liées à la mastication en lien avec une modification dans l'alimentation
VARIATIONS ANATOMIQUES NON MÉTRIQUES DU CRÂNE ET DE LA MANDIBULE	Individualisation du groupe continental du second Mésolithique	Populationnel : différenciation du groupe continental du Second Mésolithique par rapport aux autres groupes
VARIATIONS ANATOMIQUES NON MÉTRIQUES DENTAIRES	Réduction dentaire diachronique	Environnement + Fonction + Développement
	Individualisation du groupe continental du second Mésolithique	Populationnel : différenciation du groupe continental du Second Mésolithique par rapport aux autres groupes

Bien que les variations observées puissent être d'origine polyfactorielle, nous avons proposé que des paramètres majoritairement épigénétiques soient les principales causes de la diversité mise en évidence au sein des données infra-crâniennes.

Face aux différences entre individus côtiers et continentaux observées en termes de longueur maximale du fémur (utilisée comme *proxy* de la stature) au sein du corpus masculin mésolithique, nous avons proposé l'hypothèse de l'existence de disparités nutritionnelles entre ces deux sous-échantillons, en défaveur des individus des zones côtières (*cf.* CHAPITRE III.I.1.). Par ailleurs, nous avons mis en évidence que les individus masculins côtiers du second Mésolithique possédaient en moyenne une taille centroïde de neurocrâne plus faible que les continentaux appartenant à la même chronoculture (*cf.* CHAPITRE III.2.C.), cette différence entraînant l'augmentation du dimorphisme sexuel au sein du groupe continental attribué au second Mésolithique par rapport au groupe côtier pour ce caractère. Ce dernier résultat pourrait être l'indice d'une diminution du stress nutritionnel au sein du groupe continental du second Mésolithique (Goodman *et al.* 1984, Borgognini Tarli et Repetto 1986, Temple et Goodman 2014). Parallèlement, une variation de longueur de l'humérus a été observée en faveur du corpus du premier Mésolithique, entraînant des valeurs de l'indice brachial plus faibles pour ce corpus par rapport aux individus du second Mésolithique (*cf.* CHAPITRE III.I.2.A.). Enfin, des valeurs d'indice crural plus élevées ont été observées pour le corpus du premier Mésolithique par rapport à celui du second Mésolithique (*cf.* CHAPITRE III.I.2.B.). Ce résultat nous a semblé principalement lié à la particularité des individus côtiers au sein du corpus du premier Mésolithique qui possèdent des longueurs tibiales plus élevées associées à des longueurs fémorales équivalentes aux autres individus. Ce corpus étant quasi-exclusivement composé de spécimens siciliens (*cf.* CHAPITRE III.I.2.B.), il nous semble problématique de considérer ce résultat comme révélateur d'une tendance générale plutôt que lié à l'échantillonnage de sous-groupe, et mettant potentiellement en évidence une spécificité du corpus sicilien du premier Mésolithique. L'hypothèse d'une particularité liée à la position insulaire de ces individus, selon l'*island rule* (Foster 1964, Lomolino 2005), ne semble pas être confirmée par nos résultats. Selon cette règle, sous l'effet de la sélection naturelle, les individus d'une espèce deviendraient plus petits ou plus grands en réponse à la quantité de ressources disponibles dans l'environnement de l'île (Foster 1964, Lomolino 2005). Or dans notre analyse, nous avons vu que la longueur du segment distal faisait varier l'indice crural et non la longueur du segment proximal (*cf.* CHAPITRE III.I.2.B.). De plus, les individus siciliens ne sortent pas réellement de la variabilité globale du corpus analysé pour la longueur maximale du fémur (*cf.* CHAPITRE

III.I.1.), ne suggérant pas une stature plus faible pour ces individus par rapport aux autres. Par ailleurs, ce sous-groupe présente des spécificités morphologiques crâniennes et infra-crâniennes qui le distinguent des autres groupes dans la plupart des analyses (*cf.* CHAPITRE III.). Selon l'hypothèse de l'existence d'un flux de gènes réduit entre l'île et le reste de l'Europe, la distinction phénotypique serait le produit de la dérive génétique et des facteurs épigénétiques (Klug *et al.* 2010) dû à l'isolement de l'île à la fin du Pléistocène et au début de l'Holocène (*cf.* CHAPITRE III.II.1.F.). Les seules données génétiques disponibles à ce jour pour l'île pour ces périodes sont issues du site d'Oriente (Italie) : le spécimen mésolithique Oriente B appartient à l'haplogroupe mitochondrial HV-1 à partir de l'analyse paléogénétique de sa séquence HVR-1 (Mannino *et al.* 2012), et l'analyse paléogénomique du spécimen Oriente C attribué au Paléolithique final a livré l'haplogroupe U2'3'4'7'8'9 (Catalano *et al.* 2017, Mathieson *et al.* 2018). La rareté de ces données paléogénétiques rend hasardeuse toute tentative de conclusion sur la question du peuplement génétique de la Sicile. Ainsi, si une spécificité phénotypique des individus du premier Mésolithique de Sicile semble se dessiner, il nous est difficile de discuter plus avant les facteurs et phénomènes microévolutifs présidant à la mise en place de cette singularité.

Ainsi, l'analyse de certaines caractéristiques infra-crâniennes menée dans le présent travail nous renvoie un tableau contrasté, pour lesquelles diverses hypothèses, tant nutritionnelles, climatiques que relatives aux modes de vie sont avancées, mais pour lesquelles nous ne pouvons pas conclure en l'état actuel de nos connaissances. Face à ces différents aspects, l'hypothèse nutritionnelle avancée ici pourrait bénéficier d'études complémentaires pouvant rendre compte de l'état sanitaire des groupes humains en contexte archéologique (Vercellotti *et al.* 2014). En effet, l'étude de marqueurs de stress non spécifiques tels que la présence d'hypoplasies linéaires de l'émail (Goodman et Armelagos 1985b, 1985a), de *cribra orbitalia* (Wapler et Schultz 1996, Wapler 1998, Wapler *et al.* 2004, Walker *et al.* 2009), d'hyperostose poreuse du crâne (Stuart-Macadam 1985, 1987, 1992, McIlvaine 2013), ou encore d'asymétrie fluctuante comme indicateur de stress environnemental (Van Valen 1962, Livshits et Kobylansky 1991, Møller et Swaddle 1997, Albert et Greene 1999) ainsi que la discussion de leur pertinence (Kacki 2016) pourrait contribuer à établir si les groupes mésolithiques côtiers souffraient d'un état de santé de moindre qualité que les groupes humains mésolithiques établis à l'intérieur des terres et ont été soumis de façon accrue à des stress (voir Goodman et Armelagos 1988, Reitsema et McIlvaine 2014). Si une hypothèse fonctionnelle a pu être envisagée pour tenter d'expliquer les variations de l'indice crural et de l'indice brachial dans notre corpus, il semble nécessaire de mener des analyses supplémentaires pour discuter plus

avant cette éventualité, telles que l'étude de l'asymétrie des membres supérieurs (Auerbach et Ruff 2006, Shaw et Stock 2009, Sládek *et al.* 2016a, 2016b, Sparacello *et al.* 2017b), des propriétés biomécaniques du membre supérieur en lien par exemple avec la nage (Shaw et Stock 2009), le pagayage (Weiss 2003), des modifications enthésiques en lien avec des activités spécifiques (Villotte 2009, Villotte *et al.* 2010a, 2010b, Villotte et Knüsel 2014, Sparacello *et al.* 2017a), ou encore les variations de fréquences de marqueurs comme l'exostose du conduit auditif externe en lien avec la pratique d'activités aquatiques soutenues (DiBartolomeo 1979, Kennedy 1986, Frayer 1988, Deleyiannis *et al.* 1996, Hutchinson *et al.* 1997, Standen *et al.* 1997, Kroon *et al.* 2002, Okumura *et al.* 2007, Villotte *et al.* 2014, Villotte et Knüsel 2016).

Par ailleurs, les résultats que nous avons obtenus dans l'analyse crâniométrique semblent mettre en évidence une tendance pour le corpus féminin à présenter des proximités phénotypiques pour les individus des mêmes sites ou régions en termes de formes et de conformation crânienne (*cf.* CHAPITRE III, *e.g.* Figure 69) et une variation inter-sites plus grande. Cette structuration géographique est statistiquement significative pour les individus féminins alors qu'elle ne l'est pas pour le corpus masculin (*cf.* CHAPITRE III.II.1.F et Table 61). En outre, dans notre analyse des variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires, l'analyse MMD menée séparément pour chacun des corpus de sexe connu a livré des résultats différents, la distance biologique obtenue entre premier et second Mésolithique étant significative dans le corpus féminin alors que le corpus masculin ne semble pas présenter une telle distance biologique entre les deux périodes chronoculturelles (*cf.* CHAPITRE III.II.4. B., Table 87 et Table 88). Ainsi, la variation au sein du corpus féminin semble revêtir une dimension géographique mais également chronoculturelle. Il a été proposé que la structure phénotypique et génétique des groupes pouvaient constituer des paramètres reflétant les schémas de résidence post-maritale en archéologie : à l'échelle intra-site, la diversité phénotypique et génétique importante serait celle du corpus de sexe exogame, alors que le corpus du sexe opposé qui structurerait le groupe de générations en générations posséderait une faible diversité phénotypique (Howell et Kintigh 1996, Stojanowski et Schillaci 2006). À l'inverse, à une échelle plus globale, inter-site, ce postulat s'inverserait, et c'est le corpus « mobile » qui présente une variabilité globale plus faible et le corpus de sexe endogame qui sera structuré géographiquement et/ou chronologiquement (Lane et Sublett 1972, Aguiar et Neves 1991, Hubbe *et al.* 2009b).

Face aux tendances observées dans nos analyses (*cf. supra*), nous sommes tentée de proposer l'hypothèse d'un système matrilocal (organisation familiale et sociale du groupe

fondée sur l'ascendance maternelle), ou du moins des échanges exogamiques plus poussés pour les hommes que pour les femmes, ces dernières structurant les communautés de générations en générations, et/ou d'une mobilité plus fréquente des individus masculins par rapport aux féminins. Selon l'étude de Ember (1975) sur des communautés de chasseurs-cueilleurs modernes, la contribution relative des hommes et des femmes aux activités de subsistance serait reliée au type de fonctionnement des sociétés : si la contribution masculine est relativement haute, alors le fonctionnement est plutôt tourné vers la patrilocalité (organisation familiale et sociale du groupe fondée sur l'ascendance paternelle) ; à l'inverse si cette contribution est plutôt basse, le fonctionnement est plutôt matrilocal. L'auteure observe également que des sociétés tournées vers la collecte seraient plus matrilocales, des sociétés pratiquant la pêche plutôt patrilocales, et des sociétés tournées vers la chasse pourraient fonctionner de façon équivalente selon un schéma patrilocal ou matrilocal (Ember 1975). L'étude des marqueurs d'activité osseux n'a pas mis en évidence de différences formelles en termes d'intensité des tâches entre hommes et femmes à la fin du Paléolithique supérieur et au Mésolithique (Villotte 2009, Villotte *et al.* 2010b). En revanche, la présence plus élevée de blessures au coude, pouvant être mises en relation avec des activités impliquant le geste du lancer chez les individus masculins, indique une probable division sexuelle du travail au sein des communautés de chasseurs-cueilleurs du Paléolithique final et du Mésolithique (Villotte *et al.* 2010b, Villotte et Knüsel 2014). L'analyse du degré d'asymétrie humérale observé au cours du Pléistocène suggère également l'hypothèse d'une division du travail entre les tâches unimanuelles plutôt masculines et les tâches bimanuelles plutôt féminines (Sparacello *et al.* 2017b). Les résultats de l'analyse des isotopes de carbone et d'azote menée sur les individus de Téviec et Hoëdic (France) indiquent que les femmes semblent avoir consommé des aliments marins en moindre proportions que les hommes (Schulting et Richards 2001, Schulting 2003). Les auteurs proposent ainsi que ces résultats pourraient indiquer l'existence de mariages exogames, les femmes venant de groupes plus continentaux (Schulting et Richards 2001, Schulting 2003). Au sein de ces deux sites, les femmes seraient donc les plus mobiles. Nos données ne nous ont pas permis de mettre en évidence une telle distinction intra-site pour Téviec et Hoëdic. Néanmoins, les conclusions des études isotopiques se basent sur des attributions de sexe anciennes et mériteraient d'être réévaluées à la lumière des nouvelles déterminations du sexe des individus de Téviec et Hoëdic, réalisées notamment dans le présent travail. Des analyses paléogénomiques permettraient également d'apporter des éléments de compréhension sur le fonctionnement de ces sites.

Dans notre étude, nous n'avons accès à une vision intra-site que très partielle, les sites ayant livré un nombre suffisant de vestiges humains que l'on peut considérer comme

contemporains sont peu nombreux. Par ailleurs, Ensor *et al.* (2017) ont récemment formulé des réserves sur l'utilisation des données phénotypiques comme indicateurs des schémas de résidence post-maritale au sein de groupes archéologiques. En effet, leur analyse fait le parallèle entre les raisonnements basés sur les distances biologiques en archéologie et des exemples ethnographiques et montre que les idées préconçues sur les schémas de résidence post-maritale en archéologie (*cf. supra*) sont parfois trop simplistes et ne doivent pas être généralisés (Ensor *et al.* 2017). Sur la base de ces exemples ethnographiques, le lien entre le lieu de sépulture et la résidence post-maritale n'est pas universellement vérifié (Ensor *et al.* 2017). Les auteurs incitent donc à la prudence dans les interprétations de ces systèmes sur la base de données biologiques seules. En outre, les prescriptions et les interdits autour du mariage sont largement conditionnés par la structure sociale des groupes (Testart 1982, 2012, 2014, Hill *et al.* 2011, Ensor *et al.* 2017), qui ne nous est que partiellement accessible en archéologie. La multiplication des données paléogénétiques et paléogénomiques permettrait d'apporter des éléments de réponse à ces questionnements à l'échelle des sites, à l'exemple des études de Le Roy *et al.* (2016) et Rivollat *et al.* (2016) pour le Néolithique, mais également à une échelle plus régionale voire continentale (Lacan *et al.* 2011).

II. DES MODIFICATIONS DIACHRONIQUES DANS L'ALIMENTATION QUI IMPACTENT LA BIOLOGIE DES INDIVIDUS

Une évolution de la morphologie de la mandibule du Paléolithique final au Second Mésolithique a été mise en évidence dans notre travail (cf. CHAPITRE III.II.3.), passant d'un signal morphologique « chasseur-cueilleur » à un signal proche de celui des « agriculteurs » tels que définis par von Cramon-Taubadel (2011a, 2017). Face aux résultats de notre analyse nous proposons que cette évolution de la morphologie mandibulaire observée au sein de notre corpus soit mise en relation avec des modifications diachroniques de l'alimentation. En effet, nos données suggèrent que le système masticateur des individus aurait subi des contraintes fonctionnelles et biomécaniques moindres au cours du Mésolithique du fait de la consommation plus large et fréquente d'aliments tendres. L'hypothèse d'une évolution diachronique de la morphologie mandibulaire en lien avec des facteurs épigénétiques nous semble être la plus probable, la mandibule n'étant pas fortement corrélée aux données génétiques (Harvati et Weaver 2006, Smith 2009, 2011, von Cramon-Taubadel 2009a). Au contraire, sa morphologie semble soumise aux stress induits par la mastication (von Cramon-Taubadel 2011a, Stansfield et O'Higgins 2017).

En outre, les résultats que nous avons obtenus sur la morphologie mandibulaire semblent cohérents avec les données archéologiques qui suggèrent une modification diachronique de l'alimentation au cours du Paléolithique final et du Mésolithique. Durant le Paléolithique supérieur, les grands mammifères en constituent la base pour les groupes humains, et notamment la consommation de viande prélevée sur des grands herbivores tels que les bovinés (*Bovinae*), le renne (*Rangifer tarandus*) ou le cheval (*Equus caballus*) attestée par les restes fauniques ou l'analyse des teneurs en isotopes stables (Delpech 1983, Bridault 1994, 1997, Bridault et Chaix 2002, Drucker et Henry-Gambier 2005, Drucker *et al.* 2005). Si l'exploitation de la petite faune est déjà attestée dans les phases supérieures du Magdalénien (Cochard 2004, Cochard et Brugal 2004, Costamagno et Laroulandie 2004, Laroulandie 2006, Álvarez-Fernández 2013, Aura Tortosa *et al.* 2016, Laroulandie *et al.* 2016), celle-ci semble commencer à devenir une ressource complémentaire non négligeable importante dans l'alimentation au cours du Paléolithique final (cf. CHAPITRE I.I.1.C., Costamagno et Laroulandie 2004, Drucker *et al.* 2005, 2015, Costamagno *et al.* 2008). Avec le redéploiement de la forêt à l'Holocène (Leroy 1997, Jalut *et al.* 2000, Jalut et Turu-Michels 2009), les espèces fauniques et associées à ce milieu se mettent en place, remplaçant progressivement des

troupeaux d'herbivores grégaires (cf. CHAPITRE I.I.1.C.). Les écosystèmes deviennent plus compartimentés et diversifiés et le spectre des produits consommés, qu'ils soient animaux ou végétaux, s'élargit : des petites proies, des oiseaux, le cerf (*Cervus elafus*), le chevreuil (*Capreolus capreolus*), le sanglier (*Sus scrofa*) sont consommés (Bridault 1994, Costamagno et Laroulandie 2004, García Guixé *et al.* 2006, Mannino et Thomas 2009, Leduc et Verjux 2014, Leduc *et al.* 2015). La consommation de ressources marines et littorales est également bien attestée par la présence des amas coquilliers en Bretagne, au Portugal ou encore sur la façade méditerranéenne de l'Espagne, véritable témoins de cette consommation intense, tout comme la présence de restes fauniques sur les sites côtiers ou estuariens (Araujo 2016, Fernández-López de Pablo et Gabriel 2016, Marchand *et al.* 2016, García-Escárzaga *et al.* 2017) ou encore les analyses isotopiques sur les restes humains (Schulting et Richards 2001, Arias Cabal 2005, Arias Cabal et Fano 2005, Bocherens *et al.* 2007, Schulting *et al.* 2008, Garcia-Guixé *et al.* 2009, Arias Cabal et Schulting 2010, Gazzoni 2010, Schulting 2010, Mannino *et al.* 2011, 2012, Fernández-López de Pablo *et al.* 2013, Fontanals-Coll *et al.* 2014, Salazar-García *et al.* 2014, Guiry *et al.* 2015, Goude *et al.* 2016, Salazar-García 2016, Drucker *et al.* 2018). Si la présence de ces pratiques tournées vers la mer est difficile à attester pour les périodes précédentes, du fait de la transgression marine de l'Holocène (Stéphan et Goslin 2014), il semblerait que l'évènement «8.2 ka cal BP event» (Magny et Haas 2004, Alley et Ágústssdóttir 2005, Magny *et al.* 2007) ait entraîné une aridité dans le Sud et le Nord de l'Europe, principalement autour de la Méditerranée (Magny *et al.* 2003, 2007, Fernández López de Pablo et Gómez Puche 2009, González-Sampériz *et al.* 2009, Jalut *et al.* 2009). L'installation dans ces zones riches en ressources halieutiques et avicoles aurait conduit à l'intensification des pratiques d'acquisition de nourriture marine, bien que la consommation de ce type de ressources soit déjà observée pour les périodes précédentes (Bicho *et al.* 2010). Si le caractère circonstanciel de ces pratiques est sous-jacent à cette idée, il semblerait qu'une véritable programmation dans la collecte des coquillages soit nécessaire, comme dans la pêche avec l'existence de sites de pêcheries attestée dans le nord de l'Europe et envisagée pour l'Europe de l'Ouest (pour une revue voir Billard et Bernard 2016). Une diversification du spectre des ressources consommées est donc mise en évidence pour le Mésolithique, certains parlant même de «*Broad Spectrum Revolution mésolithique*» (Valdeyron 2013 : 8), mais c'est finalement l'intensification de ces pratiques déjà observées à la fin du Paléolithique supérieur qui est remarquable et constitue un élément identitaire de la période selon Valdeyron (2008, 2013). Ainsi, le passage d'une alimentation quasi-exclusivement basée sur de la viande de mammifères à une alimentation plus diversifiée, incorporant des aliments plus tendres (cf. CHAPITRE III.II.3.F.) en de plus grandes quantités et de façon plus fréquente, aurait contribué à réduire les contraintes biomécaniques et les stress liés à la

mastication d'aliments durs. La réduction des contraintes masticatoires auraient alors entraîné l'évolution morphologique de la mandibule que nous observons entre le Paléolithique supérieur et le second Mésolithique. Nos résultats trouvent également écho avec ceux de Le Luyer (2016, sous presse) et Le Luyer et Bayle (2017) sur l'architecture dentaire des individus de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène, qui suggèrent un effet majeur des contraintes fonctionnelles sur l'évolution des dimensions internes et externes des couronnes dentaires entre le Pléistocène et l'Holocène : « *la réduction de la couronne associée à une réduction de l'émail pourrait être une adaptation aux contraintes masticatoires, en réponse aux modifications environnementales et d'exploitation des ressources par les populations humaines* » (Le Luyer sous presse).

L'utilisation de techniques telles que l'analyse des structures mandibulaires par éléments finis (*Finite Element Analysis, FEA*) permettrait d'observer les schémas de distribution du stress par la simulation des contraintes et forces impliquées dans la mastication au sein de notre corpus (Groning *et al.* 2012, Toro-Ibacache *et al.* 2016, Godinho *et al.* 2017, Marce-Nogue *et al.* 2017, Stansfield et O'Higgins 2017). L'hypothèse d'une modification de l'alimentation du Paléolithique final au second Mésolithique pourrait ainsi être explorée plus avant par ce type d'analyses basées sur la biomécanique de la mandibule. Les données obtenues par l'analyse des vestiges humains (isotopes stables, morphologie mandibulaire, architecture interne et externe des couronnes dentaires, usure occlusale des dents, biomécanique et *FEA* ...), croisées avec les données archéologiques, permettront d'obtenir des clés de compréhension sur l'interaction entre l'environnement, son exploitation et la biologie de ces groupes de chasseurs-cueilleurs de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène.

III. PALÉOLITHIQUE FINAL ET MÉSOLITHIQUE : HISTOIRES ET IDENTITÉS PLURIELLES

Sous ce titre s'inspirant d'une expression de B. Valentin et issue d'un ouvrage en hommage à J. Burnouf (Valentin 2018), nous abordons la question de la périodisation en archéologie et particulièrement en Préhistoire. Les découpages en périodes chronoculturelles sur la base d'évènements climatiques, de critères typotechnologiques ou encore de systèmes économiques (*cf.* CHAPITRE I.) sont commodes dès lors que nous les considérons uniquement comme des hypothèses de travail en anthropologie biologique. Ainsi, un des enjeux de notre travail de doctorat était d'apporter des éléments de compréhension à l'identité biologique des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène, notamment en s'interrogeant sur la pertinence anthropologique des partitions chronoculturelles entre Paléolithique final et Mésolithique et au sein même du Mésolithique.

Dans cette partie et lors de la discussion des résultats réalisée dans le CHAPITRE III., nous avons proposé une action principale de forces et phénomènes microévolutifs relevant de la génétique pour les différences observées à partir de l'analyse de la morphologie dentaire et crânienne caractérisée par les caractères anatomiques non métriques et la morphométrie crânienne (Table 106). Nous avons ainsi suggéré que ces variations soient mises en lien avec des évènements populationnels tels que des phénomènes d'isolement par la distance ou des différenciations liées à l'arrivée de nouveaux groupes humains (*cf.* CHAPITRE III.II.1., 2., 4. et 5.). Dans cette partie, nous proposons de discuter ces phénomènes biologiques mis en évidence à travers l'étude des restes humains à la lumière des données archéologiques et paléogénétiques/-génomiques disponibles, pour en proposer une lecture intégrée et bioarchéologique.

1. Espaces littoraux, espaces continentaux : unité et diversité biologique des groupes humains mésolithiques

A. *Des groupes humains génétiquement liés ...*

Si l'on considère les données anthropologiques à fort déterminisme génétique telles que les variations anatomiques non métriques crâniennes et dentaires, la distinction biologique entre groupes côtiers et continentaux du premier Mésolithique et groupes côtiers du second Mésolithique n'est pas significative, suggérant une potentielle filiation génétique de ces groupes (cf. CHAPITRE III.II.4. et 5.). L'évènement «8.2 ka cal BP event» (Magny et Haas 2004, Alley et Ágústsdóttir 2005, Magny *et al.* 2007) semble avoir entraîné une aridité dans le sud et le nord de l'Europe, principalement autour de la Méditerranée (Magny *et al.* 2003, 2007, Fernández López de Pablo et Gómez Puche 2009, González-Sampériz *et al.* 2009, Jalut *et al.* 2009). Parallèlement, il aurait également conduit à une élévation du niveau de l'océan, bouleversant la morphologie des côtes et perturbant la biomasse marine (Bicho *et al.* 2010). Dans le cas du Portugal, les côtes de l'aire centrale seraient devenues moins riches en ressources (Bicho *et al.* 2010), ce qui aurait pu mener les groupes humains côtiers du début du Mésolithique à s'implanter dans les zones humides situées dans la zone comprise entre le 50°N et 42°N (Magny *et al.* 2003) ainsi que dans les estuaires. Cette hypothèse a été avancée pour expliquer l'installation des groupes humains et le développement des amas coquilliers dans la zone de Muge (Portugal) avec les premières dates enregistrées pour Cabeço da Arruda autour du «8.2 ka cal BP event», correspondant au moment où l'eau salée s'infiltrerait dans l'estuaire (Zilhão 2003, Martins *et al.* 2008, Bicho *et al.* 2010). Nous proposons donc l'hypothèse d'une filiation et d'un possible déplacement d'une partie des groupes humains de l'intérieur des terres vers les côtes ou les zones humides telles que les estuaires au cours du Mésolithique, pouvant expliquer la proximité biologique observée entre groupes continentaux du premier Mésolithique et groupes côtiers du second Mésolithique, à partir de notre analyse de données à fort déterminisme génétique.

B.... *Mais dont le fonctionnement impacterait la structure génétique ?*

Si un certain degré d'homogénéité phénotypique est suggéré par l'étude de caractères à

fort déterminisme génétique, nous avons également observé des schémas régionaux au sein du corpus côtier et principalement celui attribué au second Mésolithique, menant à des différenciations phénotypiques en termes de forme et conformation crânienne (cf. CHAPITRE I.II.1.). Nos résultats suggèrent l'existence d'une diminution des flux de gènes entre groupes humains éloignés géographiquement qui aurait mené à une structuration génétique des groupes. Ces groupes, plus restreints, auraient potentiellement subi des événements affectant chaque *pool* génétique de façon indépendante (Klug *et al.* 2010). Ce schéma régional se retrouve également dans le corpus continental mais de façon moindre, témoignant d'une possible homogénéité morphologique plus importante qui pourrait être liée à la perpétuation d'échanges génétiques entre les groupes dans l'aire continentale.

Nous faisons donc ici l'hypothèse de modes de fonctionnements distincts entre groupes côtiers et groupes continentaux qui auraient pu entraîner les différences phénotypiques relevées dans notre étude. Outre les divergences observées en termes d'alimentation et d'acquisition des ressources alimentaires entre les espaces littoraux et continentaux (cf. CHAPITRE I.I.1.C.), une dichotomie entre espaces littoraux et espaces continentaux est également observée dans le registre archéologique. L'acquisition des matières premières lithiques semble être différente entre les aires côtières et continentales, les groupes littoraux utilisant les roches locales alors que les groupes continentaux exploitent des roches pouvant être locales comme extra-locales (Marchand 2014a). La circulation des roches semble être reliée à un approvisionnement intégré à des déplacements dont la fonction serait sociale ou alimentaire (Marchand 2014a). Des différences en termes d'habitats semblent également exister : une certaine stabilité des occupations serait observée sur les zones littorales alors que l'intérieur des terres semble caractérisé par des occupations spécialisées, pouvant être de courte durée et à visée logistique (Valdeyron *et al.* 2008, 2011a, 2011b, Fontana *et al.* 2011, Marchand 2014a, 2015a, Arias *et al.* 2016). La côte et l'intérieur des terres semblent donc posséder des réseaux économiques séparés à des échelles différentes, soulevant l'hypothèse de groupes humains différents -du moins d'un point de vue sociétal- l'un vivant le long de la côte selon un fonctionnement globalement plus fermé et l'autre vivant à l'intérieur des terres et possédant des réseaux d'échanges plus larges et/ou fréquents (Marchand 2015b). Ces questions ayant trait au type de fonctionnement des groupes font appel à la notion de mobilité (Binford 1980, Marchand 2015b). La mobilité peut être linéaire quand il s'agit de groupes qui se déplacent, mais elle peut être plus régulière et logistique, à des fins de ravitaillement (Binford 1980, Marchand 2015b). Ce dernier type de mobilité est qualifié de « *mobilité circulaire* », car elle[s] correspond[ent] dans l'espace à un cheminement fermé et dans le temps à une succession cyclique » (Marchand

2015b : 232). Les différences en termes de mobilité sont perceptibles dans les types d'habitat (Binford 1980, Marchand 2015b), entre habitat résidentiel pour des occupations plutôt longues, au fonctionnement plus autocentré (tel que les amas coquillers des zones côtières ou estuariennes), par rapport aux stations logistiques que l'on rencontre à l'intérieur des terres (e.g. Cuzoul de Gramat ou Les Fieux dans le sud-ouest de la France, Valdeyron *et al.* 2008, 2011a, 2011b). Le territoire, correspondant à l'espace physique des déplacements, devient donc plus restreint dans un système de fonctionnement plus régionalisé : « *des groupes mobiles mais à une échelle plus réduite ?* » (Marchand 2014a : 415). La question est posée.

Cette impression de régionalisation a été perçue également à l'intérieur des terres et de façon plus générale pour le Mésolithique, dans la parure (Rigaud 2011) ou les territoires stylistiques et les types d'armature (Rozoy 1978, Thevenin 1995). L'hypothèse d'une restriction des déplacements pourrait être mise en lien avec la fermeture croissante de l'espace par le couvert forestier, qui rendrait plus difficile les déplacements, sans qu'aucune preuve archéologique tangible ne vienne corroborer cette idée (Marchand 2014a). La réduction des distances de déplacement pourrait également s'expliquer en partie par la relative abondance et la diversification des ressources présentes sur les territoires holocènes, qui n'obligeraient pas à de longs déplacements (Valdeyron 2013, Marchand 2015b). Cette dernière idée trouvant en partie sa place dans l'« *Optimal Foraging Theory* » qui prône que l'adaptation naturelle des prédateurs leur permet de tirer un bénéfice optimal à la survie et la reproduction lors de changements de conditions environnementales (Smith *et al.* 1983). Des indices de territorialité accrue sont également décelés dans les résultats d'analyses isotopiques du collagène d'individus du nord de la France, ceux-ci possédant une signature isotopique suggérant leur inféodation à leur environnement proche (Drucker et Valentin 2015). L'analyse de marqueurs d'activité osseux et des caractéristiques biomécaniques des membres inférieurs met également en évidence une réduction des distances parcourues et une intensification de l'exploitation du milieu durant le Paléolithique final et le Mésolithique (Holt 2003, Villotte 2009, Villotte *et al.* 2010b). En corollaire de cette notion de territorialité accrue survient la question de la pratique du stockage. Attestée dans le Nord de l'Europe au Mésolithique (Schaller-Åhrberg 2007, Milner 2009, Cunningham 2011, Boethius 2016), elle est théorisée par Testart (1982) et Testart *et al.* (1982) qui précisent les conditions environnementales dans lesquelles cette pratique du stockage peut se mettre en place dans un système économique de chasse et de cueillette, avec la récolte massive d'une ressource saisonnière et la conservation de cette ressource. Au Mésolithique, certains indices laissent penser à l'existence de fosses de stockage à Auneau (Eure-et-Loir, France, Leduc et Verjux 2014, Verjux 2017) ou de possibles torréfactions de

fruits sauvages tels que les noisettes qui semblent constituer une ressource abondante du fait de l'existence de véritables corylaies étendues (*e.g.* Bouby et Surmely 2004, Antolin *et al.* 2010, Arias *et al.* 2016, Verjux 2017).

Ces éléments pourraient donc expliquer une partie des résultats obtenus dans notre travail de doctorat, selon lesquels les groupes côtiers et continentaux présentent des similitudes lorsque sont analysés les caractères à fort déterminisme génétique, mais des dissimilarités lorsque sont étudiées des particularités pouvant retracer les modes de vie et l'impact de facteurs épigénétiques. Néanmoins, si quelques traits généraux semblent se dessiner, il nous semble important de garder à l'esprit que l'échantillonnage de notre corpus cache probablement des modèles de fonctionnements plus subtils. Si la dichotomie « littoral/intérieur des terres » semble fonctionner pour la Cantabrie au second Mésolithique où un groupe sur la côte et un autre établi dans les régions montagneuses coexisteraient sur la base des analyses isotopiques du collagène (Arias Cabal et Fano 2005), le tableau en Bretagne semble plus complexe, avec des occupations longues dans les amas coquillers mais potentiellement entourés de petites stations logistiques (Marchand 2014a) et des sites dont l'organisation semble autonome comme à Beg-er-Vil (Marchand *et al.* 2016). La situation semble différente pour les débuts du Mésolithique au Portugal où une grande itinérance de petits groupes humains entre l'intérieur des terres et les côtes selon un cycle annuel semble être un schéma récurrent (Araujo 2016). Enfin, la majorité des sites côtiers analysés ici sont très éloignés géographiquement les uns des autres, ce qui peut induire un signal accru d'isolement par la distance entre les groupes humains, par rapport à des sites continentaux plus proches géographiquement. L'ajout d'individus de sites littoraux intermédiaires dans nos analyses, s'ils existent, permettraient de vérifier si le phénomène d'isolement par la distance s'observe toujours de façon claire au sein des individus côtiers. Par ailleurs, l'analyse de marqueurs environnementaux contenus dans les tissus dentaires et osseux des individus, tels que les isotopes du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$) et du soufre ($\delta^{34}\text{S}$) permettrait d'obtenir des informations sur la mobilité des individus (Herrscher et Goude 2015). Ce type d'approche a été appliqué aux squelettes d'Oberkassel (Allemagne, Paléolithique final) dont les résultats suggèrent des différences de provenance géographique et/ou chronologique entre les deux individus (Knipper et Alt 2015). À Blätterhöhle (Allemagne, Mésolithique et Néolithique), l'étude simultanée des données isotopiques et génétiques indique que les individus « néolithiques » présentant des lignées mitochondriales typiquement mésolithiques ont conservé une alimentation basée sur la chasse, la cueillette et la consommation de ressources d'eau douce, alors que les individus possédant les lignées typiques du Néolithique ont adopté une alimentation typique des agriculteurs (Bollongino *et al.* 2013).

2. Les partitions chronoculturelles : une réalité biologique ?

A. Paléolithique final et Mésolithique

La partition chronoculturelle entre Paléolithique final et Mésolithique correspond approximativement à la transition entre le Pléistocène et l'Holocène, théâtre de changements naturels – climatiques, environnementaux, fauniques et végétaux (cf. CHAPITRE I.I.1.) – qui ont probablement impacté les groupes humains vivant durant cette période. La périodisation entre Paléolithique final et Mésolithique se fonde principalement sur des caractères typotechnologiques, bien que certains traits mésolithiques prennent racine dans des complexes attribués au Paléolithique final (cf. CHAPITRE I.I.2.A.). Des similitudes stylistiques dans l'art sont également observées entre les chronocultures (cf. CHAPITRE I.I.2.C.), mais une rupture dans le domaine de l'industrie osseuse semble s'opérer (cf. CHAPITRE I.I.2.B.). Ainsi, si par convention la partition entre Paléolithique final et Mésolithique semble de mise, les différents aspects de la culture matérielle renvoient un tableau plus contrasté. Par ailleurs, les analyses de l'ADN ancien suggèrent une homogénéité génétique en Europe de l'Ouest durant la fin du Pléistocène et le début de l'Holocène (cf. CHAPITRE I.II.2.), du fait d'une réexpansion des groupes humains depuis un refuge à l'issue du Dernier Maximum Glaciaire (Fu *et al.* 2016, Posth *et al.* 2016, Mathieson *et al.* 2018). Les données craniométriques analysées par Brewster *et al.* (2014) vont également dans le sens d'une homogénéité morphologique entre individus de la fin du Pléistocène et ceux du début de l'Holocène. Les résultats que nous avons obtenus dans le présent travail sont similaires à ceux des travaux déjà effectués sur du matériel anthropologique pour ces périodes : l'analyse de marqueurs osseux à fort déterminisme génétique (variations anatomiques non métriques dentaires et crâniennes ainsi que morphométrie crânienne) n'ont pas mis en évidence de distance biologique significative entre les groupes humains du Paléolithique final et du premier Mésolithique de notre corpus. Bien que fondés sur un corpus restreint pour le Paléolithique final, nos résultats ne suggèrent pas une partition biologique (*i.e.* un changement de population) entre le Paléolithique final et le début du Mésolithique en Europe de l'Ouest.

B. Premier et second Mésolithique

Une des hypothèses formulée au début de ce travail de doctorat était de tester la pertinence biologique de la partition entre premier et second Mésolithique, observée dans le registre de la technologie lithique en Europe de l'Ouest et sous des environnements divers

(Marchand et Perrin 2017). Le phénomène est défini par un processus d'expansion territoriale depuis le sud vers le nord, sans doute après être apparu en Afrique du Nord (Perrin *et al.* 2009, Marchand et Perrin 2017). D'abord caractérisé par une phase de diffusion de trapèzes symétriques, une seconde phase de diversification régionale de trapèzes asymétriques est ensuite observée (Perrin *et al.* 2009, Marchand et Perrin 2017). Comme nous l'avons vu dans le CHAPITRE I.2., la partition entre premier et second Mésolithique n'est pas mise en évidence dans la plupart des autres sphères culturelles et symboliques. Marchand et Perrin (2017) ne concluent pas sur la nature de la diffusion du phénomène à partir du VII^{ème} millénaire cal BC, celle-ci pouvant être l'objet d'une transmission d'idées et de savoir-faire d'une personne à une autre, ou être interprétée comme des mouvements d'individus apportant avec eux ces techniques. L'expansion du « *package* » technique semble être rapide dans l'aire méditerranéenne, faisant penser plus volontiers à une propagation dont le vecteur serait des mouvements de groupes humains dans la région méditerranéenne, par rapport à une diffusion plus lente sur le reste du continent (Marchand et Perrin 2017). L'hypothèse d'un déterminisme climatique du « *8.2 ka cal BP event* » sur le processus global de mutation technique observé dans la sphère lithique apparaît discutable, ce phénomène étant apparu dans l'ouest du Bassin méditerranéen bien avant cet événement climatique (Marchand et Perrin 2017). Un facteur climatique est néanmoins proposé pour son développement initial dans le nord de l'Afrique au début du VII^{ème} millénaire, l'apparition des nouvelles techniques correspondant à une phase plus climatique plus sèche (Jackes et Lubell 2008, Marchand et Perrin 2017).

À partir de l'analyse de caractéristiques osseuses et dentaires à fort déterminisme génétique, nous avons montré que la bipartition entre premier et second Mésolithique n'était pas observée de façon systématique et évidente entre les groupes humains attribués à ces deux chronocultures lorsqu'est considéré comme unique critère le paramètre chronoculturel (*cf.* CHAPITRE III.II.4. et 5.). En revanche, lorsqu'en plus est considérée la position relative des individus par rapport à une ligne de côte ou un estuaire, une différenciation phénotypique significative est mise en évidence entre les individus continentaux attribués au second Mésolithique et l'ensemble des autres groupes, à savoir les groupes côtiers du second Mésolithique et les groupes côtiers et continentaux du premier Mésolithique (*cf.* CHAPITRE III.II.1., 4. et 5.). Le type de caractère osseux utilisé ici, traditionnellement employé pour retracer l'histoire populationnelle des groupes humains en anthropologie biologique (*cf.* CHAPITRE II.III.2.), nous permet de suggérer que cette distinction biologique revêt un caractère génétique fort. Ainsi, à partir du VII^{ème} millénaire cal BC, il semble que des groupes humains distincts des précédents et de leurs contemporains côtiers soient présents dans l'aire

continentale en Europe de l'Ouest. Il s'agit d'un des résultats majeurs et inédits de ce travail de doctorat, qui nous conduit à proposer l'hypothèse populationnelle de la présence d'individus génétiquement distincts dans l'aire continentale de l'Europe de l'Ouest à la fin du Mésolithique et d'une permanence des groupes autochtones mésolithiques sur les côtes et dans les estuaires.

Selon cette hypothèse, l'arrivée de nouveaux groupes humains soulève la question de leur origine géographique. Tout en gardant à l'esprit que la bipartition culturelle entre premier et second Mésolithique restait une hypothèse de travail, nous avons fait le parallèle entre l'origine africaine supposée des mutations techniques et la possible venue de nouveaux groupes humains depuis le nord de l'Afrique, sans toutefois affirmer que les deux phénomènes seraient liés, comme cela a pu être proposé par le passé (Octobon 1921, Barrière *et al.* 1969). L'analyse menée sur des données craniométriques incluant des spécimens du Paléolithique final et du Néolithique d'Afrique du Nord (*cf.* CHAPITRE III.II.1.F. et Figure 77) n'a pas mis en évidence de lien phénotypique clair entre ces individus et les individus continentaux européens du second Mésolithique. En outre, les haplogroupes mitochondriaux obtenus sur les spécimens ibéromaurusiens (Paléolithique final) d'Afalou bou-Rummel (Beni Segoual, Algérie) et Taforalt « la Grotte des Pigeons » (Maroc) dans deux études récentes (Kefi *et al.* 2018, van de Loosdrecht *et al.* 2018) ne sont pas présents parmi les Mésolithiques et particulièrement parmi les individus attribués au second Mésolithique en Europe occidentale. Il en va de même pour les données obtenues sur le chromosome Y (van de Loosdrecht *et al.* 2018). Par ailleurs, les analyses paléogénomiques menées sur des groupes humains plus tardifs (Néolithique, Chalcolithique) en Europe n'ont pas détecté de résurgence de ces groupes africains, n'allant pas dans le sens d'une participation de lignées africaines dans le *pool* génétique européen au début de l'Holocène (*e.g.* Lipson *et al.* 2017, Olalde *et al.* 2018), bien que des échanges culturels semblent avoir eu lieu, notamment dans le sud de la péninsule ibérique (*e.g.* Manen *et al.* 2007). Bien que les analyses craniométriques, paléogénétiques et paléogénomiques ne portent que sur un nombre restreint d'individus, elles ne soutiennent pas l'hypothèse d'une arrivée de groupes humains depuis le nord de l'Afrique au cours du Mésolithique en Europe.

Les premières migrations des groupes néolithiques fermiers en Europe ont débuté dès le début du VII^{ème} millénaire cal BC dans l'est de l'Europe, dans des territoires probablement occupés par des groupes de chasseurs-cueilleurs mésolithiques (Gronenborg 2014). Après avoir pris naissance autour de 10000 cal BC au Proche-Orient (Bellwood 2005), le mode de vie néolithique s'étend selon deux courants en Europe, le courant danubien ou continental

Les mécanismes de la Néolithisation ainsi que la nature et l'intensité des contacts entre chasseurs-cueilleurs et fermiers ont fait l'objet de nombreuses études paléogénétiques et paléogénomiques ces dernières années. Plusieurs points importants en ressortent. En premier lieu, seul un très faible niveau de métissage entre chasseurs-cueilleurs et groupes néolithiques est perçu au Néolithique ancien en Europe de l'Ouest mais également en Europe centrale (Bramanti *et al.* 2009, Brandt *et al.* 2014, Rivollat 2016, Szecsenyi-Nagy *et al.* 2017). Par ailleurs, les données obtenues à des niveaux plus régionaux ont mis en évidence des disparités entre régions localisées à l'est et celles plus à l'ouest du continent européen. En effet, le métissage entre groupes de chasseurs-cueilleurs mésolithiques et groupes de fermiers néolithiques semble être croissant vers l'ouest de l'Europe. Les groupes du Néolithique ancien d'Europe centrale (culture LBK « *Linearbandkeramik* ») présentent des taux d'admixture très faibles avec les groupes de chasseurs-cueilleurs contemporains, suggérant une discontinuité génétique et une exclusion des groupes mésolithiques et néolithiques dans cette région à cette période, alors qu'à l'Ouest les taux sont plus élevés (Haak *et al.* 2005, 2010, Brandt *et al.* 2014, Rivollat *et al.* 2015, 2016, Le Roy *et al.* 2016, Rivollat 2016, Beau *et al.* 2017, Szecsenyi-Nagy *et al.* 2017, Mathieson *et al.* 2018). Plus localement dans la péninsule ibérique, une étude récente (Szecsenyi-Nagy *et al.* 2017) a mis en évidence que la proportion d'haplogroupes mitochondriaux de chasseurs-cueilleurs mésolithiques autochtones augmentait plus on s'éloignait de la côte méditerranéenne, renforçant l'hypothèse d'une colonisation pionnière néolithique dans les régions côtières du nord-est de la péninsule espagnole avancée par d'autres études (Lacan *et al.* 2011, Gamba *et al.* 2012, Fernandez *et al.* 2014). La modélisation de la mise en place graduelle du *pool* mitochondrial européen par Rasteiro et Chikhi (2013) propose un métissage croissant des groupes de fermiers néolithiques avec les groupes de chasseurs-cueilleurs, lié à l'éloignement croissant du point de départ des groupes néolithiques au Proche-Orient autour de 10000 cal BC (Bellwood 2005). Ceci pourrait expliquer la dilution progressive du *pool* génétique néolithique d'est en ouest et la participation croissante des lignées de chasseurs-cueilleurs dans la constitution des groupes fermiers, comme l'a proposé Rivollat (2016). Ce modèle pourrait se transposer à la situation caractéristique de la péninsule ibérique présentant un métissage faible sur les côtes et plus important à l'intérieur des terres, l'arrivée des groupes néolithiques dans cette région ayant vraisemblablement eu lieu sur la côte Nord-Est (Zilhao 2001). Enfin, si les taux de lignées typiques des chasseurs-cueilleurs sont très faibles dans le *pool* génétique des groupes fermiers du début du Néolithique, une résurgence de ces lignées « chasseurs-cueilleurs » s'observe systématiquement au Néolithique moyen et au Chalcolithique, qu'il s'agisse du Bassin parisien, de l'Alsace, de l'Allemagne, de la péninsule

ibérique, de l'Europe centrale ou des Balkans (Gunther *et al.* 2015, Haak *et al.* 2015, Mathieson *et al.* 2015, 2018, Olalde *et al.* 2015, 2018, Rivollat *et al.* 2015, 2016, Alt *et al.* 2016, Le Roy *et al.* 2016, Rivollat 2016, Beau *et al.* 2017, Lipson *et al.* 2017). En outre, à partir de l'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires, Le Luyer (2016) met en évidence une proximité biologique significative entre les individus attribués au second Mésolithique et ceux du Néolithique moyen, allant dans le sens des données obtenues sur l'ADN ancien.

À la lumière de l'ensemble des résultats obtenus dans notre travail de doctorat, nous proposons l'hypothèse que les groupes humains présents au second Mésolithique dans l'aire continentale à l'ouest de l'Europe correspondraient aux groupes de chasseurs-cueilleurs vivant initialement plus à l'Est, et qui se seraient en partie déplacés face à l'arrivée des fermiers néolithiques sur leurs territoires. Les groupes côtiers du second Mésolithique représenteraient quant à eux la permanence des groupes mésolithiques « autochtones » d'Europe de l'Ouest au second Mésolithique, dans leur unité et leur diversité (*cf.* CHAPITRE IV.III.1.). L'absence ou le faible nombre d'individus chasseurs-cueilleurs en Europe centrale et leur concentration plus à l'ouest de l'Europe pourraient en partie expliquer le gradient Est-Ouest du métissage génétique entre chasseurs-cueilleurs et fermiers ainsi que la quasi-absence des lignées « chasseurs-cueilleurs » au sein des groupes attribués au Néolithique ancien. La résurgence de ces lignées plus tardivement corrobore également ce *scenario*.

L'obtention et l'analyse de nouvelles séquences d'ADN ancien permettront probablement de tester ce *scenario*. L'augmentation du corpus de vestiges humains inclus dans l'analyse morphométrique et morphologique, notamment l'inclusion des spécimens attribués au Mésolithique et au début du Néolithique d'Europe centrale, constitue également une piste pour tester cette hypothèse. Enfin, ces données anthropobiologiques devront être confrontées aux données environnementales, typotechnologiques, symboliques et funéraires.

CONCLUSION

Les enjeux de notre travail étaient de réaliser une synthèse sur les caractéristiques des groupes humains de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène, dont l'analyse intégrée apporterait *in fine* des éléments pour la compréhension de l'identité des dernières sociétés de chasseurs-cueilleurs en Europe de l'Ouest, à un moment de renouvellement total de l'environnement naturel. Après avoir dressé un panorama des connaissances environnementales, chronoculturelles, symboliques et anthropobiologiques disponibles pour la fin du Pléistocène et le début de l'Holocène, l'absence d'une étude spécifique et synthétique des caractéristiques biologiques de ces groupes humains à l'échelle de l'Europe s'est révélée criante. Notre travail de doctorat vient ainsi pallier ce manque.

Des questionnements se sont dégagés et ont rythmé notre réflexion et notre analyse à partir de trois hypothèses de travail :

- la question de l'existence biologique d'une dichotomie entre aires côtières et aires continentales ;
- la question de la mise en place de phénomènes de régionalisation et d'isolement par la distance au cours du Mésolithique ;
- la question de la pertinence biologique des partitions chronoculturelles entre Paléolithique final et Mésolithique et entre premier et second Mésolithique.

À travers ces hypothèses de travail, notre objectif était de mettre en évidence d'éventuelles variations au sein du corpus de vestiges humains et d'identifier les facteurs microévolutifs pouvant être responsables de ces variations. *In fine*, la discussion de ces données biologiques à la lumière de données environnementales, archéologiques et génétiques menée dans une approche intégrée nous a amenée à proposer une nouvelle perception de l'identité biologique de ces groupes du Paléolithique final et du Mésolithique.

Il nous est apparu indispensable de baser notre analyse sur des fondements fiables, passant par la construction d'un corpus d'étude dont les paramètres chronologiques et culturels étaient contrôlés, et dans un second temps à travers la fiabilité des données anthropologiques individuelles utilisées. Pour le premier point, nous nous sommes appuyée sur un corpus réactualisé de vestiges humains, construit de façon raisonnée, en tenant compte des récentes découvertes, des réattributions chronoculturelles et des datations radiocarbone disponibles. L'échantillon analysé dans notre travail de doctorat est ainsi constitué de près de 800 vestiges osseux et dentaires, dont certains inédits, issus de 70 sites du Paléolithique final et du Mésolithique. En ce premier point notre travail se distingue par la nature et la quantité de

données analysées, en grande majorité de première main. Le second point, corollaire au premier, a été satisfait par l'application d'un protocole systématisé et reproductible, à partir de systèmes de mesures et de cotations référencés et de méthodes dont la fiabilité avait été validée. À ces fins, nous avons élaboré de nouveaux outils méthodologiques fiables de diagnose sexuelle secondaire, adaptés à notre matériel d'étude et qui nous ont permis d'obtenir un sexe pour certains individus jusqu'alors restés indéterminés, ce paramètre ayant une importance majeure pour les analyses anthropobiologiques. À travers la conduite d'analyses statistiques descriptives, multivariées et exploratoires sur les mesures infra-crâniennes et crâniennes, mandibulaires, les variations anatomiques non métriques crâniennes et dentaires recueillies, nous avons mis en évidence des différences phénotypiques entre nos différents échantillons, que nous avons mis en lien avec des facteurs génétiques et épigénétiques et des phénomènes populationnels.

Parmi les résultats majeurs de ce travail de doctorat, nous proposons l'hypothèse d'une modification morphométrique de la mandibule en lien avec les changements dans l'alimentation des groupes humains du Paléolithique final au second Mésolithique, à travers l'élargissement du spectre de ressources consommées et l'intensification de ces pratiques au cours de l'Holocène. Ces changements, en lien avec les modifications environnementales et climatiques, semblent avoir entraîné une diversification des ressources consommées par les groupes humains au début de l'Holocène, avec l'inclusion intensive de petites proies, de ressources halieutiques et notamment des gastéropodes marins mais aussi terrestres ainsi que l'incorporation d'éléments végétaux de façon significative. Cette modification de l'alimentation, qui inclue ainsi une proportion moindre de ressources carnées issues de grands mammifères par rapport aux périodes précédentes, entraînerait une diminution de l'intensité des sollicitations biomécaniques de l'appareil masticateur, se traduisant par une évolution de la forme des mandibules. Notre travail semble indiquer que des changements morphologiques significatifs de la mandibule en lien avec des modifications dans l'alimentation des groupes humains ont lieu durant le Mésolithique, bien avant le Néolithique et le passage d'une économie de prédation à l'agriculture et la domestication (Carlson et Van Gerven 1977, von Cramon-Taubadel 2011a, 2017, Pinhasi et von Cramon-Taubadel 2012, Galland *et al.* 2016, Katz *et al.* 2017, May *et al.* sous presse).

Notre travail a également suggéré l'existence de dynamiques complexes au sein des sociétés humaines au cours du Mésolithique. Les groupes côtiers du second Mésolithique semblent partager une filiation commune avec les côtiers et continentaux du premier Mésolithique, traduite par des proximités phénotypiques en termes de morphologie crânienne et dentaire. L'hypothèse d'une installation sur le littoral et à proximité des estuaires des groupes

humains vivant dans les aires continentales a été proposée en conséquence de l'aridité causée par le « 8.2 ka cal BP event » dans la frange méridionale de l'Europe. Sous cette apparente homogénéité génétique, l'analyse de la forme et de la conformation crânienne a néanmoins révélé un schéma plus complexe incarné par une structuration régionale des données phénotypiques au sein du corpus côtier, principalement l'échantillon attribué au second Mésolithique, alors que le corpus d'individus issus de sites situés plus à l'intérieur des terres ne montre pas ou peu ce type de structuration. Ces différences traduisent potentiellement des nuances dans le fonctionnement des sociétés côtières et continentales, les premières répondant à une organisation plus fermée, tournée vers l'espace maritime, alors que les secondes fonctionneraient sur la base d'échanges plus larges ou fréquents. Ces divergences se traduiraient biologiquement en termes de flux de gènes, les échanges étant peu nombreux entre les groupes installés sur le littoral mais plus nombreux pour ceux situés plus à l'intérieur des terres. Si certains éléments semblent aller dans le sens de cette hypothèse, notamment les données sur les matières premières lithiques, la situation est sans aucun doute plus complexe, et les probables indices de territorialité accrue décelés à l'intérieur des terres au cours du Mésolithique incitent à la prudence. Des analyses plus spécifiques, notamment l'inclusion de vestiges humains côtiers plus proches les uns des autres géographiquement, ou encore l'analyse des isotopes stables de l'oxygène et du strontium constituent des pistes de recherche intéressantes pour discuter cette hypothèse. Gardons également à l'esprit que la grande capacité adaptative des sociétés humaines conduit probablement à une diversité de situations que des analyses menées à échelle plus locale permettront de mieux percevoir.

Enfin, un des questionnements principal posé au début de notre travail de doctorat était celui de la pertinence biologique des partitions chronoculturelles scindant la fin du Pléistocène et le début de l'Holocène. Notre analyse n'a pas permis de mettre en évidence de différenciation biologique entre les groupes humains attribués au Paléolithique final et ceux du début du Mésolithique, suggérant une continuité de peuplement en Europe de l'Ouest durant la transition Pléistocène-Holocène. Lorsque nous avons considéré la question de la bipartition entre premier et second Mésolithique, basée sur des critères typotechnologiques dans le registre lithique, nos résultats ont livré un tableau contrasté. Nous n'avons pas détecté d'indices de changements populationnels dans l'aire littorale, suggérant une continuité de peuplement de ces zones au cours du Mésolithique. *A contrario*, une distinction biologique semble être effective entre premier et second Mésolithique dans l'aire continentale européenne, indiquant une arrivée probable de nouveaux groupes. Si le berceau des changements typotechnologiques semble se trouver en Afrique du Nord, les données anthropobiologiques, paléogénétiques et

paléogénomiques ne soutiennent pas l'hypothèse d'une arrivée de groupes humains de cette région au cours du Mésolithique. En revanche, l'éventualité de l'arrivée de nouveaux groupes humains à partir du VII^{ème} millénaire cal BC à l'ouest du continent européen, venant de régions situées plus à l'est, est envisagée. Le phénomène pourrait être lié à la progression néolithique orientale, poussant²² de leurs territoires les groupes mésolithiques d'Europe centrale. Cette hypothèse trouve écho dans les données paléogénétiques et paléogénomiques et l'interprétation possible qu'en font les paléogénéticiens. Le gradient Est-Ouest du métissage entre lignées typiques des « chasseurs-cueilleurs » et les lignées des « agriculteurs », ainsi que la très faible proportion des lignées mésolithiques au sein du *pool* génétique du Néolithique ancien et leur résurgence au cours du Néolithique moyen sont autant d'indices qui participent à ce *scenario*.

Ainsi dans ce travail, nous avons obtenu des résultats inédits sur un nombre d'individus jamais égalé pour ces périodes, ce qui constitue, à notre sens, une des forces de notre travail et des études basées sur des caractères squelettiques de manière générale. À partir d'un faisceau d'arguments biologiques, le présent travail de doctorat propose une vision des groupes humains du Paléolithique final et du Mésolithique d'Europe de l'Ouest beaucoup plus complexe que celle présentée jusqu'à présent. Ni transition, ni période à l'identité unique, mais des millénaires peuplés par des groupes humains dont la multiplicité se laisse aujourd'hui deviner. Une analyse des pratiques funéraires des groupes du Paléolithique final et du Mésolithique nous donnerait accès à des manifestations culturelles jusqu'alors insoupçonnées, menant à une meilleure compréhension de l'organisation sociale de ces sociétés humaines. Gageons que dans le futur, des travaux interdisciplinaires permettront d'éclairer d'un jour nouveau l'identité, l'origine et le devenir des derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale.

²² Sans que ce terme présuppose l'existence ou non d'un phénomène violent à l'origine de ce mouvement de groupes humains.

BIBLIOGRAPHIE

- Aguiar GFS, et Neves WA. 1991. Postmarital residence and within-sex genetic diversity among the Urubu-Ka'apor Indians, Brazilian Amazon. *Human Biology* 63(4):467-488.
- Aimé G, et Thévenin A. 1989. Epipaléolithique et Mésolithique entre Ardennes et Massif Alpin Table ronde de Besançon, 26 et 27 avril 1986. Besançon: Mémoires de la Société d'Agriculture, Lettres, Sciences et Arts de la Haute-Saône.
- Albert AM, et Greene DL. 1999. Bilateral asymmetry in skeletal growth and maturation as an indicator of environmental stress. *American Journal of Physical Anthropology* 110(3):341-349.
- Alciati G, Cattani L, Fontana F, Gerhardinger E, Guerreschi A, Milliken S, Mozzi P, et Rowley-Conwy P. 1994. Mondeval de Sora: A High Altitude Mesolithic Campsite in the Italian Dolomites: Museo tridentino di scienze naturali.
- Alciati G, Delfino VP, et Vacca E. 2005. Catalogue of Italian fossil human remains from the Palaeolithic to the Mesolithic. Roma: Istituto italiano di antropologia and Casa Editrice Università La Sapienza.
- Alessio M, Bella F, Bachechi F, et Cortesi C. 1966. University of Rome carbon-14 dates IV. *Radiocarbon* 8:401-412.
- Allen JA. 1877. The influence of physical conditions in the genesis of species. *Radical review* 1:108-140.
- Allen KG, et von Cramon-Taubadel N. 2017. A craniometric analysis of early modern Romania and Hungary: The roles of migration and conversion in shaping European Ottoman population history. *American Journal of Physical Anthropology* 164(3):477-487.
- Allen Lango H, Estrada K, Lettre G, Berndt SI, Weedon MN, Rivadeneira F, Willer CJ, Jackson AU, Vedantam S, et Raychaudhuri S. 2010. Hundreds of variants clustered in genomic loci and biological pathways affect human height. *Nature* 467(7317):832-838.
- Alley RB. 2000a. Ice-core evidence of abrupt climate changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(4):1331-1334.
- Alley RB. 2000b. The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland. *Quaternary Science Reviews* 19(1):213-226.
- Alley RB, et Ágústsdóttir AM. 2005. The 8k event: cause and consequences of a major Holocene abrupt climate change. *Quaternary Science Reviews* 24(10-11):1123-1149.
- Alt KW, Zesch S, Garrido-Pena R, Knipper C, Szecsenyi-Nagy A, Roth C, Tejedor-Rodriguez C, Held P, Garcia-Martinez-de-Lagran I, Navitainuck D et al. . 2016. A Community in Life and Death: The Late Neolithic Megalithic Tomb at Alto de Reinoso (Burgos, Spain). *PLoS One* 11(1):e0146176.
- Alter G, et Oris M. 2008. Effects of inheritance and environment on the heights of brothers in nineteenth-century Belgium. *Human Nature* 19(1):44-55.
- Álvarez-Fernández E. 2013. La récolte des coquillages dans la région Cantabrique au Magdalénien : la grotte de « Tito Bustillo » (Asturies, Espagne). *L'Anthropologie* 117(1):62-93.
- Ambroise D, et Bouvier JM. 1973. Un fragment crânien humain de Combe-Capelle (Dordogne). *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*:413-419.
- Anderson MJ. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26:32-46.

- Anderson MJ, et Walsh DC. 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing? *Ecological Monographs* 83(4):557-574.
- Antolin F, Caruso L, Mensua C, Olaria C, Piqué R, et Alonso N. 2010. Forest resources exploitation in the Late Mesolithic and Early Neolithic site of Cova Fosca (Ares del Maestre, Castelló, Spain). In: Delhon C, Théry-Parisot I, et Thiébaud S, éditeurs. *Des hommes et des plantes Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours XXXe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. Antibes: Editions APDCA. p 317-327.
- Aparicio J. 2008. La necrópolis mesolítica de El Collado (Oliva-Valencia). *Varia VIII Diputación provincial de Valencia*:376.
- Arambourg C, Boule M, Vallois H-V, et Verneau R. 1934. Les grottes paléolithiques de Beni-Segoual (Algérie). Paris: Masson.
- Araujo AC. 2016. The significance of marine resources during the Early Mesolithic in Portugal. In: Dupont C, et Marchand G, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société préhistorique française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Paris: Société Préhistorique Française. p 127-143.
- Arias Cabal P. 2005. Determinaciones de isótopos estables en restos humanos de la región Cantábrica: Aportación al estudio de la dieta de las poblaciones del Mesolítico y el Neolítico= Stable isotopes measurements in human remains of the Cantabrian region. *Munibe Antropologia-Arkeologia*(57):359-374.
- Arias Cabal P, Armendariz A, Balbín Rd, Fano M, Fernández-Tresguerres J, GONZÁLEZ MORALES M, Iriarte M, Ontañón R, Alcolea J, et Ál-VAREZ-FERNÁNDEZ E. 2009. Burials in the cave: New evidence on mortuary practices during the Mesolithic of Cantabrian Spain. *Mesolithic Horizons: Papers presented at the Seventh International Conference on the Mesolithic in Europe, Belfast 2005*. Oxford: Oxbow Books. p 650-656.
- Arias Cabal P, Fano M, Armendariz A, Alvarez Fernandez E, Cueto Rapado M, Fernandez Garcia R, Garralda MD, Mensua Calzado C, et Teira Mayolini LC. 2007a. Programa de sondeos en concheros holocenos del Oriente de Asturias. *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 1999-2002*. Oviedo. p 107-116.
- Arias Cabal P, et Fano MA. 2005. Le rôle des ressources marines dans le Mésolithique de la région Cantabrique (Espagne) : l'apport des isotopes stables. In: Marchand G, et Tresset A, éditeurs. *Unité et diversité des processus de néolithisation sur la façade atlantique de l'Europe (7-4ème millénaires avant J-C) Nantes, 26 avril 2002, Réunion de la Société Préhistorique Française*. Paris: Société Préhistorique Française. p 173-188.
- Arias Cabal P, Fernández-Tresguerres Velasco JA, Alvarez Fernández E, Armendariz Gutiérrez A, Cueto Rapado M, Fano Martínez MA, Fernández García R, Garralda Benajes MD, Mensua Calzado C, et Teira Mayolini LC. 2007b. Excavación arqueológica de urgencia en la cueva de La Poza l'Egua (Lledías, Llanes). *Excavaciones arqueológicas en Asturias: 1999-2002: Servicio de Publicaciones*. p 227-240.
- Arias Cabal P, et Garralda MD. 1996. Mesolithic burials in Los Canes Cave (Asturias, Spain). *Human Evolution* 11(2):129-138.
- Arias Cabal P, et Pérez Suárez C. 1992. Las excavaciones arqueológicas de la Cueva de Los Canes (Arangas, Cabrales): Campanas de 1987 a 1990. *Excavaciones arqueológicas en Asturias 1987-90: Servicio de Publicaciones*. p 95-101.
- Arias Cabal P, et Schulting R. 2010. Análisis de isótopos estables sobre los restos humanos de La Braña-Arintero. Aproximación a la dieta de los grupos mesolíticos de la cordillera cantábrica. In: Vidal Encinas JM, et Prada Marcos ME, éditeurs. *Los Hombres Mesolíticos de la cueva La Braña-Arintero (Valdelugeros, León)*. León: Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo. p 130-137.

- Arias P, Cubas M, Fano MA, Alvarez-Fernandez E, Araujo AC, Cueto M, Duarte C, Fernandes-Sanchez P, Iriarte E, Jorda Pardo JF et al. . 2016. Une nouvelle approche pour l'étude de l'habitat mésolithique dans le Nord de la péninsule Ibérique. Recherches dans le site de plein air d'El Alloru (Asturies, Espagne). In: Marchand G, et Dupont C, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes De la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société préhistorique française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Paris: Société Préhistorique Française. p 159-190.
- Aspes A. 2002. Preistoria veronese: contributi e aggiornamenti. Verone: Museo civico di storia naturale.
- Auerbach BM, et Ruff CB. 2006. Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *Journal of Human Evolution* 50(2):203-218.
- Auerbach BM, et Sylvester AD. 2011. Allometry and apparent paradoxes in human limb proportions: implications for scaling factors. *American journal of physical anthropology* 144(3):382-391.
- Aura Tortosa J, Pardo JFJ, Álvarez-Fernández E, Ripoll MP, Aristu BA, Morales-Pérez JV, García MJR, Marlasca R, Alcover JA, et Jardón P. 2016. Palaeolithic-Epipalaeolithic Seapeople of the Southern Iberian coast (Spain): an overview. In: Dupont C, et Marchand G, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Paris: Société Préhistorique Française. p 69-92.
- Aura Tortosa JE, Jordá JF, Montes L, et Utrilla P. 2011. Human responses to Younger Dryas in the Ebro valley and Mediterranean watershed (Eastern Spain). *Quaternary International* 242(2):348-359.
- Aura Tortosa JE, Jordá Pardo JF, Morales JV, Villalba Currás MP, et Alcover J. 2009. Prehistoric Economy of Iberian Mediterranean Region, Spain (ca. 12000–7000 BP). *Before farming, the archaeology and anthropology of hunter-gatherers*. p 2009/2004 article 2004 (online version).
- Auxiette G, et Hachem L. 1989. Berry-au-Bac, "Le Chemin de la Pêcherie ouest", "le Vieux-Tordoir", "la culée": Ministère de la Culture.
- Aymard I. 2005. Etude paléopathologique des vestiges humains aziliens de l'aven des Iboussières (Malataverne, Drôme) [Thèse de Doctorat en médecine]. Nantes: Faculté de Médecine de Nantes.
- Baab KL, McNulty KP, et Rohlf FJ. 2012. The shape of human evolution: a geometric morphometrics perspective. *Evolutionary Anthropology* 21(4):151-165.
- Baales M, et Street M. 1998. Late Palaeolithic backed-point assemblages in the northern Rhineland: current research and changing views. *Notae Praehistoricae* 18:77-92.
- Bailey G, et Spikins P. 2008. Mesolithic Europe. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bailey SE. 2000. Dental morphological affinities among late Pleistocene and recent humans. *Dental Anthropology* 14:1-8.
- Bailey SE. 2002. Neandertal dental morphology: implications for modern human origins [Thèse de Doctorat]: Arizona State University.
- Bailey SE. 2006. The evolution of non-metric dental variation in Europe. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte* 15:9-30.
- Balout L, et Briggs LC. 1951. Tête osseuse de Mechta-el-Arbi (Fouilles de 1912): Travaux du laboratoire d'anthropologie et d'archéologie préhistorique du Musée du Bardo 3-4.

- Barrière C. 1956. Les civilisations tardenoisiennes en Europe occidentale. Bordeaux: Edition Bière.
- Barrière C, Daniel R, Delporte H, de Fonton E, Parent R, Roche aJ, Rozoy J-G, Tixier J, et Vignard E. 1969. Epipaléolithique-Mésolithique: les microlithes géométriques. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*:355-366.
- Bastir M, et Rosas A. 2005. Hierarchical nature of morphological integration and modularity in the human posterior face. *American Journal of Physical Anthropology* 128(1):26-34.
- Battaglia M, Cimino A, Gottini V, Dongarrà G, Hauser S, Ingrassiotta M, Rizzo S, et Sacco G. 1991. Indagini geochimiche e geofisiche su un lago endoreico della Sicilia; Pergusa. *Bollettino della Societa Geologica Italiana* 110(1):53-63.
- Beau A, Rivollat M, Reveillas H, Pemonge MH, Mendisco F, Thomas Y, Lefranc P, et Deguilloux MF. 2017. Multi-scale ancient DNA analyses confirm the western origin of Michelsberg farmers and document probable practices of human sacrifice. *PLoS One* 12(7):e0179742.
- Belluomini G. 1980. Datazioni dirette di ossa fossili umane provenienti da siti archeologici dell'Italia centromeridionale effettuate con il metodo della racemizzazione dell'acido aspartico. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria* 3:25-34.
- Bellwood P. 2005. First farmers: the origins of agricultural societies. Oxford: Blackwell.
- Benjamin M, Kumai T, Milz S, Boszczyk BM, Boszczyk AA, et Ralphs JR. 2002. The skeletal attachment of tendons—tendon ‘entheses’. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 133:931-945.
- Berry A-C, et Berry R-J. 1967. Epigenetic variation in the human cranium. *Journal of Anatomy* 101(2):361-379.
- Berthet J. 2006. Dictionnaire de biologie. Bruxelles: De Boeck.
- Betti L, Balloux F, Amos W, Hanihara T, et Manica A. 2009. Distance from Africa, not climate, explains within-population phenotypic diversity in humans. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276(1658):809-814.
- Betti L, Balloux F, Hanihara T, et Manica A. 2010. The relative role of drift and selection in shaping the human skull. *American Journal of Physical Anthropology* 141(1):76-82.
- Bicho N, Umbelino C, Detry C, et Pereira T. 2010. The emergence of Muge Mesolithic shell middens in central Portugal and the 8200 cal yr BP cold event. *Journal of Island & Coastal Archaeology* 5(1):86-104.
- Bigoni L, Velemínska J, et Bruzek J. 2010. Three-dimensional geometric morphometric analysis of cranio-facial sexual dimorphism in a Central European sample of known sex. *Homo* 61(1):16-32.
- Billard C, Arbogast R-M, Valentin F, Querré G, et Barriol V. 2001. La sépulture mésolithique des Varennes à Val-de-Reuil (Eure). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 98(1):25-52.
- Billard C, et Bernard V. 2016. Les barrages à poissons au Mésolithique. Une économie de prédation ou de production ? In: Dupont C, et Marchand G, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes De la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Paris: Société Préhistorique Française. p 113-125.
- Binford LR. 1980. Willow smoke and dogs' tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* 45(1):4-20.

- Black RE, Allen LH, Bhutta ZA, Caulfield LE, De Onis M, Ezzati M, Mathers C, Rivera J, Maternal, et Group CUS. 2008. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *The Lancet* 371(9608):243-260.
- Bocherens H, Polet C, et Toussaint M. 2007. Palaeodiet of Mesolithic and Neolithic populations of Meuse Basin (Belgium): evidence from stable isotopes. *Journal of Archaeological Science* 34(1):10-27.
- Bock WJ, et von Wahlert G. 1965. Adaptation and the form-function complex. *Evolution* 19(3):269-299.
- Bocquet-Appel J. 1984. Biological Evolution and History in 19th Century Portugal. In: Van Vark GN, et Howells WW, éditeurs. *Multivariate Statistical Methods in Physical Anthropology*: Springer Netherlands. p 289-321.
- Boethius A. 2016. Something rotten in Scandinavia: The world's earliest evidence of fermentation. *Journal of Archaeological Science* 66:169-180.
- Bogin B. 1999. Patterns of human growth. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bollongino R, Nehlich O, Richards MP, Orschiedt J, Thomas MG, Sell C, Fajkošová Z, Powell A, et Burger J. 2013. 2000 Years of Parallel Societies in Stone Age Central Europe. *Science* 342(6157):479-481.
- Bookstein F. 2007. Morphometrics and computed homology: An old theme revisited. Proceedings of a Symposium on Algorithmic Approaches to the Identification Problem in Systematics: Museum of Natural History. p 69-81.
- Bookstein FL. 1991. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. New York: Cambridge University Press.
- Bookstein FL. 1997. Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group differences in outline shape. *Medical image analysis* 1(3):225-243.
- Borgognini Tarli S, Canci A, Piperno M, et Repetto E. 1993. Dati archeologici e antropologici sulle sepolture mesolitiche della Grotta dell'Uzzo (Trapani). *Bullettino di Paleontologia Italiana* 84:85-179.
- Borgognini Tarli SM. 1969. Studio antropologico di uno scheletro di epoca mesolitica rinvenuto nella grotta Maritza presso Avezzano (Abruzzo): Istituto italiano di antropologia.
- Borgognini Tarli SM. 1976. Studio antropologico di un cranio mesolitico rinvenuto nella grotta della Molarà (Palermo, Sicilia). *Archivio per l'Antropologia e la Etnologia Firenze* 106:193-228.
- Borgognini Tarli SM. 1980. Inquadramento, nel contesto del Mesolitico italiano, degli scheletri provenienti da una sepoltura duplice nella grotta dell'Uzzo (Trapani). *Antropologia Contemporanea* 3:381-393.
- Borgognini Tarli SM, et Repetto E. 1986. Methodological considerations on the study of sexual dimorphism in past human populations. *Human Evolution* 1(1):51-66.
- Borja PG, Martins H, Serra AS, et Gordó SP. 2012. Dataciones radiocarbónicas en contextos del Neolítico antiguo de la Cova Fosca de la Vall d'Ebro (Alacant, España). *Alberri: Quaderns d'investigació del centre d'estudis contestants*(22):11-32.
- Boscato P, Guerri M, et Ronchitelli A. 1996. L'abri du Romito a Papisidero (Cosenza, Italie)-Couches 4A, 5 et 6 (fouilles P. Graziosi 1965): données préliminaires sur l'industrie lithique et la faune. XIII UISPP Congress Proceedings, Forli 8-14 September 1996. p 619-627.

- Bosset G. 2010. La sépulture mésolithique d'Etiolles - Les Coudray (Essonne) : Résultats préliminaires. In: Valentin B, éditeur. *Paléolithique final et Mésolithique dans le Bassin parisien et ses marges Habitats, sociétés et environnements Projet collectif de recherche Rapport d'activités 2010*. p 281-288.
- Bosset G, et Valentin F. 2013. Pratiques sépulcrales mésolithiques de la moitié nord de la France : le cas des sépultures isolées et leur intégration dans l'espace. In: Valentin B, Souffi B, Ducrocq T, Fagnart J-P, Séara F, et Verjux C, éditeurs. *Palethnographie du Mésolithique : recherches sur les habitats de plein-air entre Loire et Neckar : Actes de la table ronde internationale de Paris, 26 et 27 novembre 2010*. Paris: Société Préhistorique Française. p 207-216.
- Bouby L, et Surmely F. 2004. Les restes carpologiques carbonisés du site mésolithique des Baraquettes IV (Velzic, Cantal). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 101(3):457-462.
- Boulestin B. 1999. Approche taphonomique des restes humains: le cas des Mésolithiques de la grotte des Perrats et le problème du cannibalisme en préhistoire récente européenne: British Archaeological Reports Ltd.
- Boulestin B. 2016. Les sépultures mésolithiques de Téviac et Hoëdic : révisions bioarchéologiques. Oxford: Archaeopress.
- Boulestin B, Henry-Gambier D, Mallye J-B, et Michel P. 2013. Modifications anthropiques sur des restes humains mésolithiques et néolithiques de la grotte d'Unikoté (Iholdy, Pyrénées-Atlantiques). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 110(2):281-297.
- Brabin L. 1990. Sex differentials in susceptibility to lymphatic filariasis and implications for maternal child immunity. *Epidemiology & Infection* 105(2):335-353.
- Brace CL, et Mahler PE. 1971. Post-Pleistocene changes in the human dentition. *American Journal of Physical Anthropology* 34(2):191-203.
- Bramanti B, Thomas M, Haak W, Unterlaender M, Jores P, Tambets K, Antanaitis-Jacobs I, Haidle M, Jankauskas R, et Kind C-J. 2009. Genetic discontinuity between local hunter-gatherers and central Europe's first farmers. *Science* 326(5949):137-140.
- Brandt G, Szecsenyi-Nagy A, Roth C, Alt KW, et Haak W. 2014. Human paleogenetics of Europe - The known knowns and the known unknowns. *Journal of Human Evolution* 79:73-92.
- Breiman L. 2001. Random forests. *Machine learning* 45(1):5-32.
- Bresson F. 2000. Le squelette du Roc-de-Cave (Saint-Cirq-Madelon, Lot) / The Roc-de-Cave skeleton (Saint-Cirq-Madelon, Lot). *PALEO* 12(1):29-59.
- Brewster C. 2014. A craniometric study of population dynamics and social organisation in the European upper Palaeolithic and Mesolithic [Thèse de Doctorat]: National University of Ireland, Cork.
- Brewster C, Meiklejohn C, von Cramon-Taubadel N, et Pinhasi R. 2014. Craniometric analysis of European Upper Palaeolithic and Mesolithic samples supports discontinuity at the Last Glacial Maximum. *Nature Communications* 5:4094.
- Bridault A. 1994. Les économies de chasse épipaléolithiques et mésolithiques dans le Nord et l'Est de la France: nouvelles analyses. *Anthropozoologica*(19):55-67.
- Bridault A. 1997. Chasseurs, ressources animales et milieux dans le nord de la France de la fin du Paléolithique à la fin du Mésolithique : problématique et état de la recherche. In: Fagnard J-P, et Thévenin A, éditeurs. *Le Tardiglaciaire en Europe du Nord-Ouest Actes du 119^e Congrès National des Sociétés Historiques et Scientifiques, Amiens 1994*. Paris: CTHS. p 165-176.

- Bridault A, et Chaix L. 2002. Ruptures et équilibres dans la grande faune à la fin du Pléistocène et durant l'Holocène ancien en Europe occidentale. In: Richard H, et Vignot A, éditeurs. *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires en Europe de l'Ouest Actes du colloque international de Besançon*. Besançon: Presses Universitaires Franc-Comtoises. p 53-60.
- Bridault A, Chaix L, Pion G, Oberlin C, Thiébault S, et Argant J. 2000. Position chronologique du renne (*Rangifer tarandus* L.) à la fin du Tardiglaciaire dans les Alpes du Nord françaises et le Jura méridional. *Mémoires de la Société Préhistorique Française* 28:47-57.
- Broglio A. 1992. Le pietre dipinte dell'epigravettiano recente del Riparo Villabruna-A (Dolomiti Venete). *Atti della XXVIII Riunione Scientifica della Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria*. p 223-237.
- Broglio A, et Improta S. 1995. Nuovi dati di cronologia assoluta del Paleolitico superiore e del Mesolitico del Veneto, del Trentino e del Friuli. *Atti dell'Istituto veneto di scienze, lettere ed arti* 153:1-45.
- Bronk Ramsey C, Higham T, Owen D, Pike A, et Hedges R. 2002. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry datelist 31. *Archaeometry* 44(s1):1-150.
- Bruner E, Cuétara JMdl, Colom R, et Martin - Loeches M. 2012. Gender - based differences in the shape of the human corpus callosum are associated with allometric variations. *Journal of Anatomy* 220(4):417-421.
- Bruzek J. 1991. Fiabilité des procédés de détermination du sexe à partir de l'os coxal. Implication à l'étude du dimorphisme sexuel de l'Homme fossile [Thèse de Doctorat]: Muséum d'Histoire Naturelle.
- Bruzek J. 2002. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *American Journal of Physical Anthropology* 117(2):157-168.
- Bruzek J, et Murail P. 2006. Methodology and reliability of sex determination from the skeleton. *Forensic Anthropology and Medicine*: Springer. p 225-242.
- Bruzek J, Santos F, Dutailly B, Murail P, et Cunha E. 2017. Validation and reliability of the sex estimation of the human os coxae using freely available DSP2 software for bioarchaeology and forensic anthropology. *American Journal of Physical Anthropology* 64(2):440-449.
- Bruzek J, Schmitt A, et Murail P. 2005. Identification biologique individuelle en paléanthropologie. Détermination du sexe et estimation de l'âge au décès à partir du squelette. In: Dutour O, Hublin JJ, et Vandermeersch B, éditeurs. *Objets et méthodes en paléanthropologie*. Paris: éditions du CTHS. p 217-246.
- Buikstra JE, et Beck LA. 2006. Bioarchaeology. The contextual analysis of human remains. Oxford: Elsevier.
- Buikstra JE, Frankenberg SR, et Konigsberg LW. 1990. Skeletal biological distance studies in American physical anthropology: recent trends. *American Journal of Physical Anthropology* 82(1):1-7.
- Buikstra JE, et Ubelaker DH. 1994. Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains: Proceedings of a Seminar at the Field Museum of Natural History. Fayetteville: Arkansas Archaeological Survey Research Series.
- Bulygina E, Mitteroecker P, et Aiello L. 2006. Ontogeny of facial dimorphism and patterns of individual development within one human population. *American Journal of Physical Anthropology* 131(3):432-443.
- Canci A, Minozzi S, Repetto E, et Borgognini Tarli S. 1995. Resti scheletrici mesolitici della Grotta della Molar. *Rivista di Antropologia* 73:237-254.

- Cardini L. 1980. La necropoli mesolitica delle Arene Candide (Liguria). *Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana Roma*(3):9-31.
- Carlson DS, et Van Gerven DP. 1977. Masticatory function and post - Pleistocene evolution in Nubia. *American Journal of Physical Anthropology* 46(3):495-506.
- Cartailhac E. 1870. Pierres céramiques (flèches en silex) et pierres de tonnerre. Collection de tirés-à-part de la bibliothèque de l'IPH.
- Castex D, Courtaud P, et Hambucken-Bontempi A. 1993. La détermination sexuelle des séries archéologiques: la validité de certains caractères osseux «extra-coxaux». *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 5(1):225-235.
- Catalano G, Mathieson I, Lo Vetro D, Fabbri P, Martini F, Sineo L, Pinhasi R, et Reich D. 2017. New genetic data from Grotta d'Oriente (Sicily). XXII Congresso dell'Associazione Antropologica Italiana. Rome.
- Cauwe N. 1995. Chronologie des sépultures de l'abri des Autours à Anseremme-Dinant. *Notae Praehistoricae* 15:51-60.
- Cauwe N, et Toussaint M. 1993. La sépulture collective de la grotte Margaux. *L'Archéologie en Région*:17-20.
- Célérier G. 1996. L'abri sous roche de Pont d'Ambon à Bourdeilles (Dordogne) : l'industrie osseuse et la parure. *Gallia Préhistoire*:69-110.
- Chamla M. 1973. Étude anthropologique de l'homme de l'Aïn Dokkara (Algérie Orientale). *Libyca* 21:9-55.
- Chamla MC. 1970. Les Hommes épipaléolithiques de Columnata (Algérie occidentale) : étude anthropologique. Paris: Mémoires du centre de recherches anthropologiques, préhistoriques et ethnographiques 15.
- Chapman RE. 1990. Conventional procrustes approaches. Proceedings of the Michigan morphometrics workshop: University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor.
- Chauvière F-X. 2008. La grotte du Bichon: un site préhistorique des montagnes neuchâtelaises. Neuchatel: Office et musée cantonal d'archéologie de Neuchâtel.
- Christensen M, et Chollet A. 2005. L'industrie sur bois de cervidé et os des niveaux magdaléniens et aziliens du Bois-Ragot : étude préliminaire. In: Chollet A, et Dujardin V, éditeurs. *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne) : Magdalénien et Azilien : essais sur les hommes et leurs environnements*. Paris: Mémoires de la Société Préhistorique Française. p 223-257.
- Clark PU, Dyke AS, Shakun JD, Carlson AE, Clark J, Wohlfarth B, Mitrovica JX, Hostetler SW, et McCabe AM. 2009. The Last Glacial Maximum. *Science* 325(5941):710-714.
- Cleuvenot E, et Houët F. 1993. Proposition de nouvelles équations d'estimation de stature applicables pour un sexe indéterminé, et basées sur les échantillons de Trotter et Gleser. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* n.s. tome 5(1-2):245-255.
- Cleyet-Merle J-J, et Marino-Thiault M-H. 1990. Une douloureuse affaire la découverte du squelette du Roc de Barbeau. *PALEO* 1(1):65-66.
- Cochard D. 2004. Les léporidés dans la subsistance paléolithique du Sud de la France [Thèse de doctorat]: Université Sciences et Technologies-Bordeaux I.
- Cochard D, et Brugal J-P. 2004. Importance des fonctions de sites dans les accumulations paléolithiques de

- léporidés. *Petits animaux et sociétés humaines Éditions APDCA, Antibes*:283-296.
- Cohen MN, et Armelagos GJ. 1984. *Paleopathology at the Origins of Agriculture*. Orlando: Academic Press.
- Constandse-Westermann TS, Blok ML, et Newell RR. 1985. Long bone length and stature in the Western European Mesolithic. I. Methodological problems and solutions. *Journal of Human Evolution* 14(4):399-410.
- Coppa A, Cucina A, Lucci M, Mancinelli D, et Vargiu R. 2007. Origins and spread of agriculture in Italy: a nonmetric dental analysis. *American Journal of Physical Anthropology* 133(3):918-930.
- Coquerelle M, Bookstein FL, Braga J, Halazonetis DJ, Weber GW, et Mitteroecker P. 2011. Sexual dimorphism of the human mandible and its association with dental development. *American Journal of Physical Anthropology* 145(2):192-202.
- Corrain C. 1977. I resti scheletrici della sepoltura epigravettiana del "Riparo Tagliente" in Valpantena (Verona). *Bollettino del Museo civico di storia naturale di Verona* IV.
- Corrain C, Graziati G, et Leonardi P. 1976. La sepoltura epipaleolitica nel riparo di Vatte di Zambana (Trento). *Preistoria Alpina* 12:175-212.
- Corruccini RS. 1974. An examination of the meaning of cranial discrete traits for human skeletal biological studies. *American Journal of Physical Anthropology* 40(3):425-445.
- Corruccini RS, Shimada I, et Shinoda K-i. 2002. Dental and mtDNA relatedness among thousand-year-old remains from Huaca Loro, Peru. *Dental Anthropology* 16(1):914.
- Costa L-J, et Marchand G. 2006. Transformations des productions lithiques du premier au second Mésolithique en Bretagne et en Irlande. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 103(2):275-290.
- Costamagno S, Cochard D, Ferrie J-G, Laroulandie V, Cazals N, Langlais M, Valdeyron N, Dachary M, Barbaza M, et Galop D. 2008. Nouveaux milieux, nouveaux gibiers, nouveaux chasseurs? Evolution des pratiques cynégétiques dans les Pyrénées du Tardiglaciaire au début du Postglaciaire. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*:17-27.
- Costamagno S, et Laroulandie V. 2004. L'exploitation des petits vertébrés dans les Pyrénées françaises du Paléolithique au Mésolithique: un inventaire taphonomique et archéozoologique. J-P Brugal, J Desse (dir), *Petits Animaux et Sociétés Humaines Du complément alimentaire aux ressources utilitaires Actes des XXIVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire, Antibes, 23-25 octobre 2003: APDCA*. p 369-382.
- Cottiaux R, Casadei D, Chaussée C, Delattre V, Hachem L, et Martial E. 2002. Maisons-Alfort ZAC d'Alfort (Val-de-Marne), sauvetages urgents 1998-2001. Document Final de Synthèse, Saint-Denis. p 1-133.
- Courtaud P, et Duday H. 1995. Découverte d'une nécropole mésolithique à La Vergne (Charente-Maritime). *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 7(3):181-184.
- Courtaud P, et Duday H. 2011. Les sépultures plurielles au Mésolithique : l'exemple de la nécropole de La Vergne (Charente-Maritime). In: Castex D, Courtaud P, Duday H, Le Mort F, et Tillier A-M, éditeurs. *Le regroupement des morts : genèse et diversité archéologique*. Bordeaux: Thanat'os. p 71-81.
- Courtaud P, Duday H, Martin H, et Robin K. 1999. La nécropole mésolithique de la Vergne (Charente-Maritime, France). In: Thévenin A, et Bintz P, éditeurs. *L'Europe des derniers chasseurs Epipaléolithique et Mésolithique, 5e colloque international UISPP, 18-23 septembre 1995*. Paris: CTHS. p 287-292.

- Cox M. 2000. Ageing adults from the skeleton. *Human osteology in archaeology and forensic science*:61-82.
- Craig OE, Biazzo M, Colonese AC, Di Giuseppe Z, Martinez-Labarga C, Vetro DL, Lelli R, Martini F, et Rickards O. 2010. Stable isotope analysis of Late Upper Palaeolithic human and faunal remains from Grotta del Romito (Cosenza), Italy. *Journal of Archaeological Science* 37(10):2504-2512.
- Crevecoeur I. 2006. Etude anthropologique des restes humains de Nazlet Khater (Paléolithique supérieur, Egypte) [Thèse de Doctorat]. Bordeaux: Université Bordeaux 1.
- Crognier E. 1981. Climate and anthropometric variations in Europe and the Mediterranean area. *Annals of Human Biology* 8(2):99-107.
- Crombé P, Van Strydonck M, Sergant J, Bats M, et Boudin M. 2009. Chronology and Evolution in the Mesolithic of North-West Europe, Proceedings of the international congress Brussels, May 30 - June 1 2007. Newcastle: Cambridge Scholar Publishing.
- Crubézy E, et Sellier P. 1990. Caractères discrets et organisation des ensembles sépulcraux. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* n.s. t.2(3-4):171-178.
- Crubézy E, Telmon N, Sevin A, Picard J, Rougé D, Larrouy G, Braga J, Ludes B, et Murail P. 1999. Microévolution d'une population historique. Étude des caractères discrets de la population de Missiminia (Soudan, IIIe-VIe siècle). *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* n.s. tome 11(1-2):1-213.
- Cunningham P. 2011. Caching your savings: the use of small-scale storage in European prehistory. *Journal of Anthropological Archaeology* 30(2):135-144.
- D'Amore G, Di Marco S, Di Salvo R, Messina A, et Sineo L. 2010. Early human peopling of Sicily: Evidence from the Mesolithic skeletal remains from Grotta d'Oriente. *Annals of Human Biology* 37(3):403-426.
- D'Amore G, Di Marco S, Tartarelli G, Bigazzi R, et Sineo L. 2009. Late Pleistocene human evolution in Sicily: comparative morphometric analysis of Grotta di San Teodoro craniofacial remains. *Journal of Human Evolution* 56(6):537-550.
- d'Errico F. 1992. Technology, motion, and the meaning of Epipaleolithic art. *Current Anthropology* 33(1):94-109.
- D'Errico F, et Vanhaeren M. 2002. Criteria for identifying red deer (*Cervus elaphus*) age and sex from their canines. Application to the study of Upper Palaeolithic and Mesolithic ornaments. *Journal of Archaeological Science* 29(2):211-232.
- Darroch JN, et Mosimann JE. 1985. Canonical and principal components of shape. *Biometrika* 72(2):241-252.
- Dauber A, Rosenfeld RG, et Hirschhorn JN. 2014. Genetic Evaluation of Short Stature. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 99(9):3080-3092.
- de Balbín Behrmann R, González JJA, et Pereda MAG. 2009. Documentación arqueológica en la cueva de Tito Bustillo, Ardines (Ribadesella): campañas de 2003 a 2007. Excavaciones arqueológicas en Asturias 2003-2006: Gobierno del Principado de Asturias. p 411-420.
- de Onis M, et Blössner M. 2003. The World Health Organization Global Database on Child Growth and Malnutrition: methodology and applications. *International Journal of Epidemiology* 32(4):518-526.
- Deleyiannis FW-B, Cockcroft BD, et Pinzower EF. 1996. Exostoses of the external auditory canal in Oregon surfers. *American Journal of Otolaryngology* 17(5):303-307.

- Delpech F. 1983. Les faunes du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France. Paris: Ed. du CNRS.
- Delsate D, Guinet JM, et Saverwyns S. 2009. De l'ocre sur le crâne mésolithique (haplogroupe U5a) de Reuland-Loschbour (Grand-Duché de Luxembourg). *Bulletins de la Société Préhistorique Luxembourgeoise* 31:7-30.
- Dempster AP, Laird NM, et Rubin DB. 1977. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society Series B (methodological)*:1-38.
- Desideri J. 2003. Les traits non-métriques dentaires sont-ils de bons indicateurs des distances biologiques entre les populations ? In: Besse MSG-L-ICP, éditeur. *Constellation Hommage à Alain Gallay*. Lausanne: Cahiers d'archéologie romande. p 447-462.
- Desideri J. 2007. L'Europe du 3e millénaire avant notre ère et la question du Campaniforme : histoire des peuplements par l'étude des traits non métriques dentaires [Thèse de Doctorat]: Université de Genève.
- Detry C. 2008. Vertebrates from Cabeço dos Morros: a Mesolithic shell midden near Salvaterra de Magos, in the lower Tagus valley, Portugal. *Promontoria, Revista do Departamento de História, Arqueologia e Património da Universidade do Algarve*(6):51-71.
- Devor EJ. 1987. Transmission of human craniofacial dimensions. *Journal of Craniofacial Genetics and Developmental Biology* 7(2):95-106.
- Di Salvo R, Mannino G, Mannino MA, Schimmenti V, Sineo L, et Thomas KD. 2012. Le sepolture della Grotta d'oriente (Favignana). In: protostoria IIdPe, éditeur. *Atti della XLI Riunione Scientifica Dai Ciclopi agli Ecasti Società e territorio nella Sicilia Preistorica e Protostorica San Cipirello (PA), 16-19 novembre 2006*. Firenze: Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria. p 341-351.
- Di Salvo R, Schimmenti V, Mannino M, Messina AD, et Sineo L. 2007. Una nuova sepoltura mesolitica al Riparo dell'Uzzo (Trapani). *Mediterraneo, crocevia di popoli e culture*:71.
- DiBartolomeo JR. 1979. Exostoses of the external auditory canal. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology Supplement* 88(6 Pt 2 Suppl 61):2-20.
- Diniz M. 2016. Assessing hunter-gatherer subsistence practices and cultural landscapes in Southern Portugal during the Final Mesolithic. In: Dupont C, et Marchand G, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société préhistorique française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Paris: Société Préhistorique Française. p 145-158.
- Dórea JG, Barbosa AC, Ferrari Í, et De Souza JR. 2005. Fish consumption (Hair Mercury) and nutritional status of Amazonian Amer-Indian Children. *American Journal of Human Biology* 17(4):507-514.
- Drak L. 2016. Las poblaciones del Holoceno inicial en la región cantábrica: cambios ambientales y microevolución humana [Thèse de Doctorat]: Universidad Complutense de Madrid.
- Drak L, Garralda M, et Arias P. 2010. Arqueotematología de las sepulturas mesolíticas de la cueva de Los Canes (Asturias). In: Gutiérrez-Redomero E, Sánchez Andrés A, et Galera Olmo V, éditeurs. *Diversidad humana y antropología aplicada*. Universidad de Alcalá: Universidad de Alcalá
- Drak L, et Garralda MD. 2009. Mesolithic human remains from Poza l'Egua and Colomba Caves (Asturia, Spain). In: McCartan S, Schulting R, Warren G, et Woodman P, éditeurs. *Mesolithic Horizons Papers presented at the Seventh International Conference on the Mesolithic in Europe, Belfast 2005*. Oxford: Oxbow books. p 871-872.
- Drak L, Garralda MD, de Balbín Behrmann R, et González JJA. 2008. Restos humanos mesolíticos de la Cueva

- de Tito Bustillo (Ribadesella, Asturias, España). Genes, ambiente y enfermedades en poblaciones humanas. Universidad de Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza. p 113-126.
- Drake AG, et Klingenberg CP. 2008. The pace of morphological change: historical transformation of skull shape in St Bernard dogs. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 275(1630):71-76.
- Drucker D. 2001. Validation méthodologique de l'analyse isotopique d'ossements fossiles et apports aux reconstitutions paléocéologiques du Paléolithique supérieur du sud-ouest de la France [Thèse de Doctorat]. Paris: Université de Paris VI.
- Drucker D, Bocherens H, Bridault A, et Billiou D. 2003. Carbon and nitrogen isotopic composition of red deer (*Cervus elaphus*) collagen as a tool for tracking palaeoenvironmental change during the Late-Glacial and Early Holocene in the northern Jura (France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 195(3-4):375-388.
- Drucker DG, et Henry-Gambier D. 2005. Determination of the dietary habits of a Magdalenian woman from Saint-Germain-la-Rivière in southwestern France using stable isotopes. *Journal of Human Evolution* 49(1):19-35.
- Drucker DG, Henry-Gambier D, et Lenoir M. 2005. Alimentation humaine au cours du Magdalénien en Gironde d'après les teneurs en isotopes stables (13C, 15N) du collagène. *PALEO*(17):57-72.
- Drucker DG, Rosendahl W, Van Neer W, Weber M-J, Görner I, et Bocherens H. 2015. Environment and subsistence in north-western Europe during the Younger Dryas: An isotopic study of the human of Rhünda (Germany). *Journal of Archaeological Science: Reports* 6:690-699.
- Drucker DG, et Valentin F. 2015. Human diet and mobility in the Paris basin during the Boreal: Insights from the stable isotope analysis of bone collagen. *9th International Conference of the Mesolithic in Europe Belgrade, Serbia, 14th-18th September, 2015 Book of abstracts*. p 21.
- Drucker DG, Valentin F, Thevenet C, Mordant D, Cottiaux R, Delsate D, et Van Neer W. 2018. Aquatic resources in human diet in the Late Mesolithic in Northern France and Luxembourg: insights from carbon, nitrogen and sulphur isotope ratios. *Archaeological and Anthropological Sciences* 10(2):351-368.
- Dryden IL, et Mardia KV. 1998. Statistical shape analysis. Chichester: Wiley.
- Dubois JP, et Verjux C. 1996. Une sépulture mésolithique en position assise sur le site du " Parc du Château " à Auneau (Eure-et-Loir). *Revue archéologique du Centre de la France* 35:83-96.
- Duches R, Avanzini M, Bassetti M, Flor E, Neri S, et Dalmeri G. 2014. Évolution de la mobilité épigravettienne durant le Dryas récent :quelles nouvelles informations pour l'Italie nord-orientale ? In: Langlais M, Naudinot N, et Peresani M, éditeurs. *Les groupes culturels de la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Bordeaux, 24-25 mai 2012*. Paris: Société Préhistorique Française. p 185-204.
- Ducrocq T, et Ketterer I. 1995. Le gisement mésolithique du "Petit Marais", La Chaussée-Tirancourt (Somme). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 92(2):249-260.
- Ducrocq T, Le Goff I, et Valentin F. 1996. La sépulture secondaire mésolithique de la Chaussée-Tirancourt (Somme). *Bulletin de la Société préhistorique française* 93(2):211-216.
- Duday H, et Courtaud P. 1998. La nécropole mésolithique de La Vergne (Charente-Maritime). In: Guilaine J, éditeur. *Sépultures d'occident et génèses des mégalithismes (9000-3500 avant notre ère), Séminaire du Collège de France*. Paris: Errance. p 25-34.

- Durand J. 2012. Meaux, Liaison routière nord/Hôpital (Hôpital de Meaux/RD405 route de Varreddes). Rapport de diagnostic. Centre Île-de-France: INRAP. p 244.
- Dutour O. 1995. Mechta-el-Arbi. a propos d'un crâne découvert en 1913 dans «l'escargotière martyr». In: Chenorkian R, éditeur. *L'homme méditerranéen*. Aix-en-Provence: Publication de l'Université de Provence. p 75-86.
- Ember CR. 1975. Residential variation among hunter-gatherers. *Behavior Science Research* 10(3):199-227.
- Ensor BE, Irish JD, Keegan WF, McConnell P, Peregrine PN, Schillaci MA, Stojanowski CM, Szołtysek M, Ensor BE, et Irish JD. 2017. The Bioarchaeology of Kinship: Proposed Revisions to Assumptions Guiding Interpretation. *Current Anthropology* 58(6):739-761.
- Erlandson JM. 1988. The role of shellfish in prehistoric economies: a protein perspective. *American Antiquity* 53(1):102-109.
- Evin J, Marien G, et Pachiardi C. 1978. Lyon natural radiocarbon measurements VII. *Radiocarbon* 20(1):19-57.
- Evtcev A, Cardini AL, Morozova I, et O'Higgins P. 2014. Extreme climate, rather than population history, explains mid-facial morphology of Northern Asians. *American Journal of Physical Anthropology* 153(3):449-462.
- Evtcev AA, et Movsesian AA. 2016. Testing the association between human mid-facial morphology and climate using autosomal, mitochondrial, Y chromosomal polymorphisms and cranial non-metrics. *American Journal of Physical Anthropology* 159(3):517-522.
- Fagnard J-P, Thévenin A, Ducrocq T, Souffi B, et Coudret P. 2008. Le début du Mésolithique en Europe du Nord-Ouest : actes de la table ronde d'Amiens, 9-10 octobre 2004. Paris: Société Préhistorique Française.
- Fairbanks RG. 1989. A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature* 342:637.
- Fat Cheung C. 2015. L'Azilien pyrénéen parmi les sociétés du tardiglaciaire ouest-européen: apport de l'étude des industries lithiques [Thèse de Doctorat]: Université Toulouse le Mirail-Toulouse II.
- Ferembach D. 1974a. Le squelette épicastelnovien de la Baume de Montclus (Gard). *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 1(1):109-127.
- Ferembach D. 1974b. Le squelette humain Azilien de Rochereil (Dordogne). *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 1(2):271-291.
- Ferembach D. 1974c. Les Hommes de l'Épipaléolithique et du Mésolithique de la France et du Nord-Ouest du Bassin méditerranéen. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 1(2):201-236.
- Ferembach D. 1976. Les hommes du Mésolithique. *La Préhistoire française*. Paris: CNRS. p 604-611.
- Ferembach D. 1978a. L'origine des Mésolithiques en France. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 5(3):231-237.
- Ferembach D. 1978b. A propos des Magdaléniens et des Mésolithiques. Influence possible de modifications du milieu sur l'évolution morphologique. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 5(3):239-247.
- Fernández-López de Pablo J, et Gabriel S. 2016. El Collado shell midden and the exploitation patterns of littoral resources during the Mesolithic in the Eastern Iberian Peninsula. *Quaternary International* 407(Part

B):106-117.

- Fernández-López de Pablo J, Puche MG, et Martínez-Ortí A. 2011. Systematic consumption of non-marine gastropods at open-air Mesolithic sites in the Iberian Mediterranean region. *Quaternary International* 244(1):45-53.
- Fernández-López de Pablo J, Salazar-García DC, Subirà-Galdacano ME, Roca de Togores C, Gómez-Puche M, Richards MP, et Esquembre-Bebíá MA. 2013. Late Mesolithic burials at Casa Corona (Villena, Spain): direct radiocarbon and palaeodietary evidence of the last forager populations in Eastern Iberia. *Journal of Archaeological Science* 40(1):671-680.
- Fernandez-Tresguerres J. 1976a. Azilian Burial from Los Azules I, Asturias, Spain. *Current Anthropology* 17(4):769.
- Fernandez-Tresguerres J. 1976b. Enterramiento Aziliense de la Cueva de Los Azules I (Cangas de Onis, Oviedo). *Boletín del Instituto de Estudios Asturianos* 30(87):273-288.
- Fernandez E, Perez-Perez A, Gamba C, Prats E, Cuesta P, Anfruns J, Molist M, Arroyo-Pardo E, et Turbon D. 2014. Ancient DNA analysis of 8000 B.C. near eastern farmers supports an early neolithic pioneer maritime colonization of Mainland Europe through Cyprus and the Aegean Islands. *PLoS Genet* 10(6):e1004401.
- Fernández López de Pablo J, et Gómez Puche M. 2009. Climate change and population dynamics during the Late Mesolithic and the Neolithic transition in Iberia. *Documenta Praehistorica* 36.
- Fischbein S. 1983. Intra-pair similarity in physical growth of opposite-sex twin pairs during puberty. *Annals of Human Biology* 10(2):135-145.
- Foley SF, Gronenborn D, Andreae MO, Kadereit JW, Esper J, Scholz D, Pöschl U, Jacob DE, Schöne BR, Schreg R et al. . 2013. The Palaeoanthropocene – The beginnings of anthropogenic environmental change. *Anthropocene* 3:83-88.
- Fontana F, Guerreschi A, et Peresani M. 2011. The visible landscape. Inferring Mesolithic settlement dynamics from multifaceted evidence in the south-eastern Alps. *Hidden Landscapes of Mediterranean Europe: Cultural and Methodological Biases in Pre-and Protohistoric Landscape Studies Proceedings of the International Meeting (Siena, Italy, May25-27, 2007)*. Oxford: BAR International Series. p 71-81.
- Fontanals-Coll M, Subirà ME, Marín-Moratalla N, Ruiz J, et Gibaja JF. 2014. From Sado Valley to Europe: Mesolithic dietary practices through different geographic distributions. *Journal of Archaeological Science* 50:539-550.
- Formicola V. 1986. Anthropologie dentaire des restes de l'Epigravettien final retrouvés dans la grotte des Arène Candide (Ligurie). *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 3(1):37-46.
- Formicola V. 1993. Stature reconstruction from long bones in ancient population samples: An approach to the problem of its reliability. *American Journal of Physical Anthropology* 90(3):351-358.
- Formicola V, et Franceschi M. 1996. Regression equations for estimating stature from long bones of early Holocene European samples. *American Journal of Physical Anthropology* 100(1):83-88.
- Formicola V, et Giannecchini M. 1999. Evolutionary trends of stature in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe. *Journal of Human Evolution* 36(3):319-333.
- Formicola V, et Holt BM. 2007. Resource availability and stature decrease in Upper Palaeolithic Europe. *Journal of Anthropological Science* 85:147-155.

- Formicola V, Pettitt PB, Maggi R, et Hedges R. 2005. Tempo and mode of formation of the Late Epigravettian necropolis of Arene Candide cave (Italy): direct radiocarbon evidence. *Journal of Archaeological Science* 32(11):1598-1602.
- Foster JB. 1964. Evolution of Mammals on Islands. *Nature* 202:234-235.
- Franciscus RG, et Long JC. 1991. Variation in human nasal height and breadth. *American Journal of Physical Anthropology* 85(4):419-427.
- Fraye DW. 1977. Metric dental change in the European Upper Paleolithic and Mesolithic. *American Journal of Physical Anthropology* 46(1):109-120.
- Fraye DW. 1980. Sexual dimorphism and cultural evolution in the Late Pleistocene and Holocene of Europe. *Journal of Human Evolution* 9(5):399-415.
- Fraye DW. 1988. Auditory exostoses and evidence for fishing at Vlasac. *Current Anthropology* 29(2):346-349.
- Freeman MF, et Tukey JW. 1950. Transformations related to the angular and the square root. *The Annals of Mathematical Statistics*:607-611.
- Friedman M. 1996. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44(1):6-29.
- Frisia S, Borsato A, Mangini A, Spötl C, Madonia G, et Sauro U. 2006. Holocene climate variability in Sicily from a discontinuous stalagmite record and the Mesolithic to Neolithic transition. *Quaternary Research* 66(3):388-400.
- Fu Q, Mittnik A, Johnson Philip LF, Bos K, Lari M, Bollongino R, Sun C, Giemsch L, Schmitz R, Burger J et al. . 2013. A Revised Timescale for Human Evolution Based on Ancient Mitochondrial Genomes. *Current Biology* 23(7):553-559.
- Fu Q, Posth C, Hajdinjak M, Petr M, Mallick S, Fernandes D, Furtwangler A, Haak W, Meyer M, Mittnik A et al. . 2016. The genetic history of Ice Age Europe. *Nature* 534:200-205.
- Galland M, Van Gerven DP, von Cramon-Taubadel N, et Pinhasi R. 2016. 11,000 years of craniofacial and mandibular variation in Lower Nubia. *Scientific Reports* 6:31040.
- Gallego Lletjós N. 2013. El Mesolítico en la Península Ibérica. Historia crítica de la investigación y estado actual del conocimiento [Thèse de doctorat]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Gamba C, Fernandez E, Tirado M, Deguilloux MF, Pemonge MH, Utrilla P, Edo M, Molist M, Rasteiro R, Chikhi L et al. . 2012. Ancient DNA from an Early Neolithic Iberian population supports a pioneer colonization by first farmers. *Molecular Ecology* 21(1):45-56.
- Gambier D, Bruzek J, Schmitt A, Houët F, et Murail P. 2006. Révision du sexe et de l'âge au décès des fossiles de Cro-Magnon (Dordogne, France) à partir de l'os coxal. *Comptes Rendus Palevol* 5(5):735-741.
- Gambier D, et Houët F. 1993. France, Upper Palaeolithic. Bruxelles: Laboratory of Anthropology and Human Genetics, Université Libre de Bruxelles.
- Gambier D, et Lenoir M. 1991. Les vestiges humains du Paléolithique supérieur en Gironde. *Bulletin trimestriel-Société d'anthropologie du Sud-Ouest* 26(1):1-31.
- García-Escárcaga A, Gutiérrez-Zugasti I, González-Morales MR, et Cobo-García A. 2017. Shells and Humans:

- Molluscs and Other Coastal Resources from the Earliest Human Occupations at the Mesolithic Shell Midden of El Mazo (Asturias, Northern Spain). *Papers from the Institute of Archaeology* 27(1).
- García-Guixé E, Martínez-Moreno J, Mora R, Núñez M, et Richards MP. 2009. Stable isotope analysis of human and animal remains from the Late Upper Palaeolithic site of Balma Guilanyà, southeastern Pre-Pyrenees, Spain. *Journal of Archaeological Science* 36(4):1018-1026.
- García Guixé E, Richards MP, et Eulàlia Subirà M. 2006. Palaeodiets of Humans and Fauna at the Spanish Mesolithic Site of El Collado. *Current Anthropology* 3:549-556.
- García Sánchez M. 1982. El esqueleto epipaleolítico de la "Cueva de Nerja" (Málaga). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 7:37-71.
- Garralda MD. 1982. El cráneo asturiense de Cuartamentero (Llanes, Oviedo). *Kobie* 12:7-29.
- Garralda MD. 1986. The Azilian man from Los Azules Cave I (Cangas de Onís, Oviedo, Spain). *Human Evolution* 1(5):431-447.
- Garralda MD, et Drak L. 2012. El esqueleto de Los Azules I (Cangas de Onís, Asturias, España) en el contexto funerario del Holoceno inicial en España. Ad Orientem: del final del Paleolítico en el Norte de España a las primeras civilizaciones del Oriente Próximo: estudios en homenaje a Juan Antonio Fernández-Tresguerres Velasco: Servicio de Publicaciones. p 109-130.
- Gassin B, Marchand G, Caud E, Guéret C, et Philibert S. 2013. Les lames à coches du second Mésolithique: des outils dédiés au travail des plantes? *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 110(1):25-46.
- Gazzoni V. 2010. Contributo alla ricostruzione delle identità regionali e della differenziazione sociale presso i gruppi di cacciatori-raccoglitori paleo-mesolitici. Studio della ritualità funeraria in Italia e Francia e analisi degli isotopi stabili sul campione umano del versante alpino sud-orientale [Thèse de doctorat]. Ferrara: Università degli Studi di ferrara.
- Gazzoni V, et Fontana F. 2011. Quelle mort ? Quelle vie ? Pratiques funéraires et organisation sociale des chasseurs-cueilleurs de la péninsule italienne. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 23(1-2):52-69.
- Gazzoni V, Goude G, Herrscher E, Guerreschi A, Antonioli F, et Fontana F. 2013. Late Upper Palaeolithic human diet: first stable isotope evidence from Riparo Tagliente (Verona, Italy). *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 25(3-4):103-117.
- Gely B, et Morand P. 1998. Les sépultures épipaléolithiques de l'aven des Iboussières à Malataverne (Drôme, France) : Premiers résultats. *Ardèche Archéologie* 15:13-18.
- Gemmerich Pfister I. 1999. Création d'une collection anthropologique de référence et application des caractères discrets dans le cas de généalogies connues [Thèse de Doctorat]. Genève: Université de Genève.
- Genet-Varcin E, et Vilain R. 1963. Une seconde sépulture mésolithique à Culoz (Ain). Paris: Masson.
- Giacobini G. 2006. Les sépultures du Paléolithique supérieur : la documentation italienne. *Comptes Rendus Palevol* 5(1-2):169-176.
- Gibaja J, Subira M, X T, Santos F, Agulló L, et Crawford GW. 2015. The Emergence of Mesolithic Cemeteries in SW Europe: Insights from the El Collado (Oliva, Valencia, Spain) Radiocarbon Record. *PLoS ONE* 10(1):e115505.

- Giemsch L, et Schmitz R. 2015. The Late Glacial burial form Oberkassel revisited. Darmstadt: Verlag.
- Goble FC, et Konopka EA. 1973. Sex as a factor in infectious disease. *Transactions of the New York Academy of Sciences* 35(4 Series II):325-346.
- Godinho RM, Toro-Ibacache V, Fitton LC, et O'Higgins P. 2017. Finite element analysis of the cranium: Validity, sensitivity and future directions. *Comptes Rendus Palevol* 16(5):600-612.
- González-Fortes G, Jones ER, Lightfoot E, Bonsall C, Lazar C, Grandal-d'Anglade A, Garralda MD, Drak L, Siska V, Simalcsik A et al. . 2017. Paleogenomic Evidence for Multi-generational Mixing between Neolithic Farmers and Mesolithic Hunter-Gatherers in the Lower Danube Basin. *Current Biology* 27(12):1801-1810.
- González-José R, Ramirez - Rozzi F, Sardi M, Martinez - Abadias N, Hernández M, et Pucciarelli HM. 2005. Functional - cranial approach to the influence of economic strategy on skull morphology. *American Journal of Physical Anthropology* 128(4):757-771.
- Gonzalez-Jose R, Van Der Molen S, Gonzalez-Perez E, et Hernandez M. 2004. Patterns of phenotypic covariation and correlation in modern humans as viewed from morphological integration. *American Journal of Physical Anthropology* 123(1):69-77.
- González-Sampériz P, Utrilla P, Mazo C, Valero-Garcés B, Sopena M, Morellón M, Sebastián M, Moreno A, et Martínez-Bea M. 2009. Patterns of human occupation during the early Holocene in the Central Ebro Basin (NE Spain) in response to the 8.2 ka climatic event. *Quaternary Research* 71(2):121-132.
- Good P. 2000. Permutation tests: a practical guide to resampling methods for testing hypotheses. New York: Springer.
- Goodman AH, et Armelagos GJ. 1985a. The chronological distribution of enamel hypoplasia in human permanent incisor and canine teeth. *Archives of Oral Biology* 30(6):503-507.
- Goodman AH, et Armelagos GJ. 1985b. Factors affecting the distribution of enamel hypoplasias within the human permanent dentition. *American Journal of Physical Anthropology* 68(4):479-493.
- Goodman AH, et Armelagos GJ. 1988. Childhood Stress and Decreased Longevity in a Prehistoric Population. *American Anthropologist* 90(4):936-944.
- Goodman AH, Martin DL, et Armelagos GJ. 1984. Indications of stress from bone and teeth. In: Cohen MN, et Armelagos GJ, éditeurs. *Paleopathology at the Origins of Agriculture*. Orlando: Academic Press. p 13-44.
- Goslee SC, et Urban DL. 2007. The ecodist package for dissimilarity-based analysis of ecological data. *Journal of Statistical Software* 22(7):1-19.
- Goude G, Willmes M, Wood R, Courtaud P, Leandri F, Cesari J, et Grün R. 2016. New insights into Mesolithic human diet in the Mediterranean from stable isotope analysis: The sites of Campu Stefanu and Torre d'Aquila, Corsica. *International Journal of Osteoarchaeology* 27(4).
- Gould SJ. 1977. Ontogeny and phylogeny. Cambridge: Harvard University Press.
- Goury G. 1931. L'homme des cités lacustres. Paris: Picard.
- Gower JC. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika* 53(3-4):325-338.

- Gowlett JA, Hedges R, Law I, et Perry C. 1987. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry datelist 5. *Archaeometry* 29(1):125-155.
- Graf N, et Graf R. 2001. Das Büttnerloch (D41) bei Thuisbrunn - eine mesolitische Bestattungöhle ? *Natur und Mensch (Jubiläumsausgabe 200 Jahre NHG)* Seite:357-384.
- Gravlee CC, Bernard HR, et Leonard WR. 2003a. Boas's changes in bodily form: The immigrant study, cranial plasticity, and Boas's physical anthropology. *American Anthropologist* 105(2):326-332.
- Gravlee CC, Bernard HR, et Leonard WR. 2003b. Heredity, environment, and cranial form: A reanalysis of Boas's immigrant data. *American Anthropologist* 105(1):125-138.
- Graziosi P. 1947. Gli uomini paleolitici della Grotta di S. teodoro (Messina). *Rivista di Scienze Preistoriche* 3:123-223.
- Green RF, Suchey JM, et Gokhale DV. 1979. The statistical treatment of correlated bilateral traits in the analysis of cranial material. *American Journal of Physical Anthropology* 50(4):629-634.
- Grifoni Cremonesi R, et Radmilli AM. 1964. La Grotta Maritza e il Fucino prima dell'età romana. *Rivista di Scienze Preistoriche*(19):53-127.
- Gronenberg D. 2014. The persistence of hunting and gathering. In: Cummings V, Jordan P, et Zvelebil M, éditeurs. *The Oxford handbook of the archaeology and anthropology of hunter-gatherers*. Oxford: Oxford University Press. p 787-823.
- Groning F, Fagan M, et O'Higgins P. 2012. Modeling the human mandible under masticatory loads: which input variables are important? *The Anatomical Record* 295(5):853-863.
- Grünberg JM. 2000. Mesolithische Bestattungen in Europa: Ein Beitrag zur vergleichenden Gräberkunde. Rahden/Westfalen: Verlag Marie Leidorf GmbH.
- Grünberg JM. 2013. Animals in Mesolithic burials in Europe. *Anthropozoologica* 48(2):231-253.
- Grünberg JM, Graetsch HA, Heußner K-U, et Schneider K. 2016a. Analyses of Mesolithic grave goods from upright seated individuals in Central Germany. In: Grünberg JM, Gramsch B, Larsson L, Orschiedt J, et Meller H, éditeurs. *Mesolithic burials – Rites, symbols and social organisation of early postglacial communities Mesolithische Bestattungen – Riten, Symbole und soziale Organisation früher postglazialer Gemeinschaften International Conference, Halle (Saale), Germany, 18th-21st September 2013*. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. p 291-328.
- Grünberg JM, Gramsch B, Larsson L, Orschiedt J, et Meller H. 2016b. Mesolithic burials – Rites, symbols and social organisation of early postglacial communities Mesolithische Bestattungen – Riten, Symbole und soziale Organisation früher postglazialer Gemeinschaften. International Conference, Halle (Saale), Germany, 18th-21st September 2013. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt.
- Gruss LT. 2007. Limb length and locomotor biomechanics in the genus Homo: an experimental study. *American Journal of Physical Anthropology* 134(1):106-116.
- Guatelli-Steinberg D, Hunter JP, Durner RM, Moormann S, Weston TC, et Betsinger TK. 2013. Teeth, morphogenesis, and levels of variation in the human Carabelli trait. *Anthropological perspectives on tooth morphology: genetics, evolution, variation*. Cambridge: Cambridge University Press. p 69-91.
- Guatelli-Steinberg D, et Lukacs JR. 1999. Interpreting Sex Differences in Enamel Hypoplasia in Human and Non-Human Primates: Developmental, Environmental, and Cultural Considerations. *Yearbook of Physical*

- Guéret C. 2013. L'outillage du Premier Mésolithique dans le Nord de la France et en Belgique. Eclairages fonctionnels [Thèse de Doctorat]: Université Paris 1.
- Guéret C, et Bénard A. 2017. "Fontainebleau rock art" (Ile-de-France, France), an exceptional rock art group dated to the Mesolithic? Critical return on the lithic material discovered in three decorated rock shelters. *Journal of Archaeological Science: Reports* 13:99-120.
- Guilaine J. 2003. De la vague à la tombe, La conquête néolithique de la Méditerranée (8000-2000 avant J.-C.). Paris: Le Seuil.
- Guiry EJ, Hillier M, et Richards MP. 2015. Mesolithic Dietary Heterogeneity on the European Atlantic Coastline. *Current Anthropology* 56(3):460-470.
- Gunther T, Valdiosera C, Malmstrom H, Urena I, Rodriguez-Varela R, Sverrisdottir OO, Daskalaki EA, Skoglund P, Naidoo T, Svensson EM et al. . 2015. Ancient genomes link early farmers from Atapuerca in Spain to modern-day Basques. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 112(38):11917-11922.
- Gunz P, Mitteroecker P, et Bookstein FL. 2005. Semilandmarks in three dimensions. In: Slice D, éditeur. *Modern morphometrics in physical anthropology*. New York: Springer. p 73-98.
- Gunz P, Mitteroecker P, Neubauer S, Weber GW, et Bookstein FL. 2009. Principles for the virtual reconstruction of hominin crania. *Journal of Human Evolution* 57(1):48-62.
- Guy E. 1993. Enquête stylistique sur l'expression figurative épipaléolithique en France: de la forme au concept. *PALEO* 5(1):333-373.
- Guy E. 1997. Enquête stylistique sur cinq composantes de la figuration épipaléolithique en France. *Bulletin de la Société préhistorique Française*:309-313.
- Guyomarc'h P. 2011. Reconstitution faciale par imagerie 3D : Variabilité morphométrique et mise en oeuvre informatique [Thèse de Doctorat]. Bordeaux: Université Bordeaux 1.
- Guyomarc'h P, et Bruzek J. 2011. Accuracy and reliability in sex determination from skulls: a comparison of Fordisc(R) 3.0 and the discriminant function analysis. *Forensic Science International* 208(1-3):180 e181-186.
- Guyomarc'h P, et Bruzek J. 2010. Dimorphisme sexuel du crâne de sujets identifiés (collection Olivier, MNHN, Paris): évaluation par morphométrie géométrique. *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 22(3-4):216-229.
- Haak W, Balanovsky O, Sanchez JJ, Koshel S, Zaporozhchenko V, Adler CJ, Der Sarkissian CS, Brandt G, Schwarz C, Nicklisch N et al. . 2010. Ancient DNA from European early neolithic farmers reveals their near eastern affinities. *PLoS Biol* 8(11):e1000536.
- Haak W, Forster P, Bramanti B, Matsumura S, Brandt G, Tänzer M, Villems R, Renfrew C, Gronenborn D, et Alt KW. 2005. Ancient DNA from the first European farmers in 7500-year-old Neolithic sites. *Science* 310(5750):1016-1018.
- Haak W, Lazaridis I, Patterson N, Rohland N, Mallick S, Llamas B, Brandt G, Nordenfelt S, Harney E, Stewardson K et al. . 2015. Massive migration from the steppe was a source for Indo-European languages in Europe. *Nature* 522(7555):207-211.

- Haas S. 1991. Neue Funde menschlicher Skelettreste und ihre Ergebnisse. *Urgeschichte in Oberschwaben und der mittleren Schwäbischen Alb Zum Stand neuerer Untersuchungen der Steinzeit-Archäologie Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg* 17:37-38.
- Hammer Ø, Harper D, et Ryan P. 2001. Paleontological Statistics Software: Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*:9.
- Hanihara T. 1992. Dental and cranial affinities among populations of East Asia and the Pacific: The basic populations in East Asia, IV. *American Journal of Physical Anthropology* 88(2):163-182.
- Hanihara T, et Ishida H. 2001a. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. I. Supernumerary ossicle variations. *Journal of Anatomy* 198(6):689-706.
- Hanihara T, et Ishida H. 2001b. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. II. Hypostotic variations. *Journal Of Anatomy* 198(6):707-725.
- Hanihara T, et Ishida H. 2001c. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. III. Hyperostotic variations. *Journal of Anatomy* 199(3):251-272.
- Hanihara T, et Ishida H. 2001d. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. IV. Vessel and nerve related variations. *Journal of Anatomy* 199(3):273-287.
- Hanihara T, Ishida H, et Dodo Y. 2003. Characterization of biological diversity through analysis of discrete cranial traits. *American Journal of Physical Anthropology* 121(3):241-251.
- Harris EF, et Sjøvold T. 2004. Calculation of Smith's mean measure of divergence for intergroup comparisons using nonmetric data. *Dental Anthropology* 17(3):83-93.
- Harvati K, et Weaver TD. 2006. Human cranial anatomy and the differential preservation of population history and climate signatures. *The Anatomical Record Part A, Discoveries in molecular, cellular, and evolutionary biology* 288(12):1225-1233.
- Hauser G, et De Stefano GF. 1989. Epigenetic variants of the human skull. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Hedges R, Housley R, Ramsey CB, et Klinken Gv. 1993. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: archaeometry datelist 16. *Archaeometry* 35(1):147-167.
- Hedges R, Pettitt P, Ramsey CB, et Klinken Gv. 1997. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry datelist 24. *Archaeometry* 39(2):445-471.
- Hedges RE, Housley R, Bronk CR, et Klinken Gv. 1992. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry datelist 15. *Archaeometry* 34(2):337-357.
- Heim J-L. 1992. Le crâne magdalénien du Rond-du-Barry (Haute-Loire). In: scientifiques Cdthe, éditeur. *Le Peuplement magdalénien paléogéographie physique et humaine Paléogéographie physique et humaine Actes du colloque de Chancelade, 10-15 octobre 1988* Paris: Editions du CTHS. p 53-61.
- Hemani G, Yang J, Vinkhuyzen A, Powell JE, Willemsen G, Hottenga J-J, Abdellaoui A, Mangino M, Valdes AM, et Medland SE. 2013. Inference of the genetic architecture underlying BMI and height with the use of 20,240 sibling pairs. *The American Journal of Human Genetics* 93(5):865-875.
- Henry-Gambier D. 2001. La sépulture des enfants de Grimaldi:(Baoussé-Roussé, Italie): anthropologie et paléontologie funéraire des populations de la fin du Paléolithique supérieur: Comité des travaux

- Henry-Gambier D, Souquet-Leroy I, Bertran P, Claud É, et Folgado-Lopez M. 2011. Une nouvelle sépulture mésolithique. Gisement «Les pièces de Monsieur Jarnac»(Bourg Charente, Charente, France). *PALEO Revue d'archéologie préhistorique*(22):173-118.
- Herrera B, Hanihara T, et Godde K. 2014. Comparability of multiple data types from the Bering Strait region: cranial and dental metrics and nonmetrics, mtDNA, and Y-chromosome DNA. *American Journal of Physical Anthropology* 154(3):334-348.
- Herrscher E, et Goude G. 2015. 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, et Reiche I, éditeurs. *Messages d'os Archéométrie du squelette animal et humain*. Suresnes: Editions des Archives Contemporaines. p 259-275.
- Hervella M, Izagirre N, Alonso S, Fregel R, Alonso A, Cabrera VM, et de la Rúa C. 2012. Ancient DNA from hunter-gatherer and farmer groups from Northern Spain supports a random dispersion model for the Neolithic expansion into Europe. *PLoS one* 7(4):e34417.
- Heuertz M. 1950. Le gisement préhistorique no. 1 (Loschbour) de la vallée de l'Ernz-Noire (G.-D. de Luxembourg). *Archives de l'Institut Grand-Ducal de Luxembourg, Section des Sciences Naturelles, Physiques et Mathématiques*:409-441.
- Heuzé Y. sous presse. What does nasal cavity size tell us about functional nasal airways? *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*.
- Hill KR, Walker RS, Božičević M, Eder J, Headland T, Hewlett B, Hurtado AM, Marlowe F, Wiessner P, et Wood B. 2011. Co-residence patterns in hunter-gatherer societies show unique human social structure. *Science* 331(6022):1286-1289.
- Hinout J. 1998. Essai de synthèse à propos de l'art schématique mésolithique dans les massifs gréseux du Bassin parisien. *Bulletin de la Société préhistorique Française*:505-524.
- Hirschhorn JN, et Lettre G. 2009. Progress in genome-wide association studies of human height. *Hormone Research in Paediatrics* 71(Suppl. 2):5-13.
- Hoffmann A, Hublin JJ, Huls M, et Terberger T. 2011. The Homo aurignaciensis hauseri from Combe-Capelle: a Mesolithic burial. *Journal of Human Evolution* 61(2):211-214.
- Hoffmann A, et Wegner D. 2002. The rediscovery of the Combe Capelle skull. *Journal of Human Evolution* 43(4):577-581.
- Holliday TW. 1997a. Body proportions in Late Pleistocene Europe and modern human origins. *Journal of Human Evolution* 32(5):423-447.
- Holliday TW. 1997b. Postcranial evidence of cold adaptation in European Neandertals. *American Journal of Physical Anthropology* 104(2):245-258.
- Holliday TW. 1999. Brachial and crural indices of European Late Upper Paleolithic and Mesolithic humans. *Journal of Human Evolution* 36(5):549-566.
- Holliday TW. 2002. Body size and postcranial robusticity of European Upper Paleolithic hominins. *Journal of Human Evolution* 43(4):513-528.

- Holliday TW, et Ruff CB. 2001. Relative variation in human proximal and distal limb segment lengths. *American Journal of Physical Anthropology* 116(1):26-33.
- Holliday TW, et Trinkaus E. 1991. Limb/trunk proportions in Neandertals and early anatomically modern humans. *American Journal of Physical Anthropology* 12:93-94.
- Holt BM. 1999. Biomechanical evidence of decreased mobility in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe [Thèse de Doctorat]: University of Missouri-Columbia.
- Holt BM. 2003. Mobility in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe: evidence from the lower limb. *American Journal of Physical Anthropology* 122(3):200-215.
- Howell TL, et Kintigh KW. 1996. Archaeological identification of kin groups using mortuary and biological data: an example from the American Southwest. *American Antiquity* 61(3):537-554.
- Howells WW. 1973. Cranial variation in man: a study by multivariate analysis of patterns of difference among recent human populations. *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology* 67.
- Hubbard AR, Guatelli-Steinberg D, et Irish JD. 2015. Do nuclear DNA and dental nonmetric data produce similar reconstructions of regional population history? An example from modern coastal Kenya. *American Journal of Physical Anthropology* 157(2):295-304.
- Hubbe M, Hanihara T, et Harvati K. 2009a. Climate signatures in the morphological differentiation of worldwide modern human populations. *Anatomical Record (Hoboken)* 292(11):1720-1733.
- Hubbe M, Neves WA, de Oliveira EC, et Strauss A. 2009b. Postmarital residence practice in southern Brazilian coastal groups: Continuity and change. *Latin American Antiquity* 20(2):267-278.
- Hunter JP, Guatelli-Steinberg D, Weston TC, Durner R, et Betsinger TK. 2010. Model of Tooth Morphogenesis Predicts Carabelli Cusp Expression, Size, and Symmetry in Humans. *Plos One* 5(7):e11844.
- Husson F, Josse J, et Pages J. 2010. Principal component methods-hierarchical clustering-partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data. *Applied Mathematics Department*.
- Hutchinson DL, Denise CB, Daniel HJ, et Kalmus GW. 1997. A reevaluation of the cold water etiology of external auditory exostoses. *American Journal of Physical Anthropology* 103(3):417-422.
- Ilett M. 1998. Cuiry-lès-Chaudardes “les Fontinettes”, Rapport de fouille programmée. Université de Paris 1-Panthéon Sorbonne: Ministère de la Culture.
- Incarbona A, Zarccone G, Agate M, Bonomo S, Stefano E, Masini F, Russo F, et Sineo L. 2010. A multidisciplinary approach to reveal the Sicily Climate and Environment over the last 20 000 years. *Open Geosciences* 2(2):71-82.
- Ingman M, Kaessmann H, Pääbo S, et Gyllensten U. 2000. Mitochondrial genome variation and the origin of modern humans. *Nature* 408(6813):708-713.
- Irish JD. 2005. Population continuity vs. discontinuity revisited: dental affinities among late Paleolithic through Christian-era Nubians. *American Journal of Physical Anthropology* 128(3):520-535.
- Irish JD. 2010. The mean measure of divergence: its utility in model-free and model-bound analyses relative to the Mahalanobis D(2) distance for nonmetric traits. *American Journal of Human Biology* 22(3):378-395.
- Irish JD, Lillios KT, Waterman AJ, et Silva AM. 2017. “Other” possibilities? Assessing regional and extra-regional

- dental affinities of populations in the Portuguese Estremadura to explore the roots of Iberia's Late Neolithic-Copper Age. *Journal of Archaeological Science: Reports* 11:224-236.
- Jackes M. 2013. Muge Mesolithic heterogeneity: comparing Moita do Sebastião and Cabeço da Arruda. *Proceedings of the Eighth Conference on the Mesolithic in Europe*. Oxford: Oxbow Books
- Jackes M, et Lubell D. 1997. On Physical Anthropological Aspects of the Mesolithic- Neolithic Transition in the Iberian Peninsula. *Current Anthropology* 38(5):839-846.
- Jackes M, et Lubell D. 2008. Early and middle Holocene environments and Capsian cultural change: evidence from the Télijdjène Basin, eastern Algeria. *African Archaeological Review* 25(1-2):41-55.
- Jackes M, et Meiklejohn C. 2004. Building a method for the study of the Mesolithic-Neolithic transition in Portugal. *Documenta Praehistorica* 31:89-111.
- Jackes M, et Meiklejohn C. 2008. The paleodemography of central Portugal and the Mesolithic-Neolithic transition. *Recent Advances in Palaeodemography*: Springer. p 209-258.
- Jackes M, Silva AM, et Irish J. 2001. Dental morphology: a valuable contribution to our understanding of prehistory. *Journal of Iberian Archaeology* 3:97-119.
- Jadin I, et Carpentier M. 1994. La sépulture mésolithique du Petit Ri à Malonne (Namur, Belgique). Contexte archéologique et position chronologique. *Anthropologie et préhistoire* 105:127-146.
- Jalut G, Amat AE, Bonnet L, Gauquelin T, et Fontugne M. 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160(3):255-290.
- Jalut G, Dedoubat JJ, Fontugne M, et Otto T. 2009. Holocene circum-Mediterranean vegetation changes: Climate forcing and human impact. *Quaternary International* 200(1-2):4-18.
- Jalut G, et Turu-Michels V. 2009. La végétation des Pyrénées françaises lors du dernier épisode glaciaire et durant la transition Glaciaire-Interglaciaire (Last Termination). *Els Pirineus i les àrees circumdants durant el Tardiglaciari Mutacions i filiacions tecnoculturals, evolució paleoambiental (16 000–10 000 BP), XIV Col·loqui internacional d'Arqueologia de Puigcerdà Institut d'Estudis Ceretans, Puigcerdà*:129-150.
- Jantz LM, et Jantz RL. 1999. Secular change in long bone length and proportion in the United States, 1800–1970. *American Journal of Physical Anthropology* 110(1):57-67.
- Jantz RL, Jantz LM, et Devlin JL. 2016. Secular Changes in the Postcranial Skeleton of American Whites. *Human Biology* 88(1):65-75.
- Jernvall J. 2000. Linking development with generation of novelty in mammalian teeth. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 97(6):2641-2645.
- Jernvall J, et Jung HS. 2000. Genotype, phenotype, and developmental biology of molar tooth characters. *American Journal of Physical Anthropology* 113(S31):171-190.
- Johnsen SJ, Dahl-Jensen D, Gundestrup N, Steffensen JP, Clausen HB, Miller H, Masson-Delmotte V, Sveinbjörnsdóttir AE, et White J. 2001. Oxygen isotope and palaeotemperature records from six Greenland ice-core stations: Camp Century, Dye-3, GRIP, GISP2, Renland and NorthGRIP. *Journal of Quaternary Science* 16(4):299-307.
- Jolliffe IT. 2002. Principal component analysis and factor analysis. New York: Springer-Verlag.

- Jones ER, Gonzalez-Forbes G, Connell S, Siska V, Eriksson A, Martiniano R, McLaughlin RL, Gallego Llorente M, Cassidy LM, Gamba C et al. . 2015. Upper Palaeolithic genomes reveal deep roots of modern Eurasians. *Nature Communications* 6.
- Josse J, et Husson F. 2016. missMDA: A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis. *Journal of Statistical Software* 70(1):31.
- Jude P-E. 1960. La grotte de Rochereil. Station magdalénienne et azilienne. Paris: Masson.
- Jungers WL, Falsetti AB, et Wall CE. 1995. Shape, relative size, and size-adjustments in morphometrics. *American Journal of Physical Anthropology* 38(S21):137-161.
- Kacki S. 2016. Influence de l'état sanitaire des populations anciennes sur la mortalité en temps de peste : contribution à la paléoépidémiologie [Thèse de Doctorat]: Université de Bordeaux.
- Katz DC, Grote MN, et Weaver TD. 2016. A mixed model for the relationship between climate and human cranial form. *American Journal of Physical Anthropology* 160(4):593-603.
- Katz DC, Grote MN, et Weaver TD. 2017. Changes in human skull morphology across the agricultural transition are consistent with softer diets in preindustrial farming groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 114(34):9050-9055.
- Kefi R, Hechmi M, Naouali C, Jmel H, Hsouna S, Bouzaid E, Abdelhak S, Beraud-Colomb E, et Stevanovitch A. 2018. On the origin of Iberomaurusians: new data based on ancient mitochondrial DNA and phylogenetic analysis of Afalou and Taforalt populations. *Mitochondrial DNA Part A* 29(1):147-157.
- Kennedy GE. 1986. The relationship between auditory exostoses and cold water: a latitudinal analysis. *American Journal of Physical Anthropology* 71(4):401-415.
- Khasanov B, et Khasanov T. 2017. deltar: Calculation of Delta R Values.
- Klingenberg CP. 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11(2):353-357.
- Klingenberg CP. 2014. Studying morphological integration and modularity at multiple levels: concepts and analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369(1649).
- Klingenberg CP. 2016. Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. *Development Genes and Evolution* 226(3):113-137.
- Klingenberg CP, et Monteiro LR. 2005. Distances and Directions in Multidimensional Shape Spaces: Implications for Morphometric Applications. *Systematic Biology* 54(4):678-688.
- Klug WS, Cummings MR, et Spencer CA. 2010. Génétique. Paris: Pearson Éducation France.
- Knipper C, et Alt KW. 2015. Strontium and oxygen isotope analyses of the double burial of Bonn-Oberkassel. In: Giemsch L, et Schmitz RW, éditeurs. *The Late Glacial burial form Oberkassel revisited*. Darmstadt: Verlag. p 209-218.
- Knüsel C. 2010. Bioarchaeology: a synthetic approach. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 22(1-2):62-73.
- Kondo S, et Townsend GC. 2006. Associations between Carabelli trait and cusp areas in human permanent maxillary first molars. *American Journal of Physical Anthropology* 129(2):196-203.

- Krebs NE, Mazariegos M, Tshefu A, Bose C, Sami N, Chomba E, Carlo W, Goco N, Kindem M, et Wright LL. 2011. Meat consumption is associated with less stunting among toddlers in four diverse low-income settings. *Food and Nutrition Bulletin* 32(3):185-191.
- Kroon DF, Lawson ML, Derkay CS, Hoffmann K, et McCook J. 2002. Surfer's ear: external auditory exostoses are more prevalent in cold water surfers. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 126(5):499-504.
- Lacam R, et Niederlender A. 1944. Le gisement mésolithique du Cuzoul de Gramat. Paris: Masson.
- Lacan M, Keyser C, Ricaut FX, Brucato N, Tarrus J, Bosch A, Guilaine J, Crubezy E, et Ludes B. 2011. Ancient DNA suggests the leading role played by men in the Neolithic dissemination. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108(45):18255-18259.
- Lagotala H. 1924. Etude des ossements humains de Mechta-el-Arbi: Recueil des notices et mémoires de la société archéologique historique et géographique de Constantine 55.
- Lahr MM, et Wright RV. 1996. The question of robusticity and the relationship between cranial size and shape in Homo sapiens. *Journal of Human Evolution* 31(2):157-191.
- Lane RA, et Sublett AJ. 1972. Osteology of social organization: residence pattern. *American Antiquity* 37(2):186-201.
- Lang L, Bridault A, Gebhardt A, Leroyer C, Limondin N, Sicard S, et Valentin F. 1997. Occupations mésolithiques dans la moyenne vallée de la Seine. Rueil-Malmaison" les Closeaux"(90 063 007AP)(Hauts-de-Seine), Document final de synthèse de sauvetage urgent, AFAN-coordination A.
- Langlais M. 2007. Dynamiques culturelles des sociétés magdaléniennes dans leurs cadres environnementaux. Enquête sur 7000 ans d'évolution de leurs industries lithiques entre Rhône et Ebre [Thèse de Doctorat]: Université de Toulouse II et Universitat de Barcelona.
- Langlais M, Detrain L, Ferrié J, Mallye J, Marquebielle B, Rigaud S, Turq A, Bonnet-Jacquement P, Boudadi-Maligne M, et Caux S. 2014a. Réévaluation des gisements de La Borie del Rey et de Port-de-Penne: nouvelles perspectives pour la transition Pléistocène-Holocène dans le sud-ouest de la France. In: Langlais M, Naudinot N, et Peresani M, éditeurs. *Les groupes culturels de la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Bordeaux, 24-25 mai 2012*. Paris: Société Préhistorique Française. p 24-25.
- Langlais M, Naudinot N, et Peresani M. 2014b. Les groupes culturels de la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique. Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Bordeaux, 24-25 mai 2012. Paris: Société Préhistorique Française.
- Laroulandie V. 2006. De la plume à l'œuf : exploitation des ressources aviaires au Magdalénien dans le Sud de la France. In: Fontana L, Chauvière F-X, et Bridault A, éditeurs. *Proceedings of the XVth UISPP World Congress, Session C 61, septembre 2006*. Lisbonne, Portugal: J. & E. Hedges. p 71-89.
- Laroulandie V, Elorza Espolosin M, et Berganza Gochi E. 2016. Les oiseaux marins du Magdalénien supérieur de Santa Catalina (Lekeito, Biscaye, Espagne). Approches taphonomique et archéozoologique. In: Dupont C, et Marchand G, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Paris: Société Préhistorique Française. p 37-57.
- Larsen CS. 1997. Bioarchaeology. Interpreting Behaviour from the Human Skeleton. New York: Cambridge University Press.
- Larsen CS. 2002. Bioarchaeology: the lives and lifestyles of past people. *Journal of Archaeological Research* 10(2):119-166.

- Larsson L, Kindgren H, Knutsson K, Loeffler D, et Akerlund A. 2005. Mesolithic on the Move. Papers Presented at the Sixth International Conference on the Mesolithic in Europe, Stockholm, 2000. Oxford: Oxford Books.
- Le Bras-Goude G, Binder D, Simon P, et Richards M. 2006. L'homme du Rastel (Peillon, Alpes-Maritimes, France). Nouvelles données isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$), radiométriques et archéologiques. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco* 46:84-88.
- Le Brun-Ricalens F, Valotteau F, et Brou L. 2007. Den éinschte "Lëtzebuerger", Le premier "Luxembourgeois". In: Kmec S, Majerus B, Margue M, et Peporte P, éditeurs. *Lieux de mémoire au Luxembourg*. Luxembourg: Éditions Saint-Paul. p 43-48.
- Le Gall O, et Pannoux P. 1994. Les poissons de Pont d'Ambon: L'abri sous roche de Pont d'Ambon à Bourdeilles (Dordogne). *Gallia Préhistoire* 36:113-126.
- Le Grand Y, et Brunet P. 1994. Etiolles "Les Coudray". DFS de diagnostic archéologique 01/04/1994-31/07/1994. Paris: Paris, SRA Ile-de-France.
- Le Luyer M. 2016. Évolution dentaire dans les populations humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (19000-5500 cal. BP) : une approche intégrée des structures externe et interne des couronnes pour le Bassin aquitain et ses marges [Thèse de doctorat]: Université de Bordeaux.
- Le Luyer M. sous presse. La réduction des dents humaines à la transition Pléistocène-Holocène dans le sud-ouest de la France : réévaluation et apports de l'analyse de la structure interne par imagerie 3D. In: Averbouh A, Bonnet-Jacquement P, et Cleyet-Merle J-J, éditeurs. *L'Aquitaine à la fin des temps glaciaires - Aquitaine at the end of the Ice Age Les sociétés de la transition du Paléolithique final au début du Mésolithique dans l'espace nord aquitain Actes de la table ronde organisée en hommage à Guy Célérier, Les Eyzies-de-Tayac, 24-26 juin 2015*: PALEO, numéro spécial
- Le Luyer M, et Bayle P. 2017. Microevolution of outer and inner structures of upper molars in Late Pleistocene and Early Holocene humans. *Comptes Rendus Palevol* 16(5-6):632-644.
- Le Roy M, Rivollat M, Mendisco F, Pemonge M-H, Coutelier C, Couture C, Tillier A-m, Rottier S, et Deguilloux M-F. 2016. Distinct ancestries for similar funerary practices? A GIS analysis comparing funerary, osteological and aDNA data from the Middle Neolithic necropolis Gurgy "Les Noisats" (Yonne, France). *Journal of Archaeological Science* 73:45-54.
- Leduc C, Bridault A, et Cupillard C. 2015. Wild boar (*Sus scrofa scrofa*) hunting and exploitation strategies during the Mesolithic at Les Cabônes (Ranchot Jura, France), layer 3. *Journal of Archaeological Science: Reports* 2:473-484.
- Leduc C, et Verjux C. 2014. Mesolithic occupation patterns at Auneau "Le Parc du Château" (Eure-et-Loir – France): contribution of zooarchaeological analysis from two main pits to the understanding of type and length of occupation. *Journal of Archaeological Science* 47:39-52.
- Leroyer C. 1997. Homme, climat, végétation au Tardi-et Postglaciaire dans le Bassin parisien: apports de l'étude palynologique des fonds de vallée [Thèse de Doctorat]: Université Paris 1.
- Lieberman DE, Krovitz GE, Yates FW, Devlin M, et Claire MS. 2004. Effects of food processing on masticatory strain and craniofacial growth in a retrognathic face. *Journal of Human Evolution* 46(6):655-677.
- Lipson M, Szecsenyi-Nagy A, Mallick S, Posa A, Stegmar B, Keerl V, Rohland N, Stewardson K, Ferry M, Michel M et al. . 2017. Parallel palaeogenomic transects reveal complex genetic history of early European farmers. *Nature* 551(7680):368-372.
- Livshits G, et Kobylansky E. 1991. Fluctuating asymmetry as a possible measure of developmental homeostasis

- in humans: a review. *Human Biology*:441-466.
- Lo Vetro D, et Martini F. 2006. La nuova sepoltura epigravettiana di Grotta d'Oriente (Favignana, Trapani). Florence: Origines.
- Lomolino MV. 2005. Body size evolution in insular vertebrates: generality of the island rule. *Journal of Biogeography* 32(10):1683-1699.
- Loy A, Mariani L, Bertelletti M, et Tunesi L. 1998. Visualizing allometry: geometric morphometrics in the study of shape changes in the early stages of the two-banded sea bream, *Diplodus vulgaris* (Perciformes, Sparidae). *Journal of Morphology* 237(2):137-146.
- Lubell D. 2004. Prehistoric edible land snails in the circum-Mediterranean: the archaeological evidence. *Petits animaux sociétés humaines: du complément alimentaire aux ressources utilitaires*:77-98.
- Lubell D, Jackes M, Schwarcz H, Knyf M, et Meiklejohn C. 1994. The Mesolithic-Neolithic transition in Portugal: isotopic and dental evidence of diet. *Journal of Archaeological Science* 21(2):201-216.
- Macho GA, et Moggi - Cecchi J. 1992. Reduction of maxillary molars in *Homo sapiens sapiens*: a different perspective. *American Journal of Physical Anthropology* 87(2):151-159.
- Macphail R, Hather J, Hillson S, et Maggi R. 1994. The Upper Pleistocene deposits at Arene Candide: soil micromorphology of some samples from the Cardini 1940-42 excavations. *Quaternaria Nova* 4:79-100.
- Maddux SD, Yokley TR, Svoma BM, et Franciscus RG. 2016. Absolute humidity and the human nose: A reanalysis of climate zones and their influence on nasal form and function. *American Journal of Physical Anthropology* 161(2):309-320.
- Mafart B, Guipert G, Alliez-Philip C, et Brau J-J. 2007. Virtual reconstitution and new palaeopathological study of the Magdalenian child's skull of Rochereil. *Comptes Rendus Palevol* 6(8):569-579.
- Magny M, Bégeot C, Guiot J, et Peyron O. 2003. Contrasting patterns of hydrological changes in Europe in response to Holocene climate cooling phases. *Quaternary Science Reviews* 22(15-17):1589-1596.
- Magny M, et Haas JN. 2004. A major widespread climatic change around 5300 cal. yr BP at the time of the Alpine Iceman. *Journal of Quaternary Science* 19(5):423-430.
- Magny M, Vanni re B, de Beaulieu J-L, B geot C, Heiri O, Millet L, Peyron O, et Walter-Simonnet A-V. 2007. Early-Holocene climatic oscillations recorded by lake-level fluctuations in west-central Europe and in central Italy. *Quaternary Science Reviews* 26(15-16):1951-1964.
- Malécot G. 1950. Quelques schémas probabilistes sur la variabilité des populations naturelles. *Annales de l'Université de Lyon A*. p 37-60.
- Mallegni F, et Fabbri PF. 1995. The human skeletal remains from the upper palaeolithic burials found in Romito cave (Papasidero, Cosenza, Italy). *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 7(3):99-137.
- Manen C, Marchand G, et Carvalho A. 2007. Le Néolithique ancien de la péninsule Ibérique : vers une nouvelle évaluation du mirage africain ? In: Evin J,  diteur. *Un siècle de construction du discours scientifique en préhistoire: congrès du centenaire de la Société Préhistorique Française Avignon, France, 2004 Volume : 3 « Aux conceptions d'aujourd'hui »*: Société Préhistorique Française. p 133-151.
- Mangerud J, Andersen ST, Berglund BE, et Donner JJ. 1974. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for

- terminology and classification. *Boreas* 3(3):109-126.
- Mann HB, et Whitney DR. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics*:50-60.
- Mannino M, Catalano G, Talamo S, Mannino G, Di Salvo R, Schimmenti V, Lalueza-Fox C, Messina A, Petruso D, et Caramelli D. 2012. Origin and diet of the prehistoric hunter-gatherers on the mediterranean island of Favignana (Ègadi Islands, Sicily). *Plos One* 7(11):e49802.
- Mannino M, Di Salvo R, Schimmenti V, Di Patti C, Incarbona A, Sineo L, et Richards MP. 2011. Upper Palaeolithic hunter-gatherer subsistence in Mediterranean coastal environments: an isotopic study of the diets of the earliest directly-dated humans from Sicily. *Journal of Archaeological Science* 38(11):3094-3100.
- Mannino M, et Thomas K. 2009. Current research on prehistoric human coastal ecology: late Pleistocene and early Holocene hunter-gatherer transitions in north-west Sicily. In: McCartan S, Schulting R, Warren G, et Woodman P, éditeurs. *Mesolithic Horizons: Papers Presented at the Seventh International Conference on the Mesolithic in Europe, Belfast 2005*. Oxford: Oxbow Books. p 140-145.
- Mannino M, Thomas K, Leng M, Piperno M, Tusa S, et Tagliacozzo A. 2007. Marine resources in the Mesolithic and Neolithic at the Grotta dell'Uzzo (Sicily): evidence from isotope analyses of marine shells. *Archaeometry* 49(1):117-133.
- Mannino M, Thomas K, Piperno M, Tusa S, et Tagliacozzo A. 2006. Fine-tuning the radiocarbon chronology of the Grotta dell'Uzzo (Trapani). *Atti della Società per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli* 15:17-31.
- Mantel N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer research* 27(2 Part 1):209-220.
- Marce-Nogue J, Puschel TA, et Kaiser TM. 2017. A biomechanical approach to understand the ecomorphological relationship between primate mandibles and diet. *Science Reports* 7(1):8364.
- Marchand G. 2008. Dynamique des changements techniques sur les marges du Massif armoricain de l'Azilien au Premier Mésolithique. In: Fagnard J-P, Thévenin A, Ducrocq T, Souffi B, et Coudret P, éditeurs. *Le début du Mésolithique en Europe du Nord-Ouest, Actes de la table-ronde d'Amiens, 9 et 10 octobre 2004*. Paris: Société Préhistorique française. p 52-64.
- Marchand G. 2014a. Préhistoire atlantique : fonctionnement et évolution des sociétés du Paléolithique au Néolithique. Arles: Editions Errances.
- Marchand G. 2014b. Premier et Second Mésolithique : au-delà des techniques ? In: Henry A, Marquebielle B, Chesnaux L, et Michel S, éditeurs. *Des techniques aux territoires : nouveaux regards sur les cultures mésolithiques, Actes de la table-ronde, 22-23 novembre 2012*. Maison de la recherche, Toulouse (France): P@lethnology. p 9-22.
- Marchand G. 2015a. Living on the edge of the world: the Mesolithic communities of the Atlantic coast in France and Portugal. In: Bicho N, Detry C, Price TD, et Cunha E, éditeurs. *Muge 150th: The 150th Anniversary of the Discovery of Mesolithic Shellmiddens - Volume 1*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing. p 273-285.
- Marchand G. 2015b. Mobilité circulaire et mobilité cyclique au Mésolithique : éléments d'identification par l'archéologie. In: Naudinot N, Meignen L, Binder D, et Querré G, éditeurs. *Les systèmes de mobilité de la Préhistoire au Moyen Age XXXVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. Antibes: Editions APDCA. p 231-250.
- Marchand G, et Dupont C. 2016. Les chasseurs-cueilleurs maritimes entre terre et mer, entre diversité et complexité.

- In: Marchand G, et Dupont C, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes De la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Actes de la séance de la Société Préhistorique Française: Paris. p 9-19.
- Marchand G, Dupont C, Delhon C, Desse-Berset N, Gruet Y, Laforge M, Le Bannier J-C, Netter C, Nukushina D, Onfray M et al. . 2016. Retour à Beg-er-Vil. Nouvelles approches des chasseurs-cueilleurs maritimes de France atlantique. In: Marchand G, et Dupont C, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes De la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Paris: Société Préhistorique Française. p 283-319.
- Marchand G, Dupont C, Laforge M, Le Bannier J-C, Netter C, Nukushina D, Onfray M, Querré G, Quesnel L, et Stéphan P. 2018. Before the spatial analysis of Beg-er-Vil: A journey through the multiple archaeological dimensions of a Mesolithic dwelling in Atlantic France. *Journal of Archaeological Science: Reports* 18:973-983.
- Marchand G, Dupont C, Oberlin C, et Delque-Kolic E. 2009. Entre «effet réservoir» et «effet de plateau»: la difficile datation du Mésolithique de Bretagne. In: Crombé P, Van Strydonck M, Sergant J, Bats M, et Boudin M, éditeurs. *Chronology and Evolution in the Mesolithic of NW Europe, Proceedings of the international congress Brussels, May 30 - June 1 2007*. Newcastle: Cambridge Scholar Publishing. p 307-335.
- Marchand G, et Perrin T. 2017. Why this revolution? Explaining the major technical shift in Southwestern Europe during the 7th millennium cal. BC. *Quaternary International* 428(B):73-85.
- Marinval-Vigne MC, Mordant D, Auroire G, Augereau A, Bailon S, Dauphin C, Delibrias G, Krier V, Leclerc AS, Leroyer C et al. . 1989. Noyens-sur-Seine, site stratifié en milieu fluviatile : une étude multidisciplinaire intégrée. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*:370-379.
- Marquebielle B. 2011. Mesolithic bone tools in Southwestern Europe: the example of the French site of “Le Cuzoul de Gramat”. In: Baron J, et Kufel-Diakowska B, éditeurs. *Written in Bones*. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski, Instytut Archeologii. p 63-78.
- Marquebielle B. 2014. Le travail des matières osseuses au Mésolithique: Caractérisation technique et économique à partir des séries du Sud et de l'Est de la France [Thèse de Doctorat]: Université Toulouse le Mirail-Toulouse II.
- Marquebielle B. 2016. Le travail des matières osseuses au Laborien : état des lieux des connaissances et inventaire de la documentation potentiellement disponible. In: Langlais M, éditeur. *Le Laborien en Aquitaine Réévaluation des collections et gisements*. DRAC Nouvelle Aquitaine: Service Régional de l'Archéologie. p 9-36.
- Marques RC, Dórea JG, Bernardi JVE, Bastos WR, et Malm O. 2008. Maternal fish consumption in the nutrition transition of the Amazon Basin: Growth of exclusively breastfed infants during the first 5 years. *Annals of Human Biology* 35(4):363-377.
- Martin H. 1994. Nouveaux milieux, nouveaux chasseurs: une approche des comportements au post-glaciaire à travers l'étude des saisons de capture du gibier [Thèse de Doctorat]: Université Toulouse 2.
- Martin R. 1928. *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung*, Vol. 2: Kraniologie. Jena: Gustav Fischer.
- Martinez-Abadias N, Esparza M, Sjøvold T, Gonzalez-Jose R, Santos M, et Hernandez M. 2009. Heritability of human cranial dimensions: comparing the evolvability of different cranial regions. *Journal of Anatomy* 214(1):19-35.
- Martinez-Abadias N, Gonzalez-Jose R, Gonzalez-Martin A, Van der Molen S, Talavera A, Hernandez P, et

- Hernandez M. 2006. Phenotypic evolution of human craniofacial morphology after admixture: a geometric morphometrics approach. *American Journal of Physical Anthropology* 129(3):387-398.
- Martins JMM, Carvalho AF, et Soares AMM. 2008. A calibração das datas de radiocarbono dos esqueletos humanos de Muge. *Promontoria, Revista do Departamento de História, Arqueologia e Património da Universidade do Algarve*(6):73-93.
- Mathieson I, Alpaslan-Roodenberg S, Posth C, Szécsényi-Nagy A, Rohland N, Mallick S, Olalde I, Broomandkoshbacht N, Candilio F, Cheronet O et al. . 2018. The genomic history of southeastern Europe. *Nature*.
- Mathieson I, Lazaridis I, Rohland N, Mallick S, Patterson N, Roodenberg SA, Harney E, Stewardson K, Fernandes D, Novak M et al. . 2015. Genome-wide patterns of selection in 230 ancient Eurasians. *Nature*.
- May H, Sella-Tunis T, Pokhojaev A, Peled N, et Sarig R. sous presse. Changes in mandible characteristics during the terminal Pleistocene to Holocene Levant and their association with dietary habits. *Journal of Archaeological Science: Reports*.
- Mazurié de Keroualin K. 2003. Génèse et diffusion de l'agriculture en Europe: agriculteurs-chasseurs-pasteurs. Paris: Editions Errance.
- McCartan S, Schulting RJ, Warren G, et Woodman PC. 2009. Mesolithic Horizons: Papers presented at the Seventh international conference on the Mesolithic in Europe, Belfast 2005. Oxford: Oxbow books.
- McIlvaine BK. 2013. Implications of Reappraising the Iron-Deficiency Anemia Hypothesis. *International Journal of Osteoarchaeology* 25(9):997-1000.
- McRae BH, et Nürnberger B. 2006. Isolation by resistance. *Evolution* 60(8):1551-1561.
- Meiklejohn C. 2009. Radiocarbon dating of the Mesolithic human remains in Spain. *Mesolithic Miscellany* 22(2):2-20.
- Meiklejohn C, Baab J, et Hiebert W. 2016. A chrono-geographic look at Mesolithic burials: an initial study. In: Grünberg JM, Gramsch B, Larsson L, Orschiedt J, et Meller H, éditeurs. *Mesolithic burials – Rites, symbols and social organisation of early postglacial communities Mesolithische Bestattungen – Riten, Symbole und soziale Organisation früher postglazialer Gemeinschaften International Conference, Halle (Saale), Germany, 18th-21st September 2013*. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. p 25-45.
- Meiklejohn C, et Babb J. 2009. Issues in burial chronology in the Mesolithic of northwestern Europe. In: Crombé P, Van Strydonck M, Sergent J, Boudin M, et Bats M, éditeurs. *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe Proceedings of an International Meeting, Brussels, May 30th-June 1st 2007*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing. p 217-238.
- Meiklejohn C, et Babb J. 2011. Long Bone Length, Stature and Time in the European Late Pleistocene and Early Holocene. In: Pinhasi R, et Stock JT, éditeurs. *Human Bioarchaeology of the Transition to Agriculture: John Wiley & Sons, Ltd*. p 153-175.
- Meiklejohn C, et Babb J. 2015. Cranial morphology and population relationships in Portugal and Southwest Europe in the Mesolithic and terminal Upper Paleolithic. In: Bicho N, Detry C, Price TD, et Cunha E, éditeurs. *Muge 150th : The 150th Anniversary of the Discovery of Mesolithic Shellmiddens - Volume 1*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing. p 239-254.
- Meiklejohn C, Bosset G, et Valentin F. 2010. Radiocarbon dating of Mesolithic human remains in France. *Mesolithic Miscellany* 21(1):10-56.

- Meiklejohn C, Miller R, et Toussaint M. 2014. Radiocarbon dating of Mesolithic human remains in Belgium and Luxembourg. *Mesolithic Miscellany* 22(2):10-39.
- Meiklejohn C, Roksandic M, Jackes M, et Lubell D. 2009. Radiocarbon dating of Mesolithic human remains in Portugal. *Mesolithic Miscellany* 20(1):4-16.
- Meiklejohn C, Schentag C, Venema A, et Key P. 1984. Socioeconomic change and patterns of pathology and variation in the Mesolithic and Neolithic of Western Europe: some suggestions. In: Armelagos GJ, et Cohen MN, éditeurs. *Paleopathology at the Origins of Agriculture*. Orlando: Academic Press. p 75-100.
- Milner N. 2009. Mesolithic consumption practices: food for thought. *Journal of Nordic Archaeological Science* 16:49-64.
- Minellono F. 1987. Manifestazioni artistiche paleolitiche in Toscana. *Atti del VI convegno di preistoria, protostoria e storia della Daunia* 2:27-34.
- Minellono F, Pardini E, et Fornaciari G. 1980. Le sepolture epigravettiane di Vado all'Arancio (Grosseto). *Rivista di Scienze Preistoriche Firenze* 35(1-2):3-44.
- Mitteroecker P, et Gunz P. 2009. Advances in Geometric Morphometrics. *Evolutionary Biology* 36(2):235-247.
- Mittnik A, et Krause J. 2015. The Oberkassel double burial from a genetic perspective. In: Giemsch L, et Schmitz RW, éditeurs. *The Late Glacial burial form Oberkassel revisited*. Darmstadt: Verlag. p 223-229.
- Modi A, Tassi F, Susca RR, Vai S, Rizzi E, Bellis G, Luglie C, Gonzalez Fortes G, Lari M, Barbujani G et al. . 2017. Complete mitochondrial sequences from Mesolithic Sardinia. *Scientific Reports* 7:42869.
- Møller AP, et Swaddle JP. 1997. Asymmetry, developmental stability and evolution. Oxford: Oxford University Press.
- Monteiro LR. 1999. Multivariate regression models and geometric morphometrics: the search for causal factors in the analysis of shape. *Systematic Biology* 48(1):192-199.
- Montero P, et Borderias J. 1989. Distribution and hardness of muscle connective tissue in hake (*Merluccius merluccius* L.) and trout (*Salmo irideus* gibb). *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 189(6):530-533.
- Mordant C, et Mordant D. 1992. Noyen-sur-Seine: a Mesolithic waterside settlement. In: Coles B, éditeur. *The wetland revolution in Prehistory*. Exeter: The Prehistoric Society & Warp. p 55-64.
- Mordant D, Valentin B, et Vigne J-D. 2013. Noyen-sur-Seine, vingt cinq ans après. In: Valentin B, Souffi B, Ducrocq T, Fagnart J-P, Séara F, et Verjux C, éditeurs. *Palethnographie du Mésolithique Recherches sur les habitats de plein air entre Loire et Neckar Actes de la table ronde internationale de Paris, 26 et 27 novembre 2010*. Paris: Société Préhistorique Française. p 37-49.
- Morel P. 1993. Impacts de projectiles sur le gibier: quelques éléments d'une approche expérimentale. *Traces et fonction: Les gestes retrouvés* 1:50-57.
- Morton NE. 1973. Isolation by distance. In: Morton NE, éditeur. *Genetic structure of populations*. Honolulu: University Press of Hawaiï. p 76-79.
- Murail P. 1996. Biologie et pratiques funéraires des populations d'époque historique : une démarche méthodologique appliquée à la nécropole gallo-romaine de Chantambre (Essonne, France) [Thèse de doctorat]. Bordeaux: Université Bordeaux 1.

- Murail P, Bruzek J, et Braga J. 1999. A New Approach to Sexual Diagnosis in past populations. Practical adjustments from Van Vark's Procedure. *International Journal of Osteoarchaeology* 9:39-53.
- Murail P, Bruzek J, Houët J, et Cunha E. 2005. DSP : a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* n. s. 17(3-4):167-176.
- Naudinot N. 2010. Dynamiques techno-économiques et de peuplements au Tardiglaciaire dans le Grand-Ouest de la France [Thèse de Doctorat]: Université de Rennes 1.
- Naudinot N, Bourdier C, Laforge M, Paris C, Bellot-Gurlet L, Beyries S, Thery-Parisot I, et Le Goffic M. 2017. Divergence in the evolution of Paleolithic symbolic and technological systems: The shining bull and engraved tablets of Rocher de l'Imperatrice. *Plos One* 12(3):e0173037.
- Newell RR, Constandse Westermann TS, et Meiklejohn C. 1979. The Skeletal Remains of Mesolithic Man in Western Europe: an Evaluative Catalogue. *Journal of Human Evolution* 8(1):1-233.
- Nicholson E, et Harvati K. 2006. Quantitative analysis of human mandibular shape using three-dimensional geometric morphometrics. *American Journal of Physical Anthropology* 131(3):368-383.
- Nikita E, et Michopoulou E. 2018. A quantitative approach for sex estimation based on cranial morphology. *American Journal of Physical Anthropology* 165(3):507-517.
- Noback ML, et Harvati K. 2015. The contribution of subsistence to global human cranial variation. *Journal of Human Evolution* 80:34-50.
- Noback ML, Harvati K, et Spoor F. 2011. Climate-related variation of the human nasal cavity. *American Journal of Physical Anthropology* 145(4):599-614.
- Oakley KP, Campbell BG, et Molleson TI. 1971. Catalogue of Fossil Hominids. London: Trustees of the British Museum (National History).
- Octobon F-CE. 1921. La question tardenoisienne. Aperçu général de l'état actuel de la question en France. Association Française pour l'Avancement des Sciences, 45ème édition. Rouen. p 879-885.
- Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlenn D, Minchin PR, O'Hara R, Simpson GL, Solymos P et al. . 2017. vegan: Community Ecology Package. *R package version 2.4-5*.
- Okumura MM, Boyadjian CH, et Eggers S. 2007. Auditory exostoses as an aquatic activity marker: a comparison of coastal and inland skeletal remains from tropical and subtropical regions of Brazil. *American Journal of Physical Anthropology* 132(4):558-567.
- Olalde I, Brace S, Allentoft ME, Armit I, Kristiansen K, Booth T, Rohland N, Mallick S, Szecsenyi-Nagy A, Mittnik A et al. . 2018. The Beaker phenomenon and the genomic transformation of northwest Europe. *Nature* 555(7695):190-196.
- Olalde I, Schroeder H, Sandoval-Velasco M, Vinner L, Lobon I, Ramirez O, Civit S, Garcia Borja P, Salazar-Garcia DC, Talamo S et al. . 2015. A Common Genetic Origin for Early Farmers from Mediterranean Cardial and Central European LBK Cultures. *Molecular Biology and Evolution* 32(12):3132-3142.
- Olaria C. 2002. La muerte como rito transcendental. Los rituales funerarios del epipaleolítico-amesolítico y su probable influencia en el mundo megalítico. *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló* 23:85-106.

- Olaria C. 2014. The Mesolithic collective burial of Cingle del Mas Nou (Aere del Maestre, Castellón, Spain). In: Manen C, Perrin T, et Guilaine J, éditeurs. *La transition néolithique en Méditerranée Actes du colloque "Transitions en Méditerranée, ou comment des chasseurs devinrent agriculteurs" Muséum de Toulouse, 11-15 avril 2011*. Arles: Editions Errance. p 358-369.
- Owings Webb PA, et Suchey JM. 1985. Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of American males and females. *American Journal of Physical Anthropology* 68:457-466.
- Paillet P, et Man-Estier E. 2014. De nouvelles découvertes d'art mobilier laborien dans le Nord du Périgord. In: Langlais M, Naudinot N, et Peresani M, éditeurs. *Les groupes culturels de la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Bordeaux, 24-25 mai 2012*. Paris: Société Préhistorique Française. p 129-154.
- Palma di Cesnola A. 1976. Considerazioni sulla posizione crono-stratigrafica dei fanerantropi della Grotta dei Fanciulli a Grimaldi. *Archivio per l'Antropologia e la Etnologia Firenze* 106:171-191.
- Paoli G, Parenti R, et Sergi S. 1980. Gli scheletri mesolitici della Caverna delle Arene Candide (Liguria). *Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana Roma* 3:33-154.
- Paschetta C, de Azevedo S, Castillo L, Martinez-Abadias N, Hernandez M, Lieberman DE, et Gonzalez-Jose R. 2010. The influence of masticatory loading on craniofacial morphology: A test case across technological transitions in the Ohio valley. *American Journal of Physical Anthropology* 141(2):297-314.
- Patte É. 1968. L'homme et la femme de l'Azilien de Saint-Rabier (fouilles Cheynier). *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle Série C, Sciences de la Terre Tome XIX(Fascicule 1):1-56*.
- Paul KS, Astorino CM, et Bailey SE. 2017. The Patterning Cascade Model and Carabelli's trait expression in metamerics of the mixed human dentition: exploring a morphogenetic model. *American Journal of Physical Anthropology* 162(1):3-18.
- Péquart M, Péquart S-J, Boule M, et Vallois HV. 1937. Tévéc: station-nécropole mésolithique du Morbihan. Paris: Masson.
- Péquart M, et Péquart S-JV. 1934. La nécropole mésolithique de l'Île d'Hoëdic. *L'Anthropologie* 44(1/2):1-20.
- Péquart M, et Péquart S-JV. 1954. Hoëdic: deuxième station-nécropole du mésolithique côtier armoricain. Anvers: de Sikkel.
- Pérez-Pérez A, Chimenos E, Lalueza C, et Mercadal O. 1995. Human remains from the mesolithic site of El Collado (Oliva, Valencia, Spain). *Homo* 45(3):243-256.
- Pérez MSH. 2000. Continuïtat/discontinuïtat a l'Art Rupestre de la façana oriental de la Península Ibèrica. *Cota zero: revista d'arqueologia i ciència*(16):65-84.
- Perez SI, Lema V, Diniz-Filho JAF, Bernal V, Gonzalez PN, Gobbo D, et Pucciarelli HM. 2011. The role of diet and temperature in shaping cranial diversification of South American human populations: an approach based on spatial regression and divergence rate tests. *Journal of Biogeography* 38(1):148-163.
- Perrin T, et Defranould E. 2016. The Montclus rock shelter (Gard) and the continuity hypothesis between 1st and 2nd Mesolithic in Southern France. *Quaternary International* 423:230-241.
- Perrin T, Marchand G, Allard P, Binder D, Collina C, Puchol OG, et Valdeyron N. 2009. Le second Mésolithique d'Europe occidentale: origines et gradient chronologique (The late Mesolithic of Western Europe: origins and chronological stages). *Annales de la Fondation Fyssen*. p 160-176.

- Petersen HC. 1997. A discriminant analysis approach to morphological regionalization in the European Late Mesolithic. *Anthropologischer Anzeiger* 55:33-42.
- Peyroteo Stjerna R. 2016. On Death in the Mesolithic: Or the Mortuary Practices of the Last Hunter-Gatherers of the South-Western Iberian Peninsula, 7th–6th Millennium BCE [Thèse de Doctorat]: Uppsala University.
- Peyroteo Stjerna R. 2017. Arqueotematologia e coleções museológicas: Estratégias e desafios para o estudo das práticas funerárias do passado. In: 2017 AdAP, éditeur. *Arqueologia em Portugal 2017 - Estado da Questão*. Lisbonne: Associação dos Arqueólogos Portugueses. p 447-459.
- Pietrusewsky M. 2008. Metric analysis of skeletal remains: methods and applications. In: Katzenberg MA, et Saunders SR, éditeurs. *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. second edition ed. New York: Wiley-Liss. p 487-532.
- Pietrusewsky M. 2014. Biological Distance in Bioarchaeology and Human Osteology. In: Smith C, éditeur. *Encyclopedia of Global Archaeology*. Berlin: Springer Verlag. p 889-902.
- Pilloud MA, et Hefner JT. 2016. Biological distance analysis: Forensic and bioarchaeological perspectives. Cambridge: Academic Press.
- Pinhasi R, Eshed V, et Shaw P. 2008. Evolutionary changes in the masticatory complex following the transition to farming in the southern Levant. *American Journal of Physical Anthropology* 135(2):136-148.
- Pinhasi R, Eshed V, et von Cramon-Taubadel N. 2015. Incongruity between Affinity Patterns Based on Mandibular and Lower Dental Dimensions following the Transition to Agriculture in the Near East, Anatolia and Europe. *Plos One* 10(2):e0117301.
- Pinhasi R, et von Cramon-Taubadel N. 2012. A Craniometric Perspective on the Transition to Agriculture in Europe. *Human Biology* 84(1):45-66.
- Polet C, et Cauwe N. 2002. Les squelettes mésolithiques et néolithiques de l'abri des Autours (province de Namur, Belgique). *Comptes Rendus Palevol* 1(1):43-50.
- Polet C, et Cauwe N. 2007. Étude anthropologique des sépultures préhistoriques de l'abri des Autours (Province de Namur, Belgique). *Anthropologica et praehistorica* 118:87-126.
- Porr M, et Alt KW. 2006. The burial of Bad Dürrenberg, Central Germany osteopathology and osteoarchaeology of a Late Mesolithic shaman's grave. *International Journal of Osteoarchaeology* 16(395-406).
- Posth C, Renaud G, Mittnik A, Drucker Dorothee G, Rougier H, Cupillard C, Valentin F, Thevenet C, Furtwängler A, Wißing C et al. . 2016. Pleistocene Mitochondrial Genomes Suggest a Single Major Dispersal of Non-Africans and a Late Glacial Population Turnover in Europe. *Current Biology* 26(6):827-833.
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Rasmussen SO, Bigler M, Blockley SP, Blunier T, Buchardt SL, Clausen HB, Cvijanovic I, Dahl-Jensen D, Johnsen SJ, Fischer H et al. . 2014. A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 106:14-28.
- Rasteiro R, et Chikhi L. 2013. Female and Male Perspectives on the Neolithic Transition in Europe: Clues from Ancient and Modern Genetic Data. *Plos One* 8(4):e60944.

- Raxter MH, Auerbach BM, et Ruff CB. 2006. Revision of the Fully technique for estimating statures. *American Journal of Physical Anthropology* 130(3):374-384.
- Raxter MH, Ruff CB, et Auerbach BM. 2007. Technical note: revised fully stature estimation technique. *American Journal of Physical Anthropology* 133(2):817-818.
- Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Buck CE, Cheng H, Edwards RL, Friedrich M et al. . 2013. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon* 55(4):1869-1887.
- Reitsema LJ, et McIlvaine BK. 2014. Reconciling "stress" and "health" in physical anthropology: what can bioarchaeologists learn from the other subdisciplines? *American Journal of Physical Anthropology* 155(2):181-185.
- Relethford JH. 1994. Craniometric variation among modern human populations. *American Journal of Physical Anthropology* 95(1):53-62.
- Relethford JH. 2001. Global Analysis of Regional Differences in Craniometric Diversity and Population Substructure. *Human Biology* 73(5):629-636.
- Relethford JH. 2004a. Boas and beyond: migration and craniometric variation. *American Journal of Human Biology* 16(4):379-386.
- Relethford JH. 2004b. Global Patterns of Isolation by Distance Based on Genetic and Morphological Data. *Human Biology* 76(4):499-513.
- Reyes-Centeno H, Ghirotto S, et Harvati K. 2017. Genomic validation of the differential preservation of population history in modern human cranial anatomy. *American Journal of Physical Anthropology* 162(1):170-179.
- Richards M, Macaulay V, Hickey E, Vega E, Sykes B, Guida V, Rengo C, Sellitto D, Cruciani F, Kivisild T et al. . 2000. Tracing European founder lineages in the Near Eastern mtDNA pool. *American Journal of Human Genetics* 67(5):1251-1276.
- Rigaud S. 2011. La parure : traceur de la géographie culturelle et des dynamiques de peuplement au passage Mésolithique-Néolithique en Europe [Thèse de Doctorat]: Université Bordeaux 1.
- Rivollat M. 2016. Du fonctionnement des sites funéraires aux processus de Néolithisation sur le territoire français (Néolithique ancien et moyen) : premiers apports de l'approche paléogénétique [Thèse de Doctorat]: Université de Bordeaux.
- Rivollat M, Mendisco F, Pemonge MH, Safi A, Saint-Marc D, Bremond A, Couture-Veschambre C, Rottier S, et Deguilloux MF. 2015. When the waves of European Neolithization met: first paleogenetic evidence from early farmers in the southern Paris Basin. *Plos One* 10(4):e0125521.
- Rivollat M, Reveillas H, Mendisco F, Pemonge MH, Justeau P, Couture C, Lefranc P, Feliu C, et Deguilloux MF. 2016. Ancient mitochondrial DNA from the middle neolithic necropolis of Obernai extends the genetic influence of the LBK to west of the Rhine. *American Journal of Physical Anthropology* 161(3):522-529.
- Robert B, Allard P, et Hamon C. 2015. Tombe à incinération du Mésolithique à Concevreux (Aisne). *Revue archéologique de Picardie*(3/4):15-32.
- Rohlf FJ, et Slice D. 1990. Extensions of the Procrustes Method for the Optimal Superimposition of Landmarks. *Systematic Biology* 39(1):40-59.

- Rohlf J, et Marcus LF. 1993. A revolution morphometrics. *Trends in Ecology & Evolution* 8(4):129-132.
- Roksandic M, Bicho N, et Veríssimo H. 2006. Analysis of burials from the new excavations of the sites Cabeço da Amoreira and Cabeço da Arruda (Muge, Portugal). Do Epipaleolítico ao Calcolítico na Península Ibérica Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular: Universidade do Algarve Faro. p 43-54.
- Rosas A, et Bastir M. 2002. Thin-plate spline analysis of allometry and sexual dimorphism in the human craniofacial complex. *American Journal of Physical Anthropology* 117(3):236-245.
- Roseman CC. 2004. Detecting interregionally diversifying natural selection on modern human cranial form by using matched molecular and morphometric data. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 101(35):12824-12829.
- Roseman CC, et Weaver TD. 2007. Molecules versus morphology? Not for the human cranium. *Bioessays* 29(12):1185-1188.
- Rozoy J-G. 1978. Les Derniers Chasseurs. L'Epipaléolithique en France et en Belgique. Essai de synthèse: Bulletins de la Société Archéologique Champenoise.
- Ruff CB. 1994. Morphological adaptation to climate in modern and fossil hominids. *American Journal of Physical Anthropology* 37(S19):65-107.
- Ruff CB, Holt BM, Niskanen M, Sladek V, Berner M, Garofalo E, Garvin HM, Hora M, Maijanen H, Niinimäki S et al. . 2012. Stature and body mass estimation from skeletal remains in the European Holocene. *American Journal of Physical Anthropology* 148(4):601-617.
- Ruiz-Gonzalez A, Gurrutxaga M, Cushman SA, Madeira MJ, Randi E, et Gomez-Moliner BJ. 2014. Landscape genetics for the empirical assessment of resistance surfaces: the European pine marten (*Martes martes*) as a target-species of a regional ecological network. *Plos One* 9(10):e110552.
- Salazar-Ciudad I, et Jernvall J. 2002. A gene network model accounting for development and evolution of mammalian teeth. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99(12):8116-8120.
- Salazar-García DC. 2016. Repaso a la evidencia isotópica sobre alimentación en la prehistoria valenciana durante el Mesolítico y el Neolítico. *Bilyana* 1:31-46.
- Salazar-García DC, Aura JE, Olària CR, Talamo S, Morales JV, et Richards MP. 2014. Isotope evidence for the use of marine resources in the Eastern Iberian Mesolithic. *Journal of Archaeological Science* 42:231-240.
- Samsel M, Knüsel CJ, et Villotte S. 2016. Réévaluation du sexe et de l'âge au décès du sujet azilien Le Peyrat 5, Saint-Rabier (Dordogne, France). *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 28(3):213-220.
- Samsel M, Knüsel CJ, et Villotte S. 2017. Infracranial variability among the Magdalenian people of southwestern France (poster presentation). 86th annual meeting of the American Association of Physical Anthropologists. New Orleans.
- Sanchez-Quinto F, Schroeder H, Ramirez O, Avila-Arcos MC, Pybus M, Olalde I, Velazquez AM, Marcos ME, Encinas JM, Bertranpetit J et al. . 2012. Genomic affinities of two 7,000-year-old Iberian hunter-gatherers. *Current Biology* 22(16):1494-1499.
- Santos F. 2015. L'algorithme EM : une courte présentation.
- Santos F. 2018. AnthroMMD: An R package with a graphical user interface for the mean measure of divergence.

- Santos F, Guyomarc'h P, et Bruzek J. 2014. Statistical sex determination from craniometrics: Comparison of linear discriminant analysis, logistic regression, and support vector machines. *Forensic Science International* 245C:204 e201-204 e208.
- Sardi ML, Novellino PS, et Pucciarelli HM. 2006. Craniofacial morphology in the Argentine Center-West: consequences of the transition to food production. *American Journal of Physical Anthropology* 130(3):333-343.
- Saunders SR. 1978. The development and distribution of discontinuous morphological variation of the human infracranial skeleton. Ottawa: National Museum of Man.
- Saunders SR. 1989. Nonmetric skeletal variation. *Reconstruction of life from the skeleton New York: Alan R Liss* p:95-21.
- Saunders SR, et Popovich F. 1978. A family study of two skeletal variants: atlas bridging and clinoid bridging. *American Journal of Physical Anthropology* 49(2):193-203.
- Schaller-Åhrberg E. 2007. Fishing for storage: Mesolithic short term fishing for long term consumption. In: Milner N, Craig OE, et Bailey GN, éditeurs. *Shell Middens in Atlantic Europe*. Oxford: Oxbow Books. p 46-53.
- Scheuer L. 2002. Application of osteology to forensic medicine. *Clinical Anatomy* 15(4):297-312.
- Scheuer L, et Black S. 2000. *Developmental Juvenile Osteology*. Londres: Elsevier Academic Press.
- Scheuer L, et Black S. 2004. *The juvenile skeleton*. Londres: Elsevier Academic Press.
- Schmitt A. 2001. Variabilité de la sénescence du squelette humain. Réflexions sur les indicateurs de l'âge au décès: à la recherche d'un outil performant [Thèse de doctorat]: Université Bordeaux I.
- Schmitt A. 2002. Estimation de l'âge au décès des sujets adultes à partir du squelette : des raisons d'espérer. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* n.s., 14(1-2):51-73.
- Schmitt A. 2005. Une nouvelle méthode pour estimer l'âge au décès des adultes à partir de la surface sacro-pelvienne iliaque. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* n.s., 17(1-2):89-101.
- Schulting R. 2003. The marrying kind: evidence for a patrilocal postmarital residence pattern in the Mesolithic of southern Brittany. In: Larsson L, Kindgren H, Knutsson K, Loeffler d, et Akerlund A, éditeurs. *Mesolithic on the Move Papers Presented at the Sixth International Conference on the Mesolithic in Europe, Stockholm, 2000*. Oxford: Oxford Books. p 431-441.
- Schulting R. 2005. Comme la mer qui se retire: les changements dans l'exploitation des ressources marines du Mésolithique au Néolithique en Bretagne. *Mémoires de la Société Préhistorique Française* 36:163-171.
- Schulting R. 2010. Staying home for dinner: an isotopic approach to regionality in Mesolithic Atlantic Europe. *The Archaeology of Regional Technologies: Case studies from the Palaeolithic to the age of the Vikings Lewiston: Edwin Mellen Press, Lewiston*:69-88.
- Schulting RJ. 1999. Nouvelles dates AMS à Tévéc et Hoëdic (Quiberon, Morbihan). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 96(2):203-207.
- Schulting RJ. 2016. Holes in the world: the use of caves for burial in the Mesolithic. In: Grünberg JM, Gramsch B, Larsson L, Orschiedt J, et Meller H, éditeurs. *Mesolithic burials – Rites, symbols and social*

organisation of early postglacial communities Mesolithische Bestattungen – Riten, Symbole und soziale Organisation früher postglazialer Gemeinschaften (Intern Conference Halle/Sa, 18-21/2013). Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Halle (Saale). p 555-568.

- Schulting RJ, Blockley SM, Bocherens H, Drucker D, et Richards M. 2008. Stable carbon and nitrogen isotope analysis on human remains from the Early Mesolithic site of La Vergne (Charente-Maritime, France). *Journal of Archaeological Science* 35(3):763-772.
- Schulting RJ, et Richards MP. 2001. Dating Women and Becoming Farmers: New Palaeodietary and AMS Dating Evidence from the Breton Mesolithic Cemeteries of Tévéc and Hoëdic. *Journal of Anthropological Archaeology* 20(3):314-344.
- Schweich M. 2010. Diachronic effects of bio-cultural factors on stature and body proportions in British archaeological populations. The impact of living conditions, socio-economic, nutritional and health status on growth, development, maximum attained stature and physical shape in archaeological skeletal population samples [Thèse de doctorat]: University of Bradford.
- Scott G, et Turner I. 1997. The Anthropology of modern human teeth. Dental morphology and its variation in recent human populations. Cambridge: Cambridge University Press. p 408.
- Scott GR. 1977. Classification, sex dimorphism, association, and population variation of the canine distal accessory ridge. *Human biology*:453-469.
- Seddas M. 2012. Bilan sur les industries osseuses aziliennes d'Espagne et de France. La place des productions en matières dures animales du site de la Tourasse (Haute-Garonne) dans le contexte azilien des Pyrénées [Mémoire de Master]: Paris I Sorbonne.
- Sedlmeier J, et Kaufmann B. 1996. Die mesolithische bestattung in der Birmatten-Basisgrotte (Nenzlingen BL). *Archäologie der Schweiz* 19(4):140-145.
- Sellier P. 1990. Anthropologie de terrain et gestes funéraires: le cimetière néolithique de Mehrgarh (Pakistan) in La paléanthropologie funéraire. *Nouvelles de l'archéologie*(40):19-21.
- Sergi S, Paoli G, et Parenti R. 1974. Il giovane paleolitico della caverna delle Arene Candide. Roma: Istituto italiano di paleontologia umana.
- Serrat MA, King D, et Lovejoy CO. 2008. Temperature regulates limb length in homeotherms by directly modulating cartilage growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 105(49):19348-19353.
- Shackelford LL. 2007. Regional variation in the postcranial robusticity of late Upper Paleolithic humans. *American Journal of Physical Anthropology* 133(1):655-668.
- Shaw CN, et Stock JT. 2009. Habitual throwing and swimming correspond with upper limb diaphyseal strength and shape in modern human athletes. *American Journal of Physical Anthropology* 140(1):160-172.
- Shennan SJ, Crema ER, et Kerig T. 2015. Isolation-by-distance, homophily, and “core” vs. “package” cultural evolution models in Neolithic Europe. *Evolution and Human Behavior* 36(2):103-109.
- Siegel S, et Castellan N. 1988. The Kruskal-Wallis one-way analysis of variance by ranks. *Nonparametric Statistics for the Behavioural Sciences*:206-214.
- Sjøvold T. 1973. Occurrence of minor non-metrical variants in skeleton and their quantitative treatment for population comparisons. *Homo* 24(3-4):204-233.

- Sjøvold T. 1977. Non-metrical divergence between skeletal populations: the theoretical foundation and biological importance of CAB Smith's mean measure of divergence [Thèse de Doctorat]: Osteological research laboratory
- Sjøvold T. 1984. A report on the heritability of some cranial measurements and non-metric traits. *Multivariate statistical methods in physical anthropology*: Springer. p 223-246.
- Skeates R, et Whitehouse R. 1996. New radiocarbon dates for prehistoric Italy 1. *The Accordia Research Papers* 5(1993-94):137-150.
- Skinner MM, et Gunz P. 2010. The presence of accessory cusps in chimpanzee lower molars is consistent with a patterning cascade model of development. *Journal of Anatomy* 217(3):245-253.
- Skoglund P, Storå J, Götherström A, et Jakobsson M. 2013. Accurate sex identification of ancient human remains using DNA shotgun sequencing. *Journal of Archaeological Science* 40(12):4477-4482.
- Sládek V, Berner M, Sosna D, et Sailer R. 2007. Human manipulative behavior in the Central European Late Eneolithic and Early Bronze Age: humeral bilateral asymmetry. *American Journal of Physical Anthropology* 133(1):669-681.
- Sládek V, Hora M, Farkašová K, et Rocek TR. 2016a. Impact of grinding technology on bilateral asymmetry in muscle activity of the upper limb. *Journal of Archaeological Science* 72:142-156.
- Sládek V, Ruff CB, Berner M, Holt B, Niskanen M, Schuplerová E, et Hora M. 2016b. The impact of subsistence changes on humeral bilateral asymmetry in Terminal Pleistocene and Holocene Europe. *Journal of Human Evolution* 92:37-49.
- Slatkin M. 1993. Isolation by distance in equilibrium and non - equilibrium populations. *Evolution* 47(1):264-279.
- Slice DE. 2005. *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*. Berlin: Springer.
- Smith EA, Bettinger RL, Bishop CA, Blundell V, Cashdan E, Casimir MJ, Christenson AL, Cox B, Dyson-Hudson R, Hayden B et al. . 1983. Anthropological Applications of Optimal Foraging Theory: A Critical Review [and Comments and Reply]. *Current Anthropology* 24(5):625-651.
- Smith HF. 2009. Which cranial regions reflect molecular distances reliably in humans? Evidence from three-dimensional morphology. *American Journal of Human Biology* 21(1):36-47.
- Smith HF. 2011. The role of genetic drift in shaping modern human cranial evolution: a test using microevolutionary modeling. *International Journal of Evolutionary Biology* 2011:145262.
- Smouse PE, Long JC, et Sokal RR. 1986. Multiple regression and correlation extensions of the Mantel test of matrix correspondence. *Systematic zoology* 35(4):627-632.
- Soares P, Achilli A, Semino O, Davies W, Macaulay V, Bandelt H-J, Torroni A, et Richards MB. 2010. The archaeogenetics of Europe. *Current Biology* 20(4):R174-R183.
- Sofaer JA, Smith P, et Kaye E. 1986. Affinities between contemporary and skeletal Jewish and non - Jewish groups based on tooth morphology. *American Journal of Physical Anthropology* 70(2):265-275.
- Sousa AC, et Monge Soares AM. 2016. Continuity or discontinuity ? The exploitation of aquatic resources in the Portuguese Estremadura during the Atlantic period: the São Julião and Magoito shell middens as case studies. In: Dupont C, et Marchand G, éditeurs. *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral Actes de la séance de la Société Préhistorique*

- Française de Rennes, 10-11 avril 2014*. Paris: Société Préhistorique Française. p 191-211.
- Sparacello V, Pettitt p, Roberts C, Rossi S, et Riel-Salvatore J. 2016. Dinamiche funerarie nella necropoli epigravettiana delle Arene Candide: analisi osteologica delle deposizioni secondarie.
- Sparacello V, Samsel M, Villotte S, Schimmenti V, et Sineo L. 2017a. Inferences on Sicilian Mesolithic subsistence patterns from enthesal changes and cross-sectional geometry. 7th Annual ESHE Meeting. Leiden.
- Sparacello VS, Villotte S, Shackelford LL, et Trinkaus E. 2017b. Patterns of humeral asymmetry among Late Pleistocene humans. *Comptes Rendus Palevol* 16(5-6):680-689.
- Sparks CS, et Jantz RL. 2002. A reassessment of human cranial plasticity: Boas revisited. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99(23):14636-14639.
- Standen VG, Arriaza B, et Santoro CM. 1997. External auditory exostosis in Prehistoric Chilean populations. *American Journal of Physical Anthropology* 103:119-129.
- Stansfield E, et O'Higgins P. 2017. Biomechanics of the lower jaw in Upper Palaeolithic and Mesolithic hunter gatherer. *7th Annual Meeting of the European Society for the Study of Human Evolution 21-23 September 2017 Leiden, The Netherlands*. p 189.
- Stecher M, Grünberg JM, et Alt KW. 2016. Bioarchaeology of the Mesolithic individuals from Bottendorf (Thuringia, Germany). In: Grünberg JM, Gramsch B, Larsson L, Orschiedt J, et Meller H, éditeurs. *Mesolithic burials – Rites, symbols and social organisation of early postglacial communities Mesolithische Bestattungen – Riten, Symbole und soziale Organisation früher postglazialer Gemeinschaften International Conference, Halle (Saale), Germany, 18th-21st September 2013*. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. p 329-343.
- Stéphan P, et Goslin J. 2014. Évolution du niveau marin relatif à l'Holocène le long des côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche : réactualisation des données par la méthode des « sea-level index points ». *Quaternaire*(vol. 25/4):295-312.
- Stini WA. 1985. Growth rates and sexual dimorphism in evolutionary perspective. In: Gilbert RI, et Mielke JH, éditeurs. *The analysis of prehistoric diets*. Cambridge: Academic Press. p 191-226.
- Stinson S. 1985. Sex differences in environmental sensitivity during growth and development. *American Journal of Physical Anthropology* 28(S6):123-147.
- Stojanowski CM, et Schillaci MA. 2006. Phenotypic approaches for understanding patterns of intracemetery biological variation. *American Journal of Physical Anthropology* 131(S43):49-88.
- Strait DS, Richmond BG, Spencer MA, Ross CF, Dechow PC, et Wood BA. 2007. Masticatory biomechanics and its relevance to early hominid phylogeny: an examination of palatal thickness using finite-element analysis. *Journal of Human Evolution* 52(5):585-599.
- Street M, Terberger T, et Orschiedt J. 2006. A critical review of the German Paleolithic hominin record. *Journal of Human Evolution* 51(6):551-579.
- Stuart-Macadam P. 1985. Porotic hyperostosis : representative of a childhood conditions. *American Journal of Physical Anthropology* 66:391-398.
- Stuart-Macadam P. 1987. Porotic hyperostosis : new evidence to support the anemia theory. *American Journal of Physical Anthropology* 74:521-526.

- Stuart-Macadam P. 1992. Porotic hyperostosis : a new perspective. *American Journal of Physical Anthropology* 87:39-47.
- Stuiver M, Reimer P, et Reimer R. 2005. CALIB 5.0. 2 [WWW program and documentation].
- Sykes B. 1999. The molecular genetics of European ancestry. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 354(1379):131-139.
- Szecsényi-Nagy A, Roth C, Brandt G, Rihuete-Herrada C, Tejedor-Rodriguez C, Held P, Garcia-Martinez-de-Lagran I, Arcusa Magallon H, Zesch S, Knipper C et al. . 2017. The maternal genetic make-up of the Iberian Peninsula between the Neolithic and the Early Bronze Age. *Scientific Reports* 7(1):15644.
- Talamo S, Samsel M, Jaouen K, Delvigne V, Lafarge A, Raynal J-P, et Hublin J-J. 2018. A reassessment of the presumed Badegoulian skull from Rond-du-Barry cave (Polignac, France), using direct AMS radiocarbon dating. *American Journal of Physical Anthropology* 166(4):921-929.
- Tarsi T, Noto F, Martinez-Labarga C, Giampaolo R, Babalini C, Scano G, Contini I, Lorente J, Pacciani E, et Del Lucchese A. 2006. Ricostruzione della storia genetica per via materna delle comunità paleolitiche delle grotte dei Balzi Rossi, della Caverna delle Arene Candide e di Grotta del Romito e di quelle neolitiche ed eneolitiche di Samari e di Fontenoce di Recanati. *La cultura del morire nelle società preistoriche e protostoriche Studio interdisciplinare dei dati e loro trattamento informatico Dal Paleolitico all'Età del Rame Origines, Firenze*:315-346.
- Temple DH. 2008. What can variation in stature reveal about environmental differences between prehistoric Jomon foragers? Understanding the impact of systemic stress on developmental stability. *American Journal of Human Biology* 20(4):431-439.
- Temple DH, et Goodman AH. 2014. Bioarcheology has a "health" problem: conceptualizing "stress" and "health" in bioarcheological research. *American Journal of Physical Anthropology* 155(2):186-191.
- Testart A. 1982. Les chasseurs-cueilleurs ou l'origine des inégalités. Paris: Société d'Ethnographie Nanterre-Paris X.
- Testart A. 2012. Avant l'histoire. L'évolution des sociétés, de Lascaux à Carnac. Paris: Gallimard.
- Testart A. 2014. L'évolution des chasseurs-cueilleurs : hypothèse supplétive sur le mariage. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 111(4):593-602.
- Testart A, Forbis RG, Hayden B, Ingold T, Perlman SM, Pokotylo DL, Rowley-Conwy P, et Stuart DE. 1982. The significance of food storage among hunter-gatherers: Residence patterns, population densities, and social inequalities. *Current Anthropology* 23(5):523-537.
- Thevenin A. 1995. Mésolithique récent, Mésolithique final, Néolithique ancien dans le quart nord-est de la France : pour une réinterprétation des données. *Revue archéologique de Picardie Numéro spécial* 9(1):3-15.
- Thévenin A. 1983. Les galets gravés et peints de l'abri de Rochedane (Doubs) et le problème de l'art azilien. *Gallia Préhistoire*:139-188.
- Thomas A. 2011. Identité funéraires, variants biologiques et facteurs chronologiques : une nouvelle perception du contexte culturel et social du Cerny (Bassin Parisien, 4700-4300 avant J.-C.) [Thèse de Doctorat]. Bordeaux: Université Bordeaux 1.
- Thomson A, et Buxton LD. 1923. Man's Nasal Index in Relation to Certain Climatic Conditions. *Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*:92-122.

- Tilkens MJ, Wall-Scheffler C, Weaver TD, et Steudel-Numbers K. 2007. The effects of body proportions on thermoregulation: an experimental assessment of Allen's rule. *Journal of Human Evolution* 53(3):286-291.
- Tinner W, van Leeuwen JFN, Colombaroli D, Vescovi E, van der Knaap WO, Henne PD, Pasta S, D'Angelo S, et La Mantia T. 2009. Holocene environmental and climatic changes at Gorgo Basso, a coastal lake in southern Sicily, Italy. *Quaternary Science Reviews* 28(15):1498-1510.
- Tomasso A. 2014. Territories, settlement dynamics and production systems : The end of the upper Palaeolithic in the liguro-provençal arc [Thèse de Doctorat]: Université Nice Sophia Antipolis.
- Tomasso A, Fat Cheung C, Fornage-Bontemps S, Langlais M, et Naudinot N. 2018. Winter is coming: What happened in western European mountains between 12.9 and 12.6 ka cal. BP (beginning of the GS1). *Quaternary International* 465(Part B):210-221.
- Tomasso A, Naudinot N, Binder D, et Grimaldi S. 2014. Unité et diversité dans l'Épigravettien récent de l'arc liguro-provençal. In: Mathieu L, Naudinot N, et Peresani M, éditeurs. *Les groupes culturels de la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Bordeaux, 24-25 mai 2012*. Paris: Société Préhistorique Française. p 155-185.
- Torgo L. 2010. Data Mining using R: learning with case studies. Londres: CRC Press.
- Toro-Ibacache V, Zapata Muñoz V, et O'Higgins P. 2016. The relationship between skull morphology, masticatory muscle force and cranial skeletal deformation during biting. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger* 203:59-68.
- Torroni A, Huoponen K, Francalacci P, Petrozzi M, Morelli L, Scozzari R, Obinu D, Savontaus M-L, et Wallace DC. 1996. Classification of European mtDNAs from an analysis of three European populations. *Genetics* 144(4):1835-1850.
- Touraille C. 1994. Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants* 1:169-176.
- Toussaint M. 2002. Problématique chronologique des sépultures du Mésolithique mosan en milieu karstique. *Notae Praehistoricae* 22:141-166.
- Toussaint M. 2010. Les sépultures mésolithiques du bassin mosan wallon: où en est la recherche en 2010? *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie Hors-série(2):69-86*.
- Toussaint M. 2011. Intentional cutmarks on an early mesolithic human calvaria from Margaux Cave (Dinant, Belgium). *American Journal of Physical Anthropology* 144(1):100-107.
- Toussaint M, López Bayón I, Otte M, Straus L, Léotard J, Vandenbruane M, Gautier A, Lambermont S, Ancion V, et Lacroix P. 1998. Les ossements humains du Mésolithique ancien de la grotte du Bois Laiterie à Profondeville (province de Namur): note préliminaire. *Actes de la Sixième Journée d'Archéologie Namuroise:33-50*.
- Toussaint M, Orban R, Polet C, Semal P, Bocherens H, Masy P, et Garcia Martin C. 2001. Apports récents sur l'anthropologie des Mésolithiques et des Néolithiques mosans. *Anthropologica et praehistorica* 112:91-105.
- Toussaint M, Ramon F, et Dewez M. 1996. L'ossuaire mésolithique ancien de la grotte de Claminforge à Sambreville (Province de Namur). *Actes de la 4e journée d'archéologie namuroise Actes* 4:19-32.
- Townsend G, Richards L, et Hughes T. 2003. Molar intercuspal dimensions: genetic input to phenotypic variation.

- Trinkaus E. 1981. Neanderthal limb proportions and cold adaptation. *Aspects of Human Evolution*:187-224.
- Trinkaus E. 2015. The appendicular skeletal remains of Oberkassel 1 and 2. In: Giemsch L, et Schmitz RW, éditeurs. *The Late Glacial burial form Oberkassel revisited*. Darmstadt: Verlag. p 75-132.
- Trotter M, et Gleser GC. 1952. Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. *American Journal of Physical Anthropology* 10(4):463-514.
- Trotter M, et Gleser GC. 1958. A re-evaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death. *American Journal Physical Anthropology* 16(1):79-123.
- Turner CG. 1987. Late Pleistocene and Holocene population history of East Asia based on dental variation. *American Journal of Physical Anthropology* 73(3):305-321.
- Turner CG, Nichol C, et Richard Scott G. 1991. Scoring Procedures for Key Morphological Traits of the Permanent Dentition: The Arizona State University Dental Anthropology System. *Advances in Dental Anthropology*:13-31.
- Turner CG, et Scott GR. 1977. Dentition of Easter Islanders. In: Dahlberg AA, et Graber TM, éditeurs. *Orofacial Growth and Development*. The Hague: Mouton Publisher. p 229-249.
- Twisselmann F, et Orban R. 1994. Ossements humains découverts dans le massif rocheux du Petit Ri à Malonne (province de Namur, Belgique). *Bulletin de la Société Royale Belge d'Anthropologie et de Préhistoire* 105:93-125.
- Valdeyron N. 2008. Sauveterrien et Sauveterriano: unité ou diversité du premier mésolithique en France méridionale et en Italie du nord. *Pallas* 76:247-259.
- Valdeyron N. 2013. Of Men and Nuts. Essai sur le Mésolithique et sur la place qu'y tient le végétal [Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches]: Université Toulouse 2 Le Mirail.
- Valdeyron N, Bosc-Zanardo B, et Briand T. 2008. Evolutions des armatures de pierre et dynamiques culturelles durant le Mésolithique dans le Sud-Ouest de la France: l'exemple du Haut Quercy (Lot, France). *P@lethnologie*:278-295.
- Valdeyron N, Bosc B, Briand T, Henry A, Marquebielle B, et Michel S. 2011a. Le gisement du Cuzoul de Gramat (Lot, France): présentation des nouveaux travaux et résultats préliminaires. In: Sénépart I, Perrin T, Thiraut E., et Bonnardin S, éditeurs. *Marges, frontières et transgressions Actualité de la Recherche Actes des 8e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Marseille, 7-8 novembre 2008* Toulouse: Archives d'écologie préhistorique. p 197-211.
- Valdeyron N, Briand T, Bouby L, Henry A, Khedhaier R, Marquebielle B, Martin H, Thibeau A, et Bosc-Zanardo B. 2011b. Le gisement mésolithique des Fieux (Miers, Lot) : une halte de chasse sur le causse de Gramat ? In: Bon F, Costamagno S, et Valdeyron N, éditeurs. *Haltes de chasse en Préhistoire Quelles réalités archéologiques ? Actes du colloque international du 13 au 15 mai 2009, université Toulouse II - Le Mirail: P@lethnologie*. p 335-346.
- Valentin B. 2018. Faut-il vraiment découper la Préhistoire en tranches ? Et que faire avec le Mésolithique ? In: Journot F, éditeur. *Pour une archéologie indisciplinée Réflexions croisées autour de Joëlle Burnouf*. Dremil-Lafage: Mergoïl. p 73-77.
- Valentin F. 1995. Le squelette mésolithique du Petit Marais de La Chaussée-Tirancourt (Somme, France). *Comptes rendus de l'Académie des sciences Série 2 Sciences de la terre et des planètes* 321(11):1063-1067.

- Valentin F. 1997. La sépulture 1 des Closeaux. In: Lang L, éditeur. *Occupations méolithiques dans la moyenne vallée de la Seine Rueil-Malmaison "les Closeaux" Document final de synthèse*. Saint-Denis: service régional de l'Archéologie, AFAN, Autoroute A86. p 316-332.
- Valentin F, Cottiaux R, Buquet-Marcon C, Confalonieri J, Delattre V, Lang L, Le Goff I, Lawrence-Dubovac P, et Verjux C. 2008. Découvertes récentes d'inhumations et d'une incinération datées du Mésolithique en Île-de-France. *Revue archéologique d'Île-de-France* 1:21-42.
- Vallois H-V. 1952. Diagrammes sagittaux et mensurations individuelles des hommes fossiles d'Afalou-Bou-Rhumel: Travaux du laboratoire d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique du Musée du Bardo 5.
- Vallois HV. 1974. L'Homme fossile de Rochereil (Dordogne) et les Mésolithiques du Centre et de l'Ouest de la France. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* t. 278:1837-1840.
- Vallois HV, et Movius HL. 1953. Catalogue des hommes fossiles: Congrès Géologique International, 19^e session, Alger 1952.
- van de Loosdrecht M, Bouzouggar A, Humphrey L, Posth C, Barton N, Aximu-Petri A, Nickel B, Nagel S, Talbi EH, et El Hajraoui MA. 2018. Pleistocene North African genomes link Near Eastern and sub-Saharan African human populations. *Science*:eaar8380.
- Van Valen L. 1962. A study of fluctuating asymmetry. *Evolution*:125-142.
- Vanhaeren M, et d'Errico F. 2001. La parure de l'enfant de La Madeleine (fouilles Peyrony). Un nouveau regard sur l'enfance au paléolithique supérieur. *PALEO* 13:201-240.
- Vercellotti G, Alciati G, Richards MP, et Formicola V. 2008. The Late Upper Paleolithic skeleton Villabruna 1 (Italy): a source of data on biology and behavior of a 14.000 year-old hunter. *Journal of Anthropological Sciences* 86:143-163.
- Vercellotti G, Piperata BA, Agnew AM, Wilson WM, Dufour DL, Reina JC, Boano R, Justus HM, Larsen CS, Stout SD et al. . 2014. Exploring the multidimensionality of stature variation in the past through comparisons of archaeological and living populations. *American Journal of Physical Anthropology* 155(2):229-242.
- Verjux C. 1995. Chronologie des rites funéraires mésolithiques à Auneau (Eure-et-Loir). In: Thévenin A, éditeur. *L'Europe des derniers chasseurs Epipaléolithique et Mésolithique, Actes du 5e Colloque International UISPP*. Grenoble. p 293-302.
- Verjux C. 2007. Les pratiques funéraires mésolithiques en Europe. Diversité dans l'espace et dans le temps. *Pratiques funéraires et sociétés: Nouvelles approches en archéologie et en anthropologie sociale: Actes du colloque interdisciplinaire de Sens 12-14 juin 2003*. p 15-36.
- Verjux C. 2017. Les structures en creux au Mésolithique. L'hypothèse du stockage enterré de fruits à coque. In: Achard-Corompt N, Ghesquière E, et Riquier V, éditeurs. *Creuser au Mésolithique - Digging in the Mesolithic Actes de la séance de la Société Préhistorique Française de Châlons-en-Champagne (29-30 mars 2016)*. Paris: Société Préhistorique Française. p 155-171.
- Verjux C, et Dubois J-P. 1996. Une sépulture mésolithique en position assise sur le site du " Parc du Château " à Auneau (Eure-et-Loir) / A mesolithic burial in the sitting position from the site of "Parc du Château " at Auneau (Eure-et-Loir). *Revue archéologique du Centre de la France* 35(1):83-96.
- Vidal Encinas JM, et Prada Marcos ME. 2010. Los hombres mesolíticos de la cueva de La Braña-Arintero (Valdelugueros, León). León: Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo.

- Vidal JM, Fernandez C, Prada ME, et Fuertes MN. 2008. Los hombres Mesolíticos de la Braña-Arintero (Valdelugeros, León): un hallazgo funerario excepcional en la vertiente meridional de la cordillera Cantábrica. I Congreso Internacional de Arqueología de Villalba Villalba, Lugo. p 11-14.
- Vilain R. 1961. Culoz (Ain) : Un gisement mésolithique avec sépulture dans le Bugey (notes préliminaires). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 58(7):450-461.
- Villotte S. 2009. Enthésopathies et activités des hommes préhistoriques. Recherche méthodologique et application aux fossiles européens du Paléolithique supérieur et du Mésolithique. Oxford: Archaeopress.
- Villotte S, Castex D, Couallier V, Dutour O, Knusel CJ, et Henry-Gambier D. 2010a. Enthesopathies as occupational stress markers: evidence from the upper limb. *American Journal of Physical Anthropology* 142(2):224-234.
- Villotte S, Churchill SE, Dutour OJ, et Henry-Gambier D. 2010b. Subsistence activities and the sexual division of labor in the European Upper Paleolithic and Mesolithic: evidence from upper limb enthesopathies. *Journal of Human Evolution* 59(1):35-43.
- Villotte S, et Knüsel CJ. 2014. "I sing of arms and of a man...": medial epicondylitis and the sexual division of labour in prehistoric Europe. *Journal of Archaeological Science* 43:168-174.
- Villotte S, et Knüsel CJ. 2016. External auditory exostoses and prehistoric aquatic resource procurement. *Journal of Archaeological Science: Reports* 6:633-636.
- Villotte S, Samsel M, et Sparacello V. 2017. The paleobiology of two adult skeletons from Baouso da Torre (Bausu da Ture) (Liguria, Italy): Implications for Gravettian lifestyle. *Comptes Rendus Palevol* 16(4):462-473.
- Villotte S, Santos F, et Courtaud P. 2015. In situ study of the Gravettian individual from Cussac cave, locus 2 (Dordogne, France). *American Journal of Physical Anthropology* 158(4):759-768.
- Villotte S, Stefanovic S, et Knüsel CJ. 2014. External auditory exostoses and aquatic activities during the Mesolithic and the Neolithic in Europe: results from a large prehistoric sample. *Anthropologie (Brno)* 52(1):73-89.
- von Cramon-Taubadel N. 2009a. Congruence of individual cranial bone morphology and neutral molecular affinity patterns in modern humans. *American Journal of Physical Anthropology* 140(2):205-215.
- von Cramon-Taubadel N. 2009b. Revisiting the homology hypothesis: the impact of phenotypic plasticity on the reconstruction of human population history from craniometric data. *Journal of Human Evolution* 57(2):179-190.
- von Cramon-Taubadel N. 2011a. Global human mandibular variation reflects differences in agricultural and hunter-gatherer subsistence strategies. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108(49):19546-19551.
- von Cramon-Taubadel N. 2011b. The relative efficacy of functional and developmental cranial modules for reconstructing global human population history. *American Journal of Physical Anthropology* 146(1):83-93.
- von Cramon-Taubadel N. 2014. Evolutionary insights into global patterns of human cranial diversity: population history, climatic and dietary effects. *Journal of Anthropological Sciences* 92(4).
- von Cramon-Taubadel N. 2017. Measuring the effects of farming on human skull morphology. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*.

- von Cramon-Taubadel N, Frazier BC, et Lahr MM. 2007. The problem of assessing landmark error in geometric morphometrics: theory, methods, and modifications. *American Journal of Physical Anthropology* 134(1):24-35.
- von Cramon-Taubadel N, et Lycett SJ. 2018. Assessing the relative impact of historical divergence and inter-group transmission on cultural patterns: a method from evolutionary ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 373(1743).
- von Cramon-Taubadel N, et Pinhasi R. 2011. Craniometric data support a mosaic model of demic and cultural Neolithic diffusion to outlying regions of Europe. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 278:2874–2880.
- von Cramon-Taubadel N, Stock JT, et Pinhasi R. 2013. Skull and limb morphology differentially track population history and environmental factors in the transition to agriculture in Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280(1767):20131337.
- von Cramon-Taubadel N, Strauss A, et Hubbe M. 2017. Evolutionary population history of early Paleoamerican cranial morphology. *Science Advances* 3(2):e1602289.
- Wagner GP. 1984. On the eigenvalue distribution of genetic and phenotypic dispersion matrices: Evidence for a nonrandom organization of quantitative character variation. *Journal of Mathematical Biology* 21(1):77-95.
- Walker PL, Bathurst RR, Richman R, Gjerdrum T, et Andrushko VA. 2009. The causes of porotic hyperostosis and cribra orbitalia: a reappraisal of the iron-deficiency-anemia hypothesis. *American Journal of Physical Anthropology* 139(2):109-125.
- Walrath DE, Turner P, et Bruzek J. 2004. Reliability test of the visual assessment of cranial traits for sex determination. *American Journal of Physical Anthropology* 125(2):132-137.
- Wapler U. 1998. Cribra orbitalia in anthropobiology: diagnostic criteria and implications in the study of ancient skeletal populations [Thèse de Doctorat]: Bordeaux 1.
- Wapler U, Crubezy E, et Schultz M. 2004. Is cribra orbitalia synonymous with anemia? Analysis and interpretation of cranial pathology in Sudan. *American Journal of Physical Anthropology* 123(4):333-339.
- Wapler U, et Schultz M. 1996. Une méthode de recherche histologique appliquée au matériel osseux archéologique : l'exemple des cribra orbitalia. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 8(3):421-431.
- Warren M. 1997. Prenatal limb growth in humans: linear growth, allometry, locomotion, and skeletal age (gestational age, growth and development, radiography) [Thèse de doctorat]: University of Florida.
- Weaver ME, et Ingram DL. 1969. Morphological changes in swine associated with environmental temperature. *Ecology* 50(4):710-713.
- Weber GW, et Bookstein FL. 2011. Virtual anthropology: a guide to a new interdisciplinary field. Wien ; London: Springer.
- Weiner JS. 1954. Nose shape and climate. *American Journal of Physical Anthropology* 12(4):615-618.
- Weiss E. 2003. Effects of rowing on humeral strength. *American Journal of Physical Anthropology* 121(4):293-302.
- Wetzel R. 1938. Die Kopfbestattung und die Knochenrümmerstätte des Hohlensteins im Rahmen der Urgeschichte

des Lonetals: E. Schweizerbart'sche.

White TD, et Folkens PA. 2005. *The Human Bone Manual*. Oxford: Elsevier Academic Press.

Wilcox RR. 2003. *Applying contemporary statistical techniques*. electronic book: Gulf Professional Publishing.

Wilcoxon F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin* 1(6):80-83.

Wood JW. 1998. A theory of preindustrial population dynamics demography, economy, and well-being in Malthusian systems. *Current Anthropology* 39(1):99-135.

Wroe S, Moreno K, Clausen P, Mchenry C, et Curnoe D. 2007. High - Resolution Three - Dimensional Computer Simulation of Hominid Cranial Mechanics. *The Anatomical Record* 290(10):1248-1255.

Yokley TR. 2009. Ecogeographic variation in human nasal passages. *American Journal of Physical Anthropology* 138(1):11-22.

Zelditch ML, Swiderski DL, et Sheets HD. 2012. *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. electronic book: Academic Press.

Zilhao J. 2001. Radiocarbon evidence for maritime pioneer colonization at the origins of farming in west Mediterranean Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98(24):14180-14185.

Zilhão J. 2003. Algumas observações acerca do Mesolítico do interior peninsular e do modelo de passagem ao Neolítico através de colonização pioneira por via marítima. *O Arqueólogo Português IV-1*:108-118.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1** : Changements et périodes climatiques du Tardiglaciaire du début de l'Holocène en Europe : en haut, entre 14200 cal b2k (avant 2000) et 7800 cal b2k. Données et courbes $\delta^{18}\text{O}$ et $[\text{Ca}^{2+}]$ issues de Rasmussen *et al.* 2014 : 17, modifié ; événements climatiques Greenland : GS-1 (Greenland stadial-1), GI-1 (Greenland interstadial-1) ; en bas, détail entre 11400 et 6000 cal BP. Données et courbes $\delta^{18}\text{O}$ issues de Johnsen *et al.* 2001 : 305, modifié..... 11
- Figure 2** : Carte des principaux gisements mésolithiques d'Europe de l'Ouest et du Nord de l'Afrique (points blancs) avec le report des cercles atlantique et méditerranéen (en pointillés) en fonction du pourcentage de l'alimentation représentée par les ressources d'origine marine, ainsi que l'échelle de couleur relative à la productivité primaire des océans. Modifié d'après Diniz 2016 : 155. 15
- Figure 3** : Synthèse chronologique simplifiée des différents technocomplexes et cultures du Mésolithique en Europe de l'Ouest (en haut) et distinction entre premier et second Mésolithique sur la base de la technologique lithique (en bas). 17
- Figure 4** : Industries lithiques du second Mésolithique (en bas) caractérisées par un débitage laminaire à la pression ou à la percussion indirecte, les bitroncatures trapézoïdales, les nucléus à débitage frontal et les lames à encoches, confrontées à celles du premier Mésolithique (en haut). Modifié d'après Marchand 2014b : 14. 19
- Figure 5** : Exemples d'objets perforés en os du Cuzoul de Gramat (Lot, France) attribués au second Mésolithique : n°1-3 : éléments droits à double pointes ; n°4 : poinçon décoré et détail ; n°5-10 : fragments de poinçons. Modifié d'après Marquebielle 2011 : 68. 21
- Figure 6** : Exemples d'objets biseautés en bois de cervidés et canines de sanglier du Cuzoul de Gramat (Lot, France) attribués au second Mésolithique : n°1, 4, 5, 6 : issus de segments de bois ; n°2, 3 : fragments distaux d'objets à biseau distal convexe sur supports plats en bois ; n°7 : objet à biseau latéral convexe sur une canine de sanglier ; n°8 : objets à biseau latéral concave sur une canine de sanglier ; n°9-11 : objets à biseau distal concave sur canines de sanglier. Modifié d'après Marquebielle 2011 : 67. 21
- Figure 7** : Exemple de galets peints aziliens du Mas d'Azil (Ariège, France). Cliché : Musée d'Archéologie Nationale de Saint-Germain-en-Laye (<http://musee-archeologienationale.fr>). 23
- Figure 8** : Exemple d'art figuratif animalier des phases anciennes de l'Azilien au Rocher de l'Impératrice (Fiistère, France) : fragment 317 avec une ornementation bifaciale, A) tête d'aurochs surmontée de lignes rayonnantes ; B) tête d'aurochs. Cliché : N. Naudinot ; dessin : C. Bourdier. Modifié d'après Naudinot *et al.* 2017 : 15. 24
- Figure 9** : Exemple d'art figuratif laborien : pièce PDA23 de Pont d'Ambon (Dordogne, France). Cliché et relevé E. Man-Estier. Modifié d'après Paillet et Man-Estier 2014 : 138. 24
- Figure 10** : Exemples d'art pariétal gravé mésolithique : A) Abri de Prinvaux (Essonne, France) ; B) Abri de la Vallée du Jeton 5 (Seine-et-Marne, France). Clichés : A. Bénard. Modifié d'après Guéret et Bénard 2017 : 103. 25
- Figure 11** : Exemple d'art mobilier mésolithique sur plaquette de calcaire de la Cueva de la Cocina (Valencia,

Espagne). Longueur : 57 mm ; largeur : 54 mm. Cliché : Museu de Prehistòria de València, http://mupreva.org/cat/15444/es	25
Figure 12 : Carte synthétique des différentes régions identifiées par S. Rigaud pour le Mésolithique en Europe, à partir d'association d'éléments de parure. Modifié d'après Rigaud 2011 : 294.	27
Figure 13 : Carte de répartition des haplogroupes mitochondriaux obtenus sur des spécimens attribués au Paléolithique final et au Mésolithique (références dans la Table 2).	37
Figure 14 : Histogramme montrant la répartition des haplogroupes mitochondriaux en fonction de leur attribution chronoculturelle (références dans la Table 2 ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique. En ordonnées : nombre d'individus présentant chacun des haplogroupes mitochondriaux en fonction de la période chronoculturelle).	37
Figure 15 : Carte de répartition des sites ayant livré des vestiges humains du Paléolithique final, du premier et du second Mésolithique retenus dans le présent travail. Les numéros font référence à la Table 3.	51
Figure 16 : Carte de répartition des sites retenus dans le présent travail selon leur appartenance à un espace littoral ou continental. Les numéros font référence à la Table 3.	52
Figure 17 : Exemples des différents types de matériel étudiés : a) squelette bien représenté et bien conservé (La Braña 1, Espagne) ; b) os longs isolés (fémurs de la Grotte Margaux, Belgique) ; c) denture complète en place sur le maxillaire (Hohlenstein-Stadel B ; Allemagne) ; d) dent isolée (Abri des Autours 2, Belgique).	53
Figure 18 : Composition (dans les tables) et répartition (graphiques) du corpus de vestiges osseux analysé par chronoculture (en haut) et par position par rapport à la côte (en bas) selon leur nature (os isolé ou individu). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.	54
Figure 19 : Composition (dans les tables) et répartition (graphiques) du corpus de vestiges dentaires analysé par chronoculture (en haut) et par position par rapport à la côte (en bas) selon leur nature (dent isolée ou individu). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.	55
Figure 20: Eléments de la diagnose sexuelle appliquée à l'os coxal selon la méthode morphologique de Bruzek (2002). Figure modifiée d'après Bruzek (2002). M/m : masculin ; F/f : féminin ; i : intermédiaire.	59
Figure 21 : Description des mesures utilisées dans la DSP2 (Bruzek <i>et al.</i> 2017). Pour les codes, voir Table 4.	60
Figure 22 : Répartition des résultats de la diagnose sexuelle primaire par chronoculture (« F » : individus féminins ; « M » : individus masculins ; « I » : individus de sexe indéterminé ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).	61
Figure 23 : Caractères morphologiques crâniens et mandibulaires utilisés dans la diagnose sexuelle cotés de 1 (le plus féminin) à 5 (le plus masculin) selon Buikstra et Ubelaker (1994). Modifié d'après White et Folkens (2005).	66
Figure 24 : Exemple d'Analyse en Composantes Principales réalisée sur l'échantillon d'individus de sexe connu (base d'apprentissage) et de l'individu à déterminer (TBD), incluant neuf variables métriques crâniennes (pour les abréviations, voir Annexe 1-A). Les femmes sont représentées en noir (F) et les hommes en rouge (M), l'individu à déterminer en vert (TBD).	67
Figure 25 : Répartition des individus en fonction de leur sexe après la diagnose sexuelle (primaire et secondaire). F : individus féminins ; M : individus masculins ; I : individus de sexe indéterminé.	79
Figure 26 : Numérisation d'éléments osseux avec un scanner surfacique NextEngine (à gauche, photographie : M. Samsel) et un scanner surfacique DAVID SLS-2 (à droite, photographie : V. S. Sparacello).	99

Figure 27 : Exemple des rendus surfaciques de crânes (en vue antéro-latérale gauche) obtenus en fonction des quatre types d'acquisition tridimensionnelle utilisés : a) NextEngine (Petit Ri PRII) ; b) DAVID SLS-2 (Mondeval de Sora MDV) ; c) tomodensitométrie (Le Bichon BIC) ; d) microtomodensitométrie (Rond du Barry RDB).....	100
Figure 28 : Répartition de l'échantillon analysé par morphométrie géométrique par sexe et chronoculture (à gauche) et en fonction du sexe, de la chronoculture et de la position par rapport à la côte (à droite) (« F » : individus féminins ; « M » : individus masculins ; « I » : individus de sexe indéterminé ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).....	101
Figure 29 : à gauche, schéma récapitulatif des étapes de <i>warping</i> et <i>sliding</i> des <i>semi-landmarks</i> du <i>template</i> sur un crâne cible, Modifié d'après Gunz <i>et al.</i> 2005 : 85, et à droite, visualisation (en rouge) sous Viewbox 4 de trois <i>landmarks</i> anatomiques parmi les huit placés (Opisthocranion, Porion gauche, Lambda) et d'une partie des <i>semi-landmarks</i> de surface (en vert) après les étapes de <i>warping</i> et <i>sliding</i> sur la surface d'un crâne de l'échantillon en vue postéro-latérale gauche.....	105
Figure 30 : Illustration des trois étapes de la superposition procruste, A. coordonnées brutes de 2 objets ; B. translation et centrage des coordonnées des objets sur leur barycentre (ou centroïde) ; C. mise à l'échelle des objets en divisant leur coordonnées par leur taille centroïde ; D. rotation des objets autour du centroïde afin de minimiser la distance entre chaque <i>landmark</i> homologue (somme des distances carrées). Modifié d'après Mitteroecker et Gunz 2009 : 239.	107
Figure 31 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus féminin (F) et le corpus masculin (M).	113
Figure 32 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus féminin en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.....	114
Figure 33 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.	115
Figure 34 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	116
Figure 35 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	117
Figure 36 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus féminin en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; côt : côtiers ; cont : continentaux.....	118
Figure 37 : Distribution de la longueur maximale du fémur (FM1) dans le corpus masculin en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; côt : côtiers ; cont : continentaux.....	119
Figure 38 : Diagramme bivarié de la longueur maximale du fémur (FM1) en fonction des coordonnées de latitude pour les individus féminins (en haut) et masculins (en bas) attribués au premier et au second Mésolithique.....	122
Figure 39 : Distribution de l'indice brachial dans le corpus féminin (F) et le corpus masculin (M).....	125

Figure 40 : Distribution de l'indice brachial dans le corpus total en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.....	126
Figure 41 : Distribution de la longueur de l'humérus (HM1, à gauche) et de la longueur du radius (RM1, à droite) en fonction de l'attribution culturelle pour les corpus féminin (F) et masculin (M). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.....	127
Figure 42 : Diagramme bivarié de la longueur du radius (RM1) en fonction de la longueur de l'humérus (HM1) selon le sexe et l'attribution chronoculturelle des individus dans l'échantillon total.	128
Figure 43 : Distribution de l'indice brachial dans l'échantillon total en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	128
Figure 44 : Distribution de l'indice brachial dans le corpus total en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; côt : côtiers ; cont : continentaux.....	129
Figure 45 : Distribution de l'indice crural dans le corpus féminin (F) et le corpus masculin (M).	132
Figure 46: Distribution de l'indice crural dans le corpus total en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.....	133
Figure 47 : Diagramme bivarié de la longueur maximale du fémur (FM1a) en fonction de la longueur maximale du tibia (TM1a) selon l'attribution chronoculturelle des individus dans l'échantillon total.	134
Figure 48 : Distribution de l'indice crural dans l'échantillon total en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	135
Figure 49 : Distribution de l'indice crural dans le corpus total en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.....	136
Figure 50 : Diagramme bivarié de la longueur maximale du fémur (FM1) en fonction de la longueur maximale du tibia (TM1a) selon l'attribution chronoculturelle, le sexe et la position des individus par rapport à la côte.	136
Figure 51 : Diagramme bivarié de l'indice crural en fonction des coordonnées de latitude pour les individus en fonction de leur attribution chronoculturelle et de leur position par rapport à la côte.....	139
Figure 52 : a) Photographie du paysage autour de la Grotta della Molara (© Facebook-Riserva Naturale Gortta della Molara ; b) Photographie de l'emplacement de la Grotta dell'Uzzo (©Wikipedia <i>Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication</i>) ; c) Photographie de l'emplacement de la Grotta d'Oriente indiqué par la flèche rouge (© M. Mannino, www.ansa.it).....	140
Figure 53 : Distribution de l'indice horizonto-vertical (M.I9) à gauche et de l'indice crânien horizontal (M.I1) à droite, pour les femmes (F) et les hommes (M) de l'échantillon.	142
Figure 54 : Distribution de la longueur glabella-inion (M2), de la hauteur porion-bregma (M20), de l'arc porion-bregma (CordPoBg), de l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14) et de l'indice inter-orbitaire (M.I46a) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle (dans le sens de lecture ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	149
Figure 55 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M2, M8, M12, M20, M44, M45, M50] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.....	150

- Figure 56 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M2lsr, M8lsr, M12lsr, M20lsr, M44lsr, M45lsr, M50lsr] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle. 151
- Figure 57 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M2lsr, M8lsr, M12lsr, M20lsr, M44lsr, M45lsr, M50lsr] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle. 152
- Figure 58 : Distribution de la largeur maximale du foramen magnum (M16), de la corde pariétale (M30), de la largeur bi-orbitaire (M44), de l'indice de hauteur/longueur (M.I4), et de l'indice occipital sagittal (M.I25) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle (dans le sens de lecture ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique). 156
- Figure 59 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M1, M16, M20geom, M28, M30, M31, M44] des individus masculins selon leur attribution chronoculturelle. 157
- Figure 60 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M1lsr, M16lsr, M20geomlsr, M28lsr, M30lsr, M31lsr, M44lsr] des individus masculins selon leur attribution chronoculturelle. 158
- Figure 61 : Distribution de la corde pariétale (M30), la largeur maxillo-alvéolaire (M60) et l'indice cranio-facial transverse (M.I71) des individus féminins en fonction de leur position par rapport à la côte (de gauche à droite et de haut en bas). 159
- Figure 62 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M8, M10, M12, M26, M27, M30, M48, M60] des individus féminins selon leur position par rapport à la côte. 162
- Figure 63 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M8lsr, M10lsr, M12lsr, M26lsr, M27lsr, M30lsr, M48lsr, M60lsr] des individus féminins selon leur position par rapport à la côte. 163
- Figure 64 : Distribution de la largeur maximale nasale (M54, à gauche) et de l'indice corono-pariétal (M.I13a, à droite) des individus masculins en fonction de leur position par rapport à la côte. 164
- Figure 65 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M8, M10, M54, M61] des individus masculins selon leur position par rapport à la côte. 167
- Figure 66 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par *log shape ratio* [M8lsr, M10lsr, M54lsr, M61lsr] des individus masculins selon leur position par rapport à la côte. 168
- Figure 67 : Distribution de la largeur frontale maximum (M10), l'indice crânien horizontal (M.I1), l'indice facial supérieur (M.I39), l'indice de hauteur/largeur (M.I5), l'indice frontal transverse (M.I12) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle associée à leur position par rapport à la côte (de gauche à droite et de haut en bas ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique). 171
- Figure 68 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M1, M8, M9, M10, M20geom, M45, M48, M54, M55] des

individus féminins mésolithiques selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.....	172
Figure 69 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M1, M8, M9, M10, M20geom, M45, M48, M54, M55] des individus féminins mésolithiques selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.....	173
Figure 70 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par <i>log shape ratio</i> [M1lsr, M8lsr, M9lsr, M10lsr, M20geomlsr, M45lsr, M48lsr, M54lsr, M55lsr] des individus féminins mésolithiques selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.....	174
Figure 71 : Distribution de la distance entre les porions gauche et droit (PoPo), la largeur bi-astérion (M12), l'indice fronto-pariétal transverse (M.I13), l'indice pariéto-occipital transverse (M.I14), l'indice palatin (M.I58) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle associée à leur position par rapport à la côte (de gauche à droite et de haut en bas ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 :second Mésolithique).	176
Figure 72 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M8, M9, M10, M12, PoPo, M62, M63] des individus masculins selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.....	177
Figure 73 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes [M8, M9, M10, M12, PoPo, M62, M63] des individus masculins selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.....	178
Figure 74 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables crâniennes transformées par <i>log shape ratio</i> [M8lsr, M9lsr, M10lsr, M12lsr, PoPolrsr, M62lsr, M63lsr] des individus masculins selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte.....	179
Figure 75 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les indices crâniens [M.I1, M.I5, M.I12, M.I13, M.I14, M.I22, M.I24, M.I39, M.I48, M.I51(1), M.I60] des individus féminins, masculins et de sexe indéterminé selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte. A gauche, le code correspondant aux individus est présent, à droite les enveloppes convexes de chacun des groupes sont représentées.....	182
Figure 76 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les composantes 1 et 3 de l'ACP réalisée sur les indices crâniens [M.I1, M.I5, M.I12, M.I13, M.I14, M.I22, M.I24, M.I39, M.I48, M.I51(1), M.I60] des individus féminins, masculins et de sexe indéterminé selon l'interaction de la chronoculture et de la position par rapport à la côte. A gauche, le code correspondant aux individus est présent, à droite les enveloppes convexes de chacun des groupes sont représentées.....	183
Figure 77 : Diagramme bivarié et contribution des variables crâniennes sur les deux premières composantes de l'ACP (à gauche) et les composantes 1 et 3 (à droite) réalisée sur les indices crâniens [M.I1, M.I5, M.I12, M.I13, M.I39 et M.I48] des individus féminins, masculins et de sexe indéterminé du Paléolithique final Européen et d'Afrique du Nord-Ouest, du premier Mésolithique, du second Mésolithique et du Néolithique ancien d'Afrique du Nord-Ouest ainsi que selon la position des individus par rapport à la côte européens.....	193

Figure 78 : Analyse en Composantes Principales des coordonnées des huit landmarks anatomiques mesurés à dix reprises sur trois individus (en orange : BRN1 ; en violet : TVC1 ; en vert : TVC9).....	198
Figure 79 : Placement des individus sur PC1 et PC2 dans l'espace de conformation (ACP sur la conformation des neurocrânes) selon (a) les différentes chronocultures associées au sexe des individus, (b) les différentes chronocultures et la position par rapport à la côte, (c) le sexe, et (d) variation des conformations neurocrâniennes extrêmes (vues latérale gauche et postérieure, facteur 0,10) selon les deux PC (facteur +0,10 et - 0,10).....	201
Figure 80 : Conformations neurocrâniennes de Vatte di Zambana (VZB) en haut et de La Chaussée-Tirancourt (LCT) (vues latérale gauche et postérieure) représentant les deux individus présentant les extrêmes de l'échantillon attribué au premier Mésolithique.	202
Figure 81 : Placement des individus sur PC2 et PC4 dans l'espace de conformation (ACP sur la conformation des neurocrânes) selon l'association du sexe et de l'attribution chronoculturelle des individus (en haut) et la variation des conformations neurocrâniennes extrêmes (en bas, vues latérale gauche et postérieure) selon PC2 (facteur +0,10 et - 0,10) et PC4 (facteur +0,05 et -0,05).	202
Figure 82 : Taille centroïde des individus féminins (F) et masculins (M).	205
Figure 83 : Evolution de la taille centroïde au cours des trois chronocultures pour les individus féminins et les individus masculins (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).....	206
Figure 84 : Graphique de dispersion du score de régression (<i>regression score</i>) en fonction de la taille centroïde pour l'étude de l'allométrie dans l'échantillon total.	207
Figure 85 : L'espace de conformation est caractérisé par six principales composantes expliquant plus de 5 % de la variance chacune.....	208
Figure 86 : Distribution de la taille centroïde du neurocrâne dans le corpus féminin et masculin du second Mésolithique en fonction de la localisation par rapport à la côte. meso_2 : second Mésolithique ; côt : côtier ; cont : continental.	210
Figure 87 : Distribution de la largeur bi-goniaque (M66, en mm) à gauche et l'angle goniale (M79, en degrés) à droite pour les femmes (F) et les hommes (M) de l'échantillon.	213
Figure 88 : Distribution de la longueur du corps mandibulaire (M68, à gauche) et de la largeur minimale de la branche montante (M71a, à droite) des individus féminins en fonction de leur attribution chronoculturelle. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.	215
Figure 89 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires [M66, M68, M70, M71a, M79] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.....	216
Figure 90 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires [M66, M68, M70, M71a, M79] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.	216
Figure 91 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par <i>log shape ratio</i> [M66lsr, M68lsr, M70lsr, M71alsr, M79lsr] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle.	217

- Figure 92 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les composantes 2 et 3 de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M66lsr, M68lsr, M70lsr, M71alsr, M79lsr] des individus féminins selon leur attribution chronoculturelle. 218
- Figure 93 : Distribution de la longueur du corps mandibulaire (M68, à gauche) et de l'angle goniale (M79, à droite) des individus masculins en fonction de leur attribution chronoculturelle. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique. 220
- Figure 94 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires [M65, M68, M70, M79] des individus masculins selon leur attribution chronoculturelle. 221
- Figure 95 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M65lsr, M68lsr, M70lsr, M79lsr] des individus masculins selon leur attribution chronoculturelle. 222
- Figure 96 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M66lsr, M68lsr, M71lsr, M79lsr] de l'échantillon total (individus féminins, masculins et de sexe indéterminé) selon leur attribution chronoculturelle. 223
- Figure 97 : Distribution de la hauteur du corps mandibulaire au niveau de la deuxième molaire (M69.2, à gauche) et de l'angle goniale (M79, à droite) des individus féminins en fonction de leur position par rapport à la côte. 225
- Figure 98 : Distribution de la longueur totale de la mandibule (M68_1, à gauche) et de la largeur minimale de la branche montante de la mandibule (M71a, à droite) des individus masculins en fonction de leur position par rapport à la côte. 225
- Figure 99 : Distribution de la largeur bi-condyloïde de la mandibule (M65) des individus féminins mésolithiques en fonction de leur attribution chronoculturelle associée à leur position par rapport à la côte. PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique. 227
- Figure 100 : Diagramme bivarié et contribution des variables mandibulaires sur les deux premières composantes de l'ACP réalisée sur les variables mandibulaires transformées par *log shape ratio* [M66lsr, M68lsr, M71lsr, M79lsr] de l'échantillon total (individus féminins, masculins et de sexe indéterminé) selon leur attribution chronoculturelle et leur position par rapport à la côte. 228
- Figure 101 : Modifications de la conformation sur la PC1 (21,4 % de la variance expliquée) et la PC2 (11,1 % de la variance expliquée) associées aux différences majeures en termes d'économie de subsistance, Analyse en Composantes Principales dans von Cramon-Taubadel 2011a. Les groupes d'agriculteurs (représentés par des symboles ouverts) ont des mandibules relativement courtes et larges avec une branche montante haute et inclinée, alors que les groupes de chasseurs-cueilleurs (représentés par des symboles pleins) ont des mandibules relativement longues et étroites avec une branche montante réduite et redressée. 231
- Figure 102 : Vue latérale gauche de la mandibule de l'individu du Paléolithique final Le Bichon (BIC, Suisse, à gauche) et de l'individu du second Mésolithique Mas Nou 1 (NOU1, Espagne, à droite). Tous deux sont des individus masculins. L'amincissement de la branche montante (M71a) et l'augmentation de l'angle goniale (M79) rendant plus inclinée cette branche montante caractérisent la morphologie mandibulaire des individus du second Mésolithique par rapport à celle des individus du Paléolithique final. 233

- Figure 103** : Vue supérieure de la mandibule de l'individu du Paléolithique final San Teodoro 1 (STD1, Italie, à gauche) et de l'individu du second Mésolithique Hohlenstein Stadel B (HLSB, Allemagne, à droite). Tous deux sont des individus féminins. Le raccourcissement de la longueur du corps (M69) et l'augmentation de la largeur de la mandibule (M65 et M66) caractérisent la morphologie mandibulaire des individus du second Mésolithique par rapport à celle des individus du Paléolithique final. 233
- Figure 104** : MDS (*Multidimensional Scaling*) à partir des valeurs de MMD obtenues pour la comparaison des six sous-groupes « chronoculture-position par rapport à la côte ». PF-cont : Paléolithique final continental ; PF-côt : Paléolithique final côtier ; meso_1-cont : premier Mésolithique continental ; meso_1-côt : premier Mésolithique côtier ; meso_2-cont : second Mésolithique continental ; meso_2-côt : second Mésolithique côtier. 249
- Figure 105** : Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward à partir des valeurs de MMD obtenues pour la comparaison des individus de chaque chronoculture et en fonction de leur position par rapport à la côte. (PF-cont : Paléolithique final continental ; PF-côt : Paléolithique final côtier ; meso_1-cont : premier Mésolithique continental ; meso_1-côt : premier Mésolithique côtier ; meso_2-cont : second Mésolithique continental ; meso_2-côt : second Mésolithique côtier). 249
- Figure 106** : Fréquences de présence des cuspidés et tubercules des molaires en fonction de la chronoculture : en haut à gauche, présence de l'hypocône (UMxH) et du métaconule (UM3M) ; en haut à droite, présence du tubercule de Carabelli (UMxC) ; en bas à gauche, présence du métaconulide (LMxM) et de l'hypoconulide (LMxH). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique). 259
- Figure 107** : Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward à partir des valeurs de MMD issues de la comparaison des groupes du premier et du second Mésolithique en fonction de leur position par rapport à la côte. meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique; cont : continental ; côt : côtier. 265
- Figure 108** : Représentation du modèle de développement en cascade des cuspidés. En gris, zones d'inhibition des nœuds d'émail ; cercles blancs : nœuds d'émail. A : faible différence dans l'espacement intercuspidien entraînant des effets cumulatifs sur le développement des cuspidés plus tardives. B : de faibles changements dans l'espacement intercuspidien peut faire augmenter ou diminuer le nombre de cuspidés et leur taille. Le développement en cascade affecte la morphologie potentielle des cuspidés. Les dents les plus complexes sont soumises à des cascades indépendantes sur différentes parties de la couronne. Modifié d'après Jernvall et Jung 2000 : 182. 268
- Figure 109** : Carte représentant la distribution des groupes de fermiers néolithiques en Europe et les dates (cal BC) des épisodes de migrations humaines (Foley *et al.* 2013). 290

LISTE DES TABLES

Table 1 : Reconstitution de l'alimentation des individus humains attribués au Tardiglaciaire par l'analyse des isotopes stables de l'oxygène et de l'azote. Évènements climatiques Greenland : GS-1 (Greenland stadial-1), GS-2 (Greenland stadial-2), GI-1 (Greenland interstadial-1), GI-2 (Greenland interstadial-2). Modifié d'après Drucker <i>et al.</i> 2015 : 697.....	13
Table 2 : Table récapitulant les haplogroupes mitochondriaux (mtHG) et du chromosome Y (Y-HG) obtenus sur les des spécimens attribués au Paléolithique final (PF) et au premier et second Mésolithique (meso_1 et meso_2). La date reportée est celle utilisée lors de la publication de la séquence ADN et de l'haplogroupe (colonne « Référence »). Table complétée avec les données disponibles au 05 janvier 2018.....	36
Table 3 : Listing des sites ayant livré des vestiges humains retenus dans la présente étude. Les numéros (N°) renvoient à la Figure 15 et à la Figure 16 ; Geo : variable qualitative géographique utilisée dans l'étude ; Coord_long : coordonnées de longitude ; Coord_lat : coordonnées de latitude ; Date : indique si une datation sur reste humain a été effectuée (en grisé) et si possible sur quel individu elle est intervenue ; Chrono : attribution chronoculturelle utilisée dans l'étude (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; Type date : type de datation effectuée, classique (« class ») ou « ams » pour <i>Accelerator Mass Spectrometry</i> ; BP : Before Present ; cal BC : calibré Before Christ ; cal BP : calibré Before Present. Les calibrations ont été réalisées par l'auteure (sauf *) à deux sigmas selon la courbe IntCal13 dans le logiciel Calib Rev7.1.0 (Stuiver <i>et al.</i> 2005, Reimer <i>et al.</i> 2013) ; Labo : référence du laboratoire pour la datation.	48
Table 4 : Définition des mesures utilisées dans la Diagnose Sexuelle Probabiliste 2 (Bruzek <i>et al.</i> 2017).	60
Table 5 : Résultats de la diagnose sexuelle primaire pour les 36 individus du groupe chronoculturel du Paléolithique final. / : méthode non applicable ; - : pas d'analyse ADN effectuée ; F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; I : sexe indéterminé. ¹ Villotte 2009; ² Tarsi <i>et al.</i> 2006; ³ Jones <i>et al.</i> 2015; ⁴ Samsel <i>et al.</i> 2016; ⁵ Trinkaus 2015; ⁶ Fu <i>et al.</i> 2016.	62
Table 6 : Résultats de la diagnose sexuelle primaire pour les 61 individus du groupe chronoculturel du premier Mésolithique. / : méthode non applicable ; - : pas d'analyse ADN effectuée ; F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; I : sexe indéterminé. ¹ Courtaud et Duday 2011; ² Garralda et Drak 2012; ³ Fu <i>et al.</i> 2016; ⁴ Villotte 2009.....	63
Table 7 : Résultats de la diagnose sexuelle primaire pour les 76 individus du groupe chronoculturel du second Mésolithique. / : méthode non applicable ; - : pas d'analyse ADN effectuée ; F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; I : sexe indéterminé. ¹ Villotte 2009 ; ² Fu <i>et al.</i> 2016 ; ³ Sanchez-Quinto <i>et al.</i> 2012 ; ⁴ González-Fortes <i>et al.</i> 2017 ; ⁵ Delsate <i>et al.</i> 2009. En rouge : individus qui n'ont pas été intégrés à la base d'apprentissage pour la diagnose sexuelle secondaire car intégrés plus tard au corpus. En grisé : inadéquation entre sexe osseux et sexe génétique.	64
Table 8 : Modèles en régression logistique retenus pour la tête osseuse et le squelette infra-crânien et leur « performance ». Pour la définition des variables utilisées, voir Annexe 1-A.....	71

Table 9 : « Modèles 6 (Mod6) » individuels en régression logistique complémentaires pour la tête osseuse et leur « performance ». Pour la définition des variables utilisées, voir Annexe 1-A. n_F : nombre de femmes dans la base d'apprentissage ; n_M : nombre d'hommes dans la base d'apprentissage ; p(M) : probabilité d'obtenir un sexe masculin (en gras si $\geq 0,95$, en gras et italiques si $\leq 0,05$) ; F : femme ; M : homme ; I : individu de sexe indéterminé.	71
Table 10 : « Modèles 10 (Mod10) » individuels en régression logistique complémentaires pour le squelette infra-crânien et leur « performance ». Pour la définition des variables utilisées, voir Annexe 1-A. n_F : nombre de femmes dans la base d'apprentissage ; n_M : nombre d'hommes dans la base d'apprentissage ; p(M) : probabilité d'obtenir un sexe masculin (en gras si $\geq 0,95$, en gras et italiques si $\leq 0,05$) ; F : femme ; M : homme ; I : individu de sexe indéterminé.	72
Table 11 : Analyses en forêts aléatoires (FA) impliquant les caractères morphologiques crâniens. n_F : nombre de femmes dans la base d'apprentissage ; n_M : nombre d'hommes dans la base d'apprentissage.	73
Table 12 : Récapitulatif des probabilités associées aux modèles en régression logistique et en forêts aléatoires appliquées à chacun des individus. pM_Mod# : probabilité d'être un individu masculin avec le modèle en régression logistique # ; pM_FA : probabilité d'être un individu masculin avec l'analyse en forêt aléatoire ; en gras : probabilité d'être un individu masculin $\geq 0,95$; en gras et en italiques : probabilité d'être un individu masculin $\leq 0,05$	74
Table 13 : Récapitulatif des sexes individuels attribués en fonction des probabilités associées aux modèles (voir Table 12) et résultats de la diagnose sexuelle secondaire pour chacun des individus. associées aux modèles en régression logistique et en forêts aléatoires appliqués à chacun des individus. Sexe_Mod# : attribution du sexe avec le modèle en régression logistique # ; Sexe_FA : attribution du sexe avec l'analyse en forêt aléatoire ; n_Modèles ok : nombres de modèles avec un résultat « M » ou « F » ; n_F : nombre de modèles renvoyant le résultat « F » ; n_M : nombre de modèles renvoyant le résultat « M » ; F : sexe féminin ; M : sexe masculin ; I : sexe indéterminé.	76
Table 14 : Résultat de la diagnose sexuelle dans le corpus du Paléolithique final. F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé.	79
Table 15 : Résultat de la diagnose sexuelle dans le corpus du premier Mésolithique. F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé.	80
Table 16 : Résultat de la diagnose sexuelle dans le corpus du premier Mésolithique. F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé.	81
Table 17 : Effectifs et fréquences d'observations symétriques et asymétriques dans le corpus total de variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires. Total_obs : nombre total d'observations ; n_sym-1 : nombre d'observations symétriques (1/1) ; n_sym-0 : nombre d'observations symétriques (0/0) ; Total_sym : nombre total d'observations symétriques ; % SYM : fréquence d'observations symétriques ; Total_asym : nombre total d'observations asymétriques (1/0 ou 0/1) ; % ASYM : fréquences d'observations asymétriques ; n_unilat : nombre d'observations unilatérales ; Décision : cotation finale. Pour la signification des codes correspondant aux caractères, voir Annexe 5-A.	93
Table 18 : Effectifs et fréquences d'observations symétriques et asymétriques dans le corpus total de variations anatomiques non métriques dentaires. Total_obs : nombre total d'observations ; n_sym-1 :	

nombre d'observations symétriques (1/1) ; n_sym-0 : nombre d'observations symétriques (0/0) ;	
Total_sym : nombre total d'observations symétriques ; % SYM : fréquence d'observations symétriques ;	
Total_asym : nombre total d'observations asymétriques (1/0 ou 0/1) ; % ASYM : fréquences	
d'observations asymétriques ; n_unilat : nombre d'observations unilatérales ; Décision : cotation finale.	
Pour la signification des codes correspondant aux caractères, voir Annexe 6-B.....	94
Table 19 : Composition de l'échantillon analysé par morphométrie géométrique par sexe, chronoculture et position par rapport à la côte (« F » : individus féminins ; « M » : individus masculins ; « I » : individus de sexe indéterminé ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).....	101
Table 20 : Présentation de l'échantillon de modèles 3D de crânes et parmi lequel 43 modèles ont été sélectionnés pour l'analyse en morphométrie géométrique (en grisé). Les modes d'acquisition ainsi que les opérateurs ayant reconstruit le modèle 3D sont précisés (MPI : Max Planck Institute ; MS : Mathilde Samsel ; VS : Vitale Stefano Sparacello). F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé ; Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; côt : côtier ; cont : continental.	102
Table 21 : Définition des huit points de repères osseux placés dans cette étude.	104
Table 22 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour les femmes (F), les hommes (M) et les individus de sexe indéterminé (I) et résultat du test U de Mann-Whitney comparant le corpus féminin et le corpus masculin (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).	113
Table 23 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon féminin en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	114
Table 24 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	115
Table 25 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).	116
Table 26 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).	116
Table 27 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon féminin en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	117
Table 28 : Statistiques descriptives de la longueur maximale du fémur (FM1) pour l'échantillon masculin en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre	

d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	118
Table 29 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (longueur maximale du fémur FM1) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$).	
MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.....	120
Table 30 : Statistiques descriptives de l'indice brachial pour les femmes (F), les hommes (M) et les individus de sexe indéterminé (I) et résultat du test U de Mann-Whitney comparant le corpus féminin et le corpus masculin (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).	125
Table 31 : Statistiques descriptives de l'indice brachial pour l'échantillon total en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	125
Table 32 : Résultats du test post-hoc U Mann-Whitney testant deux à deux les différences de valeurs d'indices brachiaux entre les chronocultures (valeur en gras : $p \leq 0,05$). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.	126
Table 33 : Statistiques descriptives de la longueur de l'humérus (HM1) et la longueur du radius (RM1) et résultat du test de Kruskal-Wallis testant l'influence de la chronoculture dans chacun des corpus féminin (F) et masculin (M) (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	127
Table 34 : Statistiques descriptives de l'indice brachial pour l'échantillon total en fonction de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).	129
Table 35 : Statistiques descriptives de l'indice brachial pour l'échantillon total en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	129
Table 36 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (indice brachial) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.....	130
Table 37 : Statistiques descriptives de l'indice cural pour les femmes (F), les hommes (M) et les individus de	

sexe indéterminé (I) et résultat du test U de Mann-Whitney comparant le corpus féminin et le corpus masculin (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).	132
Table 38 : Statistiques descriptives de l'indice crural pour l'échantillon total en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	133
Table 39 : Statistiques descriptives de l'indice crural pour l'échantillon total en fonction de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).	135
Table 40 : Statistiques descriptives de l'indice crural pour l'échantillon total en fonction de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	135
Table 41 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (indice crural) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.	137
Table 42 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse de la stature et des indices brachial et crural. F : femmes ; M : Hommes ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; Côt : côtier ; Cont : continental ; HM1 : longueur maximale de l'humérus ; TM1a : longueur maximale du tibia ; - : pas de différences.	141
Table 43 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes en fonction du sexe des individus et résultats du test U de Mann-Whitney pour la comparaison des deux échantillons de sexe différent (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A et Annexe 3-D ; F : femmes ; M : hommes ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; en gras, valeurs significatives de $p \leq 0,05$).	143
Table 44 : Statistiques descriptives des indices crâniens calculés en fonction du sexe des individus et résultats du test U de Mann-Whitney pour la comparaison des deux échantillons de sexe différent (pour la signification des codes des indices, voir Annexe 3-B et Annexe 3-D ; F : femmes ; M : hommes ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; en gras, valeurs significatives de $p \leq 0,05$).	144
Table 45 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes pour l'échantillon féminin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A et Annexe 3-D ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).	146

Table 46 : Statistiques descriptives des indices crâniens pour l'échantillon féminin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-B et Annexe 3-D ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).	147
Table 47 : Résultats du test de Kruskal Wallis pour la comparaison des mesures et indices crâniens pour l'échantillon féminin (en haut) et du test <i>post-hoc</i> U de Mann-Whitney (en bas) en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A et Annexe 3-B; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).	148
Table 48 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes pour l'échantillon masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).	153
Table 49 : Statistiques descriptives des indices crâniens pour l'échantillon masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-B ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).	154
Table 50 : Résultats du test de Kruskal Wallis pour la comparaison des mesures et indices crâniens pour l'échantillon masculin (en haut) et du test <i>post-hoc</i> U de Mann-Whitney (en bas) en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A et Annexe 3-B ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).	155
Table 51 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes et résultats du test U Mann-Whitney pour la comparaison des mesures pour l'échantillon féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$; valeurs en gras : valeurs significatives $p \leq 0,05$).	160
Table 52 : Statistiques descriptives des indices crâniens et résultats du test U Mann-Whitney pour la comparaison des indices crâniens pour l'échantillon féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-B ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$; valeurs en gras : valeurs significatives $p \leq 0,05$).	161
Table 53 : Statistiques descriptives des mesures crâniennes et résultats du test U Mann-Whitney pour la comparaison des mesures pour l'échantillon masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-A ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$; valeurs en gras : valeurs significatives $p \leq 0,05$).	165

Table 54 : Statistiques descriptives des indices crâniens et résultats du test U Mann-Whitney pour la comparaison des indices crâniens pour l'échantillon masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 3-B ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$; valeurs en gras : valeurs significatives $p \leq 0,05$).....	166
Table 55 : Résultats significatifs de l'analyse NPMANOVA à deux facteurs sur les variables crâniennes des individus féminins en fonction de l'interaction « chronoculture*position par rapport à la côte » (* : $p \leq 0,05$; ** : $p \leq 0,01$; *** : $p \leq 0,001$).....	169
Table 56 : Résultats significatifs de l'analyse NPMANOVA à deux facteurs sur les variables crâniennes des individus féminins mésolithiques en fonction de l'interaction « chronoculture*position par rapport à la côte » (* : $p \leq 0,05$; ** : $p \leq 0,01$; *** : $p \leq 0,001$).....	170
Table 57 : Résultat du test <i>two-way</i> NPMANOVA afin de tester l'influence de l'interaction des facteurs « Chonoculture » et « Position par rapport à la côte » sur un ensemble de huit variables crâniennes [M10, M.I1, M.I5, M.I12, M.I13, M.I39, M.I48, M.I73a] dans l'échantillon féminin (dll : degrés de liberté ; en gras, $p \leq 0,05$).....	170
Table 58 : Résultats significatifs de l'analyse NPMANOVA à deux facteurs sur les variables crâniennes des individus masculins en fonction de l'interaction « chronoculture –position par rapport à la côte » (** : $p < 0,01$).....	175
Table 59 : Résultats significatifs de l'analyse NPMANOVA à deux facteurs sur les variables crâniennes des individus féminins, masculins et de sexe indéterminé en fonction de l'interaction « chronoculture*position par rapport à la côte » (* : $p \leq 0,05$; ** : $p \leq 0,01$; *** : $p \leq 0,001$).....	180
Table 60 : Résultat du test <i>two-way</i> NPMANOVA afin de tester l'influence de l'interaction des facteurs « Chonoculture » et « Position par rapport à la côte » sur un ensemble de onze indices crâniens [M.I1, M.I5, M.I12, M.I13, M.I14, M.I22, M.I24, M.I39, M.I48, M.I51(1), M.I60] dans l'échantillon total (dll : degrés de liberté ; en gras, $p \leq 0,05$).....	181
Table 61 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (métrique crânienne) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.....	185
Table 62 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse métrique du crâne. F : femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique ; - : pas de différences ; / : pas testé.....	185
Table 63 : Sites d'Afrique du Nord-Ouest (AfNO) du Paléolithique final et du Néolithique ancien dont sont issus les spécimens inclus dans l'ACP conduite avec les spécimens d'Europe de l'Ouest du Paléolithique final et du Mésolithique. Les détails des attributions chronoculturelles sont disponibles dans Crevecoeur 2006.	192
Table 64 : Résultats de l'analyse ANOVA Procruste menée sur huit landmarks mesurés de façon répétée sur	

trois individus.	197
Table 65 : Scores des six premières PC de l'ACP menée sur les coordonnées procrustes de l'échantillon total et récapitulatif des effets significatifs sur chacune des six premières PC puis sur l'ensemble des six premières PC (*** : $p < 0,001$; ** : $p \leq 0,01$; « * » : $p \leq 0,05$; « . » : $p < 0,10$, considéré comme non significatif).	199
Table 66 : Résultats de l'analyse des distances procrustes sur la base de la conformation crânienne entre les groupes chronoculturels prédéfinis (partie supérieure du tableau : valeurs des distances procrustes ; partie inférieure du tableau et en italiques : valeurs de p obtenues après validation croisée (10 000 permutations) ; « PF » : Paléolithique final ; « meso_1 » : premier Mésolithique ; « meso_2 » : second Mésolithique).....	203
Table 67 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (coordonnées procrustes) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.....	204
Table 68 : Moyenne des tailles centroïdes du neurocrâne des individus masculins (M) et féminins (F) pour l'échantillon total, le Paléolithique final (PF), le premier et le second Mésolithique (meso_1 et meso_2) et quantification du dimorphisme sexuel pour chaque période chronoculturelle (moyenne M-moyenne F)/moyenneM) ; les effectifs sont indiqués entre parenthèses.	206
Table 69 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires en fonction du sexe des individus et résultats du test U de Mann-Whitney pour la comparaison des deux échantillons de sexe différent (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B, Annexe 4-C; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; en gras, valeurs significatives de $p \leq 0,05$).	212
Table 70 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon féminin en fonction de l'attribution chrono-culturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).	214
Table 71 : Résultats du test de Kruskal Wallis pour la comparaison des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon féminin (à gauche) et du test <i>post-hoc</i> U de Mann-Whitney (à droite) en fonction de l'attribution chrono-culturelle (pour la signification des codes des mesures, voir voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).	214
Table 72 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon masculin en fonction de l'attribution chronoculturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).	219
Table 73 : Résultats du test de Kruskal Wallis pour la comparaison des mesures et indices mandibulaires pour	

l'échantillon masculins (à gauche) et du test <i>post-hoc</i> U de Mann-Whitney (à droite) en fonction de l'attribution chrono-culturelle (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).....	219
Table 74 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon féminin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; valeurs en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).	224
Table 75 : Résultats du test U de Mann-Whitney en fonction de la position des individus féminins par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).....	224
Table 76 : Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon masculin en fonction de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; valeurs en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).	226
Table 77 : Résultats du test U de Mann-Whitney en fonction de la position des individus masculins par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir Annexe 4-A, Annexe 4-B et Annexe 4-C ; en gras, valeurs significatives $p \leq 0,05$).....	226
Table 78 : Résultats des tests de Mantel entre matrice de distances biologiques (métrique mandibulaire) et matrice de distances géographiques. Les résultats en gras sont significatifs ($p \leq 0,05$). MorphoTotal : échantillon total ; MorphoF : échantillon féminin ; MorphoM : échantillon masculin ; MorphoPFMeso_1 : échantillon d'individus du Paléolithique final et du premier Mésolithique ; MorphoMeso_2 : échantillon d'individus du second Mésolithique ; MorphoCôt : échantillon d'individus côtiers ; MorphoCont : échantillon d'individus continentaux ; Geo : distances géographiques normales ; LogGeo : distances log-transformées. ; R2 : coefficient de Mantel.	229
Table 79 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse morphométrique de la mandibule. F : femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; - : pas de différences ; / : pas testé.	230
Table 80 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans le corpus total. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante du sexe ($p \leq 0,05$; test exact de Fisher ; F : Femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.....	235
Table 81 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans le corpus du Paléolithique final. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon tous sexes confondus ; ligne anthracite : variation anatomique dont la fréquence est égale à 1 dans l'échantillon tous sexes confondus (F : Femmes ; M : Hommes). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.....	237

Table 82 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans le corpus du premier Mésoolithique. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante du sexe ($p \leq 0,05$, test exact de Fisher ; F : Femmes ; M : Hommes). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.	238
Table 83 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans le corpus du second Mésoolithique. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante du sexe ($p \leq 0,05$, test exact de Fisher ; F : Femmes ; M : Hommes). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.	239
Table 84 : Comparaison des fréquences de variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires entre deux groupes parmi les trois groupes chronoculturels : comparaison des échantillons totaux. Probabilités exactes de Fisher (bilatéral). (Lignes orangées : p significatives $\leq 0,05$; F : Femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésoolithique ; meso_2 : second Mésoolithique). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.	241
Table 85 : Comparaison des fréquences de variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires entre premier et second Mésoolithique en fonction du sexe. Probabilités exactes de Fisher (bilatéral) (Lignes orangées : p significatives $\leq 0,05$; lignes grisées : fréquence nulle chez un des sexes ; meso_1 : premier Mésoolithique ; meso_2 : second Mésoolithique). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.	242
Table 86 : MMD calculées pour le corpus total entre les trois groupes chronoculturels sur la base de 31 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésoolithique ; meso_2 : second Mésoolithique.	242
Table 87 : MMD calculées au sein du corpus féminin entre les deux groupes chronoculturels mésoolithiques sur la base de 11 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires (meso_1 : premier Mésoolithique ; meso_2 : second Mésoolithique). En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures).	243
Table 88 : MMD calculées au sein du corpus masculin entre les deux groupes chronoculturels mésoolithiques sur la base de 13 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires (meso_1 : premier Mésoolithique ; meso_2 : second Mésoolithique).	243
Table 89 : Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans les groupes continentaux et côtiers. Ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante de la position par rapport à la côte ($p \leq 0,05$, test exact de Fisher) ; Cont : continental ; Côt : côtier. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.	244
Table 90 : Comparaison des fréquences de variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires entre groupes d'individus continentaux et côtiers au sein des corpus féminin et masculin ; ligne surlignée en orange : $p \leq 0,05$, test exact de Fisher ; lignes grisées : fréquence nulle chez un des sexes ; Cont : continental ; Côt : côtier. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.	245

Table 91 : MMD calculées entre les groupes d'individus continentaux et côtiers sur la base de 25 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures).	245
Table 92 : Comparaisons des fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans les sous-groupes « chronoculture-position par rapport à la côte ». Ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante de l'interaction entre chronoculture et position par rapport à la côte ($p \leq 0,05$, test exact de Fisher). PF-cont : Paléolithique final continental ; PF-côt : Paléolithique final côtier ; meso_1-cont : premier Mésolithique continental ; meso_1-côt : premier Mésolithique côtier ; meso_2-cont : second Mésolithique continental ; meso_2-côt : second Mésolithique côtier. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 5-A.	247
Table 93 : MMD calculées entre les sous-groupes d'individus mésolithiques en fonction de leur position par rapport à la côte sur la base de 22 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.	248
Table 94 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse des variations anatomiques non métriques du crâne et de la mandibule. F : femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; - : pas de différences ; / : pas testé.	250
Table 95 : Fréquences des variations anatomiques dentaires dans le corpus total. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante du sexe ($p \leq 0,05$; test exact de Fisher ; F : Femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.	253
Table 96 : Fréquences des variations anatomiques dentaires dans le corpus du Paléolithique final. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon tous sexes confondus ; ligne anthracite : variation anatomique dont la fréquence est égale à 100% dans l'échantillon tous sexes confondus ; ligne noire : variation anatomique inobservable dans l'échantillon tous sexes confondus. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.	255
Table 97 : Fréquences des variations anatomiques dentaires dans le corpus du premier Mésolithique. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon tous sexes confondus ; ligne anthracite : variation anatomique dont la fréquence est égale à 1 dans l'échantillon tous sexes confondus. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.	256
Table 98 : Fréquences des variations anatomiques dentaires dans le corpus du second Mésolithique. Ligne grisée : variation anatomique dont la fréquence est nulle dans l'échantillon complet ; ligne anthracite : variation anatomique dont la fréquence est égale à 1 dans l'échantillon tous sexes confondus. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.	257
Table 99 : Comparaison des fréquences de variations anatomiques non métriques dentaires entre deux groupes parmi les trois groupes chronoculturels : comparaison des échantillons totaux. Probabilités exactes de Fisher (bilatéral). Lignes orangées : valeurs de p significatives ($\leq 0,05$). Pour la signification	

des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.	260
Table 100 : MMD calculées entre les trois groupes chronoculturels (tous sexes confondus) sur la base de 45 variations anatomiques dentaires. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures en italiques). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.....	261
Table 101 : Fréquences d'apparition de 60 variations anatomiques dentaires et comparaison de ces fréquences entre les groupes continentaux et côtiers. Ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante de la position par rapport à la côte ($p \leq 0,05$; test exact de Fisher). Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B.	262
Table 102 : MMD calculées entre les groupes « continentaux » et « côtiers » sur la base de 50 variations anatomiques dentaires. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures).	262
Table 103 : Comparaisons des fréquences d'apparition de 60 variations anatomiques dentaires dans les sous-groupes « chronoculture-position par rapport à la côte ». Ligne surlignée en orange : variation anatomique dépendante de la chronoculture et de la position par rapport à la côte ($p \leq 0,05$; test exact de Fisher). PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique; cont : continental ; côt : côtier. Pour la signification des codes pour les caractères, voir Annexe 6-B... 264	264
Table 104 : MMD calculées entre les sous-groupes d'individus mésolithiques en fonction de leur position par rapport à la côte sur la base de 31 variations anatomiques. En gras : MMD significative si sa valeur (cases supérieures) est plus de deux fois supérieure à son écart-type (cases inférieures). meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique; cont : continental ; côt : côtier.	265
Table 105 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires. F : femmes ; M : Hommes ; I : individus de sexe indéterminé ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique.	266
Table 106 : Synthèse des résultats obtenus dans le présent travail pour chaque type de données et facteurs de variation retenus. FM1 : longueur maximale du fémur ; HM1 : longueur maximale de l'humérus ; TM1a : longueur maximale du tibia.....	273

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - MATERIEL	D
Annexe 2 - VARIABLES METRIQUES ET INDICES INFRA-CRANIENS	S
Annexe 3 - VARIABLES METRIQUES ET INDICES CRÂNIENS	T
Annexe 4 - VARIABLES METRIQUES ET INDICES MANDIBULAIRES	JJ
Annexe 5 - VARIATIONS ANATOMIQUES NON METRIQUES CRANIENNES ET MANDIBULAIRES	PP
Annexe 6 - VARIATIONS ANATOMIQUES NON METRIQUES DENTAIRES	XX

ANNEXES

Annexe 1 - MATERIEL

ANNEXE 1-A

Table récapitulant les variables métriques impliquées dans la diagnose sexuelle secondaire.

Os	Code	Description	Référence
Crâne	M1	Longueur max. du crâne (glabellé-opisthocranion)	Martin 1928
	M23	Périmètre horizontal	Martin 1928
	M26	Arc frontal (nasion-bregma)	Martin 1928
	M44	Largeur bi-orbitaire (bi-ectoconchion)	Martin 1928
	M48	Hauteur nasale supérieure (prosthion-nasion)	Martin 1928
	M48d	Hauteur minimale de la joue	Martin 1928
	M51	Largeur de l'orbite (maxillofrontal-ectoconchion)	Martin 1928
	M52	Hauteur de l'orbite	Martin 1928
Mandibule	M54	Largeur maximale du nez	Martin 1928
	M69.1	Hauteur du corps au foramen mentonnier	Martin 1928
	M70	Hauteur de la branche montante en position	Martin 1928
Scapula	M71a	Largeur minimale de la branche montante	Martin 1928
	SCM12	Hauteur cavité glénoïde	Martin 1928
Clavicule	SCM13	Largeur cavité glénoïde	Martin 1928
	CLM1	Longueur maximale	Martin 1928
	CLM5	Diamètre horizontal au milieu	Martin 1928
Humérus	CLM6	Périmètre au milieu	Martin 1928
	HM12a	Largeur de la surface articulaire distale	Martin 1928
Fémur	FM15	Diamètre vertical du col	Martin 1928
Tibia	TM6	Largeur extrémité distale	Martin 1928
Fibula	FiM1	Longueur maximale	Martin 1928
Talus	TALM1a	Longueur maximale	Martin 1928
	TALM2	Largeur maximale	Martin 1928
	TALHmax	Hauteur maximale	Martin 1928
Calcaneus	CALM1	Longueur maximale	Martin 1928
	CALM5	Largeur maximale	Martin 1928
	CALM4a	Hauteur maximale du corps	Martin 1928
Premier Métatarsien	MT1M1b	Longueur maximale	Martin 1928
	MT1BP	Largeur maximale de la base	Crèvecoeur 2006

ANNEXE 1-B

Individus inclus dans l'analyse de la longueur maximale du fémur (FM1). Les numéros (N°) renvoient à la Table 3 et la Figure 15. Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; Source : origine des données (MS : Mathilde Samsel).

N°	Site	Individu / os isolé	CODE	Chrono	Sexe	Source
2	ABRI DES AUTOURS 3	ABRI DES AUTOURS 3	AA3	meso_1	F	Original, MS
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 10	ARC10	PF	I	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 5	ARC5	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 2	ARC2	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 4	ARC4	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 12	ARC12	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBOUSSIERES 33	IBO_33	PF	I	Original, MS
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBOUSSIERES 36	IBO_14	PF	I	Original, MS
6	BAD DURREMBERG	BAD DURREMBERG 1	BAD	meso_2	F	Original, MS
10	BOTTENDORF I	BOTTENDORF I 39:47a	BTDI47A	meso_2	M	Original, MS
12	BUTTNERLOCH	BUTTNERLOCH 1	BUT1	meso_1	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA 9021	ARR9021	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA XV	ARRXV	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA IV	ARRIV	meso_2	M	Original, MS
17	COMBE CAPELLE	COMBE CAPELLE	CCP	meso_1	I	Henry-Gambier comm. pers.
21	CULOZ	CULOZ II	CULII	meso_1	M	Original, MS
22	CUZOU DE GRAMAT	CUZOU DE GRAMAT 45.6	CZG	meso_2	M	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP VII	CLDVII	meso_1	F	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP VI	CLDVI	meso_1	M	Original, MS
25	GROTTE DES ENFANTS 3	GROTTE DES ENFANTS 3	GDE3	PF	F	Mallegni et Fabbri 1995
27	HOEDIC	HOEDIC 8	HDC8	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 9	HDC9	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 5	HDC5	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 6	HDC6	meso_2	M	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRANA 2	BRN2	meso_2	M	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRANA 1	BRN1	meso_2	M	Original, MS
32	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LA CHAUSSEE TIRANCOURT	LCT	meso_1	M	Original, MS
35	LE BICHON	LE BICHON	BIC	PF	M	Original, MS
36	LE PEYRAT	LE PEYRAT 5	PEY5	PF	M	Original, MS
40	LOVERVAL	LOVERVAL 96	LOV_96	meso_1	I	Original, MS
44	MAS NOU	MAS NOU 1	NOU1	meso_2	M	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 8 + CRANE XVI	SEB8C16	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 01 RESERVE	SEB01RES	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 17	SEB17	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 14	SEB14	meso_2	M	Original, MS
47	MOLARA	MOLARA 2	MOL2	meso_1	M	Original, MS
49	NERJA	NERJA	NRJ	meso_1	F	Garcia Sanchez 1982
50	OBBERKASSEL	OBBERKASSEL 1	OBK1	PF	M	Trinkaus 2015
52	PETIT RI	PETIT RI	PRII	meso_1	I	Original, MS
52	PETIT RI	PETIT RI	PRI_SANSNUM2	meso_1	I	Original, MS
56	ROMITO	ROMITO 4	RMT4	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 3	RMT3	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
58	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUEIL MALMAISON LES CLOSEAUX	RUM	meso_1	F	Original, MS
59	SAN TEODORO	SAN TEODORO 1	STD1	PF	F	Original, MS
60	RIPARO TAGLIENTE	TAGLIENTE 2	TGT2	PF	M	Corrain 1977
61	TEVIEC	TEVIEC 2 (SEP B/4)	TVC2	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 6	TVC6	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 9	TVC9	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 1	TVC1	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 11	TVC11	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 7	TVC7	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 16	TVC16	meso_2	M	Original, MS
65	UNSEBURG	UNSEBURG	UNS	meso_2	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1A	UZZIA	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1B	UZZIB	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 2	UZZ2	meso_1	M	Original, MS
66	UZZO	UZZO 5	UZZ5	meso_1	M	Original, MS
66	UZZO	UZZO 11	UZZ11	meso_1	M	Original, MS
67	VADO ALL'ARANCIO	VADO ALL'ARANCIO 1	VAA1	PF	M	Minellono et al. 1980
70	VILLABRUNA	VILLABRUNA	VLB	PF	M	Vercellotti et al. 2008

ANNEXE 1-C

Individus inclus dans l'analyse de la variation de l'indice brachial. Les numéros (N°) renvoient à la Table 3 et la Figure 15. Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé ; Source : origine des données (MS : Mathilde Samsel).

N°	Site	Individu / os isolé	Chrono	Sexe	Sexe	Source
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 2	ARC2	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 4	ARC4	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 12	ARC12	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
6	BAD DURREMBERG	BAD DURREMBERG 1	BAD	meso_2	F	Original, MS
10	BOTTENDORF I	BOTTENDORF I 39:47a	BI3947A	meso_2	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA 63	ARR63	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA XV	ARRXV	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA N	ARRN	meso_2	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA XIII (113)	ARRXIII113	meso_2	I	Original, MS
22	CUZOUL DE GRAMAT	CUZOUL DE GRAMAT 45.6	CZG	meso_2	M	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP VII	CLDVII	meso_1	F	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP XI	CLDXI	meso_1	F	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	MARGAUX HM2 HM9 RD9 CB9 RD2 CB1	MGX_HM2	meso_1	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 8	HDC8	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 9	HDC9	meso_2	I	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRAÑA 1	BRN1	meso_2	M	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRAÑA2	BRN2	meso_2	M	Original, MS
35	LE BICHON	LE BICHON	BIC	PF	M	Original, MS
36	LE PEYRAT	LE PEYRAT 5	PEY5	PF	M	Original, MS
38	LOS CANES	LOS CANES 3A	CAN3A	meso_2	M	Original, MS
44	MAS NOU	MAS NOU 1	NOU1	meso_2	M	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 54	SEB54	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO C + CRANE XXXVII	SEBCC37	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 8 + CRANE XVI	SEB8C16	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 16	SEB16	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 14	SEB14	meso_2	M	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO T3	SEBT3	meso_2	M	Original, MS
49	NERJA	NERJA	NRJ	meso_1	F	García Sanchez 1982
50	OBERKASSEL	OBERKASSEL 1	OBK1	PF	M	Trinkaus 2015
51	ORIENTE	ORIENTE B	ORIB	meso_1	F	Original, MS
55	ROCHEREIL	ROCHEREIL 1	RCH1	PF	I	Original, MS
56	ROMITO	ROMITO 4	RMT4	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 3	RMT3	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
58	RUEIL MALMAISON LES CLOSEAUX	RUEIL MALMAISON LES CLOSEAUX	RUM	meso_1	F	Original, MS
60	SAN TEODORO	SAN TEODORO 1	STD1	PF	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 2 (SEP B/4)	TVC2	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 9	TVC9	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 6	TVC6	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 1	TVC1	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 11	TVC11	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 16	TVC16	meso_2	M	Original, MS
65	UNSEBURG	UNSEBURG	UNS	meso_2	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 10	UZZ10	meso_1	I	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1A	UZZ1A	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 4A	UZZ4A	meso_1	I	Original, MS
66	UZZO	UZZO 4B	UZZ4B	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1B	UZZ1B	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 5	UZZ5	meso_1	M	Original, MS
66	UZZO	UZZO 7	UZZ7	meso_1	M	Original, MS
70	VILLABRUNA	VILLABRUNA	VLB	PF	M	Vercellotti et al. 2008

ANNEXE 1-D

Individus inclus dans l'analyse de la variation de l'indice crural. Les numéros (N°) renvoient à la Table 3 et la Figure 15. Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé ; Source : origine des données (MS : Mathilde Samsel).

N°	Site	Individu / os isolé	CODE	Chrono	Sexe	Source
2	ABRI DES AUTOURS 3	ABRI DES AUTOURS 3	AA3	meso_1	F	Original, MS
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 2	ARC2	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 4	ARC4	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 5	ARC5	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 10	ARC10	PF	I	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 12	ARC12	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
6	BAD DURREMBERG	BAD DURREMBERG 1	BAD	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA XV	ARRXV	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA IV	ARRIV	meso_2	M	Original, MS
17	COMBE CAPELLE	COMBE CAPELLE	CCP	meso_1	I	Original, MS
22	CUZOUL DE GRAMAT	CUZOUL DE GRAMAT 45.6	CZG	meso_2	M	Original, MS
25	GROTTE DES ENFANTS 3	GROTTE DES ENFANTS 3	GDE3	PF	F	Mallegni et Fabbri 1995
27	HOEDIC	HOEDIC 8	HDC8	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 9	HDC9	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 6	HDC6	meso_2	M	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRANA 2	BRN2	meso_2	M	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRANA 1	BRN1	meso_2	M	Original, MS
32	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LA CHAUSSEE TIRANCOURT	LCT	meso_1	M	Original, MS
35	LE BICHON	LE BICHON	BIC	PF	M	Original, MS
36	LE PEYRAT	LE PEYRAT 5	PEY5	PF	M	Original, MS
44	MAS NOU	MAS NOU 1	NOU1	meso_2	M	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 8 + CRANE XVI	SEB8C16	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 14	SEB14	meso_2	M	Original, MS
47	MOLARA	MOLARA 2	MOL2	meso_1	M	Original, MS
49	NERJA	NERJA	NRJ	meso_1	F	Garcia Sanchez 1982
50	OBERKASSEL	OBERKASSEL 1	OBK1	PF	M	Trinkaus 2015
56	ROMITO	ROMITO 4	RMT4	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 3	RMT3	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
59	SAN TEODORO	SAN TEODORO 1	STD1	PF	F	Original, MS
60	RIPARO TAGLIENTE	TAGLIENTE 2	TGT2	PF	M	Corrain 1977
61	TEVIEC	TEVIEC 2 (SEP B/4)	TVC2	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 6	TVC6	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 9	TVC9	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 1	TVC1	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 11	TVC11	meso_2	M	Original, MS
65	UNSEBURG	UNSEBURG	UNS	meso_2	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1A	UZZIA	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1B	UZZIB	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 2	UZZ2	meso_1	M	Original, MS
67	VADO ALL'ARANCIO	VADO ALL'ARANCIO 1	VAA1	PF	M	Minellono et al. 1980
70	VILLABRUNA	VILLABRUNA	VLB	PF	M	Vercellotti et al. 2008

ANNEXE 1-E

Individus inclus dans l'analyse de la morphologie et métrique crânienne. Les numéros (N°) renvoient à la Table 3 et la Figure 15. Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé ; Source : origine des données (MS : Mathilde Samsel).

N°	Site	Individu / n° os isolé	CODE	Chrono	Sexe	Source
1	ABRI DES AUTOURS	AA92 F98 maxillaire + zygo D	AA2_AA92_F98C	meso_1	I	Original, MS
2	ABRI DES AUTOURS	ABRI DES AUTOURS 3	AA3	meso_1	F	Original, MS
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 2	ARC2	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 3	ARC3	PF	I	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 4	ARC4	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 5	ARC5	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 12	ARC12	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
5	AVEN DES IBOUSIERES	57.1 ET 57.2 CRANE ET 58 MANDIBULE	IBOA	PF	M	Original, MS
6	BAD DURREMBERG	BAD DURREMBERG	BAD	meso_2	F	Original, MS
8	BOTTENDORF I	B I 39:47a sq entier	BDI47A	meso_2	M	Original, MS
12	BUTTNERLOCH	BUTTNERLOCH 1	BUT1	meso_1	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA 29	ARR29	meso_2	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA A	ARRA	meso_2	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA XV	ARRXV	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE IV	ARRC4	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE V	ARRC5	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE XL	ARRCXL	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE I	ARRCI	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA K	ARRK	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE XII 1	ARRC121	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA XIII (113)	ARRX13113	meso_2	I	Original, MS
17	COMBE CAPELLE	COMBE CAPELLE	CCP	meso_1	I	Henry-Gambier comm. pers.
18	COVA FOSCA	COVA FOSCA	FSC	PF	F	Original, MS
19	CUARTAMENTERO	CUARTAMENTERO	CUA	meso_1	I	Original, MS
20	CUIRY-LES-CHAUDARDES "LES FONTINETTES"	CUIRY-LES-CHAUDARDES "LES FONTINETTES"	CLC	meso_2	M	Original, MS
21	CULOZ	CULOZ II	CULII	meso_1	M	Original, MS
21	CULOZ	CULOZ I	CULI	meso_1	I	Original, MS
22	CUZOUL DE GRAMAT	CUZOUL DE GRAMAT 45.6	CZG	meso_2	M	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO crane 28351	CLD28351	meso_1	I	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP V	CLDV	meso_1	I	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP XI	CLDXI	meso_1	F	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP XIII IND1	CLDXII1	meso_1	F	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	CALVARIA D CR4	MGX_CR4	meso_1	I	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	CR1 GM 88 140	MGX_CR1	meso_1	I	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	CR2 GM88 185	MGX_CR2	meso_1	I	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	GM186 CR3	MGX_CR3	meso_1	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 1	HDC1	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 2	HDC2	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 5	HDC5	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 6	HDC6	meso_2	M	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 8	HDC8	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 9	HDC9	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 10	HDC10	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 4	HDC4	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 7	HDC7	meso_2	F	Original, MS
28	HOHLENSTEIN STADEL	HOHLENSTEIN STADEL 8530A	HLSA	meso_2	F	Original, MS
28	HOHLENSTEIN STADEL	HOHLENSTEIN STADEL 8530B	HLSB	meso_2	F	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRAÑA ARINTERO 1	BRN1	meso_2	M	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRAÑA ARINTERO 2	BRN2	meso_2	M	Original, MS
32	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LCT	meso_1	M	Original, MS
34	LA VERGNE	LA VERGNE 9 SP 10	LVG9SP10	meso_1	M	Original, MS
35	LE BICHON	LE BICHON	BIC	PF	M	Original, MS
36	LE PEYRAT	LE PEYRAT 5	PEY5	PF	M	Original, MS
38	LOS CANES	LOS CANES 1A	CAN1A	meso_2	F	Original, MS
38	LOS CANES	LOS CANES 3A	CAN3A	meso_2	M	Original, MS
40	LOVERVAL	LOVERVAL C1	LOV1	meso_1	F	Toussaint comm. pers.
40	LOVERVAL	LOVERVAL C2	LOV2	meso_1	F	Toussaint comm. pers.
43	MARITZA	MARITZA 2	MTZ2	PF	M	Borgognini Tarli 1969
44	MAS NOU	MAS NOU 1	NOU1	meso_2	M	Original, MS
44	MAS NOU	MAS NOU 2	NOU2	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO T3	SEBT3	meso_2	M	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 25 + CRANEO XXX	SEB25C30	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 16	SEB16	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANIUM XXXII	SEBC32	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 8 + CRANE XVI	SEB8C16	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE MOITA 3	SEBM3	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 9 + CRANE XVII	SEB9C17	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE VII-M-7	SEB7M7	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 2 + CRANE XXVI	SEB2C26	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO C + CRANE XXXVII	SEBCC37	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXXV	SEBC35	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXIII	SEBC23	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXXIV	SEBC34	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 22	SEB22	meso_2	F	Original, MS
47	MOLARA 1	MOLARA 1	MOL1	meso_1	I	Original, MS
47	MOLARA 2	MOLARA 2	MOL2	meso_1	M	Original, MS
49	NERJA	NERJA	NRJ	meso_1	F	Garcia Sanchez 1982

N°	Site	Individu / n° os isolé	CODE	Chrono	Sexe	Source
50	OBERKASSEL	OBERKASSEL 1	OBK1	PF	M	Modele 3D, MS
50	OBERKASSEL	OBERKASSEL 2	OBK2	PF	F	Modele 3D, MS
51	ORIENTE	ORIENTE A	ORIA	PF	I	Original, MS
51	ORIENTE	ORIENTE B	ORIB	meso_1	F	Original, MS
52	PETIT RI	ML I crâne entier	PRII	meso_1	F	Original, MS
53	RIPARO TAGLIENTE	TAGLIENTE 2	TGT2	PF	M	Corrain 1977
55	ROCHEREIL	ROCHEREIL 1	RCH1	PF	I	Original, MS
56	ROMITO	ROMITO 1	RMT1	PF	F	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 3	RMT3	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 4	RMT4	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 5	RMT5	PF	I	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 6	RMT6	PF	F	Mallegni et Fabbri 1995
57	ROND DU BARRY	ROND DU BARRY	RDB	meso_1	I	Modele 3D, MS
58	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUM	meso_1	F	Original, MS
59	SAINT-MORE "LA GROTTE DES HOMMES"	SAINT MORE CRANE BRECHE + FGMT CRANE N°3	STM_BRECHE	PF	I	Original, MS
60	SAN TEODORO	SAN TEODORO 1	STD1	PF	F	Original, MS
60	SAN TEODORO	SAN TEODORO 2	STD2	PF	I	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 2 (SEP B/4)	TVC2	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 1	TVC1	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 7	TVC7	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 8	TVC8	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 9	TVC9	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVEC 13	TVC13	meso_2	I	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 16	TVC16	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 3	TVC3	meso_2	F	Original, MS
65	UNSEBURG	UNSEBURG	UNS	meso_2	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1B	UZZIB	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1A	UZZIA	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 4A	UZZ4A	meso_1	I	Original, MS
66	UZZO	UZZO 4B	UZZ4B	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 5	UZZ5	meso_1	M	Original, MS
67	VADO ALL'ARANCIO	VADO ALL'ARANCIO 1	VAA1	PF	M	Minellono et al. 1980
68	VAL DE REUIL ASS B	VAL DE REUIL ASS B	VDRB_VRDB	meso_1	I	Original, MS
69	VATTE DI ZAMBANA	VATTE DI ZAMBANA	VZB	meso_1	F	Corrain et al. 1976
70	VILLABRUNA	VILLABRUNA	VLB	PF	M	Vercellotti et al. 2008

ANNEXE 1-F

Individus inclus dans l'analyse de la morphologie et métrique mandibulaire. Les numéros (N°) renvoient à la Table 3 et la Figure 15. Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé ; Source : origine des données (MS : Mathilde Samsel).

N°	Site	Individu / n° os isolé	CODE	Période	Sexe	Source
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_11	AA2_AA92_11	meso_1	I	Original, MS
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_27	AA2_AA92_27	meso_1	I	Original, MS
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_F155	AA2_AA92_F155	meso_1	I	Original, MS
2	ABRI DES AUTOURS 3	ABRI DES AUTOURS 3	AA3	meso_1	F	Original, MS
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 2	ARC2	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 3	ARC3	PF	I	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 4	ARC4	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 5	ARC5	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 12	ARC12	PF	M	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
3	ARENE CANDIDE	ARENE CANDIDE 18	ARC18	PF	I	Paoli et al. 1980 ; Sergi et al. 1974
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBOUSSIERES A	IBOA	PF	M	Original, MS
6	BAD DURREMBERG	BAD DURREMBERG	BAD	meso_2	F	Original, MS
7	BERRY-AU-BAC "LE VIEUX TORDOIR"	BERRY-AU-BAC "LE VIEUX TORDOIR"	BAB	meso_2	M	Original, MS
9	BOIS LAITERIE	BOIS LAITERIE MAND4	BOL_4	meso_1	I	Original, MS
10	BOTTENDORF I	BOTTENDORF I 39:47a	BDI47A	meso_2	M	Original, MS
12	BUTTNERLOCH	BUTTNERLOCH 1	BUT1	meso_1	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA 63	ARR63	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA 29	ARR29	meso_2	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA A	ARRA	meso_2	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA H	ARRH	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA 44	ARR44	meso_2	M	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE IV	ARRC4	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE V	ARRC5	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE XL	ARRCXL	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA CRANE I	ARRCI	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA K	ARRK	meso_2	F	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA 31	ARR31	meso_2	I	Original, MS
13	CABECO DA ARRUDA	MGL ARRUDA XIII (113)	ARRX13113	meso_2	I	Original, MS
17	COMBE CAPELLE	COMBE CAPELLE	CCP	meso_1	I	Henry-Gambier comm. pers.
18	COVA FOSCA	COVA FOSCA	FSC	PF	F	Original, MS
20	CUIRY-LES-CHAUDARDES "LES FONTINETTES"	CUIRY-LES-CHAUDARDES "LES FONTINETTES"	CLC	meso_2	M	Original, MS
21	CULOZ	CULOZ II	CULII	meso_1	M	Original, MS
21	CULOZ	CULOZ I	CULI	meso_1	I	Original, MS
22	CUZOUL DE GRAMAT	CUZOUL DE GRAMAT 45.6	CZG	meso_2	M	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP III	CLDIII	meso_1	I	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP V	CLDV	meso_1	I	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP VI	CLDVI	meso_1	M	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP VII	CLDVII	meso_1	F	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP XI	CLDXI	meso_1	F	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP XII IND1	CLDXII1	meso_1	F	Original, MS
23	EL COLLADO	EL COLLADO SEP XIV PB	CLDXIVPB	meso_1	I	Original, MS
24	ETIOLLES "LES COUDRAYS" STR 11	ETIOLLES "LES COUDRAYS" STR 11	ETC11	meso_1	I	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	MARGAUX MB1	MGX_MB1	meso_1	I	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	MARGAUX MB2	MGX_MB2	meso_1	I	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	MARGAUX MB3	MGX_MB3	meso_1	I	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	MARGAUX MB5	MGX_MB5	meso_1	I	Original, MS
26	GROTTE MARGAUX	MARGAUX MB6	MGX_MB6	meso_1	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 1	HDC1	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 2	HDC2	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 5	HDC5	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 6	HDC6	meso_2	M	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 8	HDC8	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 9	HDC9	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 10	HDC10	meso_2	F	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 4	HDC4	meso_2	I	Original, MS
27	HOEDIC	HOEDIC 7	HDC7	meso_2	F	Original, MS
28	HOHLENSTEIN STADEL	HOHLENSTEIN STADEL 8530A	HLSA	meso_2	F	Original, MS
28	HOHLENSTEIN STADEL	HOHLENSTEIN STADEL 8530B	HLSB	meso_2	F	Original, MS
29	HOHLER FELS	G.S. HOHLER FELS 7061 589 MAND3	HFS_70615893	meso_1	I	Original, MS
29	HOHLER FELS	G.S. HOHLER FELS 7061 591 MAND4	HFS_70615914	meso_1	I	Original, MS
29	HOHLER FELS	7061 MAND1	HFS_70611	meso_1	I	Original, MS
29	HOHLER FELS	HOHLER FELS 7061 MAND2	HFS_70612	meso_1	I	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRAÑA ARINTERO 1	BRN1	meso_2	M	Original, MS
31	LA BRAÑA ARINTERO	LA BRAÑA ARINTERO 2	BRN2	meso_2	M	Original, MS
32	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LCT	meso_1	M	Original, MS
33	LA POZA L'EGUA	LA POZA L'EGUA	PZA	meso_1	I	Original, MS
34	LA VERGNE	LA VERGNE 1 SP 3	LVG1SP3	meso_1	F	Original, MS
34	LA VERGNE	LA VERGNE 9 SP 10	LVG9SP10	meso_1	M	Original, MS
35	LE BICHON	LE BICHON	BIC	PF	M	Original, MS
36	LE PEYRAT	LE PEYRAT 5	PEY5	PF	M	Original, MS
37	LOS AZULES	LOS AZULES 1	LAZ1	meso_1	I	Original, MS
38	LOS CANES	LOS CANES 1A	CAN1A	meso_2	F	Original, MS
38	LOS CANES	LOS CANES 3A	CAN3A	meso_2	M	Original, MS
40	LOVERVAL	LOVERVAL C1	LOV1	meso_1	F	Toussaint comm. pers.
40	LOVERVAL	LOVERVAL C2	LOV2	meso_1	F	Toussaint comm. pers.
41	MAISONS-ALFORT "ZAC D'ALFORT"	MAISONS-ALFORT "ZAC D'ALFORT"	MAF	meso_1	I	Original, MS
43	MARITZA	MARITZA 2	MTZ2	PF	M	Original, MS
44	MAS NOU	MAS NOU 1	NOU1	meso_2	M	Original, MS
44	MAS NOU	MAS NOU 2	NOU2	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO T3	SEBT3	meso_2	M	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO T3SURNUM	SEBT3SURNUM	meso_2	I	Original, MS

N°	Site	Individu / n° os isolé	CODE	Période	Sexe	Source
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 54	SEB54	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 25 + CRANE XXX	SEB25C30	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 16	SEB16	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANIUM XXXII	SEBC32	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 8 + CRANE XVI	SEB8C16	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE MOITA 3	SEBM3	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 52	SEB52	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 9 + CRANE XVII	SEB9C17	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE VII-M-7	SEBC7M7	meso_2	F	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 2 + CRANE XXVI	SEB2C26	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO C + CRANE XXXVII	SEBCC37	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXXV	SEBC35	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXIII	SEBC23	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO CRANE XXXIV	SEBC34	meso_2	I	Original, MS
46	MOITA DO SEBASTIAO	MGL SEBASTIAO 22	SEB22	meso_2	F	Original, MS
47	MOLARA	MOLARA 2	MOL2	meso_1	M	Original, MS
47	MOLARA	MOLARA 1	MOL1	meso_1	I	Original, MS
49	NERJA	NERJA	NRJ	meso_1	F	Garcia Sanchez 1982
51	ORIENTE	ORIENTE A	ORIA	PF	I	Original, MS
51	ORIENTE	ORIENTE B	ORIB	meso_1	F	Original, MS
55	ROCHEREIL	ROCHEREIL 1	RCH1	PF	I	Original, MS
56	ROMITO	ROMITO 1	RMT1	PF	F	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 3	RMT3	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 4	RMT4	PF	M	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 5	RMT5	PF	I	Mallegni et Fabbri 1995
56	ROMITO	ROMITO 6	RMT6	PF	F	Mallegni et Fabbri 1995
58	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUM	meso_1	F	Original, MS
60	SAN TEODORO	SAN TEODORO 1	STD1	PF	F	Original, MS
60	SAN TEODORO	SAN TEODORO 2	STD2	PF	I	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 2 (SEP B/4)	TVC2	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 1	TVC1	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 7	TVC7	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 8	TVC8	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 9	TVC9	meso_2	F	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 13	TVC13	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 11	TVC11	meso_2	M	Original, MS
61	TEVIEC	TEVIEC 3	TVC3	meso_2	F	Original, MS
62	TITO BUSTILLO	TITO BUSTILLO 1	BUS1	meso_1	I	Original, MS
64	UNIKOTE II	UNIKOTE II AD	UNKIAD	meso_2	I	Original, MS
65	UNSEBURG	UNSEBURG	UNS	meso_2	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1B	UZZ1B	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 1A	UZZ1A	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 4A	UZZ4A	meso_1	I	Original, MS
66	UZZO	UZZO 4B	UZZ4B	meso_1	F	Original, MS
66	UZZO	UZZO 5	UZZ5	meso_1	M	Original, MS
66	UZZO	UZZO 7	UZZ7	meso_1	M	Original, MS
66	UZZO	UZZO 8	UZZ8	meso_1	I	Original, MS
66	UZZO	UZZO 10	UZZ10	meso_1	I	Original, MS
66	UZZO	UZZO 11	UZZ11	meso_1	M	Original, MS
67	VADO ALL'ARANCIO	VADO ALL'ARANCIO 1	VAA1	PF	M	Minellono et al. 1980
68	VAL DE REUIL ASS B	VAL DE REUIL ASS B	VDRB	meso_1	I	Original, MS
69	VATTE DI ZAMBANA	VATTE DI ZAMBANA	VZB	meso_1	F	Corrain et al. 1976
70	VILLABRUNA	VILLABRUNA 1	VLB	PF	M	Vercellotti et al. 2008

ANNEXE 1-G

Individus inclus dans l'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires. Les numéros (N°) renvoient à la Table 3 et la Figure 15. Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé.

N°	Site	Specimen / n° dent	Chrono	Sexe
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBOA	PF	M
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBO-51	PF	I
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBO-174	PF	I
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBO-176	PF	I
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBO-177	PF	I
18	COVA FOSCA	FSC	PF	F
34	LE BICHON	BIC	PF	M
35	LE PEYRAT	PEY5	PF	M
54	ROCHEREIL	RCH1	PF	I
54	ROCHEREIL	RCH-3	PF	I
54	ROCHEREIL	RCHmaxsursum	PF	I
58	SAINT-MORE "LA GROTTTE DES HOMMES"	STM-H94	PF	I
59	SAN TEODORO	STD1	PF	F
59	SAN TEODORO	STD2	PF	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-F101-1	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-F101-2	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-F73	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-F155INC	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-AA92F62ISO-1	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-AA92 F62ISO-2	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-VAA93 F24-2)	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-AA92F153	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-AA92F86	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-AA92360	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2-AA92F92	meso_1	I
2	ABRI DES AUTOURS 3	AA3	meso_1	F
9	BOIS LAITERIE	BOL-MAND1	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-D17	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-D18	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-D19	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-D16	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MAND2	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MAX1	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-DT3	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-DT1	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-DT4	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-D7	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-D13	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-D15	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD2	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD4	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD5	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD9	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD11	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD16	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD34	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD24	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD36	meso_1	I
9	BOIS LAITERIE	BOL-MACHOD13	meso_1	I
15	CLAMINFORGE	CLA-CR1IMM1	meso_1	I
15	CLAMINFORGE	CLA-CR2IMM2	meso_1	I
21	CULOZ	CULII	meso_1	M
21	CULOZ	CULI	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD-SEPXIII	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD-SEPIV4.2	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD-SEPIV4.1	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD-SEPIII	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD-SEPVIII	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD-SEPXI	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD-SEPV	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD-SEPVII	meso_1	I

N°	Site	Specimen / n° dent	Chrono	Sexe
23	EL COLLADO	CLD-SEPXIII	meso_1	l
23	EL COLLADO	CLD-SEPVI	meso_1	l
23	EL COLLADO	CLD-SEPXIIIIND 1	meso_1	l
23	EL COLLADO	CLD-SEPXIV	meso_1	l
23	EL COLLADO	CLD-IND15	meso_1	l
24	ETIOLLES "LES COUDRAYS STR 11"	ETC11	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR3	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR2	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR1	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-dt9	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-dt18	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-dt19	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT1	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT5	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT7	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT6	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT4	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT3	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT15	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT2	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT10	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT11	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-DT8	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-SANSNUM-1	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-GM140C	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-SANSNUM-2	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-SANSNUM-3	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX_MB1	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX_MB3	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX_MB5	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-SANSNUM-4	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-SANSNUM-5	meso_1	l
25	GROTTE MARGAUX	MGX-SANSNUM-6	meso_1	l
28	HOHLER FELS	HOHLER-FELS-7061	meso_1	l
28	HOHLER FELS	HFS_70611	meso_1	l
28	HOHLER FELS	HFS_70612	meso_1	l
28	HOHLER FELS	HFS_70615893	meso_1	l
28	HOHLER FELS	HFS_70615914	meso_1	l
28	HOHLER FELS	HFS-MAND5IMM	meso_1	l
28	HOHLER FELS	HFS-7221271	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-R197024	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R21525	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R24607	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R24620	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R24621	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R20514	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-R199480	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R15PE 339	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-OCT94R2T	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R17401	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-OCT94R2T	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R14333	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97TOSR16E	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R16376	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R21543	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-R12285	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97REM	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R18467	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R16W372	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R18420	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R18462	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R18442	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R24603	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-246	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R25648	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R21542	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R2636	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R13EOS	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R22581	meso_1	l
29	HOULEAU 2	H2-97R16W370	meso_1	l

N°	Site	Specimen / n° dent	Chrono	Sexe
29	HOULEAU 2	H2-97R23584	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2-97R23582	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2-115	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2-213	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2-97R11280	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2-97R18424	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+97R17TOS	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97291	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-181	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-H37-66LENOIRFOUILLE1995	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-176	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97R25651	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97R24635	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97R16WTOS	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97R14322	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97R16374	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97R16377	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-148	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97R16369	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-97R18431	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-OCT94DEC.1R3	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2A+-OCT94DEC.1R3	meso_1	I
29	HOULEAU 2	H2-R199496	meso_1	I
31	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LCT	meso_1	M
32	LA POZA L'EGUA	PZA	meso_1	I
33	LA VERGNE	LVG5SP7	meso_1	I
33	LA VERGNE	LVG6SP7	meso_1	I
41	MAREUIL LES MEAUX "LES VIGNOLLES"	MAF	meso_1	I
46	MOLARA	MOL2	meso_1	M
46	MOLARA	MOL1	meso_1	I
50	ORIENTE	ORIB	meso_1	F
51	PETIT RI	PRII	meso_1	I
53	ROC DU BARBEAU	BRB	meso_1	I
57	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUM	meso_1	F
61	TITO BUSTILLO	BUS	meso_1	I
62	TROU MAGRITE	MAG-2426-1	meso_1	I
62	TROU MAGRITE	MAG-2426-25	meso_1	I
65	UZZO	UZZIB	meso_1	F
65	UZZO	UZZ4A	meso_1	I
65	UZZO	UZZ4B	meso_1	F
65	UZZO	UZZ5	meso_1	M
65	UZZO	UZZ7	meso_1	M
65	UZZO	UZZ8	meso_1	I
65	UZZO	UZZ10	meso_1	I
65	UZZO	UZZ11	meso_1	M
67	VAL DE REUIL "LES VARENNES"	VRDB	meso_1	I
67	VAL DE REUIL "LES VARENNES"	VDRC	meso_1	I
6	BAD DURRENBERG	BAD	meso_2	F
7	BERRY AU BAC "LE VIEUX TORDOIR"	BAB	meso_2	M
9	BOTTENDORF I	BI47A	meso_2	M
13	CABECO DA ARRUDA	ARR63	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARR29	meso_2	M
13	CABECO DA ARRUDA	ARRI	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRA	meso_2	M
13	CABECO DA ARRUDA	ARRXV	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARR44	meso_2	M
13	CABECO DA ARRUDA	ARRC4	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRC5	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARRCXL	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRCI	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRK	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARR31	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARR13113	meso_2	I
20	CUIRY LES CHAUDARDES "LES FONTINETTES"	CLC	meso_2	M
22	CUZOUL DE GRAMAT	CZG	meso_2	M
26	HOEDIC	HDC1	meso_2	F
26	HOEDIC	HDC2	meso_2	F
26	HOEDIC	HDC4	meso_2	I
26	HOEDIC	HDC5	meso_2	I
26	HOEDIC	HDC6	meso_2	M

N°	Site	Specimen / n° dent	Chrono	Sexe
26	HOEDIC	HDC7	meso_2	F
26	HOEDIC	HDC8	meso_2	F
26	HOEDIC	HDC9	meso_2	I
26	HOEDIC	HDC10	meso_2	F
27	HOHLENSTEIN STADEL	HLSA	meso_2	F
27	HOHLENSTEIN STADEL	HLSB	meso_2	F
30	LA BRAÑA ARINTERO	BRN1	meso_2	M
37	LOS CANES	CAN3A	meso_2	M
37	LOS CANES	CAN1A	meso_2	F
37	LOS CANES	CAN2A	meso_2	I
37	LOS CANES	CAN2B	meso_2	I
43	MAS NOU	NOU1	meso_2	M
43	MAS NOU	NOU2	meso_2	F
43	MAS NOU	NOU6	meso_2	I
43	MAS NOU	NOU-33	meso_2	I
43	MAS NOU	NOU-Q4N1B	meso_2	I
43	MAS NOU	NOU-SANSNUM-1	meso_2	I
43	MAS NOU	NOU-SANSNUM-2	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBT3	meso_2	M
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBT3SURNUM	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB54	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB25C30	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB16	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB01RES	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC32	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB8C16	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBCM3	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB52	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB9C17	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC7M7	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB2C26	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBCC37	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC35	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC23	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC34	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB22	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC2	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC1	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC7	meso_2	M
60	TEVIEC	TVC8	meso_2	M
60	TEVIEC	TVC9	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC13	meso_2	I
60	TEVIEC	TVC11	meso_2	M
60	TEVIEC	TVC16	meso_2	M
60	TEVIEC	TVC10	meso_2	I
60	TEVIEC	TVC3	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC4	meso_2	I
63	UNIKOTE II	UNKII-IMM-01-d11/D2-15	meso_2	I
63	UNIKOTE II	UNKIIAD	meso_2	I
64	UNSEBURG	UNS	meso_2	F

ANNEXE 1-H

Individus inclus dans l'analyse des variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires. Les numéros (N°) renvoient à la Table 3 et la Figure 15. Chrono : attribution chronoculturelle (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique) ; F : individu féminin ; M : individu masculin ; I : individu de sexe indéterminé.

N°	Site	Individu	Chrono	Sexe
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBO_47	PF	I
5	AVEN DES IBOUSSIERES	IBOA	PF	M
18	COVA FOSCA	FSC	PF	F
34	LE BICHON	BIC	PF	M
35	LE PEYRAT	PEY5	PF	M
50	ORIENTE	ORIA	PF	I
54	ROCHEREIL	RCH1	PF	I
54	ROCHEREIL	RCHmaxsurnum	PF	I
58	SAINT MORE "LA GROTTTE DES HOMMES"	STM_H93	PF	I
58	SAINT MORE "LA GROTTTE DES HOMMES"	STM_BRECHE	PF	I
59	SAN TEODORO	STD1	PF	F
59	SAN TEODORO	STD2	PF	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_58522049	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_71	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_F155	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_F70	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_F98C	meso_1	I
1	ABRI DES AUTOURS 2	AA2_AA92_SANSNUM	meso_1	I
2	ABRI DES AUTOURS 3	AA3	meso_1	F
9	BOIS LAITERIE	BOL4	meso_1	I
12	BUTNERLOCH	BUT1	meso_1	M
15	CLAMINFORGE	CLA_MA_25	meso_1	I
19	CUARTAMENTERO	CUA	meso_1	I
21	CULOZ	CULII	meso_1	M
21	CULOZ	CULI	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD2328	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLD28351	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLDIII	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLDV	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLDVI	meso_1	M
23	EL COLLADO	CLDVII	meso_1	F
23	EL COLLADO	CLDXI	meso_1	F
23	EL COLLADO	CLDXII1	meso_1	F
23	EL COLLADO	CLDXIII	meso_1	I
23	EL COLLADO	CLDXIVPB	meso_1	I
24	ETIOLLES "LES COUDRAYS STR 11"	ETC11	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR4	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR1	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR16	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR17	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR18	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR21	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR2	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR3	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_MB1	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_MB2	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_MB3	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_MB5	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR7	meso_1	I
25	GROTTE MARGAUX	MGX_CR8	meso_1	I
28	HOHLER FELS	HFS_70615893	meso_1	I
28	HOHLER FELS	HFS_70615914	meso_1	I
28	HOHLER FELS	HFS_70611	meso_1	I
28	HOHLER FELS	HFS_70612	meso_1	I
28	HOHLER FELS	HFS_GS_593	meso_1	I
31	LA-CHAUSSEE-TIRANCOURT "LE PETIT MARAIS"	LCT	meso_1	M
32	LA POZA L'EGUA	PZA	meso_1	I
33	LA VERGNE	LVG1SP3	meso_1	F
33	LA VERGNE	LVG4STR11	meso_1	M
33	LA VERGNE	LVG9SP10	meso_1	M
39	LOVERVAL	LOV1	meso_1	F

N°	Site	Individu	Chrono	Sexe
39	LOVERVAL	LOV2	meso_1	F
40	MAISONS-ALFORT "ZAC D'ALFORT"	MAF	meso_1	I
46	MOLARA	MOL2	meso_1	M
46	MOLARA	MOL1	meso_1	I
50	ORIENTE	ORIB	meso_1	F
51	PETIT RI	PRII	meso_1	I
51	PETIT RI	PRII2	meso_1	I
51	PETIT RI	PRI_III	meso_1	I
51	PETIT RI	PRI_IV	meso_1	I
51	PETIT RI	PRII	meso_1	F
53	ROC DU BARBEAU	BRB	meso_1	I
57	RUEIL MALMAISON "LES CLOSEAUX"	RUM	meso_1	F
61	TITO BUSTILLO	BUS	meso_1	I
65	UZZO	UZZIB	meso_1	F
65	UZZO	UZZIA	meso_1	F
65	UZZO	UZZA4	meso_1	I
65	UZZO	UZZAB	meso_1	F
65	UZZO	UZZ5	meso_1	M
65	UZZO	UZZ7	meso_1	M
65	UZZO	UZZ8	meso_1	I
65	UZZO	UZZ10	meso_1	I
65	UZZO	UZZ11	meso_1	M
67	VAL DE REUIL "LES VARENNES"	VRDB	meso_1	I
6	BAD DURRENBERG	BAD	meso_2	F
7	BERRY AU BAC "LE VIEUX TORDOIR"	BAB	meso_2	M
10	BOTTENDORF	BI3947A	meso_2	M
13	CABECO DA ARRUDA	ARR63	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARR29	meso_2	M
13	CABECO DA ARRUDA	ARRI	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRA	meso_2	M
13	CABECO DA ARRUDA	ARRXV	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARRH	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARR44	meso_2	M
13	CABECO DA ARRUDA	ARRC4	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRC5	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARRCXL	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRCI	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRK	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARR31	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARRC121	meso_2	I
13	CABECO DA ARRUDA	ARR9021	meso_2	F
13	CABECO DA ARRUDA	ARR13113	meso_2	I
20	CUIRY LES CHAUDARDES "LES FONTINETTES"	CLC	meso_2	M
22	CUZOUL DE GRAMAT	CZG	meso_2	M
26	HOEDIC	HDC1	meso_2	F
26	HOEDIC	HDC2	meso_2	F
26	HOEDIC	HDC4	meso_2	I
26	HOEDIC	HDC5	meso_2	I
26	HOEDIC	HDC6	meso_2	M
26	HOEDIC	HDC7	meso_2	F
26	HOEDIC	HDC8	meso_2	F
26	HOEDIC	HDC9	meso_2	I
26	HOEDIC	HDC10	meso_2	F
27	HOHLENSTEIN STADEL	HLSA	meso_2	F
27	HOHLENSTEIN STADEL	HLSB	meso_2	F
30	LA BRAÑA ARINTERO	BRN1	meso_2	M
30	LA BRAÑA ARINTERO	BRN2	meso_2	M
37	LOS CANES	CAN1A	meso_2	F
37	LOS CANES	CAN3A	meso_2	M
43	MAS NOU	NOU1	meso_2	M
43	MAS NOU	NOU2	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBT3	meso_2	M
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBT3SURNUM	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB54	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB25C30	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB16	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC32	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB8C16	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBM3	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB52	meso_2	F

N°	Site	Individu	Chrono	Sexe
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB9C17	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC7M7	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB2C26	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBCC37	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC18	meso_2	F
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC35	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC23	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEBC34	meso_2	I
45	MOITA DO SEBASTIAO	SEB22	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC2	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC1	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC7	meso_2	M
60	TEVIEC	TVC8	meso_2	M
60	TEVIEC	TVC9	meso_2	F
60	TEVIEC	TVC13	meso_2	I
60	TEVIEC	TVC11	meso_2	M
60	TEVIEC	TVC16	meso_2	M
60	TEVIEC	TVC3	meso_2	F
63	UNIKOTE II	UNKIAD	meso_2	I
64	UNSEBURG	UNS	meso_2	F

Annexe 2 - VARIABLES METRIQUES ET INDICES INFRA-CRANIENS

ANNEXE 2-A

Table récapitulant les variables métriques et les indices infra-crâniens selon Martin (1928).

Os	Code	Description
Humérus	HM1	Longueur maximale
Radius	RM1	Longueur maximale
Fémur	FM1	Longueur maximale
Tibia	TM1a	Longueur maximale
Humérus/Radius	Brachial	Indice Brachial $RM1/HM1*100$
Fémur/Tibia	Crural	Indice Crural $TM1b/FM1*100$

Annexe 3 - VARIABLES METRIQUES ET INDICES CRÂNIENS

ANNEXE 3-A

Tableau récapitulatif des variables métriques crâniennes analysées.

	Code	Description	Référence
Voûte et base	M1	Longueur max. du crâne (glabellé-opisthocranion)	Martin 1928
	M2	Longueur glabellé-inion	Martin 1928
	M3	Longueur glabellé-lambda	Martin 1928
	M5	Longueur de la base (nasion-basion)	Martin 1928
	M7	Longueur du foramen magnum (endobasion-opisthion)	Martin 1928
	M8	Largeur maximale du crâne (euryon-euryon)	Martin 1928
	M9	Largeur frontale min. (frontotemporal-frontotemporal)	Martin 1928
	M10	Largeur frontale max. (coronion-coronion)	Martin 1928
	M12	Largeur bi-astériion	Martin 1928
	M16	Largeur maximale du foramen magnum	Martin 1928
	M17	Hauteur basion-bregma	Martin 1928
	M20geom	Hauteur porion-bregma (construction géométrique)	Martin 1928
	M20	Distance porion-bregma	Martin 1928
	PoPo	Distance porion G-porion D	/
	M23	Périmètre horizontal	Martin 1928
	CordPoBg	Périmètre transversal (porion-bregma)	/
	M26	Arc frontal (nasion-bregma)	Martin 1928
	M27	Arc pariétal (bregma-lambda)	Martin 1928
	M28	Arc occipital (lambda-opisthion)	Martin 1928
	M29	Corde frontale (nasion-bregma)	Martin 1928
M30	Corde pariétale (bregma-lambda)	Martin 1928	
M31	Corde occipitale (lambda-opisthion)	Martin 1928	
Face	M40	Longueur de la face (basion-prosthion)	Martin 1928
	M41b	Longueur malaire inférieure	Martin 1928
	M41c	Longueur malaire maximale	Martin 1928
	M43.1	Largeur faciale orbitaire interne (largeur bi-frontomalaire)	Martin 1928
	M44	Largeur bi-orbitaire (bi-ectoconchion)	Martin 1928
	M45	Largeur bi-zygomatique (zygion-zygion)	Martin 1928
	M46b	Largeur bi-zygomaxillaire (zygomaxillaire-zygomaxillaire)	Martin 1928
	M48	Hauteur nasale supérieure (prosthion-nasion)	Martin 1928
	M48d	Hauteur minimale de la joue	Martin 1928
	M50	Largeur inter-orbitaire (externe)	Martin 1928
	M51	Largeur de l'orbite (maxillofrontal-ectoconchion)	Martin 1928
	M52	Hauteur de l'orbite	Martin 1928
	M54	Largeur maximale du nez	Martin 1928
	M55	Hauteur cavité nasale (nasospinale-nasion)	Martin 1928
	M60	Longueur maxillo-alvéolaire (prosthion-alvéolon)	Martin 1928
	M61	Largeur maxillo-alvéolaire (bi-ectomolaire)	Martin 1928
	M62	Longueur du palais (point orale-staphylion)	Martin 1928
	M63	Largeur du palais (bi-endomolare)	Martin 1928

ANNEXE 3-B

Tableau récapitulatif des indices crâniens analysés d'après Martin (1928). Pour les codes de mesures, voir Annexe 3-A.

Code	Description	Calcul	Indice	Catégorie
M.I1	Indice crânien horizontal	M8/M1*100	≤ 64,9	ultradolichocrâne
			65,0-69,9	hyperdolichocrâne
			70,0-74,9	dolichocrâne
			75,0-79,9	mésocrâne
			80,0-84,9	brachyocrâne
			85,0-89,9	hyperbrachyocrâne
M.I2	Indice crânien vertical	M17/M1*100	≤ 69,9	chamaecrâne
			70,0-74,9	orthocrâne
			≥ 75,0	hypsocrâne
M.I3	Indice crânien transverso-vertical	M17/M8*100	≤ 91,9	tapéinocrâne
			92,0-97,9	métrioocrâne
			≥ 98,0	acrocrâne
M.I4	Indice de hauteur/longueur	M20/M1*100	≤ 57,9	chamaecrâne
			58,0-62,9	orthocrâne
			≥ 63,0	hypsocrâne
M.I5	Indice de hauteur/largeur	M20/M8*100	≤ 79,9	tapéinocrâne
			80,0-85,9	métrioocrâne
			≥ 86,0	acrocrâne
M.I9	Indice horizonto-vertical (< Hauschild)	M17/M23*100		
M.I12	Indice frontal transverse	M9/M10*100	≤ 79,9	frontal divergent
			80,0-99,9	frontal intermédiaire
			≥ 100,0	frontal parallèle
M.I13	Indice fronto-pariétal transverse	M9/M8*100	≤ 65,9	sténométopes
			66,0-68,9	métriométopes
			≥ 69,0	eurymétopes
M.I13a	Indice corono-pariétal	M10/M8*100		
M.I14	Indice pariéto-occipital transverse	M12/M8*100		
M.I16	Indice fronto-pariétal sagittal	M27/M26*100		
M.I17	Indice fronto-occipital sagittal	M28/M26*100		
M.I18	Indice pariéto-occipital sagittal	M28/M27*100		
M.I22	Indice frontal sagittal	M29/M26*100		
M.I24	Indice pariétal sagittal	M30/M27*100		
M.I25	Indice occipital sagittal	M31/M28*100		
M.I33	Indice du foramen magnum	M16/M7*100		
M.I39	Indice facial supérieur	M48/M45*100	≤ 44,9	hypereuryène
			45,0-49,9	euryène
			50,0-54,9	mésène
			55,0-59,9	leptène
			≥ 60,0	hyperleptène
M.I41	Indice jugo-mandibulaire	M66/M45*100		
M.I42	Indice orbitaire	M52/M51*100	≤ 75,9	chamaeconque
			76,0-84,9	mésocconque
			≥ 85,0	hypsiconque
M.I42(1)	Indice orbito-facial transverse	M51/M45*100		
M.I42(2)	Indice orbito-facial vertical	M52/M48*100		
M.I46a	Indice inter-orbitaire	M50/M44*100		
M.I48	Indice nasal	M54/M55*100	≤ 46,9	leptorrhinien
			47,0-50,9	mésorrhinien
			51,0-57,9	chamaerrhinien
			≥ 58,0	hyperchamaerrhinien
M.I51(1)	Indice nasio-facial transverse	M54/M45*100		
M.I54	Indice maxillo-alvéolaire (< Turner)	M61/M60*100		
M.I56	Indice palato-facial longitudinal	M60/M40*100		
M.I58	Indice palatin	M63/M62*100	≤ 79,9	leptostaphylin
			80,0-84,9	mésostaphylin
			≥ 85,0	brachystaphylin
M.I60	Indice gnathique	M40/M5*100	≤ 97,9	orthognathe
			98,0-102,9	mésognathe
			≥ 103,0	prognathe
M.I69	Indice cranio-facial longitudinal	M40/M1		
M.I71	Indice cranio-facial transverse	M45/M8*100		
M.I73a	Indice jugo-frontal	M9/M45*100		
M.I73b	Indice jugo-frontal postérieur	M10/M45*100		

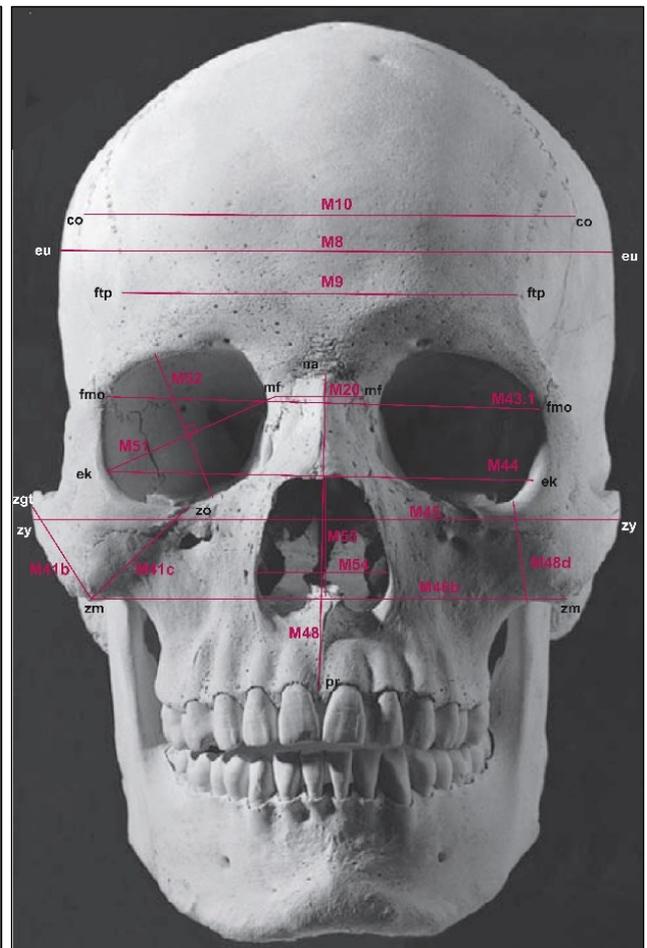
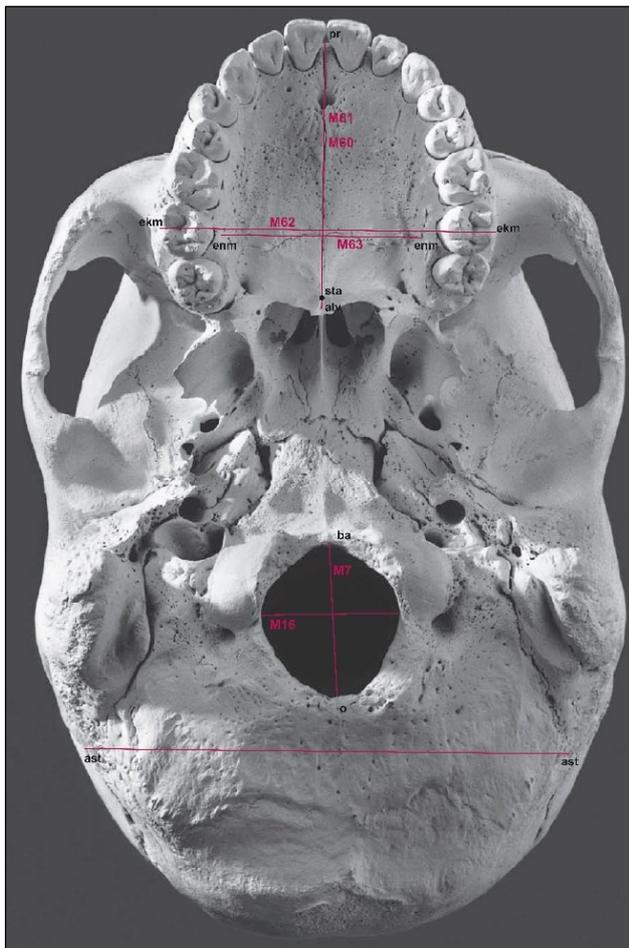
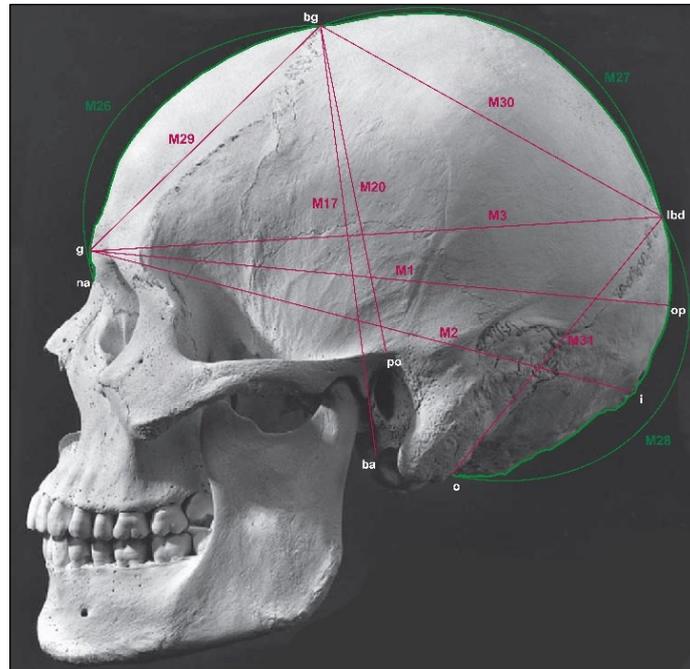
ANNEXE 3-C

Définition des points osseux crâniens mentionnés d'après Martin (1928).

Abréviation	Point crâniométrique	Latéralité	Définition
alv	Alvéolon	impair	Point sagittal situé au croisement du plan médian sagittal et de la ligne réunissant les bords postérieurs des processus alvéolaires
ast	Astérion	pair	Point situé à la rencontre des os pariétal, temporal et occipital
ba	Basion	impair	Point sagittal le plus antérieur du foramen magnum
bg	Bregma	impair	Point médian situé à la rencontre entre les sutures coronales et la suture sagittale
co	Coronion	pair	Point le plus latéral situé sur la suture coronale
ek	Ectoconchion	pair	Point le plus éloigné du dacryon (point de rencontre des sutures frontale, maxillaire et lacrymale) sur le rebord latéral de l'orbite
ekm	Ectomolare	pair	Point le plus saillant du processus alvéolaire maxillaire au-dessus de la deuxième molaire
enm	Endomolare	pair	Point le plus médial situé sur le processus alvéolaire maxillaire, au niveau de la deuxième molaire
eu	Euryon	pair	Point le plus latéral de la voûte crânienne
fmo	Frontomolare orbitale	pair	Point le plus antérieur du rebord orbitaire sur la suture entre l'os zygomatique et l'os frontal
ftp	Frontotemporal	pair	Point situé sur la ligne temporale supérieure, où l'os frontal est le plus étroit
g	Glabelle	impair	Point sagittal le plus saillant au-dessus de la suture naso-frontale
lbd	Lambda	impair	Point médian situé à la rencontre entre les deux os pariétaux et l'os occipital
mf	Maxillofrontale	pair	Point de rencontre entre bord interne de la branche montante du maxillaire et de la suture maxillo-frontale
na	Nasion	impair	Point médian de la suture naso-frontale
o	Opisthion	impair	Point sagittal du bord postérieur du foramen magnum
op	Opisthocranion	impair	Point médian le plus postérieur du crâne
po	Porion	pair	Point le plus élevé du bord supérieur du méat acoustique externe
pr	Prosthion	impair	Point sagittal antéro-inférieur du processus alvéolaire du maxillaire, entre les deux incisives centrales
sta	Staphylion	impair	Point sagittal situé sur la tangente aux échancrures postérieures de la lame horizontale du palatin
zgt	Zygotemporal superior	pair	Point le plus inférieur de la suture entre l'os zygomatique et l'os temporal
zm	Zygomaxillare	pair	Point le plus inférieur de la suture zygo-maxillaire
zo	Zygoorbitale	pair	Point situé sur le rebord inférieur de l'orbite, au niveau de la suture zygo-maxillaire
zy	Zygion	pair	Point latéral le plus saillant de l'arcade zygomatique

ANNEXE 3-D

Représentation schématique des variables métriques crâniennes analysées (vue latérale gauche en haut, vue inférieure en bas à gauche, vue antérieure en bas à droite). M# réfère à une mesure selon Martin (1928). Pour la liste et la description des mesures et des points craniométriques, voir Annexe 3-A et Annexe 3-B.



ANNEXE 3-E

Statistiques descriptives des mesures crâniennes pour l'échantillon féminin en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir annexe 3-A ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).

PF							
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
M1	côtier	3	189,33	9,50	180,00	199,00	/
	continental	1	/	/	182,12	182,12	/
M2	côtier	1	/	/	186,00	186,00	/
	continental	1	/	/	177,30	177,30	/
M3	côtier	2	/	/	161,00	187,00	/
	continental	1	/	/	178,23	178,23	/
M5	côtier	2	/	/	103,00	105,00	/
	continental	1	/	/	91,96	91,96	/
M7	côtier	1	/	/	40,40	40,40	/
	continental	1	/	/	36,75	36,75	/
M8	côtier	4	133,75	9,25	120,00	140,00	/
	continental	1	/	/	130,12	130,12	/
M9	côtier	4	92,50	3,34	89,00	97,00	/
	continental	1	/	/	93,41	93,41	/
M10	côtier	4	112,75	5,74	106,00	120,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M12	côtier	2	/	/	106,00	112,00	/
	continental	1	/	/	121,09	121,09	/
M16	côtier	1	/	/	30,80	30,80	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M17	côtier	3	137,67	6,81	130,00	143,00	/
	continental	1	/	/	132,59	132,59	/
M20geom	côtier	2	/	/	110,00	115,06	/
	continental	1	/	/	109,13	109,13	/
M20	côtier	1	/	/	130,00	130,00	/
	continental	1	/	/	124,21	124,21	/
PoPo	côtier	1	/	/	121,00	121,00	/
	continental	1	/	/	118,63	118,63	/
M23	côtier	3	526,67	22,19	503,00	547,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
CordPoBg	côtier	1	/	/	156,50	156,50	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M26	côtier	2	/	/	120,00	130,00	/
	continental	1	/	/	135,36	135,36	/
M27	côtier	2	/	/	115,00	132,00	/
	continental	1	/	/	150,34	150,34	/
M28	côtier	1	/	/	139,00	139,00	/
	continental	1	/	/	114,70	114,70	/
M29	côtier	2	/	/	103,15	111,00	/
	continental	1	/	/	104,31	104,31	/
PF							
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
M30	côtier	2	/	/	94,54	118,00	/
	continental	1	/	/	123,10	123,10	/
M31	côtier	1	/	/	110,00	110,00	/
	continental	1	/	/	94,56	94,56	/
M40	côtier	1	/	/	102,00	102,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M41b	côtier	2	/	/	27,54	29,00	/
	continental	1	/	/	31,50	31,50	/
M41c	côtier	2	/	/	42,22	44,50	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M43.1	côtier	1	/	/	104,00	104,00	/
	continental	1	/	/	99,94	99,94	/
M44	côtier	2	/	/	85,00	96,00	/
	continental	1	/	/	88,76	88,76	/
M45	côtier	2	/	/	129,92	130,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M46b	côtier	1	/	/	82,30	82,30	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M48	côtier	2	/	/	60,60	65,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M48d	côtier	1	/	/	17,55	17,55	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M50	côtier	1	/	/	14,00	14,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M51	côtier	3	36,55	6,75	29,00	42,00	/
	continental	1	/	/	38,04	38,04	/
M52	côtier	2	/	/	27,50	29,90	/
	continental	1	/	/	30,64	30,64	/
M54	côtier	2	/	/	23,20	27,00	/
	continental	1	/	/	25,12	25,12	/
M55	côtier	2	/	/	49,00	49,10	/
	continental	1	/	/	45,84	45,84	/
M60	côtier	1	/	/	56,00	56,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M61	côtier	2	/	/	60,50	69,00	/
	continental	1	/	/	60,90	60,90	/
M62	côtier	1	/	/	55,30	55,30	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M63	côtier	1	/	/	38,80	38,80	/
	continental	1	/	/	36,08	36,08	/

meso_1																
position par rapport à la côte								position par rapport à la côte								
		n	moyenne	sd	min	max	cv			n	moyenne	sd	min	max	cv	
M1	côtier	5	181,00	1,87	178,00	183,00	1%	M30	côtier	7	112,13	7,33	104,60	124,00	7%	
	continental	5	183,30	4,47	178,00	190,00	2%		continental	5	115,26	9,30	101,10	126,00	8%	
M2	côtier	5	170,61	2,60	167,00	174,00	2%	M31	côtier	3	104,57	2,48	101,70	106,00	/	
	continental	4	173,38	4,15	170,00	178,50	2%		continental	5	102,20	8,73	91,00	112,00	9%	
M3	côtier	6	174,83	5,34	170,00	185,00	3%	M40	côtier	3	97,04	5,56	92,00	103,00	/	
	continental	4	176,05	2,83	174,00	180,00	2%		continental	4	94,12	6,14	85,00	98,00	7%	
M5	côtier	3	97,70	4,18	93,00	101,00	/	M41b	côtier	4	32,19	3,18	29,50	36,70	10%	
	continental	5	97,60	5,54	90,00	105,00	6%		continental	5	32,23	3,54	27,07	36,12	11%	
M7	côtier	3	35,92	1,05	35,00	37,06	/	M41c	côtier	4	53,06	2,83	50,10	56,90	5%	
	continental	6	36,65	3,78	31,00	41,10	10%		continental	5	51,52	5,13	45,07	59,01	10%	
M8	côtier	4	136,75	7,93	125,00	142,00	6%	M43.1	côtier	3	103,33	2,08	101,00	105,00	/	
	continental	5	134,90	4,98	129,00	141,50	4%		continental	4	99,62	5,89	94,66	108,00	6%	
M9	côtier	7	93,00	5,16	87,00	100,00	6%	M44	côtier	3	93,87	3,35	90,00	96,00	/	
	continental	5	96,30	5,06	91,50	102,50	5%		continental	3	91,25	2,82	88,37	94,00	/	
M10	côtier	7	118,14	7,78	107,00	125,00	7%	M45	côtier	2	/	/	136,00	139,41	/	
	continental	5	111,30	5,04	104,00	118,00	5%		continental	5	123,57	4,51	116,00	128,00	4%	
M12	côtier	4	108,75	9,14	97,00	116,00	8%	M46b	côtier	3	95,43	2,20	93,30	97,70	/	
	continental	3	102,92	0,89	102,00	103,77	/		continental	3	91,21	2,82	89,51	94,47	/	
M16	côtier	3	31,07	3,19	27,50	33,62	/	M48	côtier	3	66,70	4,26	62,10	70,50	/	
	continental	3	30,13	0,32	29,90	30,50	/		continental	4	61,14	0,61	60,55	62,00	1%	
M17	côtier	3	135,49	3,26	132,00	138,46	/	M48d	côtier	4	21,96	1,30	20,20	23,20	6%	
	continental	6	135,50	8,57	126,50	150,00	6%		continental	6	20,21	1,89	18,50	23,47	9%	
M20geom	côtier	3	111,84	4,49	108,83	117,00	/	M50	côtier	3	20,15	1,43	18,50	21,00	/	
	continental	5	115,13	5,69	109,56	124,00	5%		continental	5	20,88	3,48	17,20	24,65	17%	
M20	côtier	4	131,12	7,40	126,00	142,00	6%	M51	côtier	4	39,59	0,30	39,30	40,00	1%	
	continental	5	126,55	3,76	122,17	131,57	3%		continental	5	40,98	3,61	36,52	46,38	9%	
PoPo	côtier	4	118,25	10,81	107,00	128,00	9%	M52	côtier	5	31,49	1,58	30,25	34,20	5%	
	continental	4	111,17	6,80	101,00	115,25	6%		continental	5	29,20	1,03	28,25	30,88	4%	
M23	côtier	4	511,50	13,10	492,00	520,00	3%	M54	côtier	4	22,63	1,45	21,00	24,50	6%	
	continental	5	515,60	13,61	501,00	530,00	3%		continental	3	23,21	1,58	22,00	25,00	/	
CordPoBg	côtier	4	157,75	6,22	150,00	163,50	4%	M55	côtier	4	50,45	2,46	48,00	53,50	5%	
	continental	5	151,99	5,87	146,72	158,75	4%		continental	5	46,26	2,14	43,50	49,00	5%	
M26	côtier	6	130,33	5,89	121,00	138,00	5%	M60	côtier	3	49,77	5,77	44,60	56,00	/	
	continental	5	126,40	4,34	122,00	132,00	3%		continental	4	47,94	2,80	44,00	50,40	6%	
M27	côtier	7	126,29	10,58	116,00	143,00	8%	M61	côtier	3	61,03	2,59	59,20	64,00	/	
	continental	5	128,00	13,45	105,00	140,00	11%		continental	5	56,35	3,66	52,00	60,77	6%	
M28	côtier	3	126,67	2,52	124,00	129,00	/	M62	côtier	3	45,82	2,66	42,85	48,00	/	
	continental	5	123,76	10,70	112,00	139,00	9%		continental	5	43,77	0,78	43,00	44,74	2%	
M29	côtier	6	110,19	3,55	105,00	113,73	3%	M63	côtier	3	34,83	2,56	32,40	37,50	/	
	continental	5	106,32	4,02	103,00	113,20	4%		continental	5	31,57	3,62	26,40	35,00	11%	

meso_2																
position par rapport à la côte								position par rapport à la côte								
		n	moyenne	sd	min	max	cv			n	moyenne	sd	min	max	cv	
M1	côtier	15	182,00	5,88	171,00	191,00	3%	M30	côtier	14	110,13	5,26	102,00	122,00	5%	
	continental	5	181,80	6,10	177,00	191,00	3%		continental	5	114,38	4,18	110,37	120,61	4%	
M2	côtier	15	168,47	4,10	162,00	178,00	2%	M31	côtier	8	99,88	5,11	92,00	105,00	5%	
	continental	5	172,60	8,17	163,00	185,00	5%		continental	5	105,83	8,71	94,99	118,00	8%	
M3	côtier	15	174,60	5,78	164,00	187,00	3%	M40	côtier	8	97,00	2,02	93,00	99,50	2%	
	continental	5	174,30	4,82	169,00	182,00	3%		continental	5	93,00	3,94	89,00	98,00	4%	
M5	côtier	8	98,43	3,77	95,00	107,00	4%	M41b	côtier	9	29,14	6,81	18,15	38,24	23%	
	continental	5	98,00	3,32	93,00	102,00	3%		continental	4	31,80	2,55	28,97	35,06	8%	
M7	côtier	7	36,00	1,08	34,35	37,30	3%	M41c	côtier	10	49,10	4,34	40,50	53,96	9%	
	continental	4	36,84	2,28	34,13	39,19	6%		continental	4	50,44	4,16	46,37	54,57	8%	
M8	côtier	15	130,67	5,43	120,00	138,00	4%	M43.1	côtier	12	100,67	4,30	95,00	107,00	4%	
	continental	4	135,75	3,86	132,00	141,00	3%		continental	5	97,29	4,92	91,78	103,03	5%	
M9	côtier	15	93,38	4,85	87,00	103,00	5%	M44	côtier	11	90,85	4,43	84,29	98,12	5%	
	continental	4	90,38	2,06	88,00	93,00	2%		continental	5	91,23	5,45	85,50	98,64	6%	
M10	côtier	14	110,57	5,79	102,00	120,00	5%	M45	côtier	7	129,90	7,93	119,00	138,83	6%	
	continental	4	115,75	4,65	111,00	122,00	4%		continental	4	129,00	7,53	122,00	136,00	6%	
M12	côtier	14	110,00	3,28	102,00	115,00	3%	M46b	côtier	10	94,02	3,63	89,00	99,48	4%	
	continental	4	107,50	1,73	106,00	110,00	2%		continental	5	91,54	9,51	80,51	100,09	10%	
M16	côtier	8	29,56	2,70	24,94	33,71	9%	M48	côtier	11	63,24	3,02	58,86	67,70	5%	
	continental	4	33,09	2,12	30,89	35,23	6%		continental	5	59,97	5,88	52,33	67,48	10%	
M17	côtier	8	134,33	4,89	129,00	141,00	4%	M48d	côtier	12	21,69	1,29	18,30	23,31	6%	
	continental	5	136,70	6,20	129,50	146,00	5%		continental	5	20,35	3,15	14,92	22,67	15%	
M20geom	côtier	12	109,88	3,20	105,33	114,72	3%	M50	côtier	12	22,33	2,19	17,85	25,90	10%	
	continental	4	109,63	4,41	105,79	115,97	4%		continental	5	21,25	3,72	16,49	26,34	18%	
M20	côtier	13	123,31	3,39	118,00	129,00	3%	M51	côtier	10	39,04	5,21	33,07	49,42	13%	
	continental	5	125,50	4,46	121,50	131,50	4%		continental	5	38,47	1,59	36,11	39,89	4%	
PoPo	côtier	13	115,23	6,27	104,00	125,00	5%	M52	côtier	10	29,47	2,84	26,80	35,35	10%	
	continental	4	118,38	7,43	111,00	125,50	6%		continental	5	29,21	1,34	27,98	30,94	5%	
M23	côtier	13	510,15	16,42	486,00	536,00	3%	M54	côtier	10	23,09	1,04	21,45	24,65	5%	
	continental	4	506,75	7,18	498,00	514,00	1%		continental	5	22,87	1,88	20,71	24,84	8%	
CordPoBg	côtier	13	148,08	4,00	143,50	157,00	3%	M55	côtier	9	49,16	2,05	45,48	52,00	4%	
	continental	5	148,30	3,91	145,50	155,00	3%		continental	5	48,40	3,62	42,00	50,61	7%	
M26	côtier	14	125,79	6,33	118,00	139,00	5%	M60	côtier	8	51,08	3,32	47,00	55,91	6%	
	continental	5	122,40	2,51	118,00	124,00	2%		continental	4	47,29	2,91	45,52	51,62	6%	
M27	côtier	14	124,64	6,78	111,00	140,00	5%	M61	côtier	10	61,18	3,23	54,56	65,99	5%	
	continental	5	126,80	4,87	120,00	132,00	4%		continental	4	62,07	3,86	58,66	66,89	6%	
M28	côtier	8	121,88	6,79	113,00	131,00	6%	M62	côtier	9	41,80	4,67	32,00	47,00	11%	
	continental	5	124,60	8,93	111,00	132,00	7%		continental	4	44,21	3,18	41,13	48,54	7%	
M29	côtier	14	107,06	4,01	101,00	116,00	4%	M63	côtier	9	33,77	2,50	29,00	37,40	7%	
	continental	5	107,16	3,98	102,40	111,77	4%		continental	4	35,45	3,15	33,04	39,77	9%	

ANNEXE 3-F

Statistiques descriptives des indices crâniens pour l'échantillon féminin en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir annexe 3-A ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation).

		PF						
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	type
M.I1	côtier	3	73,19	3,99	68,84	76,67	/	dolichocrâne
	continental	1	/	/	71,45	71,45	/	dolichocrâne
M.I2	côtier	3	72,72	1,19	71,86	74,07	/	orthocrâne
	continental	1	/	/	72,80	72,80	/	orthocrâne
M.I3	côtier	3	99,53	5,11	94,20	104,38	/	acrocrâne
	continental	1	/	/	101,90	101,90	/	acrocrâne
M.I4	côtier	2	/	/	57,82	61,11	/	orthocrâne
	continental	1	/	/	59,92	59,92	/	orthocrâne
M.I5	côtier	2	/	/	79,71	83,99	/	métricrâne
	continental	1	/	/	83,87	83,87	/	métricrâne
M.I9	côtier	3	26,13	0,29	25,84	26,42	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I12	côtier	4	82,09	1,33	80,83	83,96	/	frontal intermédiaire
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I13	côtier	4	69,33	3,89	66,07	74,17	/	eurymétope
	continental	1	/	/	71,79	71,79	/	eurymétope
M.I13a	côtier	4	84,45	4,07	80,71	88,33	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I14	côtier	2	/	/	76,81	81,75	/	/
	continental	1	/	/	93,06	93,06	/	/
M.I16	côtier	2	/	/	95,83	101,54	/	/
	continental	1	/	/	111,07	111,07	/	/
M.I17	côtier	1	/	/	106,92	106,92	/	/
	continental	1	/	/	84,74	84,74	/	/
M.I18	côtier	1	/	/	105,30	105,30	/	/
	continental	1	/	/	76,29	76,29	/	/
M.I22	côtier	2	/	/	85,38	85,96	/	/
	continental	1	/	/	77,06	77,06	/	/
M.I24	côtier	2	/	/	82,21	89,39	/	/
	continental	1	/	/	81,88	81,88	/	/
M.I25	côtier	1	/	/	79,14	79,14	/	/
	continental	1	/	/	82,44	82,44	/	/
M.I33	côtier	1	/	/	76,24	76,24	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I39	côtier	2	/	/	50,00	50,97	/	mésène
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I40	côtier	1	/	/	83,41	83,41	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I42	côtier	2	/	/	65,48	77,36	/	chamaeconque
	continental	1	/	/	80,55	80,55	/	mésocconque
M.I42(1)	côtier	2	/	/	31,52	32,31	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I42(2)	côtier	2	/	/	42,31	49,34	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I46a	côtier	1	7	/	16,47	16,47	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I48	côtier	2	/	5,55	47,25	55,10	/	chamaerrhinien
	continental	1	/	/	54,80	54,80	/	chamaerrhinien
M.I51(1)	côtier	2	/	/	17,71	20,77	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I54	côtier	1	/	/	123,21	123,21	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I56	côtier	1	/	/	54,90	54,90	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I58	côtier	1	/	/	70,16	70,16	/	leptostaphylin
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I60	côtier	1	/	/	99,03	99,03	/	mésognathe
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I69	côtier	1	/	/	51,26	51,26	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I71	côtier	2	/	/	92,86	95,61	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I73a	côtier	2	/	/	71,15	73,56	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/
M.I73b	côtier	2	/	/	86,92	87,45	/	/
	continental	0	/	/	/	/	/	/

meso_1								
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	type
M.I1	côtier	4	75,67	4,68	69,06	79,78	6%	mésocrâne
	continental	5	73,60	2,30	71,58	77,32	3%	dolichocrâne
M.I2	côtier	3	75,09	0,90	74,16	75,96	/	hypsicrâne
	continental	5	73,44	4,91	69,89	81,97	7%	orthocrâne
M.I3	côtier	3	100,00	8,06	92,96	108,80	/	acrocrâne
	continental	5	99,72	4,20	95,26	106,01	4%	acrocrâne
M.I4	côtier	3	61,89	1,79	60,60	63,94	/	orthocrâne
	continental	5	62,81	2,77	61,52	67,76	4%	orthocrâne
M.I5	côtier	3	79,54	4,06	76,64	84,18	/	tapéinocrâne
	continental	5	85,32	1,75	82,85	87,63	2%	métricrâne
M.I9	côtier	3	26,59	1,03	25,58	27,64	/	/
	continental	5	26,09	1,25	25,25	28,30	5%	/
M.I12	côtier	7	78,87	4,41	72,50	85,98	6%	frontal divergent
	continental	5	86,56	3,73	81,33	90,18	4%	frontal intermédiaire
M.I13	côtier	4	65,39	3,25	61,70	69,60	5%	sténométope
	continental	5	71,44	4,06	64,66	74,82	6%	eurymétope
M.I13a	côtier	4	83,46	5,53	75,35	87,77	7%	/
	continental	5	82,53	3,14	79,39	86,13	4%	/
M.I14	côtier	4	79,45	2,98	76,26	82,27	4%	/
	continental	3	78,40	0,82	77,49	79,07	/	/
M.I16	côtier	6	97,99	9,42	88,41	107,44	10%	/
	continental	4	104,94	3,23	100,76	107,69	3%	/
M.I17	côtier	3	100,11	4,20	97,64	104,96	/	/
	continental	4	94,48	5,75	86,15	98,48	6%	/
M.I18	côtier	3	104,95	6,51	97,69	110,26	/	/
	continental	5	98,93	19,95	80,00	132,38	20%	/
M.I22	côtier	6	84,61	2,39	81,06	86,78	3%	/
	continental	5	84,13	2,23	81,15	86,80	3%	/
M.I24	côtier	7	88,90	1,83	86,28	91,45	2%	/
	continental	5	90,31	4,02	84,96	96,29	4%	/
M.I25	côtier	3	82,55	0,79	82,02	83,46	/	/
	continental	5	82,54	1,62	80,58	84,62	2%	/
M.I33	côtier	3	86,18	6,59	78,57	90,04	/	/
	continental	3	85,19	3,17	81,92	88,24	/	/
M.I39	côtier	2	/	/	44,65	49,63	/	eurystème
	continental	4	48,60	1,11	47,66	50,08	2%	eurystème
M.I40	côtier	2	/	/	70,22	72,06	/	/
	continental	4	78,07	6,89	69,79	86,21	9%	/
M.I42	côtier	4	77,84	1,31	76,97	79,75	2%	mésocoque
	continental	4	71,16	6,64	63,26	79,49	9%	chamaecoque
M.I42(1)	côtier	2	/	/	28,57	29,41	/	/
	continental	5	31,89	1,10	30,80	33,60	3%	/
M.I42(2)	côtier	3	45,99	3,28	42,91	49,44	/	/
	continental	3	46,91	1,46	45,56	48,46	/	/
M.I46a	côtier	2	/	/	20,56	22,50	/	/
	continental	3	19,84	1,92	18,30	21,99	/	/
M.I48	côtier	4	44,40	4,43	39,25	50,00	10%	leptorrhinien
	continental	3	50,17	3,20	46,81	53,19	/	mésorrhinien
M.I51(1)	côtier	2	/	/	15,69	16,53	/	/
	continental	3	18,54	1,52	17,19	20,19	/	/
M.I54	côtier	3	124,97	9,56	114,29	132,74	/	/
	continental	3	128,33	6,22	123,15	135,23	/	/
M.I56	côtier	3	51,21	2,97	48,48	54,37	/	/
	continental	3	51,95	5,50	45,83	56,47	/	/
M.I58	côtier	3	74,66	4,53	69,53	78,13	/	leptostaphylin
	continental	4	74,11	8,81	61,40	81,40	12%	leptostaphylin
M.I60	côtier	3	99,02	2,92	96,15	101,98	/	mésognathe
	continental	4	98,27	3,73	94,44	102,62	4%	mésognathe
M.I69	côtier	3	53,75	2,78	51,69	56,91	/	/
	continental	4	51,80	2,76	47,75	53,87	5%	/
M.I71	côtier	2	/	/	96,45	98,93	/	/
	continental	5	91,35	5,14	85,29	97,71	6%	/
M.I73a	côtier	2	/	/	63,97	66,11	/	/
	continental	5	77,79	6,42	72,94	87,07	8%	/
M.I73b	côtier	2	/	/	84,08	88,24	/	/
	continental	5	90,48	5,89	81,25	96,55	7%	/

		meso_2						
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	type
M.I1	côtier	15	71,81	2,46	65,93	75,42	3%	dolichocrâne
	continental	4	75,62	0,73	74,58	76,22	1%	mésocrâne
M.I2	côtier	8	74,32	2,17	71,27	77,78	3%	orthocrâne
	continental	5	75,20	2,71	72,35	78,92	4%	hypsicrâne
M.I3	côtier	8	101,91	2,37	98,47	104,64	2%	acrocrâne
	continental	4	100,26	3,67	95,22	103,55	4%	acrocrâne
M.I4	côtier	12	60,75	2,19	56,32	63,59	4%	orthocrâne
	continental	4	61,06	1,48	59,10	62,68	2%	orthocrâne
M.I5	côtier	12	84,25	2,61	80,67	89,78	3%	métricrâne
	continental	4	80,76	2,13	77,79	82,34	3%	métricrâne
M.I9	côtier	8	26,17	0,85	24,34	27,13	3%	/
	continental	4	26,86	1,25	25,34	28,40	5%	/
M.I12	côtier	13	83,78	3,03	75,83	87,83	4%	frontal intermédiaire
	continental	4	78,14	2,33	76,23	81,53	3%	frontal divergent
M.I13	côtier	13	71,44	3,20	66,42	76,87	4%	eury métope
	continental	4	66,58	0,49	65,96	67,16	1%	métriométope
M.I13a	côtier	13	84,42	2,60	80,00	88,81	3%	/
	continental	4	85,27	2,43	81,62	86,57	3%	/
M.I14	côtier	13	83,89	2,05	80,95	87,80	2%	/
	continental	4	79,23	2,27	75,89	80,88	3%	/
M.I16	côtier	13	100,77	3,17	95,08	105,08	3%	/
	continental	5	103,57	2,30	101,63	106,45	2%	/
M.I17	côtier	8	96,93	5,95	89,13	105,74	6%	/
	continental	5	101,85	7,95	90,24	110,17	8%	/
M.I18	côtier	8	97,62	8,35	87,86	111,21	9%	/
	continental	5	98,32	7,18	88,80	108,33	7%	/
M.I22	côtier	14	85,18	2,24	80,58	88,52	3%	/
	continental	5	87,54	2,16	84,35	90,14	2%	/
M.I24	côtier	14	88,40	1,68	85,60	91,89	2%	/
	continental	5	90,22	1,51	88,63	91,98	2%	/
M.I25	côtier	8	81,98	1,63	80,15	84,55	2%	/
	continental	5	84,98	4,20	79,13	90,77	5%	/
M.I33	côtier	7	84,10	5,11	76,94	90,95	6%	/
	continental	4	90,33	8,31	80,91	101,17	9%	/
M.I39	côtier	7	49,68	1,88	47,50	52,91	4%	euryène
	continental	4	45,02	2,40	42,54	47,27	5%	euryène
M.I40	côtier	7	77,29	2,43	74,10	81,37	3%	/
	continental	4	73,22	4,32	67,59	78,00	6%	/
M.I42	côtier	10	76,44	10,93	59,48	90,84	14%	mésococonque
	continental	5	76,02	4,65	70,39	82,27	6%	mésococonque
M.I42(1)	côtier	7	29,42	0,67	28,32	30,26	2%	/
	continental	4	29,68	2,15	27,65	32,70	7%	/
M.I42(2)	côtier	10	45,58	2,87	41,23	50,72	6%	/
	continental	5	49,00	4,33	42,59	53,46	9%	/
M.I46a	côtier	11	24,22	1,78	20,03	25,94	7%	/
	continental	5	23,23	3,33	19,29	26,71	14%	/
M.I48	côtier	8	47,31	2,85	44,60	53,50	6%	mésorrhinien
	continental	5	47,36	3,69	40,92	50,05	8%	mésorrhinien
M.I51(1)	côtier	7	18,69	1,27	17,32	20,45	7%	/
	continental	4	17,47	0,58	16,98	18,26	3%	/
M.I54	côtier	8	123,31	8,11	109,26	134,06	7%	/
	continental	4	131,40	3,95	128,27	137,14	3%	/
M.I56	côtier	8	51,70	1,89	49,14	54,55	4%	/
	continental	4	51,28	1,47	49,23	52,67	3%	/
M.I58	côtier	8	78,66	6,71	66,66	85,14	9%	leptostaphylin
	continental	4	80,16	3,88	74,72	83,67	5%	mésostaphylin
M.I60	côtier	8	97,90	3,15	91,59	102,06	3%	orthognathe
	continental	5	94,94	4,07	89,90	101,03	4%	orthognathe
M.I69	côtier	8	53,58	1,97	50,53	56,73	4%	/
	continental	5	51,17	2,04	49,74	54,75	4%	/
M.I71	côtier	7	98,25	2,53	94,44	102,22	3%	/
	continental	4	94,98	3,52	91,79	99,26	4%	/
M.I73a	côtier	7	70,58	1,89	67,83	73,11	3%	/
	continental	4	70,18	2,93	67,04	73,17	4%	/
M.I73b	côtier	7	83,72	2,96	78,26	87,39	4%	/
	continental	4	89,92	5,51	82,22	94,31	6%	/

ANNEXE 3-G

Statistiques descriptives des mesures crâniennes pour l'échantillon masculin en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir annexe 3-A ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).

PF															
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv		position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
M1	côtier	6	196,50	9,87	181,00	211,00	5%	M30	côtier	5	124,60	6,88	117,00	134,00	6%
	continental	5	191,55	7,37	181,00	201,00	4%		continental	3	118,59	5,98	112,35	124,28	/
M2	côtier	5	186,40	10,97	169,00	194,00	6%	M31	côtier	5	104,00	11,49	89,00	121,00	11%
	continental	4	183,75	2,99	180,00	187,00	2%		continental	3	97,22	5,04	93,93	103,02	/
M3	côtier	5	188,89	7,73	176,08	196,21	4%	M40	côtier	6	92,67	5,24	85,00	99,00	6%
	continental	3	187,30	3,24	185,00	191,00	/		continental	4	98,17	8,72	91,00	108,70	9%
M5	côtier	6	99,50	8,04	87,00	111,00	8%	M41b	côtier	5	32,75	1,66	30,02	34,47	5%
	continental	5	98,09	6,51	89,00	105,00	7%		continental	3	37,61	4,90	34,74	43,27	/
M7	côtier	5	40,00	3,81	36,00	44,00	10%	M41c	côtier	5	52,91	2,59	49,74	55,18	5%
	continental	3	41,70	1,20	40,33	42,55	/		continental	2	56,42	0,66	55,96	56,89	/
M8	côtier	6	141,92	5,18	134,00	148,00	4%	M43.1	côtier	5	109,20	4,97	104,00	115,00	5%
	continental	4	138,88	4,87	135,00	146,00	4%		continental	3	107,55	3,50	104,00	111,00	/
M9	côtier	6	97,33	5,67	92,50	107,00	6%	M44	côtier	7	99,57	4,20	94,00	105,00	4%
	continental	6	98,94	3,04	95,00	104,00	3%		continental	4	99,43	5,35	93,00	106,00	5%
M10	côtier	6	115,75	5,85	109,50	125,00	5%	M45	côtier	6	140,83	7,00	132,00	149,00	5%
	continental	4	120,31	4,82	114,25	126,00	4%		continental	4	142,25	2,22	140,00	145,00	2%
M12	côtier	6	117,75	3,90	112,00	121,00	3%	M46b	côtier	5	96,77	5,17	91,32	103,37	5%
	continental	3	116,51	1,88	115,00	118,61	/		continental	3	102,08	4,62	98,23	107,20	/
M16	côtier	5	31,60	1,14	30,00	33,00	4%	M48	côtier	7	67,29	3,21	61,00	70,00	5%
	continental	3	33,22	1,22	32,12	34,54	/		continental	4	65,72	2,40	62,50	68,00	4%
M17	côtier	6	140,17	5,30	131,50	147,00	4%	M48d	côtier	5	22,71	1,01	21,68	23,81	4%
	continental	5	136,21	7,93	126,00	148,00	6%		continental	3	25,11	1,04	24,06	26,13	/
M20geom	côtier	6	117,33	1,97	116,00	121,00	2%	M50	côtier	5	20,36	2,42	17,00	23,72	12%
	continental	4	112,51	3,80	108,00	117,19	3%		continental	4	21,07	5,71	17,00	29,53	27%
M20	côtier	5	133,70	3,90	128,54	137,90	3%	M51	côtier	7	42,96	4,50	37,00	49,00	10%
	continental	4	132,97	2,71	130,50	136,00	2%		continental	6	41,59	3,01	37,14	45,53	7%
PoPo	côtier	5	127,02	5,20	119,94	133,44	4%	M52	côtier	7	31,25	3,33	28,00	37,00	11%
	continental	3	132,79	3,25	130,00	136,36	/		continental	6	28,95	1,46	26,65	30,53	5%
M23	côtier	6	559,50	26,48	523,00	590,00	5%	M54	côtier	7	22,94	1,85	21,00	26,00	8%
	continental	2	546,50	14,85	536,00	557,00	/		continental	5	25,07	1,62	23,00	27,00	6%
CordPoBg	côtier	5	159,19	4,41	152,86	163,73	3%	M55	côtier	7	49,07	3,14	44,00	53,00	6%
	continental	3	156,82	4,52	152,00	160,96	/		continental	6	48,93	1,72	47,00	51,87	4%
M26	côtier	5	133,00	5,87	125,00	140,00	4%	M60	côtier	6	52,17	2,64	49,00	56,00	5%
	continental	4	140,05	8,08	129,00	147,00	6%		continental	3	54,98	9,12	49,28	65,50	/
M27	côtier	5	139,80	10,57	128,00	155,00	8%	M61	côtier	7	64,00	1,38	62,50	66,50	2%
	continental	3	132,53	9,60	121,70	140,00	/		continental	4	57,59	9,85	43,00	64,57	17%
M28	côtier	5	123,20	11,39	105,00	136,00	9%	M62	côtier	6	43,42	2,20	40,00	46,00	5%
	continental	3	119,74	8,28	114,00	129,23	/		continental	3	46,27	0,67	45,54	46,87	/
M29	côtier	5	117,20	6,06	109,00	124,00	5%	M63	côtier	7	37,71	1,22	36,00	39,50	3%
	continental	4	118,21	3,91	113,63	122,46	3%		continental	3	36,00	1,50	34,27	36,96	/

meso_1															
position par rapport à la côte								position par rapport à la côte							
		n	moyenne	sd	min	max	cv			n	moyenne	sd	min	max	cv
M1	côtier	2	/	/	185,00	191,00	/	M30	côtier	2	/	/	101,00	108,80	/
	continental	3	190,33	0,58	190,00	191,00	/		continental	3	114,42	6,60	110,00	122,00	/
M2	côtier	2	/	/	176,00	177,00	/	M31	côtier	2	/	/	106,00	106,40	/
	continental	3	180,67	6,35	177,00	188,00	/		continental	1	/	/	98,91	98,91	/
M3	côtier	2	/	/	183,00	184,00	/	M40	côtier	2	/	/	95,00	102,28	/
	continental	3	183,79	2,79	182,00	187,00	/		continental	1	/	/	102,00	102,00	/
M5	côtier	2	/	/	101,00	103,82	/	M41b	côtier	2	/	/	32,90	40,35	/
	continental	1	/	/	106,00	106,00	/		continental	3	32,69	2,44	29,88	34,12	/
M7	côtier	2	/	/	40,73	43,90	/	M41c	côtier	2	/	/	54,20	57,85	/
	continental	1	/	/	39,66	39,66	/		continental	3	47,47	7,07	39,55	53,14	/
M8	côtier	2	/	/	142,00	144,00	/	M43.1	côtier	2	/	/	102,00	111,00	/
	continental	2	/	/	135,00	138,00	/		continental	3	104,24	6,96	97,10	111,00	/
M9	côtier	2	/	/	94,00	96,00	/	M44	côtier	2	/	/	92,00	97,10	/
	continental	2	/	/	95,00	104,00	/		continental	3	94,03	1,21	93,00	95,36	/
M10	côtier	2	/	/	105,00	120,00	/	M45	côtier	2	/	/	133,00	153,00	/
	continental	2	/	/	121,00	123,00	/		continental	3	135,88	8,04	127,00	142,65	/
M12	côtier	2	/	/	116,00	117,00	/	M46b	côtier	2	/	/	96,10	99,00	/
	continental	3	/	/	121,00	126,00	/		continental	3	96,32	12,65	82,00	106,00	/
M16	côtier	2	/	/	35,40	37,50	/	M48	côtier	2	/	/	62,80	74,10	/
	continental	1	/	/	36,75	36,75	/		continental	2	/	/	64,70	69,25	/
M17	côtier	2	/	/	136,51	146,00	/	M48d	côtier	3	24,27	3,48	21,60	28,20	/
	continental	1	/	/	138,00	138,00	/		continental	3	23,20	1,23	22,10	24,53	/
M20geom	côtier	2	/	/	109,31	116,27	/	M50	côtier	2	/	/	17,10	23,19	/
	continental	3	/	/	108,82	124,93	/		continental	3	21,64	1,86	20,00	23,66	/
M20	côtier	2	/	/	129,00	132,00	/	M51	côtier	2	/	/	39,85	42,60	/
	continental	3	130,50	5,77	125,00	136,50	/		continental	3	39,21	1,32	37,74	40,30	/
PoPo	côtier	2	/	/	125,00	137,00	/	M52	côtier	2	/	/	26,80	32,05	/
	continental	3	118,00	7,00	110,00	123,00	/		continental	3	29,26	2,26	27,00	31,52	/
M23	côtier	2	/	/	535,00	537,00	/	M54	côtier	2	/	/	21,50	22,10	/
	continental	2	/	/	540,00	544,00	/		continental	4	25,13	1,38	23,10	26,20	/
CordPoBg	côtier	2	/	/	153,50	162,50	/	M55	côtier	2	/	/	46,60	55,00	/
	continental	3	155,00	3,61	151,00	158,00	/		continental	4	51,94	2,57	49,00	55,25	/
M26	côtier	2	/	/	133,00	135,00	/	M60	côtier	2	/	/	53,80	57,80	5%
	continental	4	128,50	4,93	123,00	135,00	4%		continental	2	/	/	48,30	54,82	/
M27	côtier	2	/	/	112,00	122,00	/	M61	côtier	2	/	/	61,80	62,19	/
	continental	3	130,49	8,27	125,00	140,00	/		continental	3	62,61	5,65	57,30	68,54	/
M28	côtier	2	/	/	134,00	156,00	/	M62	côtier	2	/	/	44,80	45,95	/
	continental	1	/	/	123,68	123,68	/		continental	3	44,25	2,17	43,00	46,75	/
M29	côtier	2	/	/	114,00	115,40	/	M63	côtier	2	/	/	31,90	36,00	/
	continental	4	111,53	5,65	108,52	120,00	/		continental	3	35,94	2,78	34,09	39,14	/

meso_2															
position par rapport à la côte								position par rapport à la côte							
		n	moyenne	sd	min	max	cv			n	moyenne	sd	min	max	cv
M1	côtier	6	191,00	6,42	185,00	201,00	3%	M30	côtier	5	118,90	7,23	110,00	127,48	6%
	continental	3	193,67	6,66	188,00	201,00	3%		continental	4	122,15	6,03	116,60	128,00	5%
M2	côtier	5	178,20	6,06	171,00	185,00	3%	M31	côtier	5	98,82	1,08	98,00	100,00	1%
	continental	4	182,00	3,56	179,00	186,00	2%		continental	3	96,00	4,69	92,42	101,30	5%
M3	côtier	5	185,00	7,62	179,00	196,00	4%	M40	côtier	5	99,84	2,51	96,20	103,00	3%
	continental	3	185,33	2,52	183,00	188,00	1%		continental	3	99,03	7,78	94,00	108,00	8%
M5	côtier	5	104,83	5,26	96,00	110,00	5%	M41b	côtier	4	30,14	2,58	27,56	33,69	9%
	continental	3	104,67	9,87	98,00	116,00	9%		continental	5	32,02	3,36	26,07	33,97	10%
M7	côtier	5	38,53	3,87	34,28	44,53	10%	M41c	côtier	5	47,25	7,92	33,25	52,42	17%
	continental	3	39,82	2,20	37,85	42,20	6%		continental	4	52,96	3,96	49,28	58,56	7%
M8	côtier	5	139,20	2,17	136,00	141,00	2%	M43.1	côtier	5	106,08	6,18	97,00	112,00	6%
	continental	4	138,56	5,53	131,00	144,25	4%		continental	3	108,56	5,26	103,50	114,00	5%
M9	côtier	6	98,17	3,19	94,00	103,00	3%	M44	côtier	5	97,14	2,89	95,00	102,00	3%
	continental	5	92,60	5,55	87,00	101,00	6%		continental	3	99,91	3,32	96,32	102,86	3%
M10	côtier	5	120,19	3,91	113,96	124,00	3%	M45	côtier	4	141,94	6,14	135,07	150,00	4%
	continental	3	120,00	4,00	116,00	124,00	3%		continental	2	/	/	142,00	148,56	3%
M12	côtier	5	117,80	3,27	113,00	121,00	3%	M46b	côtier	4	101,60	11,76	84,00	108,33	12%
	continental	4	110,75	2,50	108,00	114,00	2%		continental	3	110,98	15,19	98,80	128,00	14%
M16	côtier	4	32,33	1,67	30,67	34,65	5%	M48	côtier	5	70,58	3,82	66,00	74,31	5%
	continental	4	33,16	1,27	31,85	34,73	4%		continental	2	/	/	67,61	75,15	7%
M17	côtier	5	141,76	3,11	139,00	147,00	2%	M48d	côtier	5	24,06	1,81	21,54	25,68	8%
	continental	3	144,00	6,56	137,00	150,00	5%		continental	3	22,92	0,51	22,48	23,48	2%
M20geom	côtier	5	117,57	4,65	113,69	124,52	4%	M50	côtier	5	23,78	3,05	20,05	27,70	13%
	continental	4	119,83	4,49	114,53	124,21	4%		continental	2	/	/	19,80	22,18	8%
M20	côtier	6	134,75	4,81	129,50	141,00	4%	M51	côtier	5	41,32	3,10	39,00	46,69	8%
	continental	4	135,62	4,33	130,00	139,50	3%		continental	5	42,16	2,36	39,01	45,09	6%
PoPo	côtier	5	126,40	3,21	123,00	131,00	3%	M52	côtier	5	30,49	1,88	27,30	31,79	6%
	continental	4	127,00	2,94	123,00	130,00	2%		continental	4	29,98	1,99	28,30	32,64	7%
M23	côtier	5	541,60	13,48	532,00	563,00	2%	M54	côtier	4	24,69	0,51	24,07	25,30	2%
	continental	3	546,00	15,39	533,00	563,00	3%		continental	2	/	/	22,70	25,76	9%
CordPoBg	côtier	6	160,67	6,02	155,00	170,00	4%	M55	côtier	5	53,19	2,47	49,61	56,10	5%
	continental	4	159,12	4,33	153,00	163,00	3%		continental	4	48,70	10,60	34,00	57,73	22%
M26	côtier	6	135,50	8,26	123,00	145,00	6%	M60	côtier	5	50,13	2,95	47,80	55,00	6%
	continental	4	133,25	6,18	125,00	140,00	5%		continental	2	/	/	52,85	53,94	1%
M27	côtier	5	134,80	7,82	124,00	145,00	6%	M61	côtier	6	64,81	3,76	60,00	70,90	6%
	continental	4	134,50	6,86	128,00	143,00	5%		continental	4	61,69	1,91	59,00	63,15	3%
M28	côtier	5	121,60	4,16	116,00	127,00	3%	M62	côtier	6	48,09	4,02	43,19	53,00	8%
	continental	3	116,33	8,50	108,00	125,00	7%		continental	2	/	/	43,07	44,25	2%
M29	côtier	6	114,55	4,15	108,00	120,00	4%	M63	côtier	6	35,55	2,60	31,00	38,27	7%
	continental	4	115,84	3,54	112,15	119,57	3%		continental	4	34,64	3,20	30,00	37,28	9%

ANNEXE 3-H

Statistiques descriptives des indices crâniens pour l'échantillon masculin en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir annexe 3-A ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).

		PF						
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	type
M.I1	côtier	6	72,31	3,15	68,72	77,35	4%	dolichocrâne
	continental	4	72,85	2,34	70,31	75,97	3%	dolichocrâne
M.I2	côtier	6	71,46	4,09	67,30	78,18	6%	orthocrâne
	continental	4	69,68	3,07	66,67	73,76	4%	chamaecrâne
M.I3	côtier	6	98,88	5,33	90,38	105,97	5%	acrocrâne
	continental	3	94,30	2,59	91,97	97,09	/	métricrâne
M.I4	côtier	6	59,84	3,08	54,98	64,64	5%	orthocrâne
	continental	4	58,80	1,19	57,36	59,87	2%	orthocrâne
M.I5	côtier	6	82,77	3,12	78,38	86,57	4%	métricrâne
	continental	3	80,47	2,03	78,55	82,60	/	métricrâne
M.I9	côtier	6	25,10	1,48	23,36	27,06	6%	/
	continental	2	/	/	23,51	24,60	/	/
M.I12	côtier	6	84,09	2,23	79,66	85,60	3%	frontal intermédiaire
	continental	4	83,56	3,79	78,57	86,67	5%	frontal intermédiaire
M.I13	côtier	6	68,58	2,78	64,60	72,30	4%	métriométope
	continental	4	71,28	1,20	70,37	72,99	2%	eurymétope
M.I13a	côtier	6	81,54	2,02	78,21	84,46	2%	/
	continental	2	/	/	82,19	88,32	/	/
M.I14	côtier	6	83,01	2,60	80,00	87,05	3%	/
	continental	2	83,78	0,23	83,61	83,94	/	/
M.I16	côtier	5	105,30	9,31	91,43	113,14	9%	/
	continental	3	96,56	10,83	87,43	108,53	/	/
M.I17	côtier	5	92,72	8,71	78,95	100,80	9%	/
	continental	3	87,13	7,51	78,62	92,84	/	/
M.I18	côtier	5	88,27	7,64	78,95	99,22	9%	/
	continental	3	90,98	13,18	82,86	106,19	/	/
M.I22	côtier	5	88,11	2,14	85,71	90,51	2%	/
	continental	4	84,51	2,41	82,90	88,09	3%	/
M.I24	côtier	5	89,25	2,55	86,45	92,97	3%	/
	continental	3	89,59	2,43	87,67	92,32	/	/
M.I25	côtier	5	84,35	2,81	81,75	88,97	3%	/
	continental	3	81,26	1,70	79,72	83,08	/	/
M.I33	côtier	5	79,49	7,06	70,45	88,89	9%	/
	continental	3	82,12	1,13	81,18	83,37	/	/
M.I39	côtier	6	48,09	3,56	42,96	53,03	7%	eurycène
	continental	3	46,21	2,30	43,71	48,23	/	eurycène
M.I40	côtier	5	75,59	7,84	66,55	84,09	10%	/
	continental	4	71,47	3,66	67,41	76,24	5%	/
M.I42	côtier	7	72,86	4,55	67,82	81,08	6%	chamaeconque
	continental	6	69,81	4,32	66,64	77,72	6%	chamaeconque
M.I42.1	côtier	6	30,39	2,49	26,76	32,89	8%	/
	continental	4	29,00	2,04	25,97	30,25	7%	/
M.I42.2	côtier	7	46,42	4,03	40,88	52,86	9%	/
	continental	4	43,24	1,43	41,91	45,24	3%	/
M.I46a	côtier	5	20,59	2,90	16,83	24,80	14%	/
	continental	4	21,25	5,78	16,04	29,48	27%	/
M.I48	côtier	7	45,77	2,68	41,18	49,06	6%	leptorrhinien
	continental	5	51,32	4,10	46,44	56,25	8%	chamaerrhinien
M.I51.1	côtier	6	16,42	2,13	14,19	19,70	13%	/
	continental	4	17,79	1,20	16,08	18,65	7%	/
M.I54	côtier	6	122,97	7,36	114,29	135,71	6%	/
	continental	3	106,12	35,17	65,65	129,28	/	/
M.I56	côtier	6	56,38	2,95	53,13	61,54	5%	/
	continental	3	59,24	11,10	51,60	71,98	19%	/
M.I58	côtier	6	87,12	5,09	80,90	94,05	6%	brachystaphylin
	continental	3	78,06	4,46	73,12	81,80	/	leptostaphylin
M.I60	côtier	6	93,41	5,79	86,49	102,30	6%	orthognathe
	continental	4	101,14	2,97	96,81	103,52	3%	mésognathe
M.I69	côtier	6	47,23	3,16	43,59	53,04	7%	/
	continental	3	50,84	3,00	48,15	54,08	/	/
M.I71	côtier	6	99,31	5,34	92,10	106,47	5%	/
	continental	3	100,90	2,56	97,95	102,55	/	/
M.I73a	côtier	6	69,19	4,22	65,14	76,43	6%	/
	continental	4	70,31	2,12	68,28	72,73	3%	/
M.I73b	côtier	6	82,34	5,43	77,03	89,29	7%	/
	continental	3	85,75	1,60	83,92	86,90	/	/

meso_1								
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	type
M.I1	côtier	2	/	/	75,39	76,76	/	mésocrâne
	continental	2	/	/	71,05	72,63	/	dolichocrâne
M.I2	côtier	2	/	/	70,20	78,92	/	orthocrâne
	continental	1	/	/	72,63	72,63	/	orthocrâne
M.I3	côtier	2	/	/	94,47	102,82	/	acrocrâne
	continental	1	/	/	100,00	100,00	/	acrocrâne
M.I4	côtier	2	/	/	57,23	62,85	/	orthocrâne
	continental	3	61,08	4,09	57,28	65,41	/	orthocrâne
M.I5	côtier	2	/	/	75,91	81,88	/	tapéinocrâne
	continental	2	/	/	78,86	85,23	/	métricrâne
M.I9	côtier	2	/	/	25,00	27,29	/	/
	continental	1	/	/	25,56	25,56	/	/
M.I12	côtier	2	/	/	78,33	91,43	/	frontal intermédiaire
	continental	1	/	/	85,95	85,95	/	frontal intermédiaire
M.I13	côtier	2	/	/	66,20	66,67	/	métriométope
	continental	1	/	/	75,36	75,36	/	eurymétope
M.I13a	côtier	2	/	/	72,92	84,51	/	/
	continental	2	/	/	87,68	91,11	/	/
M.I14	côtier	2	/	/	80,56	82,39	/	/
	continental	2	/	/	87,68	90,37	/	/
M.I16	côtier	2	/	/	84,21	90,37	/	/
	continental	3	99,53	8,77	92,59	109,38	/	/
M.I17	côtier	2	/	/	99,26	117,29	/	/
	continental	1	/	/	94,53	94,53	/	/
M.I18	côtier	2	/	/	109,84	139,29	/	/
	continental	1	/	/	98,64	98,64	/	/
M.I22	côtier	2	/	/	85,48	85,71	/	/
	continental	4	86,78	2,08	84,87	88,89	2%	/
M.I24	côtier	2	/	/	89,18	90,18	/	/
	continental	3	87,71	0,50	87,14	88,00	/	/
M.I25	côtier	2	/	/	67,95	79,40	/	/
	continental	1	/	/	79,95	79,95	/	/
M.I33	côtier	2	/	/	80,64	86,88	/	/
	continental	1	/	/	92,66	92,66	/	/
M.I39	côtier	2	/	/	47,22	48,43	/	euryée
	continental	1	/	/	49,22	49,22	/	euryée
M.I40	côtier	2	/	/	74,51	78,20	/	/
	continental	2	/	/	72,14	77,08	/	/
M.I42	côtier	2	/	/	67,25	75,23	/	chamaeconque
	continental	3	74,55	3,38	71,54	78,21	/	chamaeconque
M.I42.1	côtier	2	/	/	27,84	29,96	/	/
	continental	3	29,04	1,96	27,35	31,18	/	/
M.I42.2	côtier	2	/	/	42,68	43,25	/	/
	continental	1	/	/	45,52	45,52	/	/
M.I46a	côtier	2	/	/	18,59	23,61	/	/
	continental	2	/	/	21,51	23,83	/	/
M.I48	côtier	2	/	/	39,09	47,42	/	leptorrhinien
	continental	4	48,48	3,46	44,86	52,31	8%	mésorrhinien
M.I51.1	côtier	2	/	/	14,05	16,62	/	/
	continental	3	18,64	1,74	16,76	20,18	/	/
M.I54	côtier	2	/	/	114,87	119,91	/	/
	continental	2	/	/	113,10	118,63	/	/
M.I56	côtier	2	/	/	53,80	56,63	/	/
	continental	1	/	/	53,75	53,75	/	/
M.I58	côtier	2	/	/	64,77	71,21	/	leptostaphylin
	continental	3	81,43	8,72	73,99	91,02	/	mésostaphylin
M.I60	côtier	2	/	/	94,06	97,39	/	orthognathe
	continental	1	/	/	96,23	96,23	/	orthognathe
M.I69	côtier	2	/	/	51,35	52,84	/	/
	continental	1	/	/	53,68	53,68	/	/
M.I71	côtier	2	/	/	93,66	106,25	/	/
	continental	2	/	/	102,22	103,18	/	/
M.I73a	côtier	2	/	/	62,75	70,68	/	/
	continental	1	/	/	67,83	67,83	/	/
M.I73b	côtier	2	/	/	68,63	90,23	/	/
	continental	2	/	/	78,12	89,13	/	/

meso_2								
	position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv	type
M.I1	côtier	5	73,14	3,63	68,66	76,22	5%	dolichocrâne
	continental	3	73,63	0,62	72,92	74,03	/	dolichocrâne
M.I2	côtier	5	74,12	1,33	72,31	75,27	2%	orthocrâne
	continental	2	/	/	72,87	74,63	/	orthocrâne
M.I3	côtier	5	101,94	3,17	98,58	106,52	3%	acrocrâne
	continental	3	103,76	6,25	98,56	110,69	/	acrocrâne
M.I4	côtier	5	61,68	0,34	61,13	61,95	1%	orthocrâne
	continental	3	62,80	1,09	61,80	63,97	/	orthocrâne
M.I5	côtier	5	84,51	4,45	80,63	90,23	6%	métricrâne
	continental	4	85,61	2,44	82,57	87,73	3%	métricrâne
M.I9	côtier	5	26,08	0,19	25,78	26,32	1%	/
	continental	2	/	/	25,28	26,64	/	/
M.I12	côtier	5	82,41	2,89	79,51	86,55	4%	frontal intermédiaire
	continental	3	79,88	6,87	73,39	87,07	/	frontal divergent
M.I13	côtier	5	70,86	3,01	67,14	74,64	4%	eury métope
	continental	4	67,74	1,74	65,47	69,70	3%	métriométope
M.I13a	côtier	5	86,60	2,63	82,59	89,71	3%	/
	continental	3	86,05	3,00	83,24	89,21	/	/
M.I14	côtier	5	84,64	2,79	80,14	87,68	3%	/
	continental	4	81,02	2,10	79,14	83,19	3%	/
M.I16	côtier	5	101,25	9,76	93,94	117,89	10%	/
	continental	3	102,58	9,77	91,43	109,60	/	/
M.I17	côtier	5	91,14	3,29	86,43	94,31	4%	/
	continental	2	/	/	86,57	89,29	/	/
M.I18	côtier	5	90,52	7,10	80,00	100,00	9%	/
	continental	3	87,29	9,04	81,12	97,66	/	/
M.I22	côtier	6	84,69	3,76	80,69	91,28	5%	/
	continental	4	87,08	4,97	83,69	94,45	6%	/
M.I24	côtier	5	88,20	1,26	86,47	89,93	1%	/
	continental	4	90,84	2,14	88,59	93,43	2%	/
M.I25	côtier	5	81,32	2,11	78,74	84,55	3%	/
	continental	3	82,63	2,55	81,04	85,57	/	/
M.I33	côtier	4	83,04	4,83	77,81	89,47	6%	/
	continental	3	82,94	1,05	82,30	84,15	/	/
M.I39	côtier	4	48,37	3,34	44,00	51,77	8%	euryène
	continental	2	/	/	47,61	48,53	/	euryène
M.I40	côtier	4	74,85	2,84	72,43	78,89	4%	/
	continental	2	/	/	74,23	77,46	/	/
M.I42	côtier	5	73,43	4,76	67,65	79,81	7%	chamaeconque
	continental	4	71,11	3,50	67,31	74,67	5%	chamaeconque
M.I42.1	côtier	4	30,02	2,68	27,13	33,11	10%	/
	continental	2	/	/	29,21	31,75	/	/
M.I42.2	côtier	5	43,68	2,07	40,71	46,32	5%	/
	continental	2	/	/	43,43	44,89	/	/
M.I46a	côtier	5	24,48	2,93	20,85	28,75	14%	/
	continental	2	/	/	19,25	22,06	/	/
M.I48	côtier	4	47,17	1,69	44,93	48,98	4%	mésorrhinien
	continental	2	/	/	44,62	47,19	/	leptorrhinien
M.I51.1	côtier	4	17,60	0,27	17,41	17,99	2%	/
	continental	2	/	/	15,99	16,78	/	/
M.I54	côtier	5	133,39	8,12	123,22	143,23	7%	/
	continental	2	/	/	114,28	125,37	/	/
M.I56	côtier	4	50,70	2,76	47,85	54,48	6%	/
	continental	2	/	/	51,47	56,72	/	/
M.I58	côtier	5	82,93	6,03	74,74	89,37	8%	mésostaphylin
	continental	2	/	/	82,19	86,47	/	mésostaphylin
M.I60	côtier	5	96,30	3,93	93,64	103,13	4%	orthognathe
	continental	3	94,71	2,06	93,10	97,04	/	orthognathe
M.I69	côtier	5	52,07	1,94	49,05	53,76	4%	/
	continental	2	/	/	50,59	53,73	/	/
M.I71	côtier	4	101,82	3,33	98,81	106,38	3%	/
	continental	2	/	/	102,16	103,25	/	/
M.I73a	côtier	4	68,80	2,72	66,67	72,63	4%	/
	continental	2	/	/	64,08	66,72	/	/
M.I.73b	côtier	4	83,61	2,86	80,05	86,52	4%	/
	continental	2	/	/	78,99	87,32	/	/

Annexe 4 - VARIABLES METRIQUES ET INDICES MANDIBULAIRES

ANNEXE 4-A

Tableau récapitulatif des variables métriques et des indices mandibulaires analysés.

Code	Description	Référence
ESYM	Épaisseur de la symphyse mandibulaire (mesure en projection)	Demoulin 1986
M65	Largeur bi-condyloire	Martin 1928
M66	Largeur bi-goniaque	Martin 1928
M68_1	Longueur de la mandibule	Martin 1928
M69	Hauteur de la symphyse (gnathion-infradentale)	Martin 1928
M69.1	Hauteur du corps au foramen mentonnier	Martin 1928
M69.2	Hauteur du corps au niveau de la deuxième molaire	Martin 1928
M70	Hauteur de la branche montante en position	Martin 1928
M71a	Largeur minimale de la branche montante	Martin 1928
M79	Angle goniale	Martin 1928
M.I62	Indice mandibulaire $M68/M65*100$	Martin 1928
M.I64	Indice de largeur de la mandibule $M66/M65*100$	Martin 1928

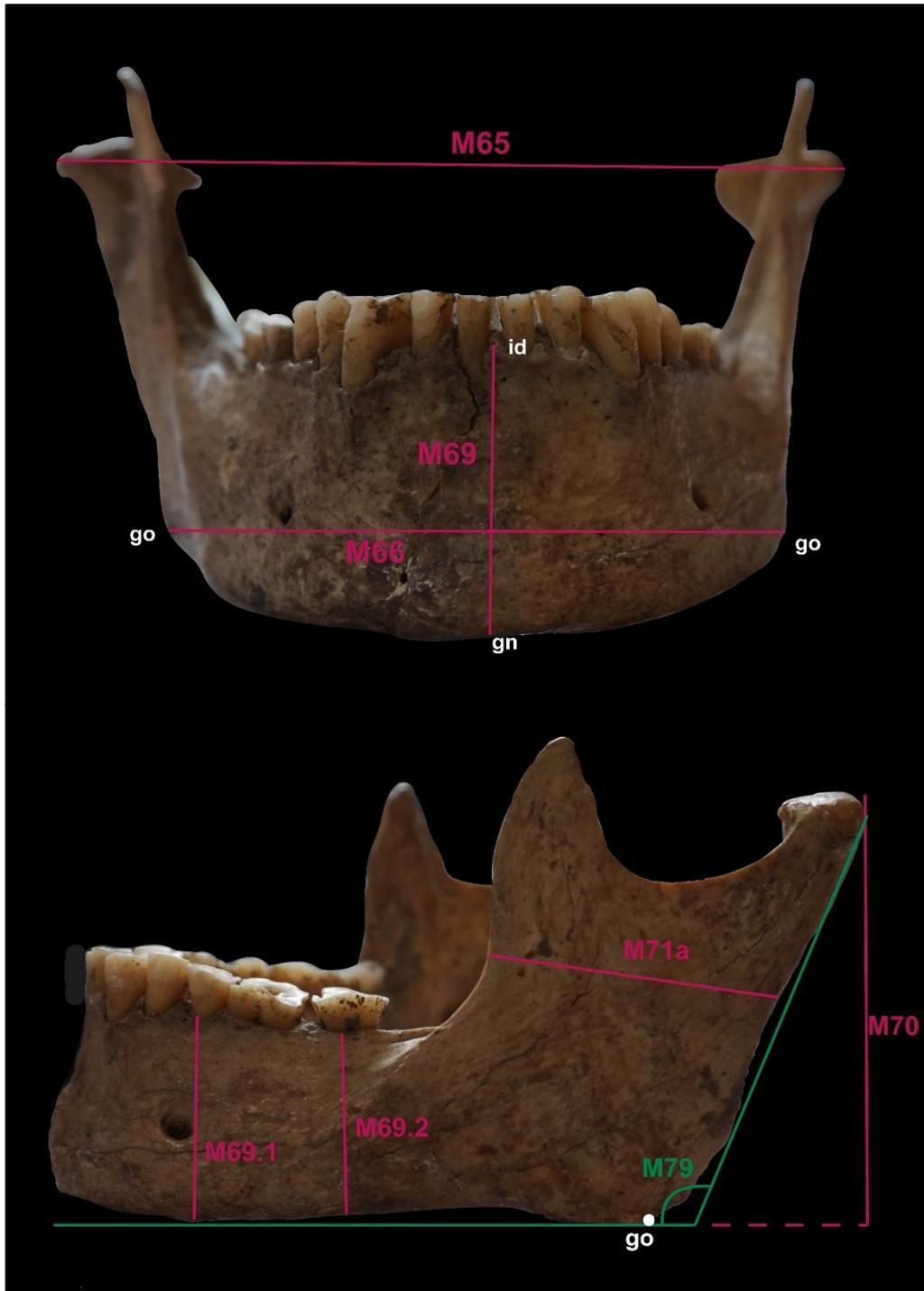
ANNEXE 4-B

Définition des points osseux mandibulaires mentionnés (d'après Martin 1928).

Abréviation	Point crâniométrique	Latéralité	Définition
gn	Gnathion	impair	Point sagittal le plus inférieur du corps de la mandibule
go	Gonion	pair	Point le plus externe de l'angle entre la branche montante de la mandibule et le corps mandibulaire
id	Infradentale	impair	Point sagittal le plus antérieur et supérieur entre les deux incisives centrales mandibulaires

ANNEXE 4-C

Représentation schématique des variables métriques mandibulaires analysées (vue antérieure en haut, vue latérale gauche en bas). M# réfère à une mesure selon Martin (1928). Pour la liste et la description des mesures et des points mandibulaires, voir Annexe 4-A et Annexe 4-B.



ANNEXE 4-D

Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon féminin en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir annexe 4-A ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de $cv \geq 10\%$).

		PF					
	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM	côtier	2	/	/	13,38	14,73	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M65	côtier	4	114,50	9,18	102,00	124,00	8%
	continental	0	/	/	/	/	/
M66	côtier	2	/	/	84,00	96,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M68_1	côtier	2	/	/	96,00	124,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M68	côtier	4	87,50	8,66	75,00	95,00	10%
	continental	0	/	/	/	/	/
M69	côtier	3	28,26	3,11	25,29	31,50	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M69.1	côtier	2	/	/	24,13	29,40	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M69.2	côtier	2	/	/	18,75	25,95	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M70	côtier	4	51,31	7,04	42,00	59,00	14%
	continental	0	/	/	/	/	/
M71a	côtier	4	33,09	3,32	29,00	37,00	10%
	continental	0	/	/	/	/	/
M79	côtier	2	/	/	109,00	122,00	/
	continental	0	/	/	/	/	/
M.I62	côtier	4	76,33	2,00	73,53	78,26	3%
	continental	0	/	/	/	/	/
M.I64	côtier	2	/	/	82,05	82,35	/
	continental	0	/	/	/	/	/

		meso_1					
	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM	côtier	8	15,08	1,05	14,00	16,29	7%
	continental	5	14,03	1,94	11,10	16,55	14%
M65	côtier	5	122,20	11,86	105,00	132,00	10%
	continental	3	110,38	2,58	107,50	112,50	/
M66	côtier	5	100,60	10,21	86,00	113,00	10%
	continental	4	95,16	7,43	86,40	102,50	8%
M68_1	côtier	4	102,25	5,12	97,00	109,00	5%
	continental	5	100,12	3,82	94,50	105,00	4%
M68	côtier	6	79,17	11,02	70,00	99,00	14%
	continental	5	80,82	9,61	72,20	94,01	12%
M69	côtier	4	30,93	2,79	27,10	33,40	9%
	continental	5	27,68	4,78	20,99	34,30	17%
M69.1	côtier	4	29,13	1,58	26,93	30,45	5%
	continental	6	26,72	3,79	22,09	33,35	14%
M69.2	côtier	5	27,32	0,87	26,39	28,66	3%
	continental	5	23,96	1,51	22,50	26,11	6%
M70	côtier	5	54,80	5,71	46,50	62,50	10%
	continental	4	53,27	4,46	48,20	57,90	8%
M71a	côtier	5	34,17	3,42	30,80	37,68	10%
	continental	6	33,99	4,39	27,00	39,86	13%
M79	côtier	6	119,67	9,37	105,00	129,00	8%
	continental	6	117,76	6,16	109,00	125,00	5%
M.I62	côtier	5	66,79	17,38	54,55	94,29	26%
	continental	3	67,37	0,93	66,57	68,39	/
M.I64	côtier	5	82,63	8,33	74,24	93,04	10%
	continental	3	84,75	5,64	80,37	91,11	/

		meso_2					
	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM	côtier	17	14,38	1,31	11,58	16,50	9%
	continental	4	15,11	1,24	14,05	16,70	8%
M65	côtier	13	113,87	7,09	104,00	128,00	6%
	continental	5	118,28	8,73	105,38	128,12	7%
M66	côtier	15	93,86	7,48	82,00	109,00	8%
	continental	5	93,33	5,16	89,00	101,11	6%
M68_1	côtier	15	104,23	5,75	92,00	110,00	6%
	continental	5	98,80	8,81	87,00	108,00	9%
M68	côtier	16	75,56	5,91	62,00	90,00	8%
	continental	5	72,60	6,39	69,00	84,00	9%
M69	côtier	12	29,89	1,84	27,37	33,15	6%
	continental	5	27,46	4,76	22,44	35,17	17%
M69.1	côtier	15	30,44	2,35	25,93	34,64	8%
	continental	5	27,45	3,30	23,60	32,58	12%
M69.2	côtier	15	25,81	1,81	23,85	31,13	7%
	continental	5	24,16	2,16	20,98	26,73	9%
M70	côtier	15	51,35	4,23	45,00	60,00	8%
	continental	5	53,73	3,45	48,90	57,75	6%
M71a	côtier	16	30,60	2,23	26,20	34,73	7%
	continental	4	31,42	3,00	27,79	34,93	10%
M79	côtier	15	123,00	4,77	115,00	131,00	4%
	continental	4	115,25	5,25	108,00	120,00	5%
M.I62	côtier	13	65,96	5,69	55,86	72,12	9%
	continental	5	61,53	5,42	54,64	67,58	9%
M.I64	côtier	13	82,98	4,33	74,22	90,83	5%
	continental	5	79,37	8,80	71,21	91,04	11%

ANNEXE 4-E

Statistiques descriptives des mesures et indices mandibulaires pour l'échantillon masculin en fonction de la combinaison de la chronoculture et de la position des individus par rapport à la côte (pour la signification des codes des mesures, voir annexe 4-A ; PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique ; n : nombre d'individus ; sd : écart-type ; min : valeur minimale ; max : valeur maximale ; cv : coefficient de variation ; en gras, valeurs de cv $\geq 10\%$).

		PF					
	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM_EP	côtier	5	17,65	0,89	16,75	18,97	5%
	continental	3	17,86	1,41	16,47	19,28	/
M65	côtier	5	121,86	7,02	116,32	134,00	6%
	continental	2	/	/	116,90	129,55	/
M66	côtier	5	107,20	8,30	94,50	117,00	8%
	continental	5	105,47	7,19	94,38	114,06	7%
M68_1	côtier	5	108,38	4,87	100,95	114,41	4%
	continental	3	104,67	3,21	101,00	107,00	/
M68	côtier	7	86,00	11,56	68,00	104,00	13%
	continental	5	88,40	8,82	81,00	103,00	10%
M69	côtier	6	33,33	0,61	32,50	34,00	2%
	continental	3	30,58	7,67	24,00	39,00	/
M69.1	côtier	5	30,80	1,30	29,00	32,00	4%
	continental	4	31,51	2,38	29,86	35,00	8%
M69.2	côtier	5	27,66	0,83	26,66	28,90	3%
	continental	3	27,90	0,75	27,08	28,56	/
M70	côtier	6	63,79	2,56	59,75	67,00	4%
	continental	4	62,44	3,20	59,00	66,75	5%
M71a	côtier	6	36,46	0,87	35,50	38,01	2%
	continental	5	38,60	2,10	35,50	40,82	5%
M79	côtier	5	110,85	6,09	105,00	120,75	5%
	continental	4	108,75	9,54	103,00	123,00	9%
M.I62	côtier	5	65,89	5,63	57,63	71,37	9%
	continental	2	/	/	60,38	69,29	/
M.I64	côtier	5	86,69	6,79	80,08	96,69	8%
	continental	2	/	/	80,74	82,80	/

meso_1							
	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM_EP	côtier	5	18,44	1,42	17,40	20,70	8%
	continental	3	15,62	3,24	11,90	17,78	/
M65	côtier	3	117,84	4,20	113,00	120,53	/
	continental	1	/	/	123,00	123,00	/
M66	côtier	3	105,00	8,54	97,00	114,00	/
	continental	3	97,68	12,36	84,50	109,00	/
M68_1	côtier	3	106,00	2,65	103,00	108,01	/
	continental	4	101,50	14,46	80,00	110,00	14%
M68	côtier	4	79,95	6,29	72,00	85,00	8%
	continental	3	80,67	11,02	70,00	92,00	/
M69	côtier	4	31,30	2,79	28,00	34,60	9%
	continental	3	30,95	4,04	26,45	34,28	/
M69.1	côtier	5	31,34	1,47	28,90	32,45	5%
	continental	4	30,71	1,70	29,16	32,61	6%
M69.2	côtier	4	28,68	1,36	27,40	30,60	5%
	continental	4	27,15	1,25	25,48	28,26	5%
M70	côtier	3	74,60	15,77	62,79	92,50	/
	continental	1	/	/	68,00	68,00	/
M71a	côtier	4	34,02	2,09	31,40	36,50	6%
	continental	2	/	/	36,16	37,67	/
M79	côtier	3	117,33	6,43	110,00	122,00	/
	continental	3	112,67	6,81	105,00	118,00	/
M.I62	côtier	3	64,45	9,53	57,08	75,22	/
	continental	1	/	/	65,04	65,04	/
M.I64	côtier	3	89,72	4,74	85,84	95,00	/
	continental	1	/	/	88,62	88,62	/

meso_2							
	Position par rapport à la côte	n	moyenne	sd	min	max	cv
ESYM_EP	côtier	5	17,85	1,80	15,81	20,76	10%
	continental	4	17,29	1,35	15,55	18,84	8%
M65	côtier	5	124,54	2,63	122,00	129,00	2%
	continental	4	124,42	1,65	123,00	126,00	1%
M66	côtier	5	104,76	5,47	97,00	112,00	5%
	continental	5	106,64	2,65	104,21	110,00	2%
M68_1	côtier	7	111,86	5,86	103,00	118,00	5%
	continental	5	105,00	5,10	100,00	112,00	5%
M68	côtier	6	75,93	6,98	64,00	85,00	9%
	continental	5	75,20	5,59	70,00	82,00	7%
M69	côtier	4	32,15	0,91	31,12	33,34	3%
	continental	6	30,91	4,13	26,51	37,34	13%
M69.1	côtier	8	33,08	1,76	30,52	35,82	5%
	continental	6	30,75	2,79	26,80	34,54	9%
M69.2	côtier	10	28,50	2,27	24,49	32,10	8%
	continental	5	27,14	2,06	23,54	28,52	8%
M70	côtier	6	59,76	5,08	52,00	65,25	9%
	continental	4	60,50	4,91	53,75	65,50	8%
M71a	côtier	8	33,92	3,66	29,12	38,95	11%
	continental	5	35,62	2,73	32,17	38,41	8%
M79	côtier	6	120,44	3,11	116,62	124,00	3%
	continental	4	117,00	1,83	115,00	119,00	2%
M.I62	côtier	5	60,93	5,23	52,46	65,89	9%
	continental	4	61,50	4,70	55,69	66,67	8%
M.I64	côtier	5	84,11	2,87	79,51	86,82	3%
	continental	4	86,07	3,43	82,90	89,43	4%

***Annexe 5 - VARIATIONS ANATOMIQUES NON
METRIQUES CRANIENNES ET MANDIBULAIRES***

ANNEXE 5-A

Récapitulatif des variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires enregistrées, codes correspondants, enregistrement, définition du seuil de présence, cotation de l'expression asymétrique des caractères pairs, références bibliographiques. F : femmes ; M : hommes ; NA : non observable.

Os et Normae	Code	Caractères	Cotation	Seuil de présence	0/NA = ?	Incidence du sexe (Gemmerich 1999 : Annexe 5)	Incidence de l'âge (Gemmerich 1999 : Annexe 5)	Références
Calvarium <i>Norma verticalis</i>	A1	Os suturaire sagittal	0=absent / 1=présent			oui (F)	oui, jeunes	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A2	Os suturaire coronal	0=absent / 1=présent			faible	faible ou diminuée avec âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A3	Os au bregma	0=absent / 1=présent			faible	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A4	Amincissement bi-pariétal	0=absent / 1=faible / 2= moyen / 3 = fort / 4 = extrême	≥ 1		non	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
Calvarium <i>Norma occipitalis</i>	A5	Foramen pariétal	0=absent / 1=présent		NA	variable	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A6	Os fontanelle au lambda	0=absent / 1=présent			variable	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A7	Os interpariétal	0=absent / 1=incomplet / 2=complet / 3=multi-partite/4=asymétrique	≥ 1		oui (M)	oui, diminue avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A8	Os suturaire lambdoïde	0=absent / 1=présent		NA	oui, variable	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
Calvarium <i>Norma lateralis</i>	A9	Suture Mendosa	0=absent / 1=présent		NA	variable	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A13	Ecaille du temporal bipartite	0=absent / 1=présent		0	non	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A14	Os suturaire partie squameuse	0=absent / 1=présent		0	variable	oui, diminue avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A15	Os au ptériorion	0=absent / 1=présent		NA	oui (F)	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A19	Suture squamo-mastoïdienne	0=absent / 1=partiel / 2=complet	≥ 1	NA	variable	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A20	Foramen mastoïdien	0=absent / 1=présent / 2=multiple	≥ 1	NA	variable	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A22	Os suturaire occipito-mastoïdien	0=absent / 1=présent		NA	oui (M)	oui, diminue avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A23	Os à l'astériorion	0=absent / 1=présent		NA	oui (M)	oui, diminue avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A25	Os pariétal bipartite	0=absent / 1=présent		0			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A26	Os à l'incisure pariétale	0=absent / 1=présent		NA	variable	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
Calvarium <i>Norma basilaris</i>	A28	Suture incisive	0=absent / 1=partiel / 2=complet	≥ 1		oui (F)	oui, diminue avec l'âge	Gemmerich 1999
	A29	Os médiopalatin antérieur	0=absent / 1=partiel / 2=complet	≥ 1				Gemmerich 1999
	A31	Torus palatin	0=absent / 1=léger / 2=marqué / 3=exubérant	≥ 1		oui (F)	oui, jeunes adultes	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A32	Torus maxillaire	0=absent / 1=léger / 2=marqué / 3=exubérant	≥ 1	0			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A33	Tubercule pharyngien	0=absent / 1=faible <2mm / moyen=2 à 4 mm / fort=<4mm	≥ 1		non		Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999

Os et Normae	Code	Caractères	Cotation	Seuil de présence	0/NA = ?	Incidence du sexe (Gemmerich 1999 : Annexe 5)	Incidence de l'âge (Gemmerich 1999 : Annexe 5)	Références
	A34	Fossette pharyngienne	0=absent / 1=présent			oui (F)	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A35	Tubercule précondyloire	0=absent / 1=présent			oui, variable	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A36	Canal basilaire médian	0=absent / 1=présent					Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A37	Canal hypoglosse bipartite	0=absent / 1=partiel / 2=complet	≥ 1	NA	variable	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A38	Pont sur canal condyloire intermédiaire	0=absent / 1=présent		0	non	oui, augmente avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A40	Facette condyloire bipartite	0=absent / 1=présent		0	oui (M)	oui, diminue avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A43	Canal crânio-pharyngien	0=absent / 1=présent			oui (M)	oui, diminue avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A44	Foramen de Vesale	0=absence de fermeture / 1=fermeture partielle / 2=fermeture complète	≥ 1	NA	non	oui, augmente avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A45	Foramen ovale vers lacerum	0=absent / 1=ouverture partielle / 2=ouverture complète	≥ 1	0			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A46	Foramen ovale vers spinosum	0=absent / 1=ouverture partielle / 2=ouverture complète	≥ 1	0			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	A47	Foramen spinosum incomplet	0=absent / 1=présent		0	variable	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
Calvarium	B1	Suture métopique	0=absent / 1=partiel / 2=complet	≥ 1		possible	oui	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
Norma facialis	B3	Sillon frontal	0=absent / 1=présent		NA	oui (F)		Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B4	Suture supra-nasale	0=absent / 1=présent					Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B6	Foramen supra-orbitaire (lat et médian)	0=absent / 1=présent		NA			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B7	Foramen supra-trochléaire	0=absent / 1=présent		NA	oui (M)	oui, augmente avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B8	Incisure supra-orbitaire médiane	0=absent / 1=présent		NA			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B9	Incisure supra-trochléaire	0=absent / 1=présent		NA			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B11	Fissure infra-orbitaire	0=absent / 1=présent		0	oui (F)	oui, diminue avec l'âge	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B12	Foramen infra-orbitaire accessoire	0=absent / 1=présent		0	oui (M)	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B13	Os zygomatique bipartite	0=absent / 1=partiel / 2=complet	≥ 1	0	non	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B14	Foramen zygomatico-facial	0=absent / 1=présent		NA		oui, lié à la sénescence	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	B17	Tubercule marginal de l'os zygomatique	0=absent / 1=faible / 2= marqué	≥ 1	0	oui (M)	oui, lié à la sénescence	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
Mandibule	C1	Foramen mentonnier multiple	0=absent / 1=partiel / 2=complet	≥ 1	NA	variable	non	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	C2	Foramen mentonnier accessoire	0=absent / 1=présent		0			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	C5	Torus mandibulaire interne	0=absent / 1=faible / 2= marqué	≥ 1	0	oui (F)	variable	Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999
	C10	Pont mylo-hyoidien	0=absent / 1=partiel / 2=complet	≥ 1	NA			Hauser et De Stefano 1989; Gemmerich 1999

ANNEXE 5-B

Tableaux récapitulant les caractères crâniens et mandibulaires impliqués dans les analyses MMD.

N_x : nombre d'individus présentant la présence du caractère dans le groupe x;

Freq_x : fréquence de présence du caractère dans le groupe x;

PF : Paléolithique final ;

meso_1 : premier Mésolithique ;

meso_2 : second Mésolithique ;

côt : côtier ;

cont : continental.

Table 5-B-1 : Tableau récapitulatif des 31 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée entre les trois périodes chronoculturelles.

	N_PF	N_meso_1	N_meso_2	Freq_PF	Freq_meso_1	Freq_meso_2
A1	7	21	38	0,14	0,19	0,29
A2	8	21	39	0,00	0,29	0,21
A5	7	27	45	0,57	0,74	0,84
A6	6	23	41	0,33	0,35	0,22
A7	6	23	42	0,17	0,13	0,29
A8	6	26	48	1,00	0,85	0,90
A19	5	21	47	0,40	0,57	0,47
A20	7	26	52	1,00	0,96	0,92
A23	6	21	41	0,83	0,71	0,59
A26	6	24	37	0,67	0,63	0,54
A31	6	19	31	0,50	0,42	0,48
A32	6	23	36	0,17	0,17	0,11
A33	5	10	22	0,80	0,30	0,73
A35	5	9	21	0,20	0,11	0,19
A37	5	10	21	0,60	0,20	0,43
A38	5	7	12	0,00	0,00	0,17
A43	5	8	14	0,40	0,38	0,07
A44	5	9	9	0,60	0,33	0,56
B1	9	27	51	0,00	0,11	0,00
B3	8	22	46	0,50	0,50	0,37
B4	6	25	45	0,17	0,28	0,16
B6	8	25	46	0,75	0,80	0,78
B7	7	23	45	0,14	0,17	0,02
B8	9	28	48	0,67	0,93	0,81
B9	8	22	42	0,75	0,55	0,62
B13	9	24	48	0,00	0,00	0,04
B14	7	23	46	1,00	0,96	0,96
B17	9	24	50	0,78	0,71	0,76
C1	6	29	43	0,00	0,07	0,05
C5	8	39	58	0,25	0,26	0,38
C10	7	21	36	0,43	0,19	0,14

Table 5-B-2 : Tableau récapitulatif des 14 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée au sein du corpus féminin entre les trois périodes chronoculturelles.

	N_PF	N_meso_1	N_meso_2	Freq_PF	Freq_meso_1	Freq_meso_2
A1	2	9	18	0,50	0,11	0,33
A2	2	8	21	0,00	0,25	0,24
A5	2	10	19	0,50	0,60	0,79
A31	2	9	14	0,50	0,44	0,64
A37	2	3	12	0,00	0,33	0,33
B3	2	9	22	0,50	0,56	0,32
B4	2	10	21	0,00	0,50	0,05
B6	2	10	21	0,50	0,80	0,76
B7	2	10	21	0,00	0,20	0,00
B8	2	11	22	0,50	1,00	0,77
B9	2	10	21	0,50	0,70	0,67
B17	2	9	23	0,50	0,67	0,70
C5	2	11	24	0,00	0,27	0,29
C10	2	7	19	0,50	0,14	0,16

Table 5-B-3 : Tableau récapitulatif des 22 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée au sein du corpus masculin entre les trois périodes chronoculturelles.

	N_PF	N_meso_1	N_meso_2	Freq_PF	Freq_meso_1	Freq_meso_2
A1	2	4	9	0,00	0,00	0,56
A2	2	5	8	0,00	0,40	0,38
A6	2	2	8	0,50	0,00	0,25
A8	2	2	11	1,00	1,00	0,82
A9	2	5	9	0,50	0,40	0,44
A15	2	3	5	0,00	0,33	0,60
A19	2	7	10	0,50	0,43	0,40
A23	2	5	9	1,00	0,60	0,67
A31	2	5	11	0,50	0,40	0,55
A32	3	6	12	0,00	0,50	0,08
A33	2	2	7	1,00	0,00	0,71
A34	2	2	7	0,50	0,00	0,14
A35	2	2	7	0,50	0,00	0,29
A38	2	2	5	0,00	0,00	0,40
A44	2	2	2	0,50	0,50	1,00
B3	3	5	10	0,67	0,80	0,40
B4	2	5	10	0,50	0,00	0,50
B6	3	6	12	1,00	0,83	0,83
B8	3	7	11	1,00	0,86	0,82
B9	3	4	11	0,67	0,25	0,36
C5	3	7	16	0,33	0,29	0,44
C10	2	6	9	1,00	0,17	0,11

Table 5-B-4 : Tableau récapitulatif des 11 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée au sein du corpus féminin entre premier et second Mésolithique.

	N_meso_1	N_meso_2	Freq_meso_1	Freq_meso_2
A5	10	19	0,60	0,79
A8	10	23	0,90	0,87
A20	10	23	1,00	0,91
A32	10	15	0,00	0,13
B1	10	23	0,10	0,00
B4	10	21	0,50	0,05
B6	10	21	0,80	0,76
B7	10	21	0,20	0,00
B8	11	22	1,00	0,77
B9	10	21	0,70	0,67
C5	11	24	0,27	0,29

Table 5-B-5 : Tableau récapitulatif des 13 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée au sein du corpus masculin entre premier et second Mésolithique.

	N_meso_1	N_meso_2	Freq_meso_1	Freq_meso_2
A2	5	8	0,40	0,38
A9	5	9	0,40	0,44
A19	7	10	0,43	0,40
A23	5	9	0,60	0,67
A26	5	8	0,60	0,63
A31	5	11	0,40	0,55
A32	6	12	0,50	0,08
B3	5	10	0,80	0,40
B4	5	10	0,00	0,50
B6	6	12	0,83	0,83
B8	7	11	0,86	0,82
C5	7	16	0,29	0,44
C10	6	9	0,17	0,11

Table 5-B-6 : Tableau récapitulatif des 25 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée dans le corpus total entre groupes d'individus côtiers et continentaux.

	N_Côt	N_Cont	Freq_Côt	Freq_Cont
A1	42	24	0,12	0,46
A2	43	25	0,14	0,32
A3	49	25	0,02	0,00
A5	50	29	0,76	0,83
A6	47	23	0,28	0,26
A8	55	25	0,89	0,88
A19	49	24	0,49	0,50
A20	55	30	0,91	1,00
A23	45	23	0,60	0,74
A28	23	23	0,43	0,13
A31	30	26	0,43	0,50
A32	39	26	0,13	0,15
B1	59	28	0,00	0,11
B3	52	24	0,35	0,58
B4	52	24	0,19	0,21
B6	53	26	0,75	0,85
B7	50	25	0,06	0,12
B8	56	29	0,80	0,90
B9	47	25	0,68	0,48
B11	25	23	0,72	0,61
B13	55	26	0,02	0,04
B17	55	28	0,73	0,79
C1	53	25	0,04	0,08
C2	66	36	0,00	0,03
C5	68	37	0,34	0,30

Table 5-B-7 : Tableau récapitulatif des 22 variations anatomiques crâniennes et mandibulaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée dans le corpus total entre sous-groupes « chronoculture-position par rapport à la côte ».

	N_PF-Côt	N_PF-Cont	N_meso_1-Côt	N_meso_1-Cont	N_meso_2-Côt	N_meso_2-Cont	Freq_PF-Côt	Freq_PF-Cont	Freq_meso_1-Côt	Freq_meso_1-Cont	Freq_meso_2-Côt	Freq_meso_2-Cont
A1	4	3	10	11	28	10	0,25	0,00	0,10	0,27	0,11	0,80
A2	4	4	9	12	30	9	0,00	0,00	0,33	0,25	0,10	0,56
A3	3	4	11	11	35	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
A5	4	3	11	16	35	10	0,25	1,00	0,73	0,75	0,83	0,90
A6	3	3	11	12	33	8	0,33	0,33	0,27	0,42	0,27	0,00
A7	3	3	13	10	34	8	0,33	0,00	0,15	0,10	0,24	0,50
A8	3	3	15	11	37	11	1,00	1,00	0,80	0,91	0,92	0,82
A26	3	3	12	12	30	7	0,67	0,67	0,75	0,50	0,50	0,71
B1	4	5	14	13	41	10	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00
B3	4	4	12	10	36	10	0,50	0,50	0,25	0,80	0,36	0,40
B4	3	3	13	12	36	9	0,00	0,33	0,31	0,25	0,17	0,11
B6	4	4	13	12	36	10	0,50	1,00	0,85	0,75	0,75	0,90
B7	4	3	11	12	35	10	0,00	0,33	0,18	0,17	0,03	0,00
B8	4	5	13	15	39	9	0,50	0,80	0,92	0,93	0,79	0,89
B9	4	4	10	12	33	9	0,75	0,75	0,60	0,50	0,70	0,33
B13	4	5	13	11	38	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,10
B14	3	4	14	9	37	9	1,00	1,00	1,00	0,89	0,97	0,89
B17	4	5	12	12	39	11	0,50	1,00	0,75	0,67	0,74	0,82
C1	3	3	17	12	33	10	0,00	0,00	0,00	0,17	0,06	0,00
C2	4	5	20	19	42	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
C5	4	4	19	20	45	13	0,00	0,50	0,32	0,20	0,38	0,38
C10	4	3	11	10	27	9	0,25	0,67	0,09	0,30	0,11	0,22

ANNEXE 5-C

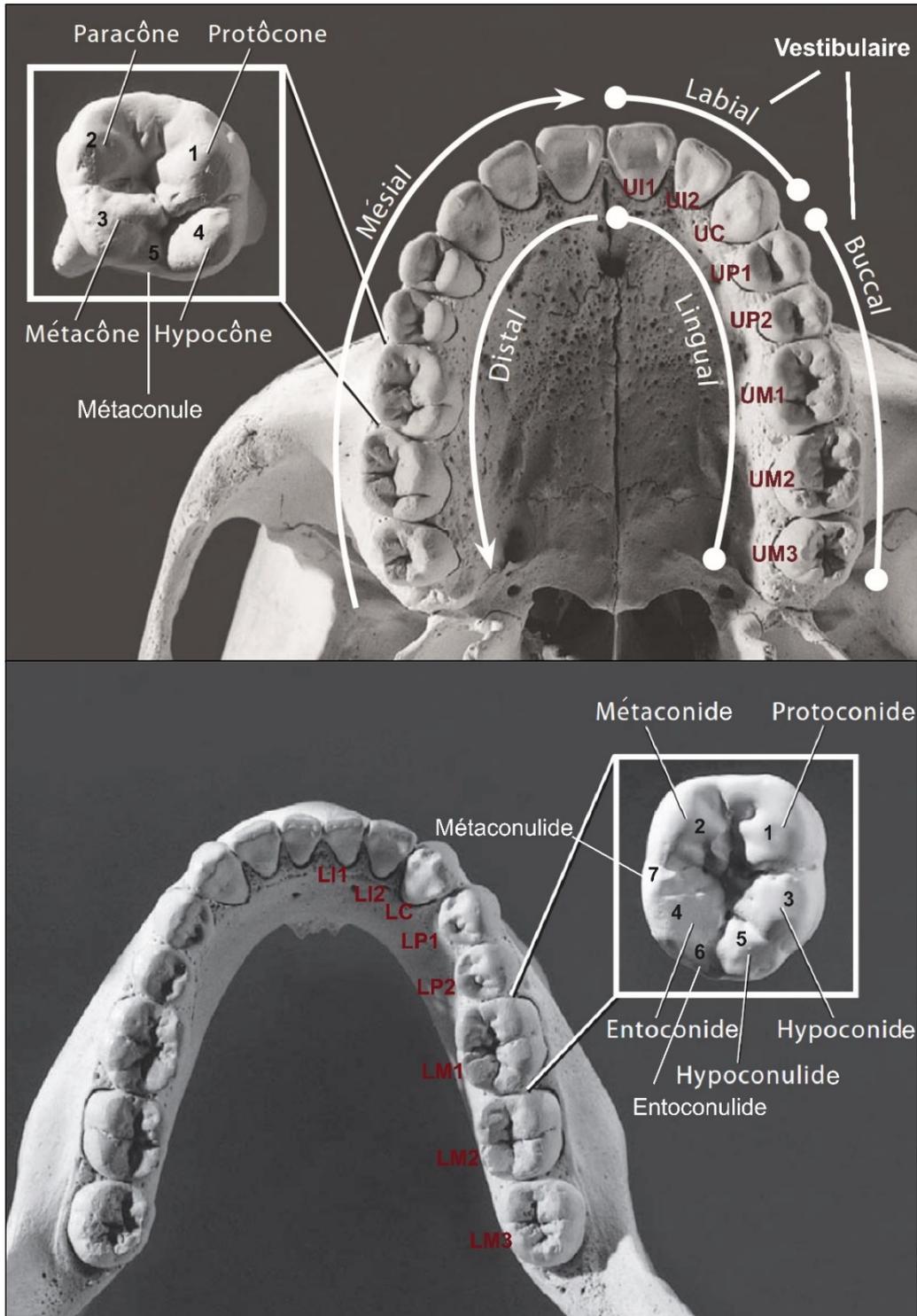
Fréquences des variations anatomiques crâniennes et mandibulaires dans les groupes d'individus continentaux et côtiers pour chacun des groupes chronoculturels (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

Code	PF						meso_1						meso_2					
	Continentaux			Côtiers			Continentaux			Côtiers			Continentaux			Côtiers		
	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)	Présence	Total	(%)
A1	0	3	0%	1	4	25%	3	11	27%	1	10	10%	8	10	80%	3	28	11%
A2	0	4	0%	0	4	0%	3	12	25%	3	9	33%	5	9	56%	3	30	10%
A3	0	4	0%	0	3	0%	0	11	0%	0	11	0%	0	10	0%	1	35	3%
A5	3	3	100%	1	4	25%	12	16	75%	8	11	73%	9	10	90%	29	35	83%
A6	1	3	33%	1	3	33%	5	12	42%	3	11	27%	0	8	0%	9	33	27%
A7	0	3	0%	1	3	33%	1	10	10%	2	13	15%	4	8	50%	8	34	24%
A8	3	3	100%	3	3	100%	10	11	91%	12	15	80%	9	11	82%	34	37	92%
A9	2	3	67%	1	1	100%	2	8	25%	4	10	40%	0	8	0%	10	29	34%
A14	0	3	0%	0	1	0%	1	11	9%	0	8	0%	1	8	13%	2	31	6%
A15	0	3	0%	1	1	100%	1	5	20%	1	4	25%	4	5	80%	6	12	50%
A19	2	4	50%	0	1	0%	6	11	55%	6	10	60%	4	9	44%	18	38	47%
A20	5	5	100%	2	2	100%	14	14	100%	11	12	92%	11	11	100%	37	41	90%
A22	1	2	50%	1	1	100%	2	8	25%	2	7	29%	3	8	38%	10	28	36%
A23	3	4	75%	2	2	100%	10	11	91%	5	10	50%	4	8	50%	20	33	61%
A26	2	3	67%	2	3	67%	6	12	50%	9	12	75%	5	7	71%	15	30	50%
A28	1	3	33%	1	1	100%	1	10	10%	4	6	67%	1	10	10%	5	16	31%
A31	2	4	50%	1	2	50%	5	12	42%	3	7	43%	6	10	60%	9	21	43%
A32	1	5	20%	0	1	0%	2	12	17%	2	11	18%	1	9	11%	3	27	11%
A33	3	3	100%	1	2	50%	2	7	29%	1	3	33%	5	8	63%	11	14	79%
A35	1	3	33%	0	2	0%	1	6	17%	0	3	0%	1	8	13%	3	13	23%
A36	0	3	0%	1	2	50%	0	7	0%	0	2	0%	0	7	0%	0	13	0%
A37	2	2	100%	1	3	33%	2	9	22%	0	3	0%	2	8	25%	7	14	50%
A38	0	3	0%	0	2	0%	0	4	0%	0	3	0%	1	4	25%	1	8	13%
A43	1	3	33%	1	2	50%	2	6	33%	1	2	50%	1	8	13%	0	6	0%
A44	1	3	33%	2	2	100%	2	7	29%	1	2	50%	3	5	60%	2	4	50%
A46	0	3	0%	0	1	0%	2	10	20%	1	2	50%	0	7	0%	0	14	0%
A47	0	3	0%	0	1	0%	2	9	22%	0	2	0%	1	6	17%	2	14	14%
B1	0	5	0%	0	4	0%	3	13	23%	0	14	0%	0	10	0%	0	41	0%
B3	2	4	50%	2	4	50%	8	10	80%	3	12	25%	4	10	40%	13	36	36%
B4	1	3	33%	0	3	0%	3	12	25%	4	13	31%	1	9	11%	6	36	17%
B6	4	4	100%	2	4	50%	9	12	75%	11	13	85%	9	10	90%	27	37	73%
B7	1	3	33%	0	4	0%	2	12	17%	2	11	18%	0	10	0%	1	35	3%
B8	4	5	80%	2	4	50%	14	15	93%	12	13	92%	8	9	89%	31	39	79%
B9	3	4	75%	3	4	75%	6	12	50%	6	10	60%	3	9	33%	23	33	70%
B11	2	3	67%	1	1	100%	6	12	50%	5	6	83%	6	8	75%	12	18	67%
B12	0	3	0%	0	1	0%	1	8	13%	0	7	0%	0	7	0%	2	17	12%
B13	0	5	0%	0	4	0%	0	11	0%	0	13	0%	1	10	10%	1	38	3%
B14	4	4	100%	3	3	100%	8	9	89%	14	14	100%	8	9	89%	36	37	97%
B17	5	5	100%	2	4	50%	8	12	67%	9	12	75%	9	11	82%	29	39	74%
C1	0	3	0%	0	3	0%	2	12	17%	0	17	0%	0	10	0%	2	33	6%
C2	0	5	0%	0	4	0%	0	19	0%	0	20	0%	1	12	8%	0	42	0%
C5	2	4	50%	0	4	0%	4	20	20%	6	19	32%	5	13	38%	17	45	38%
C10	2	3	67%	1	4	25%	3	10	30%	1	11	9%	2	9	22%	3	27	11%

Annexe 6 - VARIATIONS ANATOMIQUES NON METRIQUES DENTAIRES

ANNEXE 6-A

Schéma de la denture humaine permanente avec les arcades dentaires et les schémas descriptifs des cuspidés (avec les numéros correspondants des cuspidés) des molaires maxillaires (en haut) et mandibulaires (en bas). U : « upper » pour les dents maxillaires ; L : « lower » pour les dents mandibulaires. I : incisive ; C : canine ; P : prémolaire ; M : molaire. Modifié d'après White et Folkens (2005).



ANNEXE 6-B

Récapitulatif des variations anatomiques non métriques dentaires enregistrées, codes correspondants, enregistrement, définition du seuil de présence, cotation de l'expression asymétrique des caractères pairs, références bibliographiques. F : femmes ; M : hommes ; NA : non observable.

	Dent	Code	Caractère	Synonymes	Codage	Seuil de présence	0/NA = ? (individu)	Référence
MAXILLAIRE	Incisive centrale maxillaire	UI1TD	Tubercule dentaire lingual	tubercule dentaire, tuberculum dentale, conular ridge, tuberculum dentis, tubercule dentalia, lingual cusp, dental tubercule	0=absent / 1-2=faible/3=modéré/4-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UI1SCR	Sillon corono-radulaire	sillon traversant, corono-radicular groove, marginal interruption, dens invaginatus	0=absent / 1=présent (M.D.MD. Med)		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UI1PEL	Incisive en pelle	crêtes linguales marginales, shoveling	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UI1DPEL	Incisive en double pelle	crêtes vestibulaires marginales, labial marginal ridges, surface labiale concave	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
	Incisive latérale maxillaire	UI2TD	Tubercule dentaire lingual	tubercule dentaire, tuberculum dentale, conular ridge, tuberculum dentis, tubercule dentalia, lingual cusp, dental tubercule	0=absent / 1-2=faible/3=modéré/4-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UI2SCR*	Sillon corono-radulaire	sillon traversant, corono-radicular groove, marginal interruption, dens invaginatus	0=absent / 1=présent (M.D.MD. Med)		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UI2PEL	Incisive en pelle	crêtes linguales marginales, shoveling	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-7=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UI2DPEL	Incisive en double pelle	crêtes vestibulaires marginales, labial marginal ridges, surface labiale concave	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
	Canine maxillaire	UCTD	Tubercule dentaire	canine tubercle, tubercule dentaire, tuberculum dentale, conular ridge, tuberculum dentis, tubercule dentalia, lingual cusp, dental tubercule	0=absent / 1-2=faible/3=modéré/4-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UCPEL	Canine en pelle	crêtes linguales marginales, shoveling	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UCDPEL	Canine en double pelle	crêtes vestibulaires marginales, labial marginal ridges, surface labiale concave	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UCCM	Crête mésiale canine	Bushman canine	0=absent / 1=faible / 2=modéré / 3=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UCCAD	Crête accessoire distale	/	0=absent / 1-2= faible / 3=modéré / 4-5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
	Première prémolaire maxillaire	UP1TM	Tubercule marginal	cuspidés accessoire, accessory cusps	0=absent / 1=présent mésial / 2=présent distal / 3=présent distal et mésial	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UP1R	Nombre de racines	/	0=une racine / 1=deux racines / 2=trois racines	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UP1O	Odontomes	tuberculated premolars, occlusal tubercle, cuspidé centrale de la prémolaire	0=absent / 1=présent		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
	Deuxième prémolaire maxillaire	UP2TM	Tubercule marginal	cuspidés accessoire, accessory cusps	0=absent / 1=présent mésial / 2=présent distal / 3=présent distal et mésial	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UP2R	Nombre de racines	/	0=une racine / 1=deux racines / 2=trois racines	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UP2O	Odontomes	tuberculated premolars, occlusal tubercle, cuspidé centrale de la prémolaire	0=absent / 1=présent		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
	Première molaire maxillaire	UM1TMA	Tubercules mésiaux accessoires	/	0=absent / 1=un tubercule / 2=deux tubercules	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UM1P	Parastyle	cuspidé paramolaire, cuspidé de Bolk, buccal pit (pour le stade 1)	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UM1H	Hypocone	cuspidé distolinguale, cuspidé 4	0=absence / 1-2=faible / 3-3.5=modéré / 4-5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UM1M	Métaconule	normalement aucun, mais confusion selon les auteurs : cuspidé 5 et tubercule accessoire distal	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
		UM1EE	Extension de l'émail inter-radulaire	/	0=absent / 1=faible / 2=modéré / 3=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007
UM1C		Tubercule de Carabelli	trait de Carabelli, tubercule mésiolingual, protostyle, anomalie de Carabelli, tuberculus anomalus	0=absent / 1-4= faible (fossette) / 5=modéré (tubercule) / 6-7=prononcé (tubercule)	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007	
Deuxième molaire maxillaire	UM2TMA	Tubercules mésiaux accessoires	/	0=absent / 1=un tubercule / 2=deux tubercules	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007	
	UM2P	Parastyle	cuspidé paramolaire, cuspidé de Bolk, buccal pit (pour le stade 1)	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007	
	UM2H	Hypocone	cuspidé distolinguale, cuspidé 4	0=absence / 1-2=faible / 3-3.5=modéré / 4-5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007	
	UM2M	Métaconule	normalement aucun, mais confusion selon les auteurs : cuspidé 5 et tubercule accessoire distal	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007	
	UM2EE	Extension de l'émail inter-radulaire	/	0=absent / 1=faible / 2=modéré / 3=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007	
	UM2C	Tubercule de Carabelli	trait de Carabelli, tubercule mésiolingual, protostyle, anomalie de Carabelli, tuberculus anomalus	0=absent / 1-4= faible (fossette) / 5=modéré (tubercule) / 6-7=prononcé (tubercule)	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desiden 2007	

	Dent	Code	Caractère	Synonymes	Codage	Seuil de présence	0/NA = ? (individu)	Référence
Troisième molaire maxillaire		UM3TMA	Tubercules mésiaux accessoires	/	0=absent / 1=un tubercule / 2=deux tubercules	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		UM3P	Parastyle	cuspidé paramolaire, cuspidé de Bolk, buccal pit (pour le stade 1)	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		UM3H	Hypocone	cuspidé distolinguale, cuspidé 4	0=absence / 1-2=faible / 3-3.5=modéré / 4-5=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		UM3M	Métaconule	normalement aucun, mais confusion selon les auteurs : cuspidé 5 et tubercule accessoire distal	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		UM3EE	Extension de l'émail interradiculaire	/	0=absent / 1=faible / 2=modéré / 3=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		UM3C	Tubercule de Carabelli	trait de Carabelli, tubercule mésiolingual, protostyle, anomalie de Carabelli, tuberculus anomalus	0=absent / 1-4= faible (fossette) / 5=modéré (tubercule) / 6-7=prononcé (tubercule)	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
MANDIBULE	Incisive centrale mandibulaire	LI1PEL	Incisive en pelle	crêtes linguales marginales, shoveling	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LI1DPEL	Incisive en double pelle	crêtes vestibulaires marginales, labial marginal ridges, surface labiale concave	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
	Incisive latérale mandibulaire	LI2PEL	Incisive en pelle	crêtes linguales marginales, shoveling	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LI2DPEL	Incisive en double pelle	crêtes vestibulaires marginales, labial marginal ridges, surface labiale concave	0=absent / 1-2= faible / 3-4=modéré / 5-6=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
	Canine mandibulaire	LCDL	Racine double	nombre de racines de la canine	0=absent / 1=présent		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LCCAD	Crête accessoire distale	/	0=absent / 1-2= faible / 3=modéré / 4-5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
	Première prémolaire mandibulaire	LP1R	Nombre de racines	racine de Tomes	0=une racine / 1=deux racines		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LP1O	Odontomes	tuberculated premolars, occlusal tubercle, cuspidé centrale de la prémolaire	0=absent / 1=présent		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LP1CLM	Cuspidé linguale multiple	variation des cuspidés linguales	0=une cuspidé / 1=deux cuspidés / 2=trois cuspidés	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
	Deuxième prémolaire mandibulaire	LP2O	Odontomes	tuberculated premolars, occlusal tubercle, cuspidé centrale de la prémolaire	0=absent / 1=présent		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LP2CLM	Cuspidé linguale multiple	variation des cuspidés linguales	0=une cuspidé / 1=deux cuspidés / 2=trois cuspidés	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
	Première molaire mandibulaire	LM1TR	Triple racine	nombre de racines des molaires	0=deux racines / 1=trois racines		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM1P	Protostylide	tubercule paramolaire, tubercule de Bolk, buccal pit ou foramen caecum (pour le stade 1)	0=absent / 1-2= faible (fossette) / 3-5=modéré (fossette) / 7-6=prononcé (cuspidé)	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM1H	Hypoconulide	cuspidé 5, cuspidé distovestibulaire	0=absent / 1-2=faible / 3-4=modéré / 5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM1FA	Fossette antérieure	fosse précuspidale, précuspidal fossa	0=absent / 1=faible / 2=modéré / 3-4=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM1E	Entoconulide	cuspidé 6, tuberculum sextum, tuberculum accessorium posteriore internum	0=absent / 1-2=taille<hypoconulide / 3=taille=hypoconulide / 4-5=taille >hypoconulide	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM1M	Métaconulide	cuspidé 7, tuberculum intermedium, tuberculum accessorium mediale internum	0=absent / 1-2=faible / 3=modéré / 4=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM1EE	Extension de l'émail interradiculaire	/	0=absent / 1=faible / 2=modéré / 3=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM1GP	Dessin du sillon	fissure pattern, Dryopithecus pattern (pour la forme en Y)	0=en X / 1=en Y / 2=croix	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
	Deuxième molaire mandibulaire	LM2TR	Triple racine	nombre de racines des molaires	0=deux racines / 1=trois racines		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM2P	Protostylide	tubercule paramolaire, tubercule de Bolk, buccal pit ou foramen caecum (pour le stade 1)	0=absent / 1-2= faible (fossette) / 3-5=modéré (fossette) / 7-6=prononcé (cuspidé)	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM2H	Hypoconulide	cuspidé 5, cuspidé distovestibulaire	0=absent / 1-2=faible / 3-4=modéré / 5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM2M	Métaconulide	cuspidé 7, tuberculum intermedium, tuberculum accessorium mediale internum	0=absent / 1-2=faible / 3-4=modéré / 5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
		LM2EE	Extension de l'émail interradiculaire	/	0=absent / 1=faible / 2=modéré / 3=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007
LM2GP		Dessin du sillon	fissure pattern, Dryopithecus pattern (pour la forme en Y)	0=en X / 1=en Y / 2=croix	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007	
Troisième molaire mandibulaire	LM3TR	Triple racine	nombre de racines des molaires	0=deux racines / 1=trois racines		0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007	
	LM3P	Protostylide	tubercule paramolaire, tubercule de Bolk, buccal pit ou foramen caecum (pour le stade 1)	0=absent / 1-2= faible (fossette) / 3-5=modéré (fossette) / 7-6=prononcé (cuspidé)	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007	
	LM3H	Hypoconulide	cuspidé 5, cuspidé distovestibulaire	0=absent / 1-2=faible / 3-4=modéré / 5=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007	
	LM3M	Métaconulide	cuspidé 7, tuberculum intermedium, tuberculum accessorium mediale internum	0=absent / 1-2=faible / 3-4=modéré / 5=prononcé	≥1	0	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007	
	LM3EE*	Extension de l'émail interradiculaire	/	0=absent / 1=faible / 2=modéré / 3=prononcé	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007	
	LM3GP	Dessin du sillon	fissure pattern, Dryopithecus pattern (pour la forme en Y)	0=en X / 1=en Y / 2=croix	≥1	NA	Turner et al. 1991 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2007	

ANNEXE 6-C

Tableaux récapitulant les caractères dentaires impliqués dans les analyses MMD.

N_x : nombre d'individus présentant la présence du caractère dans le groupe x ;

Freq_x : fréquence de présence du caractère dans le groupe x ;

PF : Paléolithique final ;

meso_1 : premier Mésolithique ;

meso_2 : second Mésolithique ;

côt : côtier ;

cont : continental.

Table 6-C-1 : Tableau récapitulatif des 45 variations anatomiques dentaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée entre les trois périodes chronoculturelles.

	N_PF	N_meso_1	N_meso_2	Freq_PF	Freq_meso_1	Freq_meso_2
UI1TD	2	22	21	0,50	0,14	0,19
UI1SCR	2	21	23	0,00	0,14	0,09
UI2TD	4	20	24	0,25	0,15	0,21
UI2SCR	4	17	25	0,50	0,24	0,32
UI2PEL	2	12	18	0,50	0,83	0,94
UI2DPEL	2	16	20	0,00	0,06	0,20
UCTD	4	21	28	0,25	0,29	0,11
UCPEL	3	15	21	0,33	0,40	0,48
UCDPEL	2	16	24	0,00	0,31	0,08
UCCM	2	3	7	0,50	1,00	0,14
UCCAD	2	10	14	0,00	0,90	0,50
UP1TM	2	12	8	0,50	0,17	0,25
UP2TM	2	8	9	0,50	0,13	0,22
UP2R	2	16	8	0,00	0,13	0,25
UM1TMA	2	10	4	0,00	0,40	0,00
UM1H	4	39	31	1,00	0,92	1,00
UM1EE	6	28	32	0,50	0,18	0,41
UM1C	3	21	19	0,67	0,29	0,21
UM2H	3	28	28	1,00	0,79	0,93
UM2EE	5	17	33	0,60	0,24	0,27
UM2C	2	24	24	0,50	0,04	0,13
UM3TMA	3	17	21	0,00	0,06	0,10
UM3P	3	20	31	0,00	0,05	0,03
UM3H	2	14	25	1,00	1,00	0,84
UM3EE	4	20	28	0,25	0,20	0,25
UM3C	3	5	19	1,00	0,40	0,26
LI1PEL	3	11	27	0,33	0,09	0,41
LI2PEL	3	18	33	0,33	0,44	0,61
LI2DPEL	3	19	32	0,00	0,00	0,06
LCRDL	2	28	26	0,50	0,07	0,04
LCCAD	3	19	17	0,33	0,63	0,53
LP1CLM	2	4	20	0,00	0,00	0,35
LP2CLM	2	7	12	0,00	0,14	0,17
LM1P	4	16	18	0,50	0,44	0,61
LM1M	4	17	19	0,00	0,06	0,05
LM1H	4	19	19	1,00	0,74	0,79
LM1EE	4	13	27	0,75	0,92	0,85
LM1GP	3	12	9	0,33	0,92	0,78
LM2P	2	15	20	1,00	0,80	0,70
LM2H	3	26	24	0,33	0,12	0,04
LM2EE	5	16	28	1,00	0,94	0,86
LM2GP	4	25	21	0,50	0,84	0,67
LM3H	5	13	10	0,60	0,62	0,50
LM3EE	3	9	25	0,67	0,33	0,48
LM3GP	5	17	24	0,60	0,53	0,63

Table 6-C-2 : Tableau récapitulatif des 50 variations anatomiques dentaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée dans le corpus total entre groupes d'individus côtiers et continentaux.

	N_côt	N_cont	Freq_côt	Freq_cont
UI1TD	27	18	0,11	0,28
UI1SCR	29	17	0,14	0,06
UI1PEL	22	14	0,91	0,64
UI1DPEL	23	15	0,35	0,07
UI2TD	32	16	0,13	0,31
UI2SCR	32	14	0,22	0,50
UI2PEL	21	11	0,95	0,73
UI2DPEL	25	13	0,16	0,08
UCTD	34	19	0,12	0,32
UCPEL	26	13	0,46	0,38
UCDPEL	27	15	0,19	0,13
UCCAD	15	11	0,73	0,45
UP1TM	12	10	0,25	0,20
UP1R	12	14	0,58	0,14
UM1H	42	32	0,98	0,94
UM1EE	29	37	0,48	0,19
UM1C	27	16	0,11	0,56
UM2TMA	15	11	0,00	0,09
UM2P	33	16	0,00	0,06
UM2H	38	21	0,92	0,76
UM2EE	27	28	0,33	0,25
UM2C	32	18	0,09	0,11
UM3TMA	25	16	0,08	0,06
UM3P	31	23	0,03	0,04
UM3M	24	14	0,04	0,00
UM3H	26	15	0,92	0,87
UM3EE	25	27	0,28	0,19
UM3C	16	11	0,38	0,36
LI1PEL	26	15	0,27	0,40
LI1DPEL	30	17	0,03	0,00
LI2PEL	34	20	0,62	0,40
LI2DPEL	34	20	0,03	0,05
LCRDL	29	27	0,03	0,11
LCCAD	24	15	0,63	0,47
LP1R	26	14	0,04	0,07
LM1TR	33	20	0,03	0,00
LM1P	26	12	0,62	0,33
LM1M	27	13	0,04	0,08
LM1H	29	13	0,79	0,77
LM1EE	30	14	0,93	0,71
LM1GP	14	10	0,79	0,80
LM2P	25	12	0,76	0,75
LM2M	33	20	0,03	0,00
LM2H	34	19	0,03	0,21
LM2EE	28	21	1,00	0,76
LM2GP	29	21	0,83	0,62
LM3M	33	15	0,00	0,07
LM3H	15	13	0,53	0,62
LM3EE	18	19	0,44	0,47
LM3GP	29	17	0,62	0,53

Table 6-C-3 : Tableau récapitulatif des 31 variations anatomiques dentaires impliquées dans l'analyse MMD réalisée dans le corpus total entre sous-groupes « chronoculture-position par rapport à la côte », sans considérer le Paléolithique final.

	N_meso_1_ cont	N_meso_1_ côt	N_meso_2_ cont	N_meso_2_ côt	Freq_meso_1_ cont	Freq_meso_1_ côt	Freq_meso_2_ cont	Freq_meso_2_ côt
UI1DPEL	10,00	9,00	5,00	14,00	0,10	0,00	0,00	0,57
UI2TD	7,00	13,00	6,00	18,00	0,29	0,08	0,33	0,17
UI2SCR	6,00	11,00	5,00	20,00	0,50	0,09	0,40	0,30
UI2PEL	5,00	7,00	5,00	13,00	0,60	1,00	0,80	1,00
UI2DPEL	5,00	11,00	7,00	13,00	0,00	0,09	0,14	0,23
UCTD	9,00	12,00	7,00	21,00	0,56	0,08	0,00	0,14
UCPEL	5,00	10,00	6,00	15,00	0,60	0,30	0,17	0,60
UCDPEL	7,00	9,00	7,00	17,00	0,29	0,33	0,00	0,12
UCCAD	5,00	5,00	5,00	9,00	0,80	1,00	0,20	0,67
UM1H	21,00	18,00	8,00	23,00	0,90	0,94	1,00	1,00
UM2TMA	5,00	9,00	5,00	5,00	0,20	0,00	0,00	0,00
UM2P	7,00	14,00	7,00	18,00	0,00	0,00	0,14	0,00
UM2H	12,00	16,00	8,00	20,00	0,58	0,94	1,00	0,90
UM2C	10,00	14,00	7,00	17,00	0,10	0,00	0,00	0,18
UM3TMA	7,00	10,00	8,00	13,00	0,14	0,00	0,00	0,15
UM3P	11,00	9,00	11,00	20,00	0,09	0,00	0,00	0,05
UM3M	5,00	10,00	8,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,08
UM3H	7,00	7,00	7,00	18,00	1,00	1,00	0,71	0,89
UM3EE	13,00	7,00	10,00	18,00	0,15	0,29	0,20	0,28
LI1DPEL	6,00	11,00	9,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,06
LI2PEL	9,00	9,00	9,00	24,00	0,22	0,67	0,56	0,63
LI2DPEL	9,00	10,00	9,00	23,00	0,00	0,00	0,11	0,04
LCRDL	20,00	8,00	6,00	20,00	0,05	0,13	0,17	0,00
LCCAD	9,00	10,00	5,00	12,00	0,44	0,80	0,40	0,58
LM1EE	5,00	8,00	6,00	21,00	0,80	1,00	0,67	0,90
LM2P	6,00	9,00	5,00	15,00	1,00	0,67	0,40	0,80
LM2M	12,00	16,00	5,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,06
LM2H	10,00	16,00	7,00	17,00	0,20	0,06	0,14	0,00
LM2EE	9,00	7,00	8,00	20,00	0,89	1,00	0,50	1,00
LM3M	7,00	13,00	6,00	18,00	0,00	0,00	0,17	0,00
LM3GP	7,00	10,00	7,00	17,00	0,14	0,80	0,71	0,59

ANNEXE 6-D

Fréquences des variations anatomiques dentaires dans les groupes d'individus continentaux et côtiers pour chacun des groupes chronoculturels (PF : Paléolithique final ; meso_1 : premier Mésolithique ; meso_2 : second Mésolithique).

	PF						meso_1						meso_2					
	Continentaux			Côtiers			Continentaux			Côtiers			Continentaux			Côtiers		
	Présence	Total observé	(%)	Présence	Total observé	(%)	Présence	Total observé	(%)	Présence	Total observé	(%)	Présence	Total observé	(%)	Présence	Total observé	(%)
UI1TD	1	2	50%	0	0	/	2	12	17%	1	10	10%	2	4	50%	2	17	12%
UI1SCR	0	2	0%	0	0	/	1	11	9%	2	10	20%	0	4	0%	2	19	11%
UI1PEL	0	0	/	0	0	/	7	11	64%	7	8	88%	2	3	67%	13	14	93%
UI1DPEL	0	0	/	0	0	/	1	10	10%	0	9	0%	0	5	0%	8	14	57%
UI2TD	1	3	33%	0	1	0%	2	7	29%	1	13	8%	2	6	33%	3	18	17%
UI2SCR	2	3	67%	0	1	0%	3	6	50%	1	11	9%	2	5	40%	6	20	30%
UI2PEL	1	1	100%	0	1	0%	3	5	60%	7	7	100%	4	5	80%	13	13	100%
UI2DPEL	0	1	0%	0	1	0%	0	5	0%	1	11	9%	1	7	14%	3	13	23%
UCTD	1	3	33%	0	1	0%	5	9	56%	1	12	8%	0	7	0%	3	21	14%
UCPEL	1	2	50%	0	1	0%	3	5	60%	3	10	30%	1	6	17%	9	15	60%
UCDPEL	0	1	0%	0	1	0%	2	7	29%	3	9	33%	0	7	0%	2	17	12%
UCCM	0	1	0%	1	1	100%	2	2	100%	1	1	100%	0	3	0%	1	4	25%
UCCAD	0	1	0%	0	1	0%	4	5	80%	5	5	100%	1	5	20%	6	9	67%
UP1TM	1	1	100%	0	1	0%	1	6	17%	1	6	17%	0	3	0%	2	5	40%
UP1R	0	1	0%	0	0	/	2	12	17%	3	4	75%	0	1	0%	4	8	50%
UP2TM	1	1	100%	0	1	0%	0	2	0%	1	6	17%	0	4	0%	2	5	40%
UP2R	0	2	0%	0	0	/	2	13	15%	0	3	0%	0	2	0%	2	6	33%
UM1TMA	0	2	0%	0	0	/	4	8	50%	0	2	0%	0	2	0%	0	2	0%
UM1H	3	3	100%	1	1	100%	19	21	90%	17	18	94%	8	8	100%	23	23	100%
UM1EE	2	5	40%	1	1	100%	5	25	20%	0	3	0%	0	7	0%	13	25	52%
UM1C	2	2	100%	0	1	0%	6	10	60%	0	11	0%	1	4	25%	3	15	20%
UM2TMA	0	1	0%	0	1	0%	1	5	20%	0	9	0%	0	5	0%	0	5	0%
UM2P	0	2	0%	0	1	0%	0	7	0%	0	14	0%	1	7	14%	0	18	0%
UM2H	1	1	100%	2	2	100%	7	12	58%	15	16	94%	8	8	100%	10	20	90%
UM2EE	2	4	50%	1	1	100%	4	15	27%	0	2	0%	1	9	11%	8	24	33%
UM2C	1	1	100%	0	1	0%	1	10	10%	0	14	0%	0	7	0%	3	17	18%
UM3TMA	0	1	0%	0	2	0%	1	7	14%	0	10	0%	0	8	0%	2	13	15%
UM3P	0	1	0%	0	2	0%	1	11	9%	0	9	0%	0	11	0%	1	20	5%
UM3M	0	1	0%	0	2	0%	0	5	0%	0	10	0%	0	8	0%	1	12	8%
UM3H	1	1	100%	1	1	100%	7	7	100%	7	7	100%	5	7	71%	16	18	89%
UM3EE	1	4	25%	0	0	/	2	13	15%	2	7	29%	2	10	20%	5	18	28%
UM3C	1	1	100%	2	2	100%	2	3	67%	0	2	0%	1	7	14%	4	12	33%
LI1PEL	1	2	50%	0	1	0%	1	4	25%	0	7	0%	4	9	44%	7	18	39%
LI1DPEL	0	2	0%	0	1	0%	0	6	0%	0	11	0%	0	9	0%	1	18	6%
LI2PEL	1	2	50%	0	1	0%	2	9	22%	6	9	67%	5	9	56%	15	24	63%
LI2DPEL	0	2	0%	0	1	0%	0	9	0%	0	10	0%	1	9	11%	1	23	4%
LCRDL	1	1	100%	0	1	0%	1	20	5%	1	8	13%	1	6	17%	0	20	0%
LCCAD	1	1	100%	0	2	0%	4	9	44%	8	10	80%	2	5	40%	7	12	58%
LP1R	0	0	/	0	1	0%	1	7	14%	0	4	0%	0	7	0%	1	21	5%
LP1O	1	1	100%	0	1	0%	0	0	/	0	7	0%	0	3	0%	0	11	0%
LP1CLM	0	1	0%	0	1	0%	0	0	/	0	4	0%	1	4	25%	6	16	38%
LP2O	1	1	100%	0	1	0%	0	1	0%	0	5	0%	0	3	0%	0	9	0%
LP2CLM	0	1	0%	0	1	0%	1	2	50%	0	5	0%	0	4	0%	2	8	25%
LM1TR	0	1	0%	0	1	0%	0	16	0%	0	11	0%	0	3	0%	1	21	5%
LM1P	1	3	33%	1	1	100%	3	6	50%	4	10	40%	0	3	0%	11	15	73%
LM1M	0	3	0%	0	1	0%	1	7	14%	0	10	0%	0	3	0%	1	16	6%
LM1H	3	3	100%	1	1	100%	5	7	71%	9	12	75%	2	3	67%	13	16	81%
LM1FA	1	1	100%	0	0	/	2	5	40%	0	1	0%	0	0	/	1	3	33%
LM1EE	2	3	67%	1	1	100%	4	5	80%	4	8	100%	4	6	67%	19	21	90%
LM1GP	1	2	50%	0	1	0%	7	8	88%	4	4	100%	0	0	/	7	9	78%
LM2P	1	1	100%	1	1	100%	6	6	100%	6	9	67%	2	5	40%	12	15	80%
LM2M	0	3	0%	0	1	0%	0	12	0%	0	16	0%	0	5	0%	1	16	6%
LM2H	1	2	50%	0	1	0%	2	10	20%	1	16	6%	1	7	14%	0	17	0%
LM2EE	4	4	100%	1	1	100%	8	9	89%	7	7	100%	4	8	50%	20	20	100%
LM2GP	2	3	67%	0	1	0%	10	14	71%	11	11	100%	1	4	25%	13	17	76%
LM3TR	0	1	0%	0	0	/	0	5	0%	1	5	20%	0	3	0%	1	9	11%
LM3M	0	2	0%	0	2	0%	0	7	0%	0	13	0%	1	6	17%	0	18	0%
LM3H	2	3	67%	1	2	50%	3	4	75%	5	9	56%	3	6	50%	2	4	50%
LM3EE	2	3	67%	0	0	/	2	6	33%	1	3	33%	5	10	50%	7	15	47%
LM3GP	3	3	100%	0	2	0%	1	7	14%	8	10	80%	5	7	71%	10	17	59%

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	IV
SOMMAIRE	XII
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I CADRE DE L'ANALYSE, ÉTAT DES CONNAISSANCES ET PROBLÉMATIQUE D'ÉTUDE	7
I. CADRE DE L'ANALYSE : LA FIN DU PLÉISTOCÈNE ET LE DÉBUT DE L'Holocène EN EUROPE DE L'OUEST	9
1. <i>Aspects chronologiques, climatiques et paléoenvironnementaux</i>	9
A. Limites conventionnelles et phasage climatique : Tardiglaciaire et début de l'Holocène en Europe de l'Ouest	9
B. Un milieu changeant	10
C. Chasse, pêche et cueillette	12
2. <i>Aspects culturels, techniques et symboliques</i>	15
A. Les industries lithiques du Paléolithique final et du Mésolithique	15
B. L'exploitation des matières dures animales	19
C. Expressions symboliques	23
i. L'art pariétal et l'art mobilier	23
ii. Les objets de parure	26
iii. Les pratiques funéraires	28
II. PALÉOBIOLOGIE DES VESTIGES HUMAINS	29
1. <i>État des connaissances en anthropologie biologique</i>	29
A. Le squelette infra-crânien	30
B. Le bloc cranio-facial	31
C. Les dents	32
D. Évolution du dimorphisme sexuel	33
2. <i>Données paléogénétiques et paléogénomiques</i>	34
III. ÉTUDE OSTÉO-BIOLOGIQUE DES VESTIGES HUMAINS DU PALÉOLITHIQUE FINAL ET DU MÉSOLITHIQUE : PROBLÉMATIQUE, OBJECTIFS, ET HYPOTHÈSES D'ANALYSE	38
CHAPITRE II MATÉRIEL ET MÉTHODES	43
I. CORPUS D'ÉTUDE	45
1. <i>Une nécessaire réactualisation du corpus d'étude</i>	45
A. Constitution du corpus analysé	45
B. De la population vivante au corpus analysé : le résultat d'un enchaînement de « filtres de sélection »	46
2. <i>Corpus de sites et définition des groupes pour l'analyse</i>	47

3.	<i>Composition de l'échantillon total</i>	53
II.	IDENTIFICATION BIOLOGIQUE	56
1.	<i>Estimation de l'âge au décès</i>	56
2.	<i>Détermination du sexe</i>	57
	A. Diagnose sexuelle primaire	58
	i. Approche morphologique	58
	ii. Approche morphométrique : variables métriques de l'os coxal, Diagnose Sexuelle Probabiliste DSP	59
	iii. Détermination du sexe génétique	60
	iv. Résultats de la diagnose sexuelle primaire	61
	B. Diagnose sexuelle secondaire	65
	i. Principes de la diagnose sexuelle secondaire	65
	ii. Démarche retenue	66
	iii. Résultats de la diagnose sexuelle secondaire.....	70
	C. Bilan de la diagnose sexuelle	79
III.	ANALYSES MORPHOMÉTRIQUES.....	82
1.	<i>Les données métriques</i>	82
	A. L'utilisation de la longueur maximale fémorale comme moyen d'appréhender la stature	82
	B. Proportions des membres	84
	C. Analyse métrique du crâne et de la mandibule	85
	D. Orientation des analyses statistiques des variables métriques	86
	i. Estimation des variables métriques manquantes pour le crâne et la mandibule	86
	ii. Analyses statistiques appliquées aux variables métriques.....	87
	- Statistiques descriptives et analyses bivariées	87
	- Analyses multivariées.....	88
	- Test de Mantel entre deux matrices de distance et corrélogramme de Mantel.....	89
2.	<i>Les variations anatomiques non métriques</i>	90
	A. Cotation des variations anatomiques non métriques	91
	B. Analyses statistiques appliquées aux variations anatomiques non métriques	95
	i. Préambule spécifique aux variations anatomiques non métriques dentaires	95
	ii. Analyses statistiques appliquées aux variations anatomiques non métriques	95
	- Analyses statistiques univariées	95
	- Analyses multivariées Mean Measure of Divergence (MMD)	96
3.	<i>Analyse en morphométrie géométrique</i>	97
	A. Protocole d'acquisition des modèles tridimensionnels (3D).....	98
	B. Composition de l'échantillon	101
	C. Enregistrement des landmarks	104
	D. Traitements et analyses statistiques des données tridimensionnelles	106
	i. Superposition procruste	106
	ii. Évaluation de l'erreur intraobservateur dans le positionnement des <i>landmarks</i>	107
	iii. Orientation des analyses statistiques de la conformation crânienne.....	107
	iv. Allométrie et taille centroïde.....	109

CHAPITRE III RÉSULTATS ET DISCUSSION	111
I. SQUELETTE INFRA-CRÂNIEN	113
1. <i>Analyse de la variation de la longueur maximale du fémur (FM1) comme indicateur de la stature</i>	113
A. Analyse du dimorphisme sexuel dans le corpus global.....	113
B. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus.....	114
i. L'échantillon féminin	114
ii. L'échantillon masculin	114
C. Analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	115
i. L'échantillon féminin	115
ii. L'échantillon masculin	116
D. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte	117
i. L'échantillon féminin	117
ii. L'échantillon masculin	118
E. Analyse de la structuration géographique	119
F. Discussion de l'analyse de la longueur maximale du fémur.....	120
2. <i>Analyses des proportions des membres</i>	124
A. Proportions du membre supérieur : l'indice brachial	124
i. Analyse du dimorphisme sexuel dans l'échantillon total	124
ii. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus.....	125
iii. Analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	128
iv. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte	129
v. Analyse de la structuration géographique.....	130
vi. Discussion de l'analyse de l'indice brachial	131
B. Proportions du membre inférieur : l'indice crural	132
i. Analyse du dimorphisme sexuel dans l'échantillon total	132
ii. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus.....	132
iii. Analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	134
iv. Analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte	135
v. Analyse de la structuration géographique.....	137
vi. Discussion de l'analyse de l'indice crural.....	138
3. <i>Bilan et discussion de l'analyse de la longueur maximale du fémur et des proportions des membres .</i>	141
II. CRÂNE ET MANDIBULE.....	142
1. <i>Métrie du crâne</i>	142
A. Analyse du dimorphisme sexuel	142
B. Description et analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus.....	145
i. L'échantillon féminin	145
- Statistiques descriptives et univariées	145
- Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	150
ii. L'échantillon masculin	152

-	Statistiques descriptives et univariées	152
-	Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	157
C.	Description et analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	159
i.	L'échantillon féminin	159
-	Statistiques descriptives et univariées	159
-	Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	162
ii.	L'échantillon masculin	164
-	Statistiques descriptives et univariées	164
-	Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	167
D.	Description et analyse en fonction de leur attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte.....	168
i.	L'échantillon féminin	168
-	Statistiques descriptives	168
-	Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	170
ii.	L'échantillon masculin	174
-	Statistiques descriptives	174
-	Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	177
iii.	Analyses morphométriques multivariées au sein de l'échantillon total, tous sexes confondus.....	180
-	Statistiques descriptives	180
-	Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	180
E.	Analyses de la structuration géographique.....	184
F.	Bilan et discussion de l'analyse métrique du crâne	185
i.	Dimorphisme sexuel	186
ii.	Histoire populationnelle et modèle d'isolement par la distance	186
iii.	Facteurs environnementaux.....	194
iv.	Facteurs biomécaniques liés à l'alimentation	195
2.	<i>Conformation neurocrânienne par morphométrie géométrique.....</i>	<i>197</i>
A.	Erreur intraobservateur dans le positionnement des landmarks	197
B.	Variations de conformation du neurocrâne	198
i.	Analyses en Composantes Principales sur les coordonnées procrustes	198
ii.	Analyse des distances procrustes entre groupes chronoculturels	203
iii.	Analyses de la structuration géographique de la conformation neurocrânienne	204
C.	Allométries et variations de la taille centroïde	204
i.	Variations de la taille centroïde.....	204
ii.	Étude de l'allométrie	206
D.	Bilan et discussion des analyses de la conformation neurocrânienne par morphométrie géométrique... ..	207
3.	<i>Métrique de la mandibule</i>	<i>212</i>
A.	Analyse du dimorphisme sexuel dans le corpus global.....	212
B.	Description et analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle des individus.....	213
i.	L'échantillon féminin	213
-	Statistiques descriptives et univariées	213
-	Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	215
ii.	L'échantillon masculin	218

- Statistiques descriptives et univariées	218
- Comparaisons morphométriques : analyses multivariées.....	220
iii. L'échantillon total	222
C. Description et analyse en fonction de la position des individus par rapport à la côte.....	223
i. L'échantillon féminin	223
- Statistiques descriptives et univariées	223
ii. L'échantillon masculin	225
- Statistiques descriptives et univariées	225
D. Description et analyse en fonction de l'attribution chronoculturelle et de la position des individus par rapport à la côte	226
i. L'échantillon féminin	227
ii. L'échantillon masculin	227
iii. L'échantillon total	227
E. Analyses de la structuration géographique.....	228
F. Bilan et discussion des analyses métriques de la mandibule.....	229
4. <i>Variations anatomiques non métriques crâniennes et mandibulaires</i>	234
A. Fréquences d'apparition globales et lien au sexe	234
B. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur attribution chronoculturelle	236
i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées.....	236
- Corpus daté du Paléolithique final	236
- Corpus daté du premier Mésolithique	237
- Corpus daté du second Mésolithique.....	238
- Comparaison deux à deux des fréquences de caractères au sein des groupes chronoculturels	239
ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD).....	242
C. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur position par rapport à la côte	243
i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées.....	243
ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD).....	245
D. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur attribution chronoculturelle et de leur position par rapport à la côte	246
i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées.....	246
ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD).....	248
E. Bilan et discussion de l'analyse des variations anatomiques non métriques du crâne et de la mandibule	250
5. <i>Variations anatomiques non métriques dentaires</i>	252
A. Fréquences d'apparition globales et lien au sexe	252
B. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur attribution chronoculturelle	254
i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées.....	254
- Corpus daté du Paléolithique final	254
- Corpus daté du premier Mésolithique	256
- Corpus daté du second Mésolithique.....	257
- Comparaison deux à deux des fréquences de caractères au sein des groupes chronoculturels	258

ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD).....	261
C. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur position par rapport à la côte	261
i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées.....	261
ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD).....	261
D. Fréquences d'apparition et distance biologique des individus en fonction de leur attribution chronoculturelle et de leur position par rapport à la côte	263
i. Fréquences d'apparition et comparaisons univariées.....	263
ii. Mesure Moyenne de Divergence (MMD).....	265
E. Bilan et discussion de l'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires	266

CHAPITRE IV CHANGEMENTS ET PERMANENCE DES GROUPES HUMAINS DU PALÉOLITHIQUE FINAL ET DU MÉSOLITHIQUE.....	271
I. DES DONNÉES OSTÉO-BIOLOGIQUES AUX PHÉNOMÈNES MICROÉVOLUTIFS	273
II. DES MODIFICATIONS DIACHRONIQUES DANS L'ALIMENTATION QUI IMPACTENT LA BIOLOGIE DES INDIVIDUS	279
III. PALÉOLITHIQUE FINAL ET MÉSOLITHIQUE : HISTOIRES ET IDENTITÉS PLURIELLES	282
1. <i>Espaces littoraux, espaces continentaux : unité et diversité biologique des groupes humains mésolithiques</i>	283
A. Des groupes humains génétiquement liés	283
B. ... Mais dont le fonctionnement impacterait la structure génétique ?	283
2. <i>Les partitions chronoculturelles : une réalité biologique ?</i>	287
A. Paléolithique final et Mésolithique.....	287
B. Premier et second Mésolithique.....	287
CONCLUSION	293
BIBLIOGRAPHIE	301
LISTE DES FIGURES	350
LISTE DES TABLES.....	360
LISTE DES ANNEXES	A
ANNEXES.....	C
TABLE DES MATIÈRES.....	GGG

