



Università degli Studi di  
Ferrara



Muséum national  
d'Histoire naturelle de  
Paris

DOTTORATO DI RICERCA  
«Scienze e Tecnologie per l'Archeologia e i  
Beni Culturali»  
CICLO XXV

ECOLE DOCTORALE  
«Sciences de la Nature et de l'Homme»  
(ED 227)

## THÈSE

pour obtenir le grade de

**DOTTORE DI RICERCA in Scienze e Tecnologia per l'Archeologia e i Beni  
Culturali**

Settore scientifico disciplinare BIO/08

&

**DOCTEUR DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE**

Spécialité: Quaternaire et Préhistoire

Etude des restes mandibulaires d'*Homo neanderthalensis* de  
Guattari, Caverna delle Fate et San Francesco d'Archi

Sous la direction des Professeurs Carlo Peretto et Dominique Grimaud-Hervé

**Dottorando**  
Dott. Julie Arnaud

**Tutore**  
Prof. Peretto Carlo

Prof. ssa Grimaud-Hervé Dominique

Anni 2010/2013

---

Corso di Dottorato in convenzione con



UNIVERSITA' DEGLI STUDI  
DI SIENA



UNIVERSITA DEGLI STUDI  
DI MODENA E REGGIO EMILIA



# Remerciements

---

Ce travail de doctorat n'aurait jamais pu aboutir sans la contribution des nombreuses personnes rencontrées durant ces trois années.

Tout d'abord, je souhaite remercier le Pr. Carlo Peretto de l'Université de Ferrara pour m'avoir donné l'opportunité de faire cette thèse mais aussi pour m'avoir apporté son aide précieuse lorsqu'elle était nécessaire.

Je remercie également le Pr. Dominique Grimaud-Hervé d'avoir accepté d'être mon co-directeur de thèse et pour m'avoir poussée et recadrée lorsqu'il le fallait ; mais aussi pour l'aide matérielle, les précieux conseils et les corrections apportées à ce travail.

Je remercie le Ministère italien de l'Instruction, de l'Université et de la Recherche pour avoir financé cette thèse.

Le Pr. Giorgio Manzi a également énormément contribué à ce travail de thèse. Je le remercie pour les suggestions, les conseils et les encouragements qu'il m'a transmis lors de nos rendez-vous annuels.

Le Pr. Giacomo Giacobini m'a accueilli chaleureusement dans son département de l'Université de Turin et je lui suis très reconnaissante de m'avoir donné accès à une partie du matériel de l'étude et aux collections anthropologiques de l'Université de Turin.

Je remercie le Pr. Bruno Maureille d'avoir accepté de faire partie de mon comité de thèse et de m'avoir guidée lors de nos rencontres. Je remercie les Pr. Carlos Lorenzo de l'IPHES et Jeffrey Schwartz de l'Université de Pittsburg pour avoir accepté d'être les rapporteurs de ce travail de thèse. Tout comme Christine Verna que je remercie également pour son grand soutien, son enthousiasme et ses conseils et pour m'avoir donné l'opportunité de contribuer à l'étude de la mandibule de Payre. Pour cette opportunité, je remercie également le Pr. Marie-Hélène Moncel.

Un grand merci à Raffaele Sardella pour m'avoir autorisée à étudier le matériel des collections de l'Institut de Paléontologie Humaine de Rome et à Luca Bellucci et Luciano Bruni pour m'avoir accompagnée lors de mes visites au Convitto Nazionale e Regina Margherita à Anagni.

Je remercie toute l'équipe des collections anthropologiques du Muséum national d'Histoire naturelle et de l'Institut de Paléontologie Humaine et particulièrement Philippe Mennecier, Aurélie Fort, Véronique Laborde, Amélie Vialet et Stéphanie Renault pour m'avoir donné accès aux collections.

Sans l'aide et les conseils de Florent Déroit, je ne serais jamais venue à bout de la magie de R et de la morphométrie géométrique. Je le remercie également pour sa disponibilité, sa patience et les corrections qu'il a apportées à ce travail.

Je remercie également Michel Baylac, Noémie Bonneau, Julien Corny et Thomas Ingicco pour la création et l'adaptation de fonctions et de scripts qui ont été indispensables à l'élaboration de la méthodologie utilisée dans ce travail.

Un merci bien particulier revient à Marta Arzarello pour un nombre incalculable de choses qu'il serait trop long d'énumérer, et pour m'avoir donné du courage et de la détermination pour mener à bien ce travail.

Pour les photographies du matériel et l'hospitalité durant mes déplacements, je remercie Boris, Ceci, Simone, le sorelle Patriziano : Serena e Gabriella.

Je remercie également tous les professeurs, chercheurs et étudiants du Palazzo Turchi di Bagno et de feu Dipartimento di Biologia ed Evoluzione et particulièrement Ursula Thun, Claudio, Laura, Ciro, Renzo Ferri il bibliotecario, le donne della portineria (Nadia e Valeria) e tanti altri. Parmi eux, je remercie particulièrement Ceci pour m'avoir accueillie chez elle lorsque je suis arrivée en Italie et pour les quatre années de cohabitation pleines de rebondissements!

Mes nombreux séjours à Paris n'auraient pas été aussi agréables sans la compagnie des « occupants » de l'openspace du bâtiment 140, (du coup) je remercie : Laurent, Madda, Julien, Manon et Patricia.

Mon intégration en Italie n'aurait jamais été aussi fighissima sans l'aide de Ceci, Marta, Serena, Simone, Cami, Fabio, Costa, Nadia, Giuà, Alice, Ruly, Marija, Antonio, Gigione, Marco M. et tous les étudiants EM qui sont passés par là.

Un merci revient également à mes acolytes du Master QP : Guilloume, Garlic, Hermine, Carole et les autres pour nos superbes aventures!

Evidemment, je me dois de remercier mes amis de toujours, avec qui j'ai passé une bonne partie de l'âge ingrat qu'est l'adolescence (par ordre alphabétique pour ne pas faire de jaloux): Alex, Cha, Kevou, Laeti, Sarah, So, Touste, Vincent le grand, Willus, et le petit dernier miniV et le futur petit dernier Nicolas. C'est toujours un plaisir de rentrer au Plessis et de pouvoir vous retrouver et faire comme ci je n'étais jamais partie.

Je ne serais jamais devenue ce que je suis sans ma famille : mes parents et ma sœur Laura qui m'ont soutenue depuis toujours. Ils ont su développer ma curiosité dès petite en m'emmenant partout pour me faire visiter des musées et des expositions mais aussi par la passion qu'a toujours eu mon père pour la paléontologie. Ils m'ont donné les moyens d'aller au bout de ce que j'ai toujours voulu faire.

Infine, *last but not least*, ringrazio Domenico che è riuscito a sopportarmi durante questi ultimi mesi (ma anche sin dall'inizio). Lo ringrazio per la sua pazienza e per avere sempre creduto in me...



# SOMMAIRE

---

<b>SOMMAIRE</b> .....	1
<b>INTRODUCTION</b> .....	10
<b>CHAPITRE I : LES SITES</b> .....	16
Archi .....	18
I. Contexte géomorphologique et stratigraphique .....	19
II. Datations, Paléobiologie et Contexte Archéologique .....	21
III. Restes humains.....	22
Guattari .....	23
I. Contexte géomorphologique et stratigraphique .....	25
II. Datations .....	27
III. Contexte paléobiologique .....	29
IV. Contexte archéologique .....	32
V. Restes humains.....	34
V.1. Guattari I.....	34
V.2. Guattari II.....	35
V.3. Guattari III.....	36
Caverna delle Fate.....	37
I. Contextes géomorphologique et stratigraphique.....	39
II. Datations .....	40
III. Contexte Paléobiologique .....	42
IV. Contexte archéologique .....	45
V. Restes humains.....	46
V.1. Les restes crâniens, mandibulaires et post-crâniens .....	46
V.1.1. Fate I.....	46
V.1.2. Fate II.....	47
V.1.3. Fate III.....	48
V.1.4. Fate IV.....	48
V.1.5. Fate X.....	49
V.2. Les restes dentaires.....	49
V.2.1. Fate V.....	49
V.2.2. Fate VI.....	49
V.2.3. Fate VII et VIII .....	49
V.2.4. Fate XI.....	50

V.2.5.	Fate XII.....	50
V.2.6.	Fate XIII.....	50
<b>CHAPITRE II :</b>	<b>LA COLLECTION DE COMPARAISON.....</b>	<b>52</b>
I.	Hommes modernes.....	54
II.	Hommes fossiles.....	55
II.1.	Spécimens du Pléistocène moyen.....	57
II.2.	Néandertals.....	62
II.2.1.	Adultes.....	62
II.2.2.	Enfants.....	80
II.3.	<i>Homo sapiens</i> du Pléistocène supérieur.....	90
II.3.1.	Adultes.....	91
II.3.2.	Enfants.....	93
<b>CHAPITRE III :</b>	<b>METHODES.....</b>	<b>96</b>
I.	Analyse morphométrique linéaire.....	99
I.1.	Définitions des mesures.....	99
I.2.	Traitement préliminaire des valeurs brutes.....	101
I.3.	Analyses comparatives bivariées et multivariées.....	101
II.	Analyses morphologiques.....	103
II.1.	Principe de l'analyse morphologique.....	103
II.2.	Description des caractères morphologiques.....	103
II.3.	Evaluation et codification des caractères.....	106
II.4.	Exploration des données.....	106
II.5.	Analyses multivariées.....	106
III.	Acquisition des répliques 3D.....	108
III.1.	Principe du scanner surfacique.....	108
III.2.	Résolution et erreurs.....	109
III.3.	Estimation de l'erreur due à l'utilisation de moulage.....	110
IV.	Morphométrie géométrique : Comparaison des contours symphysaires.....	111
IV.1.	Acquisition des contours.....	111
IV.2.	Estimation de l'erreur.....	113
IV.3.	Analyse Elliptique de Fourier.....	113
IV.4.	Analyses multivariées.....	116
<b>CHAPITRE IV :</b>	<b>RESULTATS.....</b>	<b>118</b>
	Enfants : Archi I et Fate II.....	120
I.	Description et estimation de l'âge à la mort.....	122

I.1.	Archi I.....	122
I.2.	Fate II.....	122
II.	Description anatomique et analyse dimensionnelle.....	124
II.1.	Dimensions générales .....	124
II.2.	Segment latéral du corps.....	126
II.2.1.	Morphologie .....	126
II.2.2.	Analyse dimensionnelle.....	127
II.3.	Symphyse.....	129
II.3.1.	Morphologie .....	129
II.3.2.	Analyse dimensionnelle.....	130
II.4.	Branche montante.....	133
II.5.	Analyse en Composantes Principales des dimensions .....	133
II.5.1.	Analyse sur les données brutes .....	134
II.5.2.	Analyse sur données normées. ....	136
III.	Morphologie comparée et analyse phénétique.....	140
IV.	Analyse de contour par Fourier Elliptique.....	148
Adultes : Guattari II, III et Fate III .....		153
I.	Description anatomique et analyse dimensionnelle.....	156
I.1.	Segment latéral du corps.....	158
I.1.1.	Morphologie .....	158
I.1.2.	Analyse dimensionnelle.....	159
I.2.	Symphyse.....	161
I.2.1.	Morphologie .....	161
I.2.2.	Analyse dimensionnelle.....	162
I.3.	Branche montante.....	164
I.3.1.	Morphologie .....	164
I.3.2.	Analyse dimensionnelle.....	165
I.4.	Analyse en Composantes Principales des dimensions .....	166
I.4.1.	Analyse sur les données brutes .....	166
I.4.2.	Analyse sur les données normées .....	167
II.	Morphologie comparée et analyse phénétique.....	170
III.	Analyse du contour de la symphyse par Fourier Elliptique.....	175
<b>CHAPITRE V : CROISSANCE.....</b>		<b>182</b>
	Synthèse et discussion des résultats.....	185
<b>CHAPITRE VI : DISCUSSION .....</b>		<b>192</b>

I.	Les spécimens adultes.....	194
I.1.	Synthèse des résultats.....	194
I.2.	Résumé des caractéristiques des spécimens de Guattari.....	197
I.3.	Discussion sur les interprétations de la variabilité des spécimens de Guattari.....	199
II.	Spécimens immatures.....	202
II.1.	Synthèses des résultats.....	202
II.2.	Interprétation des différences morphologiques entre les spécimens Archi et Fate II 204	
	<b>CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>206</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>212</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>236</b>
	<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>250</b>
	Tableaux .....	252
	Figures .....	253

# **INTRODUCTION**

---



Depuis sa découverte au XIX<sup>ème</sup> siècle, l'Homme de Néandertal a fait l'objet de nombreuses études nous informant sur son mode de vie, son apparence et son origine. Le développement de nouvelles méthodologies a permis d'élargir le champ d'investigation notamment à travers la morphométrie et la génétique. Les néandertaliens sont ainsi devenus un des groupes humains les plus étudiés et les plus informatifs pour la compréhension et la chronologie du peuplement de l'Europe et du Proche-Orient.

### *Contexte évolutif de la péninsule italienne*

Le peuplement de la péninsule italienne est attesté par de nombreux sites ayant livrés des niveaux anthropiques retraçant l'évolution culturelle des premiers groupes d'hominidés mais aussi de restes humains permettant de reconstituer leur histoire évolutive.

Une des premières preuves du peuplement de cette péninsule est représentée par la découverte d'industries lithiques dans le site de Pirro Nord (Apricena, Pouilles) associées à une unité faunistique du Pléistocène inférieur (1.5 Ma-1.3 Ma) (Arzarello *et al.* 2009; Arzarello *et al.* 2012). On note également le site de Monte Poggiolo daté aux alentours de 850 ka (Peretto *et al.* 1998; Muttoni *et al.* 2011). En revanche, une lacune chronologique sépare ce témoignage des plus anciens restes humains italiens attribués aux OIS 10-13 soit entre 500 et 300 ka. Ce hiatus est corrélable à la transition appelée « Révolution du Pléistocène moyen » marquée par de grands changements climatiques impliquant une réorganisation de l'environnement et de la faune (Palombo *et al.* 2010).

Ces premiers restes humains sont peu nombreux et fragmentaires mais permettent, toutefois, de mettre en évidence un continuum de caractères plésiomorphes (Condemi 1989b). Un des sites majeurs est celui de Ceprano où une calotte crânienne fut découverte et considérée pendant plus de cinquante ans, comme l'un des plus anciens restes humains de la région méditerranéenne (Ascenzi *et al.* 1996; Ascenzi *et al.* 2000). Récemment, une étude pluridisciplinaire a permis de réévaluer l'âge de ce reste humain entre 430 et 385 ka (Manzi *et al.* 2010a). Ce calvaria, reconstitué à partir de plusieurs fragments, présente une morphologie intermédiaire entre les *Homo erectus* s.l. notamment les fossiles africains contemporains et les fossiles européens du Pléistocène moyen attribués à l'espèce *Homo heidelbergensis* (Ascenzi *et al.* 2000; Manzi *et al.* 2001; Manzi *et al.* 2003; Bruner et Manzi 2007). Toutefois, aucun trait dérivé néandertalien n'est identifiable (Manzi *et al.* 2010b).

D'autres sites ont révélé la présence de restes humains attribuables à cette période du Pléistocène moyen, parmi lesquels Visogliano (Frioul-Vénétie julienne) où cinq dents et un fragment mandibulaire ont été découverts, Fontana Ranuccio et Pofi (Latium) qui ont livré respectivement des restes dentaires et un fragment de pariétal associé à une portion d'ulna et de tibia (Passarello et Palmieri 1968; Cattani *et al.* 1991; Ascenzi et Segre 1996; Abbazzi *et al.* 2000),

et enfin Notarchirico (Venosa, Basilicate) avec une portion de diaphyse fémorale (Belli *et al.* 1991). Tout comme à Ceprano, nous retrouvons sur ces spécimens, des caractères plésiomorphes parmi lesquels une position avancée du foramen mentonnier sur la mandibule de Visogliano et des dimensions importantes des différents restes dentaires. Nous distinguons également des affinités avec les *Homo erectus* s.l. sur les restes postcrâniens, où par exemple la diaphyse fémorale de Notarchirico présente un rétrécissement du canal médullaire et une absence de caractères néandertaliens : courbure antéropostérieure et un arrondissement de la section diaphysaire (Condemi 1989b). Les caractéristiques de ces restes des OIS 10-13 permettent de mettre en évidence une anatomie archaïque des premiers groupes humains d'Italie, ne montrant aucune autapomorphie néandertalienne contrairement aux spécimens plus anciens ou contemporains européens ayant déjà acquis certains traits de ce groupe (Mauer, Atapuerca) (Rosas et Bermúdez De Castro 1998; Rosas 2001; Mounier *et al.* 2009).

Une autre série de restes attribués cette fois-ci aux OIS 6-9 permet d'identifier un deuxième pattern anatomique avec l'apparition de certains caractères dérivés néandertaliens (Manzi *et al.* 2010b). Parmi ces restes nous évoquons les diaphyses fémorales découvertes dans le Latium à Castel di Guido, Ponte Mammolo et Sedia del Diavolo qui montrent une mosaïque de caractères avec un canal médullaire réduit mais une légère courbure antéropostérieure et un arrondissement de la section diaphysaire privée de pilastre (Rossi 1961; Mallegni 1986; Biddittu *et al.* 1987; Condemi 1989b). D'autres éléments squelettiques ont été retrouvés à Castel di Guido, confirmant ce pattern de transition avec une dominance de caractères plésiomorphes comme un *torus occipitalis transversus* continu et l'absence de fosse sus-orbitaire sur CdG3, présence d'un *torus angularis* sur CdG5 et CdG6 (Mallegni 1981a; Mallegni *et al.* 1981; Mallegni *et al.* 1983; Mallegni et Radmilli 1988; Condemi 1989b). Enfin, à la Grotte du Prince (Ligure), un fragment d'os coxal droit présente également cette mosaïque de caractères avec des traits partagés avec les néandertaliens comme « une double courbure de l'aile iliaque atténuée, présence d'une fossette sus-cotyloïdienne, une cavité cotyloïde ovalaire... » p111 (de Lumley 1972b) mais sa cavité cotyloïde est peu profonde et sa surface rétro-cotyloïdienne très étroite, caractères semblant être propres à ce spécimen. Les individus des OIS 6-9 italiens montrent donc une combinaison de caractères avec l'apparition des premiers caractères néandertaliens associée à une dominance de caractères archaïques.

A partir de l'OIS 5, les formes néandertaliennes commencent à se différencier. Les premiers témoins sont les deux crânes découverts à Saccopastore (Latium) considérés comme les représentants italiens des néandertaliens anciens (Condemi 1992; Bruner *et al.* 2006). Condemi observe trois types de caractères chez ces deux spécimens : « des caractères néandertaliens indiscutables, des caractères néandertaliens atténués et des caractères archaïques » (Condemi 1988b). Nous retrouvons donc de nouveau une persistance de plésiomorphies.

Les groupes humains caractérisant le peuplement de la péninsule italienne peuvent ainsi se définir:

- OIS 10-13 : Présence de caractères plésiomorphes
- OIS 6-9 : Mise en place des premières autapomorphies néandertaliennes mais prédominance de caractères plésiomorphes
- A partir de l'OIS 5 : Atténuation des caractères plésiomorphes et mise en place des caractères néandertaliens

Cette progression est en accord avec le modèle évolutif dit à accrétion du groupe néandertalien avec l'apparition graduelle des caractères dérivés dans le temps (Dean *et al.* 1998; Hublin 1998, 2009). Néanmoins, à l'échelle européenne, nous remarquons un décalage dans l'apparition de ces caractères chez les spécimens italiens (Manzi *et al.* 2010b). En effet, les premiers traits dérivés d'*Homo neanderthalensis* apparaissent, en Europe, aux environs de 450 ka et correspondent principalement à l'absence de fosse canine et au recul du trou mentonnier, observés notamment sur les restes humains découverts à l'Arago dans les Pyrénées Orientales (France) et attribués à l'espèce *Homo heidelbergensis* ou encore aux pré-néandertaliens anciens (de Lumley et de Lumley 1973). En Italie, ces caractères n'apparaissent qu'entre les OIS 9 et 6 lorsque dans le reste de l'Europe la morphologie néandertalienne est pratiquement acquise (Hublin 2009), nous citons les exemples de Biache-Saint-Vaast (France) et Ehringsdorf (Allemagne) attribués à l'OIS 7 (MacCurdy 1915b; Rougier 2003; Hublin 2009). C'est seulement à partir de l'OIS 5 que les premiers néandertaliens s'individualisent en Italie, notamment à Saccopastore, bien que certains auteurs les considèrent encore comme pré-néandertaliens (Condemi 1992; Bruner *et al.* 2006). Enfin, entre les OIS 4-3, en Europe, les caractères dérivés néandertaliens vont s'accroître et seront presque systématiquement représentés sur les restes humains (Condemi 1988a; Hublin 2009). En Italie, le représentant de ces néandertaliens dits « classiques » est le crâne découvert à Guattari (Blanc 1939; Condemi 1990-91; Stringer 1990-91). Ce dernier présente des caractères typiquement néandertaliens comme entre autres un allongement antéropostérieur du crâne et un chignon occipital, mais aussi un décalage dans l'expression de certains traits évoquant la persistance de plésiomorphies (expansion importante du *torus occipitalis*, robustesse de l'os temporal) (Condemi 1988a, 1990-91).

### Problématique

Dans cette thèse nous nous concentrerons sur l'étude morphologique et morphométrique de la mandibule car elle constitue un bon marqueur de la variabilité des groupes humains. Plusieurs autapomorphies permettent de distinguer clairement les néandertaliens (Stringer *et al.* 1984; Rak *et al.* 1994a; Rosas 2001; Rak *et al.* 2002; Rosas et Bastir 2004) et certaines, comme la position reculée du foramen mentonnier et l'espace rétromolaire, se différencient à partir du

Pléistocène moyen (de Lumley et de Lumley 1973; De Lumley 1978; Rosas et Bermúdez De Castro 1998; Mounier *et al.* 2009).

C'est à travers une étude exhaustive des restes mandibulaires d'individus adultes et immatures attribués à *Homo neanderthalensis* découverts à Caverna delle Fate (Fate II et III), Guattari (Guattari II et III) et San Francesco d'Archi (Archi I) que nous compléterons l'histoire évolutive de ce groupe humain en Italie que nous les replacerons dans le contexte européen et proche-oriental. Plusieurs problèmes relatifs à la variabilité morphologique, à la croissance et au développement de la mandibule chez les néandertaliens seront abordés.

Notre travail se scinde en plusieurs parties. Les sites de l'étude, Guattari, Caverna delle Fate et San Francesco d'Archi sont présentés dans le premier chapitre, avec une description du contexte stratigraphique, chronologique, archéologique et environnemental dans lesquels les restes humains ont été découverts. Le deuxième chapitre est consacré à la collection de référence avec une description brève de chaque mandibule incluant les datations et les principaux traits morphologiques la caractérisant. Les méthodes utilisées sont expliquées dans le chapitre 3 qui comprend l'analyse morphométrique linéaire avec la définition des mesures et le traitement des données ; l'analyse morphologique avec la définition des caractères pris en considération ; l'analyse de Fourier Elliptique avec l'acquisition des modèles tridimensionnels et le principe de cette technique. Les résultats sont présentés dans le chapitre 4, où nous avons choisi de traiter séparément les individus adultes (Guattari II, III et Fate III) et les sujets immatures (Archi et Fate II) afin de pouvoir faire une première synthèse des résultats et ouvrir la discussion sur la croissance et le développement qui seront traités plus en détails dans le chapitre 5. Enfin les chapitres 6 et 7 sont consacrés à la synthèse et la discussion des les résultats et aux conclusions.

# **CHAPITRE I : LES SITES**

---



# Archi

La colline de San Francesco d'Archi est située au sud du village d'Archi dans la province de Reggio de Calabre (Fig. 1). Le site a été découvert en septembre 1970 : au cours de la construction du raccordement de l'autoroute Salerne-Reggio Calabre avec le port de Reggio Calabre, la colline s'est retrouvée sectionnée et presque démolie, laissant apparaître clairement la stratigraphie. C'est au niveau de cet affleurement qu'Alfonso Berdar retrouva une mandibule d'un individu immature, le 6 septembre 1970. La découverte fut officialisée et le contexte stratigraphique et la morphologie de la mandibule furent décrits par Ascenzi et Segre (Ascenzi et Segre 1971a; Ascenzi et Segre 1971b). L'exposition de la série stratigraphique a permis l'attribution chronologique du site dans la série Wurmienne, ce qui fit de la mandibule l'un des rares spécimens immatures aussi complets d'*Homo* archaïque du Pléistocène supérieur.

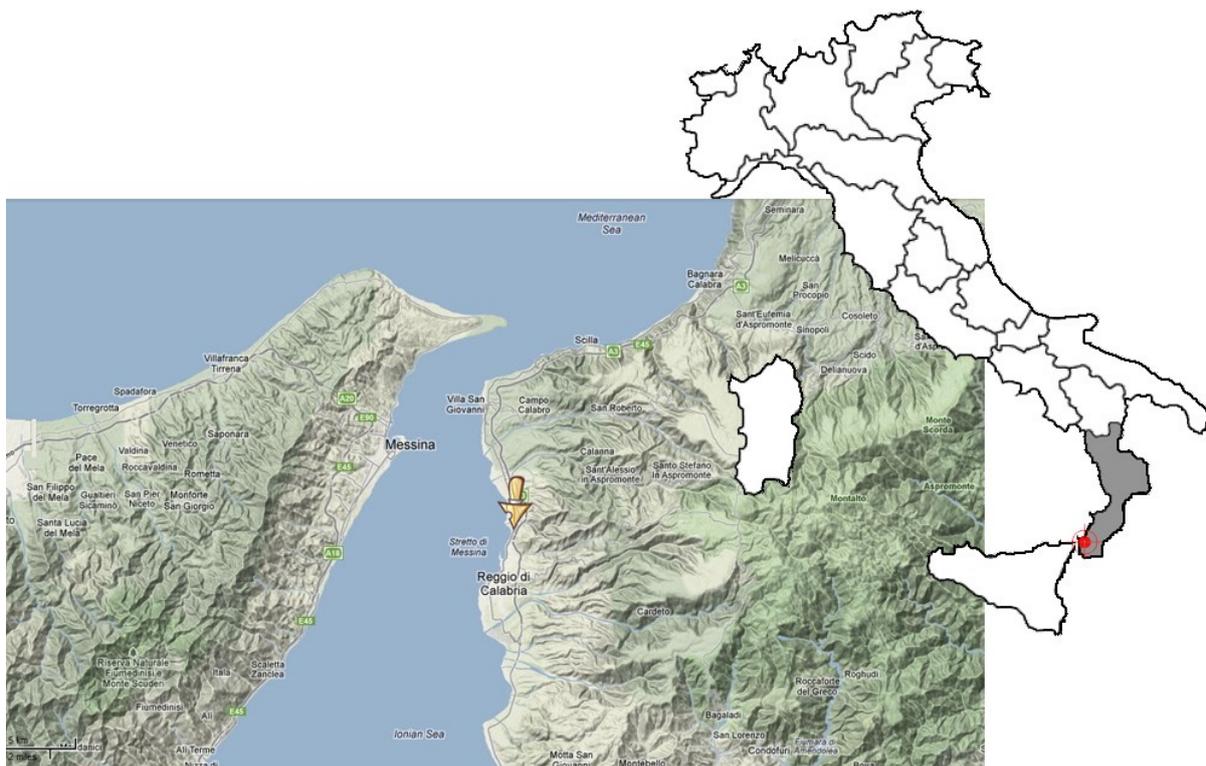
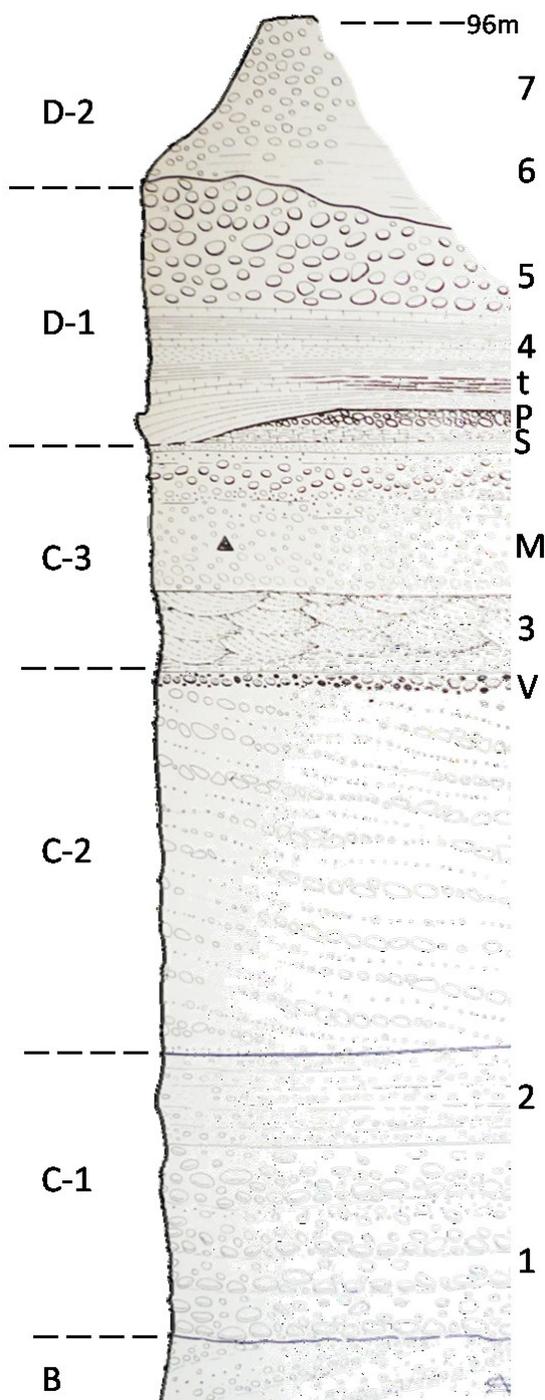


Figure 1: Localisation du site de San Francesco d'Archi (Reggio Calabre, Italie, carte modifiée de Google maps, ©2013 Google)

## I. Contexte géomorphologique et stratigraphique

La colline de San Francesco d'Archi est constituée de quatre complexes répartis en six niveaux stratigraphiques bien définis (B, C-1, C-2, C-3, D-1 et D-2), composés principalement de graviers et de sables fluviatiles, qui ont été isostatiquement surélevés de presque 100 mètres durant le Pléistocène supérieur et l'Holocène (Fig. 2 (Ascenzi et Segre 1971b)).



### Stratigraphie de la colline de San Francesco d'Archi (Reggio Calabria) (Ascenzi et Segre 1971b)

D-2, Graviers et argiles rouges à *Paleoloxodon antiquus* ; graviers alluvionaux pédogénisés, paléosol.  
 D-1, Graviers clairs, complexe fluvio-lacustre et lagunaire : 5, Graviers sableux clairs, galets de moyennes et petites dimensions. 4, Marnes stratifiées alternées à des sables fins. t, Lentille de limon turbiditique à marnes foliées ; en dessous, des marnes brunes avec des empreintes de plantes et de graines. P, Conglomérat à *Tapes* et *Cerastoderma*, faciès saumâtre délimité supérieurement par une croûte calcitique et inférieurement par des grès avec du bois fossile. S, Strate lentiforme de limon contenant des mollusques terrestres et d'eau douce (*Paludina*, *Bythinia*, *Anadonta*) délimitée supérieurement par une fine croûte ferrifère.  
 C-3, Sables et graviers fluviatiles : Horizon supérieur plus sableux à niveaux très cimentés. M, Horizon intermédiaire avec des fragments osseux émoussés (▲*Homo neanderthalensis*, *Paleoloxodon antiquus*, *Dicerorhinus mercki*, *Hippopotamus*, *Cervus elaphus*, *Alca impennis*, ecc.). 3, Sables quartzo-micacés avec des zones ocres et des traces d'érosion hydrique.  
 C-2, Sables et graviers deltaïques disposés en lentilles inclinées avec des voiles d'oxydation ferromagnésiennes ; contenant des mollusques marins entiers et fragmentés (*Patella ferruginea*, *Spondilus gaederopus*, *Anomya*, *Pectunculus*, ecc.). Dans la partie supérieure (V) horizon à galets de pierre ponce gris et jaunes, altérés.  
 C-1, Graviers deltaïques inférieurs : banc à stratification grossièrement lentiforme, avec quelques fragments arrondis de mollusques marins.  
 B, Sables et graviers marins clinostatifiés à *Modiola* cfr. *Modiolus*, *Mitilus galloprovincialis*, *Cancer* cfr. *Pagurus*, ecc. Stratification inférieure formée d'argiles et de limons grisâtres clinostatifiés de faciès épibathyale (talus continental) à *Nucula*, *Turritella*, *Dentalium*.

Figure 2: Stratigraphie de la colline de San Francesco d'Archi (Ascenzi & Segre, 1971)

La base du premier complexe stratigraphique (Fig. 2, B) est formée d'un niveau d'argile à ptéropodes, *Nucula*, *Dentalium* et de coraux correspondant à la transgression marine calabrienne. Le niveau sus-jacent contient des sables et des graviers clinostatifiés et une abondance notable de mollusques parmi lesquels : *Modiola* cf. *modiolus*, *Artica islandica*, *Lucina borealis*, *Cardium norvegicum*, correspondant au Calabrien final - début de la régression marine sicilienne. Une discontinuité claire sépare ces niveaux marins de base des niveaux supérieurs continentaux (Fig. 2, C). Ces derniers sont constitués d'un niveau subhorizontal conglomératique composé de gros galets correspondant à une phase torrentielle deltaïque (Fig.2, C-1) suivit d'un dépôt incliné composé principalement de sable avec quelques lentilles de graviers contenant des traces de ferromanganèse et des mollusques marins à coquilles émoussées (*Pectunculus*, *Spondylus gaedoropus*, *Patella ferruginea*, *Mytilus*, *Anomia*) correspondant à une phase plutôt de littorale (Fig.2, C-2) confirmée par la partie supérieure sableuse (Fig. 2, V) contenant beaucoup de pierre ponce, évidence de l'activité volcanique de la zone Nord Sicilienne de cette époque (Ascenzi et Segre 1971b).

Dans la phase successive s'observe une réduction de la taille des galets et une augmentation progressive de la partie sableuse (Fig. 2, C-3) correspondant à des dépôts fluviatiles, lacustres et saumâtres (Ascenzi et Segre 1971b). Ce niveau sablo-graveleux est formé de sables ocres à stratification alternée fluvio-deltaïque contenant quelques foraminifères et ostracodes. Au dessus gît une couche de graviers fluviatiles (Fig.2, M) dans laquelle a été découverte la mandibule infantile d'*Homo neanderthalensis* ainsi que d'autres mammifères : *Paeloloxodon antiquus*, *Dicerorhinus mercki*, *Hippopotamus* sp., *Cervus elaphus*, *Megacero* sp., *Bos primigenius* et quelques oiseaux (*Alca impennis*). Ces restes osseux sont recouverts d'un ciment sableux très dur qui a permis leur conservation.

Ce complexe stratigraphique continental se termine par une fine couche de dépôts lacustres (Fig.2, S) contenant *Anodonta*, *Limnaea*, *Paludina*, *Bythinia*, quelques mollusques terrestres, *Buliminus Helix*, et des traces de plantes et de bois fossile. Au dessus se trouve un conglomérat sableux (Fig.2, P) contenant des espèces vivant dans un milieu plutôt oligohalin (*Tapes decussatus*, *Ceraastoderma edule-lamarki*, *Potamides* et des ostracodes) indiquant une nouvelle transgression marine. Enfin, les dépôts successifs sont composés de marnes et de marnes turbidiques (Fig.2, D-1 à D-4) correspondant à des phases alternées torrentielles et continentales représentées par des graviers et des paléosols (Fig. 2, D-1 et D-2). Ces niveaux sont séparés des précédents par une nette discontinuité et contiennent plusieurs espèces animales notamment *Paleoloxodon antiquus-italicus*, ils traduisent une régression marine graduelle (Ascenzi A. and Segre A.G. 1971).

La série stratigraphique de la colline de San Francesco d'Archi présente une alternance de dépôts marins et continentaux en accord avec les cycles de régressions et de transgressions marines calabrienne, sicilienne et tyrrhénienne. Les dépôts marins de base (B) annoncent la régression marine sicilienne, les dépôts continentaux successifs à indice granulométrique décroissant indiquent d'abord une phase de transgression marine graduelle (diminution de la granulométrie et présence de mollusques marins, C-1/C-2) puis une phase de régression (probablement tyrrhénienne) progressive (C-2/C-3). Après une phase fluviale (M) avec dépôts de la mandibule néandertalienne puis un bref épisode lacustre (S), une nouvelle transgression marine a submergé ces dépôts (P). Enfin une régression marine graduelle a rétabli un environnement lacustre-continentale (D 1-4) (Ascenzi et Segre 1971b).

## II. Datations, Paléobiologie et Contexte Archéologique

L'étude stratigraphique et l'analyse faunique ont permis d'attribuer avec certitude la séquence au Pléistocène supérieur (Ascenzi et Segre 1971b). Par ailleurs, une datation à l'Uranium-Thorium sur les mollusques marins du niveau P, près de la base du niveau D-1, a estimé un âge de plus de 40 000 ans B.P. Sur la base de la séquence stratigraphique et de la datation des niveaux sus-jacents à celui contenant la mandibule, celle-ci appartiendrait au stade isotopique 4 - début du stade isotopique 3 (Mallegni et Trinkaus 1997).

A ce jour, aucune datation directe n'a été pratiquée sur la mandibule, ni sur les restes fauniques associés.

Le reste humain a été retrouvé dans un niveau sablo-graveleux correspondant à des terrasses fluviales. La mandibule est associée à différents restes fauniques : *Paleoloxodon antiquus italicus*, *Dicerobinus mercki*, *Hippopotamus sp.*, *Cervus elaphus*, *Megaceros sp.*, *Bos primigenius*, *Alca inpeni*, qui présentent le même degré de conservation. En effet, tous les ossements de ce niveau sont recouverts d'une couche de concrétion calcitique, ce qui exclu le remaniement et confirme la contemporanéité de la mandibule et de la faune (Ascenzi et Segre 1971b).

Un intérêt particulier a été porté à la présence d'*Alca inpeni*, un grand pingouin, dont seulement trois restes fossiles avaient été trouvés dans le bassin méditerranéen. De nos jours cette espèce s'est éteinte, mais jusqu'au 19<sup>ème</sup> siècle, elle vivait en Atlantique Nord, elle est donc un indicateur d'une température relativement froide (Mussi 2002).

Comme décrit précédemment, les niveaux de la colline de San Francesco sont riches en restes osseux qui ne présentent pas de traces de boucherie et aucun artéfact n'a été découvert en association à cette faune. Il est donc impossible de définir le contexte archéologique de ce site ni d'affirmer qu'il s'agit d'un site d'habitation en plein-air (Ascenzi et Segre 1971b).

### III. Restes humains

Le seul reste humain retrouvé dans la colline de San Francesco est une mandibule d'enfant d'environ 3 ans (Archi 1, Fig. 3) (Mallegni et Trinkaus 1997). Il s'agit d'un fragment comprenant tout le corps mandibulaire (droit et gauche) de la symphyse aux gonions non inclus. Quelques dents déciduales sont encore en place : les premières et deuxième molaires droites et gauches ainsi que les canines. Sur les radiographies, on distingue les couronnes des dents permanentes des premières incisives aux premières molaires. La mandibule est très bien conservée de par son grade avancé de minéralisation.

D'une manière générale, la mandibule est particulièrement robuste et les contours sont grossiers. Ces caractéristiques ainsi qu'une série de caractères archaïques permettent de l'attribuer à l'espèce néandertalienne (Ascenzi et Segre 1971a; Mallegni et Trinkaus 1997).

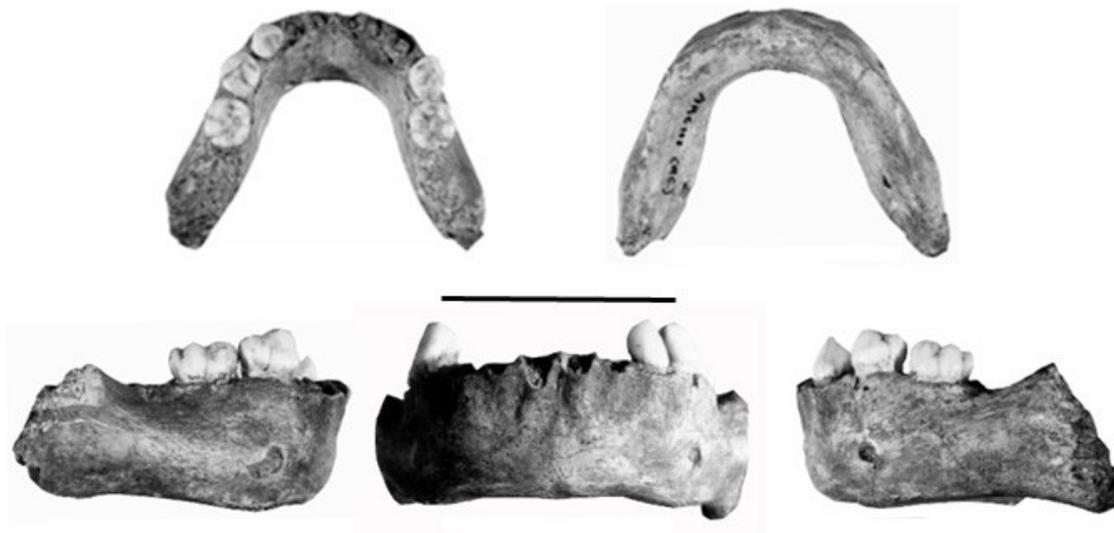


Figure 3: Archi 1, de gauche à droite et de haut en bas : vues occlusale, inférieure, droite, frontale, gauche (Mallegni et Trinkaus 1997).

# Guattari

La Grotte Guattari se situe au pied du Mont Circé près du village de San Felice Circeo à une centaine de kilomètres au Sud de Rome (Fig. 4). Ce massif calcaire isolé, haut de 541 mètres borde la mer Tyrrhénienne au sud du Latium. Cette grotte tire son nom d'A. Guattari, propriétaire d'une partie des terres comprenant un hôtel (l'Hôtel Guattari) situé au pied du Mont Morrone, pointe la plus à l'Est du Mont Circé.



Figure 4: Localisation de la grotte Guattari (Mont Circé, Latina, Italie, carte modifiée de Google maps, ©2013 Google)

Des travaux de construction d'un tunnel de drainage dans le palude Pontine (maintenant Agro Pontino), au Nord du Mont Circé, ont permis à A.C Blanc d'identifier une succession de niveaux stratigraphiques partant du Moustérien (Blanc 1939, 1958). Il nota également des changements de faune et un abaissement des niveaux altimétriques de la végétation avec l'apparition de forêts de sapins le long de la côte associés au dernier maximum glaciaire wurmien. Il décida alors de se pencher sur la zone la plus au sud du palude, Mont Circé, pour essayer de retrouver les mêmes niveaux stratigraphiques, et peut-être des fossiles humains (Blanc 1958).

C'est en février 1939 qu'A. Guattari montra à A.C. Blanc les os fossiles de cervidés, bovidés et équidés qu'il avait découvert lors de fouilles près d'une butte de calcaire liasique (Blanc 1939; Ascenzi 1991). Guattari continua ses fouilles, et quelques jours plus tard, il contacta Blanc car un de ses ouvriers, Vincenzo Ceci, tomba sur l'entrée d'un passage souterrain très étroit qui débouchait sur un grand espace souterrain dont le sol était recouvert d'ossements de grands mammifères. Guattari continua à explorer la grotte et réalisa qu'il ne s'agissait pas d'une simple grotte, mais d'un réseau de petites galeries débouchant sur des salles plus petites (Fig. 5). Sur le sol de l'une d'entre elles, il nota un crâne d'apparence humaine, qu'il laissa *in situ*. Blanc reconnut immédiatement les caractéristiques néandertaliennes de ce crâne et renomma cette salle « Antro dell'Uomo ». Il remarqua que le crâne reposait presque exactement au milieu de la salle et qu'il était entouré d'ossements brisés de grands mammifères et de pierres disposées en cercle (Fig. 5). La découverte fut rendue publique et de nombreuses personnes vinrent visiter la grotte, emportant parfois avec elles des ossements, c'est pourquoi Blanc décida d'emporter le crâne ainsi qu'une petite scapula de cervidé qui le touchait (Sergi 1974; Ascenzi 1991).

Plus tard, Blanc retourna visiter la grotte accompagné de son père G.A. Blanc et de S. Sergi. Ils se rendirent compte que le personnel de l'hôtel avait entrepris des recherches dans la grotte. L'un d'entre eux, Maddalena Palombi, leur présenta une mandibule humaine incomplète qu'elle affirmait avoir trouvée près du crâne : ils l'attribuèrent sans grande hésitation à l'Homme de Néandertal (Guattari 2) (Sergi 1954).

La deuxième mandibule (Guattari 3) fut découverte en 1950, lors de fouilles systématiques, dans une brèche attribuée au Würm près de l'entrée de la grotte (Sergi et Ascenzi 1955).

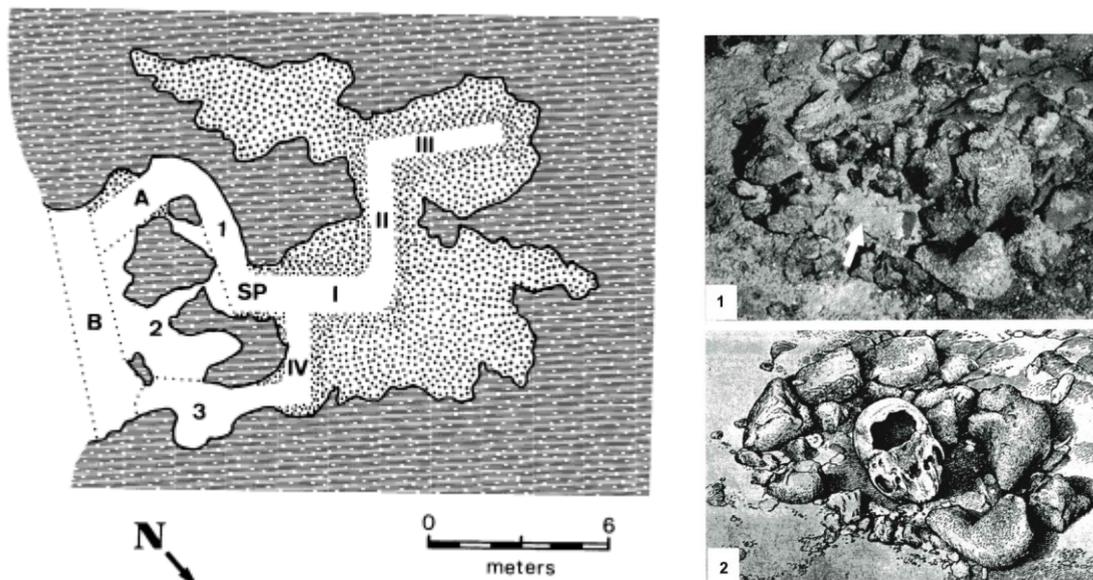


Figure 5: Plan de la Grotte Guattari montrant les tranchés réalisées lors des fouilles (A, B, 1-3, I-IV, SP) et les contours horizontaux de l'intérieur. En gris foncé, la roche mère calcaire ; les points correspondant aux zones non fouillées. (D'après Taschini 1979)

## I. Contexte géomorphologique et stratigraphique

Le Mont Circé est le sommet d'une formation de calcaire massif Lias-Jurassique plissée et fragmentée en plusieurs blocs et ayant subi les aléas des transgressions et des régressions marines (Fig. 6.).

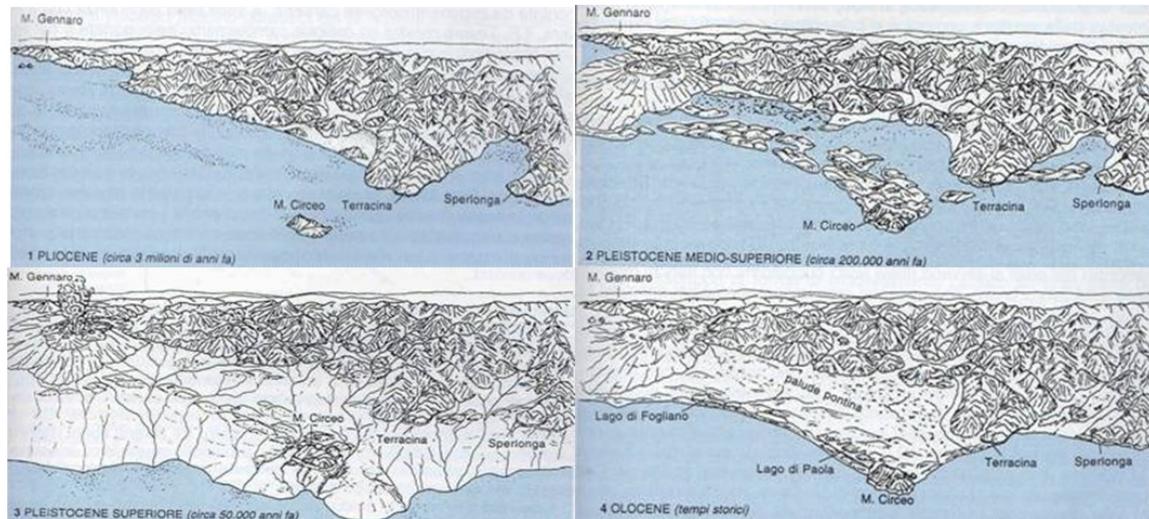


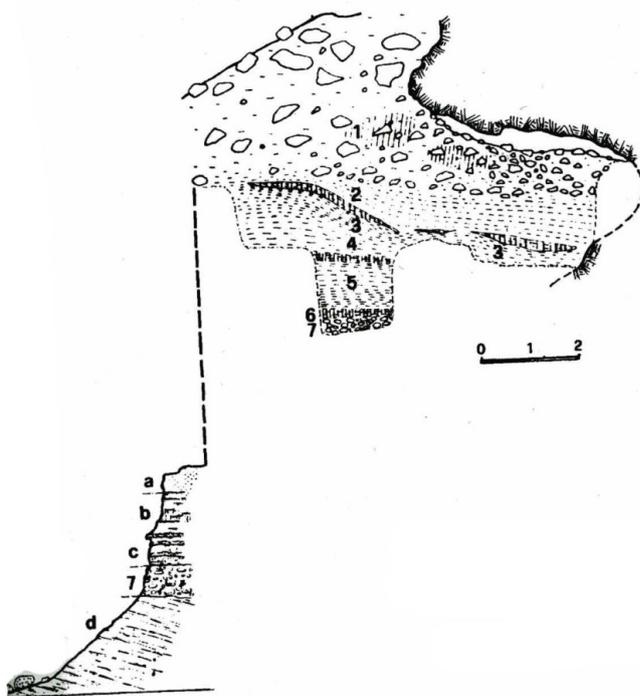
Figure 6: Evolution géomorphologique de la zone Pontinienne (d'après Guida Geologica Regione Lazio (Cosentino et al. 1993))

Au passage Pliocène – Pléistocène (Fig. 6, 1), la ligne de rivage atteignait les niveaux carbonatés Lepini et Ausoni en cours de soulèvements tectoniques. Le Mont Circé constituait alors une île séparée du continent par un grand bras de mer. Au Pléistocène moyen-supérieur (Fig. 6, 2) les sédiments, apportés par l'activité marine mais aussi les matériaux clastiques liés à l'activité volcanique du volcan laziale, commencèrent à combler ce bras de mer et un cordon littoral se mit en place. L'installation des phases climatiques froides du Pléistocène supérieur (Fig. 6, 3) entraîna un abaissement des niveaux marins et par conséquent une avancée de la ligne de rivage d'une dizaine de kilomètres par rapport à celle actuelle. Toute la zone pontinienne se transforma en un palude traversé par des cours d'eau creusant de profondes vallées avant de se jeter dans la mer. La ligne de rivage atteignit sa position actuelle lors de la transgression marine de la phase finale du dernier maximum glaciaire wurmien (Fig. 6, 4). Le dépôt d'un nouveau cordon littoral eu pour conséquence une nouvelle ligne de rivage plus rectiligne (Cosentino et al. 1993).

La Grotte Guattari est issue d'un réseau karstique actif jusqu'au début du Pléistocène moyen (Fig. 5). A cette époque, la grotte alors recouverte d'un plancher stalagmitique s'est retrouvée complètement submergée par une transgression marine, ceci est noté par un petit résidu de dépôt à *Glycimeris* à l'entrée de la grotte et par la destruction des stalagmites. Après un deuxième phénomène érosif qui a emporté tout le remplissage et remodelé la grotte, une autre phase de stalagmitisation s'est mise en place (Segre 1991).

Au Pléistocène supérieur, l'entrée actuelle de la grotte était à 4-5 m sous le niveau marin. Des traces de cette phase sont visibles à l'entrée de la grotte et se traduisent par un dépôt marin littoral de graviers sablonneux contenant des coquillages entiers (Fig 7, 7). L'intervalle entre cette phase marine tyrrhénienne et le dépôt continental successif à industrie lithique est d'environ 10 000 ans et correspondrait à la première phase locale de la régression marine post-tyrrhénienne (Segre 1991).

La série stratigraphique continentale successive, jusqu'à la fermeture de la grotte, a été attribuée à l'intervalle entre le Wurm I et l'interstade Wurm I – Wurm II (Segre 1991). Le dépôt de base est constitué de sable à graviers fins lustrés (Fig. 7, 5). Le niveau supérieur est un paléosol sablonneux présentant des traces de calcifications d'anciennes racines, concrétionnées dans leur partie inférieure (Fig.7, 4). La dernière couche est formée de sables fortement pédogénisés, bruns à l'extérieur de la grotte et jaunâtre à l'intérieur (Fig.7, 3). L'obstruction de la grotte commença un peu avant le Würm II. En effet, la phase initiale de l'éboulement a pu être datée à 50 000 ans grâce à des microstalagmites sur des ossements retrouvés dans la brèche extérieure associées à un sédiment bruns-jaune. C'est dans ce même niveau qu'ont été découverts les restes humains Guattari 1, Guattari 2 et Guattari 3 (Fig. 7, 3) (Segre 1991). Cette paléosol à l'intérieur de la grotte est recouverte de restes fauniques (os, dents et coprolithes) recouverts d'une incrustation de calcite stalagmitique d'épaisseur variable qui suggère que ces os ont été déposés très peu de temps avant la fermeture de la grotte, et aucun sédiment ne les a englobés (Piperno 1976; Giacobin et Piperno 1991). Enfin, les dépôts holocéniques se rencontrent à l'intérieur de la grotte sous forme de néostalagmites et de « dune grise ».

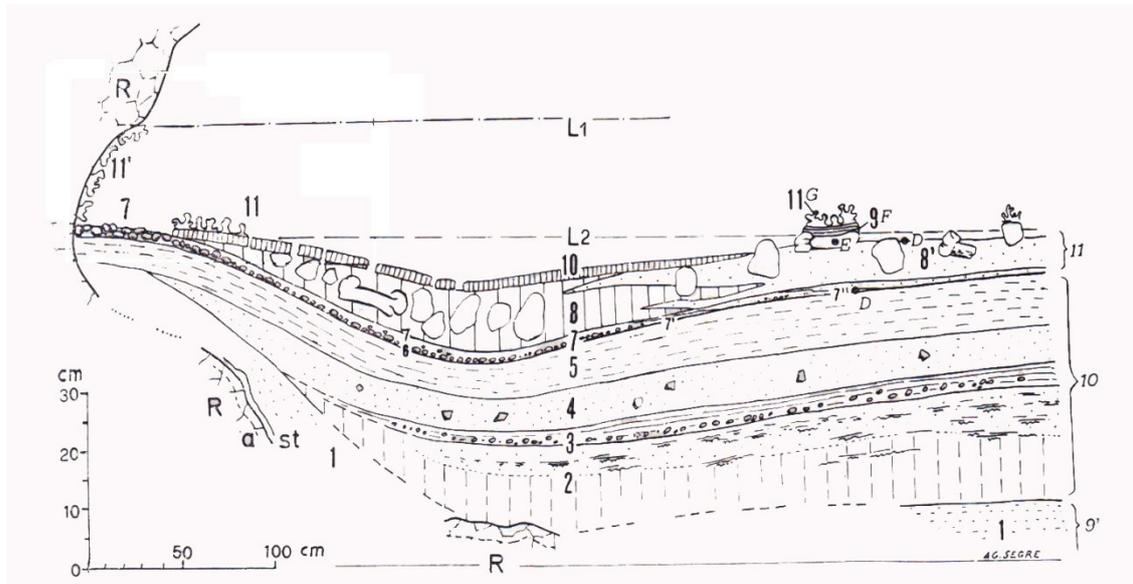


La partie inférieure de cette coupe correspond à la coupe de la falaise au bord de mer, à 200 m de la grotte.

- 1- Eboulis composés de blocs de calcaire anguleux recouverts de concrétion et partiellement cimenté, mélangés à de la terre meuble marrons (inclus la surface)
- 2- Terre meuble marron
- 3- Sol marron compact, fortement cimenté et contenant de nombreuses concrétions et croûtes calcaires.
- 4- Remplissage partiellement cimenté contenant des fossiles et des empreintes de racines modernes.
- 5- Sol sableux marron-violet
- 6- Sable gris cimenté contenant des fragments de mollusques marins.
- 7- Conglomérat de sable cimenté de plage marine, contenant des coquilles marines entières.
- a,b,c – série de sables jaunâtres à la base et rougeâtres au sommet.
- d- Marne de Paléogène.

Figure 7 : Stratigraphie de Grotte Guattari d'après Blanc et Segre (1953) et Taschini (1979)

Des fouilles systématiques à l'intérieur de la grotte ont permis d'établir une stratigraphie détaillée des dépôts de la salle où gisaient le crâne et la mandibule Guattari 2 (Fig. 8).



- 1- Sable Jaune reposant sur un plancher calcaire stalagmitique (st) altéré en surface (a)
  - 2- Sable comprenant quelques concrétions calcaires plus épaisses à la base
  - 3- Niveau sablonneux et argileux contenant de petits graviers arrondis dérivant d'un dépôt marin
  - 4- Sable gris contenant quelques blocs de calcaire provenant du plafond et quelques ossements
  - 5- Argiles foncées
  - 6- Niveaux à petits graviers, résidus d'une importante érosion des dépôts marins extérieurs
  - 7- Croûte stalagmitique d'un centimètre (7') devenant incohérente (7'')
- Entre les niveaux 7 et 8, la grotte s'est retrouvée bloquée par les éboulements
- 8- Brèche contenant des ossements et fragments calcaires très cimentés
  - 9- Microcouche stalagmitique qui peut être corrélée à un niveau marin élevé L1 dont les traces sont visibles sur la paroi de la grotte. Cette couche est microstratifiée et s'est déposée à la fin de l'interstade Wurm I-II/début du Wurm II pendant un climat tempéré froid et humide
  - 10- Niveau à structure dallée (en flaque) caractéristique de dépôt hydrique probablement saisonnier, corrélé au niveau L2 des eaux et contemporain des concrétions coralloïdes (11 et 11')
  - 11- Ces niveaux à concrétions coralloïdes sont caractéristiques d'une évaporation et du grimpement de la solution par capillarité, corrélables à des conditions climatiques très arides

Figure 8 : Stratigraphie de l'Antro dell'Uomo (Blanc et Segre 1953; Taschini 1979)

## II. Datations

Les datations des dépôts de la Grotte Guattari sont la combinaison de deux méthodes. Dans un premier temps, une date *ante quem* du crâne a été établie par Uranium/Thorium à partir de l'incrustation de calcite des pierres et des os adjacents (Fig. 9). Cette datation n'a pas été réalisée sur le crâne directement car la croûte de calcite avait préalablement été retirée pour étudier le crâne. Etant donné l'absence d'incrustation précédant la déposition du crâne et des autres ossements, la calcite aurait donc commencée à se former après le dépôt des os (Schwarcz *et al.* 1991b). Dans un second temps, une datation ESR a été conduite sur des échantillons de dents d'aurochs (*Bos primigenius*) découvertes dans les dépôts de surface et les sédiments sous-jacents,

conservées à l'Institut Italien de Paléontologie Humaine (IIPU, Rome) (Schwarcz *et al.* 1991b). Les résultats obtenus par les séries d'Uranium sur différents échantillons de concrétion indiquent un âge de 51 000 +/- 3 000 ans B.P. pour les couches internes (en contact ou presque avec l'os) et 21 000 +/- 2 000 ans B.P. pour les couches externes. Ces données sont en accord avec la moyenne des âges obtenus par ESR selon le modèle d'incorporation linéaire sur les dents de ce même niveau : 57 000 +/- 6 000 ans B.P. (Fig.9 (Schwarcz *et al.* 1991a).

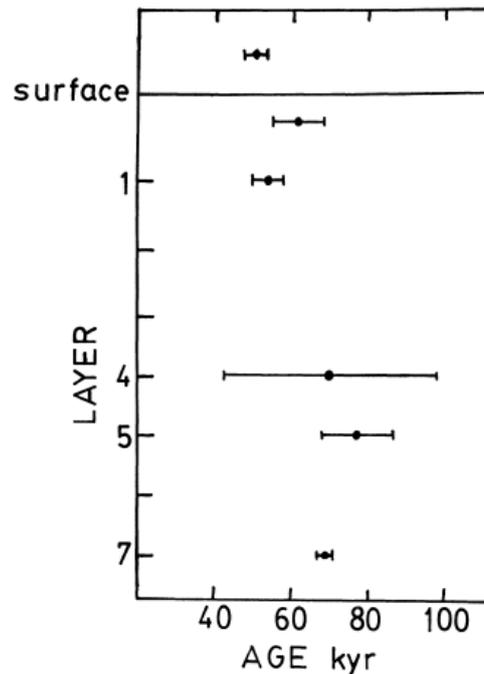


Figure 9: Datations isochrones par séries d'Uranium sur la croûte de calcite (en haut) et par ESR sur l'émail dentaire provenant des niveaux sédimentaires de Grotta Guattari, en supposant une incorporation linéaire de l'uranium par les dents (Schwarcz *et al.* 1991a).

Ces deux datations permettent d'affirmer que le remplissage de la Grotte Guattari a été rapide, commençant lors de la régression marine et se terminant au alentour de 57 000 B.P où la dernière couche de sédiment s'est déposée ainsi que des industries lithiques et de la faune et au sommet, le crâne néandertalien. La calcite a commencé à se former sur le crâne ainsi que sur les pierres et les os adjacents, juste après 51 000 ans B.P. Ceci implique que le crâne Guattari 1 et vraisemblablement la mandibule Guattari 2 ont été déposés entre 57 000 et 51 000 ans B.P (Schwarcz *et al.* 1991a).

### III. Contexte paléobiologique

Comme évoqué précédemment, la Grotte Guattari est composée d'une chambre principale et de deux chambres secondaires. La surface totale de la Grotte représente approximativement 100 m<sup>2</sup>. Ce paléosol est recouverte d'un ensemble de pierres (environ 50 % de la surface de la grotte), de quelques matériaux lithiques, d'une trentaine de coprolithes de hyènes et de nombreux fragments d'os et de dents de plusieurs mammifères (Cardini 1953).

L'assemblage faunique du paléosol est caractérisé par une grande diversité taxinomique (Fig. 10) : 40% de cerfs et autres cervidés (chevreuils, daims), 40% de grands bovidés, 10% de hyènes, 7% de chevaux, 3% d'autres mammifères (bouquetins, rhinocéros, loups, sangliers, renards et éléphants). Le rapport carnivores/herbivores est relativement élevé, conséquence d'une grande proportion de carnivores (surtout de hyènes) (Piperno et Giacobini 1991).

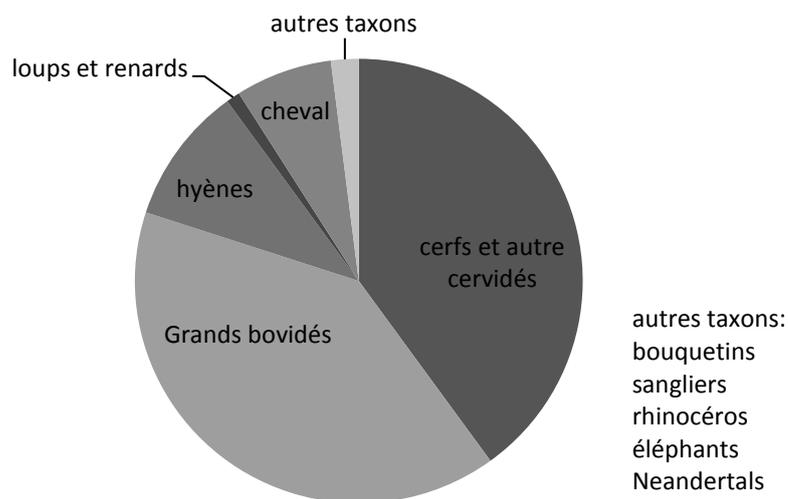


Figure 10: Composition de l'assemblage osseux présent sur la paléosurface de Grotte Guattari (Piperno, 1991)

Les éléments squelettiques les plus représentés sont similaires pour les ongulés : quelques fragments crâniens et vertébraux et une grande proportion d'os longs (surtout métapodes). Pour les hyènes, la répartition est différente : on observe principalement des fragments crâniens et mandibulaires, de nombreuses vertèbres, mais pas d'os longs (Fig. 11-12).

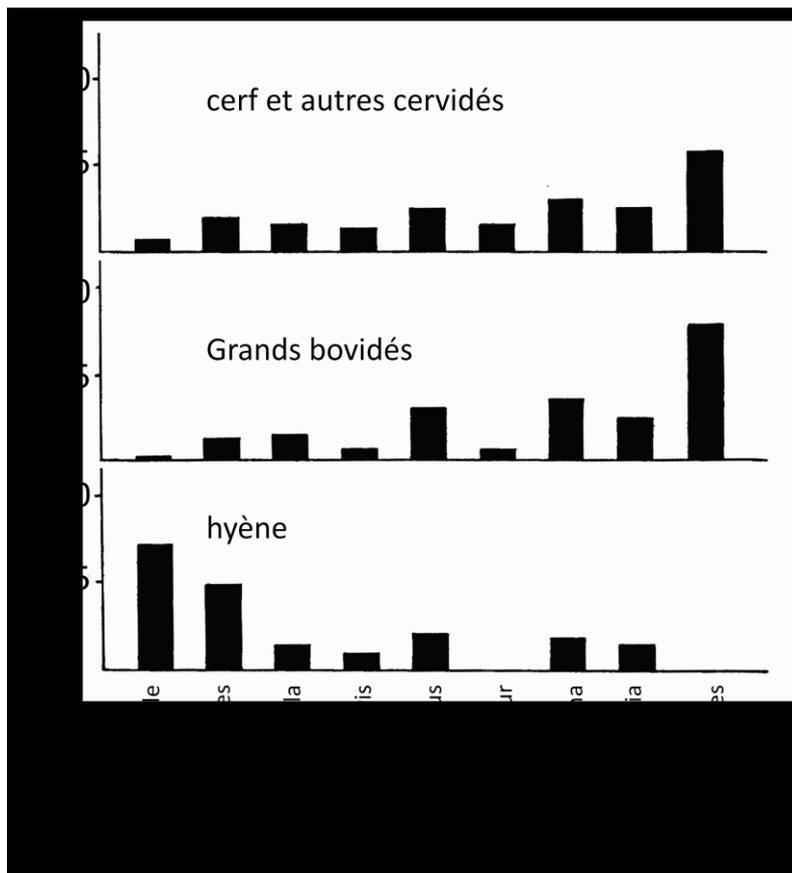


Figure 11: Répartition des différents éléments squelettiques des taxons les plus fréquents (Piperno et Giacobini 1991)

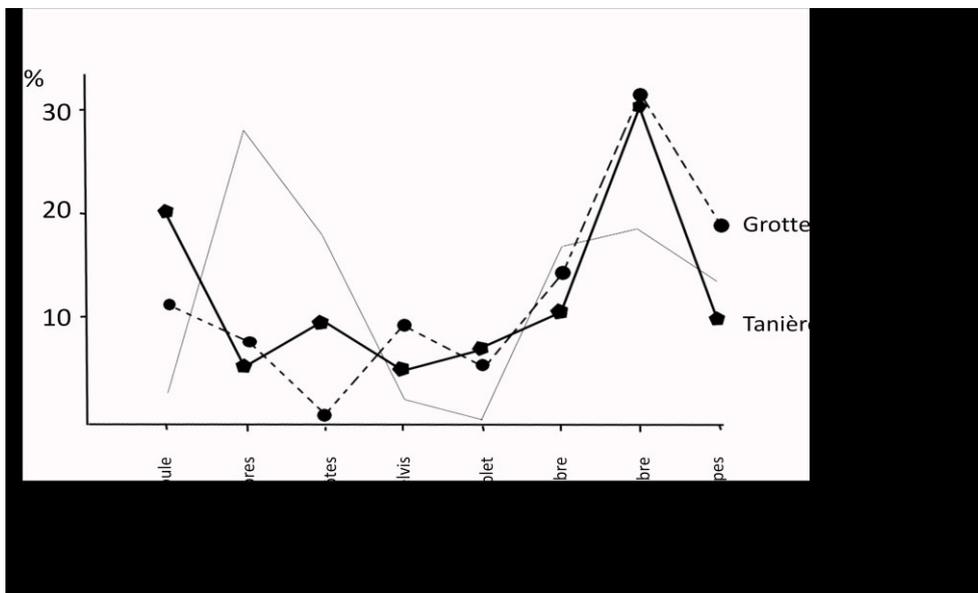


Figure 12 : Répartition des parties squelettiques dans tout l'assemblage osseux de Guattari comparée aux observations publiées sur des assemblages de chasseurs-cueilleurs Kalahari et de tanière de hyènes (Bunn 1983; Piperno et Giacobini 1991)

Ces types d'assemblage osseux et de pattern de fragmentation sont généralement observables dans des tanières de hyènes. Les accumulations faites par des chasseurs-cueilleurs sont principalement représentées par des vertèbres et des côtes. De plus, d'après Bunn (Bunn 1983), dans la Grotte Guattari, les os sont de manière générale plus complets par rapport à l'exploitation intensive des ossements dans les camps de chasseurs-cueilleurs (extraction de la moelle).

D'autres caractéristiques sont également attribuables à l'activité des hyènes : on observe une très faible proportion de juvéniles et de petits mammifères qui pourraient être expliquée par la vulnérabilité des ossements, qui peuvent être complètement détruits par l'activité des carnivores. La plupart des ossements présentent des marques évidentes de dents, les quatre types de traces décrites par Binford (Binford 1981) y sont représentées : perforations, fosses, entailles, sillons (Piperno et Giacobini 1991).

Les indices d'un éventuel changement climatique sont peu précis car la distribution de la faune est assez homogène cependant il a été possible de faire quelques hypothèses. On remarque la présence de quelques restes d'hippopotame seulement dans les couches inférieures et de bouquetin dans les couches supérieures. Le daim est présent dans tous les niveaux bien qu'assez rare dans les niveaux supérieurs. Le *Rhinoceros merckii* se retrouve dans les niveaux 1 et 4 et l'*Elephas antiquus* est très rare dans le niveau 1 et présent dans le niveau 2. Dans son carnet de fouilles, Cardini remarque qu'il y a une forte concentration de bois de cerf dans la couche 1, plus faible dans les niveaux inférieurs. Ces quelques indications qualitatives permettent de supposer qu'un changement climatique est survenu entre les couches inférieures (4 et 5) plus « chaudes » et les couches supérieures (1 et 2) plus froides et humides ayant probablement causé la fermeture de la grotte par des éboulis (Taschini 1979).

Les échantillons prélevés pour l'analyse pollinique proviennent de la série sédimentaire à l'extérieur de la grotte et de la tranchée IV (Fig.) à l'intérieur de la grotte, le paléosol n'a pas été prise en compte, compte tenu de la contamination par des matériaux récents (Cattani 1991).

Les grains de pollens provenant de l'intérieur de la grotte sont très bien préservés mais sont peu nombreux, probablement de par la conformation de la grotte qui ne permet pas une bonne circulation de l'air et donc entraîne un faible apport de pollen. Dans les 40 premiers centimètres de sédiments, on retrouve une forte concentration de *Graminaceae* et *Cyperaceae* provenant probablement d'un environnement de dune côtière, transportés par l'eau en raison de leur concentration anormale par rapport au taux de pollen de toute la série. De plus, la nature sableuse du sédiment a favorisé les infiltrations et les percolations et donc l'accumulation de pollens. Les niveaux inférieurs (de 60 à 100 cm de profondeur) sont plus compacts, l'enregistrement montre un taux de *Graminaceae* beaucoup plus faible que le niveau supérieur mais pas de grandes variations des autres types de pollens. La théorie selon laquelle les pollens auraient été transportés par inondation est confirmée par la présence de pollens d'espèces aquatiques comme *Potamogeton*, *Hydrocharitaceae* et *Caltha*. Néanmoins, les espèces zoophiles communes des dépôts de grotte, car résistantes à la corrosion, sont rares (Cattani 1991).

Les séries extérieures sont très riches en fragments carbonatés et les pollens ont été détériorés par des phénomènes de corrosion. Seul le niveau de base, à sables Tyrrhéniens, a permis d'établir un paléoenvironnement. Le spectre pollinique présente une prédominance de *Pinus sylvestris* et

de pollen appartenant à la famille des herbes typiques de steppes ainsi que des espèces d'un environnement marécageux local, indiquant un climat froid et sec (Cattani 1991).

#### **IV. Contexte archéologique**

La Grotte Guattari représente selon Stiner (Stiner 1991a) un des témoignages moustérien le plus énigmatique d'Europe, notamment pour la découverte du crâne Guattari 1 présentant des traces de ce qui pourrait être le premier cas de cannibalisme rituel chez les Néandertaliens.

Plusieurs niveaux stratigraphiques de la Grotte Guattari attestent d'une fréquentation humaine de part la présence d'artéfacts en silex (Fig. 4, niveaux 1, 2, 4 et 5) et de restes humains (paléosol). Les industries lithiques retrouvées dans ce site ont été décrites selon la méthode typologique de Bordes (Bordes 1961) par Taschini (Taschini 1979). Ce dernier utilisa ce matériel pour définir un nouveau faciès moustérien : le Pontinien, typique de la côte laziale et caractérisé par l'exploitation de petits galets siliceux. Ce faciès se rapproche du Mousterien de type Quina par le grand nombre de racloirs, le fort indice Charentien et la basse fréquence de l'utilisation de la méthode Levallois. Cette fréquence est tout de même plus importante dans les niveaux supérieurs (1 et 2) que dans les niveaux inférieurs (4 et 5). Contrairement aux racloirs qui sont plus abondants dans les niveaux inférieurs, notamment les racloirs à dos amincis qui diminuent de façon constante à partir des niveaux inférieurs (Bietti et Kuhn 1991).

Il est cependant difficile d'affirmer que le Pontinien ait un faciès culturel à part entière. En effet, il est possible que la particularité de la matière première ait induit la production de ce type d'artéfact. La faible utilisation de la méthode Levallois pourrait être due à l'exploitation exclusive de ces galets siliceux ne permettant pas la préparation de la surface de débitage classique de la méthode Levallois (Bietti et Kuhn 1991) (Tozzi, 1970).

La répartition spatiale des industries lithiques montre que pour la couche 5, les parties les plus fréquentées étaient à l'extérieur et dans la partie interne proche de l'entrée de la grotte au niveau du couloir 3 (Fig.2) qui devait être l'entrée principale (Taschini 1979). A cette période, aucune fréquentation n'est relevée dans les parties les plus internes (Antro dell'Uomo), ceci pourrait être en accord avec le climat plutôt doux qu'évoquent les données stratigraphiques et fauniques de cette couche. Pour la couche 4, la situation est légèrement différente, la fréquentation de la grotte reste dominante à l'extérieur mais quelques outils lithiques sont retrouvés également à l'intérieur, dans la partie interne du couloir 1 (Fig. 2) (Taschini 1979). Dans la couche 2, c'est la partie interne (couloir 1) qui devient la plus fréquentée, conséquence du changement climatique témoigné par la faune. Enfin, dans la couche 1, la fréquentation à l'extérieur est pratiquement inexistante, on retrouve les outils principalement dans les couloirs 1

et 3. Cependant, il est à noter que sur toute la série, la fréquentation dans les parties les plus internes reste toujours très rare (Taschini 1979). En effet, dans l'Antro dell'Uomo, on observe un petit nombre d'outils recouverts de pierres. Selon Taschini, ce recouvrement est intentionnel et suggère un emploi de cette partie de la grotte pour des pratiques rituelles (Blanc 1958; Taschini 1979). Une faible densité est également observée pour les ossements d'animaux. C'est dans cette même salle qu'a été découvert le crâne néandertalien entouré d'un cercle de pierres. Toutes ces caractéristiques ont relancé le débat sur la spiritualité de l'Homme de Néandertal et particulièrement sur la pratique du cannibalisme rituel. Blanc fut le premier à soutenir cette théorie (Blanc 1939). En effet, il remarqua sur le crâne des traces de mutilation, une au niveau de la région temporale droite vraisemblablement causée par un ou plusieurs coups fatals portés sur le crâne. Il estima qu'il s'agissait probablement d'un homicide rituel. La seconde trace anthropique qu'il releva est une incision symétrique de la périphérie du foramen magnum, complètement détruit, produisant une large ouverture d'une dizaine de centimètres. Cette ouverture anormale fut comparée par Sergi à une série de crânes d'une tribu de Papouasie Nouvelle Guinée présentant des traces similaires (Sergi 1974). Il en a été conclu que l'individu fut l'objet de cannibalisme rituel, prévoyant l'élargissement du foramen magnum pour l'extraction du cerveau. Plus tard, une étude taphonomique de l'assemblage osseux de ce paléosol a démontré que cette accumulation n'était vraisemblablement pas anthropique mais qu'il s'agissait plutôt d'une accumulation caractéristique des tanières de hyènes (traces de mastication)(Stiner 1991b).

## V. Restes humains

De 1939 à 1950, trois restes humains ont été découverts dans la Grotte Guattari ; Guattari 1 et 2 (Fig. 13-14) sur le paléosol à l'intérieur de la grotte et Guattari 3 (Fig. 15) dans des dépôts de brèche à l'extérieur (Blanc 1939; Sergi 1954; Sergi et Ascenzi 1955).

Comme évoqué précédemment, il s'agit d'un crâne et de deux mandibules incomplètes appartenant à trois individus différents.

### V.1. Guattari I



Figure 13: Crâne de Guattari I en vue latérale gauche et frontale (Museo Nazionale Preistorico Etnografico L. Pigorini Roma EUR).

Anciennement appelé Circeo I, ce crâne appartient à un individu adulte. La calotte crânienne est complète alors que la partie orbitale droite, le maxillaire droit et l'arc zygomatique droit sont manquants et la région du foramen magnum est endommagée (Fig. 13). Lors de la découverte, une couche de concrétion recouvrait la surface du crâne (encore présente sur certaine région) ce qui a vraisemblablement aidé à conserver son intégrité. Cependant l'enlèvement de cette couche a altéré la surface de l'os (Sergi 1974).

La morphologie de Guattari I rentre dans la variabilité des Néandertaliens dits « classiques » bien que sa taille et l'épaisseur osseuse ne soient pas très importantes. Le crâne présente une extension antéropostérieure se terminant par un chignon occipital marqué et une forme en « bombe » du crâne en vue occipitale. Au niveau de la face, on observe un prognathisme alvéolaire avec l'absence de fosse canine et des zygomatiques en continuation avec le maxillaire. Les reliefs faciaux sont marqués avec notamment un torus sus-orbital très marqué et continu (Condemi 1990-91).

V.2. Guattari II



Figure 14: Mandibule Guattari II en vue occlusale, latérale gauche, frontale et latérale droite (Istituto Italiano di Paleontologia Umana, Roma).

Cette mandibule incomplète appartient à un individu adulte. Le corps mandibulaire droit est complet jusqu'au bord antérieur de la branche montante (Fig. 14). Le côté gauche est moins bien conservé notamment à partir de l'alvéole de la première prémolaire. Les branches montantes et les processus condyloïdes et coronoïdes sont manquants. Au niveau de la dentition, seule la troisième molaire droite est encore en place. Les dimensions générales sont assez importantes et elle possède plusieurs caractéristiques typiquement néandertaliennes comme un profil de symphyse verticale, un foramen mentonnier en position reculée, les bords du corps mandibulaires parallèles et un espace retro-molaire marqué (Sergi 1954; Mallegni 1990-91).

V.3. Guattari III



Figure 15 : Mandibule Guattari III en vue frontale et occlusale (échelle 2 cm) (Schwartz et Tattersall 2002b)

Il s'agit d'une mandibule incomplète d'un adulte. La branche montante gauche est complètement absente et du côté droit sont préservées la branche montante et une partie du coronoïde (Fig. 15). La dentition est bien préservée, il manque uniquement les premières incisives et les deuxièmes prémolaires et la première prémolaire droite. Les dimensions générales de la mandibule sont plus importantes que chez Guattari II, notamment au niveau de la largeur et de la longueur (Sergi et Ascenzi 1955; Mallegni 1990-91).

On retrouve, comme pour Guattari II, des caractéristiques néandertaliennes, notamment une absence de menton, un espace rétromolaire prononcé, un foramen mentonnier en position reculée et un corps mandibulaire d'épaisseur et de hauteur constante.

# Caverna delle Fate

La Caverna delle Fate est située en Ligurie occidentale, dans la province de Savona à 4 km au nord-est de la ville de Finale Ligure (Fig. 16). Il s'agit d'un réseau karstique de plus de 300m de long situé sur le haut-plateau des Manie, à 280 m d'altitude, sous la crête rocheuse du Bricco di Peagna et s'ouvrant sur la rive gauche de la Vallée de Ponci.



Figure 16: Localisation de la Caverna delle Fate (Finale Ligure, Savone, carte modifiée de Google maps, ©2013 Google)

L'entrée de la grotte est orientée vers le sud-ouest et s'ouvre sur une première salle de 5m x 20m reliée à une série de galeries par un couloir (Fig. 17-18 (Echassoux A. *et al.* 1989).

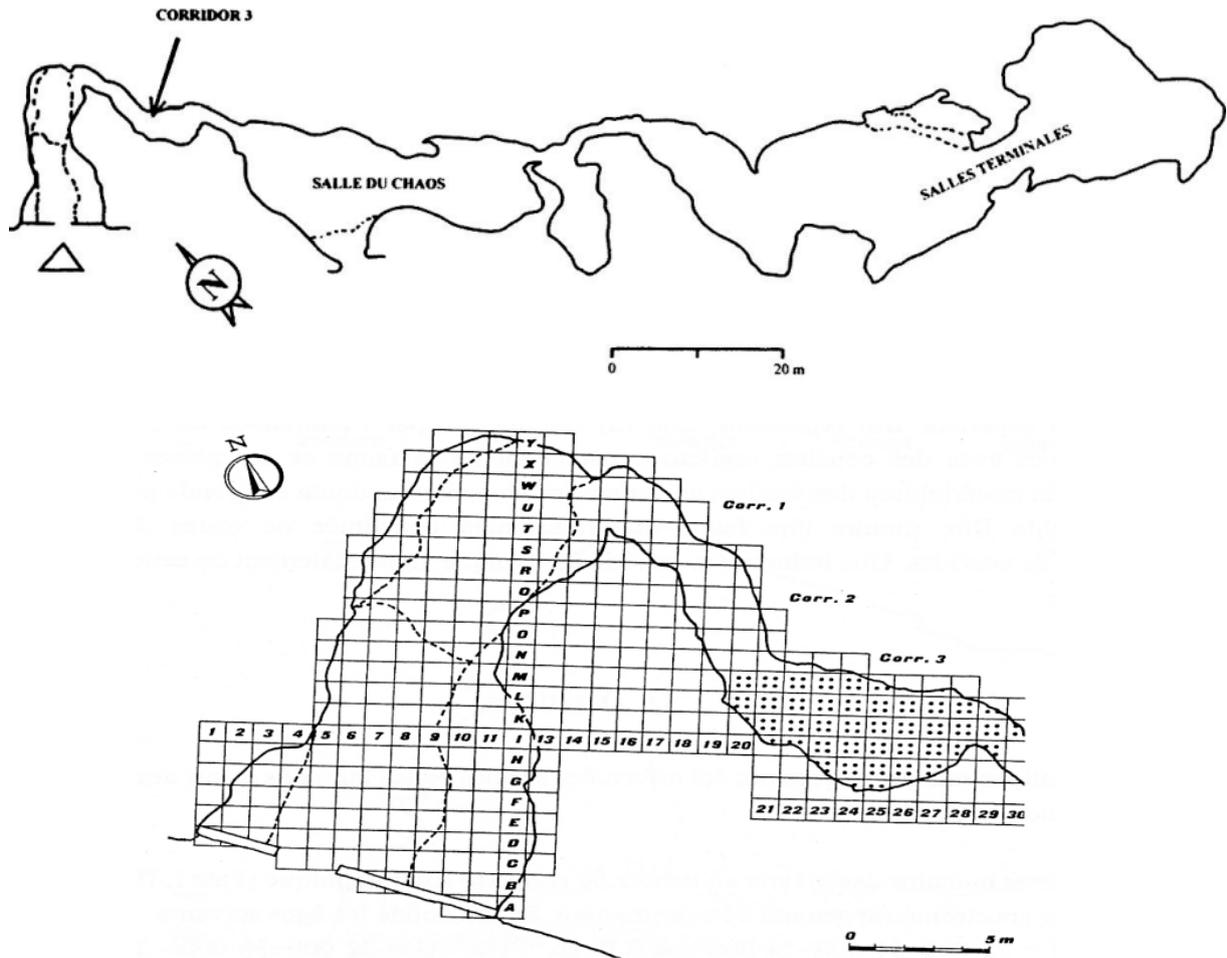


Figure 17: Plan de la Caverna delle Fate en haut. Détail de l'entrée de la grotte jusqu'au corridor 3 en bas. Les points indiquent la zone de fouilles (Echassoux A. et al. 1989)



Figure 18: La Caverna delle Fate dans les années 1880 à droite (Issel 1892) et en 2011 à gauche.

La grotte fut pour la première fois explorée dans les années 1876 par Enrico Alberto d'Albertis et le frère Bartolomeo. En novembre de la même année, Arturo Issel entama la première campagne de fouille avec le capitaine D'Albertis (Issel 1878; de Pascale 2008). C'est entre 1887 et 1888 que cette grotte révéla son importance lors de fouilles conduites par Gian Battista Amerano où ont été mis au jour une grande quantité de restes osseux notamment d'*Ursus spelaeus* dans des conditions de conservations exceptionnelles, ainsi que de nombreuses industries lithiques (Amerano 1889).

Ce matériel découvert par Amerano fut ensuite distribué dans plusieurs institutions Italiennes, notamment au Musée des Antiquités de Turin, où lors d'une révision des restes osseux, Giacomo Giacobini identifia 3 restes humains (Fate I, II et III) à caractères néandertaliens typiques (Giacobini *et al.* 1982).

La découverte de ces restes humains fut le point de départ de nouvelles campagnes entre 1984 et 1988 sous la direction de G. Giacobini, G. Vicino et H. de Lumley dans le but d'établir la chronostratigraphie des dépôts en connexion avec ces restes. De nouveaux restes humains furent découverts, notamment un fragment de pariétal provenant du même crâne que l'os frontal retrouvé précédemment dans les collections (Giacobini et de Lumley 1984, 1988).

## **I. Contextes géomorphologique et stratigraphique**

Le remplissage de la grotte est subdivisé en trois ensembles (Fig. 19) de sédiments sablo-argileux. L'ensemble I à sables comprenant des petits galets karstiques, l'ensemble II à argiles jaunes et rouges et l'ensemble III à argiles brunes et limons argileux séparé en deux sous-ensembles IIIa et IIIb contenant tous les restes archéologiques. C'est dans le sous-ensemble IIIb que les restes humains néandertaliens ont été mis au jour (de Lumley 2001).

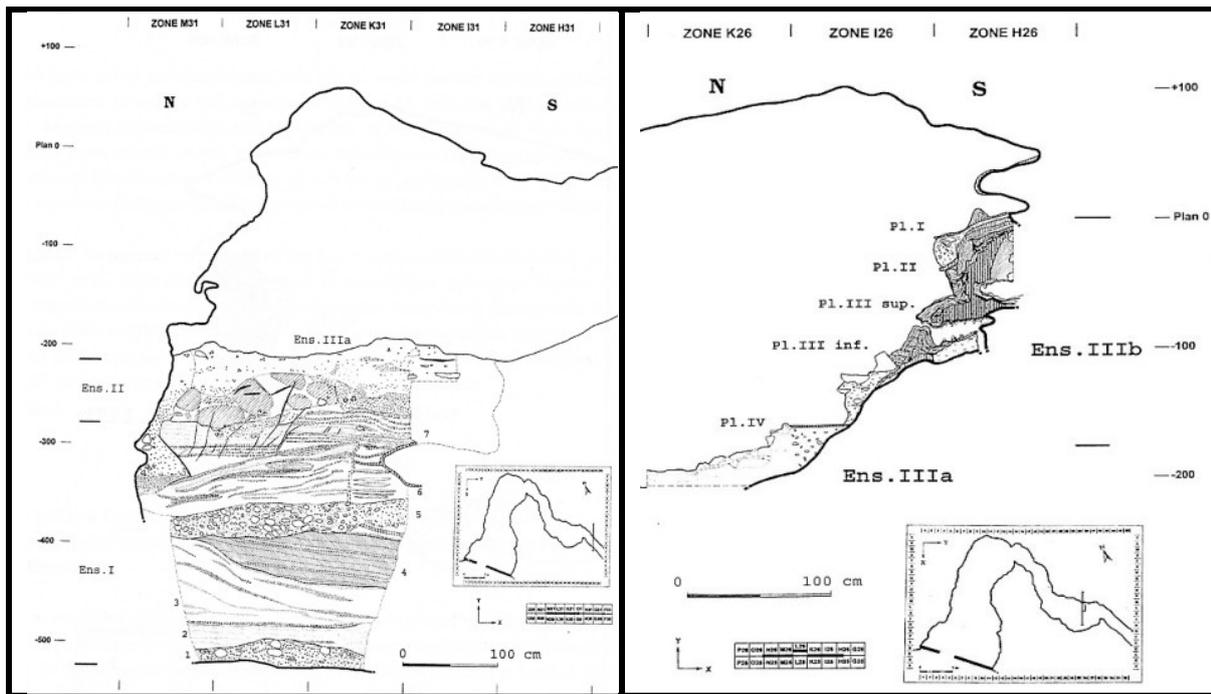


Figure 19: Coupes stratigraphiques transversales du corridor 3 de la Caverna delle Fate (de Lumley 2001).

## II. Datations

Les restes humains provenant de la Caverna delle Fate n'ont pas été retrouvés dans leur contexte stratigraphique. Une datation directe non destructive a, de ce fait, été conduite sur ces restes humains par spectrométrie Y-ray à haute résolution (Yokoyama et Nguyen 1981b) en utilisant un détecteur au germanium de haute pureté. Les âges déduits à partir des rapports  $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$  et  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  sont respectivement 75 000 (+21 000/-14 000) ans et 82 000 (+36 000/- 25 000) ans (Giacobini *et al.* 1984).

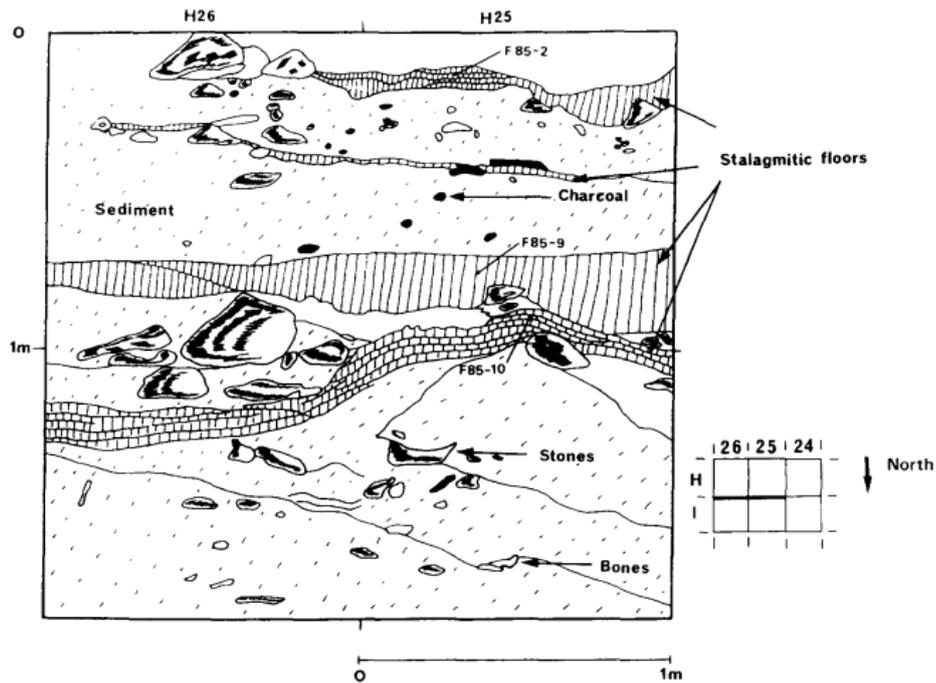


Figure 20: Position stratigraphique des trois échantillons. Cette section verticale, réalisée contre le mur sud du corridor, présente les dépôts Moustérien interstratifiés avec des planchers stalagmitiques (Falguères et al. 1990)

L'étude de la stratigraphie a révélé la présence de quatre planchers stalagmitiques intercalés dans les niveaux moustériens dans le sous-ensemble IIIb (plancher III inférieur, III supérieur, II et I), une datation radiométrique de ces sols a permis d'établir les relations entre les restes humains et la chronostratigraphie des dépôts (Fig. 20). Cette datation a été conduite sur trois échantillons de spéléothèmes (F-85-2, F-85-9 et F-85-10) provenant de trois des planchers stalagmitiques du corridor 3 (III inférieur, III supérieur et I, Fig.20). Les âges obtenus par ESR sont respectivement de 60 000 +/- 7000 ans, 72 000 +/- 6 8000 ans et 74 000 +/- 10 000 ans (Falguères *et al.* 1990). En considérant que les sédiments entre les deux planchers stalagmitiques se soient déposés durant une phase froide (Bichet 1987) et que les spéléothèmes se forment généralement en conditions tempérées et humides, les âges obtenus pour les échantillons F85-9 et F85-10 évoquent le stade isotopique 5a et/ou début du SI4, il est possible de supposer que cette formation se soit générée dans la dernière phase du SI5. De même, le spéléothème contenant l'échantillon F-85-3 se serait formé au cours du SI4 et/ou début du SI3, et donc cette formation carbonatée peut être datée au début du SI3. Les âges des restes humains obtenus par spectrométrie Y-ray sont en accord avec les données ESR ce qui confirme l'appartenance de ces restes aux sédiments moustériens du corridor 3 (Falguères *et al.* 1990).

### III. Contexte Paléobiologique

L'étude palynologique a été conduite sur l'ensemble de la série stratigraphique, mais seul l'ensemble IIIb présente la plus grande quantité de pollen, les autres ensembles sont pauvres en pollen probablement à cause de phénomènes taphonomiques. Douze spectres polliniques ont été obtenus dont dix provenant des planchers stalagmitiques (Fig. 21 (Karatsori *et al.* 2005).

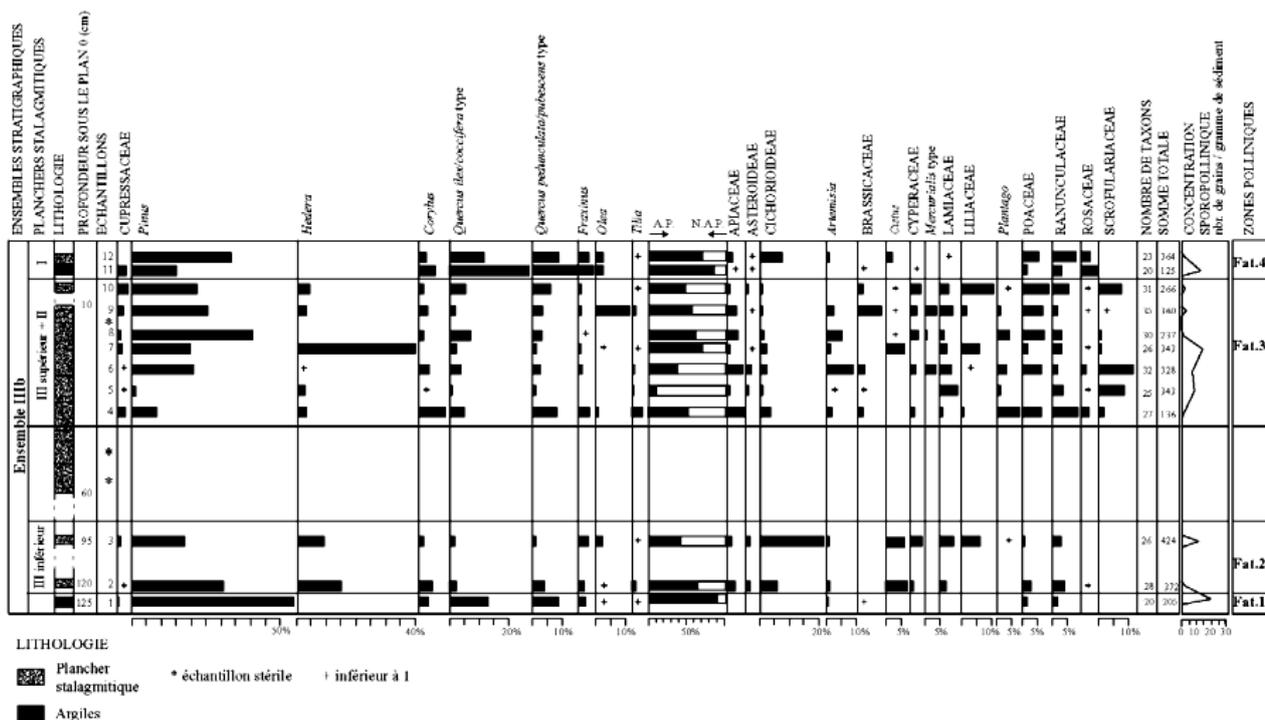


Figure 21 : Diagramme pollinique détaillé des taxons les plus significatifs de Caverna delle Fate (Karatsori *et al.* 2005).

A partir de ces spectres, quatre zones polliniques de durée inconnue ont été délimitées (Fig. 21 : Fat.1 à Fat.4) d'après la nature du remplissage (intercalation de spéléothèmes et de couches argileuses, discontinuités sédimentaires).

Dans Fat. 1, on observe une prédominance de *Pinus* et *Quercus* ainsi que quelques mésothermophiles indiquant une végétation couverte arborée à conifères et feuillus. Le climat associé est tempéré chaud correspondant à un interstadaire et/ou interglaciaire (Fig. 21-22).

Dans Fat.2, la végétation herbacée xérophile, méditerranéenne et ubiquiste prime. Le paysage s'ouvre et la prédominance d'herbacés xérophiles indique un climat légèrement sec mais *grosso modo* tempéré de type interstadaire (Fig. 21). Le changement radical de végétation entre Fat.1 et Fat.2 pourrait indiquer un hiatus sédimentaire à ce niveau (Fig. 22).

Fat. 3 se distingue par la progression et la diversification des herbacés ubiquistes (Fig. 21). Le couvert arboré reste stable mais se diversifie. L'irrégularité des variations de la végétation de cette zone pourrait être le fruit d'une instabilité climatique. Des basses vers les hautes altitudes,

on observe des prairies à *Artemisia* et *Poaceae* surmontées par des *Cupressaceae*, des taxons méditerranéens et une diversification des méso-thermophiles sur les premières pentes. Le climat associé est chaud et de plus en plus sec traduisant une phase interstadaire (Fig. 22).

Quant à Fat. 4, on y note une augmentation des *Quercus*, *Corylys* et *Fraxinus* (Fig. 21). La végétation se referme avec un enrichissement en chênaies et un appauvrissement en herbacée, caractéristique d'un climat tempéré méditerranéen. Cette évolution de la végétation ainsi que la disparition de *Hedera*, des *Liliaceae* et des *Scrofulariaceae* seraient de nouveaux indices d'un hiatus sédimentaire (Fig. 22)(Karatsori *et al.* 2005).

Toutes les zones décrites sont attribuées à des phases interstadières, le déficit dans l'enregistrement de phases stadières est vraisemblablement dû à la provenance des échantillons. En effet, les planchers stalagmitiques se forment généralement en climat humide lors des périodes interglaciaires d'où la présence de hiatus sédimentaires correspondant probablement aux périodes glaciaires (Karatsori *et al.* 2005).

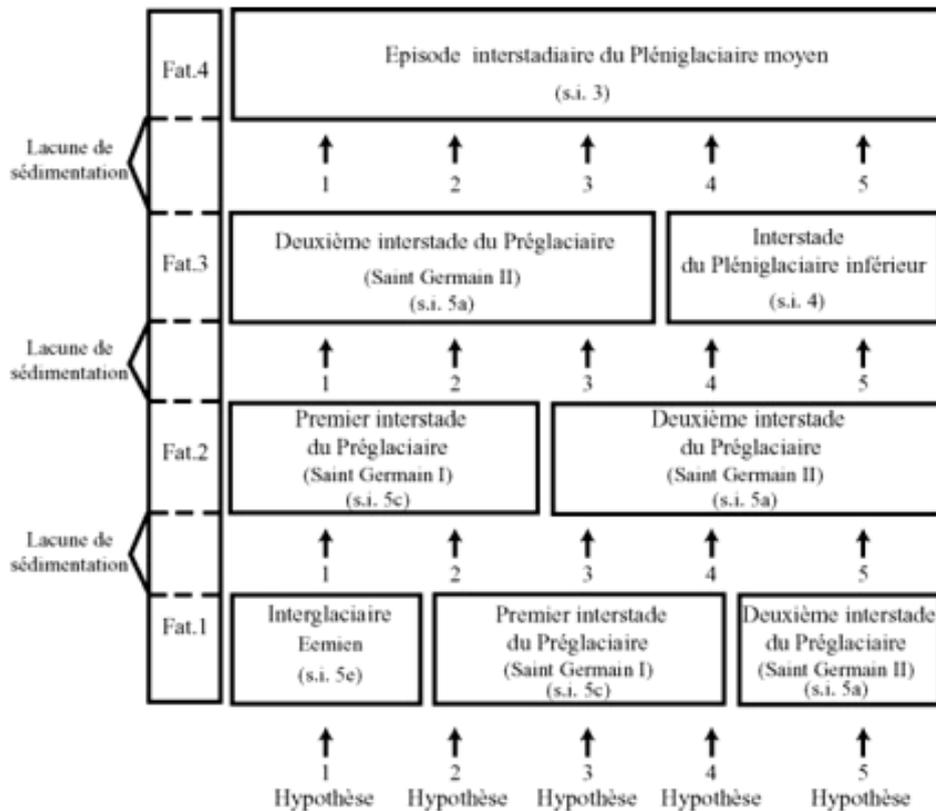


Figure 22: Hypothèses de successions chronostratigraphiques des quatre zones polliniques de Caverna delle Fate (Karatsori *et al.* 2005).

La faune est représentée par neuf espèces d'herbivores parmi lesquelles : *Sus scrofa*, *Capra ibex*, *Rupicapra rupicapra*, *Bos primigenius*, *Cervys elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Dama dama*, *Equus caballus*, *Stephanorhinus* sp. et treize espèces de canivores : *Ursus spelaeus*, *Ursus arctos*, *Ursus*

*thibetanus*, *Canis lupus*, *Cuon priscus*, *Vulpes vulpes*, *Felis silvestris*, *Lynx speleae*, *Panthera pardus*, *Panthera (leo) spelaea*, *Hyena prisca*, *Meles meles*, *Martes martes* (Psathi 2003).

La distribution du poids de l'assemblage des mammifères selon la méthode des cénogrammes (Legendre 1986, 1989) est continue, il n'y a pas de fossé entre les mammifères plus lourds que 8kg et ceux plus légers que 500g, ce qui est caractéristique d'un environnement fermé. L'indice de diversité de Shannon calculant le nombre de taxons et la fréquence relative de chaque taxon est très élevé dans l'assemblage de la Caverna delle Fate du fait de conditions climatiques tempérées et humides (Valensi et Psathi 2004).

L'assemblage d'espèces carnivores donne des indices sur le paléoenvironnement, 52 % des espèces évoquent un environnement forestier tandis que 48 % un milieu ouvert de type prairie (Fig. 23). La présence de deux biomes différents est renforcée par deux types de comportements sociaux chez les carnivores de cette grotte, les animaux solitaires vivant dans un environnement fermé et les carnivores vivant en meute se déplaçant généralement dans un milieu ouvert.

Certaines espèces de carnivores peuvent être associées à des types de végétation, la martre et le lynx par exemple suggèrent généralement la présence de résineux. De ce fait le couvert forestier de cette zone comprenait vraisemblablement des espèces résineuses et caducifoliées.

Le milieu boisé est également évoqué par la présence d'animaux à locomotion partiellement arboricole ou grimpeurs (martres, ours du Tibet, ours brun, chats sauvages, lynx, léopards).

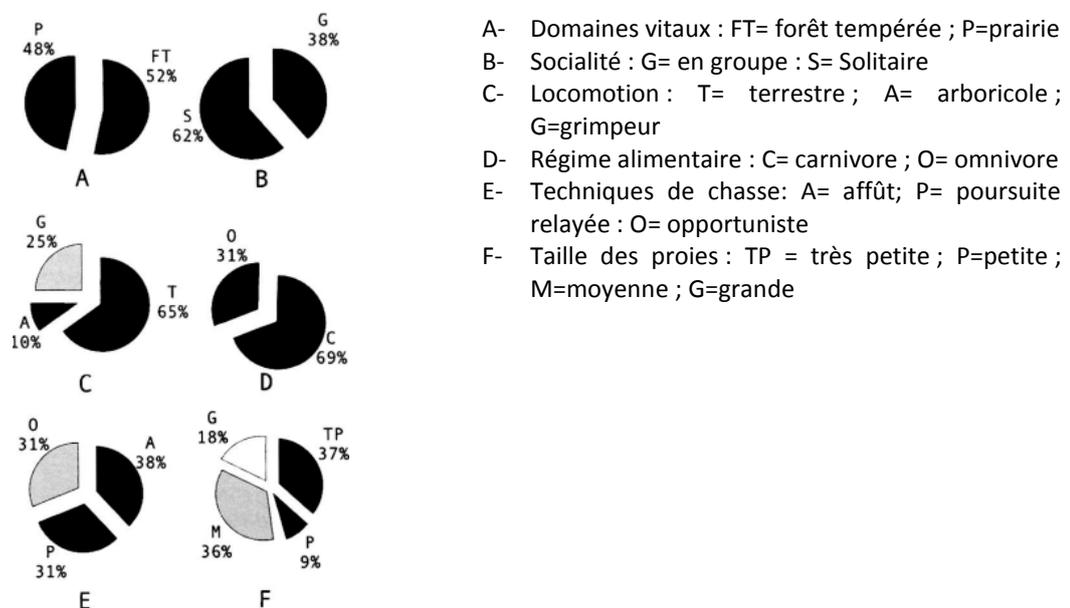


Figure 23: Représentation vectorielle des paramètres éco-éthologiques de la communauté carnivore de la Caverna delle Fate (Marchi 2003).

#### IV. Contexte archéologique

La collection d'industries lithiques provenant de la Caverna delle Fate est presque entièrement constituée par le matériel découvert lors des fouilles d'Amerano correspondant à plus de 500 artéfacts. A sa mort, ce matériel a été réparti entre plusieurs musées mais aucune trace écrite ne permet de le replacer dans son contexte stratigraphique. Les fouilles modernes ont permis d'ajouter à cette collection quelques pièces récupérées en position stratigraphique.

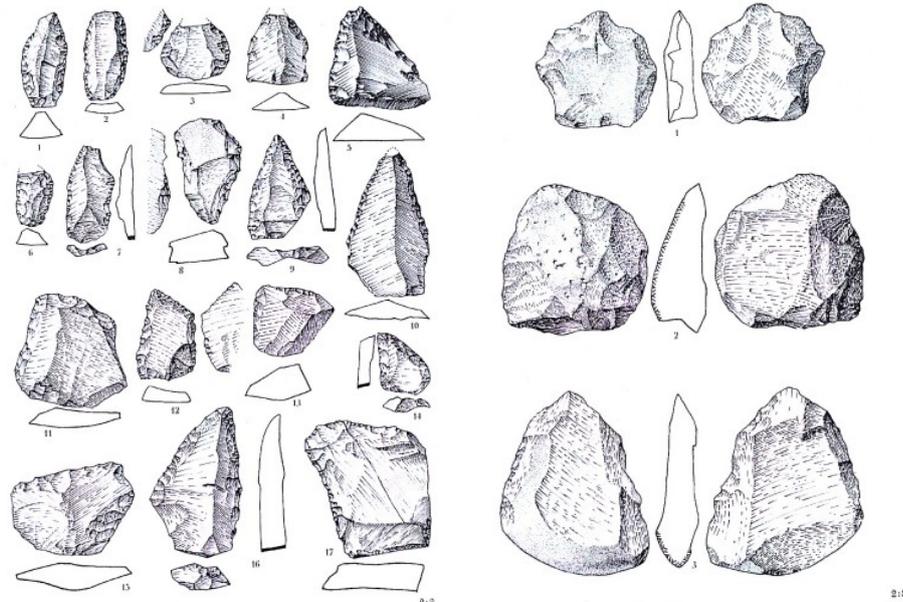


Figure 24: Industries lithiques provenant de la Caverna delle Fate retrouvées durant les fouilles d'Amerano. A gauche : différents types de racloirs. A droite : Outils en Quartzite : 1 et 2 : Disques ; 3 : Pebble-tool (Dessin de Puech dans (Isetti et de Lumley 1962).

Les premières études du matériel retrouvé par Amerano furent exclusivement typologiques et ont mis en évidence un Moustérien à débitage Levallois (Bordes 1961). L'abondance de racloir et l'absence de retouches scalariformes permettent de classer cette industrie en tant que « Moustérien typique riche en racloir » (Isetti et de Lumley 1962), similaire à celui de la Grotte du Prince et de la Madonna dell'Arma (Fig. 24). Une réétude plus récente, incorporant les nouvelles découvertes, a confirmé cette description et a permis de mettre en évidence la présence de quelques outils sur galets de type choppers et chopping-tools ainsi qu'un biface retrouvé à la base de l'ensemble IIIa. La matière première majoritairement exploitée est le quartzite, le silex ayant été réservé aux petits outils (Kang 1994).

## V. Restes humains

Les premiers restes humains ont été identifiés à partir des anciennes collections du Père Amerano, les fouilles successives ont permis d'agrandir cette collection. En tout, treize restes humains considérés comme néandertaliens proviennent de cette grotte (Giacobini *et al.* 1982; Giacobini et de Lumley 1983, 1984; Giacobini *et al.* 1984; Giacobini et de Lumley 1988).

### V.1. Les restes crâniens, mandibulaires et post-crâniens

#### V.1.1. Fate I

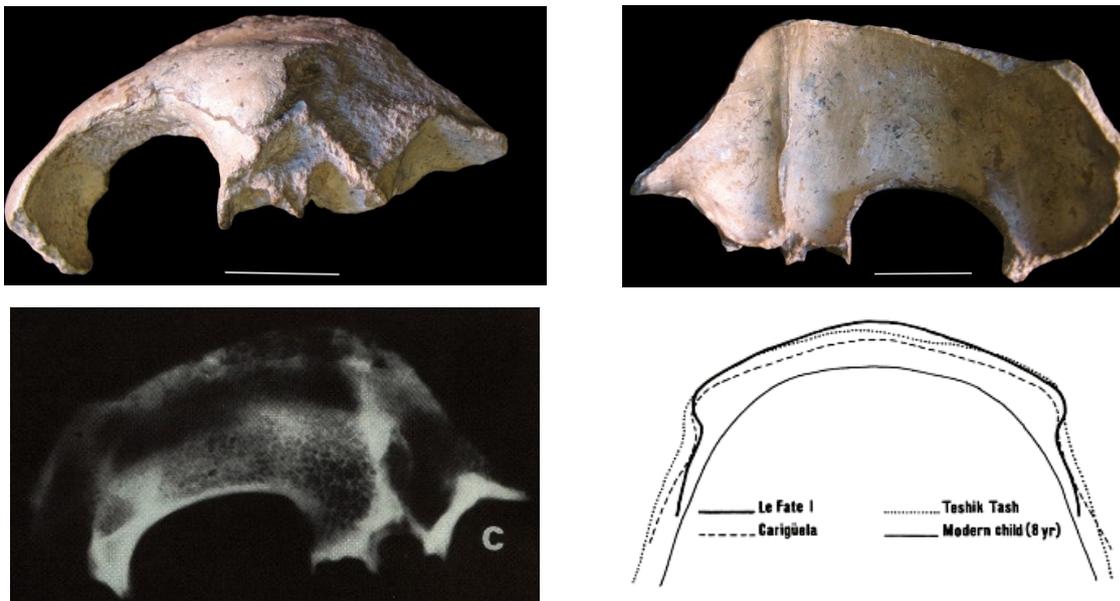


Figure 25: Vue frontale et Vue interne du fragment de Le Fate I (échelle=2cm, photographie de Boris Villier) en haut ; radiographie et superposition des contours du segment frontal en vue supérieure de Fate I avec Carigüela, Teshik-Tash et d'un enfant moderne de 8 ans en bas (Giacobini *et al.* 1984).

Il s'agit d'un os frontal appartenant à un enfant âgé de 8-10 ans et comprenant la partie nasale, l'arcade sourcilière droite et une partie de la gauche (Fig 25). Le torus sus-orbitaire est très prononcé pour un enfant et ses éléments sont fusionnés en un bourrelet continu présentant une glabelle saillante. Les régions supraglabellaire et supraorbitaire sont déprimées et l'os frontal est fuyant. Au niveau de l'endocrâne, on observe un bec encéphalique volumineux et saillant et un lobe frontal réduit et moins haut que chez la plupart des enfants actuels du même âge. En radiographie, les sinus frontaux apparaissent réduits et contenus dans la partie nasale du frontal, caractère similaire aux enfants modernes de 8-10 ans (Fig. 25 (Giacobini et de Lumley 1984).

D'une manière générale, Fate I présente les caractères typiques des enfants néandertaliens comme des orbites ovalo-rectangulaires avec un point orbital supérieur déplacé médialement (vers le centre de l'arc chez les humains modernes), un lobe frontal petit par rapport aux enfants modernes avec un bec encéphalique prononcé et un gyrus frontal médial dédoublé. Néanmoins,

on note un rétrécissement post orbitaire représenté par un diamètre bistéphanique (stéphanion-stéphanion) faible par rapport à la majorité des néandertaliens, ce caractère serait plutôt primitif (Giacobini et de Lumley 1988).

### V.1.2. Fate II

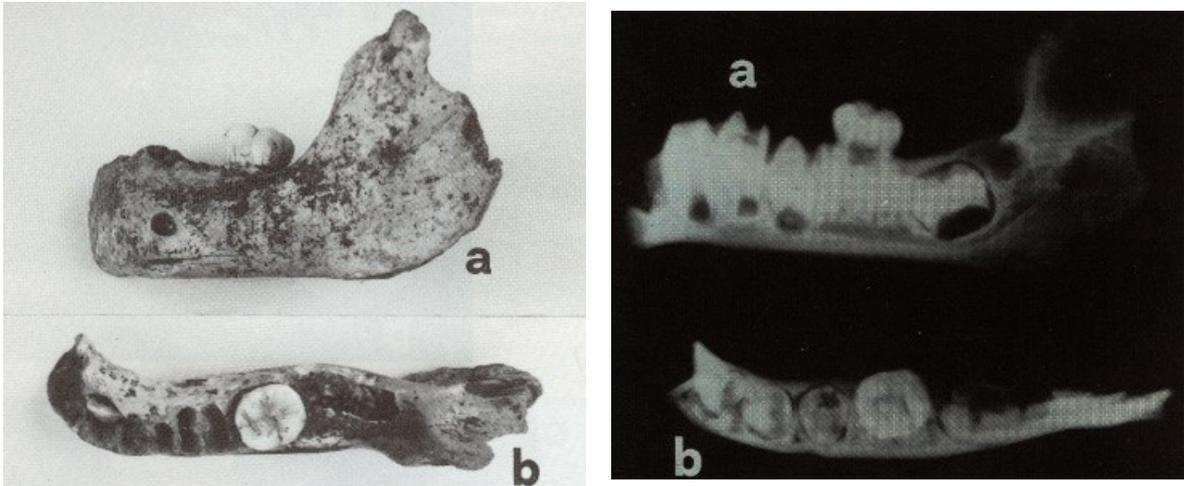


Figure 26: Mandibule de Le Fate II et les radiographies correspondantes en vue latérale (a) et occlusale (b) (Giacobini et al. 1984).

Ce fragment est une héli-mandibule droite d'un enfant âgé de 9-10 ans, cassée médialement le long d'un plan oblique incluant l'alvéole de la deuxième incisive gauche (Fig. 26). Le processus condyloïde est absent ainsi que la pointe du coronoïde et la partie goniale. Toutes les dents déciduales sont tombées et la première molaire définitive est bien en place et complètement sortie. On remarque que la canine définitive est en cours d'éruption alors que la deuxième molaire et les deux prémolaires sont visibles dans leur alvéole (Fig. 26).

D'une manière générale, la mandibule présente des reliefs marqués et des dimensions traduisant une morphologie courte et large avec un corps bas et épais correspondant à un indice de robustesse élevé pour un néandertalien. On note également un profil symphysaire vertical, un foramen mentonnier en position reculée et une robustesse dentaire qui la rapprochent des mandibules néandertaliennes classiques (Giacobini et de Lumley 1984).

V.1.3. Fate III



Figure 27: Hémi-mandibule Le Fate II en vue externe (a), occlusale (b), interne (c) et inférieure (d)(Giacobini et al. 1984).

Il s'agit d'un fragment d'hémi-mandibule droite d'un individu adulte comprenant la partie supérieure du segment distal du corps et le haut du ramus, seule la troisième molaire droite est encore en position (Fig. 27).

Les dimensions générales de la mandibule sont plutôt faibles pour un néandertalien mais les reliefs sont bien marqués. On observe une série de caractères spécifiques à cette espèce comme un espace retro-molaire très important avec un triangle rétro-molaire bien défini ainsi qu'une robustesse dentaire très importante (Giacobini et de Lumley 1984).

V.1.4. Fate IV

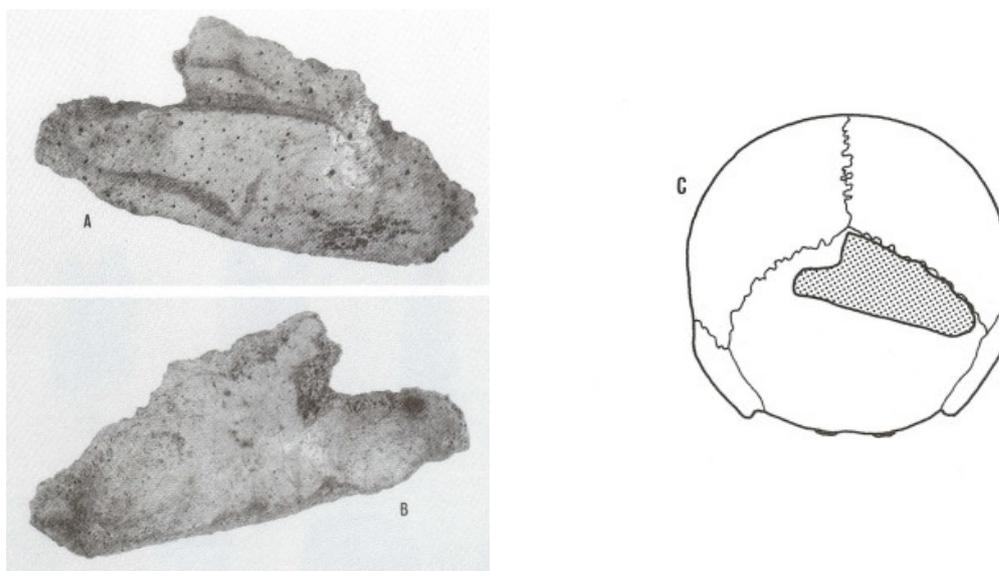


Figure 28: Fragment d'occipitale Le Fate IV en vue exocrânienne (a), endocrânienne (b) et son emplacement sur un occipital néandertalien (c)(Giacobini et de Lumley 1988).

Ce fragment osseux correspond à une écaille occipitale d'individu adulte comprenant la suture lambdoïde (Fig. 28). Cet os est très endommagé notamment au niveau des sutures qui semblent avoir été érodées par des morsures de carnivores, et de nombreuses traces de griffures sont présentes sur la face exocrânienne. L'endocrâne est bien conservé, les empreintes de l'encéphale sont bien repérables et correspondent aux lobes occipitaux (Giacobini et de Lumley 1988).

#### V.1.5. *Fate X*

Ce fragment correspond à une phalange de la main, probablement du cinquième doigt d'un individu adulte. Cet os est relativement robuste et aplati et présente des crêtes latérales.

### V.2. Les restes dentaires

#### V.2.1. *Fate V*

Il s'agit d'une deuxième molaire inférieure gauche déciduale complète d'un enfant de 4-5 ans présentant un début de résorption des racines (Fig. 29D). Les cinq cuspides de la surface occlusale sont disposées selon un schéma dryopithécien (Giacobini et de Lumley 1984).

#### V.2.2. *Fate VI*

Cette première molaire inférieure isolée appartient à la mandibule Fate II (Fig. 29E). La surface occlusale présente une usure assez faible et cinq cuspides séparées selon un schéma dryopithécien. Cette molaire présente une hypoplasie de l'émail au niveau de l'angle disto-vestibulaire (Giacobini et de Lumley 1984).

#### V.2.3. *Fate VII et VIII*

Ces deux premières prémolaires supérieures droite et gauche appartiendraient vraisemblablement au même individu adulte bien que la gauche présente une usure plus avancée que la droite (Fig. 29B et C). Deux cuspides séparées par un sillon rectiligne sont présentes sur la face occlusale, et la racine est composée de deux racines fusionnées sur presque toute la hauteur (Giacobini et de Lumley 1984).

#### V.2.4. Fate XI

Il s'agit d'une incisive latérale supérieure gauche incomplète comprenant seulement la portion linguale (Fig. 29A). La face occlusale présente une usure légèrement oblique mais la morphologie de la face linguale ne présente pas les caractéristiques typiques des néandertaliens (replis latéraux et tubercule basal) (Giacobini et de Lumley 1984).

#### V.2.5. Fate XII

Il s'agit d'une couronne d'une deuxième molaire inférieure gauche présentant une usure faible (Fig. 29F). On observe sur la surface occlusale quatre cuspides disposées en croix et la *fovea* antérieure est bien délimitée (Giacobini et de Lumley 1984).

#### V.2.6. Fate XIII

Ce fragment dentaire est une couronne de première molaire supérieure droite légèrement usée (Fig. 29G). La surface occlusale présente quatre cuspides dont une (disto-linguale) bien individualisée (Giacobini et de Lumley 1984).

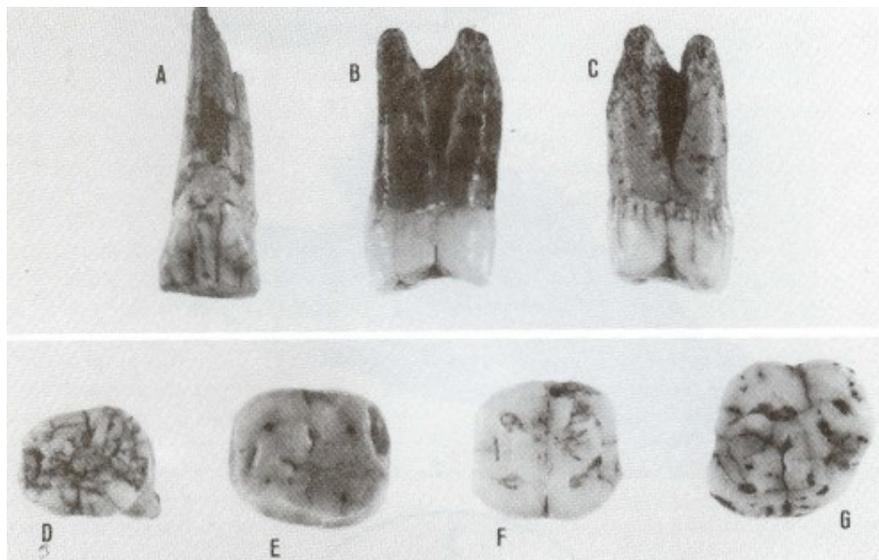


Figure 29 : Dents isolées de La Caverna delle Fate; A:Le Fate XI face linguale; B: Le Fate VIII face distale; C:Le Fate VII face distale; D: Le Fate V face occlusale, E :Le Fate VI face occlusale, F : Le Fate XII face occlusale, G :Le Fate XIII face occlusale (Giacobini et de Lumley 1988).

La comparaison des indices de robustesse des dents de la Caverna delle Fate à d'autres dents retrouvées dans des sites chronologiquement comparables donne des indications sur l'affinité de ces spécimens à ceux de L'Hortus, Le Moustier ou encore La Quina H5. Les dents supérieures (VII,

VIII, XI, XIII) présentent un indice de robustesse proche de celle de l'Hortus, seule la M1 Fate XIII présente une valeur beaucoup plus élevée, proche des néandertaliens du Moustier (Giacobini et de Lumley 1984). Concernant les dents inférieures (II, III, V, VI, XII), seules les dents de la mandibule Fate II rentrent dans la variabilité de celles de l'Hortus. Les autres présentent des valeurs plus importantes, proches des Néandertaliens dits « classiques » du Moustier et de la Quina H5 (Giacobini et de Lumley 1984).

## **CHAPITRE II : LA COLLECTION DE COMPARAISON**

---



**I. Hommes modernes**

Les mandibules d’hommes modernes proviennent des collections anthropologiques historiques et protohistoriques (Néolithique, Moyen-âge, XIXème siècle) du Muséum national d’Histoire naturelle de Paris, de l’Université de Turin et de l’Université de Ferrara.

Cette collection de référence est composée de 31 mandibules d’individus adultes et 44 mandibules d’individus juvéniles. Ces spécimens ont été sélectionnés en fonction de leur degré de conservation mais aussi de leur âge à la mort pour les enfants.

L’âge théorique des enfants a été déterminé à partir de la séquence d’éruption dentaire (Shea 1981) :

- Stade 1 : Dentition déciduale incomplète
- Stade 2 : Dentition déciduale complète
- Stade 3 : Première molaire permanente en cours d’éruption ou complètement sortie
- Stade 4 : Deuxième molaire permanente en cours d’éruption ou complètement sortie
- Stade 5 : Troisième molaire en cours d’éruption

L’effectif total et de chaque classe d’âge est en relation avec le nombre d’enfants néandertaliens étudiés (n=19) et avec les classes d’âge des mandibules italiennes d’Archi I et Fate II, respectivement de classe 2 et 3.

75 % de ces mandibules proviennent de région d’Europe (principalement France et Italie), les autres sont d’origine africaine, asiatique et sud-américaine (Tab. 1). Les adultes proviennent de France (n=28) et du Japon (n=3). L’origine des mandibules d’enfants est résumée dans le tableau ci-dessous.

Série enfants	n	Stades				
		1	2	3	4	5
Amérique du Sud	4			3	1	
Asie	8	1	1	1	4	1
Afrique équatoriale	2				1	1
Afrique du Nord	3	1	2			
<b>Europe</b>						
France	20	1	4	6	6	3
Italie	9		4	4	1	
	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>4</b>

Tableau 1 : Effectifs et provenances des mandibules immatures.

## II. Hommes fossiles

La collection de référence d'hommes fossiles est constituée de moulages et de quelques originaux conservés dans les collections du Musée de L'Homme de Paris et de scanners de spécimens originaux stockés dans la base de données accessibles à la communauté scientifique (Tab. 2).

Spécimen	Groupe	Chronologie	Stade	Originale	Moulage
<b>Spécimens du Pléistocène moyen</b>					
Mauer	MPL	609 ± 40 ka			X
ATB1	MPL	350 - 530 ka			X
Montmaurin	MPL	400 ka		X	X
Arago II	MPL	455 ka			X
Arago XIII	MPL	455 ka			X
Visogliano 2	MPL	350 ka			X
Payre 15	MPL	250 ka		X	
<b><i>Homo neanderthalensis</i></b>					
Ehringsdorf F/6	Ancien	230 ka			X
Ehringsdorf G/7-8	Ancien	230 ka	5		X
Suard 37	Ancien	185 ka ± 30 ka / 101 ka ± 7 ka	2	X	
La Chaise 13	Ancien	185 ka ± 30 ka BP / 101 ka ± 7 ka	2		X
L'Aubesier 11	Ancien	169 ± 17 ka / 191 ± 15 ka			X
Tabun I	Oriental	165 ± 16 ka / 143 ± 37			X
Tabun II	Oriental	165 ± 16 / 143 ± 37			X
BD1	Ancien	146 ka ± 16 / 106 ka ± 10 ka		X	
Krapina C-53	Ancien	130 ka	4		X
Krapina D-54	Ancien	130 ka	5		X
Krapina E_55	Ancien	130 ka	5		X
Krapina G-57	Ancien	130 ka			X
Krapina H-58	Ancien	130 ka		X	X
Krapina J-59	Ancien	130 ka			X
Montgaudier	Ancien	130 ka?	4		X
Regourdou 1	Classique	OIS 4-5		X	X
Fate II	Classique	75 / 82 ka	3	X	
Fate III	Classique	75 / 82 ka		X	
Shanidar IV	Oriental	80 ka			X
Roc de Marsal	Classique	70 / 60 ka	2	X	X
Banolas	Classique	66 ka ± 7 ka			X
La Quina H9	Classique	65 ka		X	X
Kebara	Oriental	64 / 59 ka			X
Spy 1	Classique	60 ka		X	X
Shanidar I	Oriental	60 ka			X
Hortus IV	Classique	60 ka			X
Amud 1	Oriental	60 / 50 ka			X
Arcy II_IVB6.B11	Classique	OIS 3		X	X
Le Petit-Puymoyen	Classique	OIS 3	5		X
Vindija 206	Classique	59 / 40 ka			X

## Chapitre II : La collection de comparaison

Dederiyeh 1	Oriental	OIS 3	2		X
Teshik Tash 1	Oriental	57 / 24 ka	4		X
La Ferrassie 1	Classique	55 ± 2 ka / 61 ± 5 ka		X	X
Guattari II	Classique	57 / 51 ka		X	
Guattari III	Classique	57 / 51 ka		X	
Pech de l'Azé	Classique	51 / 41 ka	2	X	X
La Chapelle-aux-Saints	Classique	47 ± 3 / 56 ± 4 ka		X	X
Le Moustier 1	Classique	40 ka	5		X
Archi	Classique	40 ka	2	X	X
Saint Césaire	Classique	36,5 ± 2,7 ka			X
Zaffaraya	Classique	33.4 ± 2 ka			X
Gibraltar 2	Classique	> 30 ka	3		X
La Naulette	Classique		5		X
Malarnaud	Classique		4	X	X
Ochoz	Classique				X
<b>Hommes anatomiquement modernes</b>					
Skhul IV		130 / 100 ka.			X
Skhul V		93 000 + 21000 – 12 000 ka			X
Qafzeh IV		92 ± 5 ka	3		X
BC5		74 ± ka			X
Pataud		30 000 ka			X
Cro Magnon I		27680 ± 270		X	X
Cro Magnon III		27681 ± 270		X	X
La Madeleine		10 190 ± 100	2	X	X
La Genièvre		Magdalénien	3		X
Cariguella 4		OIS 3-4			X
Le Figuié		Gravettien	2		X

*Tableau 2 : Spécimens de la collection de comparaison classés par groupes et par ordre chronologique (la bibliographie concernant les découvertes et les datations sont dans le texte). Les deux dernières colonnes indiquent si l'étude s'est portée sur le spécimen original ou le moulage.*

II.1. Spécimens du Pléistocène moyen

- Mauer



Figure 30: Mandibule de Mauer en vue latérale droite (à droite) et faciale (à gauche)(Mounier 2009).

La mandibule de Mauer découverte en 1907 près d'Heidelberg fut identifiée par O. Schoetensack comme l'holotype d'une nouvelle espèce de la lignée humaine *Homo heidelbergensis* (Fig. 30 (Schoetensack 1908). La particularité de ce fossile est la combinaison de caractères archaïques (robustesse du corps mandibulaire, branches montantes très larges) et de caractères modernes (dents à dimensions réduites et décroissance de la hauteur du corps mandibulaire) (Mounier *et al.* 2009). Les dernières datations réalisées par ESR et séries d'Uranium sur des dents de mammifères et par radiofluorescence infrarouge (IR-RF) sur des grains de sables ont estimé l'âge du site à  $609 \pm 40$  ka B.P (Wagner *et al.* 2010).

- ATB1

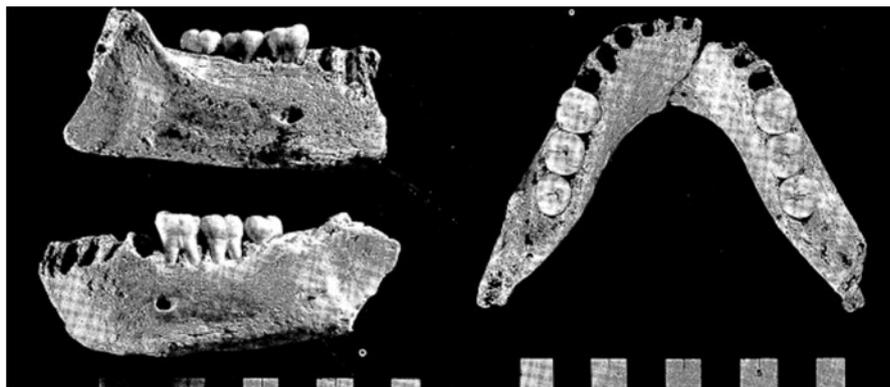


Figure 31: Mandibule ATB1 (Aguirre, 1980).

La mandibule ATB1 découverte en 1976 fait partie des plus de 6500 restes humains retrouvés à la Sierra d'Atapuerca, à la Sima de los Huesos, attribués à un minimum de 28 individus (Aguirre *et al.*

1976). Le remplissage de cette petite cavité karstique a d'abord été estimé à un minimum de 350 ka BP (Bischoff *et al.*, 1997) puis à 530 ka par série d'Uranium (Bischoff *et al.* 2007).

Les fossiles de la Sima de Los Huesos présentent une mosaïque de caractères dont certains caractéristiques des Néandertaliens (Fig. 31, position reculée du foramen mentonnier). Ceci permet de les intégrer dans la variabilité polymorphique d' *Homo heidelbergensis* (Rightmire 1998; Mounier 2009).

- Montmaurin



Figure 32: Vue latérale de la mandibule de Montmaurin (échelle 1cm, Photo J. Oster).

La mandibule de Montmaurin (Fig. 32) a été découverte dans une grotte karstique en Haute Garonne en 1949 par M. Cammas (Baylac *et al.* 1950). Ce spécimen reposait dans une sorte de puits qui s'est rempli par glissement du remplissage des cavités environnantes, les dépôts ne sont pas stratifiés mais la faune et l'industrie associée sont similaires à celles de la couche III de la grotte voisine de Coupe-Gorge. L'assemblage lithique de la couche III est composé d'éclats de moyennes et petites dimensions, de nucléus et de bifaces. Selon Breuil il s'agirait d'une industrie micoquienne dans la partie supérieure et pré ou proto-moustérienne dans la partie inférieure (Baylac *et al.* 1950; Breuil et Meroc 1955). La datation estimée du site est proche de 400 ka (Billy et Vallois 1977).

La mandibule présente une mosaïque de caractères archaïques (menton fuyant) et néandertaliens (foramen mentonnier en position reculé), mais est d'une manière générale plus petite et plus robuste que les néandertaliens classiques (Mounier 2009).

- Arago II et Arago XIII

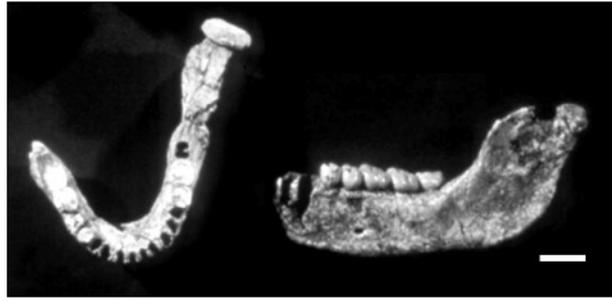


Figure 33: Mandibules Arago II à gauche et Arago XIII à droite (échelle 2cm, de Lumley, 1971).

Les mandibules Arago II et Arago XIII (Fig. 33) font parties des 131 restes humains découverts à la Caune de l'Arago à Tautavel dans les Pyrénées orientales. Cette grotte fouillée depuis 1964 par H. de Lumley présente un remplissage daté entre 700 ka et environ 100 ka (Falguères *et al.* 2004). Les restes humains les plus importants tels que le crâne Arago XXI, les mandibules Arago II et XIII ainsi que le pariétal Arago XLVII appartiennent au sol G (de Lumley *et al.* 1982a; Grimaud 1982; Spitz 1982).

Les datations directes par spectrométrie gamma réalisées sur le crâne Arago XXI indiquent un âge de 455 ka (Yokoyama et Nguyen 1981a).

Les mandibules sont incomplètes, sur Arago II le *ramus mandibulae* gauche et l'apophyse coronoïde droite sont manquants et les dents suivantes sont encore en place : la deuxième prémolaire gauche, les premières et deuxièmes molaires droites et gauches et la troisième molaire gauche, toutes présentes une usure marquée. Quant à Arago XIII, il s'agit d'une hémimandibule droite cassée au niveau de la symphyse. Le sommet de l'apophyse coronoïde est absent, la dentition de la première prémolaire à la troisième molaire est préservée.

Ces fossiles présentent une morphologie archaïque mais quelques caractères dérivés néandertaliens sont en place : position reculée du foramen mentonnier et absence de fosse canine (de Lumley 1981).

- Visogliano 2



Figure 34: Visogliano 2, hémimandibule droite en vue occlusale, inférieure et antérieure (échelle 1 cm, photo Mallegni F.).

Le gisement de Visogliano se trouve au nord de l'Italie près de la commune de Duino Aurisina. Il se situe sur une doline vestige d'un ancien système karstique (Karst de Trieste) dans lequel deux zones provenant de l'écroulement d'une grotte se distinguent : l'abri-sous-roche (Locus A) et une brèche cimentée (locus B) à environ 30m de la grotte (fig.2).

Ce site fut découvert en 1974 par un amateur, A. Marcucci qui remarqua la présence d'industrie lithique dans l'abri. Les premières fouilles commencèrent la même année sous la direction de Bartolomei (Bartolomei G. et Tozzi C. 1978).

Les premières datations radiométriques par spectrométrie à rayon gamma non-destructives réalisées sur la mandibule de Vis.2 (locus B) lui ont attribuée un âge de 390 +indet/-229 ka. Une deuxième série de datations par série d'Uranium combinée à une ESR a été réalisée en 2008 sur plusieurs dents d'herbivores appartenant à différents niveaux de la séquence de remplissage (Falguères *et al.* 2008). Les résultats suggèrent que le remplissage de la grotte s'est déposé rapidement entre 500 et 350 ka. Les niveaux d'occupation peuvent être attribués au MIS 13 et 10. L'âge obtenu pour les niveaux inférieurs est compris entre 482 et 356 ka (15-20 % d'erreur), datation en accord avec la datation directe sur Vis. 2. Par ailleurs, une étude sur l'évolution morphométrique des dents de micromammifères des niveaux 45-43 du locus A et du locus B a permis d'insérer la séquence de Visogliano entre celle d'Isernia (600 ka) et Erhingsdorf (230 ka) (Abbazzi *et al.* 2000).

Au total 6 restes humains ont été découverts dans le gisement de Visogliano. Les premiers restes découverts proviennent du locus B : une dent (Vis.1), un fragment de mandibule (Vis.2, Fig.34) et deux fragments de dents. Entre 1992 et 1996, quatre dents ont été mises au jour dans l'abri : une M1 (Vis. 6, niveau 45), une P1 et une P2 (Vis.4 et Vis.5, niveau 44) et une M2 (Vis.3, niveau 42).

Visogliano 2 (Fig. 34) est une hemimandibule droite allant de la deuxième molaire à la paroi médiane de la canine gauche. Une partie de la deuxième prémolaire et les racines de la première molaire sont conservées. Une fracture le long du corps mandibulaire et parallèle au bord alvéolaire a provoqué la perte de la partie basale. Ce fragment de mandibule présente des caractères très archaïques comparables aux *Homo erectus* asiatiques et aux fossiles du Pléistocène moyen européens.

- Payre 15



Figure 35: La mandibule de Payre 15 vue de face (à droite) et en vue latérale droite (à droite) (Verna C. et al., in press).

La mandibule de Payre (Fig. 35) a été découverte en 2010 par M. Moncel dans un abri issu d'une formation karstique fouillé depuis les années 1950 (Combiér 1953).

De nombreuses méthodes radiométriques ont permis de dater la séquence stratigraphique entre les stades isotopiques 8 et le début du 5. La mandibule provient d'un des niveaux les plus anciens, c'est-à-dire de la fin du stade 8/début du stade 7 correspondant à 250 ka B.P (Valladas *et al.* 2008).

Une récente étude de cette mandibule inédite a permis de mettre en évidence une mosaïque de caractères archaïques notamment au niveau de la symphyse qui est très robuste et de morphologie similaire aux spécimens du Pléistocène moyen (SH, Mauer) et de caractères Néandertaliens avec un corps latéral plus gracile. L'attribution de cette mandibule à *Homo heidelbergensis* fait d'elle un des derniers représentants de cette espèce.

## II.2. Néandertals

### II.2.1. Adultes

- Ehringsdorf 6/F



Figure 36: Mandibule Ehringsdorf F en vue occlusale (à droite, échelle 5 cm) et en vue latérale gauche et droite (à gauche) (© J. Kegler & F. Groning / Neanderthal Museum).

Le gisement d'Ehringsdorf est situé dans la vallée de l'Ilm dans la région de Weimar en Allemagne. Il s'agit d'une carrière adjacente à un travertin dans lequel, entre 1908 et 1925, H. Fischer et E. Lindig mirent au jour plus de 30 restes humains ainsi qu'une industrie lithique composée principalement de bifaces, racloirs et pointes (Feustel 1983).

La faune associée à ces restes indique un climat interglaciaire probablement du stade 5e. Les datations radiométriques par U-séries et ESR associées à l'étude de la microfaune évoquent un âge plus ancien de l'ordre de 230 ka (stade 7) (Brunnacker 1983; Grun *et al.* 1988).

Le maxillaire inférieur (Fig. 36) comprend les segments latéraux du corps mandibulaire et la région symphysaire, les branches montantes sont absentes. Sa morphologie montre une mosaïque de caractères, le prognathisme alvéolaire est très prononcé accentuant le profil fuyant de la symphyse et est associé à un *planum alveolare*, cependant le foramen mentonnier est en position reculée comme chez les néandertaliens (MacCurdy 1915b).

- L'Aubésier 11

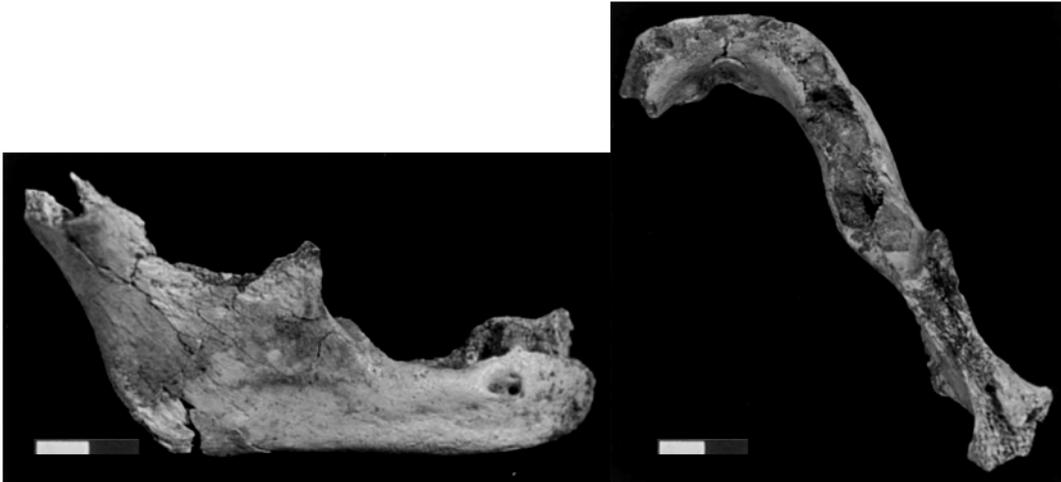


Figure 37 : Mandibule du Bau de l'Aubésier en vue supérieur à droite et latérale droite à gauche (Lebel et al. 2001).

Bau de l'Aubésier est un abri-sous-roche situé dans le Vaucluse dans la commune de Monieux. Les premiers sondages et travaux remontent au début du XXème siècle et font référence à une industrie moustérienne riche et à la découverte d'une dent déciduale (Moulin 1904). Plus récemment, en 2000, les fouilles entreprises dans les niveaux Paléolithique moyen ont permis de mettre au jour une molaire supérieure et un fragment de mandibule (Aubésier 10 et 11) (Trinkaus et Lebel 2001).

La mandibule (Fig. 37) découverte dans le niveau I-2 est associée à une industrie moustérienne laminaire typique et un assemblage faunique permettant d'estimer l'âge des dépôts au Pléistocène moyen tardif (Guérin et Patou-Mathis 1996). Des datations par thermoluminescence des dépôts sus-jacents confirment cette estimation avec un âge moyen compris entre 169 +/- 17 ka et 191 +/- 15 ka (Lebel et al. 2001).

Cette mandibule comprend le corps mandibulaire droit, la symphyse jusqu'au septum C/P3 gauche ainsi que le gonion et une partie du condyle droit. Elle présente une altération pathologique au niveau des alvéoles, avec une résorption osseuse. Sa morphologie est proche de celle des spécimens pré-néandertaliens du Pléistocène moyen tardif avec notamment l'absence de menton, un *planum alveolare* peu marqué, un foramen mentonnier en position reculée (P4/M1) et un espace rétromolaire (Trinkaus et Lebel 2001), la plupart de ses traits font partie des caractères dérivés néandertaliens (Lebel et al. 2001). Ce spécimen apporte des informations sur l'émergence graduelle des caractères dérivés néandertaliens à la fin du Pléistocène moyen et le début du Pléistocène supérieur en Europe (Lebel et al. 2001).

- Tabun I et II



Figure 38: Mandibule Tabun I (à gauche) et Tabun II (à droite) (échelle 1cm) (Stefan et Trinkaus 1998a; Schwartz et Tattersall 2002a).

La grotte de Tabun située sur le flanc ouest du Mont Carmel près de Haïfa en Israël a été fouillée pour la première fois en 1929 par D.A.E. Garrod (Garrod et Bate 1937). Le remplissage de la grotte comprend sept niveaux culturels allant de l'Acheuléen tardif aux périodes historiques, divisés en trois unités géologiques. Les restes humains constitués d'un squelette presque complet Tabun I et d'une mandibule Tabun II proviennent du niveau C bien qu'il soit possible que Tabun I soit une sépulture intrusive du niveau B (Garrod et Bate 1937; Bar-Yosef et Callander 1999; Grün et Stringer 2000). De nombreuses datations radiométriques ont été conduites pour estimer l'âge des niveaux B et C. Des datations ESR récentes indiquent un âge de  $122 \pm 16$  ka (LU) pour le niveau B et  $140 \pm 21$  (LU) pour le niveau C (Grün et Stringer 2000) et d'autre par Thermoluminescence proposent un âge moyen pour le niveau C de  $165 \pm 16$  ka et de  $143 \pm 37$  ka pour le squelette de Tabun I (Mercier et Valladas 2003).

L'assemblage lithique des niveaux C et B est caractéristique du Moustérien Levantin avec une proportion importante de pointes et de lames Levallois dans le niveau B et d'éclats Levallois plus ovoïdes dans le niveau C (Garrod et Bate 1937).

Le squelette de Tabun I est presque complet, certains os sont encore en connexion ce qui pourrait indiquer une inhumation intentionnelle (Garrod et Bate 1937).

L'attribution taxinomique des restes humains de Tabun est encore aujourd'hui discutée (Garrod 1962; Stefan et Trinkaus 1998a; Bar-Yosef et Callander 1999; Coppa *et al.* 2005). La dentition de la

mandibule Tabun II (Fig. 38) est proche des populations du proche Orient et de Krapina, alors qu'elle possède certaines caractéristiques des premiers humains modernes de Qafzeh-Skhul comme la présence d'un *mentum osseum* et la forme de l'incisure mandibulaire inférieure (*Incisura mandibulare anterior*). Néanmoins elle ne possède pas de *tuber symphyseos* et son *planum alveolare* est plus grand et robuste que les autres spécimens du Proche-Orient (Stefan et Trinkaus 1998a).

- BD1 La Chaise-de-Vouthon Abri Bourgeois Delaunay



Figure 39: Mandibule BD1 (échelle 2 cm, Photo Musée des Beaux-arts d'Angoulême, Jean-François Tournepiche).

L'abri Bourgeois-Delaunay fait partie du complexe de grottes et abris de La Chaise de Vouthon dans la vallée de la Tardoire en Charente (France). Ce site révéla la présence de nombreux restes humains contemporains d'un plancher stalagmitique mais sans association faunique ni lithique (Teilhol 2002). Les études palynologiques de ce plancher indiquent une flore typique de l'interglaciaire Riss-Wurm (Débenath 1974). Les datations par thermoluminescence et par déséquilibre des séries d'Uranium attribuent le remplissage de la grotte au stade isotopique 5e, plus précisément entre 146 ka +/- 16 ka BP et 106 ka +/- 10 ka BP (Schvoerer *et al.* 1977; Schwarcz et Debénath 1979; Blackwell *et al.* 1983).

La mandibule est une des pièces les mieux conservées de ce gisement (Fig. 39), malgré quelques fragments osseux manquants au niveau de la symphyse, la forme de l'arcade dentaire a pu être reconstituée grâce au bord alvéolaire encore en place. Sa morphologie présente des traits typiquement néandertaliens notamment un large espace rétromolaire (Debenath 1974).

- Krapina G-57, H-58 et J-59



Figure 40: De gauche à droite en vue latérale gauche (en haut) et occlusale (en bas) les mandibules Krapina 57 (by L. Mjeda), 58 et 59 (échelle 1 cm) (Schwartz et Tattersall 2002b).

Depuis sa découverte en 1899 par Gorjanović-Kramberger, la grotte de Krapina en Croatie a dévoilé près de 874 restes humains et constitue un des gisements ayant livré le plus de restes d'*Homo neanderthalensis* d'Europe (Radovic et al. 1988). Le remplissage de la grotte comprend 9 niveaux d'une épaisseur totale de 11m contenant un assemblage faunique indiquant un climat tempéré. Des datations ESR montrent que le remplissage s'est déposé rapidement il y a 130 ka à la fin du stade isotopique 6/début du stade 5e (Rink et al. 1995). L'industrie lithique est riche et peut-être définie comme Moustérien de type Charentien (Simek 1991; Simek et Smith 1997). Bien qu'une variabilité intra-site soit observable parmi les restes humains de Krapina, leur morphologie ne laisse aucun doute quant à leur attribution taxinomique à l'espèce *Homo neanderthalensis* (Trinkaus 1975; Smith 1976a; Andrews et Stringer 1989; Martinez et Arsuaga 1997).

Krapina G-57 (niveau 6, Fig. 40) comprend le segment latéral droit du corps mandibulaire jusqu'au gonion, la symphyse et une partie du segment latéral gauche jusqu'au trou mentonnier.

Krapina H-58 (niveau 3, Fig. 40) correspond à un corps mandibulaire intégrant la symphyse et les segments latéraux de part et d'autre s'interrompant après la troisième molaire.

Krapina J-59 (niveau 4, Fig. 40) est une mandibule complète.

On retrouve sur ces mandibules une série de caractères typiques néandertaliens comme un espace rétromolaire et un foramen mentonnier en position reculée (Radovic et al. 1988).

- Regourdou



Figure 41: Mandibule Regourdou 1 en vue occlusale (à droite), antérieure et latérale droite (à droite) (échelle 1cm)(Schwartz et Tattersall 2002b).

La grotte de Regourdou localisée près de la commune de Montignac en Dordogne fut fouillée par son propriétaire Roger Constant entre 1954 et 1957. Il y découvrit les restes humains de Regourdou 1 dans des conditions n'ayant pas permis une conservation optimale. Des fouilles successives dans les années 1960 sous la direction entre autres de E. Bonifay permirent d'établir la stratigraphie de remplissage et la position des restes humains (Bonifay 1965; Piveteau 1966). Le contexte archéologique associé a été défini comme Moustérien de type Quina (Bonifay 1964). Aucune datation radiométrique n'a encore été entreprise mais l'analyse chronostratigraphique indique un âge correspondant au début du würm (stade isotopique 4) ou à la deuxième moitié du stade isotopique 5 (Vandermeersch et Trinkaus 1995; Delpech 1996).

La mandibule est presque complète (Fig. 41), seule la branche gauche est manquante. La hauteur du corps mandibulaire est importante et décroît vers la branche. Comme chez la plupart des néandertaliens, la symphyse est verticale, les trous mentonniers sont multiples et situés sous la première molaire. Cependant les dimensions dentaires sont parmi les plus faibles de ce groupe (Maureille *et al.* 2001).

- Shanidar I et IV



Figure 42 : Mandibule Shanidar I en vue latérale gauche et antérieure (à gauche, échelle 1cm). Reconstruction du crâne de Shanidar IV (Trinkaus 1996; Schwartz et Tattersall 2002a).

La grotte de Shanidar située dans les montagnes du Zagros en Iraq a révélé son importance après la découverte de neuf squelettes presque complets entre 1953 et 1960 (Solecki 1963; Trinkaus 1983). Le remplissage de la grotte est composé principalement de niveaux du Paléolithique moyen (niveau D) et supérieur (niveau C). Tous les restes humains proviennent du niveau D : les individus I, II et V de la partie supérieure d'un âge estimé à 60 ka et les individus II, IV, VI, VIII et IX de la partie inférieure d'un âge d'environ 80 ka (Vogel et Waterbolk 1963). L'assemblage lithique du niveau D comprend essentiellement des industries moustériennes avec une forte proportion de pointes et de racloirs (Solecki et Solecki 1993).

La mandibule Shanidar I (Fig. 42) a été complètement restaurée, elle est complète, seules les extrémités des processus coronoïdes sont absentes. D'une manière générale, les dimensions sont assez importantes mais le corps mandibulaire est plutôt gracile. Au niveau de la symphyse on n'observe pas de relief important, à part au niveau des racines des dents. Les forams mentonniers sont larges et situés sous les M1 et l'espace rétromolaire est vaste. L'usure dentaire indique que l'individu était d'un âge avancé, rare chez les néandertaliens (Trinkaus 1983).

Shanidar IV (Fig. 42) correspond à un individu de sexe masculin âgé entre 40 et 50 ans (Trinkaus 1996). La mandibule comprend les corps mandibulaires et les branches ainsi qu'une partie du processus condyloïde droit. La hauteur du corps est réduite à cause d'une résorption alvéolaire et de phénomènes taphonomiques. La reconstruction cranio-faciale a permis de mettre en évidence une mosaïque de caractères : un os frontal plat que l'on retrouve chez les individus de Shanidar (I et V), une région supraorbitale projetée caractéristique des néandertaliens « classiques » et un

prognathisme facial , caractère archaïque partagé avec les humains du Pléistocène moyen et du dernier interglaciaire (Trinkaus 1996).

- Banyoles

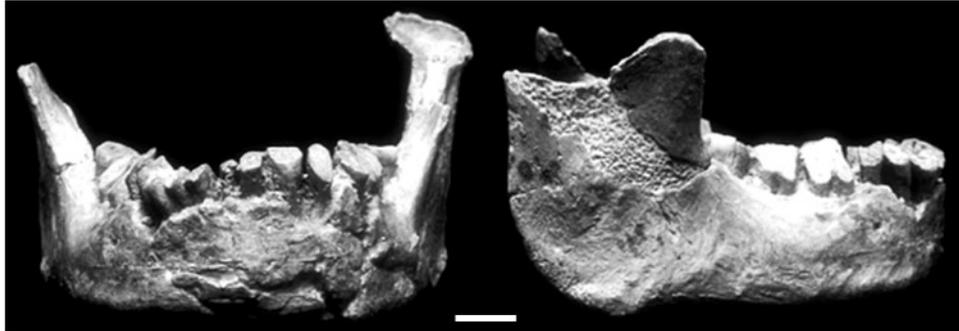


Figure 43: Mandibule de Banyoles en vue antérieure (à gauche) et latérale droite (à droite) (échelle 1 cm, (Grün et al. 2006).

Cette mandibule (Fig. 43) fut découverte en 1887 dans un travertin durant des travaux d'extraction près de la ville de Banyoles en Catalogne (Alsus 1915).

Son attribution taxinomique est très controversée, elle a d'abord été considérée comme néandertalienne classique (Hernandez-Pacheco et Obermaier 1915; MacCurdy 1915a; Sergi 1917-18) mais l'absence de caractères dérivés Néandertaliens comme un espace rétromolaire et une position reculée du foramen mentonnier tend à faire penser qu'il s'agit d'un *Homo heidelbergensis* (Bonarelli 1916; de Lumley 1971-72; Turbon 1987; Roth 1989; Roth et Simon 1993). Les premières datations réalisées sur le travertin encore présent sur la mandibule ont estimé l'âge à 17.6 +/- 1 ka 45 ka +/- 4 ka qui n'est pas en accord avec l'attribution taxinomique (Berger et Libby 1966). Plusieurs datations successives sur les travertins des carrières environnantes ont permis d'établir un âge compris entre 140 ka et 50 ka (Yokoyama et al. 1987; Julià et Bischoff 1991). Des datations récentes par ESR et séries d'Uranium sur un fragment d'émail provenant de la mandibule ont estimé l'âge de ce spécimen à 66 ka +/- 7 ka (Grün et al. 2006).

- La Quina H9



Figure 44: Mandibule La Quina H9 en vue latérale gauche (à gauche) (Verna 2006). Croquis de la vue inférieure et occlusale (Martin 1926b).

Cette mandibule (Fig. 44) fut découverte en 1912 par Henri-Martin dans l'abri sous roche La Quina Haute près de Villebois-Levalette (France) (Martin 1912, 1913). La stratigraphie exacte de La Quina Haute est incertaine mais la plupart des restes humains sont associés à une industrie moustérienne de type « La Quina » (Debénath 1974; Bourignon 1997). Cette caractéristique combinée à l'assemblage faunique permet d'estimer l'âge du site au stade isotopique 4 à environ 65 ka (Mellars 1996).

La Quina H9 correspond à une hémimandibule gauche fracturée au niveau de la symphyse et comprenant une grande partie du ramus ainsi que les cinq dents jugales.

Les dimensions générales de cette mandibule rentrent dans la variabilité des néandertaliens. La morphologie présente des aspects archaïques au niveau de la face interne de la symphyse et sur la face inférieure (orientation des fosses digastriques) (Martin 1926a; Stefan et Trinkaus 1998b). Cependant la position du foramen mentonnier et l'absence d'espace rétromolaire ne correspondent pas aux caractères les plus fréquemment observés chez les néandertaliens (Verna 2006).

- Kebara 2



Figure 45: Squelette Kebara 2 (à gauche, Johanson, Edgar, Brill 2000). Mandibule de Kebara 2 à droite (échelle 1cm) (Schwartz et Tattersall 2002a).

Le site de Mughareh el-Kebara est une grotte karstique située sur le flanc ouest du Mont Carmel (Israël) qui fait partie des nombreux sites Levantins ayant contribué à l'étude de l'origine des hommes modernes et leurs relations avec les hommes de Neandertal. De nombreux restes humains attribués à l'espèce *Homo neanderthalensis* y ont été découverts associés à un assemblage lithique Levalloiso-Moustérien similaire aux industries du Paléolithique moyen européen (Garrod et Bate 1937; Bar-Yosef *et al.* 1992). Une des découvertes les plus importantes fut celle d'un squelette (KHM 2, Fig. 45) presque complet d'un adulte néandertalien, les membres inférieurs et le crâne sont manquants. Les datations par Thermoluminescence et ESR attribuent cette sépulture potentielle à un âge compris entre 64 ka et 59 ka (Valladas *et al.* 1987; Schwarcz *et al.* 1989; Valladas et Valladas 1991).

La mandibule KHM 2 (Fig. 45) présente une combinaison de dimensions robustes et graciles (Tillier *et al.* 1989) mais plusieurs caractères néandertaliens se retrouvent notamment au niveau de la mandibule (foramen mentonnier en dessous de la première molaire, espace rétromolaire), des membres supérieurs et du pelvis. D'une manière générale, Kebara 2 présente plus d'affinités avec le groupe néandertalien Amud, Shanidar et Tabun (multiplication des foramens mentonniers, présence de ponts mylohyoïdiens) qu'avec les premiers *Homo sapiens* Skhul-Qafzeh (Tillier *et al.* 1989). De plus, Kebara 2 présente des caractères archaïques tels qu'une épaisseur importante de la symphyse qui est dépourvue de menton et la présence d'un *planum*

*alveolare* qui lui confèrent une robustesse générale importante (Arensburg *et al.* 1985; Tillier *et al.* 1989; Rak 1991; Arensburg et Belfer-Cohen 1998).

- Spy I



Figure 46: Mandibule Spy I en vue antérieure et latérale gauche (à gauche) et occlusale (à droite) (Echelle 1 cm) (Schwartz et Tattersall 2002b).

Cette grotte située près de la commune de Spy dans la province de Namur fut explorée et fouillée au XIX<sup>ème</sup> siècle, mais c'est en 1886, dans les niveaux inférieurs des dépôts à l'entrée que M. de Puydt et M. Lohest découvrirent des restes humains associés à des fragments d'os animal (Fraipont et Lohest 1886). Les premières descriptions de ces restes attestent de la présence de deux squelettes partiels correspondant à deux individus ainsi que deux dents et un tibia d'individu juvénile. Les industries lithiques associées à ces restes humains sont principalement composées de pointes moustériennes (Fraipont et Lohest 1886). La position stratigraphique de ces niveaux et leur contenu faunique indiquent une période froide probablement au début du dernier maximum glaciaire (Zeuner 1940). Entre 2004 et 2006, plusieurs projets de réexamen du matériel faunique des différentes campagnes de fouilles de Spy a permis de mettre au jour plus de 2000 restes humains dont 24 fragments osseux néandertaliens (Rougier *et al.* 2004; Semal *et al.* 2009; Crevecoeur *et al.* 2010). Certains de ces fragments peuvent être associés à l'individu de Spy I. Une datation directe sur les restes de Spy 1 par C14 a estimé l'âge à 36 ka (Semal *et al.* 2009) .

La mandibule de Spy I (Fig. 46) est presque complète, les seize dents sont encore en place, seuls les processus condyloïdes et les apophyses des coronoïdes sont absents.

La morphologie particulière de cette mandibule indique qu'il s'agit d'un néandertalien « classique » ayant acquis la plupart des autapomorphies comme entre autres une zone alvéolaire

projetée indice d'un prognathisme alvéolaire, des foramen mentonnier sous la M1 et un vaste espace rétromolaire (Thoma 1975).

- Hortus IV

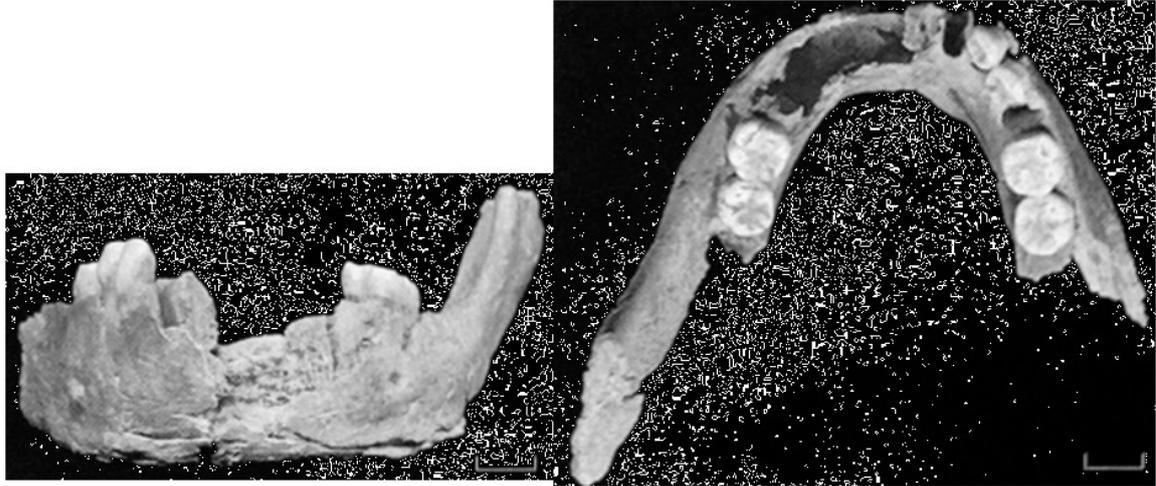


Figure 47: Mandibule Hortus IV en vue antérieure (à droite) et occlusale (à gauche) (échelle 1 cm) (Schwartz et Tattersall 2002b).

La grotte de l'Hortus fait partie d'un grand réseau karstique près de Montpellier dans le Languedoc. Les fouilles qui se sont déroulées entre 1960 et 1964 sous la direction d'Henry de Lumley ont permis d'identifier un remplissage quaternaire composé de dépôts du Wurm I, II et Haut-Moyen Age. Les dépôts du Wurmien II dans lesquels gisaient la plupart des restes néandertaliens contiennent un assemblage lithique riche en industrie moustérienne typique à faciès de l'Hortus (de Lumley 1972a).

La mandibule Hortus IV (Fig. 47) découverte en 1963 appartient à un individu adulte et fait partie des derniers néandertaliens de ce site, son corps est presque complet mais la symphyse est mal conservée et la branche montante droite est manquante. Les caractères morphologiques pouvant être observés entrent dans la variabilité des néandertaliens classiques avec cependant une dimension dentaire et une épaisseur osseuse réduites par rapport aux néandertaliens typiques d'Europe Occidentale (de Lumley 1972c).

- Amud 1

La grotte Amud située au bord du rift de la mer Morte (Israël) a été pour la première fois fouillée dans les années 1960 (Suzuki et Takai 1970). Deux unités stratigraphiques y ont été identifiées dont une (unité B) contenant plusieurs niveaux à industries et faunes du Paléolithique moyen (Valladas *et al.* 1999). Les restes humains proviennent du sommet de l'unité B (niveau B1) contenant une industrie typique du Moustérien Levantin (Hovers 1998). Des datations par thermoluminescence et ESR ont évalué l'âge de ces niveaux à 50-60 ka (Bar-Yosef 1998; Valladas *et al.* 1999).

La mandibule est complète et possède des traits néandertaliens (foramen mentonnier sous la M1, vaste espace rétromolaire) mais aussi certaines synapomorphies des hommes du Paléolithique supérieur (torus supra-orbitaire et dents réduits) (Suzuki et Takai 1970; Trinkaus 1984).

- Arcy sur Cure

La grotte de l'Hyène découverte en 1889 et fouillée à partir de 1949 par A. Leroi-Gourhan, fait partie du complexe de grottes d'Arcy-sur-Cure dans l'Yonne. En 1951, dans la couche 20 correspondant à la base du niveau le plus ancien de la série moustérienne, une mandibule et un maxillaire supérieur ont été découverts (Leroi-Gourhan 1961). Aucune datation radiométrique n'a été pratiquée dans les niveaux de la grotte de l'Hyène mais l'assemblage faunique et l'industrie lithique indiquent qu'il s'agit d'un moustérien moyen et final correspondant au Wurm moyen (Leroi-Gourhan 1964). La mandibule Arcy II présente une mosaïque de caractères avec notamment une robustesse importante du corps mandibulaire proportionnellement similaire à la mandibule de Mauer, néanmoins ces dents possèdent des affinités avec les néandertaliens dans leurs formes et leurs dimensions. Enfin, sur la symphyse, une structure mentonnière est visible comme chez les hommes modernes (Leroi-Gourhan 1958).

- Vindija 206

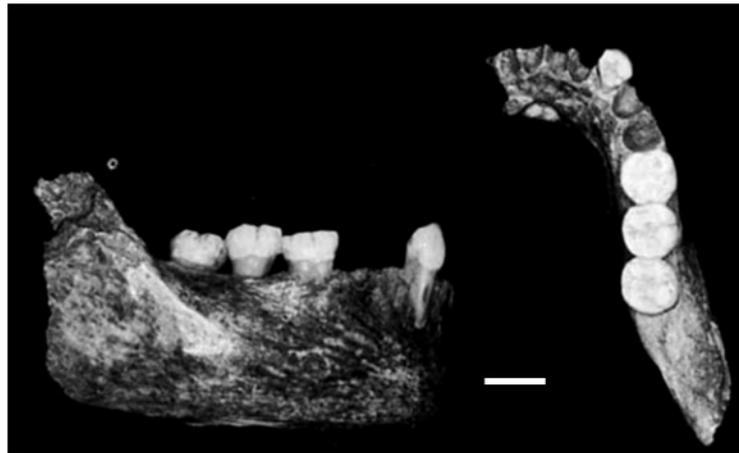


Figure 48: Mandibule Vindija 206 (échelle 1cm, (Wolpoff et al. 1981).

Cette grotte karstique située près de Donja Voca au Nord-est de la Croatie fait partie des nombreux sites du Paléolithique moyen et supérieur de la région de Hrvatsko Zagorje. L'importance archéologique de la grotte fut relevée en 1928 par S. Vukovic qui y découvrit de l'industrie lithique associée à de la faune. Vukovic puis Malez entreprirent des fouilles jusqu'en 1986 qui livrèrent une grande quantité de matériel archéologique et paléontologique (Karavanic 1995).

Les restes humains découverts dans cette grotte sont attribués à trois niveaux stratigraphiques. Les plus récents datés à moins de 27 ka BP appartiennent au niveau D et possèdent les caractéristiques des humains modernes. Le niveau G1 daté par AMS à 33 +/- 0,4 ka BP est important de par l'association de restes humains attribués à *Homo neanderthalensis* avec une industrie lithique ayant des caractéristiques typologiques du Paléolithique moyen (Moustérien) mais aussi supérieur (Aurignacien) (Karavanic 1995). Ceci fait de ce site un des rares exemples d'association Neandertal et technologie du Paléolithique supérieur (comme Saint Césaire) (Lévêque et Vandermeersch 1980; Karavanic 1995).

Enfin le dernier niveau G3 d'où provient la mandibule Vi 206, daté approximativement entre 40 et 59 ka BP (Valoch 1968) contient une industrie moustérienne tardive.

Ce fragment mandibulaire (Fig. 48) s'étend de l'alvéole de la canine gauche au milieu de la branche montante gauche. Sa morphologie est proche de celle des néandertaliens de l'Europe de l'ouest. La symphyse est verticale avec une légère proéminence mentonnière. Le trou mentonnier est situé sous la M1 et un espace de quelques millimètres sépare le bord antérieur de la branche et le bord distal de la M3 (espace rétromolaire) (Wolpoff et al. 1981).

- La Ferrassie 1

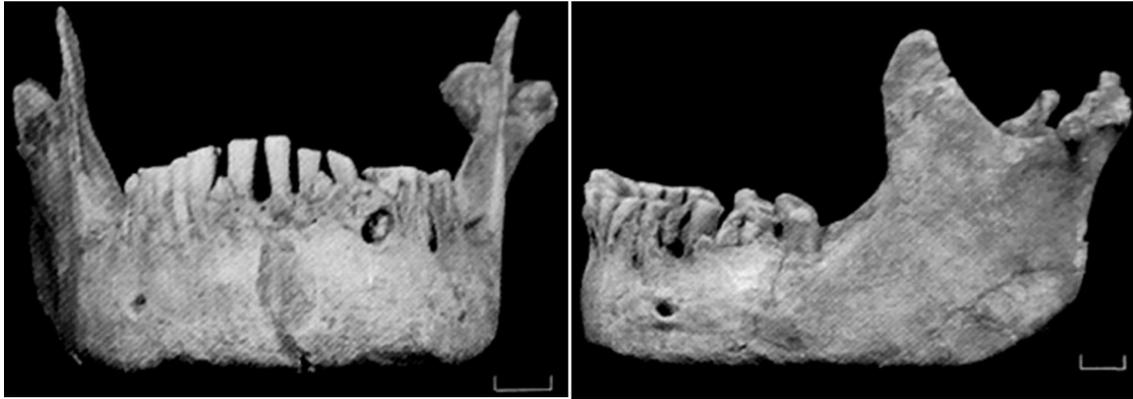


Figure 49: Mandibule La Ferrassie 1 en vue antérieure (à gauche) et latérale gauche (à droite) (échelle 1 cm) (Schwartz et Tattersall 2002b).

Le squelette de la Ferrassie 1 fut découvert en 1909 lors d'une campagne de fouille dirigée par D. Peyrony et L. Capitan (Capitan et Peyrony 1909; Peyrony 1934). Cet abri sous roche contient plusieurs niveaux d'occupation allant de l'Acheuléen au Gravettien, les restes humains proviennent du niveau Moustérien de type Ferrassie (variante du Moustérien Charentien) et représentent un complexe de sépultures (Heim 1968; Geneste *et al.* 1997). L'association d'une faune typique du dernier maximum glaciaire avec l'industrie lithique indique un âge de 70 ka (Peyrony 1934). D'autre part les datations ESR sur des dents de bovidés provenant du niveau Moustérien donnent un âge compris entre 55 +/- 2 ka et 61 +/- 5 ka (Blackwell *et al.* 2007).

La mandibule est complète (Fig. 49) et présente toutes les caractéristiques des néandertaliens classiques (espace rétromolaire vaste, position reculée du foramen mentonnier, symphyse verticale) (Heim 1976, 1982b).

- La Chapelle-aux-Saints



Figure 50: Mandibule de la Chapelle-aux-Saints en vue occlusale (à gauche) et latérale gauche (à droite) (échelle 1cm, (Goudot 1999).

La mandibule de la Chapelle-aux-Saints (Fig. 50) découverte en 1908 en Corrèze appartenant à un homme âgé de 50-55 ans a été retrouvée en connexion avec un crâne et un squelette mis en position fléchie inhumé probablement intentionnellement (Boule 1908; Bouyssonie *et al.* 1908). Les sédiments recouvrant le squelette contiennent des industries lithiques moustériennes Charentiennes à variante La Quina et un assemblage faunique suggérant une période correspondant au dernier maximum glaciaire, probablement Wurm II (Bouyssonie *et al.* 1908; Raynal et Pautrat 1990). Des datations ESR ont confirmé cette hypothèse en estimant un âge autour de 56 +/- 4 et 47 +/- 3 ka (Raynal 1990; Grun et Stringer 1991).

La mandibule est presque complète mais présente des pathologies comme le reste du squelette, notamment une résorption de l'os au niveau des alvéoles des molaires perdues *antemortem* (Boule 1911). Malgré les déformations pathologiques qui altèrent la morphologie générale de la mandibule, elle reste archaïque et rentrerait dans la variabilité des néandertaliens (Tappen 1985; Goudot 1999).

- Saint Césaire

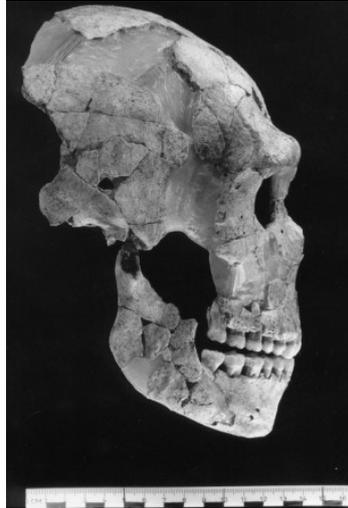


Figure 51: Crâne de Saint Césaire (photo de B. Vandermeersch).

Le crâne de Saint-Césaire (Fig. 51) fut découvert en 1979 durant les fouilles conduites par F. Lévêque dans un abri-sous-roche en Charente-Maritime (Lévêque et Vandermeersch 1980). Le remplissage de la grotte est composé de 17 niveaux stratigraphiques allant du Moustérien à l'Aurignacien. Ce crâne semblant avoir été déposé intentionnellement dans une petite fosse, provient du niveau Châtelperronien daté par thermoluminescence à 36,5 +/- 2,7 ka (Mercier *et al.* 1991; Soressi 2011). Ce niveau est riche en industries lithiques, osseuses et en dents perforées (Lévêque et Vandermeersch 1980).

L'attribution du crâne de Saint-Césaire à l'espèce *Homo neanderthalensis* est établie à partir de sa morphologie présentant des traits néandertaliens classiques (espace rétromolaire, position reculée du foramen mentonnier) (Lévêque et Vandermeersch 1980).

- Zaffaraya



Figure 52: La mandibule de Zaffaraya (échelle 2cm, (Barroso Ruiz *et al.* 2006).

Cette cavité karstique située dans la province de Malaga (Espagne) s'ouvre sur le flanc sud de la Sierra de Alhama à 1100 m d'altitude. Les fouilles conduites en 1980-1983 et 1990-1995 par C. Barroso-Ruiz, P. Medina Lara et J.J. Hublin permirent d'identifier un remplissage composé de 5 couches principales (A-E) dont une, la D, révéla la présence de restes humains. L'assemblage lithique associé à ces restes humains est de type Moustérien typique à débitage Levallois (Barroso Ruiz et De Lumley 2006).

Les datations par U/Th sur une dent d'ibex du niveau D ont initialement donné un âge de 33.4 +/- 2 ka, mais de récentes datations estiment l'âge des niveaux moustériens entre 42 et 34 ka, ce qui implique une persistance des néandertaliens et leur culture moustérienne sur la péninsule ibérique au-delà de 35 ka (Hublin *et al.* 1995; Michel *et al.* 2011; Michel *et al.* 2013).

La mandibule complète est exceptionnellement bien conservée (Fig. 52). Sa morphologie est typiquement néandertalienne avec un espace rétromolaire distinct, des foramens mentonniers sous la M1, et une expansion latérale des condyles (Barroso Ruiz *et al.* 2006).

- Ochoz



Figure 53: Mandibule d'Ochoz (échelle 1cm) (Schwartz et Tattersall 2002b).

Ce fragment mandibulaire provient de la grotte de Svedove Stolu située près du village d'Ochoz en République Tchèque (Fig. 53). Découverte en 1905 par K. Kubasek dans un niveau stratigraphique correspondant au dernier interglaciaire, elle est associée à une industrie moustérienne typique de l'Europe de l'Est (Klima 1962).

Le fragment comprend tout le corps mandibulaire mais le bord inférieur est manquant et les racines des dents antérieures sont exposées. D'une manière générale, la morphologie est archaïque avec une région symphysaire plate et large, la présence probable d'un espace rétromolaire et une position reculée du foramen mentonnier (sous P4-M1).

II.2.2. Enfants

- Ehringsdorf G1/7-8



Figure 54: Mandibule Ehringsdorf G1 en vue occlusale à gauche, latérale gauche et antérieure à droite (© J. Kessler & F. Gröning / Neanderthal Museum).

Cette mandibule trouvée dans le même contexte stratigraphique qu'Ehringsdorf 6 est très fragmentaire (Fig. 54), toute la partie droite est manquante ainsi que le *ramus mandibulae* et une partie du corps gauche. Les incisives et canines permanentes sont complètement sorties, la première prémolaire est en train de sortir, les premières molaires sont absentes et la deuxième molaire gauche est tout juste sortie, quant à la troisième molaire, elle est visible dans son alvéole. Cette denture permet d'inclure cette mandibule dans le groupe de stade dentaire 5 (Shea 1981). Bien qu'assez mal conservée, les dimensions générales et la présence de certains traits néandertaliens comme un profil vertical de la symphyse, un segment latéral bas et une épaisseur importante au niveau de la symphyse la rapproche du groupe des néandertaliens (Schwartz et Tattersall 2002b).

- La Chaise 13 et Suard 37

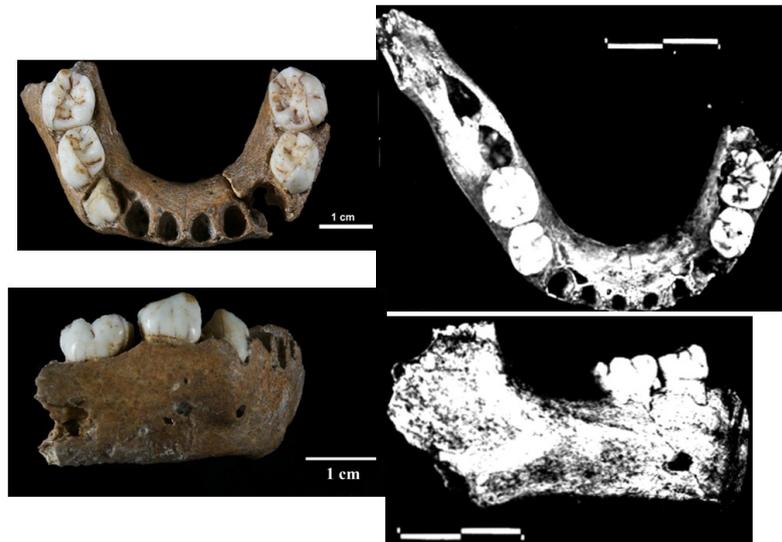


Figure 55: Mandibules Suard 37 à gauche (Arnaud Mazurier, 2004) et La Chaise 13 à droite (Tillier et Genet-Varcin 1980).

L'abri Suard fait partie du complexe de grottes et abris de La Chaise de Vouthon dans la vallée de la Tardoire en Charente (France). Les restes humains de ce gisement, attribuables à au moins 7 individus, ont été découverts durant les fouilles de P. David dans les années 1950 et A. Débenath dans les années 1970 (David et Bordes 1950; Debénath 1967, 1968, 1969).

Ils proviennent des éboulis reposant sur un plancher stalagmitique, des études palynologiques ont permis de dater cette formation au Riss III (Debenath 1974). Des datations par thermoluminescence et par déséquilibre des séries d'Uranium estiment que le remplissage de la grotte est compris entre 185 ka +/- 30 ka BP et 101 ka +/- 7 ka BP, à la fin du stade isotopique 6 (Schvoerer *et al.* 1977; Schwarcz et Debénath 1979; Blackwell *et al.* 1983).

La mandibule S13 est constituée du corps mandibulaire droit, de la région symphysaire et de la partie basale de la branche montante droite (Fig. 55). Les incisives et les canines déciduales sont absentes et les molaires déciduales ainsi que le germe de la première molaire permanente sont en place. L'âge de cette mandibule estimé à partir de la séquence d'éruption et de l'usure dentaire attribue un âge de 4-5 ans, soit un stade 2 (Tillier et Genet-Varcin 1980; Shea 1981).

Suard 37 comprend la symphyse et les corps mandibulaire jusqu'au bord distal des deuxièmes molaires déciduales encore en place (Fig. 55). Les premières molaires déciduales sont sorties et la canine permanente droite est en cours d'éruption. Son âge est comparable à celui de la mandibule S13 (Teilhol 2001).

Les dimensions générales et les caractères morphologiques de ces spécimens sont comparables aux enfants néandertaliens du même âge (Gibraltar II et Combe-Grenal) (Tillier et Genet-Varcin 1980).

- Krapina C-53, D-54 et E-55

Krapina C-53 (niveau 7) est une hémimandibule appartenant à un enfant de 10-11 ans. Elle est composée du corps mandibulaire droit fracturé au niveau du condyle et à l'arrière de la branche montante et s'étendant jusqu'à l'alvéole de la troisième prémolaire gauche. Au niveau de la dentition la deuxième molaire déciduale droite est encore en place, la première et deuxième molaire droite ainsi que la deuxième incisive gauche sont sorties, le germe de la troisième molaire est visible dans son alvéole (Radovic *et al.* 1988).

Krapina D-54 (niveau 4) est une mandibule de jeune adulte (14-16 ans) comprenant la symphyse et une partie du corps mandibulaire gauche jusqu'à la deuxième molaire permanente. La dentition est complète et permanente de la deuxième incisive gauche à la deuxième molaire gauche (Radovic *et al.* 1988).

Krapina E-55 (niveau 5) correspond à un jeune adulte d'environ 14-16 ans. Cette mandibule est représentée par une symphyse et un corps mandibulaire gauche s'étendant jusqu'à l'alvéole de la troisième molaire. La dentition permanente de la I1 droite à la M2 gauche est complète et en place (Radovic *et al.* 1988).

- Montgaudier

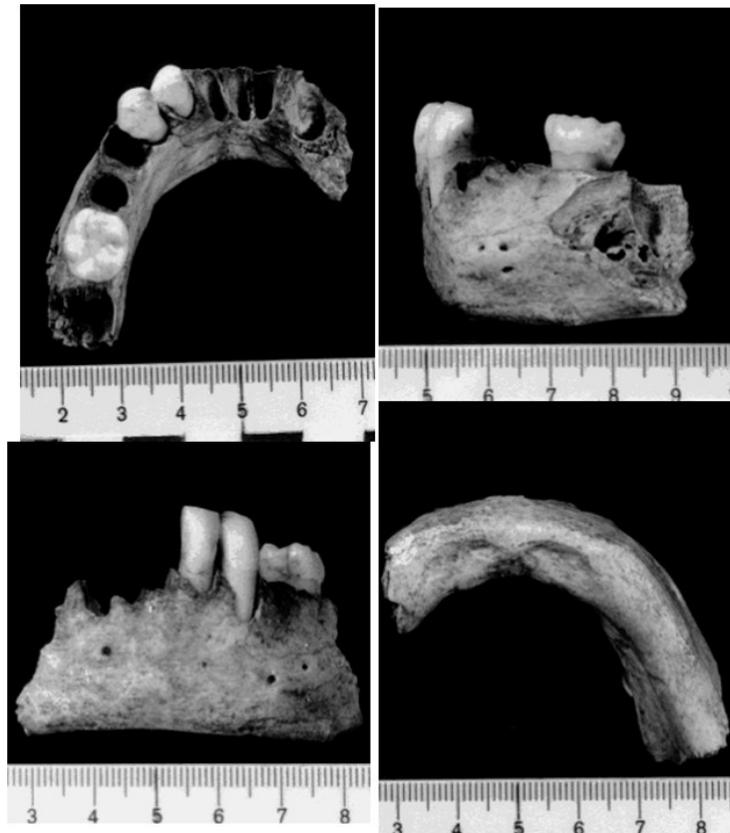


Figure 56: Mandibule de Montgaudier en vue occlusale et antérieure (à gauche), latérale et inférieure (à droite) (Mann et Vandermeersch 1997).

La grotte de Montgaudier est située près de la ville de Montbron sur la rive gauche de la Tardoire et fait partie des nombreux sites Paléolithique de cette région. Plusieurs campagnes de fouilles se sont succédées depuis sa découverte au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle. C'est en 1974 que L. Duport mis au jour une mandibule humaine incomplète associée à une industrie qu'il qualifia de pré-moustérienne dans les niveaux les plus anciens de ce gisement attribués à l'interglaciaire Riss/Würm ou au Riss III (Duport 1974; Marquet 1987, 1989). Cette mandibule serait alors proche chronologiquement des restes humains de Krapina datées à 130 ka (Mann et Vandermeersch 1997).

Ce spécimen est bien conservé et comprend la symphyse, le segment latéral gauche du corps mandibulaire jusqu'à l'alvéole de la M2 et le segment latéral droit jusqu'à la P3 (Fig. 56). Les dents semblent être toutes sorties mais seule la deuxième incisive gauche, la canine gauche et la M1 gauche sont encore en place. Ces dents ne présentent pas d'usure ce qui indique qu'il s'agit d'un individu juvénile d'un âge estimé à 12,5 – 14,5 ans (Mann et Vandermeersch 1997).

Les dimensions générales de la mandibule sont plutôt petites par rapport aux néandertaliens du même âge voir même plus jeune et rentrent dans la variabilité des humains modernes (Mann et Vandermeersch 1997). Cependant sa morphologie est proche des néandertaliens juvéniles, on retrouve un profil de symphyse vertical voir légèrement fuyant et plusieurs forams mentonniers. Au niveau de la dentition, les radiographies montrent que la molaire est taurodonte et le décompte des périkymaties sur l'incisive rentrent dans la variabilité des autres néandertaliens européens (Mann et Vandermeersch 1997).

- Roc de Marsal



Figure 57: Mandibule Roc de Marsal 1 en vue oblique à gauche et inférieure à droite (échelle 1cm, Musée National de Préhistoire, Les Eyzies) (Tattersall et Schwartz 1999).

L'Enfant de Roc de Marsal fut découvert en 1961 par J. Lafille dans une petite grotte près du village de Campagne-de-Bugue en Dordogne. F. Bordes et H. Movius furent contactés et isolèrent le bloc dans lequel gisaient les restes humains pour l'apporter à l'Institut de Paléontologie

humains où il fut dégagé par J. Piveteau. Les premiers résultats indiquèrent qu'il s'agissait indiscutablement d'une sépulture d'un enfant de deux-trois ans (Bordes et Lafille 1962). Cette hypothèse fut démentie par une reprise des fouilles en 2004. L'étude du contexte stratigraphique indique que l'enfant a été déposé dans une fosse naturelle. De plus la position dans laquelle gisait l'individu, sur le ventre avec les jambes légèrement repliées vers l'arrière, ne reflète aucun traitement spécial (Sandgathe *et al.* 2011).

Le remplissage de la grotte indique une succession d'occupation du Paléolithique moyen, supérieur et du Moyen-âge. L'enfant de Roc de Marsal appartiendrait à une culture moustérienne typique sous-jacente aux niveaux moustériens de type Quina (Sandgathe *et al.* 2011). De récentes datations attribuent ce niveau au MIS 4 entre 60 et 70 ka (Guérin *et al.* 2012).

La mandibule est très bien conservée, certaines parties sont toutefois manquantes notamment au niveau de la branche montante gauche qui ne présente ni le processus condyloïde ni la partie supérieur du processus coronoïde (Fig. 57). La dentition déciduale est complète et en place, les germes des premières molaires sont visibles dans leur alvéole. En comparaison avec les caractéristiques dentaire et squelettiques des humains modernes, l'âge à la mort de l'enfant de Roc de Marsal serait entre 2,5 et 4 ans (Madre-Dupouy 1991; Skinner 1997; Granat et Heim 2003). La morphologie de cette mandibule présente des caractéristiques retrouvées chez les enfants néandertaliens comme un corps mandibulaire bas avec des indices de robustesse croissants de l'avant vers l'arrière et la présence d'une ébauche de *tuber symphyseos*. L'arcade dentaire est plus large que chez la plupart des enfants modernes (Madre-Dupouy 1991)

- Petit Puymoyen



Figure 58: Mandibule de Petit-Puymoyen (PPm1) en vue occlusale (haut), latérale gauche (en bas à gauche) et antérieure (en bas à droite). (échelle 1 cm) (Quam *et al.* 2011).

Le site du Petit-Puymoyen situé en Charente contient plusieurs niveaux moustériens renfermant des restes attribués à six individus néandertaliens. Une partie de ces restes provient des fouilles dirigées par A. Favraud en 1907 et les autres de la révision du matériel faunique par O. Boeuf (Favraud 1908; Boeuf 1969).

L'industrie lithique est caractérisée comme intermédiaire entre le Moustérien de type Quina et le Moustérien de type La Ferrassie correspondant à une phase tardive voir terminale (Duport et Vandermeersch 1962). La faune est composée principalement de renne indiquant un climat froid, cependant une datation plus précise n'a pas été encore établie (Boeuf 1969).

Le fragment de mandibule Petit-Puymoyen 1 comprend la symphyse ainsi que le corps mandibulaire gauche jusqu'à l'alvéole de la troisième molaire indiquant qu'elle était encore en formation. Les deux prémolaires ainsi que les deux premières molaires sont encore en place. Le degré de calcification dentaire et les autres indices donnés par les dents suggèrent qu'il s'agit d'un adolescent de 9-14 ans, selon la méthode de Granat : 14 et 4 mois (Granat et Heim 2003; Quam *et al.* 2011).

La morphologie de la mandibule présente une combinaison de caractères archaïques (Fig. 58), dérivés néandertaliens et d'autres retrouvés généralement chez les *H. sapiens* (Quam *et al.* 2011). La région symphysaire est verticale de profil mais présente une structure mentonnaire développée pour un néandertalien mais ne correspondant pas un vrai menton mais plutôt quelques éléments présents individuellement et faiblement exprimés. La partie interne de la symphyse est clairement archaïque de part la présence de torus transverses modérés. Le foramen mentonnier est situé sous la P4 mais dans la moitié basse du corps mandibulaire condition semblant être dérivée des néandertaliens (Daura *et al.* 2005).

- Dederiyeh 1

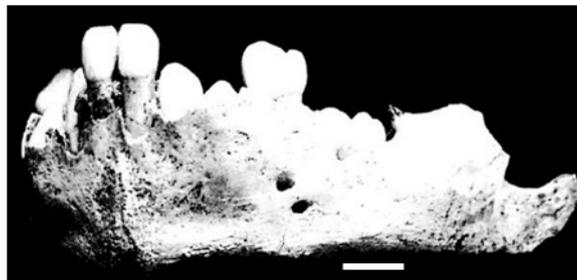


Figure 59: Mandibule de Dederiyeh (échelle 1cm, (Akazawa *et al.* 1995).

La Grotte de Dederiyeh dans la vallée de l'Afrin en Syrie constitue un des sites les plus importants pour la compréhension de la succession des peuplements dans la région Levantine. Située au carrefour des migrations humaines venant d'Afrique, elle recèle les restes de deux populations :

*Homo sapiens* (entre 120 ka et 90 ka) et *Homo neanderthalensis* (entre 90 ka et 48 ka) (Akazawa et Muhesen 2004).

En 1993, un squelette d'enfant exceptionnellement bien conservé fut mis au jour dans une formation moustérienne (Akazawa et al. 1995). Cet individu gisait en position anatomique et était associé à de l'industrie moustérienne de type Tabun B à prédominance de débitage Levallois (Akazawa et al. 1998). Son âge a pu être estimé à partir de la séquence d'éruption dentaire confrontée à celle des enfants modernes. Sur la base du développement dentaire, l'âge à la mort de Dederiyeh a été estimé à 2 ans (Dodo et al. 1998), confirmé par l'étude des striations de l'émail sur la première molaire (Sasaki et al. 1995).

La mandibule de Dederiyeh présente des traits typiques néandertaliens bien qu'un léger *trigone mentale* soit observable (Fig. 59). Le profil de la symphyse est fuyant, on observe la présence d'une *incisura submentalis* ainsi que des tubercules marginaux antérieurs (*tuberculus marginalis anterior*) et deux foramens mentonniers de chaque côté (Dodo et al. 1998). La comparaison du reste du squelette avec des enfants européens du même âge tel que Pech de l'Azé, permet d'affirmer que la morphologie de Dederiyeh, enfant du Paléolithique moyen Levantin se rapproche de celle des enfants néandertaliens Européens (Dodo et al. 1998).

- Teshik Tash



Figure 60: Mandibule Teshik Tash 1 en vue occlusale à gauche, latérale droite et antérieure à droite (échelle 1cm)(Schwartz et Tattersall 2002a).

L'enfant de Teshik Tash découvert en Ouzbékistan en 1938 a permis d'étendre la distribution géographique des néandertaliens jusqu'à l'Asie Centrale. Associé à de l'industrie du Paléolithique

moyen, ce spécimen a permis de corréliser tous les sites à industries similaires de type moustérienne de l'Asie centrale à ce groupe humain (Glantz *et al.* 2009).

Movius (1953) a proposé une datation à partir de l'association faunique comprise entre 57 et 24 ka, aucune datation radiométrique n'a confirmé ou infirmé cette hypothèse (Movius 1953).

Cet individu est représenté par un crâne presque complet, reconstruit à partir de 150 fragments, d'une mandibule et de quelques éléments postcrâniens.

La mandibule est complète bien que l'os au niveau de la région symphysaire soit mal conservé (Fig. 60). Les incisives permanentes et les premières molaires sont sorties alors que les canines et molaires déciduales sont encore en place. Le germe de la deuxième molaire permanente est visible dans son alvéole. Cette denture et les éléments crâniens indiquent qu'il s'agirait d'un enfant de stade 4 (Shea 1981) ou d'environ 7 ans (Granat et Heim 2003).

La morphologie de l'enfant de Teshik Tash est en mosaïque avec des aspects modernes au niveau de la face et des aspects néandertaliens au niveau du neurocrâne (Minugh-Purvis et Lewandowski 1994). La présence d'une combinaison spécifique de caractères au niveau du crâne comme une forme « en bombe », une fosse suprainiaque, un long et grand *foramen magnum*, l'absence d'une éminence mentonnière et d'une fosse canine le distinguent clairement des hommes modernes (Glantz *et al.* 2009). Certains auteurs attribuent cette combinaison de caractères aux individus néandertaliens juvéniles (Rak *et al.* 1996).

- Pech de l'Azé



Figure 61: Mandibule de Pech de l'Azé reconstituée par symétrie en vue occlusale, latérale droite et antérieure (échelle 1 cm) (Schwartz et Tattersall 2002b).

Le gisement de Pech de l'Azé fait partie d'un complexe d'abris sous roche près de Carsac en Dordogne (France). En 1909, durant des fouilles à l'entrée de la grotte, Capitan et Peyrony

découvrirent les restes crâniens et mandibulaires d'un enfant associés à une industrie moustérienne à tradition acheuléenne présentant une proportion anormale d'industrie du Paléolithique supérieur, support allongés et lames (Peyrony 1920; Bordes 1984; Soressi 2002).

Des datations radiométriques par ESR et série d'Uranium indiquent un âge compris entre 51 ka et 41 ka, résultat en accord avec les datations calibrées par AMS 14C de 41.7 – 43.6 ka cal BP (Soressi *et al.* 2006).

Toute la partie droite de la mandibule est préservée ainsi que la symphyse (Fig. 61). La dentition déciduale est complète et le germe de la première molaire permanente est visible dans son alvéole. Cette séquence d'éruption permet d'estimer l'âge à la mort à moins de 2 ans, 18 mois ½ selon Granat et Heim (Granat et Heim 2003).

Sa morphologie s'intègre dans la variabilité des néandertaliens juvéniles européens avec entre autre un corps mandibulaire bas mais quelques caractéristiques anatomiques l'éloignent de ce groupe comme une région symphysaire plus gracile que les enfants néandertaliens de la même tranche d'âge tel que Roc de Marsal 1 (Ferembach *et al.* 1970; Tillier 1996).

- Le Moustier 1



Figure 62: Mandibule Le Moustier 1 en vue occlusale à gauche, latérale droite et antérieure à droite (échelle 1cm)(Schwartz J.H. and Tattersall I. 2002).

Le squelette du Moustier 1 fut découvert en 1908 par O. Hauser dans la grotte éponyme du Moustérien en Dordogne (Hauser 1909). Le niveau moustérien contenant ces restes a pu être daté par thermoluminescence et ESR à environ 40 ka B.P. (Mellars 1986; Valladas *et al.* 1986; Mellars et Grün 1991). Cet individu représente donc l'un des derniers néandertaliens européens. Bien que certains des ossements aient été partiellement détruits pendant la seconde guerre

mondiale, il est possible de reconnaître sur le crâne les traits d'un individu adolescent âgé entre 13 et 15,5 ans (Wolpoff 1999; Thompson et Nelson 2000; Ahern et Smith 2004).

La mandibule est presque complète (Fig. 62), une partie de l'os est manquant au niveau de la canine gauche. Les dents permanentes sont bien sorties, seules les troisièmes molaires sont encore en cours d'éruption. Sa morphologie est typiquement néandertalienne avec notamment un profil symphysaire vertical et une hauteur constante du corps mandibulaire (Ullrich 2005).

- Gibraltar 2



Figure 63: Mandibule Gibraltar 2 en vue occlusale à droite, laterale droite et antérieure à droite (échelle 1cm) (Schwartz et Tattersall 2002b).

Les restes de l'enfant néandertalien de Devil's Tower furent découverts en 1926 dans une petite grotte au nord du Rocher de Gibraltar (Garrod *et al.* 1928). Le contexte archéologique associé est une occupation moustérienne qui peut-être corrélée à celle de la Grotte de Gorham où les niveaux moustériens les plus récents ont été datés à 47 ka (Vogel et Waterbolk 1964). Des datations absolues au radiocarbone indiquent un âge supérieur à 30 ka pour le site de Devil's Tower (Vogel et Waterbolk 1964).

Ces restes consistent en une mandibule (Fig. 63), un maxillaire supérieur droit, un os frontal, un os pariétal gauche et un os temporal droit. Les caractéristiques des fragments crâniens et de la dentition montrent que l'enfant devait avoir entre 3 et 5 ans (Garrod *et al.* 1928; Dean *et al.* 1986). L'estimation de l'âge de cet enfant pose encore aujourd'hui certains problèmes. En effet, au niveau des dimensions crâniennes, Devil's Tower se rapproche plus des enfants néandertaliens plus âgés comme Teshik-Tash (8-10 ans) alors que l'âge dentaire le place parmi les enfants de 3-5 ans comme Engis 2 et La Quina H18 (Tillier 1988).

La mandibule est presque complète, seule la branche montante gauche est manquante ainsi qu'une partie du condyle et du coronoïde droit. Les deux molaires déciduales gauches sont encore en place et les premières molaires permanentes sont en cours d'éruption. Elle présente des caractères morphologiques que l'on retrouve chez les néandertaliens notamment un profil tronqué des gonions une branche montante large et des forams mentonniers multiples (Garrod *et al.* 1928).

- La Naulette



Figure 64: Mandibule de La Naulette en vue antérieure (en haut à gauche), latérale droite (en bas à gauche) et occlusale (à droite) (échelle 1 cm) (Schwartz et Tattersall 2002b).

Découverte en 1866 par E. Dupont dans une grotte calcaire près de Chaleux (Belgique), cette mandibule fait partie des premiers témoins de la présence d'une espèce d'homme archaïque en Europe (Dupont 1866). Pour le moment aucune datation radiométrique n'a été pratiquée dans ce site, seule l'association faunique permet d'affirmer que le niveau dans lequel a été retrouvée la mandibule est du Pléistocène (Dupont 1867).

La mandibule est incomplète et comprend le corps mandibulaire gauche et la symphyse jusqu'à l'alvéole de la P4 (Fig. 64). Elle présente une mosaïque de caractères : au niveau de la symphyse, les quatre structures formant le menton chez les hommes modernes sont absentes mais la mandibule ne présente pas les principales autapomorphies néandertaliennes telles que l'espace rétromolaire et la position reculée du foramen mentonnier peut-être en raison de son jeune âge. On observe cependant quelques caractères archaïques plésiomorphes comme une *genioglossal fossa* plissée par deux petite *cupulae* (Leguebe et Toussaint 1988; Toussaint et Pirson 2006).

### II.3. Homo sapiens du Pléistocène supérieur

### II.3.1. Adultes

- Skhul IV et V

Situé sur le Mont Carmel en Israël, le site de Es Skhul a livré de nombreuses sépultures attribuées à un des premiers Hommes anatomiquement modernes (Garrod et Bate 1937; McCown 1937). La position stratigraphique précise de ces restes humains et donc leur âge, est encore débattue car il s'agit de sépultures intentionnelles. La comparaison du matériel faunique et lithique de Skhul avec les sites environnant, combinée à plusieurs séries de datations permettent d'estimer un âge compris entre 100 et 130 ka (Stringer *et al.* 1989; McDermott *et al.* 1993; Mercier *et al.* 1993).

De récentes datations par séries d'Uranium et ESR sur une dent de *sus* associée à Skhul V estime un âge de 93 000 + 21000 – 12 000 ka (McDermott *et al.* 1993; Mercier *et al.* 1993; Grün *et al.* 2005).

Skhul IV est une hémimandibule gauche complète cassée diagonalement de la canine droite à l'intersection des muscles digastriques. La troisième molaire a été perdue *antemortem* car l'os est complètement résorbé.

Skhul V est complète avec une résorption osseuse au niveau de l'alvéole de la troisième prémolaire perdue *antemortem*.

Ces deux mandibules présentent clairement les traits caractéristiques des hommes modernes comme la présence d'un complexe mentonnier mais la présence d'un espace rétromolaire et la robustesse de l'os indiquent une persistance de certains caractères archaïques (Howel 1959; Rak 1993; Akazawa *et al.* 1998; Tattersall et Schwartz 1999).

- Border Cave 5



Figure 65: Mandibule BC5 en vue latérale et occlusale (by J.Heaton & C.Menter)(Grün *et al.* 2003).

La mandibule BC5 (Fig. 65) a été découverte en 1974 par C. Powell dans le gisement de Border Cave situé à Kwazulu-Natal en Afrique du Sud (Beaumont 1978). Le niveau renfermant la mandibule contenait une industrie attribuable au Middle Stone Age. Des datations ESR sur des dents animales contemporaines la situent entre 64 +/- 2 ka et 77 +/- 2 ka (Grün et Beaumont 2001), une datation plus récente estime l'âge à 74 +/-5 ka (Grün *et al.* 2003).

La partie droite de la mandibule est bien conservée, seule la partie supérieure de la branche est manquante. Du côté gauche elle est cassée au niveau des prémolaires. Les dimensions de la mandibule sont petites et sa morphologie présente des caractères modernes comme la présence d'un menton et des caractères archaïques comme un espace rétromolaire (Grün et Beaumont 2001).

- Cariguela 4

La mandibule de Cariguela fait partie des nombreux restes humains découverts dans une grotte à Pinar (Grenade) entre 1954 et 1955 par J.C. Spahni (Garcias Sanchez 1960).

Ce spécimen reposait dans un niveau riche en industries moustériennes tardives à outils de type Paléolithique supérieur attribuables au Würm II-III début du Würm III (de Lumley 1969). Il s'agit d'une mandibule incomplète d'un individu adulte masculin comprenant toute l'hémimandibule droite et la symphyse.

Dans ce même site, dans des niveaux inférieurs à industries moustériennes typiques, plusieurs restes néandertaliens (deux os pariétaux et un os frontal) ont été retrouvés (Garcias Sanchez 1960).

- Pataud

L'abri Pataud découvert à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle fut fouillé pour la première fois dans les années 50 par H.L. Movius (Movius 1975, 1977). Grâce à des techniques de fouilles innovatrices et rigoureuses, une riche et importante séquence du Paléolithique supérieure fut découverte et décrite avec une grande précision. Cette stratigraphie comprend 14 niveaux d'occupation allant de l'Aurignacien au Gravettien et Solutréen (Brooks 1979; David 1985; Bricker 1995; Vercoutère 2004).

Les nombreux restes humains découverts dans cet abri (plus de 300) appartiennent aux niveaux Gravettiens datés par datations directes autour de 30 000 B.P (Marquer *et al.* 2010; Higham *et al.* 2011).

La mandibule est complète et très bien conservée. Sa morphologie est plutôt gracile caractéristique des individus féminins (Billy 1975).

- Cro-Magnon I et III

Découverts en 1868 dans l'abri Cro-Magnon près des Eyzies-de-Tayac en Dordogne, ces fossiles se situent parmi les vestiges humains *Homo sapiens* les plus anciens d'Europe (Broca 1868; Lartet 1868). Des datations en SMA sur un coquillage de la parure estiment l'âge de ces restes à 27680 +/- 270 BP, attribuables au Gravettien (Henry-Gambier 2002). Ce gisement contient les restes d'au moins cinq individus âgés de 20 à 50 ans parmi lesquels trois hommes (CM I, III, IV) et une femme (CM II) accompagnée d'un nouveau-né (Pruner-Bey 1865-1875; Broca 1868; Vallois et Billy 1965). La mandibule CMI est composée d'un corps mandibulaire droit et de la branche montante correspondante bien conservés. La partie gauche est plus abimée, le *ramus mandibulae* est absent ainsi qu'une partie de l'os au niveau des alvéoles. Sa morphologie ainsi que celle du reste du squelette indique qu'il s'agit d'un homme d'une cinquantaine d'année. Les traits typiquement modernes sont bien marqués, notamment avec une éminence mentonnière bien prononcée (Broca 1868; Gambier *et al.* 2006).

La mandibule CMIII comprend la région symphysaire et est cassée de part et d'autre au niveau des alvéoles des troisièmes molaires. L'étude du reste du squelette indique qu'il s'agit d'un homme de moins de 40 ans. Comme pour CMI, la mandibule présente des traits typiquement modernes bien que le menton soit moins prononcé que chez CMI (Broca 1868; Gambier *et al.* 2006).

### II.3.2. Enfants

- La Madeleine

L'abri de la Madeleine situé en Dordogne est le site éponyme du Magdalénien (Capitan et Peyrony 1928). Il a livré de nombreux objets d'art mobilier ainsi qu'une sépulture d'enfant âgé d'environ 3 ans accompagné d'un riche mobilier funéraire, datée par  $^{14}\text{C}$  à 10 190 +/- 100 BP (Gambier *et al.* 2000; Vanhaeren et d'Errico 2001).

La mandibule de l'enfant de La Madeleine est complète ainsi que sa dentition déciduale.

- Le Figuier

La grotte du Figuier se situe dans les gorges de l'Ardèche sur le plateau de Saint-Remèze. Les nombreuses campagnes de fouilles débutées dans les années 1940 ont mis en évidence plusieurs niveaux de remplissages du Paléolithique supérieur et moyen (Comber 1967). Le squelette de l'enfant du Figuier provient d'une petite cuvette naturelle remplie de sédiments ocrés à l'intérieur

de la première salle de la grotte. Le matériel associé aux restes est composé d'objet de parure, de burins et de lamelles attribuables au Gravettien ou au Proto-Aurignacien (Onoratini et Combié 1996; Slimak et Plisson 2008).

Le squelette de l'enfant, âgé au plus de 3 ans, est composé de la partie antérieure de la calotte crânienne, une mandibule incomplète, l'humérus gauche, la partie inférieure de l'humérus droit, l'omoplate droite incomplète et une dizaine de côtes et de fragments (Veyrier *et al.* 1953; Billy 1979).

La mandibule comprend la région symphysaire, le corps mandibulaire gauche cassé au niveau de la branche montante, et le corps mandibulaire droit jusqu'au septum de m1/m2. La dentition déciduale est complète mais les deux premières incisives déciduales ont été perdues *postmortem*.

- Qafzeh IV

La grotte de Qafzeh située en Galilée dans la partie Nord de l'Israël fut fouillée pour la première fois en 1933 par R. Neuville qui mit en évidence une importante stratigraphie du Paléolithique supérieur et moyen ainsi que de nombreux restes humains. Les fouilles successives, en 1965 permirent d'établir une stratigraphie s'échelonnant du Paléolithique moyen à la période byzantine (Vandermeersch 1966, 1969, 2007).

La particularité de ce site est l'association de restes humains à morphologie moderne de type « proto-Cro-Magnon » avec une industrie Levallois-moustérienne comme dans les grottes du Mont Carmel à restes humains néandertaliens (Vandermeersch 1970, 1981). Des datations par TL, ESR et biostratigraphie indiquent que la séquence moustérienne appartient au MIS 5d-a, à environ 92 +/- 5 ka (Schwarcz *et al.* 1988; Valladas *et al.* 1988).

Cette mandibule est assez mal conservée, notamment au niveau de la symphyse. La partie droite est complète mais la gauche est fracturée après la première molaire permanente. Quelques dents déciduales sont encore en place comme les premières et deuxième molaires ainsi que la canine et la deuxième incisive droite, alors que les premières incisives permanentes sont en cours d'éruption et les premières molaires permanentes sont complètement sorties. L'examen radiographique montre que les racines des dents déciduales sont ou presque complètement résorbées. Ces données indiquent qu'il s'agit d'un enfant âgé d'environ 7 ans (Tillier 1999). La morphologie est plutôt robuste avec une épaisseur importante au niveau de la symphyse. La symphyse est verticale mais on distingue la présence d'une ébauche de menton (Tillier 1999).



## **CHAPITRE III : METHODES**

---



Ce travail de thèse a pour objectif de confronter les restes mandibulaires néandertaliens découverts en Italie aux différentes populations humaines européennes et orientales, du Pléistocène moyen à nos jours, dans le but de les replacer dans le contexte évolutif européen.

Les méthodes utilisées sont basées sur des comparaisons morphométriques et morphologiques avec l'apport de technologies de visualisation et traitement d'images tridimensionnelles permettant de compléter les mesures traditionnelles.

Lors de l'élaboration de notre échantillon de comparaison, nous avons répertorié les spécimens les plus complets et les mieux conservés.

Les comparaisons morphologiques et morphométriques des enfants et des adultes ont été traitées séparément. Seulement dans certains cas, lorsqu'il était question d'allométrie, quelques spécimens adultes ont été intégrés dans l'analyse.

Les spécimens italiens n'étant pas tous complets, nous n'avons pas voulu les éliminer, ils ont donc été étudiés séparément, c'est notamment le cas du spécimen le Fate III. D'autre part, notre échantillon contient des spécimens d'enfants (Archi et Fate II), il a donc été essentiel d'élaborer notre collection de référence et adapter nos analyses en fonction de ce facteur.

Enfin pour l'analyse des données, les spécimens adultes provenant d'Italie ont été comparés aux spécimens adultes de l'échantillon de référence subdivisés en 3 groupes : Hommes modernes, néandertaliens s.l. et fossiles du Pléistocène moyen afin d'étudier la variation interspécifique. Pour les enfants, seul deux groupes ont servi de comparaison : les Hommes modernes et les néandertaliens s.l. Puis, nous avons analysé la variation intraspécifique en comparant nos spécimens aux différents groupes néandertaliens (enfants ou adultes) définis dans la littérature (Hawks et Wolpoff 2001) récents, anciens et proche-orientaux. Les néandertaliens proche-orientaux forment un groupes à part car certains auteurs identifient la persistance de caractères pré-néandertaliens comme hérités des populations européennes du Pléistocène moyen (Conдеми 1991). Pour les enfants, nous ajoutons un troisième niveau de comparaison correspondant à la classe d'âge.

Dans ce chapitre sont décrites les différentes approches de l'étude. Les deux premières parties sont consacrées à la description des protocoles et aux définitions des mesures et des caractères morphologiques. Les parties trois et quatre sont dédiées au protocole, à l'acquisition des données et à l'analyse de Fourier Elliptique des spécimens faisant l'objet d'une étude virtuelle.

Nous précisons que toutes les analyses statistiques, bivariées, multivariées et les représentations graphiques ont été conduites à l'aide des packages « shapes », « ade4 » et « FactomineR » du logiciel R (Dryden 2002; Dray et Dufour 2007; Lê *et al.* 2008) et des fonctions adaptées de Claude : "ELLI", "efourier", "iefourier", "mshape", "centsiz" (Claude 2008).

## I. Analyse morphométrique linéaire

Les dimensions ont été choisies parmi les mesures classiques (Martin et Saller 1957; Olivier 1960) à partir de points de repères ostéologiques. L'outillage utilisé est composé d'un pied à coulisse de type Martin avec vernier de précision  $1/10^{\text{ème}}$  de mm et un mandibulomètre de précision  $1/10^{\text{ème}}$  de degré pour les angles et  $1/10^{\text{ème}}$  de mm pour les mesures.

Le protocole mis en place prévoit la prise de deux séries de mesures à 24h d'intervalle pour minimiser l'erreur de mesure. La moyenne des deux séries est utilisée pour les analyses. Nous avons également utilisé la moyenne des côtés gauches et droits pour chaque individu dans le cas des mesures paires.

### I.1. Définitions des mesures

Le tableau ci-dessous présente la liste des 20 mesures réalisées sur chaque mandibule de notre échantillon avec leur définition et leur abréviation (Tab. 3, Fig. 66).

Mesure	Abréviation	Définition
Angle mandibulaire	Angle_M	Angle formé par le bord inférieur du corps mandibulaire et le bord postérieur de la branche montante
Longueur mandibulaire aux gonions	L_G	Longueur entre le gonion et le pogonion (point le plus antérieur de la mandibule au niveau de la symphyse)
Longueur totale de la mandibule	L_Tot	Distance rectiligne entre le milieu de la tangente aux deux condyles et le pogonion
Largeur bicondylienne externe	I_biC	Distance rectiligne entre les points les plus latéraux des deux condyles
largeur bigoniaque	I_biG	Distance rectiligne entre les deux gonions
Largeur au niveau des M3	I_M3	Distance rectiligne entre les points médians des bords distaux des troisièmes molaires
Largeur de l'arcade dentaire (C-C au niveau de PM3-C)	I_arc	Distance rectiligne entre les bords distaux des canines
Largeur de branche	I_branche	Largeur minimum antéropostérieure de la branche montante prise perpendiculairement à la hauteur minimum de la branche.
Hauteur maximum de la branche montante	Hmax_branche	Distance rectiligne entre le gonion et le point le plus élevé du condyle
Hauteur minimum branche	Hmin_branche	Distance rectiligne passant par le point le plus bas de l'incisure mandibulaire et perpendiculaire à la largeur de la branche
Hauteur symphysienne	H_sym	Distance rectiligne entre l' <i>infradentale</i> et le gnathion
Hauteur au niveau du trou mentonnier	H_FM	Distance rectiligne entre le bord inférieur et le plan alvéolaire au niveau du <i>foramen mentale</i>
Position du trou mentonnier par rapport au bord inférieur	H_FM_inf	Distance prise à partir du centre du <i>foramen mentale</i>

Position du trou mentonnier par rapport au bord alvéolaire	H_FM_sup	Distance prise à partir du centre du <i>foramen mentale</i>
Longueur minimum de l'arc dentaire entre les deux forams mentonniers	L_FM	Distance rectiligne entre les bords proximaux des trous mentonniers
Epaisseur du corps à la symphyse	E_sym	Epaisseur maximum au niveau de la ligne symphysienne (ligne rejoignant l'infra-dentale et le gnathion)
Epaisseur au niveau du foramen mentonnier	E_FM	Epaisseur maximum du corps mandibulaire au niveau du plan passant par le centre du <i>foramen mentale</i>
Epaisseur au niveau de la M1	E_M1	Epaisseur maximum du corps mandibulaire au niveau du plan passant par le centre de la deuxième molaire
Epaisseur au niveau de la M2	E_M2	Epaisseur maximum du corps mandibulaire au niveau du plan passant par le centre de la première molaire
Position de la ligne mylo-hyoïdienne par rapport au bord alvéolaire au niveau de la M3	mylo	Distance rectiligne entre la ligne mylohyoïdienne et le bord alvéolaire au niveau du milieu de la troisième molaire

Tableau 3 : Définitions des mesures et abréviations utilisées dans le texte et les graphiques.

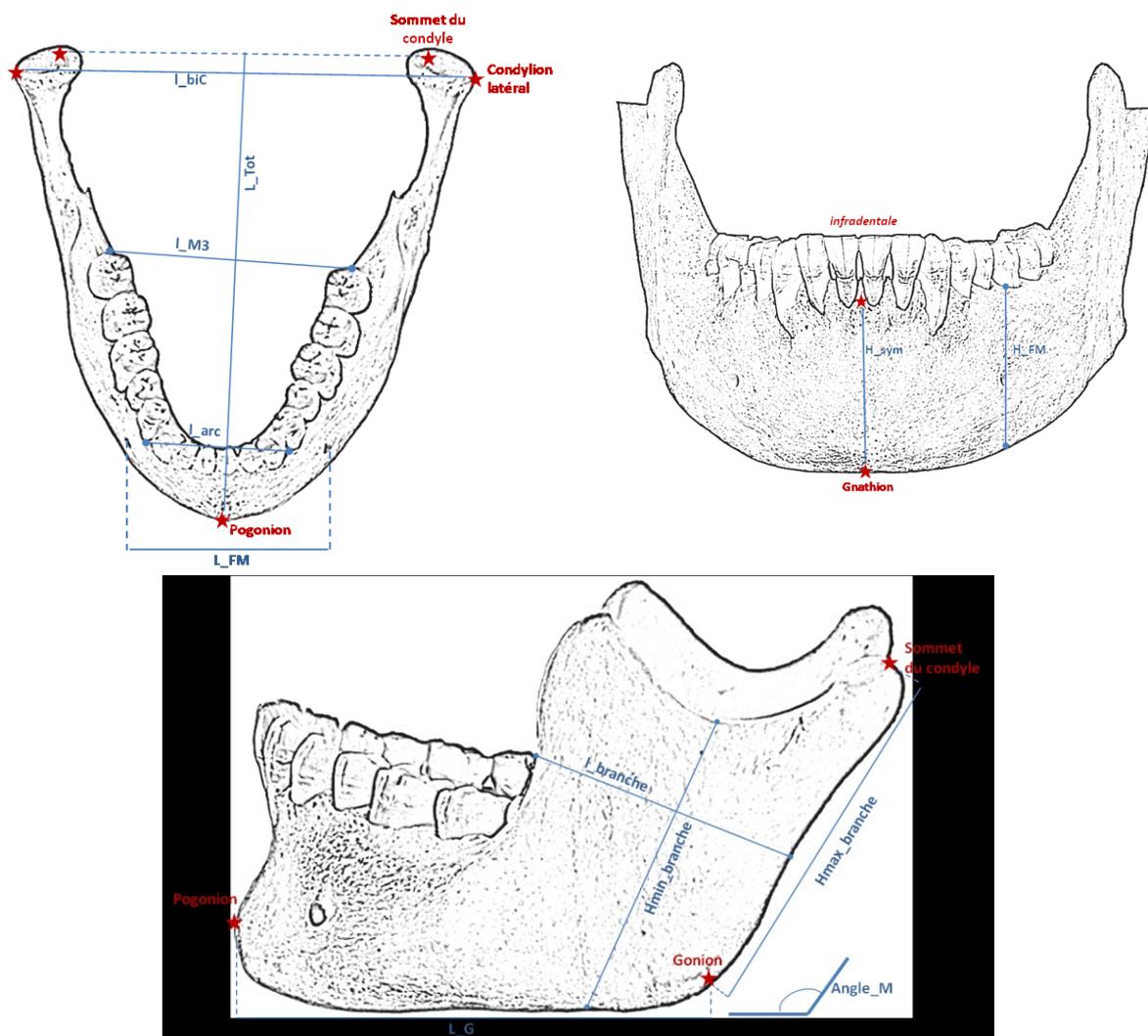


Figure 66: Mandibule en vue occlusale, antérieure et latérale gauche avec les définitions des mesures. Les étoiles rouges correspondent aux landmarks (points ostéologiques).

## I.2. Traitement préliminaire des valeurs brutes

Les variables ont été soumises à une série de tests statistiques pour vérifier leur fiabilité et leur distribution préalablement à toutes les analyses comparatives.

Nous avons contrôlé si nos variables suivent une loi normale. Pour cela un test de normalité de Shapiro-Wilk a été conduit sur l'échantillon d'individus adultes d'une part et sur l'échantillon de spécimens infantiles d'autre part. Si la probabilité  $H_0$ , selon laquelle notre variable est normalement distribuée, est rejetée (c'est-à-dire si la valeur de la probabilité associée au test est inférieure à 0.01) la distribution de la variable est examinée graphiquement (histogrammes, stripchart, nuages de points) pour identifier la source de cette anomalie (erreur de mesure ou valeurs aberrantes).

Dans un deuxième temps, nous avons calculé l'intervalle de confiance des moyennes de nos variables pour chaque groupe (néandertaliens s.l. , humains modernes et fossiles du Pléistocène moyen). Cet intervalle représente les limites minimales et maximales dans laquelle se situe la vraie valeur de la variable prise en considération, autrement dit, si l'on répète un grand nombre de fois cette mesure, il y a 95% de chance qu'elle se retrouve dans l'intervalle. Puisque l'effectif de notre échantillon est réduit mais que nos variables suivent une loi normale, nous avons estimé l'intervalle de confiance des moyennes par un test t de Student.

Une analyse de variance (ANOVA) a ensuite été conduite dans le but de vérifier si les variables diffèrent significativement entre les groupes. Lorsque les résultats de l'ANOVA présentaient des différences significatives, nous avons comparé les moyennes deux à deux avec un test de Wilcoxon afin de mettre en évidence les variables les plus significatives pour expliquer la différence entre deux groupes.

## I.3. Analyses comparatives bivariées et multivariées

Les analyses bivariées ont permis de comparer une série d'indices à partir de différentes représentations graphiques (biplot, boxplot, histogrammes) :

- Indice mandibulaire = longueur totale de la mandibule / largeur bicondylienne
- Indice de la branche montante = largeur de la branche / hauteur de la branche
- Indices de robustesse au niveau de la symphyse et du corps mandibulaire = épaisseur du corps / hauteur du corps

A la représentation de la distribution de nos variables, nous avons ajouté des ellipses de confiance correspondant à 95% de la variation de chaque groupe.

Afin d'étudier les dimensions mandibulaires de nos individus par rapport à notre échantillon de référence d'une manière globale, des analyses en composantes principales ont été conduites sur les données métriques. Cette méthode permet de synthétiser l'information issue de plusieurs variables (plus de 2) corrélées les unes aux autres en calculant une nouvelle série de variables décorréliées appelées « composantes principales ».

Pour cette analyse, nous n'avons pas utilisé toutes les mesures car certaines présentaient un nombre trop important de valeurs manquantes et donc un effectif trop réduit. Après sélection des mesures adéquates, nous avons normées les variables (variables centrées et réduites) afin de nous affranchir des unités de mesures, seulement dans le cas où nous avons inclus l'angle mandibulaire. Enfin des ACP ont été appliquées d'une part sur les valeurs brutes (normées ou non) et d'autre part sur les log-shape ratios (Darroch et Mosimann 1985). Dans ce dernier, les valeurs sont standardisées par la taille géométrique du spécimen puis log-transformées afin de se libérer de l'effet d'isométrie:

$$\text{Taille géométrique : } g = \sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times \dots \times x_n} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$$

$$\text{Vecteur conformation : } u = x/g$$

$$\text{Transformation du vecteur de conformation en log : } z = \log u = \log (x/g)$$

$$\text{Calcul du vecteur log-transformé pour toutes les variables : } z_1 = \log (x_1/g) \text{ à } z_n = \log (x_n/g)$$

Pour les représentations graphiques, nous avons utilisé dans la majorité des cas les 3 premières composantes principales, car leurs contributions à la variation totale étaient suffisantes. Nous associons également à chaque graphique la contribution de chaque variable à la constitution des composantes principales illustrant les directions de variations.

## II. Analyses morphologiques

### II.1. Principe de l'analyse morphologique

La méthode que nous avons utilisée pour notre échantillon s'appuie sur les travaux d'Aurélien Mounier sur la mandibule de Mauer (Mounier 2009; Mounier *et al.* 2009). Celui-ci a sélectionné dans la littérature, une série de caractères (Tab. 4) qu'il a jugés pertinents pour l'analyse morphologique de la mandibule mais aussi du massif facial supérieur et du calvaria (Arambourg et Hoffstetter 1963; Heim 1974; Trinkaus 1988; Rightmire 1990; Condemi 1991; Rosas 1995; Condemi et Koenigswald 1997; White et Folkens 2000; Rosas 2001).

Voici les critères principaux de sélection des caractères retenus (Mounier 2009) :

- Pertinence des caractères pour la description morphologique mais aussi pour la mise en évidence des phénomènes évolutifs reliant les taxons impliqués dans l'étude
- Répétabilité et reproductibilité
- Statistiquement, ces caractères ne sont pas soumis à un critère d'indépendance strict
- Les caractères manquants chez les plupart des spécimens fossiles sont mis à l'écart

Parmi ces critères on note la répétabilité et la reproductibilité, c'est pourquoi nous avons jugé opportun d'utiliser les mêmes caractères. Nous avons apporté quelques modifications pour adapter la méthode à notre échantillon (individus juvéniles), en ajoutant notamment un caractère : position de l'*infradentale* par rapport au pogonion et un état pour certain caractère. Dans notre cas, cette méthode a pour intérêt, en plus de l'étude morphologique, d'avoir une « fiche technique » pour chaque spécimen de notre échantillon. En effet, tous les traits morphologiques ne seront pas utilisés dans l'analyse finale, car les mandibules de l'étude sont incomplètes.

### II.2. Description des caractères morphologiques

Mounier (2009) identifie 39 caractères sur la mandibule repartis sur 5 zones anatomiques (Tab. 4, Fig. 66):

- Symphyse
- Face latérale du corps mandibulaire
- Face latérale de la branche ascendante
- Face interne de la branche ascendante
- Face interne du corps mandibulaire

Dans le tableau ci-dessous, nous listons les traits morphologiques et leurs états possibles :

Caractères	1	2	3
Orientation du profil de la symphyse	fuyant	vertical	Incurvé vers l'avant
Position de l' <i>infradentale</i> par rapport au pogonion	en retrait	même hauteur	en avant
<i>Incurvation mandibulae</i>	absence	présence sur	présence
<i>Tuber symphyseos</i>	absence	peu projeté	fortement projeté
Crête centrale dans la partie inférieure médiale	absence	renflement	crête osseuse
Tubercules latéraux de part et d'autre de la partie médiale de la symphyse	absence	fusionnés avec le tuber	individualisés et projetés sur le côté
<i>Incisura submentalis</i>	présence	absence	
Orientation des fosses digastiques	vers le bas	vers le bas et l'arrière	vers l'arrière
Orientation des bords du corps mandibulaire	convergens vers l'arrière	peu convergens vers l'arrière	parallèles
Foramen mentonnier	simple	Multiplés	
Position du FM	P3-P4	P4-M1	M1
<i>Tuberculus marginalis anterior</i>	absence	présence	
<i>Torus marginalis superior</i>	absence	présence	
<i>Torus marginalis inferior</i>	absence	présence	
Espace rétomolaire	M3 couverte	M3 partiellement couverte	M3 non couverte
Orientation de la surface rétomolaire	horizontale	inclinée	verticale
Largeur du <i>sulcus extramolaris</i>	absence	étroit (<7mm)	large (>7mm)
Relief de la <i>prominentia lateralis</i>	absence	relief faible	relief important
position de la <i>prominentia lateralis</i>	M1 ou M2	septum M2-M3	M3
Profondeur de la <i>fossa subcondylae</i>	absence, surface plane	peu profonde	profonde
Taille de la <i>fossa subcondylae</i>	peu développée	très développée	
<i>Fossa masseterica</i>	surface plate	surcreusement	fosse profonde
Profil du Gonion	extroversion	courbe régulière	tronqué
Longueur antéro-postérieur du rameau	étroite : longueur A/P max = moins de 1/2 de longueur totale de mandibule	large : longueur A/P max = 1/2 de longueur totale de mandibule	
Position du point le plus profond de l'échancrure	médiale	vers l'arrière	vers le coronoïde
Elevation du condyle / coronoïde	moins élevé	même hauteur	plus élevé
Position de l'insertion de l'échancrure sigmoïde sur le condyle	l'échancrure rejoint le condyle latéralement	médialement	
Orientation du pilier interne du coronoïde	pilier vertical	pilier concave	pilier oblique
Orientation de la <i>crista endocondyloïdae</i>	oblique	diagonale	
Taille du <i>planum triangulare</i>	peu étendu	très étendu	
Profondeur du <i>planum triangulare</i>	pas de dépression, surface plane	légère dépression	profond
<i>Lingula mandibulae</i>	absente	présence peu marquée	présence marquée

Pont osseux sur le sillon mylohyoïdien	absence	présence	
Profondeur de la fosse ptérygoïde	peu profonde	profonde	
Orientation de la ligne mylohyoïdienne	parallèle aux bords du corps mandibulaire	inclinée vers le bas	diagonale
Position de la ligne mylohyoïdienne à l'aplomb de la M3	basse (>7mm)	haute (<7mm)	
<i>Planum alveolare</i>	absent	présent	
Epine mentonnière supérieure	absente	peu marquée	marquée
Epine mentonnière inférieure	absente	peu marquée	marquée
Profondeur de la fosse sous-mandibulaire (zone dépressionnaire sous la région alvéolaire)	peu profonde	surcreusement	profonde

Tableau 4 : Caractères morphologiques et leurs états codés de 1 à 3.

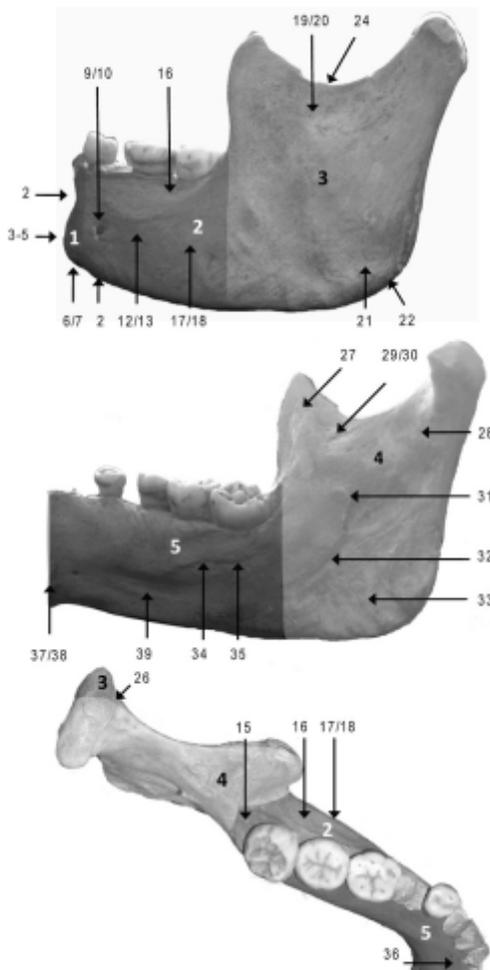


Figure 3 : Caractères morphologiques de la mandibule. Les numéros font référence aux sous-parties (1 à 5, gras) et aux caractères (1 à 39) expliqués dans le tableau 3 ci-contre.

Tableau 3 :

Caractères morphologiques de la mandibule

1-Symphyse		2-Face latérale du corps mandibulaire	
Orientation du profil	1	Orientation des bords du corps	8
<i>Incurvatio mandibulae</i>	2	Foramen mentale: Nombre	9
<i>Tuber symphyseos</i>	3	Foramen mentale :Position	10
Crête centrale	4	<i>Tuberculus marginalis anterior</i>	11
Tubercules latéraux	5	<i>Torus marginalis superior</i>	12
<i>Incisura submentalis</i>	6	<i>Torus marginalis inferior</i>	13
<i>Fossae digastrica</i> orientation	7	Espace rétromolaire	14
-	-	Surface rétromolaire	15
-	-	Sulcus extramolaire	16
-	-	<i>Prominentia lateralis</i> :	
-	-	Taille	17
-	-	Position	18
3-Face latérale de la branche ascendante		4-Face interne de la branche ascendante	
<i>Fossa subcondyloea</i> :		<i>Crista endocoronarioidea</i> orientation	27
Profondeur	19	<i>Crista endocondyloidea</i> : orientation	28
Taille	20	<i>Planum triangulare</i>	
<i>Fossa masseterica</i>	21	Taille	29
Profil du gonion	22	Profondeur	30
Longueur du Rameau	23	<i>Lingula mandibulae</i>	31
<i>Incisura mandibulaire</i> :		Sillon mylohyoïdien : pont osseux	32
Point le plus profond	24	Fosse ptérygoïde	33
Élévation du condyle / coronioïde	25	-	-
Jonction avec le condyle	26	-	-
5-Face interne du corps mandibulaire			
<i>Ligne mylohyoïdienne</i> :			
Orientation			34
Position (M3)			35
<i>Planum alveolare</i>			36
<i>Fossae genioGLOSSUS</i> :			
Epine mentonnière supérieure			37
Epine mentonnière inférieure			38
Fosse sous-mandibulaire			39

Les caractères et leurs états sont présentés en détail dans l'annexe 1

Figure 67: Caractères morphologiques repartis sur 5 zones anatomiques de la mandibule (Mounier 2009).

### II.3. Evaluation et codification des caractères

Les traits morphologiques sont regroupés en deux types de caractères ; les caractères binaires évalués selon leur absence ou leur présence sur la mandibule, et les caractères continus présentant 3 ou 4 états de caractères allant de l'absence à la présence marquée (Tab. 4 (Mounier 2009)).

Cette évaluation a été pratiquée deux fois sur chaque mandibule, à 24h d'intervalle.

Dans le but d'analyser statistiquement ces variables qualitatives, nous avons suivi la méthode de Mounier, qui prévoit un système de codage de ces variables. Les caractères binaires ont été codés 1 pour l'absence, et 2 pour la présence, quant aux caractères continus, la valeur la plus grande est attribuée à l'expression la plus importante ou la position la plus postérieure (Mounier 2009).

### II.4. Exploration des données

L'exploration des données a consisté à calculer des tableaux de fréquence croisés avec l'effectif de chaque état de caractères pour chaque échantillon. Cette démarche a permis de mettre en évidence les traits morphologiques les plus pertinents pour les comparaisons intra et interspécifiques et ceux dont les effectifs étaient trop réduits du fait d'une mauvaise conservation du spécimen.

### II.5. Analyses multivariées

Les données morphologiques sélectionnées après l'exploration des données ont été analysées par une Analyse des Correspondances multiples (ACM) qui est l'équivalent de l'ACP mais pour des variables qualitatives (Benzécri 1992). Cette méthode permet de mettre en évidence les relations entre les modalités de chaque variable et les individus.

La première étape de cette analyse consiste à construire un tableau disjonctif complet à partir de nos données, nos 40 variables sont éclatées en 40 tableaux disjonctifs ( $Z_1$  à  $Z_{40}$ ) composés d'autant de colonnes qu'il y a de modalités pour chacune des variables (de 2 à 4). A partir du tableau disjonctif complet (concaténisation des 40 tableaux) les coordonnées des modalités de nos variables sont calculées, ainsi que les scores numériques des individus qui maximisent les pourcentages de variance expliquée, en moyenne, pour toutes les variables qualitatives. Les informations fournies permettent de décrire les relations existant entre plusieurs variables à l'aide de l'inertie (variance) basée sur une valeur de chi-deux. Nous obtenons donc des axes

factoriels associés à des valeurs propres ainsi que la contribution (inertie) à la formation de ces axes. Les résultats sont représentés graphiquement, comme pour une ACP, en choisissant les axes factoriels en fonction des contributions des variables actives (celles qui déterminent les axes).

Les graphiques sont accompagnés d'ellipses de confiance correspondant à 95% de la distribution des groupes (Néandertalien, homme moderne et fossile du Pléistocène moyen). Les spécimens italiens sont intégrés au graphique *a posteriori*.

### III. Acquisition des répliques 3D

#### III.1. Principe du scanner surfacique

Afin d'avoir une réplique tridimensionnelle de nos échantillons, nous avons utilisé un scanner laser NextEngine, en suivant toujours le même protocole d'acquisition.

Comme la plupart des scanners 3D, son principe est de mesurer la position d'un échantillon de points de la surface d'un objet dans un système cartésien. Plusieurs rayons lasers sont projetés sur la surface de l'objet, et c'est le retour du laser qui donne la distance du point d'impact.

Le dispositif comprend une plateforme rotative qui permet de balayer toute la surface de l'objet, sur 360°.

Pour avoir un objet complet, nous avons réalisé deux séries de prises de vues sur chaque mandibule, en les plaçant horizontalement pour scanner la symphyse (interne et externe), le corps mandibulaire (interne et externe) et les bords postérieurs des branches, et verticalement pour scanner la partie occlusale et le bord inférieur. Le logiciel associé au scanner, permet d'aligner les différentes vues à partir de plusieurs points de repère et d'ajouter une texture à l'objet grâce aux photographies prises lors de la numérisation (Fig. 68-69).

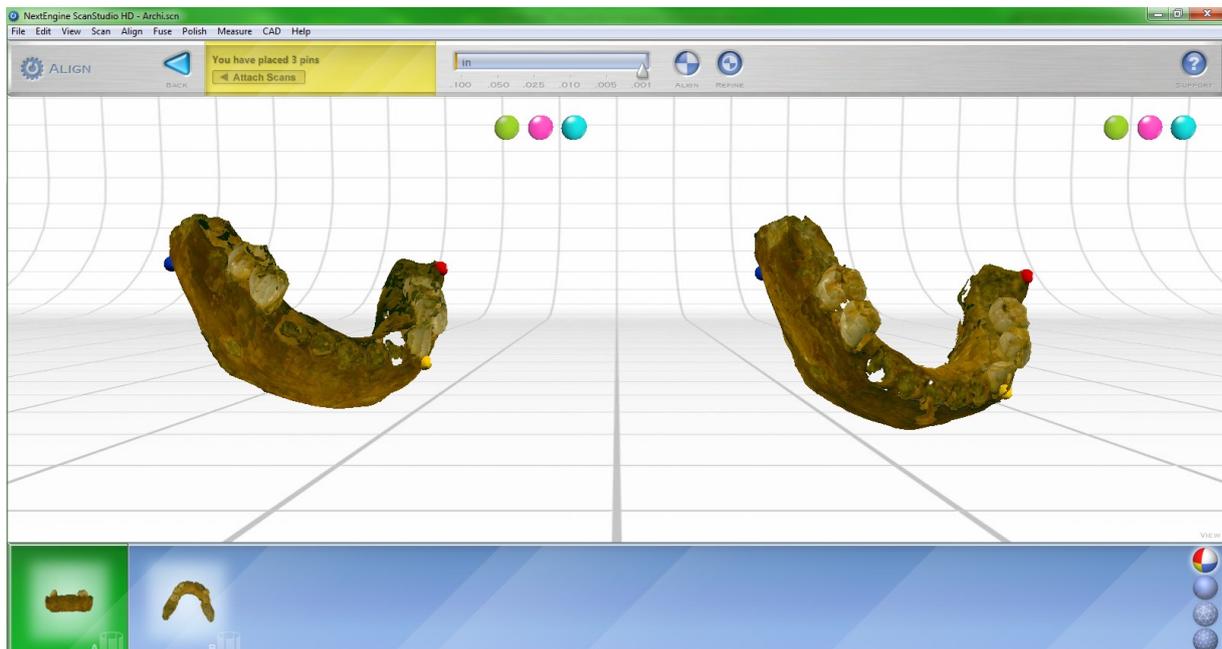


Figure 68: Alignement des deux séries de prises de vues à partir de trois points de repère. A gauche scan de la mandibule d'Archi en position verticale, à droite en position horizontale.

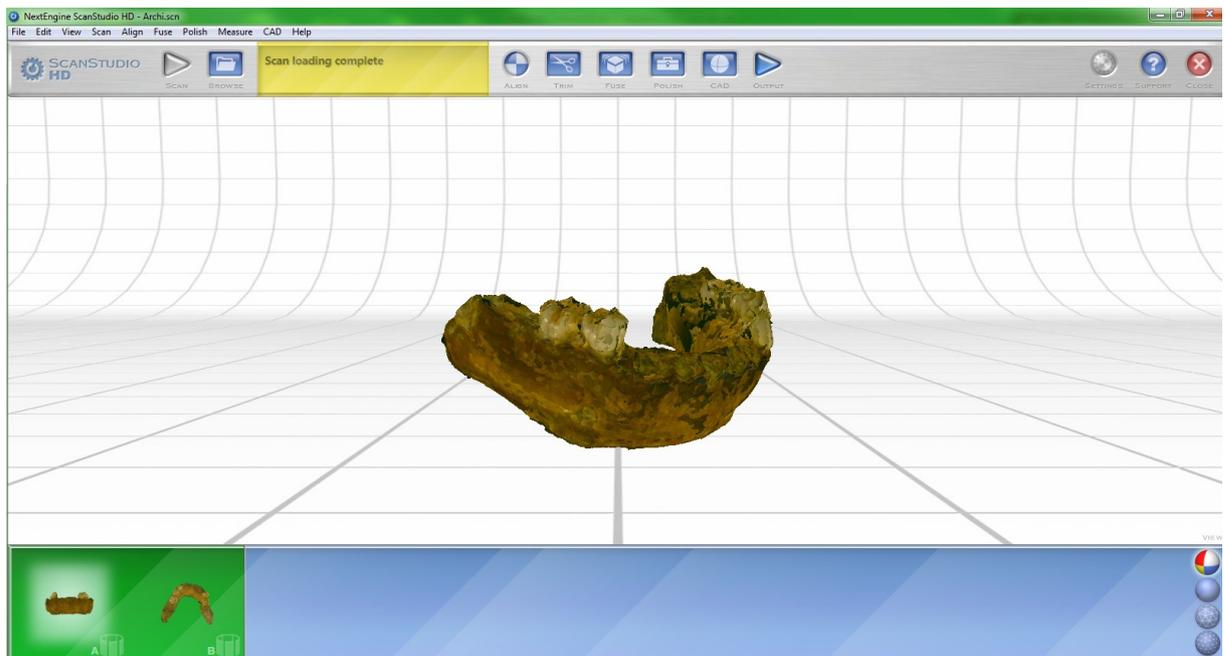


Figure 69: Résultat de l'alignement des deux séries de prises de vue.

### III.2. Résolution et erreurs

Ce dispositif possède deux modes d'acquisition : « wide » et « macro » qui dépendent de la taille de l'objet. Lorsque la mandibule avait une longueur maximale supérieure à 130 mm, nous avons utilisé le mode « wide » ayant une résolution de l'ordre de 0.3 mm. Pour les autres, notamment les mandibules d'enfant, nous avons utilisé le mode macro, avec une résolution de l'ordre de 0.1 mm.

Afin d'optimiser au maximum la qualité de nos modèles 3D, nous les avons traités à l'aide d'un logiciel de traitement d'imagerie 3D (Geomagic), qui affine l'alignement en calculant la distance minimum entre chaque vue, supprime les petits composants et les petits trous (bruits) et enfin fusionne les différentes vues (Fig. 70-71).

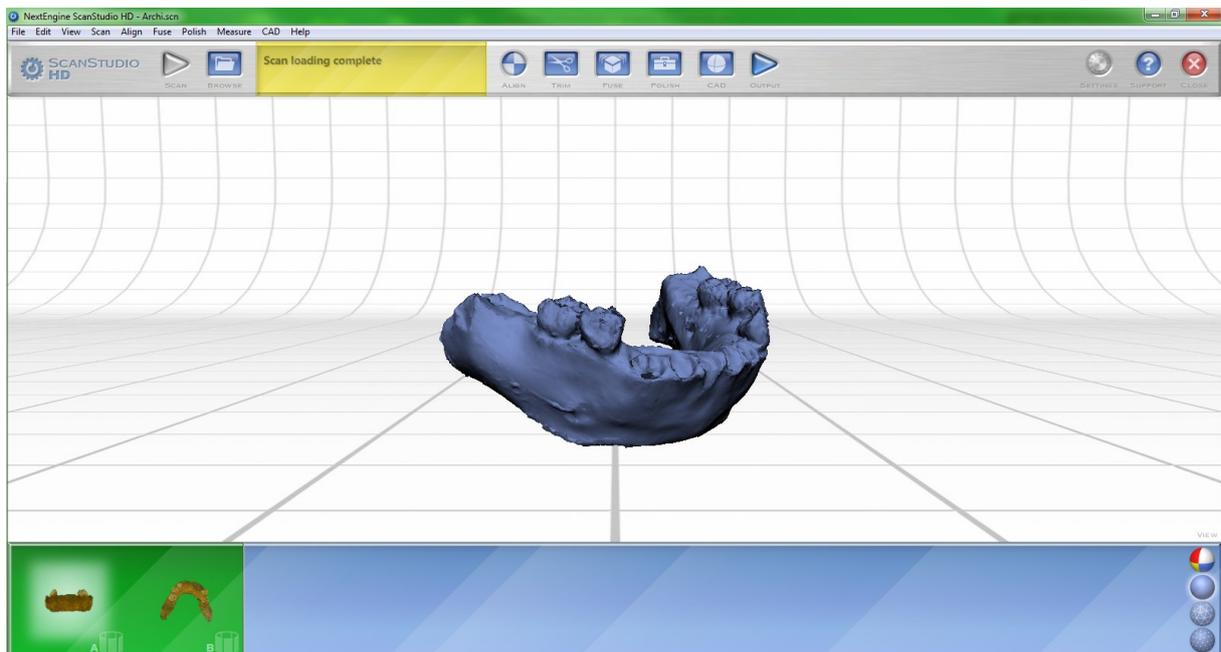


Figure 70: Résultat de l'alignement, sans l'ajout des photographies. Les petits composants et les imperfections correspondent au bruit de fond.

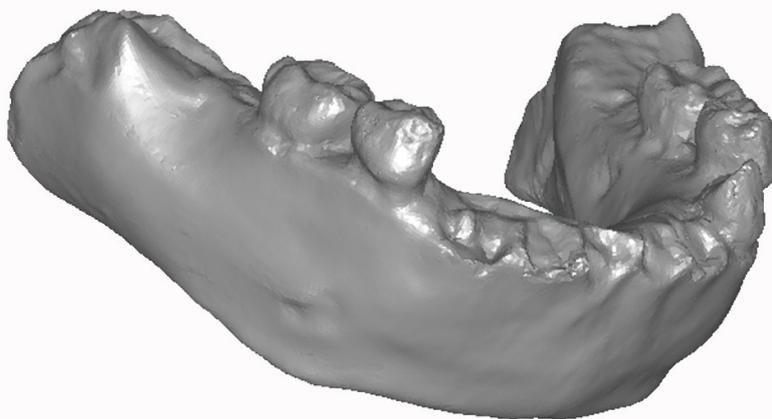


Figure 71: Résultat final pour la mandibule d'Archi, après traitement de l'image brute avec un logiciel d'imagerie 3D et fusion des différentes vues.

Ce protocole permet d'avoir un objet final fermé ainsi que tous les détails le caractérisant.

### III.3. Estimation de l'erreur due à l'utilisation de moulage

Notre échantillon de comparaison de spécimens fossiles est composé majoritairement de moulages. Seuls les moulages de très bonne qualité (résine) ont été utilisés.

Pour certains spécimens, nous avons confronté les données obtenues à partir du moulage à l'original. Pour cela, nous avons réalisé une série de mesures à partir de points ostéologiques

placés sur les scans des deux spécimens puis nous avons comparé les résultats. Les points ostéologiques ont été choisis en fonction de l'état de conservation de la mandibule et donc différent pour chaque spécimen. Les différences observées sont de l'ordre de 0.01 mm, et sont également influencées par l'erreur intra-observateur dans le positionnement des points ostéologiques.

#### IV. Morphométrie géométrique : Comparaison des contours symphysaires

Pour cette analyse, nous avons exclu les spécimens présentant des parties osseuses manquantes au niveau du plan sagittal de la symphyse, dues soient à des pathologies soit à des dommages *postmortem*. Nous n'avons pas jugé nécessaire d'exclure les spécimens ayant une dentition incomplète.

##### IV.1. Acquisition des contours

A partir des modèles tridimensionnels des mandibules de notre échantillon, nous avons pu tracer les contours symphysaires grâce au logiciel Landmark (IDAV) d'analyse et visualisation d'imagerie 3D.

Pour cela, nous avons placé trois points de repère sur le profil de la symphyse correspondant à trois points ostéologiques : l'*infradentale*, l'intersection des fosses digastriques et la projection de l'*infradentale* sur la face linguale (ce dernier est positionné par transparence, aligné au premier landmark, Fig. 72). Ces trois points sont ensuite reliés par une courbe longeant la surface de l'objet où sera positionnée une série de 41 semi-landmarks (Fig. 73-74). Les coordonnées (x, y, z) des trois landmarks et des 41 semi-landmarks sont ensuite exportées en format .dta et convertis en .txt pour l'analyse sous R.

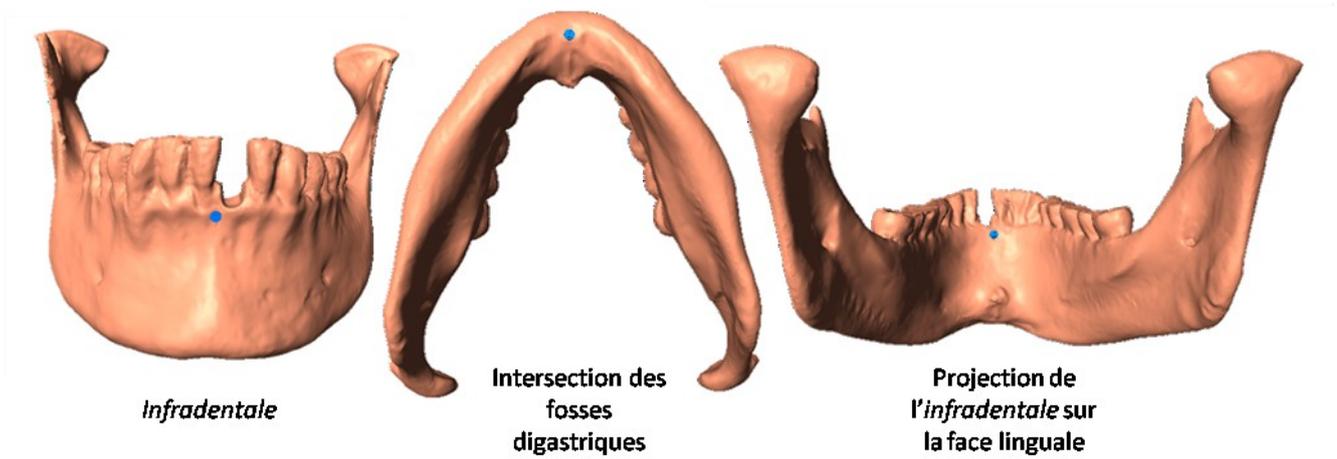


Figure 72: Position des trois landmarks sur la symphyse: de gauche à droite: infradentale, intersection des fosses digastriques et projection de l'infradentale sur la face linguale.

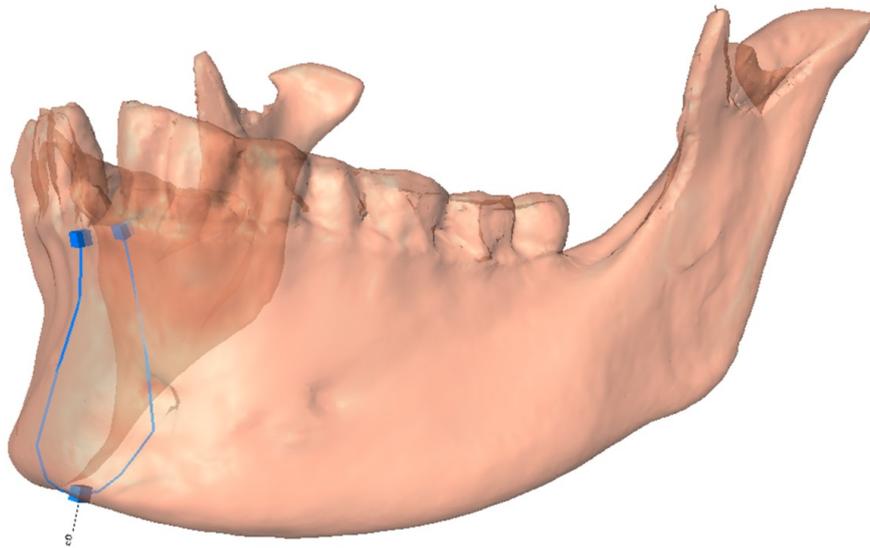


Figure 73: Les trois points de repère reliés par une courbe longeant la surface de l'objet.

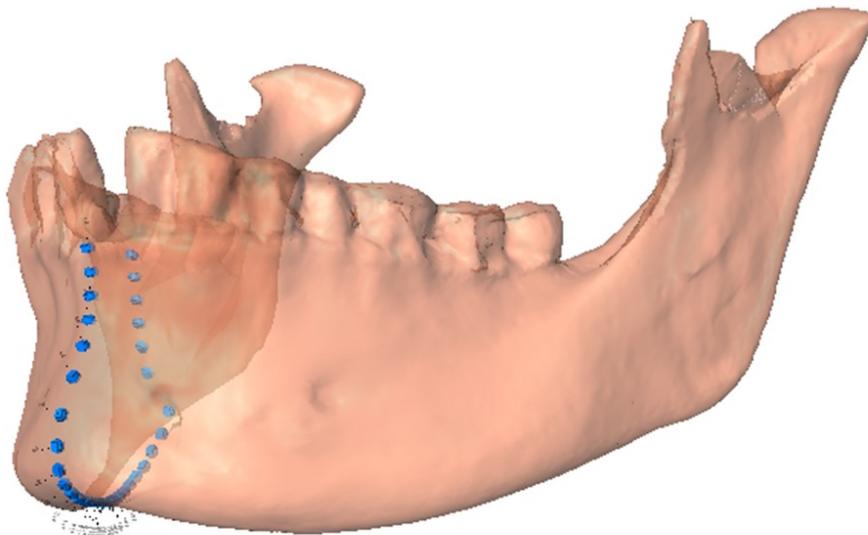


Figure 74: Les 41 semi-landmarks sont positionnés sur la courbe passant par les trois points de repère.

#### IV.2. Estimation de l'erreur

Le positionnement des points de repère sur la symphyse a été effectué par un seul observateur. Afin de quantifier l'erreur intra-observateur, la manipulation a été répétée dix fois sur huit spécimens : quatre enfants (dont deux néandertaliens et deux hommes modernes), quatre adultes (dont deux néandertaliens et deux hommes modernes). Nous avons ainsi obtenu dix séries de coordonnées pour nos trois landmarks pour chacun des huit spécimens soit au total 80 lots de coordonnées (x,y,z). L'erreur a été estimée séparément pour chaque spécimen, puis une erreur moyenne a été calculée (Singleton 2002; Lili *et al.* 2009).

Les calculs suivant ont été réalisés pour chacun des huit spécimens séparément :

La première étape de l'estimation de l'erreur est le calcul des coordonnées du centre géométrique (X, Y, Z) aux trois landmarks:

$$X = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} xi; Y = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} yi; Z = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} zi$$

Dans un deuxième temps, pour chaque landmark, nous calculons la racine carrée de la somme des carrés des différences entre les coordonnées du landmark et du centroïde (DC). Cette opération est répétée pour les 10 observations.

$$DC (\text{Landmark 1}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (xi - X)^2 + (yi - Y)^2 + (zi - Z)^2}$$

Enfin l'erreur est calculée en divisant l'écart-type des différences aux centroïdes (DC) par la moyenne de ces différences.

Voici les erreurs moyennes obtenues pour chaque point de repère :

- *Infradentale* : 4,64 %
- Intersection de fosses digastriques : 0,71 %
- Projection de l'*infradentale* : 4,59 %

Nous avons estimé que l'erreur était acceptable lorsqu'elle était inférieure à 5%.

#### IV.3. Analyse Elliptique de Fourier

L'analyse de Fourier est une méthode développée pour la caractérisation des contours de formes complexes. Elle est basée sur le théorème de Fourier démontrant que toute fonction périodique peut être décomposée en une série de sinusoides ou harmoniques, chacune caractérisées par une

fréquence, une amplitude et une phase. Autrement dit, tout contour peut être transformé en une série de contours de plus en plus complexes selon la fonction mathématique :

$$y = f(t) = A0 + \sum_{n=1}^k an \cos(nt) + \sum_{n=1}^k bn \sin(nt)$$

Cette fonction correspond à une analyse de Fourier conventionnelle où k est le degré maximum ou le nombre d'harmonique, plus il augmente, plus la courbe théorique se rapproche de la courbe réelle.

Selon Lestrel (Lestrel 1989) une telle fonction a pour avantage de : fournir des dimensions précises d'une forme complexe, réduire la dimensionnalité des variables, mesurer une proportion significative de variabilité, faciliter la séparation des composantes de taille et de conformation et établir des différences numériques entre les coefficients traduisant une différence de forme.

L'analyse de Fourier conventionnelle reste limitée sur certains aspects et ne peut être appliquée qu'à certaines classes de forme en deux-dimensions. Le développement de l'analyse elliptique de Fourier par Kuhl et Giardina a permis d'élargir le champ d'investigation à d'autres classes de forme plus complexes (Kuhl et Giardina 1982). Cette technique a pour principe la dérivation d'une paire de fonctions comme fonction d'une troisième variable. Si nous reprenons les explications de Lestrel : « Si les points de contour se déplaçaient le long de ce contour à une vitesse constante, la projection de ces points sur les abscisses et les ordonnées pourrait être définie comme une fonction de temps. Comme ces nouvelles fonctions sont linéaires par tranche, de valeurs uniques et périodiques, elles peuvent également être compatibles avec les fonctions de Fourier. » (Lestrel, 1989. p152). Les coordonnées x et y sont donc projetées sur un nouvel axe des abscisses (temps T) puis réunies (toujours en fonction de la variable de temps) pour recréer une forme théorique (Fig. 75).

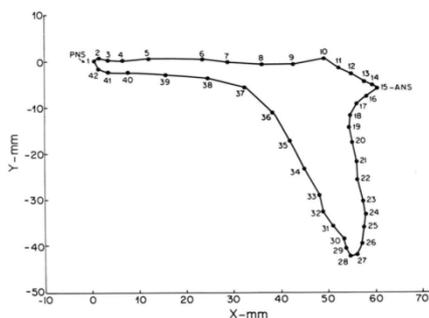
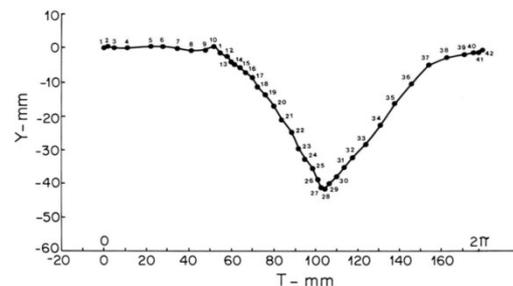
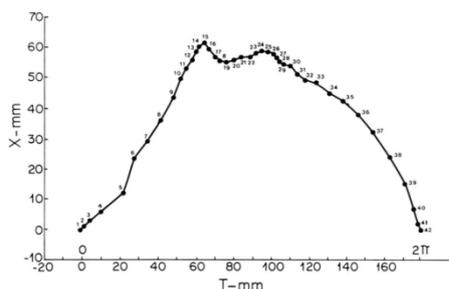


Figure 75: En haut : vue latérale d'un maxillaire humain incluant l'incisive centrale supérieure, approximation avec un polygone constitué de 42 points. En bas : les coordonnées x et y sont projetées sur un nouvel axe des abscisses, correspondant à une troisième variable (temps)(Lestrel 1989).



Cette transformation peut être définie par ces équations paramétriques :

$$xp = f(t) = A0 + \sum_{n=1}^k an \cos(nt) + \sum_{n=1}^k bn \sin(nt)$$

$$yp = f(t) = C0 + \sum_{n=1}^k cn \cos(nt) + \sum_{n=1}^k dn \sin(nt)$$

Avec :

$A0, C0$  : constantes

$an, bn, cn, dn$  correspondant aux coefficients des harmoniques

$k$  est le nombre maximum d'harmoniques calculé

Les représentations graphiques de ces harmoniques (Fourier inverse) sont des ellipses de plus en plus complexes à mesure que le nombre d'harmoniques calculé augmente, la somme de ces ellipses théoriques convergera vers le polygone représentant la forme réelle (Fig. 76).

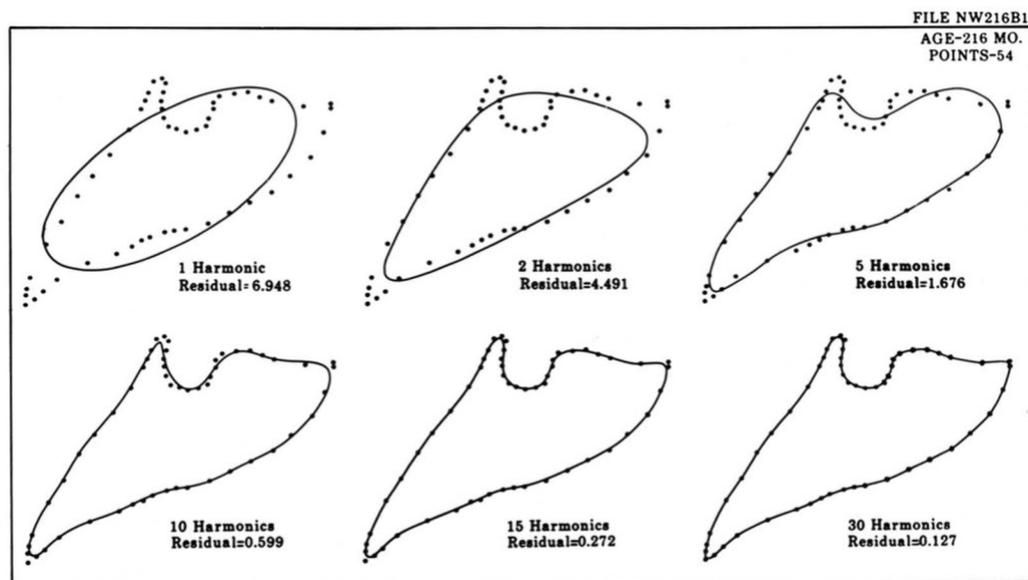


Figure 76: Vue latérale de la base d'un crâne humain (contour généré à partir d'une radiographie). Représentation de la superposition des 54 points définissant le polygone du contour et de 6 des 30 Harmoniques calculées par l'analyse de Fourier elliptique. A partir de 30 harmoniques la différence entre forme réelle et théorique est de 0.13 mm (Lestrel 1989).

Le nombre d'Harmoniques calculées peut-être infini, c'est pourquoi le nombre maximum d'Harmoniques est soumis aux contraintes de Nyquist qui imposent qu'il doit être égal à la moitié du nombre de points définissant le contour (Lestrel 1997).

Pour l'étude statistique, seules les 9 premières harmoniques ont été prises en compte car elles représentent plus de 99% de l'effet cumulatif de toutes les harmoniques (Claude 2008).

L'Analyse de Fourier Elliptique est applicable à des données en deux et trois dimensions, mais dans notre étude, la troisième dimension est minime car nos contours sont idéalement placés sur

un plan (plan sagittal de la symphyse). Nous avons donc pratiqué une réduction dimensionnelle de nos coordonnées à travers une analyse en composantes principales, les deux premières composantes correspondant à nos nouvelles coordonnées dans un plan.

Pour appliquer une analyse de Fourier Elliptique, il est nécessaire de normaliser les contours pour l'orientation, la position et la taille. Cette procédure a été réalisée grâce à une méthode de superposition Procrustes qui vise à garder les propriétés géométriques d'un objet tout en lui faisant subir une série de rotation, translation et mise à l'échelle (Fig. 77). Cette méthode décompose les coordonnées des landmarks en deux groupes de variable pour chacun des individus : la taille (centroïde) et la conformation. Les contours sont d'abord mis à l'échelle en les divisant par la taille centroïde, ensuite leur centres de gravités sont superposés par translation et enfin les écarts entre les paires de points homologues sont minimisés par rotation.

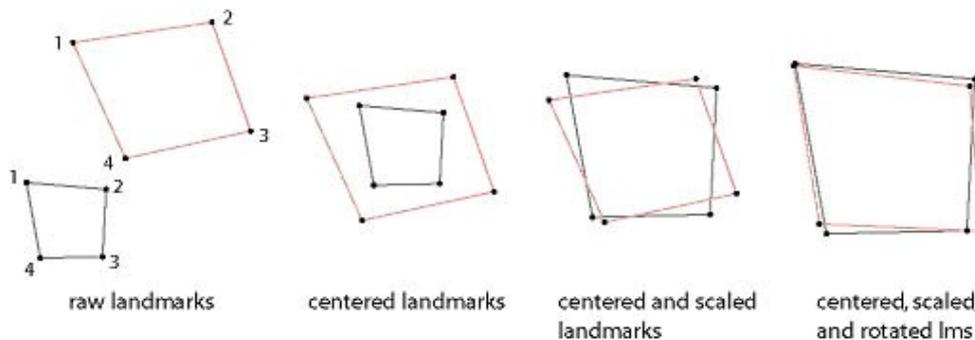


Figure 77: Schéma des trois étapes de la superposition Procruste: alignement des centres de gravité par translation, mise à l'échelle et minimisation des écarts entre les landmarks par rotation.

Une fois la réduction dimensionnelle et la superposition Procruste réalisées sur les trois points de repères, l'analyse de Fourier elliptique a pu être appliquée sur la nouvelle série de données.

#### IV.4. Analyses multivariées

Nous avons appliquées deux types d'analyses multivariées directement sur les coefficients de Fourier: l'analyse en composantes principales expliquée précédemment et une analyse discriminante linéaire. Cette dernière permet de déterminer la contribution des variables expliquant l'appartenance des individus à des groupes prédéfinis. Cette procédure tend à maximiser la variance intergroupe et minimiser la variance intragroupe. Pour notre analyse nous avons utilisé deux types de groupes, les groupes correspondant aux taxons humains (néandertalien, homme moderne et fossile du Pléistocène moyen) et aux classes d'âge pour les enfants.

En pratique, cette fonction permet de calculer : la probabilité pour chaque observation d'appartenir à un groupe donné, la moyenne de ces groupes, les coefficients des discriminantes linéaires et la contribution de chaque discriminante à la variation totale (Fisher 1936; Mahalanobis 1936; Claude 2008). Cette méthode est très sensible aux faibles effectifs, c'est pourquoi, le nombre de variables à analyser ne doit pas être supérieur à l'effectif du plus petit groupe (Kovarovic *et al.* 2011). Pour cela, nous avons choisi de réduire les dimensions de nos variables, correspondant aux coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques, par une analyse en composantes principales. Nous récupérons le nombre de composantes principales nécessaire (équivalent à l'effectif du plus petit groupe) en nous assurant que le pourcentage cumulés de variance représenté par ces composantes est suffisant. Nous appliquons ensuite une analyse discriminante sur ces nouvelles données en excluant les spécimens italiens de l'étude. Les résultats sont représentés graphiquement sur les quatre premiers axes factoriels en y ajoutant les ellipses de confiance à 95% calculées pour chaque groupe. Afin de prédire la position de nos individus par rapport à nos groupes de référence, nous les projetons sur les graphiques préalablement créés à partir des composantes principales calculées à partir des coefficients de Fourier à l'aide d'une fonction de prédiction.

## **CHAPITRE IV : RESULTATS**

---



## Enfants : Archi I et Fate II

La mandibule d'enfant Archi I (Fig.78) découverte dans les dépôts de la colline de San Francesco d'Archi en Calabre est incomplète mais possède un grade avancé de minéralisation qui a permis une bonne conservation de la partie osseuse (Ascenzi et Segre 1971a; Ascenzi et Segre 1971b). Ce reste est conservé dans le nouveau siège des collections de l'Institut de Paléontologie Humaine de Rome, situé dans le Convitto Nazionale Regina Margherita à Anagni (Frosinone).



Figure 78: Mandibule Archi 1 en vue faciale, linguale, occlusale, inférieure et latérale gauche (Echelle 2 cm).

La mandibule Fate II (Fig. 79) découverte dans les dépôts de la Caverna delle Fate en Ligurie est incomplète mais la partie préservée présente un bon état de conservation (Giacobini et de Lumley 1983, 1984; Giacobini *et al.* 1984; Giacobini et de Lumley 1988). Ce fragment est conservé au département d'Anatomie, Pharmacologie et Médecine légale de l'Université de Turin.



Figure 79: Mandibule Fate II en vue occlusale, inférieure, linguale et latérale gauche (Echelle 2cm).

## I. Description et estimation de l'âge à la mort

### I.1. Archi I

La mandibule (Fig. 78) comprend le corps mandibulaire jusqu'aux angles mandibulaires, mais les branches montantes sont absentes. La denture préservée comprend les premières et deuxièmes molaires déciduales droites et gauches ainsi que la canine lactéale gauche. Les radiographies mettent en évidence les couronnes des incisives centrales et des premières molaires (Fig. 80).



Figure 80: Radiographie panoramique de la mandibule d'Archi échelle 1cm (Ascenzi et Segre 1971b; Granat et Heim 2003).

L'âge à la mort de l'individu a été estimé par plusieurs auteurs selon différentes méthodes. Les premières publications indiquent un âge de 5-6 ans (Ascenzi et Segre 1971b), plus tard Minugh-Purvis et Faerman estiment un âge de 3-4 ans (Minugh-Purvis 1988; Faerman *et al.* 1994). Enfin, en 2002 Granat et Heim développent deux nouvelles méthodes élaborées à partir de la maturation dentaire néandertalienne ; elles sont basées sur l'application de formules mathématiques et sur le degré de maturation des dents déciduales et permanentes. Ils obtiennent un âge beaucoup plus jeune de 2 ans 3 mois  $\pm$  6 mois (Granat et Heim 2003).

Dans notre étude, nous n'avons pas tenu compte des précédentes estimations de l'âge mais seulement de l'éruption dentaire. La dentition déciduale étant complète et la première molaire encore dans son alvéole, nous l'avons placée dans la deuxième classe d'âge.

### I.2. Fate II

La mandibule infantile Fate II (Fig. 79) comprend tout le segment latéral gauche de la région goniale à l'alvéole de la deuxième incisive gauche. Une partie de la branche montante gauche est préservée mais le processus condyloïde et la pointe du processus coronoïde sont absents ainsi qu'une portion de la région goniale. La seule dent encore en place est la première molaire permanente gauche mais la canine et la deuxième molaire permanente sont visibles dans leurs

alvéoles. En radiographie, il est possible d'apercevoir les bourgeons des deux prémolaires (Fig. 81).

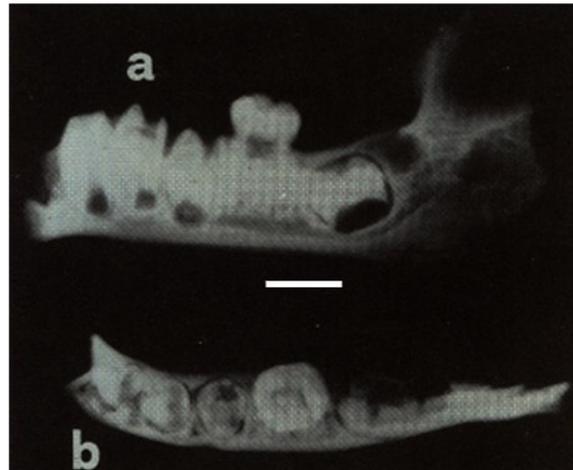


Figure 81: Radiographies de la mandibule Fate II en vue latérale (a) et occlusale (b) échelle 1 cm (Giacobini et al. 1984).

L'âge à la mort de l'enfant Fate II a tout d'abord été estimé à 9-10 ans à partir de la denture en place et en cours d'éruption (Giacobini et de Lumley 1984). Une étude sur l'ontogénèse cranio-faciale des hominidés du Pléistocène supérieur a permis de réévaluer l'âge à 8 ans (Minugh-Purvis 1988).

Selon les critères établis pour la détermination de la classe d'âge (Shea 1981), c'est à dire la présence de la première molaire complètement sortie, nous plaçons Fate II parmi les individus de stade 3.

## II. Description anatomique et analyse dimensionnelle

### II.1. Dimensions générales

Dans son ensemble (Tab. 5), la mandibule d'Archi présente une épaisseur du corps mandibulaire importante par rapport à sa hauteur. Ses dimensions rentrent toutefois dans la variabilité néandertalienne et sont globalement supérieures à celles de Fate II excepté les épaisseurs au foramen mentonnier et à la première molaire. Comparées aux enfants modernes, ses dimensions sont comprises dans la variabilité des enfants de stade 3 et certaines comme les épaisseurs à la canine et au foramen mentonnier rentrent dans la variabilité des enfants de stade 4. Les différentes parties anatomiques sont marquées par des reliefs grossiers en particulier au niveau des segments latéraux. La mandibule de Fate II possède des hauteurs faibles par rapport à notre échantillon de référence, néanmoins les épaisseurs sont plus importantes que sur les enfants modernes et rentrent dans la variabilité néandertalienne. Une reconstitution par symétrie faite précédemment a permis de mettre en évidence une morphologie globale de la mandibule courte mais large (Giacobini et de Lumley 1984). Nous pouvons donc conclure que Fate II et Archi I suivent la tendance des enfants néandertaliens avec un corps mandibulaire bas et épais.

Mesures (mm)	Archi 1	Fate II	Néandertaliens (s.l.)								Enfants modernes																
			Classes 2 à 5				Classe 2				Classe 3				Classe 4												
			n	m	s	IC95%	n	m	s	IC95%	n	m	s	IC95%	n	m	s	IC95%	n	m	s	IC95%					
Largeur bi-canine	<b>35,75</b>	-	10	34,32	4,87	31,00	38,25	48	29,65	2,82	28,63	30,50	14	27,41	1,81	26,25	28,54	16	28,90	2,20	27,65	29,78	13	31,58	2,25	30,25	32,88
Hauteur à la symphyse	<b>22,50</b>	-	14	25,39	5,41	21,75	28,50	48	24,15	4,04	22,75	25,00	14	21,25	1,45	20,25	22,34	16	22,32	2,48	20,83	23,85	13	27,73	3,96	25,12	30,75
Hauteur au foramen mentonnier	<b>21,25</b>	<b>19,38</b>	13	23,29	4,52	20,50	26,38	48	22,41	4,45	20,75	23,45	14	18,25	1,86	17,00	19,50	16	21,87	2,16	20,54	23,31	13	25,37	4,70	22,06	28,44
Hauteur à la canine	<b>20,14</b>	<b>19,64</b>	13	22,24	4,42	19,46	24,97	46	22,20	3,79	20,85	22,93	13	19,23	1,55	18,05	20,24	15	21,24	2,41	20,05	22,55	13	24,84	4,26	22,08	27,44
Hauteur à la M1	<b>18,21</b>	<b>16,99</b>	14	20,18	4,49	17,17	22,57	46	19,29	4,41	17,43	20,05	13	16,30	1,86	15,16	17,60	13	17,59	1,81	16,63	18,85	13	22,24	5,05	18,84	25,01
Position FM / bord inférieur	<b>6,83</b>	<b>6,98</b>	13	10,15	3,02	8,50	11,88	48	9,67	2,27	8,81	10,23	14	7,43	0,59	7,12	7,76	16	9,71	1,57	8,84	10,61	13	10,95	2,05	9,63	12,25
Position FM / bord alvéolaire	<b>11,18</b>	<b>9,53</b>	13	11,53	1,84	10,25	12,75	48	11,67	2,43	10,87	12,19	14	9,88	1,82	8,63	11,00	16	11,12	1,15	10,50	11,75	13	13,28	2,81	11,12	14,88
Longueur Bi-FM	<b>40,40</b>	-	6	44,58	6,31	36,25	54,00	47	38,97	4,30	37,56	40,25	13	35,30	3,48	32,50	37,55	16	38,24	3,02	36,50	39,92	13	41,87	3,49	39,54	44,29
Epaisseur à la symphyse	<b>12,50</b>	-	14	12,62	2,07	11,38	14,00	48	12,23	1,91	11,50	12,75	14	10,63	1,00	10,00	11,30	16	12,12	1,22	11,38	12,81	13	12,94	1,93	11,75	14,13
Epaisseur à la canine	<b>12,40</b>	<b>12,28</b>	13	13,35	2,12	12,11	14,63	46	10,06	1,31	9,63	10,35	13	9,36	0,87	8,78	9,91	15	9,96	1,00	9,39	10,58	13	10,59	1,78	9,42	11,76
Epaisseur au FM	<b>12,28</b>	<b>12,53</b>	13	13,86	2,81	12,25	15,44	48	10,74	1,45	10,31	11,12	14	9,41	0,97	8,78	10,00	16	10,87	0,93	10,31	11,48	13	11,48	1,49	10,56	12,50
Epaisseur à la M1	<b>12,86</b>	<b>13,68</b>	15	15,24	2,56	13,53	16,74	45	14,22	1,48	13,72	14,66	12	13,33	0,81	12,78	13,77	15	14,79	1,39	14,16	15,49	13	13,92	1,60	12,86	14,92
Epaisseur à la M2	-	<b>13,76</b>	8	17,39	1,662	15,255	18,812	35	15	1,86	14,13	15,56	7	13,18	1,18	11,56	14,06	7	14,99	1,63	14,00	16,37	13	15,40	1,85	13,94	16,50

Tableau 5: Analyses univariées des dimensions linéaires (en mm) des mandibules Archi I et Fate II comparées aux dimensions des mandibules d'enfants néandertaliens (sensu lato) et d'enfants modernes de classes 2 à 5. n : nombre d'individus de l'échantillon de comparaison, m la moyenne, s l'écart-type et IC 95% l'indice de confiance à 95 %..

## II.2. Segment latéral du corps

### II.2.1. Morphologie

#### **Archi I**

La partie postérieure de la face buccale des segments latéraux est marquée par la présence d'une *proementia lateralis* bien développée, située postérieurement à la deuxième molaire déciduale (dm2) et associée à un *torus marginalis superior* proéminent. Le segment sous les premières et deuxièmes molaires déciduales est marqué par la présence d'un *tuberculus marginalis anterior* délimité au dessus par un surcreusement. Les foramens mentonniers droit et gauche sont positionnés sous les dm1 et sont doubles mais fusionnés formant ainsi une large ouverture.

Sur la face interne sont également visibles d'importants reliefs. La ligne mylohyoïdienne traverse le corps diagonalement. Elle part en position basse par rapport au bord alvéolaire et sous l'emplacement de la future première molaire permanente.

Les bords supérieur (alvéolaire) et inférieur (basal) sont réguliers, sauf au niveau du *tuberculus marginalis anterior* où la rectilinéarité du bord inférieur est tronquée. Les bords présentent une légère convergence vers l'arrière. En *norma basilaris*, le bord inférieur possède une épaisseur importante et constante le long du segment latéral.

#### **Fate II**

Le corps mandibulaire est uniformément épais et bombé, la face latérale est convexe, notamment au niveau de l'emplacement de la deuxième molaire permanente en cours d'éruption, mais ne présente pas de relief important. Le foramen mentonnier est simple et positionné sous la deuxième prémolaire (P4) dans la moitié inférieure du corps. Par rapport à la taille générale de la mandibule, le foramen est très large et de forme ovale. Sur le bord inférieur, au niveau du septum de la première et deuxième prémolaire, nous pouvons observer une ébauche de *tuberculus marginalis anterior*.

La face linguale possède des reliefs marqués avec notamment une ligne mylohyoïdienne prononcée traversant le corps diagonalement et commençant en position haute par rapport au bord alvéolaire. La fosse sous-mandibulaire n'est pas très profonde mais forme un léger surcreusement.

### II.2.2. Analyse dimensionnelle

Pour l'analyse dimensionnelle des segments latéraux, nous avons inclus les hauteurs et épaisseurs aux foramens mentonniers et à la première molaire pour les deux spécimens. Pour Archi, nous ajoutons également la largeur entre les deux foramens mentonniers.

D'une manière générale, nous remarquons que pour ces deux spécimens, le corps mandibulaire est uniformément épais, et la hauteur décroît légèrement vers l'arrière de façon constante à partir de la première molaire lactéale pour Archi et a une inclinaison maximale entre la première prémolaire et la première molaire permanente pour Fate II (Tab. 5). Cette inclinaison est cependant moins importante que celle retrouvée chez les enfants modernes.

#### **Au niveau du foramen mentonnier**

Au niveau du foramen mentonnier, les indices de robustesse de nos deux spécimens sont plus importants que ceux des enfants modernes et rentrent dans la variabilité néandertalienne (Fig. 82). Néanmoins, alors qu'Archi s'y intègre parfaitement, Fate II présente un indice de robustesse parmi les plus élevés de ce groupe. Dans le détail, nous remarquons que, comparée à notre échantillon d'enfant néandertalien, Fate II s'intègre parmi les enfants de stade 2 et 3 présentant un indice de robustesse plus important que les enfants plus âgés, alors que les valeurs d'Archi sont comparables à celles des enfants de stade 4 et 5.

Le graphique bivarié (Fig. 82) présentant l'épaisseur en fonction de la hauteur au foramen mentonnier montre une nette différence entre les néandertaliens et les hommes modernes, avec un clair effet allométrique dans les deux cas. Nous remarquons également que la mandibule d'Archi a des dimensions supérieures à celles des enfants néandertaliens et modernes de stade 2 et se range plutôt dans la variation des enfants de stade 3. Sa hauteur est proche de celle de l'enfant de Gibraltar 2 (stade 3), alors que son épaisseur est comparable à celle de Petitpuymoyen (stade 5). Comme Archi, Fate II se retrouve proche de la droite de régression des néandertaliens, dans la variation des enfants de stade 2 et 3. Sa hauteur réduite au foramen mentonnier a tendance à la rapprocher des enfants plus jeunes. Son épaisseur est toutefois importante, proche des enfants de Roc de Marsal et Archi (stade 2), mais aussi de Montgaudier et Teshik Tash (stade 4). A ce niveau de la discussion, nous pouvons résumer qu'Archi présente des dimensions plus importantes que les enfants de son âge au contraire de Fate II dont les dimensions sont plutôt réduites.

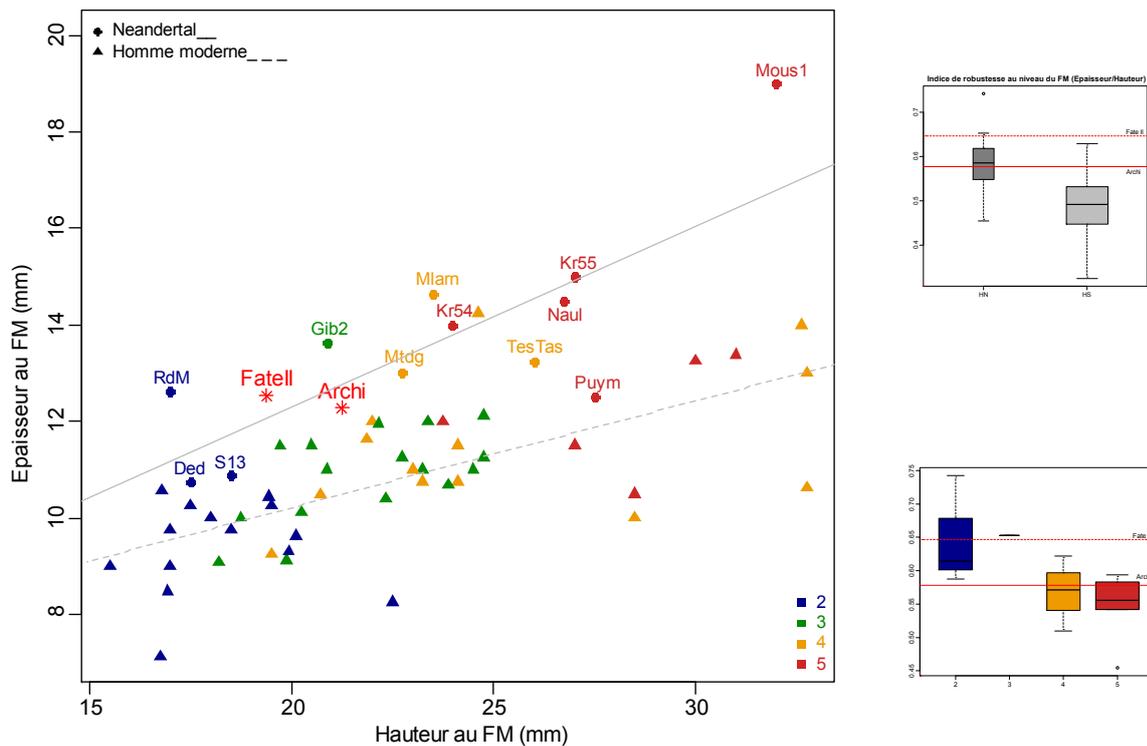


Figure 82: Biplot de l'épaisseur en fonction de la hauteur au foramen mentonnier (en mm). Représentation des droites de régression des groupes. A droite, boxplot des indices de robustesse au foramen mentonnier, en haut comparaison des néandertaliens et des hommes modernes et en bas comparaison des enfants néandertaliens par stade d'âge.

### Au niveau de la première molaire permanente

Les dimensions au niveau de la M1 correspondent, pour les enfants de stade 2 (la M1 n'étant pas encore sortie), aux mesures prises à l'emplacement de la future première molaire permanente, qui est généralement visible dans son alvéole. A ce niveau, les indices de nos spécimens rentrent dans la variabilité des néandertaliens mais aussi des hommes modernes, qui ne sont pas clairement distinctes (Fig. 83). Fate II présente un indice supérieur à celui d'Archi à la limite inférieure des enfants de stade 2 et à la limite supérieure des enfants de stade 4, proche de celui de Gibraltar 2. L'indice d'Archi est inférieur à celui des enfants de classes 2 et 3 et s'intègre dans la variabilité des néandertaliens de stade 4 et 5.

Le graphique bivarié (Fig. 83) montre clairement un effet allométrique avec une augmentation simultanée de l'épaisseur et de la hauteur à la M1 avec l'âge. Par contre, les distributions néandertaliennes et modernes ne sont pas distinguables. Archi a des valeurs proches des enfants de stade 2 et 3 mais son épaisseur est relativement faible par rapport au reste de l'échantillon. Fate II se situe de nouveau dans les variabilités confondues des enfants de stade 2 et 3 mais est plus proche des enfants de Dederiyeh et Suard 13 que de Gibraltar 2. Nous notons également que son épaisseur est comparable à celle de l'enfant de Pech de l'Azé (stade 2). En résumé, à ce niveau, nous remarquons une fois encore que les dimensions de Fate II sont réduites par rapport à celles des enfants de son âge, alors qu'Archi possède un rapport hauteur-épaisseur réduit par sa hauteur importante du corps comparé aux enfants de stade 2.

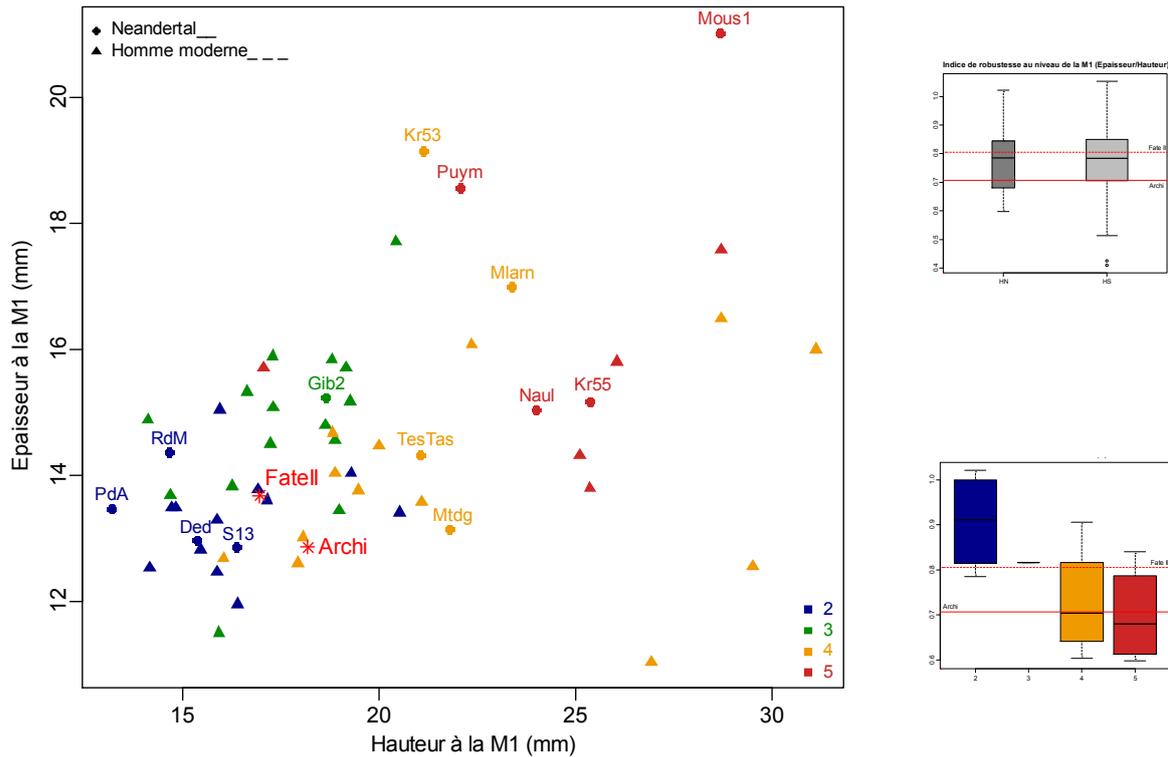


Figure 83: Biplot de l'épaisseur en fonction de la hauteur à la première molaire permanente (en mm). A droite, boxplot des indices de robustesse à la M1, en haut comparaison des néandertaliens et des hommes modernes et en bas comparaison des enfants néandertaliens par stade d'âge.

### II.3. Symphyse

#### II.3.1. Morphologie

##### Archi I

La région symphysaire est, comme le reste du corps mandibulaire, épaisse et avec une hauteur constante de la partie médiane aux canines. En *norma lateralis*, le profil de la symphyse apparaît légèrement en retrait.

Un léger bombement est observable dans la partie médiane inférieure correspondant à l'ébauche du *tuber symphyseos*. Le *trigone mentale* est complété par deux petites *fossa mentale* de part et d'autre du *tuber symphyseos*. La structure mentonnière n'est que très faiblement développée.

Dans la partie médiane supérieure, au niveau du bord alvéolaire, les deux héli-mandibules ne semblent pas encore complètement fusionnées, en effet une petite trace de séparation est visible sur environ 1 cm.

La face interne de la symphyse est bombée sur toute la partie médiane formant un léger mais clair *planum alveolare*. Cette structure peut-être mise en relation avec la formation des couronnes des incisives permanentes couplée à la robustesse générale de la mandibule.

Les épines mentonnières ne sont pas bien identifiables, mais les insertions musculaires sont nettes. Au niveau du bord inférieur, en *norma basilaris*, les fosses digastriques sont clairement creusées et orientées vers le bas et l'arrière.

## **Fate II**

La région symphysaire est incomplète, mais son profil semble presque vertical et aucune structure mentonnière n'est identifiable (*trigone* et *tuberculus mentale, tuber symphyseos*). Sur la face antérieure, la *fossa mentalis* est en forme de demi-lune. La convexité du corps mandibulaire au niveau de la canine est importante en raison de l'éruption de cette dernière. La face interne présente un *planum alveolare* peu développé. La *fossa genioglossa* est bien visible formant un léger surcreusement dans la partie médiane, mais les épines mentonnières ne sont pas saillantes et les *torus transverse superior* et *inferior* ne sont pas discernables. La *fossa digastrica* sur le bord inférieur a une forme ellipsoïdale et est orientée vers le bas et l'arrière.

### *II.3.2. Analyse dimensionnelle*

#### **A la canine**

Les indices de robustesse au niveau de la canine de nos deux individus sont presque équivalents et rentrent dans la variabilité des néandertaliens largement supérieure à celle des enfants modernes (Fig. 84). Dans le détail, leurs indices s'insèrent dans la variabilité des enfants de stade 2, 3 et 4. Notons que l'épaisseur à la canine d'Archi et de Fate II est influencée par la formation des bourgeons des canines permanentes visibles en radiographie pour Archi et par l'éruption de la canine permanente chez Fate II.

L'analyse bivariée de l'épaisseur en fonction de la hauteur à la canine (Fig. 84) montre une nette différence entre les néandertaliens et les enfants modernes. En effet, l'épaisseur est plus importante à ce niveau chez les néandertaliens. Un effet allométrique est clairement visible pour nos deux groupes, néanmoins le coefficient de la droite de régression des néandertaliens est plus importante indiquant une augmentation de l'épaisseur plus rapide que la hauteur en fonction de l'âge. Sur le graphique, Fate II et Archi sont très proches avec des dimensions plus importantes que la majorité des enfants de stade 2 et voisines de la mandibule de stade 4 de Montgaudier. Nous notons également que Fate II possède des dimensions beaucoup plus réduites que celles de Gibraltar 2.

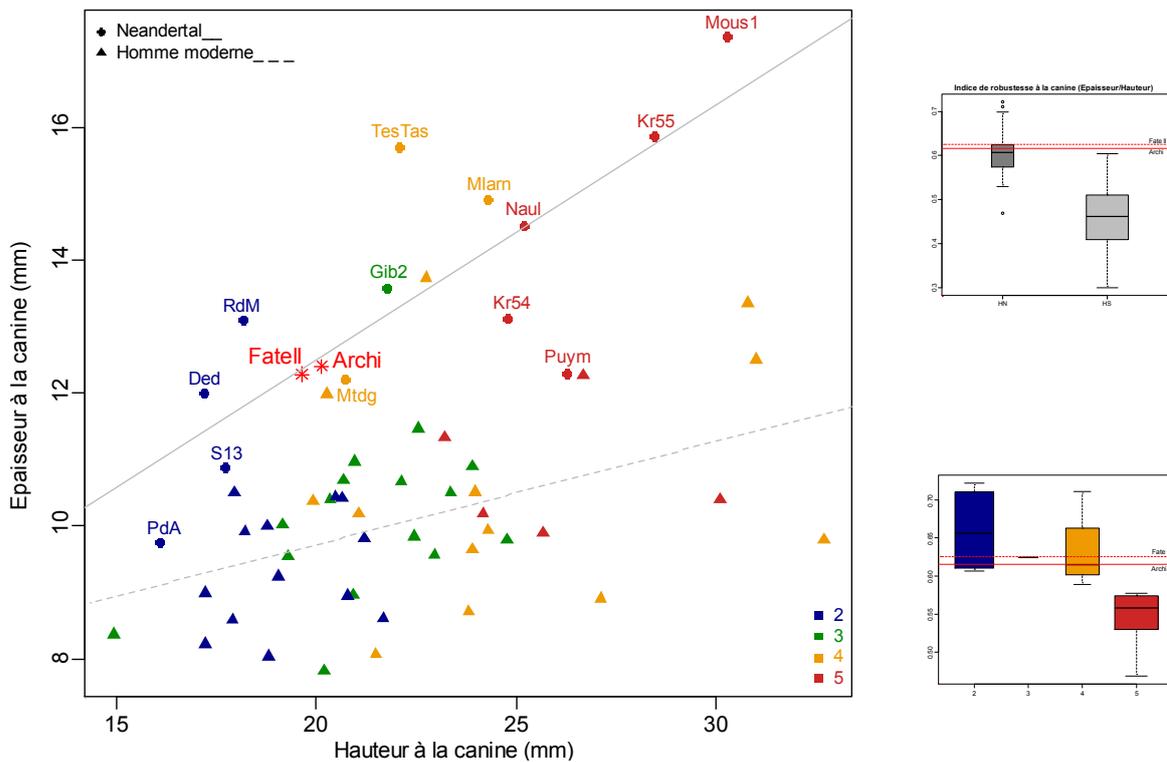


Figure 84: Biplot de l'épaisseur en fonction de la hauteur à la canine (en mm). Représentation des droites de régression des deux groupes. A droite, boxplot des indices de robustesse à la canine, en haut comparaison des néandertaliens et des hommes modernes et en bas comparaison des enfants néandertaliens par stade d'âge.

Les rapports hauteur à la canine sur la largeur bi-canine montrent que la hauteur à la canine des néandertaliens est plus réduite proportionnellement à la largeur bi-canine (Fig. 85). Structurellement, cela indique que les néandertaliens ont un corps mandibulaire bas mais une largeur médio-latérale importante.

Archi s'intègre dans la variabilité générale des néandertaliens et dans la limite supérieure des individus du même âge. Sur le graphique bivarié (Fig. 85), la séparation entre le groupe des néandertaliens et celui des hommes modernes est nette et nous pouvons remarquer que les néandertaliens de stade 2 sont assez proches les uns des autres, alors qu'Archi s'en éloigne et se rapproche de celles de Gibraltar 2 (stade 3) et Teshik Tash (stade 4).

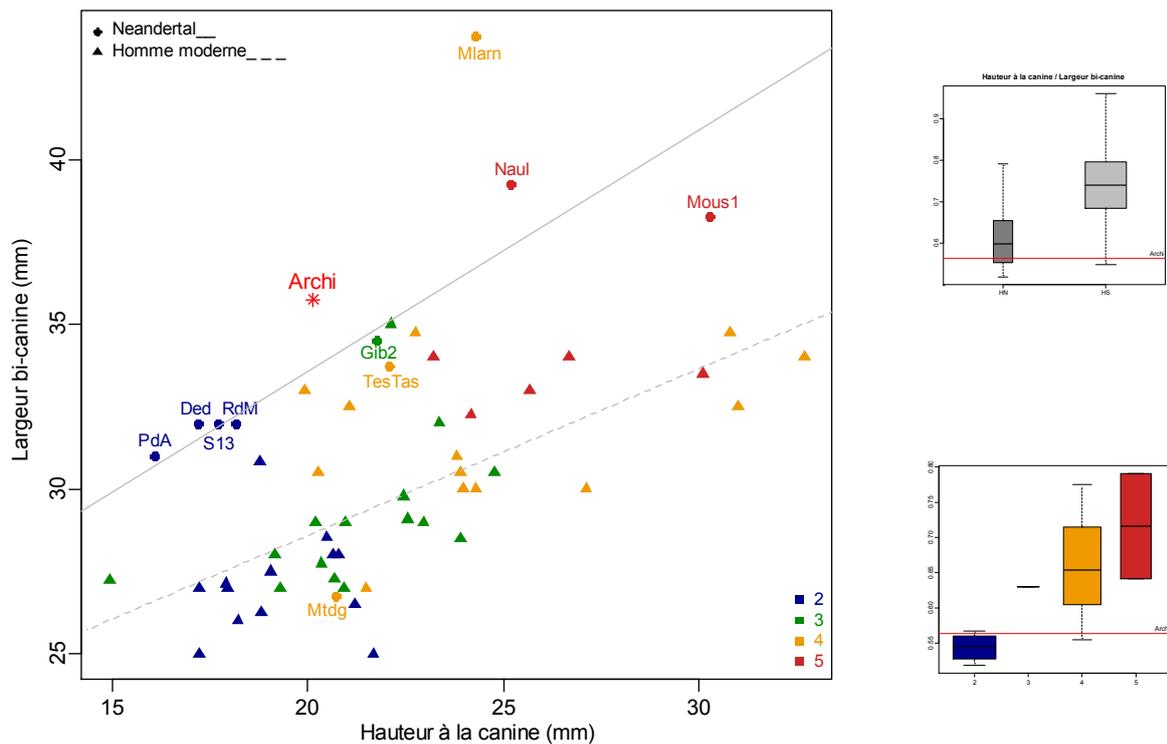


Figure 85: Biplot de largeur bi-canine en fonction de la hauteur à la canine (en mm). Représentations des droites de régression des deux groupes. A droite, boxplot des indices hauteur à la canine/ largeur bi-canine, en haut comparaison des néandertaliens et des hommes modernes et en bas comparaison des enfants néandertaliens par stade d'âge.

### A la symphyse

Les différences entre l'indice de robustesse au niveau de la symphyse des deux groupes sont peu marquées (Fig. 86). En effet, l'apparition du *mentum osseum* chez les enfants modernes implique une augmentation importante de l'épaisseur à ce niveau par rapport au reste du corps mandibulaire. Au contraire, chez les néandertaliens, on observe une épaisseur semblable due à une robustesse générale plus importante et à la présence d'un *planum alveolare*. L'analyse bivariée permet de confirmer cette tendance évolutive, avec des droites de régression suivant la même trajectoire pour les néandertaliens et les hommes modernes. Par rapport aux enfants néandertaliens du même âge, Archi présente de nouveau des dimensions plus importantes et se retrouve voisine de la mandibule de Gibraltar 2 (stade 3).

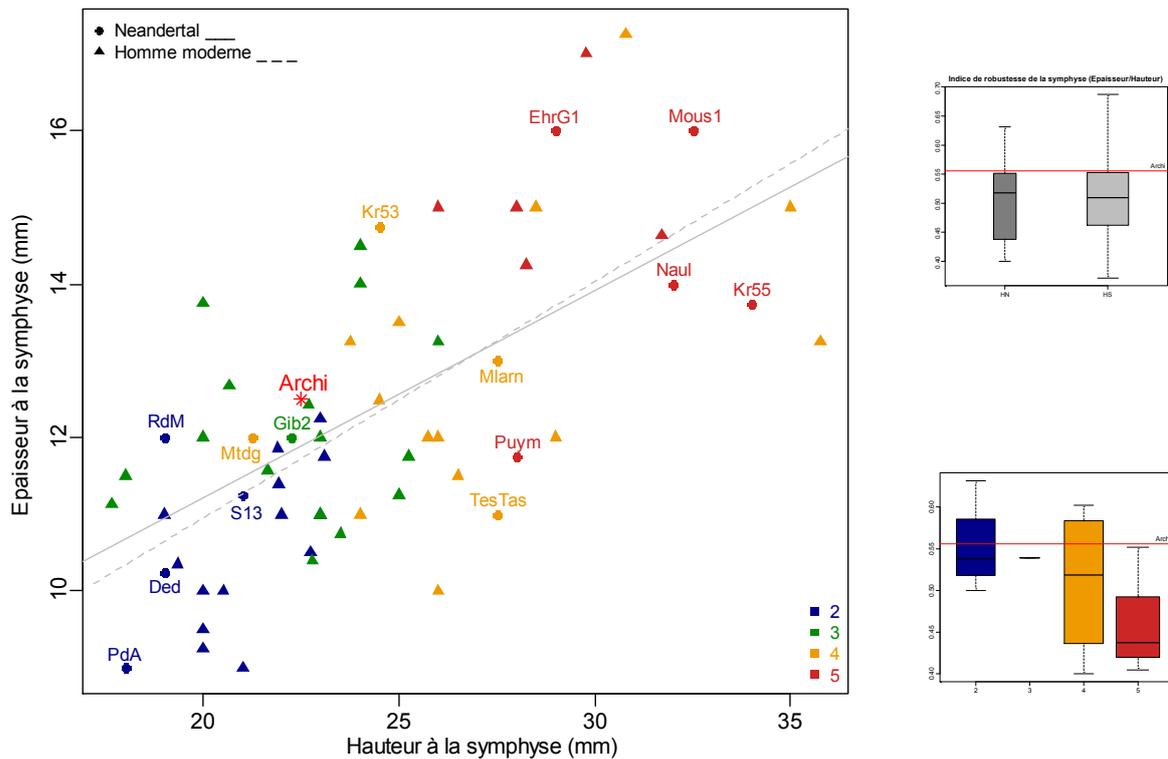


Figure 86: Biplot de l'épaisseur en fonction de la hauteur à la symphyse (en mm). Représentation des droites de régression des deux groupes. A droite, boxplot des indices de robustesse à la symphyse, en haut comparaison des néandertaliens et des hommes modernes et en bas comparaison des enfants néandertaliens par stade d'âge.

#### II.4. Branche montante

Sur la mandibule de Fate II, la branche montante gauche est incomplète, seule la partie basale est préservée. C'est pourquoi, aucune mesure n'a pu être intégrée. L'inclinaison du *ramus mandibulae* par rapport au plan alvéolaire est faible comparée aux enfants modernes (Giacobini *et al.* 1984).

Sur la face externe, la *crista ectocondyloidea* est bien marquée et se termine presque au niveau du bord inférieur avec le début de la crête verticale très peu développée tout comme la *proeminentia lateralis*. Ces deux structures se confondent et sont précédées par une *fossa masseterica* marquée. Sur la face interne, la *crista endocoronoidea* est presque verticale avec une tendance à une diagonalisation vers le processus coronoïde. Le *planum triangulare* est étendu et légèrement déprimé. La *lingula mandibulae* est bien visible et recouvre en partie la *foramen mandibulae*. Le sillon mylohyoïdien est recouvert sur presque 6mm d'un pont osseux. L'insertion des muscles ptérygoïdiens est prononcée avec des tubercules ptérygoïdiens médiaux individualisés et une fosse ptérygoïde profonde.

#### II.5. Analyse en Composantes Principales des dimensions

Pour l'analyse en composantes principales, nous avons exclu les individus pour lesquels les mesures présentaient des valeurs manquantes. Afin d'inclure Archi I et Fate II, nous avons sélectionné les dimensions répertoriées sur ces deux spécimens : l'analyse a donc été réalisée sur un échantillon de 58 individus et sur six dimensions : hauteur et épaisseur à la canine (H\_C et E\_C), hauteur et épaisseur au foramen mentonnier (H\_FM et E\_FM), hauteur et épaisseur à la première molaire permanente (H\_M1 et E\_M1). Nous avons traité d'une part les données brutes et d'autre part les log-shapes ratios des mesures pour s'affranchir de l'effet de la taille. Nous nous sommes contentés de l'étude des trois premières composantes principales qui représentaient une part suffisante de la variance totale.

#### *II.5.1. Analyse sur les données brutes*

La première composante principale calculée pour notre échantillon représente 83,48 % de la variation totale et est influencée par les hauteurs à la canine, au foramen mentonnier et à la première molaire permanente. La deuxième composante traduit 9,33% de la variabilité totale de l'échantillon et est régie par les épaisseurs aux différents points. Enfin, la troisième composante principale, représentant 3,71 % de la variance totale, est principalement influencée par la hauteur à la canine, la hauteur et l'épaisseur à la M1.

Le plan formé par la première et deuxième composantes (Fig. 87) représente 92,81 % de la variance totale et montre clairement un effet d'allométrie sur la première composante, traduisant une augmentation des épaisseurs et hauteurs avec l'âge. Les variabilités des deux groupes (Neandertal et moderne) se recouvrent principalement pour les enfants de stades 2 et 3. A partir du stade 4, les deux distributions se distinguent, les néandertaliens se situent dans le quart supérieur droit du graphique (augmentation plus importante de l'épaisseur par rapport à la hauteur) et les enfants modernes s'orientent vers le quart inférieur droit (augmentation plus importante de la hauteur par rapport à l'épaisseur). Sur ce plan, Archi et Fate II se retrouvent dans la partie supérieure gauche, dans la zone de recouvrement des variabilités des deux groupes et sont voisines des néandertaliens de stade 2 et 3. Ces deux spécimens sont assez proches, mais Fate II présente une valeur inférieure sur le premier axe, se rapprochant des individus plus jeunes, contrairement à Archi.

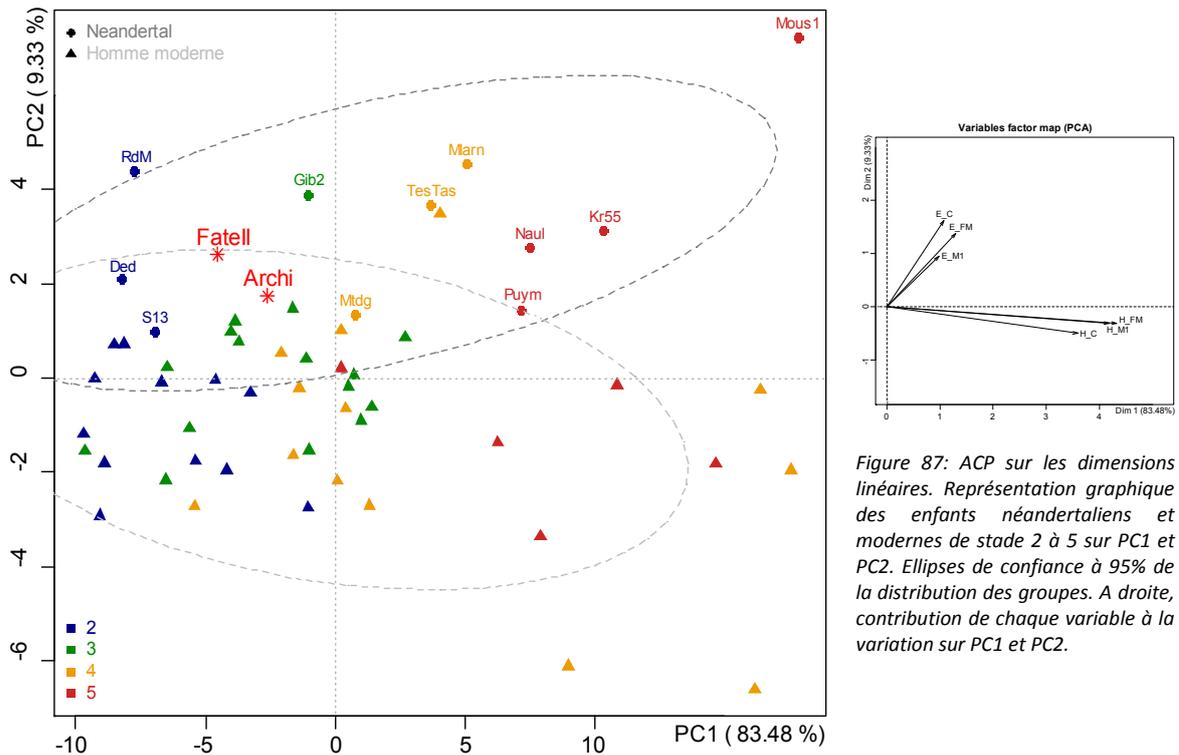


Figure 87: ACP sur les dimensions linéaires. Représentation graphique des enfants néandertaliens et modernes de stade 2 à 5 sur PC1 et PC2. Ellipses de confiance à 95% de la distribution des groupes. A droite, contribution de chaque variable à la variation sur PC1 et PC2.

Le plan formé par les deuxième et troisième composantes (Fig. 88) représente 13,04 % de la variance totale et oppose les épaisseurs (moitié droite) aux hauteurs (moitié gauche). Les variabilités de nos groupes ne se recouvrent que très légèrement au centre. D'une manière générale, les néandertaliens ont une épaisseur au foramen mentonnier plus importante que les enfants modernes. Cependant, les distributions ne permettent pas de mettre en évidence un effet allométrique. Sur ce plan, Archi I et Fate II se retrouvent dans le quart inférieur droit, où se situent également la majorité des enfants néandertaliens. Archi est proche des enfants du même âge tels que Suard 13 et Dederiyeh alors que Fate II, qui possède une valeur plus importante sur PC3, est voisine de Krapina 55 (stade 5).

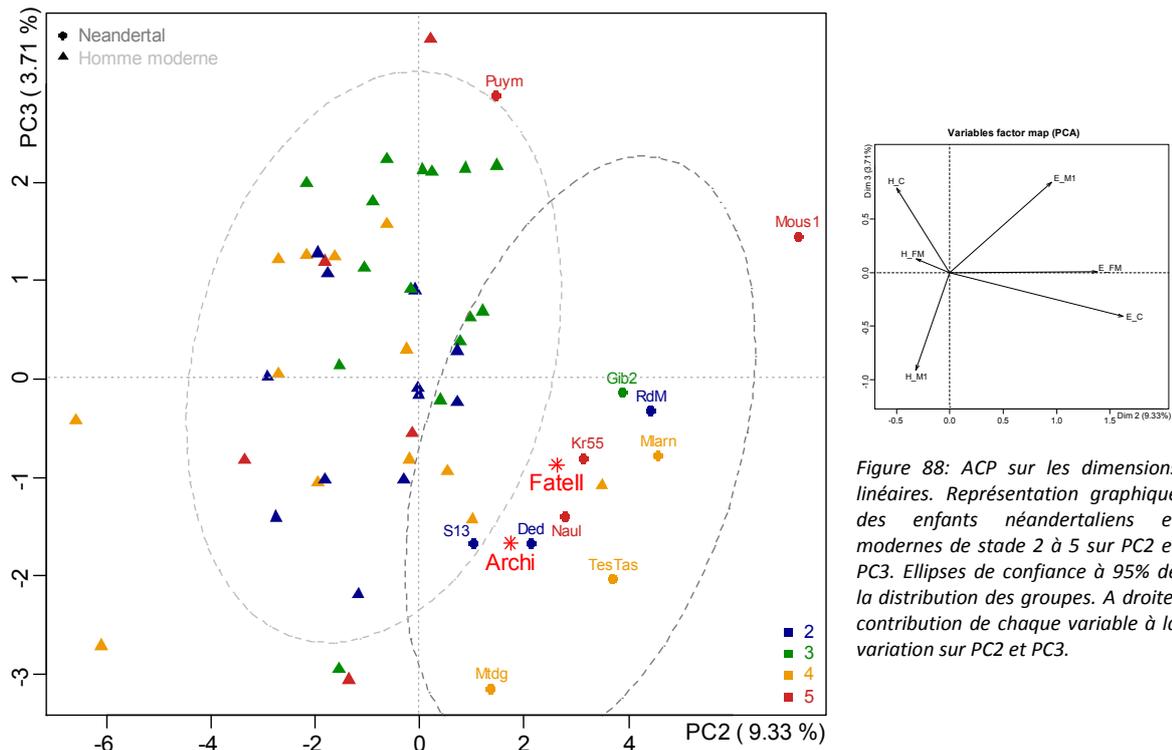
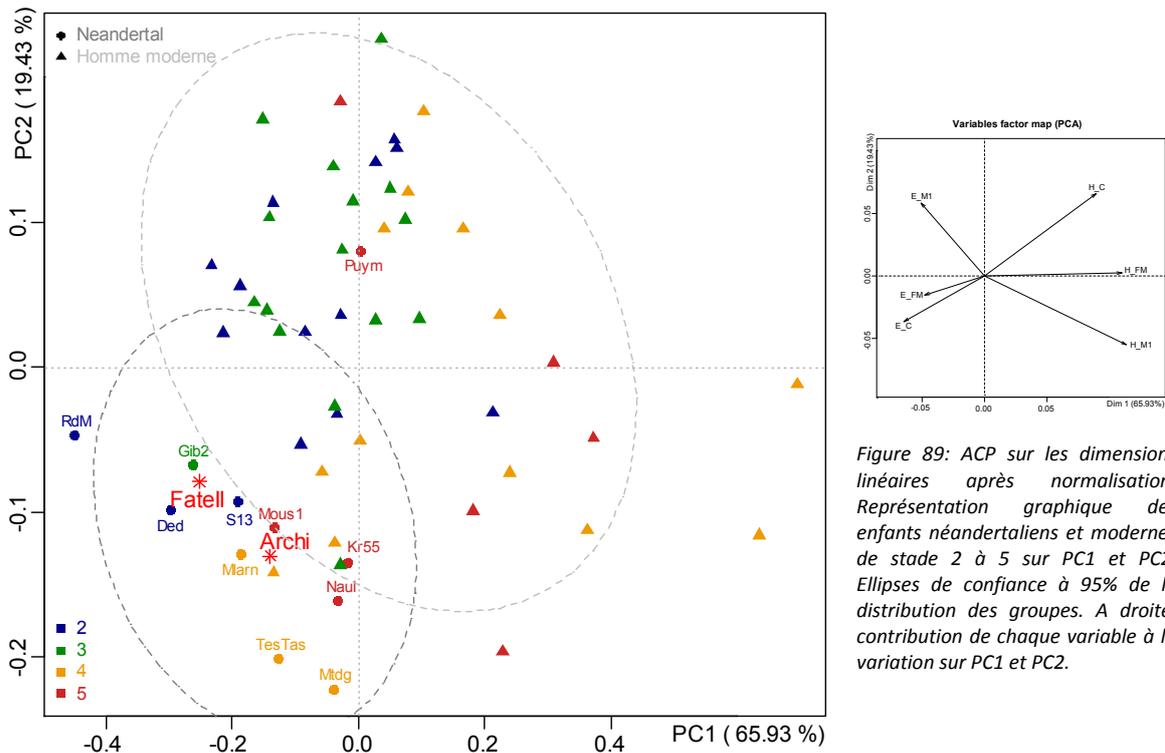


Figure 88: ACP sur les dimensions linéaires. Représentation graphique des enfants néandertaliens et modernes de stade 2 à 5 sur PC2 et PC3. Ellipses de confiance à 95% de la distribution des groupes. A droite, contribution de chaque variable à la variation sur PC2 et PC3.

II.5.2. Analyse sur données normées.

Afin de s’affranchir de l’effet de la taille et donc réduire l’effet de l’allométrie, nous avons normé nos données. Les trois premières composantes principales obtenues représentent respectivement 65,93% ; 19,43% et 6,91 % de la variance totale de notre échantillon.

Le plan formé par les première et la deuxième composantes (Fig. 89) exprime 85,36 % de la variance totale. Ce plan oppose principalement la variation des hauteurs (moitié droite) à la variation des épaisseurs (moitié gauche), avec une influence majeure de la hauteur au foramen mentonnier sur le premier axe. Sur ce plan, les variabilités de nos deux groupes se recouvrent en partie mais la majorité des néandertaliens se concentre dans le quart inférieur gauche où l’on retrouve également Archi et Fate II par leurs épaisseurs plus importantes du corps. Nous retrouvons sur ce plan, l’affinité de Fate II avec les enfants néandertaliens de stade 2 et 3 (Dederiyeh, Suard 13 et Gibraltar 2), alors qu’Archi est voisine des enfants plus âgés de stade 4 et 5 (Malarnaud et le Moustier 1).



Sur le plan formé par les première et troisième composantes (Fig. 90), représentant 72,84 % de la variabilité totale, nous remarquons que les distributions des deux groupes se recouvrent presque entièrement, mais les néandertaliens ont tendance à se concentrer dans la moitié gauche. En effet, ce plan oppose des épaisseurs importantes dans la partie gauche et des hauteurs importantes dans la partie droite, où se retrouve la majorité des hommes modernes. Les mandibules d'Archi et Fate II s'insèrent dans la variabilité néandertalienne. Néanmoins, elles diffèrent nettement sur les deux axes. Fate II est proche de Gibraltar 2 et Archi tend à avoisiner les enfants de stade 4 et 5.

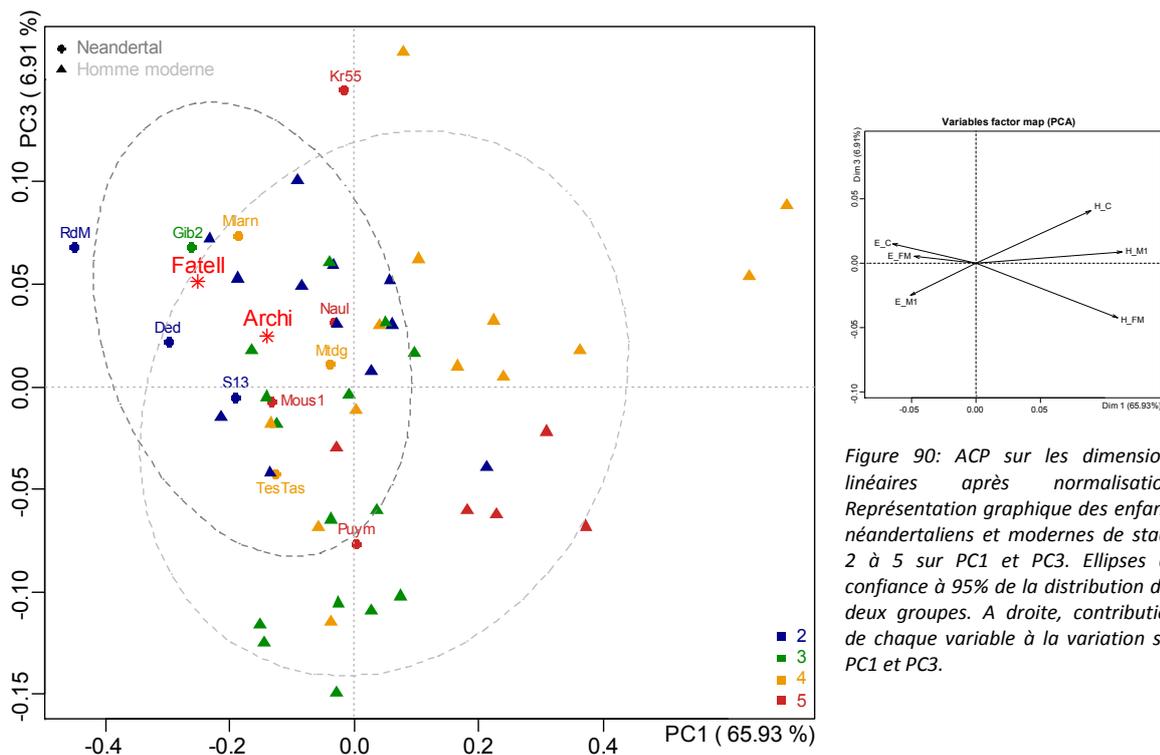


Figure 90: ACP sur les dimensions linéaires après normalisation. Représentation graphique des enfants néandertaliens et modernes de stade 2 à 5 sur PC1 et PC3. Ellipses de confiance à 95% de la distribution des deux groupes. A droite, contribution de chaque variable à la variation sur PC1 et PC3.

Enfin, sur le plan formé par les deuxième et troisième composantes (Fig. 91), traduisant 26,34 % de la variabilité totale, les distributions de nos deux groupes se recouvrent, mais les enfants néandertaliens de stades 4 et 5 ont tendance à être hors de la zone de recouvrement. Ce plan oppose sur la deuxième composante, la hauteur à la canine et l'épaisseur à la M1 aux épaisseurs à la canine et au foramen mentonnier et la hauteur à la M1. Les valeurs négatives sur le troisième axe traduisent une hauteur importante au foramen. Les néandertaliens sont principalement concentrés dans le quart supérieur gauche. Comme sur les plans précédents, nous retrouvons Fate II proche de Gibraltar 2 et Roc de Marsal, alors qu'Archi se rapproche des enfants plus âgés comme la Naulette (stade 5).

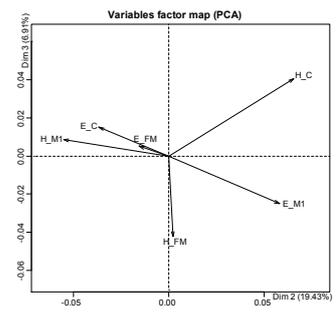
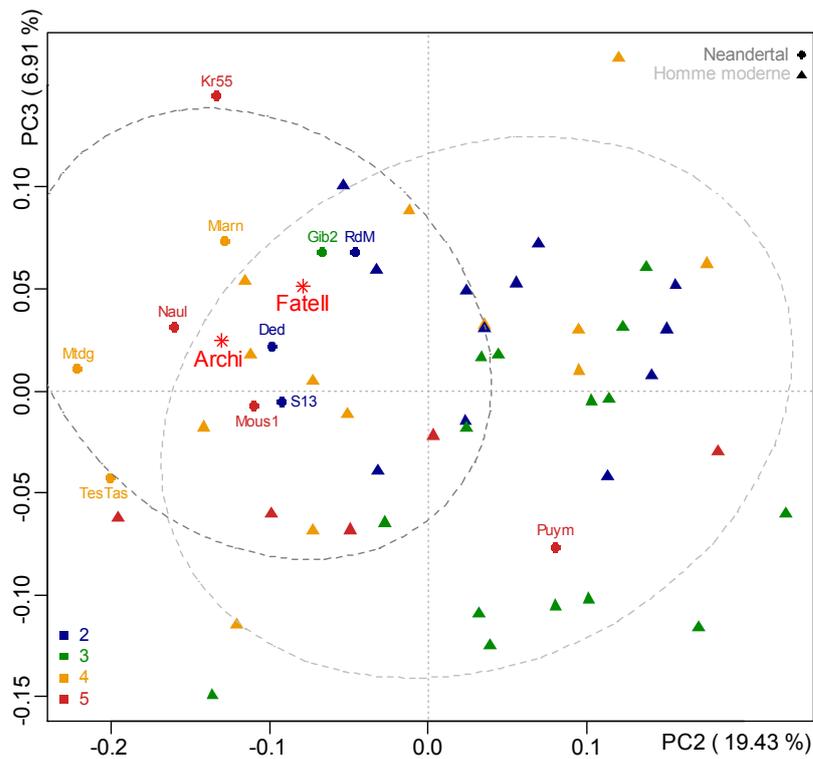


Figure 91: ACP sur les dimensions linéaires après normalisation. Représentation graphique des enfants néandertaliens et modernes de stade 2 à 5 sur PC2 et PC3. Ellipses de confiance à 95% de la distribution des deux groupes. A droite, contribution de chaque variable à la variation sur PC2 et PC3.

### III. Morphologie comparée et analyse phénetique

Pour compléter l'analyse dimensionnelle, nous avons évalué la présence de 40 caractères sur chaque mandibule (Mounier 2009). Les mandibules d'Archi et Fate II étant incomplètes, nous avons pu évaluer respectivement 19 et 24 caractères. Cette étape nous a permis de mettre en évidence, d'une part, d'éventuelles spécificités morphologiques de nos groupes (hommes modernes et néandertaliens) et d'autre part, de confronter les deux spécimens à l'échantillon de comparaison d'un point de vue morphologique. Nous présentons les résultats sous forme de tableaux croisés présentant l'occurrence de l'état de chacun des caractères d'Archi et de Fate II comparés aux enfants néandertaliens et modernes (Tab 6-8). Les caractères sont regroupés par zone anatomique : région symphysaire, segment latéral du corps mandibulaire et branche montante.

Le premier tableau (Tab. 6) présentant les caractères au niveau de la symphyse confirme que les différences majeures entre les néandertaliens et les enfants modernes se situent au niveau de la région mentonnière, les enfants modernes ayant une ébauche de menton pour les plus jeunes, à une vraie structure mentonnière pour les plus âgés (stade 5). Archi montre cependant un léger renflement osseux au niveau de la partie médiane de la symphyse, c'est pourquoi il s'insère à la fois dans la variabilité des néandertaliens et dans celles des enfants modernes de stades 2-3.

Bien qu'incomplète, il a été possible d'évaluer l'état de certains caractères de la région symphysaire de Fate II. Nous remarquons qu'elle possède des états de caractères partagés avec la majorité des enfants néandertaliens de notre échantillon, comme un profil vertical de la symphyse, une absence de *tuber symphyseos* et de tubercules latéraux et la présence d'un *planum alveolare*, bien que réduit.

Région symphysaire		Archi	Fate II	Neand	Enfants modernes				
					tous	2	3	4	5
Orientation du profil de la symphyse	1 Fuyante			4	0	0	0	0	0
	2 Verticale	2	2	9	9	6	2	1	0
	3 Incurvée vers l'avant			0	39	8	14	12	5
Position de l' <i>infradentale</i> par rapport au point le plus antérieur.	1 en retrait			0	27	7	11	7	2
	2 même hauteur	2		9	5	1	1	3	0
	3 en avant			5	0	0	0	0	0
<i>Incurvation mandibulae</i>	1 Absence			13	37	13	14	9	1
	2 Présence sur le bord alvéolaire			1	6	0	2	2	2
	3 Présence	3		0	4	0	0	2	2
<i>Tuber symphyseos</i>	1 Absence		1	12	1	1	0	0	0
	2 Peu projeté	2		1	31	12	13	5	1
	3 Fortement projeté			0	15	0	3	8	4
Crête centrale dans la partie inférieure médiale	1 Absence			8	0	0	0	0	0
	2 Renflement osseux	2		6	39	10	13	12	4
	3 Crête osseuse			0	8	3	3	1	1
Tubercules latéraux de part et d'autre de la partie médiale de la symphyse	1 Absence	1	1	12	0	0	0	0	0
	2 Fusionnés avec le tuber symphyseos			0	30	8	13	7	2
	3 Individualisés et projetés sur les côtés			1	17	5	3	6	3
<i>Incisura submentalis</i>	1 Absence			7	43	11	16	11	5
	2 Présence	2		6	4	2	0	2	0
Orientation des fosses digastiques	1 Vers le bas			13	15	3	8	4	0
	2 Vers le bas et l'arrière	2	2	2	23	3	7	8	5
	3 Vers l'arrière			0	7	5	1	1	0
<i>Planum alveolare</i>	1 Absence			8	45	11	16	13	5
	2 Présence	1	1	3	1	1	0	0	0
Epine mentonnaire supérieure	1 Absence			10	16	9	6	1	0
	2 Peu marquée	2	2	2	22	3	9	9	1
	3 Marquée			0	8	0	1	3	4
Epine mentonnaire inférieure	1 Absence			8	19	7	8	2	2
	2 Peu marquée	2	2	4	24	4	6	11	3
	3 Marquée			1	3	1	2	0	0

Tableau 6: Caractères et occurrences des états de caractères au niveau de la région symphysaire d'Archi et de notre échantillon de comparaison (Mounier 2009).

Les colonnes Archi et Fate II présentent l'état de chaque caractère de ces spécimens. Les autres colonnes indiquent l'occurrence de l'état des caractères de l'échantillon de référence par groupe (Néandertaliens et enfants modernes) et par classe d'âge pour les enfants modernes. Nombre total de mandibules prises en considération : 17 néandertaliens et 48 enfants modernes dont 14 de stade 2, 16 de stade 3, 13 de stade 4 et 5 de stade 5.

Au niveau des segments latéraux (Tab. 7), les néandertaliens se différencient des enfants modernes par l'orientation des bords du corps mandibulaire peu convergents vers l'arrière ou parallèles, la présence du *tuberculus marginalis anterior* et l'orientation oblique de la ligne mylohyoïdienne. La position du foramen mentonnier pour les enfants, contrairement au cas des adultes néandertaliens, ne peut pas être utilisée comme diagnostic de l'espèce car il est souvent positionné au même niveau chez les enfants modernes et néandertaliens, c'est notamment le cas chez Archi et Fate II (Williams et Krovitz 2004). D'une manière générale, nous remarquons qu'Archi possède des reliefs marqués qui sont absents chez Fate II et la plupart des enfants néandertaliens, tels que les *torus marginalis superior* et *inferior*. Ces mandibules diffèrent également par le nombre de foramens mentonniers, qui sont doubles chez Archi. Néanmoins, nous retrouvons sur ces deux spécimens des traits qui sont majoritairement présents chez les néandertaliens tels que la présence d'un *tuberculus marginalis anterior* et la faible convergence vers l'arrière des bords du corps mandibulaire. Elles présentent également une orientation oblique de la ligne mylohyoïdienne, caractère parfois associé aux autapomorphies néandertaliennes chez les adultes (Rosas 2001).

Segment latéral		Archi	Fate II	Neand	Enfants modernes				
					tous	2	3	4	5
Orientation des bords du corps mandibulaire	1 Convergents vers l'arrière			2	32	7	10	11	4
	2 Peu convergents vers l'arrière	2	2	9	14	6	5	2	1
	3 Parallèles			2	1	0	1	0	0
Foramen Mentonnier	1 Simple		1	9	44	13	15	12	4
	2 Multiples	2		4	3	0	1	1	1
Position du Foramen mentonnier	1 P3-P4			3	15	0	0	10	5
	2 m1-m1/m2	2	2	7	33	14	16	3	0
	3 M1			3	0	0	0	0	0
<i>Tuberculus marginalis anterior</i>	1 Absence			1	45	13	15	12	5
	2 Présence	2	2	13	2	1	0	1	0
<i>Torus marginalis superior</i>	1 Absence		1	11	45	14	16	11	4
	2 Présence	2		2	3	0	0	2	1
<i>Torus marginalis inferior</i>	1 Absence		1	13	45	14	16	10	5
	2 Présence	2		0	3	0	0	3	0
Orientation de la ligne mylohyoïdienne	1 Parallèle au bord alvéolaire			1	1	0	0	1	0
	2 Inclinée vers le bas			0	33	9	13	8	3
	3 Diagonale	3	3	13	10	2	3	3	2
Profondeur de la fosse sous-mandibulaire	1 Peu profonde	1	1	11	41	9	16	11	5
	2 Profonde			3	2	0	0	2	0

Tableau 7: Caractères et occurrences des états de caractères au niveau du segment latéral du corps mandibulaire d'Archi et de l'échantillon de comparaison.

Au niveau du *ramus mandibulae* (Tab. 8), Fate II est originale par la présence marquée d'une *lingula mandibulae* recouvrant en partie le *foramen mandibulae*. Cette structure ne se retrouve que très rarement chez les néandertaliens adultes mais est généralement présente chez les adultes modernes (Smith 1978; Trinkaus 1983). Une autre particularité de Fate II est la présence d'un pont osseux recouvrant le sillon mylohyoïdien, rare parmi les enfants de l'échantillon.

Branche montante		Fate II	Neand	Enfants modernes				
				tous	2	3	4	5
Profondeur de la fosse prérygoïde	1 Peu profonde		6	36	11	12	9	4
	2 Profonde	2	6	8	0	4	3	1
Fossa masseterica (dépression sur surface latérale du gonion)	1 Surface plate		2	26	10	11	3	2
	2 surcreusement	2	4	19	2	4	10	3
	3 Fosse profonde		2	0	0	0	0	0
Longueur antéro-postérieur du rameau	1 Étroite	1	9	45	12	15	13	5
	2 Large		0	0	0	0	0	0
orientation du pilier interne du coronoïde	1 Verticale		7	25	8	9	4	4
	2 Concave	2	1	11	2	5	4	0
	3 Oblique		0	8	1	2	4	1
Orientation de la crista endocondyloïde	1 Oblique		1	16	6	1	7	2
	2 Diagonale	2	4	23	3	11	6	3
taille du planum triangulare	1 Peu étendu	1	5	38	11	13	9	5
	2 Très étendu		1	3	0	0	3	0
profondeur du planum triangulare	1 Surface plane		1	25	5	10	8	2
	2 Légère dépression	2	5	17	6	5	3	3
	3 Dépression profonde		0	1	0	0	1	0
lingula mandibulae	1 Absence		2	12	4	5	2	1
	2 Présence peu marquée		5	28	7	8	9	4
	3 Présence marquée	3	1	4	0	2	2	0
pont osseux sur le sillon mylohyoïdien	1 Absence		4	47	12	14	12	5
	2 Présence	1	0	2	0	1	1	0

Tableau 8: Caractères et occurrences des états de caractères au niveau du ramus mandibulae de Fate II et de l'échantillon de comparaison.

Afin de synthétiser les informations apportées par l'évaluation de ces caractères, nous avons appliqué une Analyse en Composantes Multiples (ACM) sur tous les caractères ayant pu être évalué sur les deux mandibules. Cette étape nous permet de mettre en évidence les caractères les plus pertinents pour discriminer les deux groupes. Pour faciliter la lecture des graphiques, nous

ajoutons à chaque représentation des plans des axes factoriels, la direction des variables, correspondant à un état de caractère. Chacune des variables est indiquée par son numéro suivi de l'état du caractère.

Le premier axe factoriel calculé, représentant la variation la plus importante, est principalement influencé par la présence/absence du *tuber symphyseos* (Tab. 9, 4), l'orientation du profil de la symphyse (Tab. 9, 1), la position du foramen mentonnier (Tab. 9, 11), l'orientation des fosses digastriques (Tab. 9, 8), la présence/absence du *tuberculus marginalis anterior* (Tab. 9, 12), la présence/absence du *planum alveolare* et l'orientation de la ligne mylohyoïdienne (Tab. 9, 35). Les variations sur cet axe permettent de discriminer clairement les enfants modernes présentant des valeurs négatives et les néandertaliens (valeurs positives). Il est également possible d'identifier un léger effet allométrique dans la distribution des enfants modernes. En effet, les enfants les plus âgés présentent des valeurs inférieures pouvant être corrélées à la formation de la structure mentonnière.

Le deuxième axe est régi par la position du foramen mentonnier (Tab. 9, 11), la présence/absence du *torus marginalis superior* (Tab. 9, 13), la présence/absence du *torus marginalis inferior* (Tab. 9, 14), le nombre de foramen mentonnier (Tab. 9, 10) et l'orientation des bords du corps mandibulaire (Tab. 9, 9). Sur cet axe, nous remarquons que les néandertaliens ont une variabilité beaucoup plus grande que les enfants modernes.

Le troisième axe est influencé par la présence/absence du *tuber symphyseos* (Tab. 9, 4), la position du foramen mentonnier (Tab. 9, 11), la présence/absence du *torus marginalis superior* (Tab. 9, 13), la présence/absence du *torus marginalis inferior* (Tab. 9, 14), l'orientation des fosses digastriques (Tab. 9, 8), l'expression des épines mentonnières (Tab. 9, 38 et 39). Un faible effet d'allométrie est identifiable pour les enfants modernes pour les mêmes raisons que l'axe 1.

Enfin le quatrième axe est influencé par la position et le nombre de foramens mentonniers (Tab. 9, 10 et 11), l'orientation de la ligne mylohyoïdienne (Tab. 9, 35), la présence/absence du *tuberculus marginalis anterior* (Tab. 9, 12), l'orientation des corps mandibulaires (Tab. 9, 9) et l'orientation du profil de la symphyse (Tab. 9, 1). Sur cet axe, il est possible de discriminer clairement les enfants modernes des néandertaliens.

Pour résumer, le calcul de ces axes factoriels nous permet de mettre en évidence les caractères récurrents influençant la variation : la présence/absence du *tuber symphyseos*, la position et le nombre de foramen mentonnier, l'orientation des fosses digastriques et la présence/absence de reliefs sur la face buccale des segments latéraux (*torus marginalis superior/inferior* et *tuberculus marginalis anterior*).

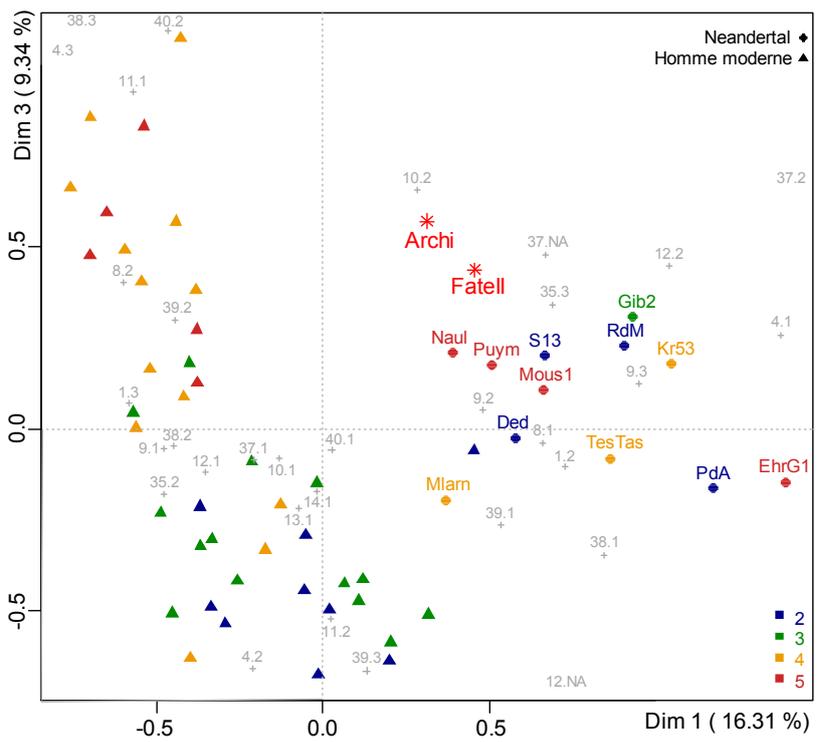
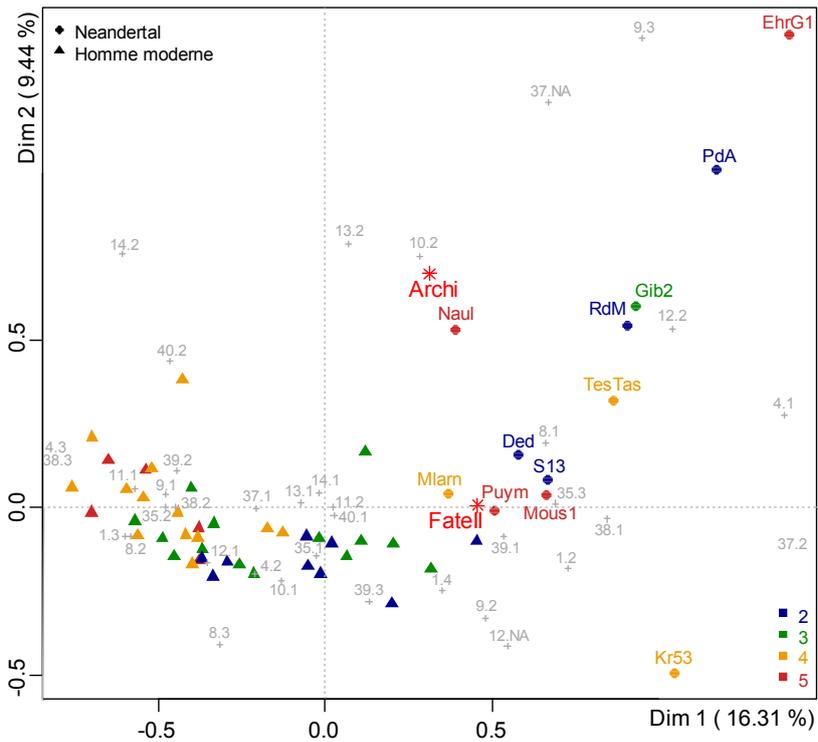
Nous avons choisi de représenter les combinaisons de plans permettant de mettre en évidence les différences entre les deux groupes et ayant une influence importante sur la variance totale de l'échantillon.

Sur le plan formé par les premier et deuxième axes (Fig. 92), Archi se place dans la moitié gauche du graphique, où se situent également les néandertaliens ; néanmoins Archi possède des valeurs plus importantes sur le deuxième axe par la combinaison de plusieurs foramens mentonniers et de reliefs importants sur la face buccale des segments latéraux (*torus marginalis*). Cette particularité est également observée sur les autres plans, où Archi se retrouve toujours éloignée des autres néandertaliens. Quant à Fate II, elle est proche des individus de Malarnaud et Petitpuy-moyen. Ces trois spécimens présentent en effet une combinaison de caractères similaires : absence d'un *tuber symphyseos*, un profil vertical de la symphyse, un seul foramen mentonnier et des bords mandibulaires peu convergents vers l'arrière.

Le plan formé par les premier et troisième axes (Fig. 92), discrimine clairement les distributions des deux groupes. Les deux spécimens se situent dans la variabilité des enfants néandertaliens et sont proches l'une de l'autre. Elles se situent dans le quart supérieur droit car elles ont à la fois des épines mentonnrières peu marquées mais aussi un *tuberculus marginalis anterior*.

Sur les plans formés par les deuxième et troisième axes et sur les deuxième et quatrième axes (Fig. 92), Archi est éloignée et Fate II est proche des individus du Petitpuy-moyen, du Moustier et de Suard 13, proches également de la variabilité moderne. Ces quatre mandibules présentent de nouveau une combinaison de caractères spécifiques : profil vertical de la symphyse, bords du corps mandibulaire peu convergents vers l'arrière, foramen mentonnier simple et présence d'un *tuberculus marginalis anterior*.

En résumé, la particularité de la mandibule d'Archi réside principalement dans la présence de reliefs marqués sur la face buccale des segments latéraux, alors que Fate II présente une combinaison de caractères fréquente chez les enfants néandertaliens : présence de *tuberculus marginalis anterior*, faible convergence vers l'arrière des bords du corps mandibulaire, orientation oblique de la ligne mylohyoïdienne et présence d'un *planum alveolare*.



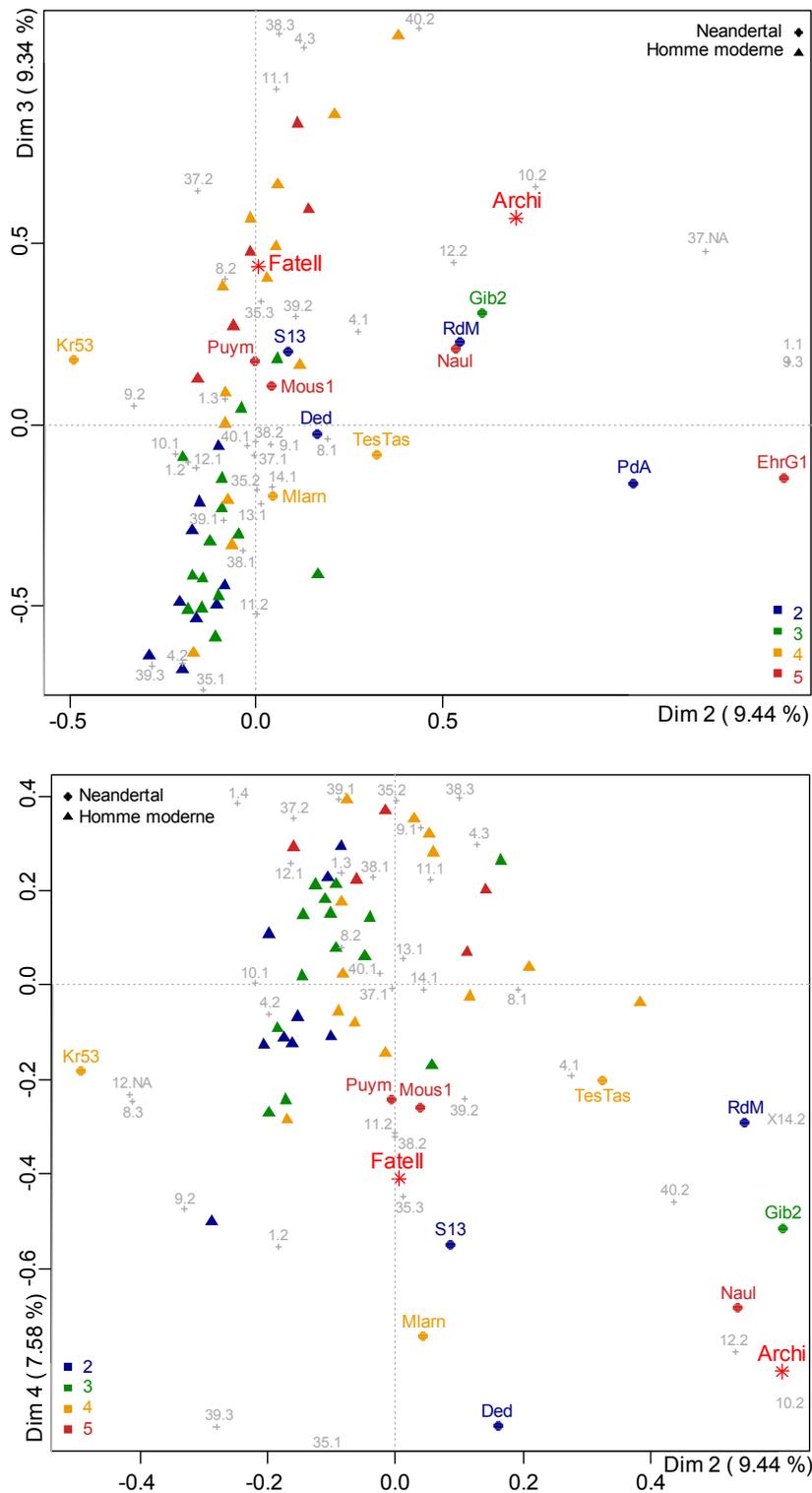


Figure 92: Représentation des analyses en composantes multiples sur les quatre premiers axes factoriels. En dessous, liste des caractères et états de caractères pris en considération pour l'ACM.

		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Orientation du profil de la	Fuyante	Verticale	Incurvée vers
4	<i>Tuber symphyseo</i>	Absence	peu projeté	fortement projeté
8	Orientation des fosses	vers le bas	vers le bas et l'arrière	vers l'arrière
9	Orientation des bords du corps mandibulaire	Convergens vers l'arrière	peu convergens vers l'arrière	parallèles
10	Foramen mentonnier	simple	multiples	
11	Position du FM	P3-P4	P4-M1	M1
12	<i>Tuberculus marginalis</i>	Absence	présence	
13	<i>Torus marginalis superieur</i>	Absence	présence marquée	
14	<i>Torus marginalis inférieur</i>	Absence	présence marquée	
35	Orientation de la ligne mylohyoïdienne	parrallèle aux bords du corps mandibulaire	inclinée vers le bas	diagonale
37	<i>Planum alveolare</i>	absent	présent	
38	Epine mentonnaire	absente	peu marquée	marquée
39	Epine mentonnaire inférieure	absente	peu marquée	marquée

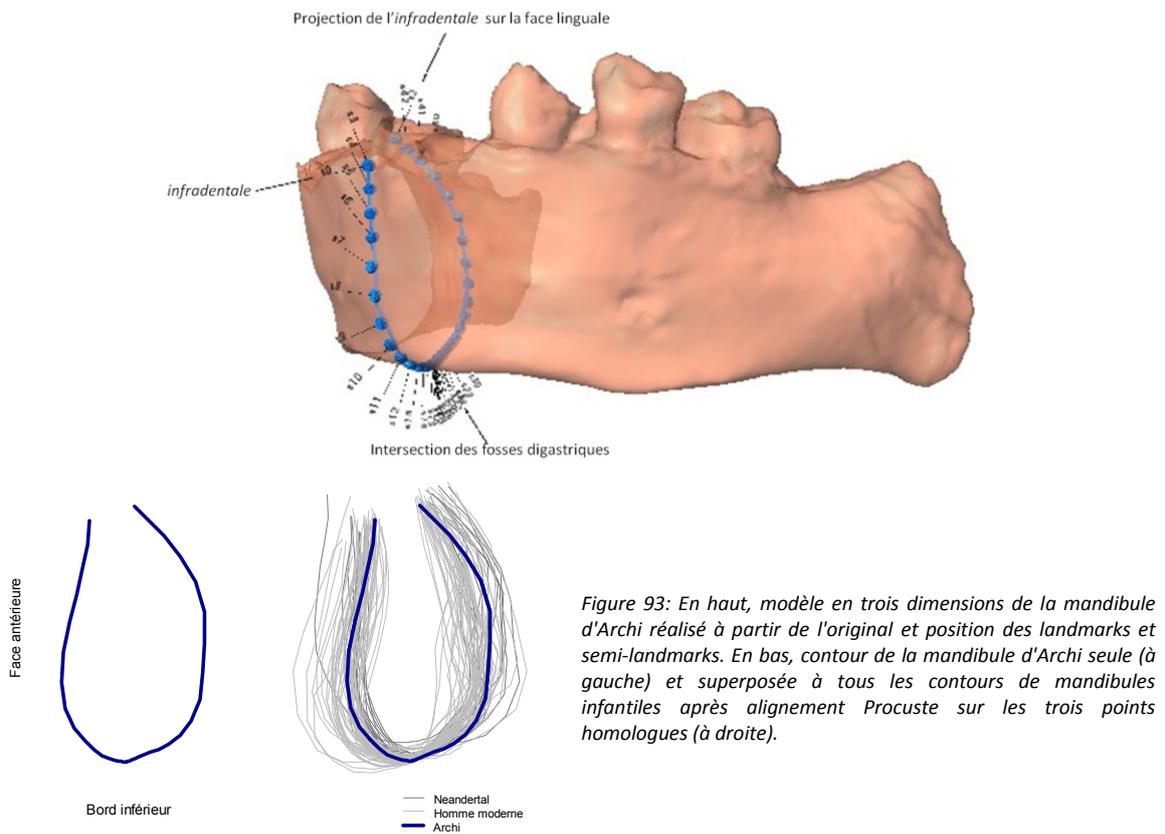
Tableau 9 : Caractères et états de caractères pris en considération pour l'ACM

#### IV. Analyse de contour par Fourier Elliptique

Nous avons appliqué une analyse de Fourier elliptique sur les contours des symphyses des mandibules de notre échantillon afin de les confronter à celui de la mandibule d'Archi. Préalablement, ces contours ont été alignés les uns par rapport aux autres à partir des trois points homologues par superposition Procruste. Cette manipulation permet de s'affranchir de l'effet de la taille et donc de comparer les conformations des sections symphysaires (Fig. 93).

Nous avons sélectionné les mandibules présentant une région symphysaire bien conservée, soit 61 mandibules dont 15 enfants néandertaliens.

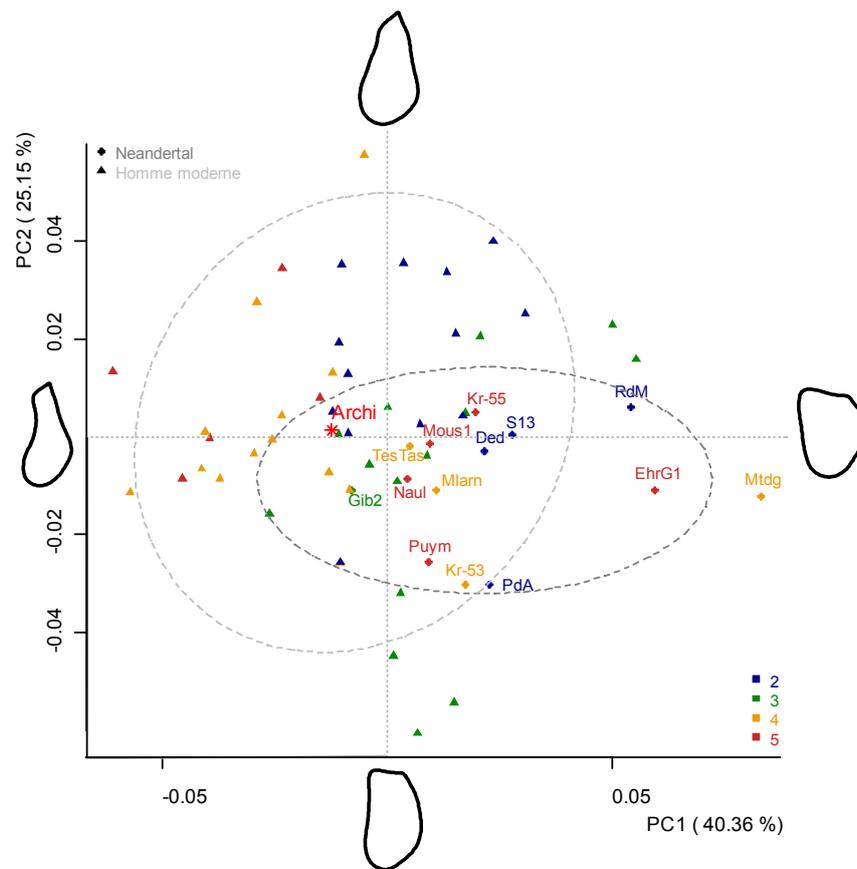
Comme pour l'étude des dimensions, nous avons choisi de ne pas intégrer les enfants de stade 1, correspondant à une dentition déciduale incomplète car le nombre d'individus est trop réduit et leur variabilité trop importante.



A partir des nouvelles coordonnées normées, nous calculons les coefficients de Fourier des 20 premières harmoniques. L'effet cumulatif des harmoniques atteint un seuil suffisant, pour la description du contour, à partir de la 9<sup>ème</sup> harmonique. Les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques ont ensuite été traités par une analyse en composantes principales. Nous évoquons

ici les résultats obtenus sur les trois premières composantes représentant 76,17 % de la variance de notre échantillon (Fig. 94).

Le plan formé par les deux premières composantes représente 65,51 % de la variance totale de l'échantillon. Le premier axe correspond à une variation de la conformation antéropostérieure de la symphyse et le deuxième axe traduit les différences au niveau de la partie alvéolaire. La distribution des néandertaliens s'intègre dans celle des enfants modernes, cependant nous pouvons observer une variation moins importante sur le deuxième axe (au niveau alvéolaire). Archi s'insère dans les variations des deux groupes, néanmoins elle se situe dans la moitié gauche du graphique, à l'opposé des enfants néandertaliens du même âge et voisine des individus de Teshik Tash (stade 4) et Gibraltar 2 (stade 3) ainsi que des enfants modernes de stade 4. Ceci indique qu'Archi possède une conformation antéropostérieure de la symphyse plus proche des néandertaliens et des enfants modernes plus âgés. Ces remarques peuvent également être faites sur les plans formés par les première et la troisième composantes. En revanche, sur le plan formé par les deuxième et troisième composantes, aucune réelle différence n'apparaît, puisque la plupart des néandertaliens ne présentent que de très faibles variations sur les deux axes.



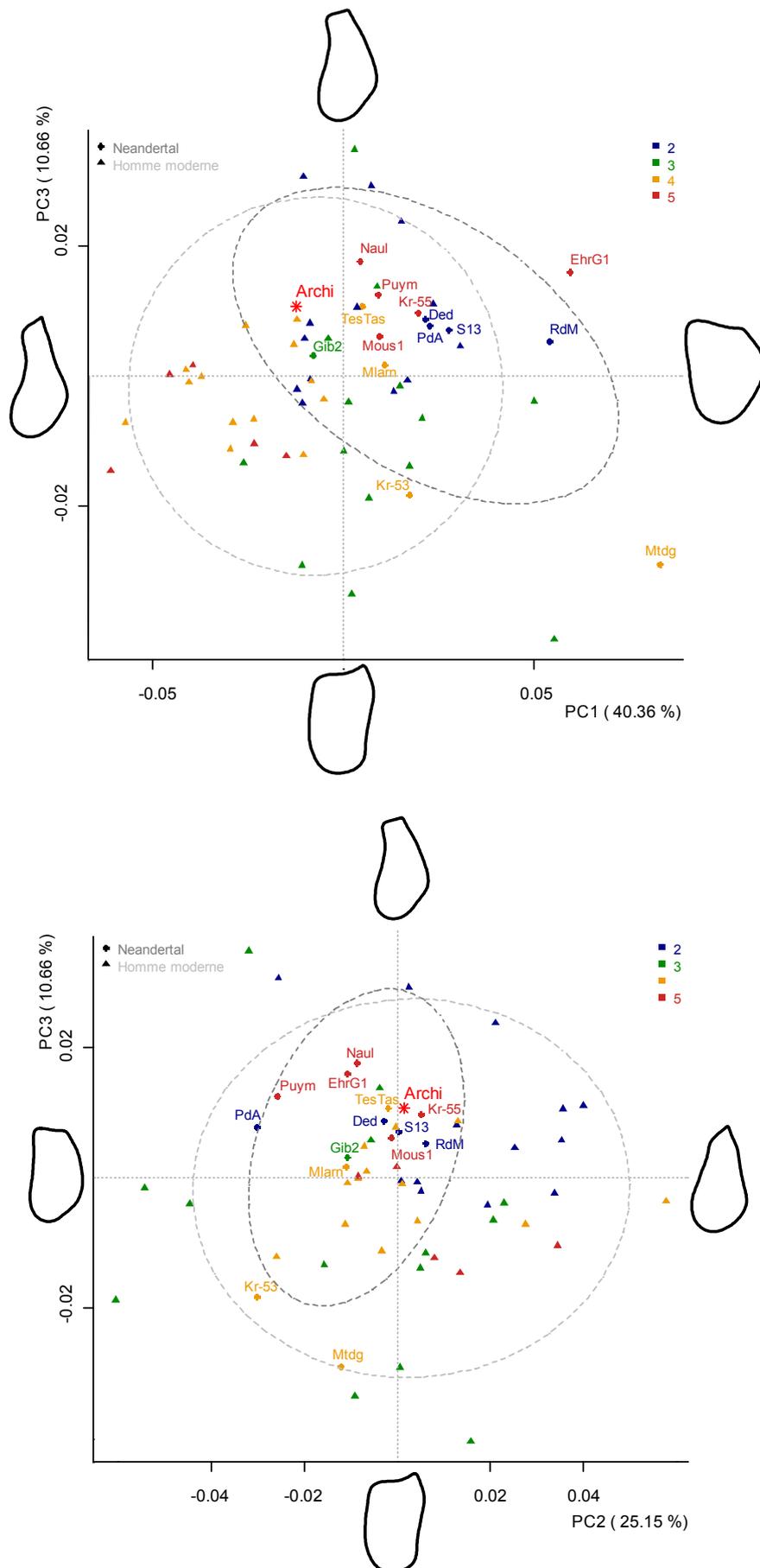


Figure 94: ACP sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques. Les Ellipses de confiance à 95% représentent les distributions de nos deux groupes : néandertaliens et enfants modernes. Les couleurs représentent les différents stades d'âge (de 2 à 5). Représentation des consensus et extrêmes (négatifs et positifs) des contours symphysaires le long des axes des composantes principales.

La région symphysaire de la mandibule de Fate II n'est malheureusement pas préservée. Afin de pouvoir quand même appliquer cette technique à ce spécimen, nous avons confronté les contours des corps mandibulaires au niveau de la canine. Nous avons préalablement sélectionné les spécimens de l'échantillon ayant un corps mandibulaire bien conservé à ce niveau. Le contour a été réalisé sur la partie gauche de la mandibule, pour les mandibules ayant seulement la partie droite préservée, nous avons transformé les modèles 3D par symétrie.

Le nombre total d'individus pris en considération est de 62 enfants de stades 2 à 5 dont 16 néandertaliens. Le protocole et les résultats de l'analyse en composantes principales sont consultables en annexe (An. 1). Nous remarquons que les différences de conformations des deux groupes sont principalement dues à une épaisseur importante du corps mandibulaire et un aspect « bombé » de la face antérieure. Nous notons également un gradient de classe d'âge pour les deux groupes, conséquence de la formation de la canine permanente qui épaissit le corps mandibulaire. Sur les plans de l'ACP, Fate II possède une conformation du contour au niveau de la canine permettant de la situer en position intermédiaire entre les enfants de stades 2-3 et ceux de stades 4-5. Nous notons que sa conformation antéropostérieure (axe de la PC1) est proche de la mandibule de Gibraltar 2 (stade 3). Concernant la mandibule d'Archi, elle présente une conformation à ce niveau très proche des enfants de son âge (Dederiyeh et le Figuier) par un bombement important dû à la formation du bourgeon de la canine permanente et du *planum alveolare*.

*L'étude morphologique et morphométrique des mandibules d'Archi et Fate II a permis de replacer ces mandibules parmi les restes infantiles néandertaliens européens et proche-orientaux. Nous avons observé que ces deux spécimens s'insèrent dans la variabilité néandertalienne et présentent de nombreuses autapomorphies de ce groupe. En effet, elles présentent un corps mandibulaire bas mais épais contrairement aux enfants modernes et, entre autres, un tuberculus marginalis anterior et un planum alveolare. Néanmoins, nous notons des différences entre ces deux spécimens au niveau dimensionnel mais aussi au niveau de l'expression de certains caractères. Dans son ensemble, les dimensions d'Archi sont plus importantes que Fate II, notamment au niveau des hauteurs, ce qui lui confère des indices de robustesse proches des enfants plus âgés ; au contraire Fate II se rapproche des enfants plus jeunes. Ces premières constatations mettent en évidence la grande variabilité intraspécifique des enfants néandertaliens. D'autre part nous observons, chez Archi, une conformation symphysaire différente des enfants néandertaliens du même âge, un corps mandibulaire dont les reliefs sont beaucoup plus marqués que les autres spécimens de référence et des dimensions supérieures aux enfants du même stade dentaire. Cette combinaison de caractéristiques n'est pas observable sur Fate II dont les reliefs ne*

*sont pas particulièrement marqués sur les segments latéraux et les dimensions plutôt réduites pour un enfant de stade 3. Toutefois, l'étude du corps mandibulaire au niveau de la canine, permet d'identifier une conformation intermédiaire entre celle des enfants néandertaliens de stades 2-3 et ceux de stades 4-5. Ceci est en accord avec l'âge théorique de Fate II (8-10 ans) et sa denture (Giacobini et al. 1984; Minugh-Purvis 1988). En effet, contrairement à Gibraltar 2 du même stade, toutes les dents déciduales de Fate II sont tombées antemortem, sa canine permanente est en cours d'éruption et sa deuxième molaire permanente est bien formée dans son alvéole. Elle est donc morphologiquement plus âgée que Gibraltar 2. Néanmoins, elle ne possède pas encore la morphologie des enfants de stade 4-5 qui présentent déjà une dentition permanente presque complète.*

## Adultes : Guattari II, III et Fate III

Les mandibules Guattari II et III découvertes dans la Grotte Guattari sur le Mont Circé (Latium) proviennent respectivement des dépôts de surface à l'intérieur de la Grotte et des éboulements à l'entrée (Sergi 1954; Sergi et Ascenzi 1955). Il est donc difficile d'établir avec certitude leur contemporanéité (Schwarcz *et al.* 1991a). Ces mandibules sont incomplètes et relativement bien conservées, bien que Guattari II (Fig. 95) soit moins bien préservée que Guattari III (Fig. 96). Elles sont conservées au nouveau siège des collections de l'Institut de Paléontologie Humaine de Rome, situé dans le Convitto Nazionale Regina Margheritta à Anagni (Frosinone). Fate III (Fig. 97) est un fragment mandibulaire retrouvé parmi le matériel archéologique provenant de la Caverna delle Fate (Giacobini *et al.* 1982). Elle est conservée au département d'Anatomie, Pharmacologie et Médecine légale de l'Université de Turin.



Figure 95 : Mandibule Guattari II en vue antérieure, latérale droite, occlusale et inférieure (échelle 2 cm).



Figure 96: Mandibule Guattari III en vue antérieure, occlusale et latérale droite (échelle 2 cm).



Figure 97: Mandibule Fate III (de haut en bas et de gauche à droite) en vue latérale externe, latérale interne et occlusale. En bas, détail du triangle rétromolaire (échelle 2cm).

Il s'agit de trois mandibules adultes présentant des états de conservations différents.

Guattari II correspond à un segment latéral droit bien conservé avec la troisième molaire, seule dent encore en place (Fig. 95). Toutes les dents semblent avoir été perdues *postmortem*, sauf la première molaire droite dont l'alvéole est ré-ossifiée. Une partie de la branche montante droite est préservée, mais la région goniale est manquante ainsi que le processus condyloïde et le processus coronoïde. La symphyse est présente mais la partie osseuse au niveau du bord alvéolaire est abîmée. La partie gauche est très mal conservée, les alvéoles ne sont pas individualisables, car seule la partie osseuse externe est préservée et la partie interne est exposée. Cette mandibule a vraisemblablement subi des phénomènes post-dépositionnels importants, toute sa surface semble avoir été lissée.

Guattari III présente une structure osseuse beaucoup mieux conservée que Guattari II (Fig. 96). La partie droite de la mandibule est pratiquement complète, la région du gonion est tronquée et le sommet du condyle absent. Le segment latéral gauche est préservé jusqu'à la troisième molaire. Enfin, la symphyse a été cassée dans sa partie médiane puis recollée, une partie de l'os au niveau de l'alvéole des deux incisives centrales est manquante. La denture en place comprend toutes les molaires, la prémolaire gauche, les canines et les incisives latérales.

Fate III comprend la partie postérieure droite du corps mandibulaire avec la troisième molaire encore en place et une partie de la branche montante (Fig. 97). Ce fragment est cassé au niveau de l'alvéole de la deuxième molaire et la région goniale est manquante ainsi que les processus coronoïde et condyloïde. Le bord postérieur de la branche montante a été recollé.

Les résultats sont présentés sous forme de graphiques bivariés, accompagnés des boîtes à moustaches établies sur les différents indices calculés. Ces boxplots montrent la position de Guattari II, III et Fate III par rapport aux trois groupes (homme moderne, Néandertal et fossile de Pléistocène moyen), puis par rapport aux groupes néandertaliens (classiques, orientaux et anciens).

## **I. Description anatomique et analyse dimensionnelle**

### **I.1. Dimensions générales**

Les dimensions de Guattari II et III sont comparables (Tab. 10), bien que Guattari II semble plus courte. Nous remarquons qu'au niveau de la symphyse, Guattari II a une largeur bi-canine beaucoup plus petite que celle de Guattari III et des néandertaliens en général. Cependant, nous remarquons qu'au niveau des foramens mentonniers, sa largeur rentre dans la variabilité néandertalienne. Ceci lui confère une forme en V de son arcade dentaire, alors que Guattari III présente une forme plus arrondie.

Les dimensions générales de Guattari III sont plus importantes que Guattari II, notamment la largeur et la longueur de la mandibule. Néanmoins, l'épaisseur du corps mandibulaire de Guattari II au niveau de la symphyse et jusqu'à la M2 est en moyenne plus importante que Guattari III. Ceci, ajouté à une hauteur du corps légèrement inférieure à celle de Guattari III, confère à Guattari II une robustesse plus importante.

Nous pouvons également noter que les branches montantes de Guattari III sont plutôt larges, à la limite de la variabilité maximale des néandertaliens.

Toutefois, dans leurs ensembles, les dimensions des deux mandibules entrent dans la variabilité globale des néandertaliens.

Concernant la mandibule de Fate III, seules les hauteurs et épaisseurs à la troisième molaire ont pu être mesurées et comparées à l'échantillon de référence (Tab. 10). Nous remarquons que la hauteur de Fate III est réduite au niveau de la M3 et son épaisseur particulièrement faible par rapport à celles de Guattari II et III et aux néandertaliens en général.

	Guattari II	Guattari III	Fate III	Néandertaliens												Hommes modernes				MPL		
				Néandertaliens s,l,				Classiques				Anciens				n	m	s	IC95%	n	m	s
				n	m	s	IC95%	n	m	S	n	m	s									
Largeur bi-canine	<b>30,60</b>	<b>39,30</b>	-	18	35,4	2,64	34,00	36,75	9	35,2	3,5	4	36,4	0,49	37	34,1	3,08	33,00	35,00	5	37,5	2,2
Largeur de la branche montante	-	<b>42,80</b>	-	14	40,8	2,41	39,19	42,44	7	41,8	1,98	1	37	NA	37	31,9	4,09	30,00	32,94	4	44,6	5,49
Hauteur minimum de la branche	-	<b>54,50</b>	-	10	56,3	4,95	51,13	60,75	4	57,2	2,15	1	56	NA	37	49	5,38	47,25	50,87	4	60	5,27
Hauteur à la symphyse	<b>34,15</b>	<b>35,15</b>	-	21	34,2	4,1	32,25	36,00	12	33,9	3,31	5	32,7	5,6	39	32,4	4,8	30,50	33,25	6	32,2	1,92
Hauteur au foramen mentonnier	<b>34,05</b>	<b>35,70</b>	-	21	31,3	4,35	28,81	33,06	11	31,3	4,24	4	28,9	3,5	38	30,9	3,04	29,75	31,87	6	31	2,9
Hauteur à la M3	<b>33,19</b>	<b>33,61</b>	<b>24,25</b>	18	30,2	3,11	18,58	31,90	9	30,4	3,22	3	28,9	1,91	36	26,8	3,23	25,49	28,19	5	29,6	2,36
Pos. FM / bord inférieur	<b>16,77</b>	<b>15,52</b>	-	22	14,4	2,38	12,75	15,31	11	15,4	1,81	5	11,8	0,7	39	14	1,43	13,44	14,44	6	13,2	1,43
Pos. FM / bord alvéolaire	<b>17,90</b>	<b>18,47</b>	-	21	15,2	3,31	13,19	16,62	11	14,6	3,63	4	15,3	3,07	38	15,1	2,46	14,44	16,00	6	16	2,34
Longueur Bi-FM	<b>55,60</b>	<b>57,45</b>	-	15	56,9	3,38	54,50	59,50	6	54,9	2,54	4	58,1	4,74	34	44	2,51	43,00	45,00	5	55,2	2,49
Epaisseur à la symphyse	<b>16,15</b>	<b>14,10</b>	-	21	15,8	2,75	14,50	16,75	12	15,2	1,66	5	14,9	0,94	38	15,1	1,94	14,38	15,50	5	14,8	2,51
Epaisseur au FM	<b>15,34</b>	<b>14,10</b>	-	22	15,2	1,74	14,37	16,00	11	15,1	1,62	5	15,4	0,84	38	11,4	1,57	10,94	12,00	6	17,3	2,87
Epaisseur à la M1	<b>14,77</b>	<b>14,27</b>	-	11	15,1	1,75	13,50	17,12	9	14,8	1,8	1	15	NA	38	13,4	1,78	12,75	14,00	4	17,3	3,63
Epaisseur à la M2	<b>16,10</b>	<b>14,65</b>	-	19	15,5	1,98	14,25	16,50	9	15,4	2,13	4	15	0,99	36	15,2	1,76	14,50	15,81	6	17,7	3,29
Epaisseur à la M3	<b>15,89</b>	<b>16,80</b>	<b>14,13</b>	18	15,1	1,66	14,27	16,01	9	15,4	1,26	3	14,6	3,06	36	12,1	1,48	11,56	12,63	5	16,9	1,58

Tableau 10 : Analyses univariées des dimensions linéaires (en mm) des mandibules Guattari II et Guattari III comparées aux dimensions des mandibules d'individus adultes néandertaliens (sensus lato), néandertaliens classiques, néandertaliens anciens, hommes modernes et fossiles du Pléistocène moyen (MPL). n : nombre d'individus de l'échantillon de comparaison, m la moyenne, s l'écart-type et IC 95% l'indice de confiance à 95 %.

## I.1. Segment latéral du corps

### I.1.1. Morphologie

#### **Guattari II**

Le segment latéral du corps mandibulaire de Guattari II ne présente pas de relief particulièrement marqué. Sur la face externe, le *torus marginalis inferior* est présent sur la moitié inférieure du corps et est accompagné d'un surcreusement dans la partie basale. Un petit *tuberculus marginalis anterior* est identifiable sur le bord inférieur sous l'emplacement de la deuxième prémolaire. Les foramens mentonniers sont doubles des deux côtés. Ils sont positionnés l'un au dessus de l'autre et séparés par un petit pont osseux d'environ 3mm. Sur la face médiale, nous observons une ligne mylohyoïdienne marquée, commençant en position très basse (10,9 mm du bord alvéolaire) par rapport à la M3 et descendant diagonalement jusqu'au bord inférieur sous la P4-M1. La fosse sous-mandibulaire n'est pas très profonde. Le bord inférieur est rectiligne et très épais, on note un aplatissement à partir de la M1 jusqu'à la canine. Le bord supérieur est également rectiligne et épais et se termine par un vaste espace rétromolaire horizontal.

#### **Guattari III**

Le corps mandibulaire latéral de Guattari III présente une épaisseur et une hauteur constante. La face externe est plane jusqu'au septum de la M2-M3 où la *proeminentia lateralis* est saillante et traverse le corps de haut en bas. Comme pour Guattari II, deux foramens mentonniers sont visibles des deux côtés, positionnés l'un au dessus de l'autre et séparés par un petit pont osseux de 2mm à droite et 4,5mm à gauche.

La face interne ne présente pas de reliefs très marqués, la ligne mylohyoïdienne démarre en position basse (7,5mm du bord alvéolaire) au niveau de la M3 et traverse le corps diagonalement jusqu'au bord basal sous la M1. La fosse sous-mandibulaire est légèrement surcreusée. Les bords supérieur et inférieur sont rectilignes et moins épais que sur Guattari II. La zone rétromolaire est vaste et inclinée et un petit triangle rétromolaire est visible derrière la M3.

#### **Fate III**

La partie préservée du corps mandibulaire de Fate III permet de mettre en évidence une série de reliefs très marqués malgré une épaisseur réduite. Sur la face externe, la *proeminentia lateralis* est absente et la surface est relativement plate. Au contraire sur la face interne, le bourrelet mandibulaire est proéminent et accentué par une fosse sous-mandibulaire profonde. La ligne mylohyoïdienne est située en position basse par rapport au bord alvéolaire de la M3 (10,60mm) et se poursuit le long du corps avec une légère inclinaison vers le bas. La région rétromolaire est vaste et quasi-horizontale. Le triangle rétromolaire est bien marqué et délimité par la crête

buccinatrice et la crête secondaire interne. Il s'étend sur presque 7 mm derrière la M3 et est profond d'environ 3 mm.

### 1.1.2. Analyse dimensionnelle

#### Au niveau du foramen mentonnier

Le calcul des indices de robustesse au niveau du foramen mentonnier indique que la robustesse de Guattari II est légèrement supérieure à celle de Guattari III, se situant dans la limite inférieure de la variabilité néandertalienne (Fig. 98). Quant à Guattari III, son indice de robustesse se rapproche de la limite supérieure des hommes modernes. Le graphique bivarié (Fig. 98) montre une claire différence entre les distributions des néandertaliens et des fossiles du Pléistocène moyen d'une part et des hommes modernes d'autre part, surtout au niveau de l'épaisseur au foramen mentonnier. Par rapport à la majorité des spécimens fossiles, Guattari II et III présentent une hauteur au foramen importante.

Nous remarquons que les dimensions de Guattari II présente sont proches de celles de Shanidar I classé parmi les néandertaliens orientaux. En revanche, Guattari III est à l'écart, mais son épaisseur est proche de La Ferrassie 1, Amud 1 et Atapuerca 5.

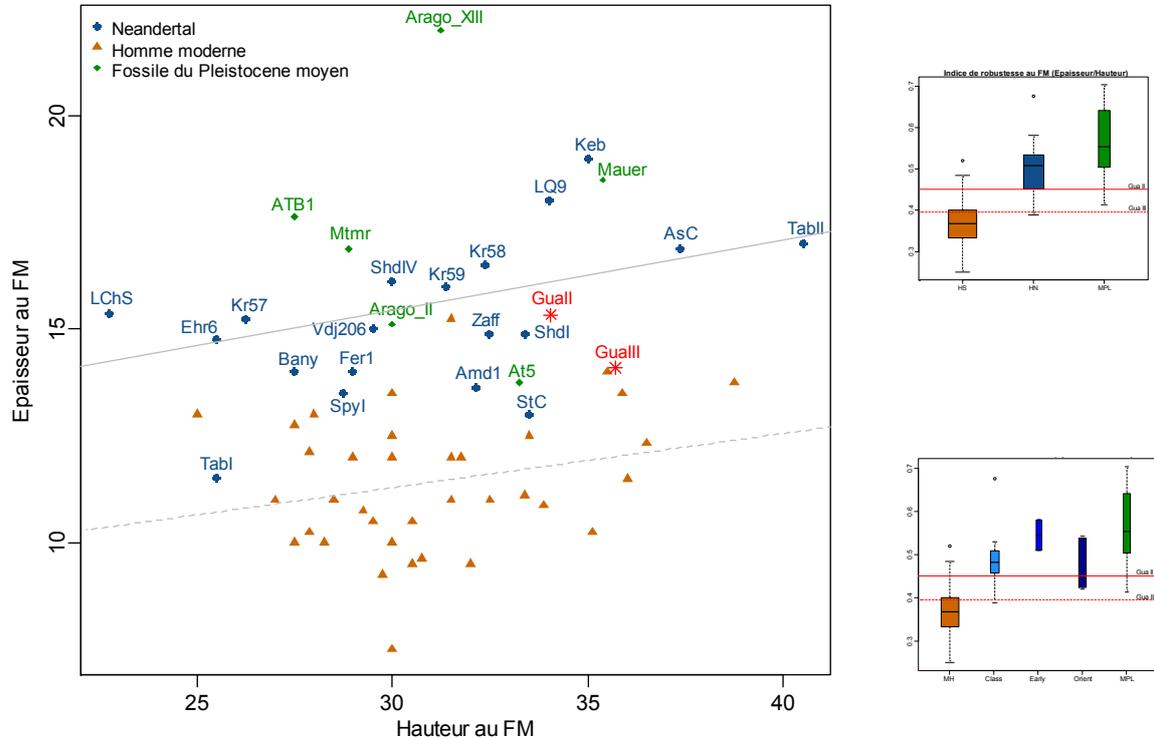


Figure 98 : Biplot de l'épaisseur en fonction de la hauteur au foramen mentonnier (en mm). Représentation des droites de régression des deux groupes (néandertaliens et hommes modernes). A droite, boxplot des indices de robustesse au foramen mentonnier, l'épaisseur des boîtes est proportionnelle à la racine carrée du nombre d'observations de chaque groupe. En haut, Fate III, Guattari II et III confrontés à trois groupes : hommes modernes, néandertaliens s.l. et fossiles du Pléistocène moyen. En bas, nous séparons le groupe des néandertaliens s.l. en néandertaliens classique, ancien et oriental.

Le rapport de la hauteur au FM par la largeur de la mandibule au FM sépare clairement les hommes fossiles des hommes modernes (Fig. 99). En effet, la largeur bi-FM de ces derniers est plus réduite et donc le rapport plus élevé. Nous remarquons que ces rapports sont pratiquement équivalents chez Guattari II et Guattari III mais légèrement supérieurs à la variabilité des hommes fossiles. Au sein de la variabilité néandertalienne, nous notons que ces valeurs s'intègrent parmi les valeurs des néandertaliens classiques. Sur le graphique bivarié (Fig. 99), Guattari III est très proche de la mandibule de Mauer et Guattari II de celles d'Atapuerca 5 et de Shanidar I.

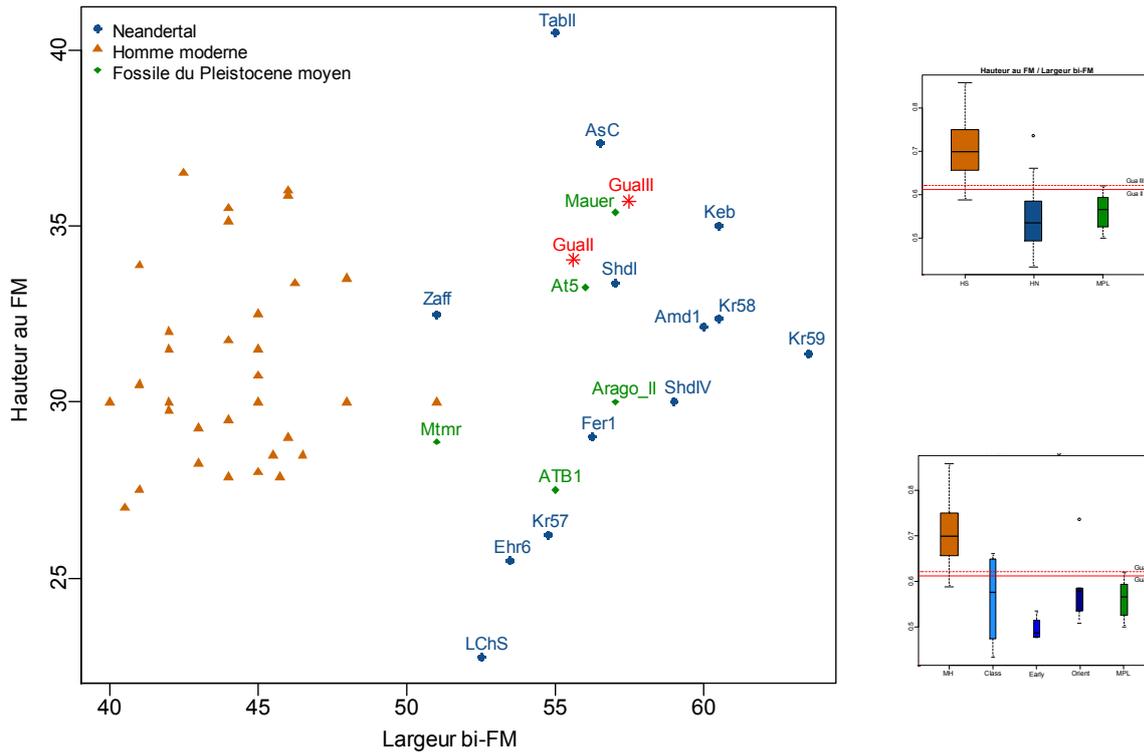


Figure 99 : Biplot de la hauteur au foramen mentonnier en fonction de la largeur de la mandibule au niveau des foramens (en mm). A droite, boxplot des rapports hauteur au foramen sur la largeur bi-foramen, l'épaisseur des boîtes est proportionnelle à la racine carrée du nombre d'observations de chaque groupe. En haut, Fate III, Guattari II et III confrontés à trois groupes : hommes modernes, néandertaliens s.l. et fossiles du Pléistocène moyen. En bas, nous séparons le groupe des néandertaliens s.l. en néandertaliens classique, ancien et oriental.

### Au niveau de la M3

Au niveau de la troisième molaire, les indices de robustesse de Guattari II et III s'insèrent dans la variabilité néandertalienne, notons que Guattari III a un indice plus important que Guattari II (Fig. 100). Ceci est expliqué par la présence d'une *proeminentia lateralis* qui tend à augmenter l'épaisseur du corps à ce niveau. Quant à Fate III, nous pouvons observer que son indice de robustesse est supérieur à celui des fossiles du Pléistocène moyen. Ceci peut-être expliqué par la hauteur également faible au niveau de la M3 de Fate III et donc un rapport hauteur sur épaisseur important.

Le graphique bivarié (Fig. 100) indique que d'une manière générale, les hommes fossiles possèdent des hauteurs et épaisseurs au niveau de la M3 plus importantes que les hommes modernes. Guattari II et III se placent parmi les individus dont les hauteurs sont les plus importantes. Nous notons qu'elles sont proches de Tabun II, et que Guattari II est également voisine de Banyolas. Fate III se comporte différemment car ses dimensions sont plus réduites, elle se retrouve dans la partie droite du graphique, proche de la variabilité des hommes modernes avec néanmoins une épaisseur du corps plus importante.

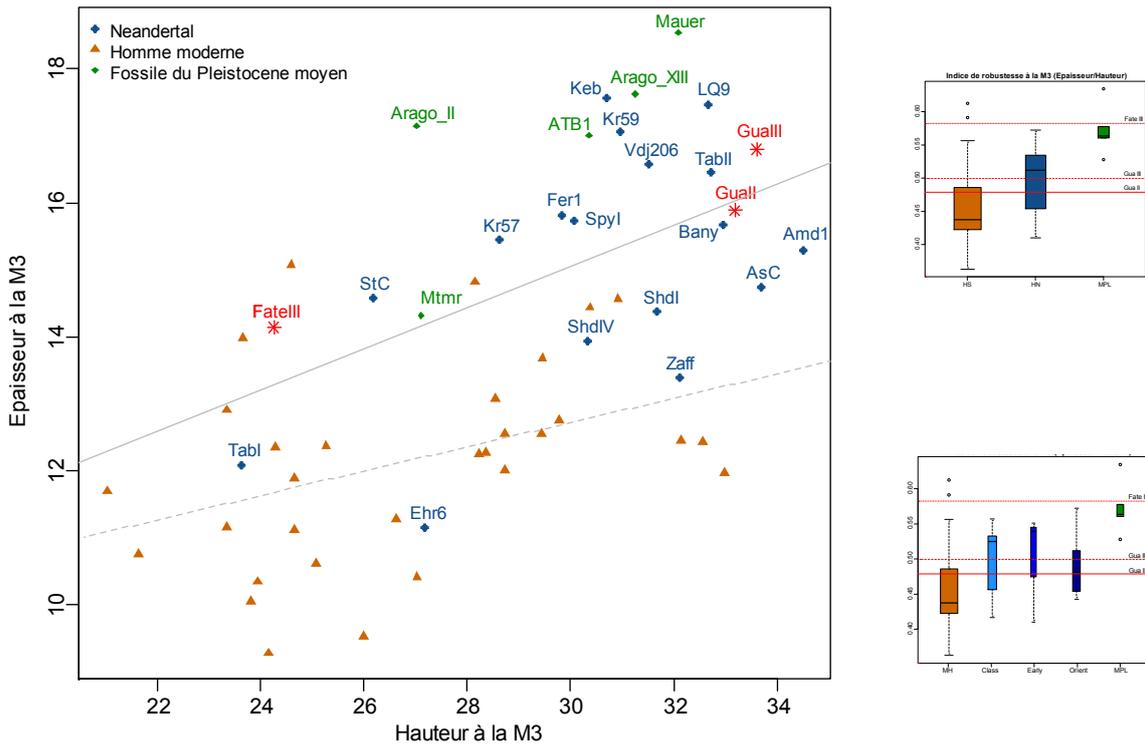


Figure 100 : Biplot de l'épaisseur en fonction de la hauteur au niveau de la troisième molaire (en mm). Représentation des droites de régression des deux groupes (néandertaliens et hommes modernes). A droite, boxplot des indices de robustesse à la M3, l'épaisseur des boîtes est proportionnelle à la racine carrée du nombre d'observations de chaque groupe. En haut, Fate III, Guattari II et III confrontés à trois groupes : hommes modernes, néandertaliens s.l. et fossiles du Pléistocène moyen. En bas, nous séparons le groupe des néandertaliens s.l. en néandertaliens classique, ancien et oriental.

## 1.2. Symphyse

### 1.2.1. Morphologie

#### **Guattari II**

La région symphysaire de Guattari II présente une largeur réduite entre les deux canines mais une épaisseur plutôt importante. Son profil est vertical et ne montre pas de relief marqué ni de structure attribuable au menton (*tubercule symphyseos*, *trigone mentale*). En vue antérieure, l'*incisura submentalis* est visible et assez marquée.

Sur la face interne, on note la présence d'une ébauche de *torus transverse inferior* qui se manifeste par un pincement délimité par les épines mentonnières inférieures et supérieures. Les fossettes digastriques sont bien marquées et orientées vers le bas.

### **Guattari III**

Par rapport aux proportions de Guattari II, le corps mandibulaire au niveau de la symphyse chez Guattari III est moins épais mais plus haut et plus large (entre les canines). La face antérieure ne présente pas de structure mentonnière telle que le *trigone mentale*, mais le profil est incurvé vers l'avant. Cette incurvation est accentuée par une importante dépression sous-alvéolaire plus profonde à gauche. En vue antérieure, l'*incisura submentalis* est visible mais peu marquée.

Sur la face interne, comme pour Guattari II, on note la présence d'une ébauche de *torus transverse inferior* délimité par les épines mentonnières supérieures et inférieures. Les fossettes digastriques sont marquées et regardent vers le bas et l'arrière.

#### *1.2.2. Analyse dimensionnelle*

La comparaison des indices de robustesse à la symphyse montre que Guattari II est plus robuste que Guattari III, son indice rentre dans la variabilité néandertalienne alors que celui de Guattari III est à sa limite inférieure (Fig. 101). Au sein des néandertaliens, l'indice de robustesse de Guattari II est proche des néandertaliens anciens alors que celui de Guattari III s'insère dans la variabilité des néandertaliens classiques.

Le graphique bivarié (Fig. 101) ne permet pas de séparer clairement les distributions des hommes fossiles et des hommes modernes, car ces derniers présentent une épaisseur à la symphyse importante due à la présence d'une structure mentonnière. Nous remarquons que Guattari II est proche des individus de La Quina H9, Krapina 58 et Shanidar IV respectivement néandertalien classique, ancien et oriental, et Guattari III est proche de Spy I (classique) et Ehringsdorf 6 (ancien).

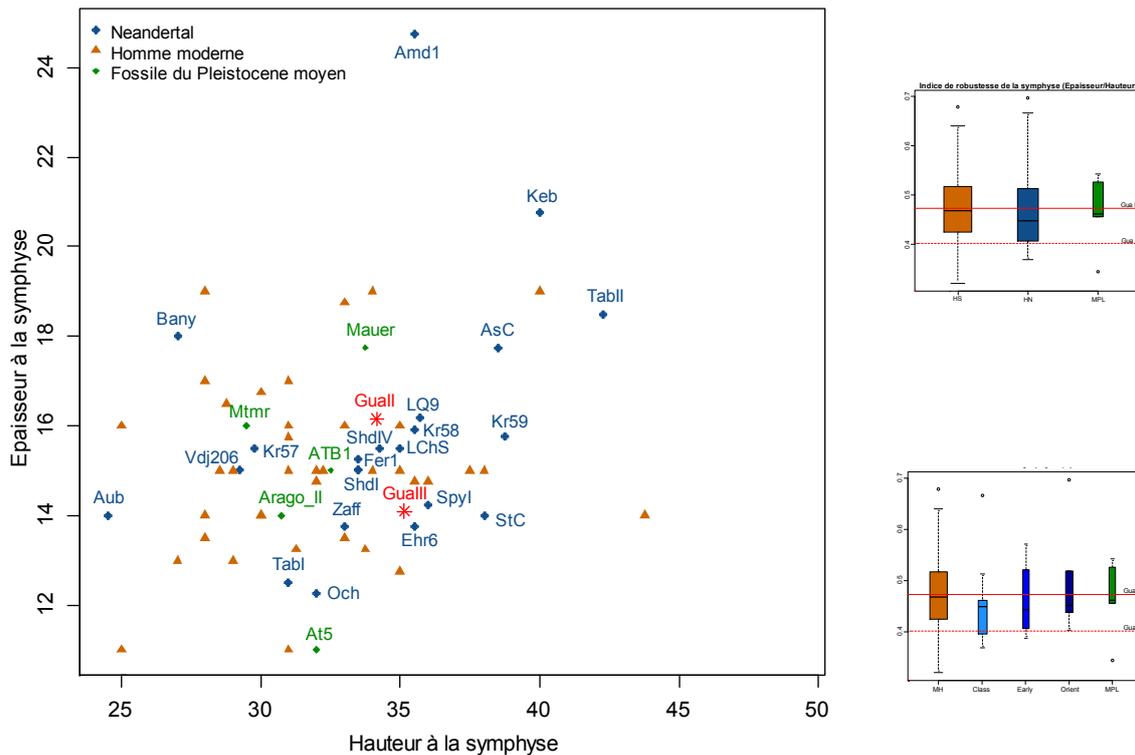


Figure 101 : Biplot de l'épaisseur en fonction de la hauteur à la symphyse (en mm). A droite, boxplot des indices de robustesse de la symphyse, l'épaisseur des boîtes est proportionnelle à la racine carrée du nombre d'observations de chaque groupe. En haut, Fate III, Guattari II et III confrontés à trois groupes : hommes modernes, néandertaliens s.l. et fossiles du Pléistocène moyen. En bas, nous séparons le groupe des néandertaliens s.l. en néandertaliens classique, ancien et oriental.

Le rapport de la hauteur à la symphyse par la largeur bi-canine est beaucoup plus important chez Guattari II dont la largeur bi-canine est particulièrement réduite, proche des hommes modernes (Fig. 102). Sur le graphique bivarié, nous notons que les distributions des hommes fossiles et des hommes modernes se confondent, mais d'une manière générale, les hommes modernes présentent une largeur bi-canine plus réduite que les hommes fossiles (Fig. 102). Sur ce graphique, Guattari II se positionne dans la partie inférieure, proche de certains individus modernes. Au contraire, Guattari III se situe dans la partie supérieure du graphique, car sa largeur bi-canine est parmi les plus importantes de notre échantillon. Ces tendances sont confirmées par les boîtes à moustaches où l'indice de Guattari III s'insère dans la variabilité des spécimens du Pléistocène moyen alors que pour Guattari II l'indice est plus important que ceux des trois groupes.

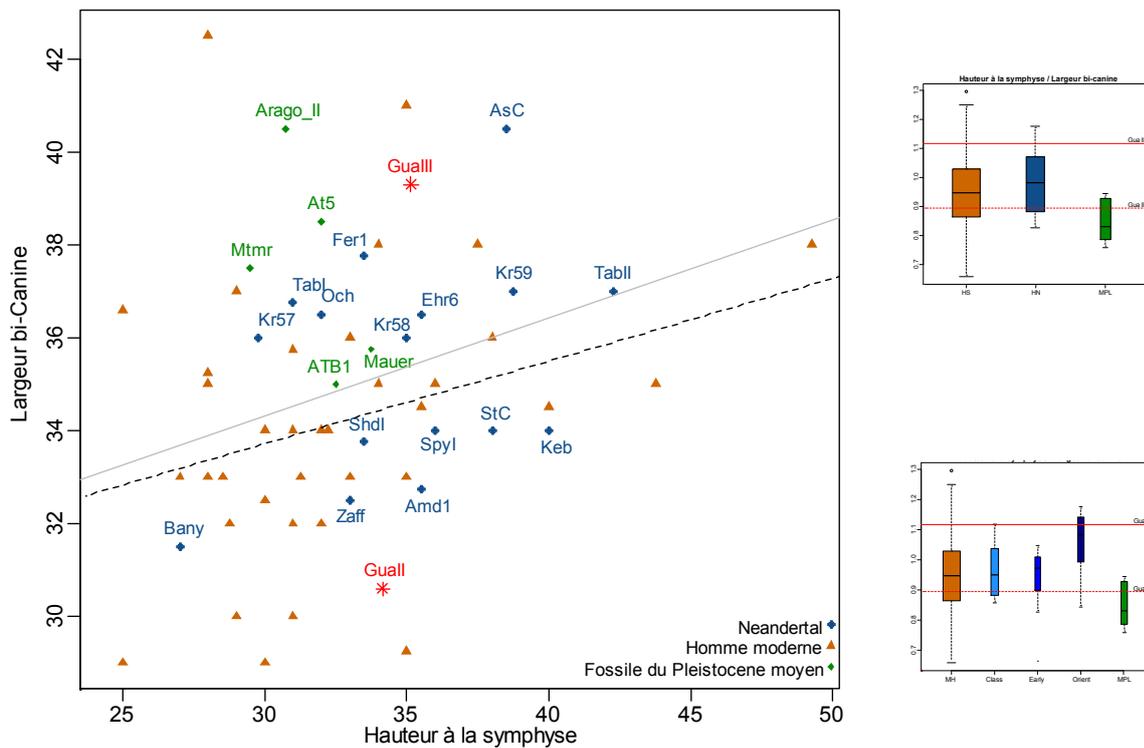


Figure 102 : Biplot de la largeur entre les deux canines en fonction de la hauteur au niveau de la symphyse (en mm). Représentation des droites de régression des deux groupes (néandertaliens et hommes modernes). A droite, boxplot des rapports hauteur à la symphyse sur la largeur bi-canine, l'épaisseur des boîtes est proportionnelle à la racine carrée du nombre d'observations de chaque groupe. En haut, Fate III, Guattari II et III confrontés à trois groupes : hommes modernes, néandertaliens s.l. et fossiles du Pléistocène moyen. En bas, nous séparons le groupe des néandertaliens s.l. en néandertaliens classique, ancien et oriental.

### 1.3. Branche montante

#### 1.3.1. Morphologie

#### Guattari III

La branche droite est faiblement inclinée par rapport au plan alvéolaire. Sur la face latérale, la région sous le processus coronoïde est déprimée et l'épaisseur de la branche augmente vers le condyle. Sur la face interne, le tubercule ptérygoïdien médial est important. La crête endo-coronoïdienne est saillante et verticale, elle se prolonge vers le bas pour fusionner avec l'épaisse crête alvéolaire interne. Le foramen mandibulaire est de taille moyenne et est recouvert par une petite *lingula mandibulae*. Le sillon mylohyoïdien n'est pas très marqué et est recouvert par un pont osseux dans sa partie inférieure.

#### Fate III

La branche montante de Fate III est incomplète mais quelques caractères peuvent être observés. Sur le bord antérieur, la partie basale de la crête endo-coronoïdienne est saillante et laisse place à une gouttière rétromolaire marquée. Le bord postérieur correspond à un petit fragment recollé lors des premières études du fossile, il montre un bourrelet marginal supérieur proéminent et

saillant sur la face externe (Giacobini *et al.* 1982; Giacobini et de Lumley 1984, 1988). Cette proéminence tend à former une extroversion du bord postérieur que nous n'avons rencontré sur aucun des fossiles de notre collection de référence. Cela nous amène à douter de la position de ce fragment osseux, nous pensons qu'il pourrait s'agir d'un fragment de région goniale.

### 1.3.2. Analyse dimensionnelle

L'indice de la branche montante de Guattari III est élevé et s'insère dans la variabilité des fossiles du Pléistocène moyen (Fig. 103). La largeur de sa branche est donc importante par rapport à la hauteur. Le graphique bivarié permet de séparer clairement les distributions des hommes fossiles et des hommes modernes (Fig. 103). Au sein des hommes fossiles, la mandibule de Mauer présente les dimensions les plus importantes. Guattari III est proche de Kebara (néandertalien oriental) mais aussi de la Ferrassie 1 (classique) et Tabun II (oriental).

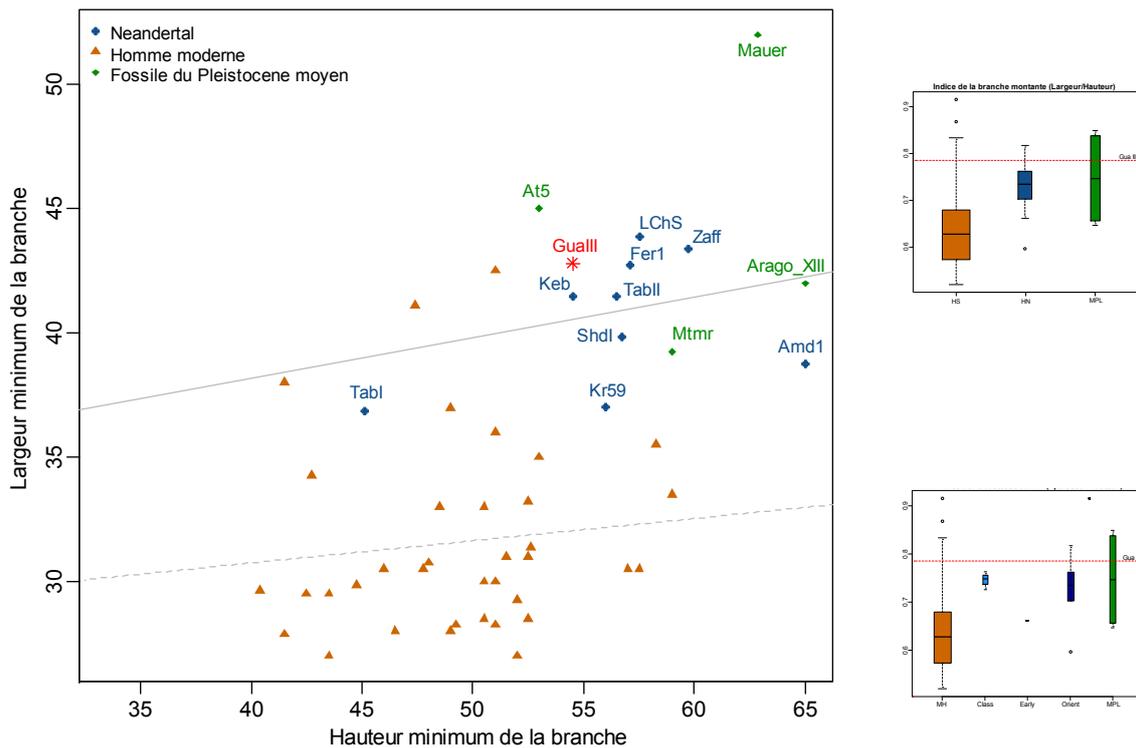


Figure 103: Biplot de la largeur minimum en fonction de la hauteur de la branche montante (en mm). Représentation des droites de régression des deux groupes (néandertaliens et hommes modernes). A droite, boxplot des indices de robustesse de la branche montante, l'épaisseur des boîtes est proportionnelle à la racine carrée du nombre d'observations de chaque groupe. En haut, Fate III, Guattari II et III confrontés à trois groupes : hommes modernes, néandertaliens s.l. et fossiles du Pléistocène moyen. En bas, nous séparons le groupe des néandertaliens s.l. en néandertaliens classique, ancien et oriental.

I.4. Analyse en Composantes Principales des dimensions

I.4.1. *Analyse sur les données brutes*

Afin d'effectuer une analyse en composantes principales sur notre échantillon, nous avons préalablement exclus les individus pour lesquels les mesures présentaient des valeurs manquantes. L'ACP a donc été réalisée sur un échantillon de 46 individus et sur huit dimensions : hauteur à la symphyse (H\_sym), épaisseur à la symphyse (E\_sym), hauteur au foramen mentonnier (H\_FM), épaisseur au foramen mentonnier (E\_FM), largeur entre les deux foramens (L\_FM), épaisseur à la M2 (E\_M2), hauteur à la M3 (H\_M3) et épaisseur à la M3 (E\_M3). Nous avons traité d'une part, les données brutes et, d'autre part, les log-shapes ratios des mesures pour s'affranchir de l'effet de la taille. Chaque graphique est accompagné de la contribution de chaque variable à la variance totale. Nous présenterons ici les résultats obtenus sur les trois premières composantes principales représentant 87,66 % de la variance totale de l'échantillon.

Le plan formé par les première (64,88 %) et deuxième (16,18%) composantes principales (Fig. 104) est influencé par un effet de taille avec une augmentation de toutes les dimensions de la gauche vers la droite. Nous remarquons cependant que la largeur entre les deux foramens représente une grande partie de la variation dans la direction sud-est. Sur ce plan, les distributions des hommes fossiles et modernes sont clairement distinctes. Guattari II et III sont très proches l'une de l'autre et aussi voisines de Mauer et de certains néandertaliens orientaux (Kebara, Amud1, Shanidar 1).

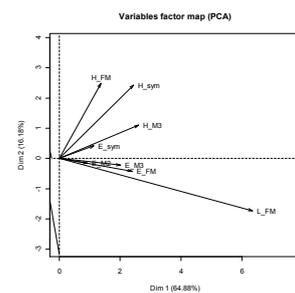
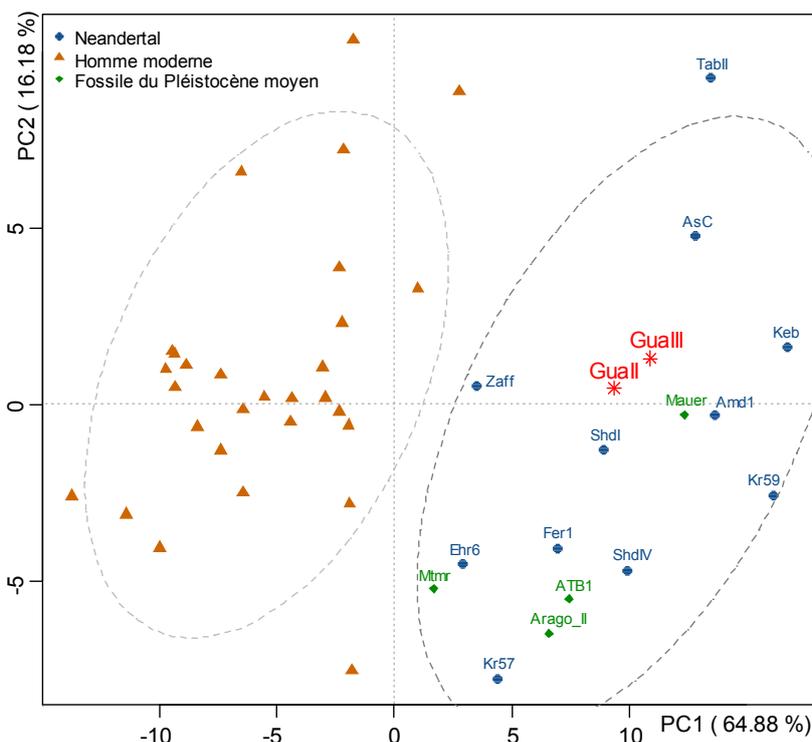


Figure 104 : ACP sur les dimensions linéaires.

Représentation graphique des néandertaliens, hommes modernes et fossiles du Pléistocène moyen sur PC1 et PC2. Ellipses de confiance à 95% de la distribution des hommes modernes et des néandertaliens. A droite, contribution de chaque variable à la variation sur PC1 et PC2.

Le plan formé par les première et la troisième composantes (Fig. 105), représentant 71,48 % de la variance totale de notre échantillon, est lui aussi influencé par un effet de taille, notamment au niveau du premier axe qui est principalement régi par la largeur entre les deux foramens. Les distributions des hommes fossiles et modernes ne se recouvrent que très légèrement. Guattari II et III sont voisines et se situent dans la moitié supérieure du graphique. Guattari II est proche de Shanidar I et Guattari III proche de Mauer.

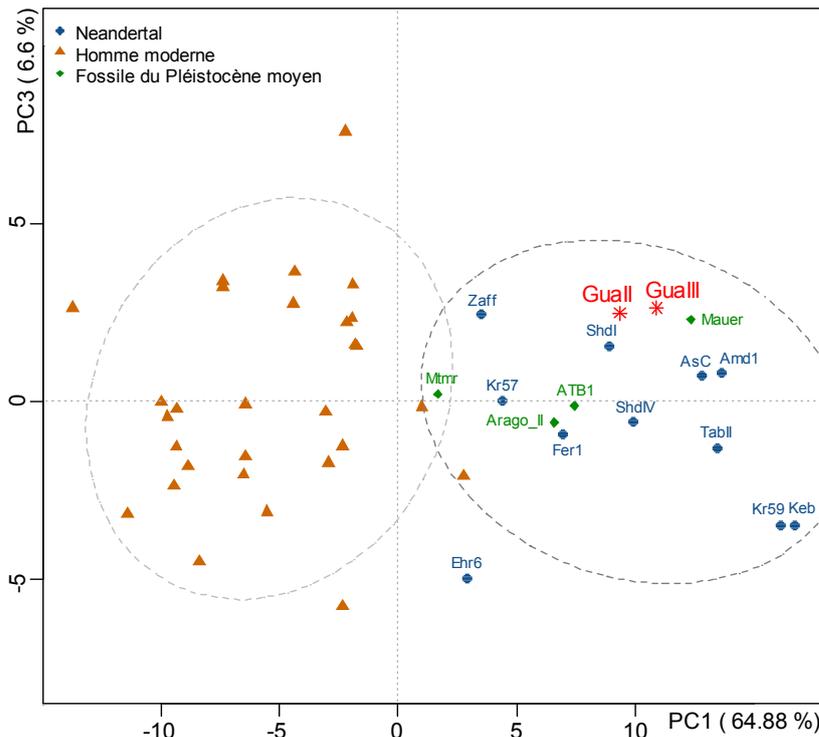


Figure 105 : ACP sur les dimensions linéaires.

Représentation graphique des néandertaliens, hommes modernes et fossiles du Pléistocène moyen sur PC1 et PC3. Ellipses de confiance à 95% de la distribution des hommes modernes et des néandertaliens. A droite, contribution de chaque variable à la variation sur PC1 et PC3.

#### 1.4.2. Analyse sur les données normées

Nous nous sommes arrêtés à l'étude des trois premières composantes principales qui représentent 80,31 % de la variance totale de l'échantillon.

Sur le plan formé par les première et deuxième composantes (65,3% de la variance totale, Fig. 106) les distributions des néandertaliens et des hommes modernes se recouvrent au centre du graphique.

Cependant, la majorité des néandertaliens se retrouve dans le quart supérieur gauche du plan, direction influencée par la largeur entre les foramens mentonniers sur PC2 et par les proportions relatives des épaisseurs et hauteurs du corps mandibulaire sur PC1.

Guattari II se situe dans la moitié gauche du graphique. Elle est intégrée dans les variabilités des néandertaliens et des hommes modernes et voisine la mandibule Amud 1, reflétant une robustesse du corps mandibulaire relativement faible proportionnellement à la largeur de la

mandibule. Au contraire, Guattari III se situe dans le quart supérieur gauche, indiquant une largeur relative de la mandibule élevée.

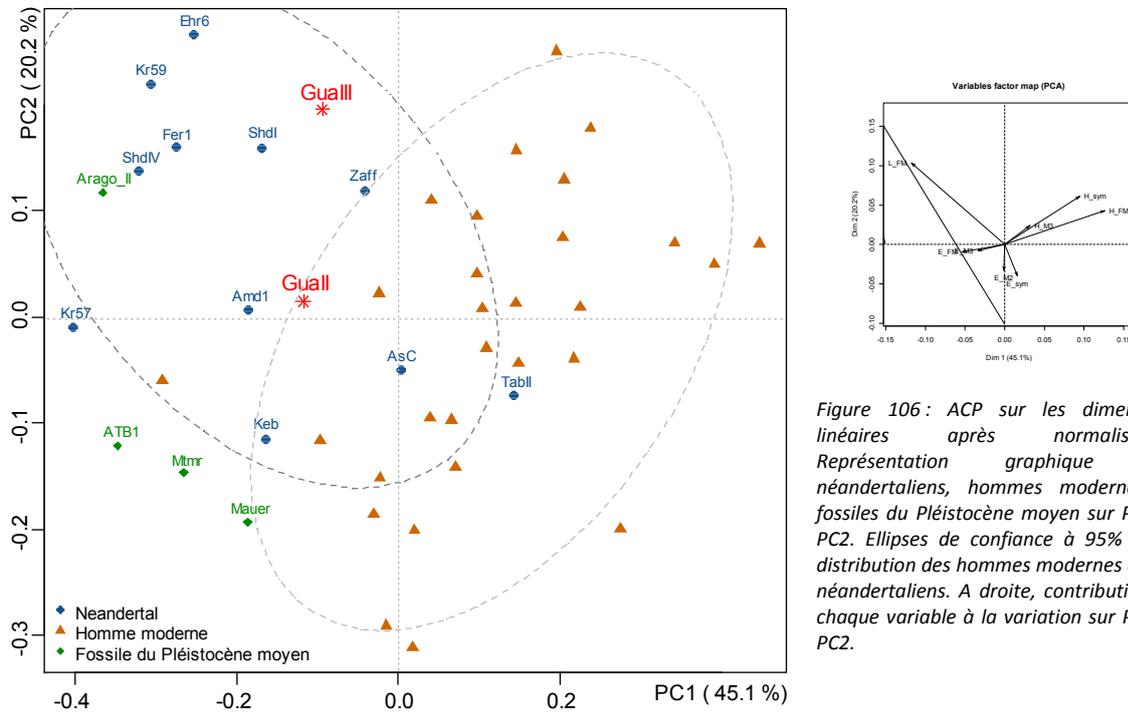


Figure 106 : ACP sur les dimensions linéaires après normalisation. Représentation graphique des néandertaliens, hommes modernes et fossiles du Pléistocène moyen sur PC1 et PC2. Ellipses de confiance à 95% de la distribution des hommes modernes et des néandertaliens. A droite, contribution de chaque variable à la variation sur PC1 et PC2.

Sur le plan formé par les première et la troisième composantes (60,11 % de la variance totale, Fig. 107), les distributions des néandertaliens et hommes modernes se recouvrent au centre mais les hommes fossiles tendent à avoir des valeurs négatives sur PC1 régie par les épaisseurs et hauteurs relatives du corps mandibulaire. Sur ce plan, Guattari II et III sont voisines et proches des individus de Zaffaraya et Shanidar I. Cependant, elles se situent toutes les deux dans la zone de recouvrement des groupes.

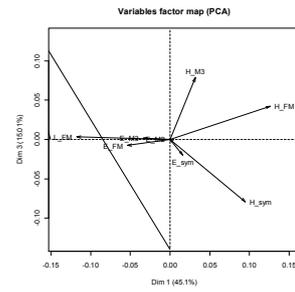
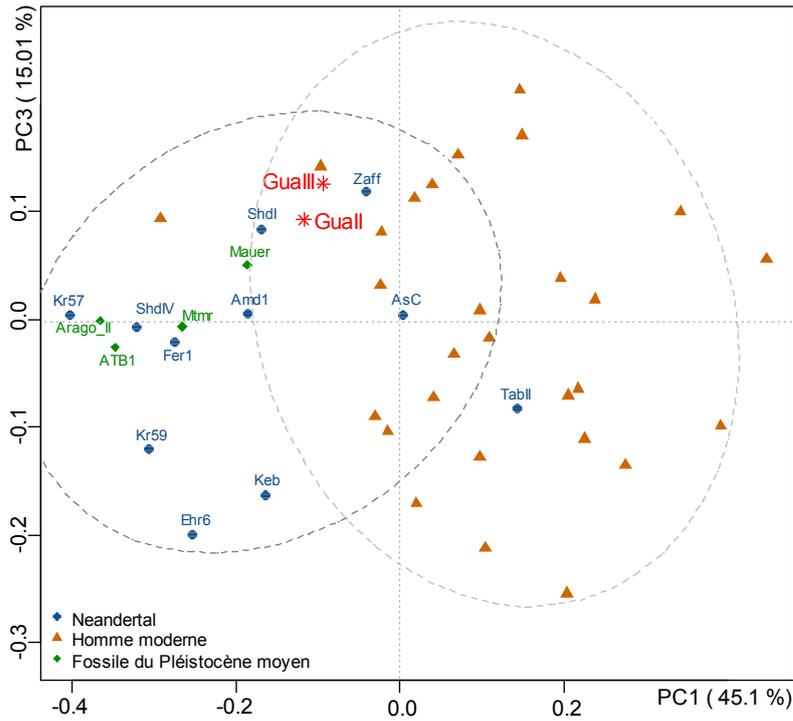


Figure 107 : ACP sur les dimensions linéaires après normalisation. Représentation graphique des néandertaliens, hommes modernes et fossiles du Pléistocène moyen sur PC1 et PC3. Ellipses de confiance à 95% de la distribution des hommes modernes et des néandertaliens. A droite, contribution de chaque variable à la variation sur PC1 et PC3.

## II. Morphologie comparée et analyse phénétique

Pour compléter l'analyse dimensionnelle, nous avons évalué la présence de 40 caractères sur chaque mandibule (Mounier 2009). Cette étape nous a permis de mettre en évidence les affinités morphologiques des groupes et d'y intégrer les mandibules Guattari II, Guattari III et Fate III. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux croisés présentant l'occurrence des états de chaque caractère par groupes (Tab. 11-13) : hommes modernes (MH), néandertaliens s.l. et fossiles du Pléistocène moyen (MPL). Le groupe des néandertaliens est subdivisé en 3 sous-groupes : néandertaliens classiques, orientaux et anciens. Nous avons réparti les caractères dans trois tableaux correspondant aux trois régions anatomiques : région symphysaire, segment latéral du corps mandibulaire et branche montante.

Le premier tableau (Tab. 11) présentant l'état des caractères au niveau de la symphyse permet de synthétiser les différences morphologiques entre Guattari II et III. Nous remarquons que l'incurvation du profil de la symphyse de Guattari III est importante, caractère partagé avec les hommes modernes. Au contraire, celui de Guattari II est vertical, situation retrouvée chez les néandertaliens. Les fosses digastriques sont marquées chez ces deux spécimens, mais sont orientées différemment, chez Guattari II elles regardent vers le bas comme la majorité des fossiles du Pléistocène moyen et certains néandertaliens (Ehringsdorf 6, Krapina 57, 58, 59, La Ferrassie 1 et La Quina H9) alors que chez Guattari III elles sont orientées vers le bas et l'arrière comme chez la plupart des hommes modernes mais aussi des néandertaliens (Amud I, l'Aubesier, Banyolas, La Chapelle-aux-Saints, Shanidar 1 et 4, Spy I, Saint Césaire, Tabun I et II, Vindija 206 et Zaffaraya). Les autres caractères présentent un même état chez ces deux spécimens, état partagé également avec nos groupes fossiles.

Région symphysaire		Guattari II	Guattari III	MPL	Néandertaliens				MH
					Néandertal s.l.	Anciens	Orient	Class	
Orientation du profil de la symphyse	1 Fuyante			4	7	4	1	2	0
	2 Verticale	2		1	12	1	3	8	0
	3 Incurvée vers l'avant		3	0	2	0	2	0	39
Position de l'infradentale/pogonion	1 en retrait			0	3	0	1	2	23
	2 même hauteur	2	2	1	8	0	4	4	4
	3 en avant			4	9	4	1	4	0
Incurvatio mandibulae	1 Absence	1		6	8	5	2	3	1
	2 Présence sur bord alvéolaire		2	0	10	0	4	6	17
	3 Présence			0	0	0	0	0	20
Tuber symphyseo	1 Absence	1	1	6	19	5	5	9	0
	2 peu projeté			0	2	0	1	1	2
	3 fortement projeté			0	0	0	0	0	37
Crête centrale	1 absence	1	1	6	15	5	3	7	0
	2 renflement osseux			0	3	0	2	1	20
	3 crête osseuse			0	0	0	0	0	18
Tubercules latéraux	1 Absence	1	1	5	19	5	5	9	0
	2 fusionnés avec le tuber symphyseo			0	0	0	0	0	28
	3 individualisés et projetés sur le côté			0	0	0	0	0	10
Incisura submentalis	1 Absence			4	4	0	1	3	29
	2 Présence	2	2	1	17	5	5	7	7
Orientation des fosses digastiques	1 vers le bas	1		5	7	4	1	2	6
	2 vers le bas et l'arrière		2	1	12	1	4	7	29
	3 vers l'arrière			0	0	0	0	0	3
Planum alveolare	1 absent	1	1	1	12	1	4	7	38
	2 présent			5	9	4	2	3	0
Epine mentonnaire supérieure	1 absente			1	4	1	1	2	2
	2 peu marquée	2	2	3	11	3	2	6	22
	3 marquée			1	4	1	2	1	14
Epine mentonnaire inférieure	1 absente			1	4	1	1	2	4
	2 peu marquée	2	2	3	11	4	2	5	23
	3 marquée			1	2	0	1	1	11

Tableau 11 : Caractères et occurrences des états de caractères au niveau de la région symphysaire de Guattari II, III et de l'échantillon de comparaison (Mounier 2009). Les colonnes Guattari II et III présentent l'état de chaque caractère de ces spécimens. Les autres colonnes indiquent l'occurrence de l'état des caractères de l'échantillon de référence par groupe : fossiles du Pléistocène moyen (MPL, n = 6), les hommes modernes (MH, n=39) et néandertaliens s.l (n= 21) comprenant les néandertaliens anciens (n=5), néandertaliens orientaux (n=6) et les néandertaliens classiques (n=13).

Dans le deuxième tableau (Tab. 12), concernant les caractères sur le segment latéral du corps mandibulaire, nous pouvons noter que Guattari II présente des reliefs plus marqués que Guattari III comme la profondeur de la fosse sous-mandibulaire, la présence d'un *tuberculus marginalis anterior* (peu marqué) et d'un *torus marginalis superior* et *inferior*. Néanmoins, la *proeminetia lateralis* de Guattari III est plus saillante que celle de Guattari II et en position reculée (au niveau de la M3) comme chez la plupart des fossiles, ce caractère n'est pas observable chez Fate III.

Les foramens mentonniers sont doubles chez Guattari II et III mais agencés différemment ; chez Guattari II nous les retrouvons sous la M1 alors que chez Guattari III, ils se positionnent entre la P4 et la M1. Ces deux situations sont retrouvées chez les néandertaliens, mais la position la plus fréquente est sous la M1.

La zone rétromolaire est vaste chez ces trois spécimens comme chez tous les néandertaliens de la collection de référence, mais est inclinée chez Guattari III et horizontale chez Guattari II et Fate III.

Segment latéral		Guattari II	Guattari III	Fate III	MPL	Néandertaliens				MH
						Néandertal s.l.	Anciens	Orient	Class	
Profondeur de la fosse sous-mandibulaire	1 peu profonde		1		2	14	4	3	7	32
	2 surcreusement	2			0	4	0	3	1	2
	3 profonde				3	2	1	0	1	3
Bords du corps mandibulaire	1 Convergens vers l'arrière				1	5	0	2	3	20
	2 peu convergens vers l'arrière				2	3	0	1	2	17
	3 parallèles	3	3		3	10	3	2	5	0
	4 Divergens vers l'arrière				0	1	0	1	0	1
Foramen mentonnier	1 simple				3	11	2	5	4	38
	2 multiples	2	2		3	8	2	1	5	0
Position du FM	1 P3-P4				0	0	0	0	0	33
	2 P4-M1		2		3	6	1	1	4	5
	3 M1	3			3	12	4	4	4	0
<i>Tuberculus marginalis anterior</i>	1 Absence		1		0	3	0	1	2	32
	2 présence	1			6	17	5	5	7	6
<i>Torus marginalis superior</i>	1 Absence		1		0	14	2	3	9	32
	2 présence marquée	2			6	5	2	3	0	6
<i>Torus marginalis inferior</i>	1 Absence		1		0	13	2	3	8	24
	2 présence marquée	2			6	6	2	3	1	14
Espace rétromolaire	1 M3 couverte				0	0				2
	2 M3 partiellement couverte				3	0	0	0	0	13
	3 M3 non couverte	3	3	3	3	17	3	6	8	21
Orientation de la surface rétromolaire	1 Horizontale	1		1	4	8	1	4	3	0
	2 inclinée		2		2	6	0	2	4	34
	3 verticale				0	1	0	0	1	2
Largeur du <i>sulcus extramolaris</i>	1 Absence				1	8	1	3	4	11
	2 étroit (<7mm)	2		2	2	6	2	2	2	12
	3 large (>7mm)		3		2	4	0	1	3	11
Relief de la <i>prominentia lateralis</i>	1 Absence			1	1	7	2	2	3	21
	2 relief faible (<7mm)	2	2		2	4	1	2	1	6
	3 relief important (>7mm)				3	6	0	2	4	10
position de la <i>prominentia lateralis</i>	1 M1 ou M2				0	0	0	0	0	8
	2 septum M2-M3	2			0	2	0	0	2	28
	3 M3		3		5	8	1	4	3	0

Tableau 12 : Caractères et occurrences des états de caractères au niveau du segment latéral de Guattari II, III, Fate III et de notre échantillon de comparaison (Mounier 2009).

Au niveau des branches montantes (Tab. 13), Guattari II et III possèdent un pont osseux sur le sillon mylohyoïdien et une fosse ptérygoïde peu profonde. De plus, l'orientation de leur ligne mylohyoïdienne est oblique et en position basse comme sur la majorité des spécimens néandertaliens. Chez Fate III, cette ligne démarre également en position basse, mais est moins inclinée comme chez les hommes modernes.

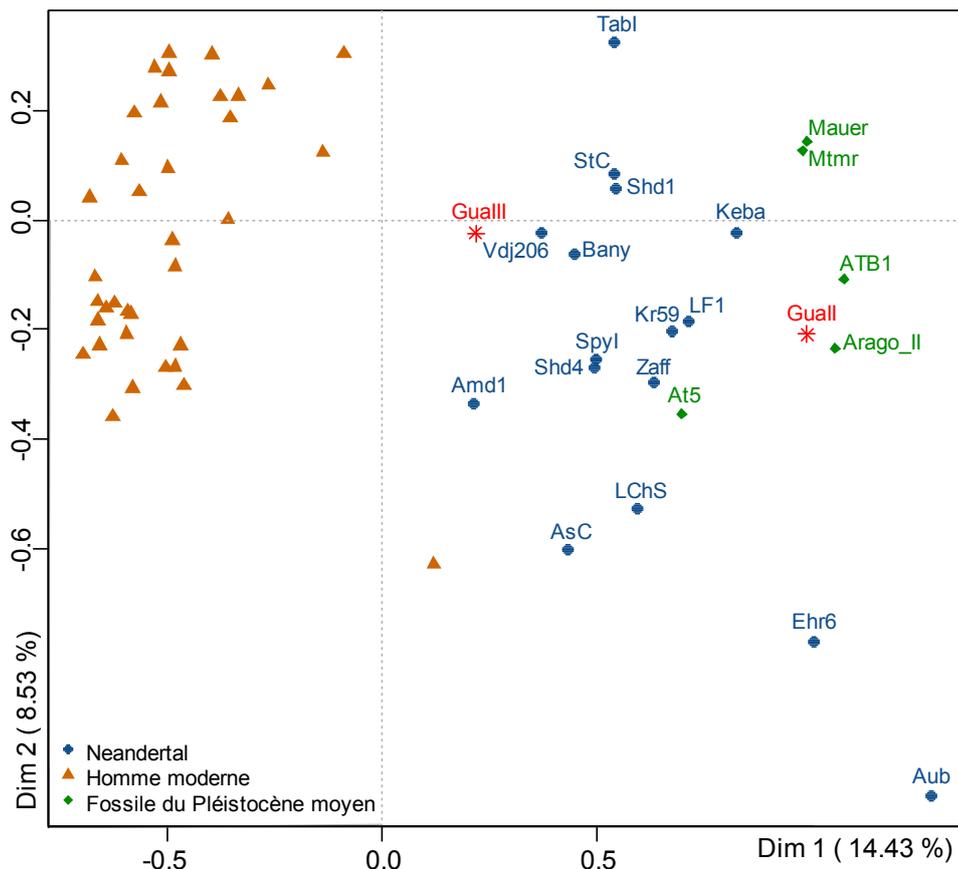
Branche montante		Gua II	Gua III	Fate III	MPL	Néandertaliens				MH
						Néand	An	Orient	Class	
Longueur antéro-postérieure du rameau	1 étroite		1		4	14	2	6	6	38
	2 large				1	0	0	0	0	0
<i>Lingula mandibulae</i>	1 absente				1	4	0	3	1	8
	2 peu marquée		2		4	4	0	2	2	26
	3 marquée				0	3	1	1	1	2
Pont osseux sur le sillon mylohyoïdien	1 absence				2	9	1	3	5	32
	2 présence	2	2		2	4	0	2	2	1
Profondeur de la fosse ptérygoïde	1 peu profonde	1	1		4	12	1	4	7	23
	2 profonde				2	7	3	2	2	15
Orientation de la ligne mylohyoïdienne	1 parallèle aux bords du corps mandibulaire				2	2	1	0	1	7
	2 inclinée vers le bas			2	1	2	0	1	1	19
	3 diagonale		3	3	3	17	4	5	8	11
Position de la ligne mylohyoïdienne à la M3/bord alvéolaire	1 Basse (>7mm)	1	1	1	6	18	4	5	9	27
	2 haute (<7mm)				0	2	0	1	1	8

Tableau 13 : Caractères et occurrences des états de caractères au niveau de la branche montante de Guattari II, III, Fate III et de notre échantillon de comparaison (Mounier 2009).

Dans le but de synthétiser toutes les informations de l'étude morphologique, nous avons appliqué une analyse en composantes multiples sur nos données. Nous nous sommes arrêtés à l'étude des trois premières dimensions car leur représentation graphique est suffisamment significative.

La première dimension représentant 14,43 % d'inertie, est régie par la forme de la symphyse notamment la présence/absence de *tuber symphyseos*, l'orientation du profil de la symphyse mais aussi par la position du foramen mentonnier. La deuxième dimension est principalement influencée par les épines mentonnières et la *proeminentia lateralis*. Enfin, sur la troisième dimension, interviennent essentiellement le relief de la *proeminentia lateralis*, l'espace rétromolaire et la position de la ligne mylohyoïdienne.

Sur les différents plans formés par ces trois dimensions (Fig. 108), nous remarquons que Guattari III se rapproche de la distribution des hommes modernes notamment par le profil incurvé de sa symphyse. A ce niveau, Guattari II est voisine des spécimens du Pléistocène moyen. Toutefois, sur le plan formé par les deuxième et troisième dimensions, nous remarquons que ces deux mandibules sont proches et intègrent la distribution des néandertaliens.



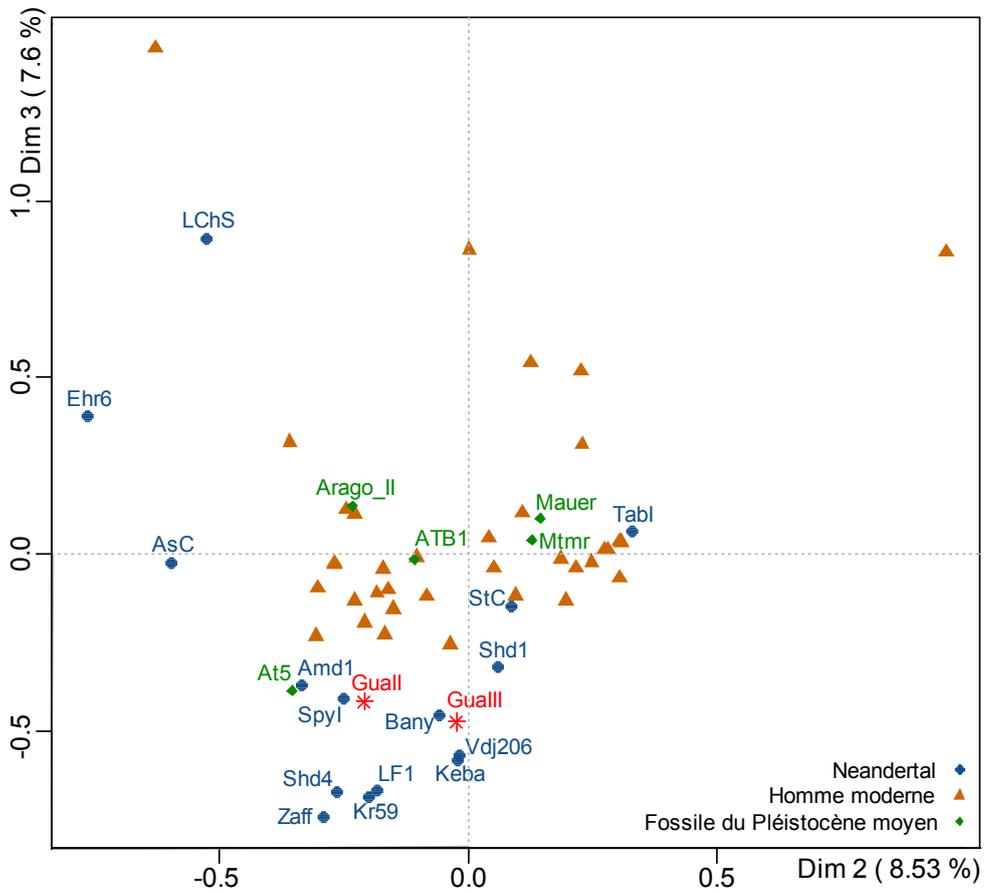
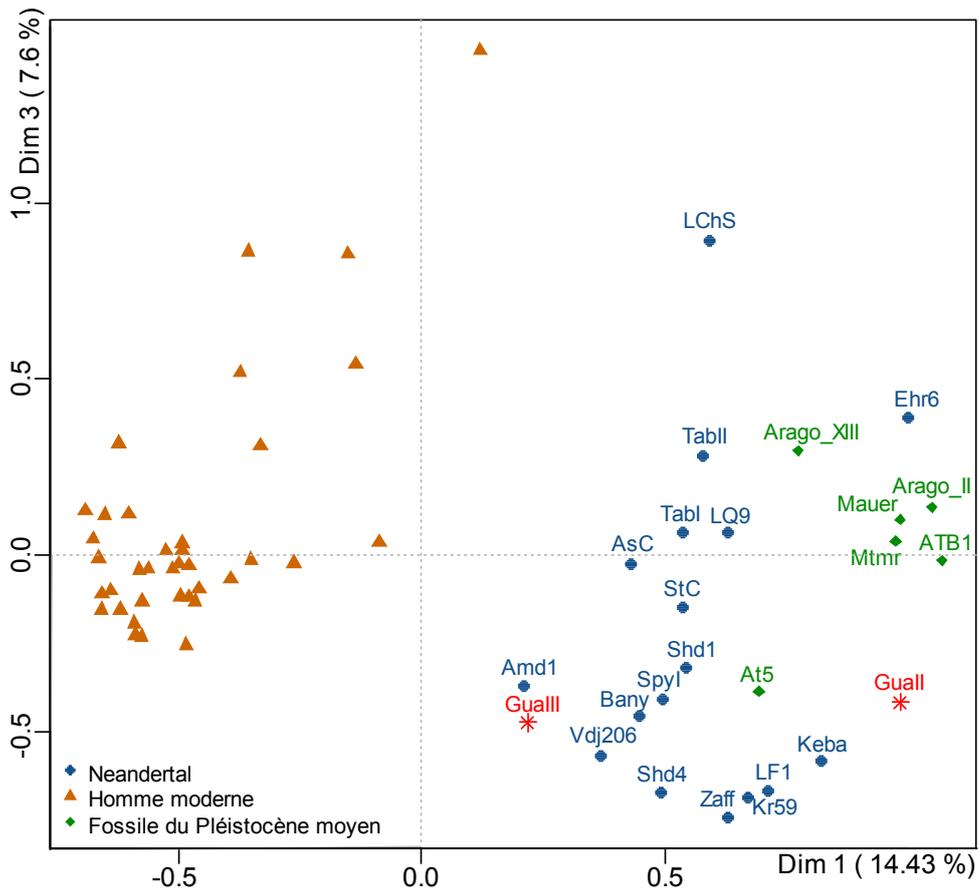


Figure 108 : Représentation des analyses en composantes multiples sur les trois premiers axes factoriels.

### III. Analyse du contour de la symphyse par Fourier Elliptique

Nous avons appliqué une analyse de Fourier elliptique sur les contours des symphyses des mandibules de notre échantillon. Préalablement, ces contours ont été alignés les uns par rapport aux autres à partir des trois points homologues par superposition Procruste. Cette manipulation nous permet de nous affranchir de l'effet de la taille (Fig. 109).

Nous avons sélectionné les mandibules présentant une région symphysaire bien conservée, soit 43 mandibules dont 20 néandertaliens, 17 hommes modernes et 6 fossiles du Pléistocène moyen. A partir des nouvelles coordonnées normées, nous calculons les coefficients de Fourier des 20 premières harmoniques. L'effet cumulatif des harmoniques atteint un seuil suffisant, pour la description du contour, à partir de la 9<sup>ème</sup> harmonique.

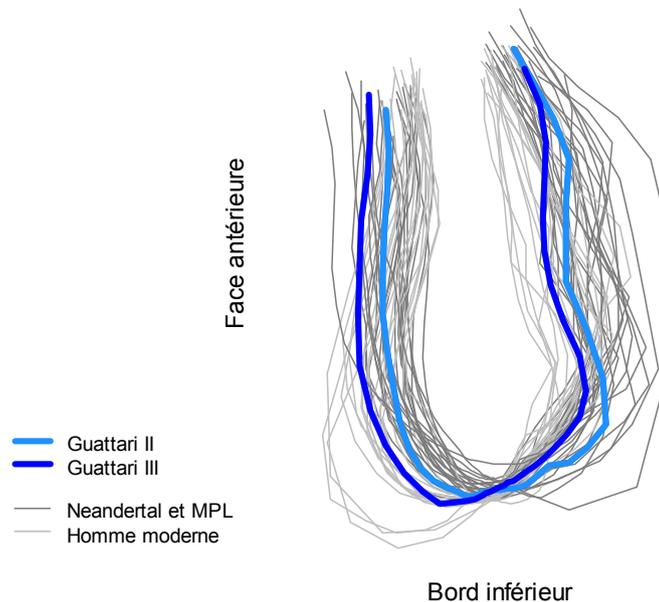


Figure 109 : Contours des mandibules Guattari II et III superposés aux contours des mandibules sélectionnées pour l'analyse après alignement Procruste sur les trois points homologues.

Nous présentons ici les résultats de l'analyse en composantes principales sur les trois premières composantes, représentant au total 74,56 % de la variance de l'échantillon (Fig. 110).

Les axes sont accompagnés des conformations extrêmes (consensus) négatives et positives.

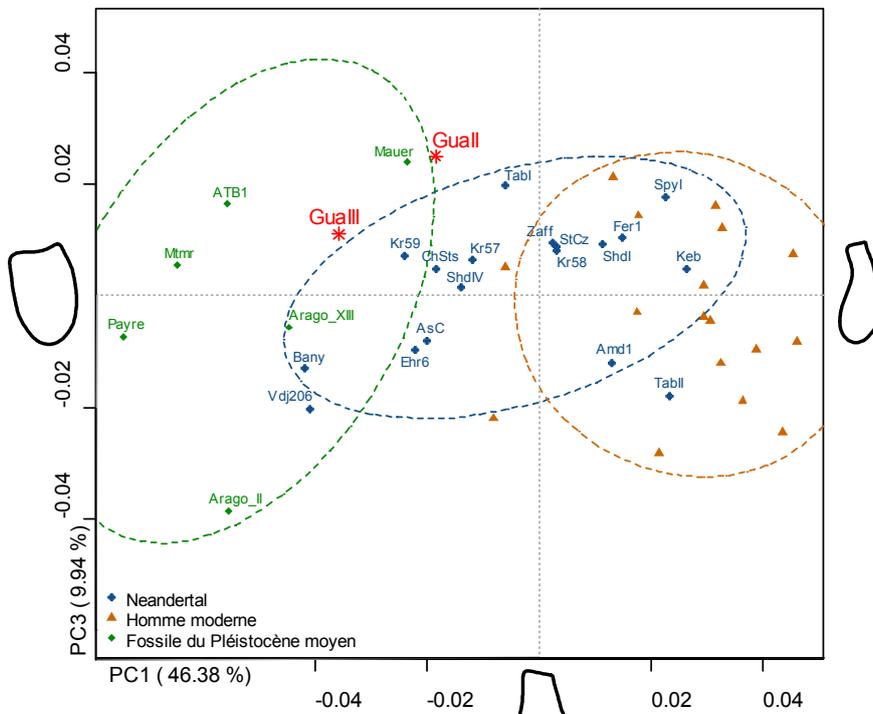
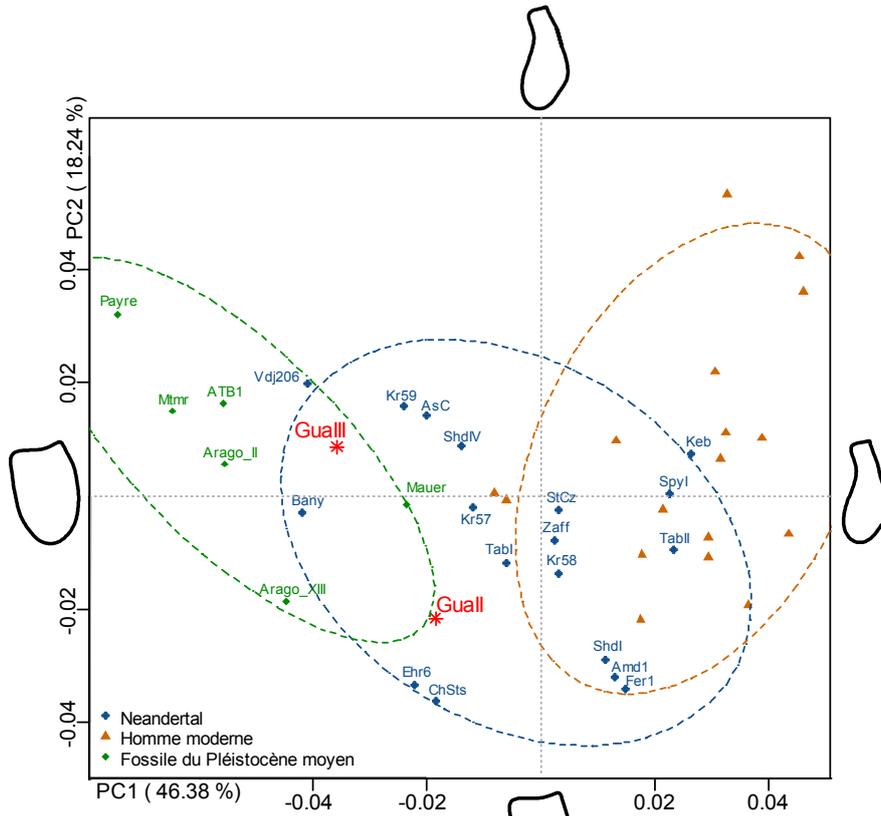
La première composante représentant 46,38 % de la variance totale de l'échantillon est influencée par une variation antéropostérieure de la région symphysaire. Les valeurs positives correspondent à la présence marquée d'un *incurvatio mandibulae* et d'un *torus transverse* sur la face interne, les valeurs négatives coïncident avec un profil légèrement fuyant de la symphyse et une face interne privée de reliefs. La deuxième composante représentant 18,24 % de la variance totale, montrent les mêmes variations que la première, toutefois nous remarquons de subtiles différences. La conformation extrême positive présente un *incurvatio mandibulae*, mais la partie

basale est moins projetée et le *torus transverse* moins prononcé. Enfin, la troisième composante représentant 9,94 % de la variance totale, permet de discriminer les conformations dont le profil de symphyse est légèrement projeté avec la présence marquée d'un *torus transverse* pour les valeurs négatives, et des conformations présentant un profil vertical et un *torus transverse* moins développé pour les valeurs positives.

Sur le plan formé par les première et deuxième composantes, la distribution des néandertaliens recouvre celle des hommes modernes dans la partie droite et celle des fossiles du Pléistocène moyen dans la partie gauche. Mais, nous notons que ces trois groupes diffèrent principalement sur le plan de la première composante. Guattari II et III s'insèrent dans la variabilité des néandertaliens. Néanmoins, nous pouvons remarquer que Guattari III s'intègre également dans la variabilité des fossiles du Pléistocène moyen. Ceci indique que le profil symphysaire légèrement incurvé ne permet pas de l'assimiler à celui des hommes modernes, car la conformation est différente. En effet, chez les hommes modernes l'incurvation mandibulaire est prononcée et plus étendue, de plus l'épaisseur de la symphyse à ce niveau est réduite. Chez Guattari III, nous observons une incurvation qui n'influence pas l'épaisseur de la symphyse qui reste très importante. Quant à Guattari II, nous notons qu'elle se trouve à la limite de la variabilité des fossiles du Pléistocène moyen et présente des valeurs négatives sur PC2. Sa symphyse a donc tendance à avoir une épaisseur constante.

Sur le plan formé par les première et la troisième composantes la variation principale se situe sur le premier axe. Guattari II et III se positionnent dans le quart supérieur gauche, car leurs caractéristiques sont les mêmes sur la surface interne de la symphyse telles que la présence d'un *torus transverse inferior*. Nous notons que ni l'une ni l'autre ne s'insère dans la variabilité néandertalienne, Guattari III se range dans celle des fossiles du Pléistocène moyen, tout comme Guattari II qui est à sa limite.

Sur le plan formé par les deuxième et troisième composantes, les trois distributions se recouvrent complètement. Guattari II se retrouve à la limite de la variabilité néandertalienne, proche de Mauer sur le troisième axe. Guattari III se retrouve proche des individus de Kebara, Krapina 59 et Shanidar IV.



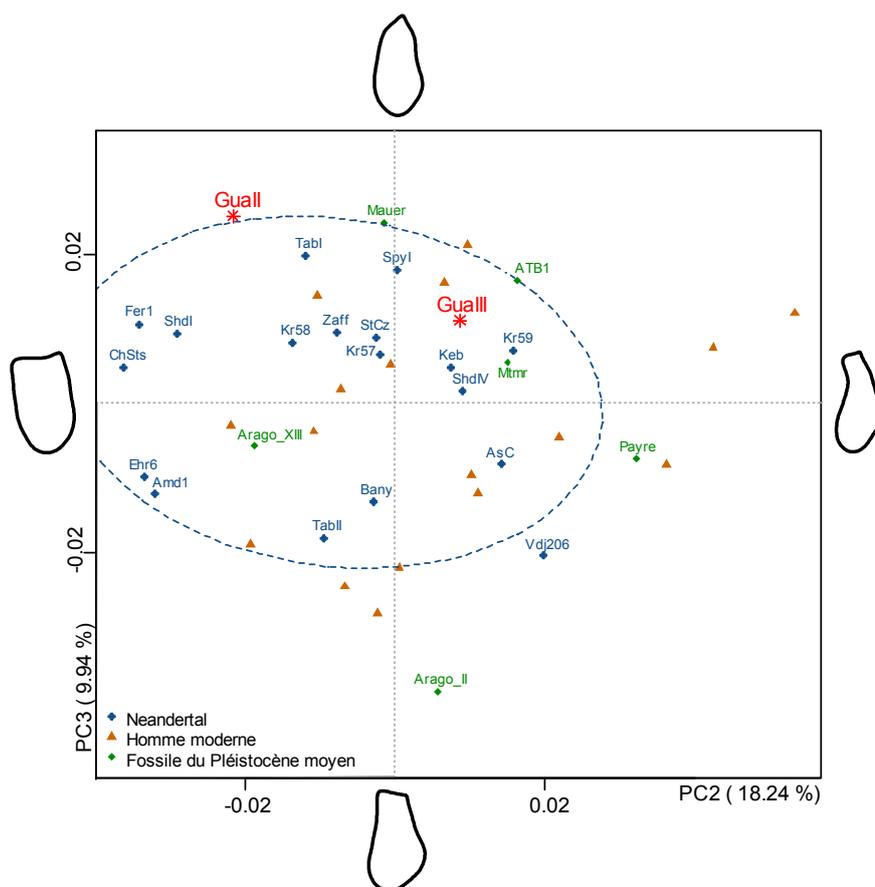


Figure 110 : ACP sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques. Les Ellipses de confiance à 95% représentent les distributions des trois groupes : néandertaliens, hommes modernes et fossiles du Pléistocène moyen. Sur PC2 et PC3 seule l'ellipse des néandertaliens est représentée. Représentation des consensus et extrêmes (négatifs et positifs) des contours symphysaires le long des axes des composantes principales.

Dans un deuxième temps, nous avons appliqué des analyses discriminantes sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques après réduction dimensionnelle (ACP). Une première analyse discriminante a été réalisée sur trois groupes (Fig. 111) : néandertaliens s.l., fossiles du Pléistocène moyen et hommes modernes. La deuxième analyse a été appliquée à cinq groupes en séparant les néandertaliens s.l. en néandertaliens classiques, anciens et orientaux (Fig. 112). Les spécimens de Guattari II et III ont été projetés *a posteriori* sur les plans.

Le plan représentant la projection des individus des trois groupes permet de replacer Guattari II et III dans la variabilité néandertalienne. Néanmoins, comme pour les résultats de l'analyse en composantes principales, nous remarquons que Guattari III a tendance à se rapprocher de la variation des fossiles du Pléistocène moyen. Quant à Guattari II, elle se situe à la limite de la distribution des néandertaliens et est proche des mandibules de la Chapelle-aux-Saints et de Shanidar V.

La deuxième analyse ne permet pas de discriminer les différents groupes néandertaliens car la variabilité au sein de ce groupe est trop importante. Toutefois, nous remarquons que Guattari II et III se rapprochent des fossiles du Pléistocène moyen : Guattari II de la mandibule de Mauer sur

le plan formé par les premier et deuxième axes discriminants et Guattari III de Vindija 206 sur ce plan et d'Arago II sur LD2 et LD3.

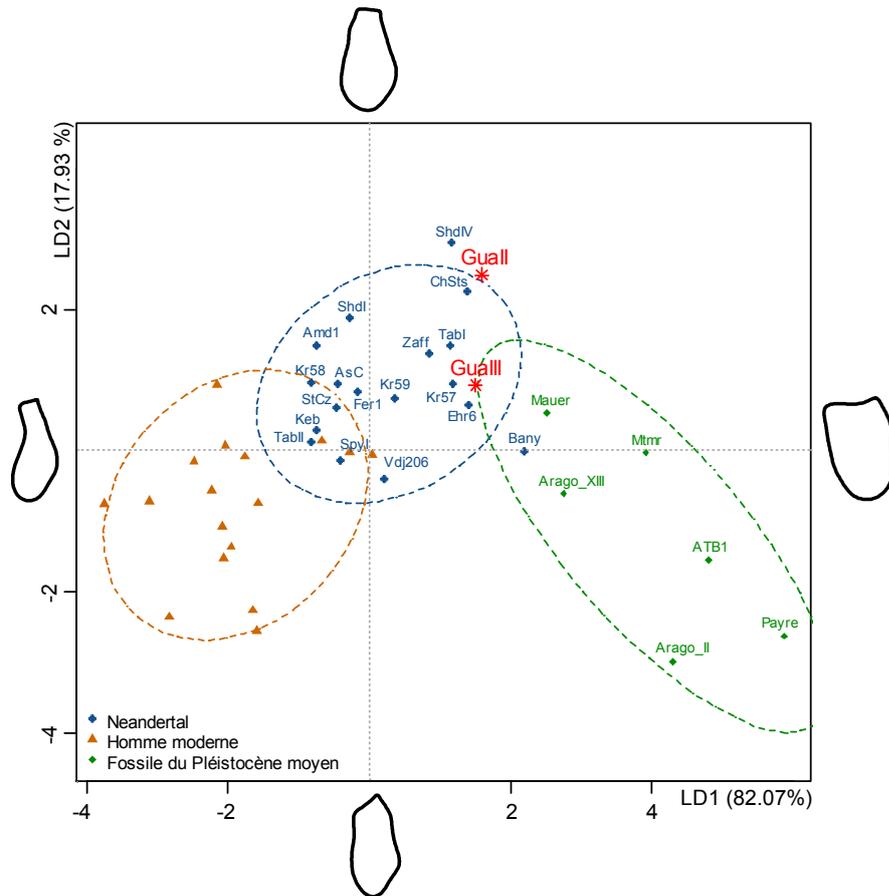


Figure 111 : Analyse discriminante linéaire sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques après réduction dimensionnelle sur trois groupes (Néandertaliens, hommes modernes et fossiles du Pléistocène moyen) sur les premier et deuxième axes discriminant (LD1-LD2).

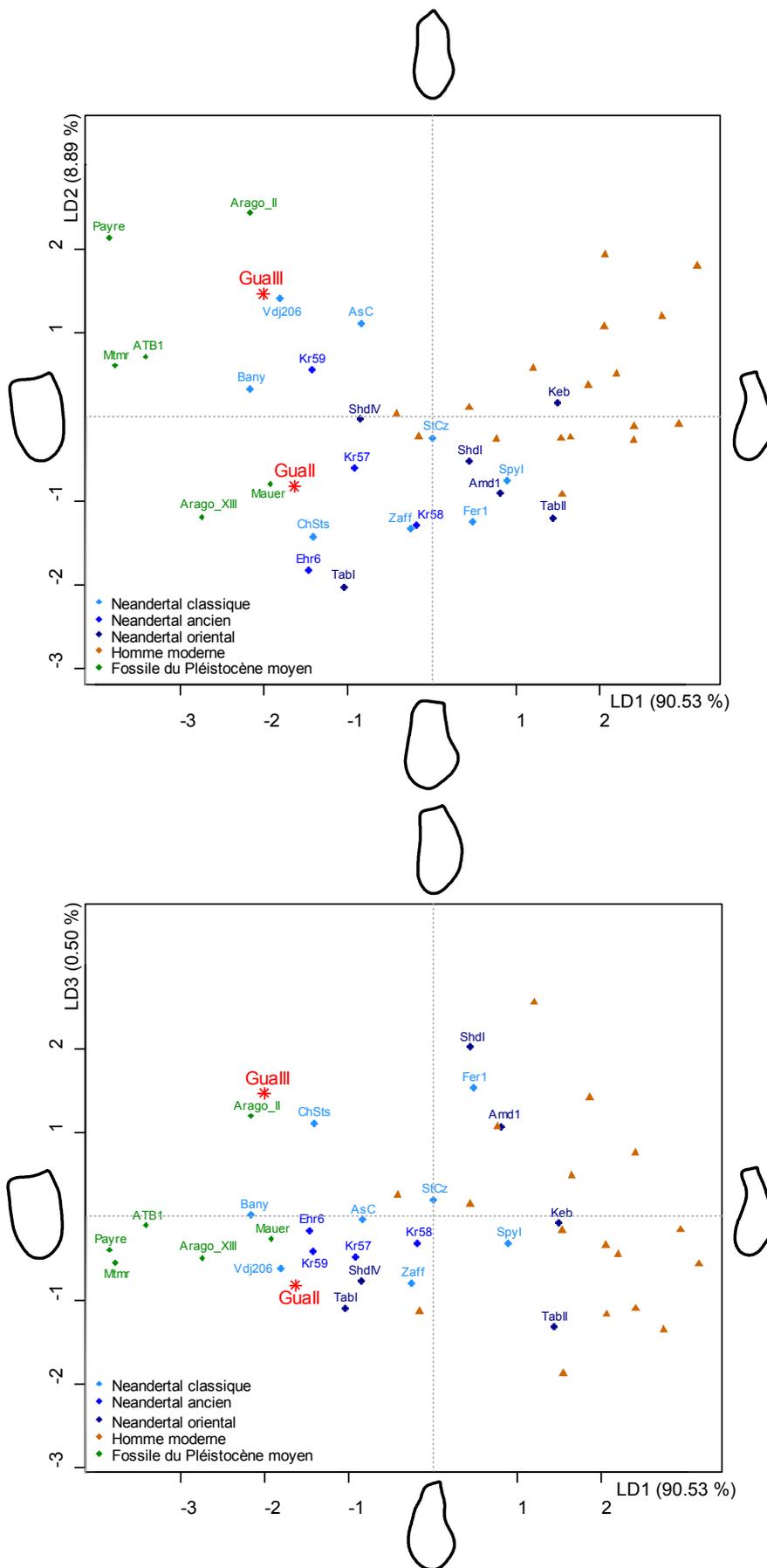


Figure 112 : LDA sur cinq groupes (néandertaliens classiques, anciens, proche-orientaux, hommes modernes et fossiles du Pléistocène moyen)

*Les analyses sur les mandibules de Guattari II et III ont permis de mettre en évidence des différences dimensionnelles, mais aussi structurelles de ces spécimens. D'une manière générale, Guattari III présente des dimensions plus importantes que Guattari II. Néanmoins, les différents indices de robustesse indiquent que le rapport hauteur/épaisseur de Guattari II est plus important que celui Guattari III. Les analyses en composantes principales sur les dimensions brutes et normées montrent que ces spécimens sont similaires et s'insèrent dans la variabilité néandertalienne. Malheureusement, du fait d'une collection de référence trop réduite, il est difficile d'établir leurs affinités avec un des sous groupes néandertaliens. D'un point de vue morphologique, nous avons remarqué que Guattari II et III sont semblables sauf au niveau de la symphyse où Guattari III présente une surface convexe et au niveau des segments latéraux où Guattari II montre des reliefs généralement plus marqués. L'analyse en composantes multiples confirme ces tendances et rapproche Guattari II des spécimens plus archaïques du Pléistocène moyen et Guattari III se place dans la variabilité néandertalienne en étant proche également des hommes modernes.*

*L'étude structurelle par Fourier elliptique du profil de la symphyse semble contredire cette tendance, en effet, Guattari III se rapproche des spécimens du Pléistocène moyen et Guattari II se retrouve toujours à la limite de la variabilité des néandertaliens. Ces résultats permettent de mettre en évidence une grande variabilité morphologique des néandertaliens, retrouvées également au sein d'un même site. Les hypothèses pouvant expliquer ces différences seront évoquées dans les discussions.*

# **CHAPITRE V : CROISSANCE**

---



La croissance de la mandibule est un phénomène complexe et variable selon les espèces. Cet os formant la mâchoire inférieure est composé de deux parties, droite et gauche qui commencent à se former dès les premières semaines de la vie fœtale. Chez les hommes modernes, à la naissance, les deux hémi-mandibules sont reliées par un tissu fibreux et s'ossifient au cours de la première année de vie. Au début de la deuxième année, une trace de séparation des deux hémi-mandibules est parfois visible sur quelques millimètres au niveau de la région alvéolaire. La mandibule poursuivra sa croissance avec un allongement antéropostérieur, notamment au niveau des segments latéraux pour laisser place à l'éruption des dents jugales. Le corps mandibulaire gagnera également en hauteur et épaisseur pour la croissance des racines des dents et pour résister aux contraintes masticatoires (Gray 1918). Au cours de la croissance post-natale, des changements de conformation de la mandibule vont s'opérer, notamment lors de la puberté autour de 11-15 ans où elle va se développer rapidement (Tanner 1962; Chen *et al.* 2000).

La question fondamentale dans les études de la biologie évolutive est comment la croissance pré et post-natale c'est-à-dire les processus ontogénétiques peuvent influencer les formes adultes et les changements phylogénétiques (Gould 1977). Ces différents processus évolutifs peuvent être expliqués d'un point de vue hétérochronique par des ralentissements et des accélérations au cours de la croissance et du développement impliquant des modifications des trajectoires évolutives (Zelditch et Fink 1996; Zelditch *et al.* 2003). Par exemple, les humains montrent une ontogénèse biphasique avec une accélération lors de la croissance fœtale (hypermorphose) qui se poursuit pendant les deux premières années de vie et un ralentissement de la croissance lors des phases post-natales (néoténie). Ce ralentissement prend place généralement entre l'éruption de la première et la deuxième molaire permanente associée à la phase de maturité sexuelle (Klingenberg 1998; Bastir et Rosas 2004).

Des travaux sur l'embryogénèse et l'ontogénèse du crâne chez les *Hominidae* (*Homo* et grands singes (Mann et Weiss 1996) ont permis de mettre en évidence une divergence de leurs trajectoires évolutives au cours d'une phase tardive de l'ontogénèse (généralement associée à la puberté) pour aboutir à des morphologies adultes différentes (Richardson 1999). En effet, les chimpanzés et humains immatures présentent une morphologie plus proche que celles des adultes. C'est pourquoi Schultz (1924) propose d'étudier l'évolution humaine comme un processus de croissances évolutives divergentes (Schultz 1924). L'apport de la morphométrie géométrique a permis de développer de nouvelles méthodes pour analyser ces différentes trajectoires évolutives avec une approche hétérochronique, en permettant notamment d'étudier séparément la taille et la conformation (Penrose 1954).

L'Homme de Neandertal est un sujet intéressant pour la biologie évolutive car, les nombreuses découvertes ont permis d'avoir un échantillon représentatif de ce groupe avec des spécimens de

tout âge, facilitant les analyses sur la mise en place des caractères dérivés de cette espèce et les trajectoires évolutives. Les études comparatives des Néandertaliens et des hommes modernes immatures séparent la communauté scientifique, certains auteurs définissant l'ontogénèse néandertalienne comme comparable à celle des hommes modernes (Kondo et Ishida 2003; Guatelli-Steinberg *et al.* 2005; Macchiarelli *et al.* 2006; Guatelli-Steinberg *et al.* 2007; Guatelli-Steinberg 2009) alors que d'autre mettant en évidence des trajectoires évolutives divergentes (Legoux 1970; Wolpoff 1979; Heim 1982a; Dean *et al.* 1986; Trinkaus 1986; Thompson et Nelson 2000; Ramirez Rozzi et Bermudez de Castro 2004; Rosas et Bastir 2004; Bastir *et al.* 2007; Ramirez Rozzi et Sardi 2007; Smith *et al.* 2007; Ponce de Leon *et al.* 2008; Gunz *et al.* 2010; Gunz *et al.* 2012).

Sur la mandibule, il a été établi que certaines autapomorphies néandertaliennes apparaissent très tôt lors de l'ontogénèse et donc que la vitesse de croissance de ce groupe est plus rapide que pour les hommes modernes (Tillier 1991; Rak *et al.* 1994b; Rak *et al.* 1996).

C'est à travers l'étude des mandibules d'Archi I et Fate II que nous proposons, dans cette partie, de tester cette hypothèse. Nous nous baserons sur une synthèse des résultats obtenus lors de l'analyse comparative de ces mandibules avec les spécimens immatures de notre collection de référence. Nous compléterons ces données avec des analyses discriminantes en intégrant des spécimens adultes. Dans cette partie, nous distinguerons la croissance du développement : la croissance étant un changement de taille avec l'âge ; le développement étant un changement de conformation avec l'âge.

### **Synthèse et discussion des résultats**

Dans les parties précédentes, nous avons réalisé une comparaison morphologique et morphométrique des mandibules infantiles de différentes classes d'âge (de 2 à 5). Cette étape nous a permis de replacer Archi I et Fate II parmi les individus néandertaliens. Nous discutons maintenant de la croissance et du développement des enfants néandertaliens par rapport aux enfants modernes.

En se penchant sur les différents graphiques bivariés accompagnés des droites de régression de nos deux groupes, il est évident que leur croissance est allométrique, chaque dimension augmentant en taille en fonction de l'âge. Néanmoins, si l'on compare les droites de régression, nous observons qu'elles ne sont pas parallèles, les enfants de stade 2 des deux groupes possèdent des dimensions proches (les néandertaliens étant toujours légèrement plus robustes) mais à partir du stade 3, les différences entre les enfants des deux groupes s'accroissent, et leurs trajectoires de croissance divergent. Les néandertaliens présentent une pente plus importante et donc une croissance plus rapide, c'est notamment le cas pour les dimensions au niveau du

segment latéral (foramen mentonnier et première molaire permanente) et de la canine. Ce phénomène peut-être expliqué par le fait que les formes adultes néandertaliennes présentent des épaisseurs plus élevées que les hommes modernes, et donc une robustesse plus importante.

Cette constatation n'est pas applicable au cas des dimensions à la symphyse, où les droites de régression se confondent, car comme évoqué précédemment, la présence d'un menton chez les hommes modernes implique une épaisseur importante au niveau de la symphyse, presque équivalente à celle des néandertaliens, qui ne présentent généralement pas de structure mentonnière mais seulement une robustesse plus importante.

Cette étude permet de mettre en évidence que, d'une manière générale, les néandertaliens présentent une robustesse toujours plus importante que les hommes modernes, ceci implique que cette différence se met en place dès les premiers stades de vie et probablement dès les stades fœtaux. Ces différences sont d'ailleurs bien visibles sur la mandibule d'Archi qui bien que très jeune (2 ans et demi), présente déjà une robustesse accrue et des reliefs prononcés. Cette observation est en accord avec l'hypothèse selon laquelle les différences entre les hommes modernes et les néandertaliens s'établissent tôt lors de l'ontogénèse post-natale et sont probablement la conséquence de différences au cours de l'ontogénèse prénatale (Ponce de Leon et Zollikofer 2001). Ces différences vont d'accentuer durant les stades postnataux impliquant différentes trajectoires évolutives (Krovitz 2003), il n'est pas exclu que cette accentuation soit également influencée par des facteurs environnementaux.

En examinant l'analyse morphologique et l'apparition des caractères dans le temps, autrement dit le développement, des enfants néandertaliens les observations sont similaires. Les résultats des analyses en composantes multiples sur les caractères morphologiques, montrent que les distributions des deux groupes sont presque toujours bien distinctes, ce qui appuie l'hypothèse selon laquelle les caractères morphologiques apparaissent tôt au cours de l'ontogénèse. Néanmoins, si nous observons les distributions dans le détail, les enfants modernes montrent un développement des caractères morphologiques en fonction de l'âge, notamment au niveau de la structure mentonnière qui se distingue dès les premiers stades de l'ontogénèse. Au contraire, la distribution des enfants néandertaliens ne permet pas de mettre en évidence une apparition graduelle des caractères. Ceci peut être la conséquence d'une grande variabilité au sein des enfants néandertaliens accentuée par un échantillon assez réduit.

Jusqu'ici nous avons pris en considération l'analyse dimensionnelle et l'analyse morphologique des mandibules infantiles qui confirment l'apparition précoce d'une morphologie et morphométrie néandertalienne lors de l'ontogénèse. L'analyse structurale de la mandibule a permis de compléter cette étude, en mettant en évidence les différences, même subtiles, des

contours symphysaires. L'analyse en composantes principales sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques, démontre que le développement de la symphyse chez les enfants modernes est graduelle avec une conformation « en poire » au stade 2 (légère projection de la symphyse), puis une augmentation de l'épaisseur antéropostérieure au stade 3, associée à la formation et l'éruption des dents définitives, et enfin la formation progressive de la structure mentonnière au début du stade 4. Sur le plan formé par les première et deuxième composantes principales, ce développement graduel est clair, les enfants de stade 2 sont localisés au milieu de la moitié supérieure du graphique, les enfants de stade 3 dans la moitié droite, les enfants de stade 4 dans la moitié inférieure et les enfants de stade 5 dans la moitié gauche.

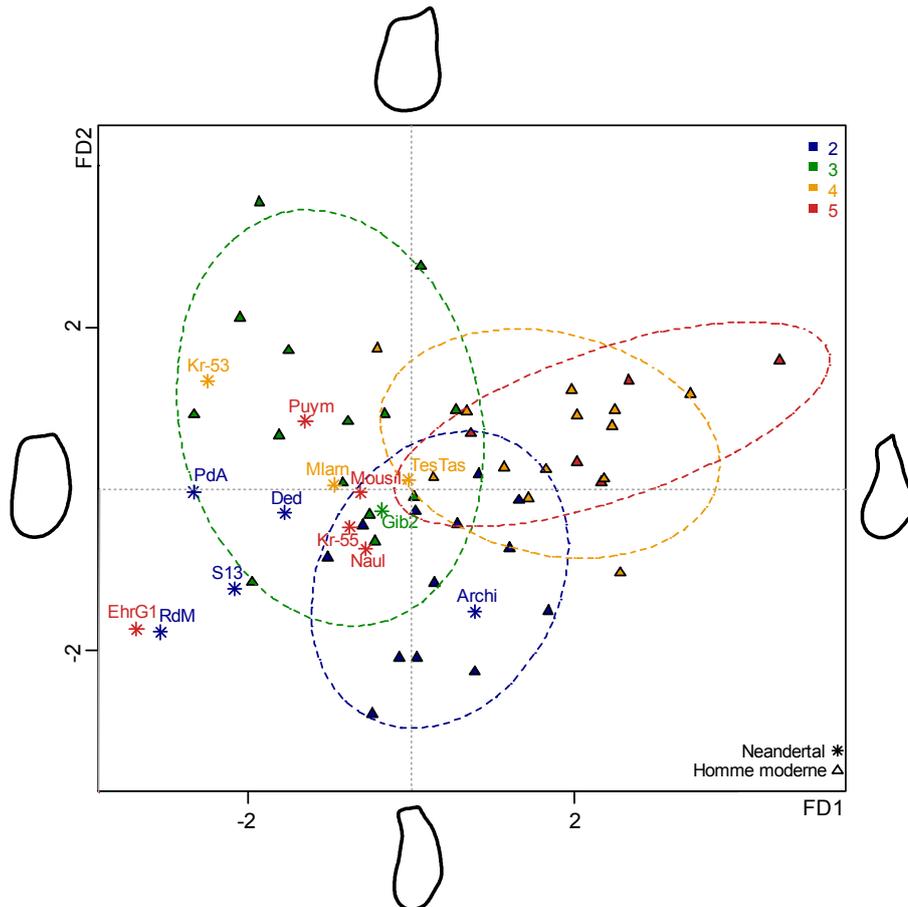
Nous remarquons que les néandertaliens s'insèrent dans la variabilité des enfants modernes, avec une variation très importante au niveau de la conformation antéropostérieure et une variation beaucoup plus réduite au niveau de la conformation de la partie alvéolaire. Dans cette distribution, nous observons que les enfants de stade 2 ont tendance à avoir une conformation antéropostérieure bombée, avec une face interne de la symphyse présentant un *planum alveolare* et une face antérieure verticale voire fuyante. Avec l'âge, le profil de la symphyse semble s'affiner et se verticaliser, excepté pour quelques spécimens comme Montgaudier et Ehringsdorf.

Nous pouvons également noter de subtiles différences entre la structure mentonnière des enfants modernes et le profil symphysaire présentant une incurvation des enfants néandertaliens. En effet, chez les enfants modernes, le profil de la symphyse présente un *incurvatio mandibulae* beaucoup plus marqué que celui des enfants néandertaliens et s'étend bien en dessous de la zone alvéolaire, ce qui accentue la projection de la structure mentonnière. Chez les enfants néandertaliens, l'*incurvatio mandibulae* est localisé sous la région alvéolaire, l'épaisseur de la symphyse va ensuite augmenter graduellement dans la partie inférieure. Nous pouvons donc conclure qu'il s'agit bien de deux structures différentes.

Afin de traiter les résultats de l'analyse de Fourier sous un autre aspect, nous avons réalisé plusieurs analyses discriminantes (Fig. 113), une sur les quatre classes d'âge des enfants modernes avec intégration *a posteriori* des enfants néandertaliens (Fig. 114). La deuxième a été réalisée sur les trois groupes d'individus adultes (fossiles du Pléistocène moyen, néandertaliens et hommes modernes) et les enfants modernes et néandertaliens ont été insérés *a posteriori* (Fig. XX), ainsi nous avons pu observer comment se comportaient les enfants de chaque classe d'âge par rapport à la morphologie adulte.

Sur le graphique représentant la variabilité des enfants modernes par classe d'âge (Fig. XX), nous remarquons que les néandertaliens de toutes classes, se retrouvent parmi les enfants modernes de classe 2 et 3. Ceci permet de montrer qu'à partir du stade 4, la morphologie au niveau de la symphyse des enfants modernes se différencie clairement de celle des enfants néandertaliens.

Ceci est vraisemblablement dû à la formation du menton et pourrait coïncider avec le début de la puberté. Les néandertaliens présentent une variabilité plus réduite, qui pourrait être corrélée à l'acquisition précoce d'une morphologie proche de celle des adultes. Cette hypothèse est appuyée par le graphique représentant la distribution des groupes adultes où tous les enfants néandertaliens s'insèrent dans la variation des néandertaliens (Fig. XX). Nous remarquons également, que les enfants modernes de stade 3 se rapprochent de la distribution des néandertaliens alors qu'à partir du stade 4, ils s'en éloignent.



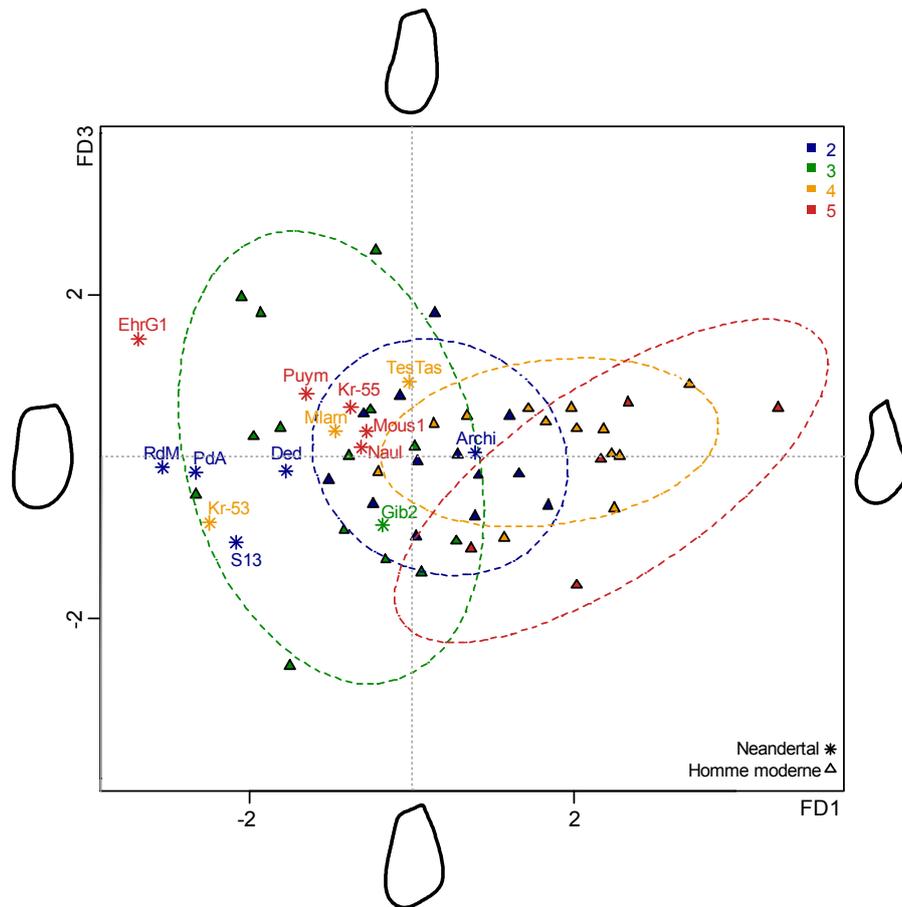


Figure 113 : Analyse discriminante sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques après réduction dimensionnelle (ACP) des groupes d'âge d'enfants modernes. Les enfants néandertaliens sont projetés a posteriori. Représentation des plans formés par LD1-LD2 et LD1-LD3.

Chaque axe discriminant est accompagné des formes extrêmes (consensus) négatives et positives.

Représentation des ellipses équi-probables à 95% de la distribution de chaque groupe d'enfants modernes.

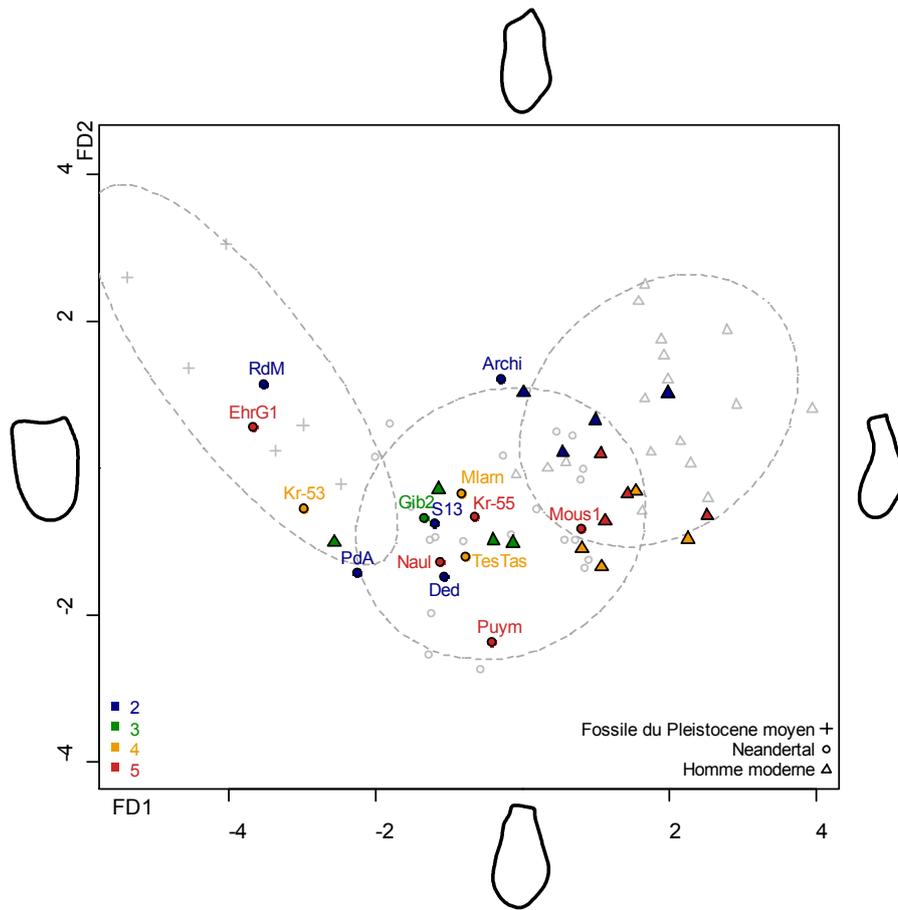


Figure 114 : Analyse discriminante sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques après réduction dimensionnelle (ACP) des groupes d'individus adultes : fossiles du Pléistocène moyen, néandertaliens et hommes modernes. Les enfants néandertaliens et modernes sont projetés a posteriori. Représentation du plan formé par LD1-LD2. Chaque axe discriminant est accompagné des formes extrêmes (consensus) négatives et positives des individus adultes. Représentation des ellipses équiprobables à 95% de la distribution des trois groupes d'individus adultes.

Nous pouvons donc conclure que la symphyse est un bon marqueur des processus ontogénétiques et l'étude de son contour permet de mettre en évidence des différences structurelles entre les enfants modernes et néandertaliens. Ces différences sont en accord avec l'hypothèse d'une précocité de maturation des enfants néandertaliens qui présentent dès les premiers stades de vie, une morphologie comportant des traits adultes (Legoux 1970; Wolpoff 1979; Heim 1982a; Dean *et al.* 1986; Trinkaus 1986; Thompson et Nelson 2000; Ramirez Rozzi et Bermudez de Castro 2004; Rosas et Bastir 2004; Bastir *et al.* 2007; Ramirez Rozzi et Sardi 2007; Smith *et al.* 2007; Ponce de Leon *et al.* 2008; Gunz *et al.* 2010; Gunz *et al.* 2012).

Nous résumons à l'aide du tableau ci-dessous (Tab. 14), les caractères observés chez les enfants néandertaliens en fonction de l'âge. Nous précisons que les enfants sont classés par stade d'éruption dentaire puis en fonction de leur âge théorique. Les caractères répertoriés n'ont pas été forcément observés chez tous les enfants d'une même classe d'âge mais correspondent aux observations faites sur la majorité des enfants. Ce tableau permet donc de récapituler la mise en

place des caractères lors de la croissance à partir de nos observations, il ne s'agit en aucun cas d'une affirmation ou d'une généralisation de la croissance des enfants néandertaliens.

Stades	Individus	Âges théoriques	Caractères
2	Pech de l'Azé	18 mois ½	<i>Planum alveolare</i>
	Archi	2 ans et 3 mois	Symphyse légèrement fuyante
	Dederiyeh	2 ans et 3 mois	<i>tuberculus marginalis anterior</i>
	Roc de Marsal	2 ans et 5 mois	ébauche de menton
	Suard 13	4-5 ans	ligne mylohyoïdienne oblique
	Suard 37	4-5 ans	fosses digastriques orientées vers le bas
3	Gibraltar 2	3-5 ans	Recul du foramen mentonnier
	Fate II	8-10 ans	
4	Teshik Tash	7 ans	Légère <i>incisura submentalis</i>
	Krapina 53	10-11 ans	Individualisation des reliefs internes au niveau de la symphyse ( <i>torus transverse</i> )
	Malarnaud	11 ans et 2 mois	Réduction du <i>planum alveolare</i>
	Montgaudier	12,5 - 14,5 ans	
5	Petit Puymoyen	14 ans et 4 mois	Formation de l'espace rétromolaire en relation avec l'éruption de la M3 et de la croissance antéropostérieure
	Le Moustier	13-15,5 ans	
	Ehringsdorf 7/8	13-16 ans	
	La Naulette	13-16 ans	
	Krapina 54	14-16 ans	
	Krapina 55	14-16 ans	

Croissance antéropostérieure

Croissance simultanée de l'épaisseur et de la hauteur du corps mandibulaire

Verticalisation et affinement du profil de la symphyse

Tableau 14 : Tableau récapitulatif des caractères observés chez les enfants néandertaliens classés en fonction de leur classe d'âge et leur âge théorique.

## **CHAPITRE VI : DISCUSSION**

---



L'anatomie et l'évolution de l'Homme de Néandertal est, depuis sa découverte, un des sujets les plus débattus dans l'histoire de l'évolution de la lignée humaine. Plusieurs modèles évolutifs ont été proposés pour expliquer la singularité de ce groupe, parmi lesquels, le modèle dit d'accrétion (Dean *et al.* 1998; Hublin 1998; Stringer et Hublin 1999). Ce modèle est basé sur l'apparition graduelle des caractères néandertaliens au cours du temps pouvant être expliquée en quatre étapes (Dean *et al.* 1998) : préneandertaliens anciens (avant l'OIS 12, avant 450 ka), préneandertaliens (OIS 11-9, entre 400 et 300 ka), néandertaliens anciens (OIS 7-5, entre 250 et 80 ka) et néandertaliens classiques (OIS 4-3, entre 80 et 30 ka). Si une telle hypothèse est vérifiée, et si les datations des spécimens de l'étude sont exactes, nous devrions retrouver chez les spécimens de Guattari, Caverna delle Fate et Archi, une morphologie proche des néandertaliens dits « classiques ».

Pour mener à bien cette étude, nous avons comparé les restes mandibulaires attribués à *Homo neanderthalensis* découverts en Italie, à différents groupes humains fossiles et modernes. Ce travail a permis de mettre en évidence des similitudes et différences au sein de la population néandertalienne de la péninsule italique mais aussi de replacer ces spécimens dans le contexte évolutif européen et proche-oriental. Pour cela, nous nous sommes basés sur une étude détaillée de ces fossiles combinant une réévaluation des caractères morphologiques avec une analyse structurelle et dimensionnelle. Nous proposons dans cette partie de discuter les résultats obtenus, nous aborderons dans un premier temps les mandibules séparément, puis les unes par rapport aux autres et enfin nous les confronterons à notre collection de référence.

## **I. Les spécimens adultes**

### **I.1. Synthèse des résultats**

Les mandibules de Guattari II et III découvertes au Mont Circé, proviennent de dépôts de surface et d'éboulements, et sont datées approximativement entre 57 et 51 ka (Schwarcz *et al.* 1990-91; Schwarcz *et al.* 1991a). A cette époque, en Europe, nous retrouvons des fossiles tels que La Ferrassie 1, la Chapelle-aux-Saints et Spy présentant presque tous les caractères dérivés néandertaliens (Thoma 1975; Heim 1976, 1982b; Tappen 1985; Goudot 1999; Uelsberg 2006; Semal *et al.* 2009), et au Proche-Orient, Kebara et Shanidar possédant une morphologie néandertalienne avec une persistance de caractères plus archaïques (Arensburg *et al.* 1985; Tillier *et al.* 1989; Rak 1991; Trinkaus 1996; Arensburg et Belfer-Cohen 1998).

Si l'on prend en considération l'étude morphologique des mandibules de Guattari II et III, nous remarquons que les caractères néandertaliens sont présents mais sont exprimés à des degrés différents chez l'une et l'autre. Par exemple, Guattari II possède un vaste espace rétromolaire

dont la surface est horizontale et le trou mentonnier en position reculée sous la M1, situation partagée avec la plupart des néandertaliens. Guattari III présente les mêmes caractéristiques, cependant, sa surface rétromolaire n'est pas horizontale mais inclinée, et donc moins vaste que celle de Guattari II.

*Quelques considérations sur la position du foramen mentonnier*

Bien que son trou mentonnier soit en position reculée, il est situé entre la P4 et la M1, situation retrouvée également chez les néandertaliens mais moins fréquemment. Dans la littérature, la position du foramen mentonnier et la question de sa validité pour la diagnose de l'espèce néandertalienne sont posées (Trinkaus 1993; Franciscus et Trinkaus 1995; Coqueugniot 2000; Rosas 2001; Williams et Krovitz 2004; Robinson et Williams 2010). En effet, sa position est influencée par plusieurs modifications ontogénétiques associées à une croissance antéropostérieure du corps mandibulaire et des branches montantes, et un déplacement antérieur de l'arcade dentaire impliquant un prognathisme alvéolaire important (Trinkaus 1993; Stefan et Trinkaus 1998a; Coqueugniot 2000; Rosas 2001; Coqueugniot et Minugh-Purvis 2003; Williams et Krovitz 2004). De plus, en comparaison avec les hommes modernes, les néandertaliens ont des dents jugales relativement petites par rapport à la taille de la mandibule (Smith 1976b; Tilliers 1979; Tillier *et al.* 1989; Franciscus et Trinkaus 1995; Bailey 2000; Bailey 2002). Des études sur les restes humains découverts à Atapuerca ont montré que dans ce site, l'expression des caractères est graduelle et fonction de la taille, généralement, les mandibules les plus grandes présentent les positions du foramen les plus reculées (Rosas 1997, 2001; Rosas et Bastir 2004). L'évaluation de la position de ce foramen doit, de ce fait, tenir compte de la taille de la mandibule mais aussi de la taille des dents. Malheureusement, seule la M3 droite de Guattari II est préservée, nous ne pouvons donc pas comparer directement la taille des M1. Néanmoins, nous remarquons que la M3 de Guattari II est plus grande que celle de Guattari III :

	Guattari II	Guattari III
Mesio-distal	11,53 mm	9,49 mm
Bucco-lingual	10,73 mm	9,65 mm

Nous pouvons supposer que les M1 de Guattari II étaient également plus grandes que celles de Guattari III. On observe donc un contraste entre ces deux mandibules, Guattari II est d'une manière générale plus petite que Guattari III mais avec des dents de dimensions plus importantes. La position du foramen mentonnier plus avancée chez Guattari III n'est donc pas en relation avec la taille relative des dents par rapport à la taille de la mandibule. Nous pouvons cependant

corrélér la position légèrement avancée du foramen mentonnier avec un espace rétromolaire plus réduit chez Guattari III.

#### *Variation de l'espace rétromolaire*

Concernant la zone rétromolaire, comme évoqué précédemment, chez Guattari II cet espace est vaste et accentué par la branche montante très inclinée vers l'arrière (la partie postérieure de la branche étant absente, nous prenons en considération l'angle entre le plan alvéolaire et la tangente au bord antérieur de la branche montante qui est important). Cette conformation est assez rare chez les néandertaliens dont l'espace rétromolaire est généralement vaste mais avec une branche montante moins inclinée. Nous retrouvons ces caractéristiques chez Fate III, la troisième mandibule d'individu adulte de notre étude, théoriquement plus ancienne que Guattari II (environ 70 ka) mais également sur le spécimen de l'Hortus IV. Arago XIII présente également une branche montante inclinée mais ne présente pas d'espace rétromolaire (de Lumley *et al.* 1982b) tout comme les hommes modernes. Chez ces derniers, cette absence d'espace rétromolaire est accompagnée de dimensions réduites au niveau de l'arcade dentaire (ici la largeur bi-canine), également observées chez Guattari II. En effet, nous notons que la largeur bi-canine de Guattari II est très réduite, inférieure à la variabilité néandertalienne et proche de celle des hommes modernes. Néanmoins, cette largeur va s'accroître postérieurement par une divergence importante des segments latéraux. Cette divergence se traduit par une largeur importante au niveau des foramens mentonniers rentrant dans la variabilité néandertalienne et proche de celle de Guattari III. Guattari II et III ont donc une forme de l'arcade dentaire bien différente. Malheureusement, la branche montante de Guattari II n'est pas préservée, nous ne pouvons donc pas connaître les dimensions antéropostérieures de ses branches. Néanmoins chez Guattari III, nous remarquons que l'indice de branche montante est élevé et s'intègre dans la variabilité des fossiles du Pléistocène moyen ; ses dimensions sont proches de celles des autres néandertaliens et notamment de Kebara.

#### *Variation de la position de la proéminence latérale*

Un autre caractère commun à ces deux spécimens, mais exprimé différemment, est la *proeminentia lateralis* qui, chez les néandertaliens est généralement située au niveau de la M3 et considérée comme une autapomorphie (Rosas 2001). Chez Guattari III, cette proéminence plus marquée que chez Guattari II, est située sous la M3. En revanche chez Guattari II, nous observons qu'elle est en position plus avancée entre la M2 et la M3, situation retrouvée chez la majorité des hommes modernes et chez certains néandertaliens tels que Banolas, la Quina 9 (Verna 2006) et très probablement Fate III.

## I.2. Résumé des caractéristiques des spécimens de Guattari

Des études sur l'occurrence des caractères chez les spécimens fossiles de la Sima de los Huesos et de la lignée néandertalienne d'Europe (Bermúdez de Castro *et al.* 2001; Rosas 2001; Rosas et Bastir 2004; Rosas *et al.* 2006; Rosas et Martinez-Maza 2010), ont démontré que la position avancée de la *proeminentia lateralis* sous la M2-M3 se retrouve chez les spécimens dont les dimensions sont réduites et qu'elle est associée à une position antérieure des *tuberculus marginalis anterior* (sous la P4) mais aussi des foramens mentonniers (Rosas 2001). Chez Guattari II et III, nous retrouvons ce même pattern avec une position reculée de la *proeminentia lateralis* et du *tuberculus marginalis anterior* chez le spécimen le plus grand (Guattari III), néanmoins nous observons le contraire pour la position des foramens mentonniers. La théorie selon laquelle il existe une relation statistiquement significative entre la position du foramen mentonnier, de la proéminence latérale et du tubercule latéral antérieur n'est pas vérifiée sur à notre échantillon. Dans cette étude, Rosas (Rosas 2001) a également mis en relation la taille de la mandibule, la taille de l'espace rétromolaire et la position du foramen mentonnier, il conclut que plus la mandibule est grande, plus l'espace rétromolaire est vaste et le foramen en position reculée. Encore une fois, cette combinaison de caractères n'est pas retrouvée chez Guattari II et III. En effet, Guattari III présente les dimensions les plus importantes mais son foramen est en position avancée et son espace rétromolaire est plus petit que celui de Guattari II. Nous pouvons donc remarquer que sur ces spécimens, la taille de l'espace rétromolaire est corrélable à la position du foramen mentonnier : grand espace rétromolaire et position reculée du foramen chez Guattari II et inversement chez Guattari III. Enfin, la position de la *proeminentia lateralis* peut-être associée à la position de tubercule marginal antérieur et à la taille de la mandibule : dimensions importantes associées à une proéminence latérale et à un tubercule latéral en position reculée chez Guattari III par rapport à Guattari II.

En appliquant une analyse en composantes multiples sur une partie des caractères utilisés dans l'étude faite par Rosas (2001), la combinaison de caractères et d'états de caractères de la mandibule de Guattari III se retrouve à la limite de la variabilité des hommes modernes et des hommes fossiles, alors que Guattari II s'insère parfaitement dans la variabilité des néandertaliens (Fig. 115).

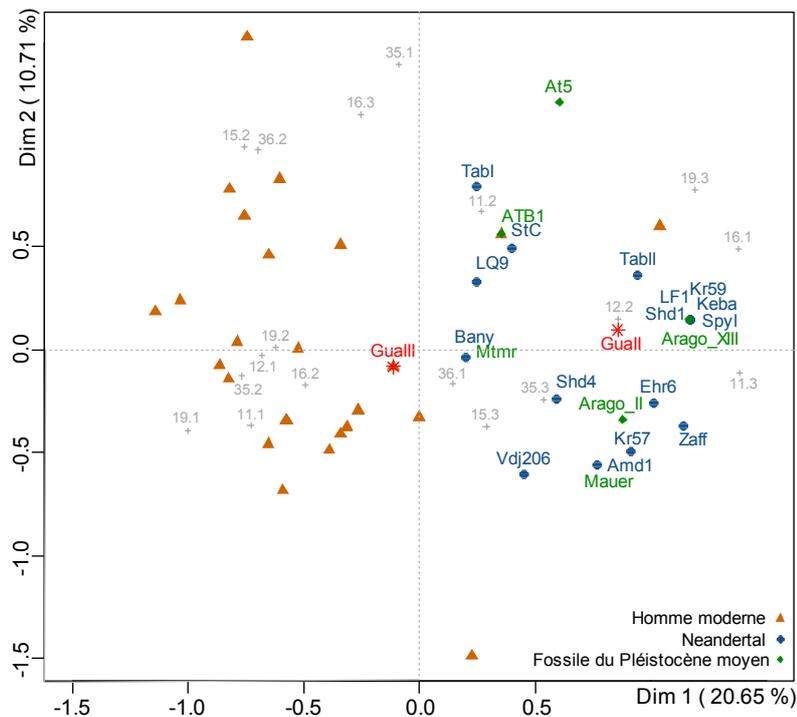


Figure 115 : Analyse en composantes multiples sur une sélection de caractères (tableau ci-dessous). Les variables correspondant au numéro du caractère suivi du code de son état sont représentées en gris clair.

	Caractères	1	2	3
1	Position du FM	P3-P4	P4-M1	M1
1	<i>Tuberculus marginalis anterior</i>	Absence	présence	
1	Espace rétromolaire	M3 couverte	M3 partiellement	M3 non
1	Orientation de la surface rétromolaire	Horizontale	inclinée	verticale
1	position de la <i>prominentia lateralis</i>	M1 ou M2	septum M2-M3	M3
3 5	Orientation de la ligne mylohyoïdienne	parallèle aux bords du corps	inclinée vers le bas	diagonale
3 6	Position de la ligne mylohyoïdienne à l'aplomb de la M3	Basse (>7mm)	haute (<7mm)	

Au niveau de la symphyse, des différences sont observées entre les deux mandibules, bien qu'elles ne possèdent pas de structure mentonnière comme tous les hominidés non modernes, le profil de Guattari III est néanmoins légèrement incurvé par la présence d'un *incurvatio mandibulae* au niveau de la région alvéolaire. Cependant, nous ne pouvons pas assimiler cette conformation de symphyse à un vrai menton, car comme l'indique l'analyse Elliptique de Fourier, les contours symphysaires sont différents. En effet, chez les hommes modernes, nous observons un profil de symphyse très incurvé vers l'avant, avec le pogonion généralement placé en position antérieure par rapport à l'*infradentale*, et un *incurvatio mandibulae* plus étendu et plus marqué conférant à la symphyse une épaisseur particulièrement réduite à ce niveau. Au contraire, chez les spécimens fossiles présentant une incurvation du profil de la symphyse, nous remarquons que l'*infradentale* et le pogonion sont soit à la même hauteur, soit le pogonion est légèrement en retrait. De plus, l'*incurvatio mandibulae* est moins marquée, moins étendue et située juste sous la région alvéolaire. L'épaisseur de la symphyse reste très importante et est parfois accentuée par la

présence d'un *torus transverse* très marqué sur la face interne. Il est également important de noter que l'incurvation du profil retrouvé chez les spécimens fossiles est associée à l'*incurvatio mandibulae* des hommes modernes par homologie (Schwartz et Tattersall 2006), mais ne permet pas de l'attribuer à une vraie structure mentonnière. De plus, nous remarquons au niveau de la région symphysaire de Guattari III une résorption osseuse au niveau des racines des incisives qui accentue l'incurvation. Guattari III présente donc cette caractéristique retrouvée également chez certains spécimens néandertaliens proche-orientaux comme Shanidar I et d'autres néandertaliens classiques comme La Ferrassie I ou Spy I. Guattari III montre donc un profil de symphyse légèrement incurvé avec une conformation la rapprochant des fossiles du Pléistocène moyen, comme semble l'indiquer l'analyse de Fourier. Quant à Guattari II, son profil symphysaire est vertical et sans de relief, et la conformation de sa symphyse s'insère, d'une manière générale, dans la variabilité néandertalienne, comme le confirme également l'analyse en composantes multiples sur une partie des caractères morphologiques. Guattari III semble originale car, sa combinaison de caractères la rapproche des hommes modernes, alors que la conformation de sa symphyse mais aussi les dimensions importantes de ses branches montantes la rapprochent des spécimens plus anciens. Il semblerait donc que dans le même site, les caractéristiques morphologiques des deux spécimens soient bien différentes.

### 1.3. Discussion sur les interprétations de la variabilité des spécimens de Guattari

Plusieurs hypothèses pourraient expliquer les différences morphologiques et morphométrique des spécimens Guattari II et III, comme une variabilité individuelle intrasite, un dimorphisme sexuel ou l'appartenance à deux groupes humains chronologiquement différents.

#### *Variabilité interindividuelle*

La quantité importante de restes attribués à la lignée néandertalienne découverts dans certains sites européens a permis d'étudier la variabilité de ce groupe dans le même site. A Krapina par exemple, les 20 fragments mandibulaires découverts présentent des différences morphologiques significatives apportant des informations fondamentales concernant la variabilité morphologique néandertalienne (Radovic *et al.* 1988; Schwartz et Tattersall 2006). Parmi les traits variables cités par Schwartz et Tattersall nous notons : la hauteur du corps mandibulaire, la région symphysaire qui peut être incurvée ou rectiligne, la position du foramen mentonnier, la position du tubercule latéral antérieur et la largeur de l'espace rétromolaire (Schwartz et Tattersall 2006; Verna 2006). L'analyse de Fourier que nous avons appliquée sur le contour de la symphyse permet également d'observer des différences de conformations des mandibules de 57

et 59 de Krapina. Les variations observées chez Guattari sont similaires à celles de Krapina, de ce fait il n'est pas impossible d'attribuer ces différences à une variabilité interindividuelle.

### *Dimorphisme sexuel*

Une des questions importantes en paléoanthropologie est de savoir si les espèces du genre *Homo* non modernes présentent un degré de dimorphisme sexuel plus important que les hommes actuels. Des études ont montré que les fossiles du Pléistocène moyen en Europe présentent un fort degré de variation intraspécifique assimilable à un dimorphisme sexuel plus important que chez les hommes modernes (de Lumley et de Lumley 1973; Wolpoff 1980; Wolpoff 1999; Rosas *et al.* 2002). A partir de la comparaison de populations modernes de sexe connu avec les restes mandibulaires découverts à la Sima de los Huesos appartenant à une seule population biologique (Bermúdez de Castro 1988; Arsuaga *et al.* 1997a; Carretero *et al.* 1997; Rosas 1997), il a été possible de mettre en évidence que certaines régions mandibulaires, comme les branches montantes, la région goniale ou encore la région symphysaire, constituent un bon indice de dimorphisme sexuel chez ces fossiles du Pléistocène moyen (Rosas *et al.* 2002). De plus, bien que chez les hommes modernes, les dimensions masculines soient généralement plus élevées que celles féminines, il est possible de montrer que certaines dimensions tendent à présenter un degré de dimorphisme plus élevé : la longueur de la mandibule, la distance gnathion-gonion, la largeur de la mandibule au niveau des gonions et des condyles et la hauteur de la mandibule. D'un point de vue morphologique, certains caractères discrets sont également sensiblement différents selon le sexe, et sont concentrés au niveau de la symphyse (tubercules latéraux plus développés chez les hommes), du bord inférieur (plus arrondi chez les femmes) et des branches montantes (insertions musculaires plus marquées chez les hommes). A partir des dimensions et de l'évaluation des caractères discrets sur un échantillon d'hommes modernes et sur les mandibules d'Atapuerca, Rosas a pu montrer que les spécimens d'Atapuerca présentaient un dimorphisme sexuel plus important que les hommes modernes notamment au niveau de la taille générale et des branches montantes (hauteur de la branche et dimensions des gonion et des processus coronoïdes)(Rosas *et al.* 2002). Ce dimorphisme se traduit également par des variations du développement des insertions musculaires (Rosas 1997). Ainsi, les individus féminins se caractérisent par une combinaison de dimensions plutôt réduites avec un faible développement des reliefs musculaires. Concernant les spécimens de Guattari, il nous est impossible de prendre en considération la taille de la mandibule car elles sont incomplètes. De plus, les dimensions disponibles concernent les hauteurs et les épaisseurs à différents points, qui semblent plus réduites chez Guattari II. Néanmoins, il est difficile d'affirmer avec certitude qu'au niveau de la longueur de la mandibule, Guattari II soit plus petite, car ses branches montantes sont absentes. De plus, la partie préservée de la branche montante montre qu'elle est très inclinée, il est donc possible que la longueur mandibulaire de Guattari II ait été importante. Les caractères

morphologiques, ne montrent pas de grandes différences entre ces deux mandibules qui permettraient de mettre en évidence un dimorphisme sexuel. Dans l'état actuel de nos recherches, nous ne pouvons donc ni infirmer ni confirmer cette hypothèse.

#### *Guattari II et III dans le contexte évolutif européen*

Les premiers travaux concernant la découverte de ces mandibules, indiquent qu'elles n'ont pas été recueillies au même endroit. Guattari II provient des dépôts internes de la grotte et gisait parmi les restes fauniques datés à 57-51 ka et contemporains du crâne Guattari I. Quant à Guattari III, sa datation est plus contestable, car elle provient de dépôts d'éboulement à l'extérieur de la grotte. Les études faites sur le crâne de Guattari I ont permis de l'attribuer aux néandertaliens « classiques » par la présence de plusieurs caractères dérivés comme un allongement antéropostérieur du crâne se terminant par un chignon occipital bien marqué et une forme « en bombe » du crâne. Sa morphologie a d'ailleurs été comparée à celle de l'homme de la Chapelle-aux-Saints, et Guattari I est devenu le représentant des néandertaliens classiques en Italie (Sergi 1974; Condemi 1990-91). Néanmoins, certains auteurs identifient chez Guattari I quelques différences notamment dans l'expression de plusieurs caractères (expansion importante du *torus occipitalis*, robustesse de l'os temporal) évoquant la persistance de plésiomorphies, qu'ils expliquent comme le résultat d'un isolement géographique (Condemi 1988a, 1990-91), l'Italie étant une sorte de *cul de sac* de l'Europe de l'ouest. Ce décalage dans l'expression des caractères par rapport aux néandertaliens classiques européens est clairement observable sur la mandibule de Guattari II. Il est intéressant de noter que nous retrouvons chez Guattari II, une configuration de la branche montante et de l'espace rétromolaire similaires à deux spécimens provenant d'une même région géographique, Fate III et l'Hortus IV, parfois associés à une population néandertalienne spécifique du bassin méditerranéen (De Lumley 1978; Giacobini et de Lumley 1984). Néanmoins, Guattari II ne partage pas la gracilité de ces deux spécimens. Il pourrait donc s'agir d'une persistance de caractères hérités de néandertaliens plus anciens dans le cas de Guattari II, observée également sur le crâne de Guattari I.

La situation de Guattari III est plus complexe, car non seulement un décalage dans l'expression des caractères est observé, mais elle se rapproche à la fois des hommes modernes par sa combinaison de caractères morphologiques, mais aussi des fossiles du Pléistocène moyen par sa conformation symphysaire. Le fait que Guattari III se retrouve souvent à la limite ou légèrement en dehors de la variabilité néandertalienne, met en évidence la singularité de cette mandibule, et pourrait être le témoin d'une persistance de caractères plésiomorphes. Il est difficile d'affirmer que Guattari III est plus ancienne de Guattari II, car la variabilité interindividuelle néandertalienne reste un facteur important de la variation de ce groupe. Nous ne pouvons cependant pas refuser cette hypothèse.

Ce décalage dans l'expression des caractères morphologiques semble être une tendance retrouvée chez presque tous les spécimens italiens non modernes (Mallegni 1986; Condemi 1989b, a, 1990-91, 1992; Manzi *et al.* 2010b). En effet, dans le reste de l'Europe les premières autapomorphies néandertaliennes sont observables dès l'OIS 13, alors qu'en Italie elles commencent à se différencier qu'à partir de l'OIS 9, nous citons les spécimens de Castel di Guido, Ponte Mammolo et Sedia del Diavolo (Rossi 1961; Mallegni *et al.* 1981; Mallegni *et al.* 1983; Mallegni 1986; Biddittu *et al.* 1987; Mallegni et Radmilli 1988; Condemi 1989b). Quant aux premières formes néandertaliennes, elles apparaissent à l'OIS 5 avec les crânes de Saccopastore (Condemi 1992; Bruner *et al.* 2006), alors que dans le reste de l'Europe, la morphologie néandertalienne est acquise à partir de l'OIS 7, notamment à Biache-Saint-Vaast 1 (Rougier 2003). Guattari II et III sont donc de bons représentants de la variabilité morphologique des spécimens fossiles de la péninsule italienne.

## II. Spécimens immatures

Les résultats obtenus pour les deux mandibules infantiles d'Archi I et Fate II datées respectivement à 40ka et 70ka (Ascenzi et Segre 1971b; Yokoyama et Nguyen 1981b; Giacobini et de Lumley 1984; Mallegni et Trinkaus 1997) vont être discutés sur la base de plusieurs principes (cf. chapitre croissance) qui indiquent que les néandertaliens et les hommes modernes présentent des modèles de croissance distincts, avec un développement dentaire et crânien plus rapide chez les néandertaliens (Heim 1982a; Dean *et al.* 1986; Tillier 1986; Thompson et Nelson 2000; Krovitz 2003; Ramirez Rozzi et Bermudez de Castro 2004; Macchiarelli *et al.* 2006; Ponce de Leon *et al.* 2008; Guatelli-Steinberg 2009; Smith *et al.* 2010; Martín-González *et al.* 2012). Nous avons d'ailleurs pu confirmer cette hypothèse à partir de l'étude du profil symphysaire où les néandertaliens immatures présentent déjà une morphologie adulte alors que les hommes modernes commencent à se distinguer des enfants néandertaliens et acquièrent leur morphologie spécifique à partir du stade 4 (éruption de la M2 permanente).

### II.1. Synthèses des résultats

Les résultats concernant l'analyse dimensionnelle et structurale des mandibules Archi I et Fate II montrent quelques caractéristiques retrouvées chez les néandertaliens immatures de la collection de comparaison : hauteur du corps bas et légèrement décroissante le long des segments latéraux et épaisseur importante du corps. Néanmoins, quelques remarques peuvent être faites quant à la position de ces mandibules au sein du groupe des néandertaliens.

*La mandibule d'Archi*

Les dimensions de la mandibule d'Archi sont supérieures à celles des enfants néandertaliens du même âge tels que Suard 13, Pech de l'Azé et Roc de Marsal, alors que ces enfants présentent la même denture avec toutes les dents déciduales encore en place et les M1 permanentes dans leurs alvéoles. Les segments latéraux sont plus divergents chez Pech de l'Azé et Roc de Marsal que chez Archi. Enfin, le profil symphysaire d'Archi est bien différent de celui des enfants néandertaliens de stade 2, car sa conformation antérieure est moins rectiligne par la présence d'une ébauche de menton dans la partie basale et d'un *planum* alvéolaire sur la face interne. Cette structure de la partie basale de la symphyse a été attribuée à un petit triangle mentonnier par Ascenzi et Segre (Ascenzi et Segre 1971a; Mallegni et Trinkaus 1997) et se rencontre sur d'autres spécimens comme Krapina 55 (Schwartz et Tattersall 2006). Toutefois, certains auteurs qualifient cette petite proéminence comme un vestige de la fusion incomplète des deux hémimandibules durant les stades fœtaux (Schwartz et Tattersall 2000; Schwartz et Tattersall 2006). Nous retrouvons également un indice de cette fusion incomplète entre les deux premières incisives où une trace de séparation d'environ 5mm est encore visible.

Le fait qu'Archi présente des différences importantes avec les enfants néandertaliens du même âge individuel pourrait nous amener à réévaluer l'âge à la mort de cet individu. Cependant, plusieurs aspects de cette mandibule indiquent qu'il s'agit bien d'un enfant très jeune : sa dentition déciduale est en place sans aucune dent permanente ne semblant être en cours d'éruption, ainsi qu'une trace de séparation des deux hémimandibules sur la face interne de la symphyse et nous avons vu que chez les enfants modernes, cette trace s'estompe à la fin de la première année de vie et est parfois visible au cours de la deuxième. L'âge de 2 ans et 3 mois attribué par Granat et Heim reste valide (Granat et Heim 2003). Il s'agit d'un enfant très jeune ayant déjà une morphologie présente chez des enfants néandertaliens plus âgés, et donc un exemple de mise en place des caractères néandertaliens très tôt lors de l'ontogénèse post-natale. D'autres particularités peuvent être mises en évidence, comme la présence marquée de relief sur les faces interne et externe du corps mandibulaire : *tuberculus marginalis anterior*, *proeminentia lateralis* et un *torus marginalis superior* ; la ligne mylohyoïdienne est également bien marquée et traverse le corps diagonalement comme chez la plupart des néandertaliens adultes.

*La mandibule de Fate II*

Le cas de la mandibule de Fate II, de stade 3, est différent. En effet, nous avons constaté qu'elle s'intègre dans la variabilité néandertalienne des stades 2 et 3 bien que la conformation du corps mandibulaire au niveau de la canine soit intermédiaire entre celles des enfants de stade 2-3 et de stade 4-5. Cette constatation implique de remettre en question l'utilisation d'uniquement 5 stades dentaires dans la classification des enfants. En effet, nous avons classé Fate II parmi les

enfants de stade 3 car seule la première molaire permanente est sortie, néanmoins son âge théorique a été estimé à 8-10 ans alors que Gibraltar 2, du même stade dentaire, serait âgé entre 3 et 5 ans (d'après sa denture, les dimensions crâniennes donnent un âge différent, (Garrod *et al.* 1928; Dean *et al.* 1986; Tillier 1988). De plus, sa deuxième molaire permanente est bien formée et en cours d'éruption, elle fait partie des enfants de stade 3 mais à la limite du stade 4. Malheureusement, notre échantillon de comparaison ne permettait pas la subdivision des classes d'âge en plus de 5 groupes, car les effectifs auraient été trop réduits pour une étude comparative significative. Nous devons donc tenir compte de ces différences.

## II.2. Interprétation des différences morphologiques entre les spécimens Archi et Fate II

Comparée à la mandibule d'Archi, Fate II ne présente pas autant de reliefs sur les faces interne et externe du corps mandibulaire bien qu'elle soit plus âgée. Nous observons ainsi un décalage dans l'expression des caractères sur ces deux mandibules, Archi présentant plus de caractères dérivés néandertaliens bien qu'étant beaucoup plus jeune. Ceci pourrait être en relation avec un décalage chronologique pour ces deux sites. En effet, Archi I pourrait être un représentant des néandertaliens classiques, si l'on imagine qu'à l'âge adulte, les autapomorphies néandertaliennes, déjà observées, avaient persistées. Au contraire, la morphologie de Fate II, plus ancienne, est néandertalienne sans en avoir encore acquis toutes les autapomorphies du groupe, ou du moins leur expression. Ceci peut-être expliqué par son jeune âge mais aussi par une variabilité géographique. En effet, les néandertaliens de Fate semblent montrer des similitudes avec ceux de l'Hortus, notamment au niveau de la gracilité, permettant ainsi d'identifier l'existence d'un groupe néandertalien méditerranéen avec une morphologie particulière (De Lumley 1978; Giacobini et de Lumley 1984).

Contrairement aux mandibules de Guattari II et III, ces deux spécimens immatures ne nous permettent pas de mettre en évidence un décalage dans l'expression des caractères par rapport aux autres néandertaliens européens. En effet, ces individus sont en cours de croissance et n'ont donc pas encore acquis tous les caractères et/ou leurs expressions. Nous remarquons cependant que les dimensions réduites et la faible expression des caractères morphologiques chez Fate II sont retrouvées sur la mandibule adulte de Fate III et rejoint l'hypothèse d'une morphologie plus gracile de certains néandertaliens du bassin méditerranéen (De Lumley 1978; Giacobini et de Lumley 1984).



## **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

---



Cette étude des restes mandibulaires attribués à *Homo neanderthalensis* découverts en Italie a pour but de replacer ces hommes fossiles dans leur contexte évolutif, mais aussi de comprendre la mise en place des autapomorphies néandertaliennes dans cette région de l'Europe.

Les données actuelles sur le peuplement de la péninsule italienne suggèrent une mise en place tardive de ces caractères, assimilée à un isolement géographique (Condemi 1988b, 1989b, 1990-91; Stringer 1990-91; Condemi 1992; Manzi *et al.* 2010b). En Europe, les premiers caractères dérivés néandertaliens se distinguent aux alentours de 450 ka (de Lumley et de Lumley 1973; Rosas et Bermúdez De Castro 1998; Rosas 2001; Mounier *et al.* 2009), alors qu'en Italie, les spécimens montrent une morphologie archaïque par la présence de caractères plésiomorphes associés aux premières autapomorphies néandertaliennes qui ne s'individualiseront qu'à partir de l'OIS 9 soit vers 350 ka (Rossi 1961; de Lumley 1972b; Mallegni 1981a; Mallegni *et al.* 1981; Mallegni *et al.* 1983; Mallegni 1986; Biddittu *et al.* 1987; Mallegni et Radmilli 1988; Condemi 1989b; Manzi *et al.* 2010b).

Les restes humains de cette étude correspondent à cinq mandibules provenant de trois sites : Caverna delle Fate daté de 70 ka, Guattari daté entre 57-51 ka et San Francesco d'Archi daté à environ 40 ka (Falguères *et al.* 1990; Schwarcz *et al.* 1991a; Schwarcz *et al.* 1991b; Mallegni et Trinkaus 1997). Ils appartiennent aux OIS 4-3 correspondants, à l'échelle européenne, à l'apogée de l'espèce néandertalienne. En effet, les restes humains provenant de cette période présentent un pattern morphologique uniforme par la présence presque systématique des autapomorphies néandertaliennes (Condemi 1988a; Hublin 2009) ; sur la mandibule, citons un vaste espace rétromolaire, une position reculée du foramen mentonnier et de la *proeminentia lateralis* et un profil vertical de la symphyse (Condemi 1991; Trinkaus 1993; Franciscus et Trinkaus 1995; Rosas 2001).

Un protocole basé sur une série de méthodes combinant une analyse morphologique et morphométrique linéaire et géométrique a été mis en place pour cette étude. L'analyse morphologique a permis de mettre en évidence l'occurrence des caractères chez les différents groupes pris en considération : fossiles du Pléistocène moyen, néandertaliens et hommes modernes, mettant en évidence les combinaisons de caractères qui leurs sont propres ; chez les néandertaliens, avec une position reculée du foramen mentonnier et de la *proeminentia lateralis*, la présence de *tuberculus marginalis anterior*, une ligne mylohyoïdienne oblique et un vaste espace rétromolaire. Nous avons également pu observer la mise en place de ces caractères au cours de la croissance à travers la comparaison d'individus immatures néandertaliens et modernes regroupés en 4 classes d'âge en fonction de leur stade d'éruption dentaire (d'une dentition déciduale complète au stade 2 ; au début de l'éruption de la troisième molaire au stade

5 (Shea 1981). Ces données sont complétées par une analyse morphométrique linéaire dans le but d'apporter des informations sur les différences dimensionnelles entre les groupes mais aussi sur leur vitesse de croissance. Enfin, la morphométrie géométrique par le biais de l'analyse elliptique de Fourier, nous a aidé à identifier et interpréter les différences de conformation des contours symphysaires.

La combinaison de ces méthodes nous a permis de remarquer que les spécimens de la Caverna delle Fate semblent présenter une certaine gracilité du corps mandibulaire observée également chez les néandertaliens de l'Hortus (de Lumley 1972c). En effet, les dimensions de Fate III sont plus réduites par rapport aux autres néandertaliens de la collection de comparaison, et l'individu immature Fate II montre des dimensions proches des individus plus jeunes et des reliefs moins marqués. Des traits néandertaliens sont identifiables comme un vaste espace rétromolaire chez Fate III et un *tuberculus marginalis anterior*, un corps mandibulaire bas et épais chez Fate II. Ces observations rejoignent la théorie selon laquelle il existe un pattern morphologique des néandertaliens du bassin méditerranéen (De Lumley 1978; Giacobini *et al.* 1982; Giacobini et de Lumley 1988).

Sur les mandibules de Guattari, les traits néandertaliens sont prononcés et bien identifiables : espace rétromolaire, position reculée du foramen mentonnier, présence de *tuberculus marginalis anterior* et une ligne mylohoidienne oblique. Néanmoins un certain nombre de plésiomorphies sont observables : Guattari II possède une largeur bi-canine réduite et une *proeminentia lateralis* en position avancée ; chez Guattari III le foramen mentonnier est en position avancée et son profil symphysaire est légèrement incurvé.

Enfin, Archi est le plus jeune spécimen des cinq mandibules de l'étude, mais possède déjà une morphologie néandertalienne avec un corps bas et épais, des reliefs marqués sur le corps mandibulaire et des dimensions plus importantes que celles de Fate II, plus âgée.

Grâce à ces observations nous pouvons affirmer que d'une part le modèle évolutif dit à accréation de l'espèce néandertalienne est identifiable à l'échelle italienne (Dean *et al.* 1998; Hublin 1998; Stringer et Hublin 1999; Hublin 2009). Si nous prenons en considération les mandibules d'Archi et Fate II, ce décalage est évident. Fate II est chronologiquement plus ancienne mais est plus âgée, elle ne présente toutefois pas autant de caractères dérivés qu'Archi. D'autre part, à l'échelle européenne, nous retrouvons chez les spécimens italiens, un décalage dans l'expression des caractères, bien évident sur les spécimens de Guattari, s'exprimant par une persistance de traits plésiomorphes comme relevée sur le crâne de Guattari I (Condemi 1990-91).

Un intérêt particulier a été porté aux spécimens de Guattari car leurs différences morphologiques sont notables et témoignent de la grande variabilité intraspécifique de l'espèce néandertalienne. Elles nous ont amenées à nous pencher sur les hypothèses pouvant expliquer

cette variabilité dans un même site : dimorphisme sexuel et/ou une remise en question de la contemporanéité des deux spécimens. Nous avons testé ces hypothèses en nous basant sur d'autres sites contenant suffisamment de restes humains contemporains pour quantifier cette variabilité (Krapina et Sima de los Huesos (Radovicic *et al.* 1988; Arsuaga *et al.* 1997b; Rosas *et al.* 2002; Schwartz et Tattersall 2006). Sur la base des données disponibles, nous n'avons ni refusé ni accepté avec certitude aucune de ces hypothèses. En effet, bien que les différences entre ces deux mandibules ne soient pas du même ordre que celles retrouvées chez les spécimens d'Atapuerca (e.g. combinaison de dimensions réduites et d'insertions musculaires peu marquées (Rosas *et al.* 2002), nous avons choisi de ne pas refuser cette hypothèse par manque d'information (mandibules incomplètes). Quant à la thèse d'une chronologie différente pour Guattari II et III, la combinaison d'autapomorphies et de plésiomorphies sur ces deux mandibules, ne permet pas d'attribuer une datation plus ancienne à l'une ou l'autre à partir de l'étude morphologique. Toutefois, si nous nous basons sur la conformation de la symphyse, Guattari III se rapproche des fossiles du Pléistocène moyen, mais il pourrait s'agir encore une fois de la persistance de plésiomorphies.

La mise en place d'un protocole particulier à cette étude a permis d'appliquer l'analyse elliptique de Fourier sur les profils symphysaires. Cette méthode s'est avérée optimale pour la quantification des différences de conformation et la discrimination des groupes fossiles. Il serait intéressant de développer ce protocole, notamment l'acquisition des contours, pour pouvoir l'adapter à d'autres régions mandibulaires (comme nous avons fait avec le contour au niveau de la canine) afin d'aller plus loin dans l'étude structurelle de cet élément squelettique et d'étendre nos recherches à d'autres spécimens qui n'ont pas été pris en considération car la symphyse n'était pas préservée. Ceci permettrait de résoudre les problèmes d'effectifs que nous avons rencontrés lors du traitement des données, citons l'analyse discriminante où le nombre de variables traité doit être inférieur ou égal à l'effectif du plus petit groupe, autrement dit moins il y a d'individus, plus la perte d'information est importante. Il est donc fondamental d'avoir une collection de comparaison conséquente.

C'est notamment à cause de ce problème d'échantillons et d'effectifs que nos discussions et conclusions se basent essentiellement sur des tendances observées (petites/grandes dimensions, présence/absence de caractères, position des caractères). Il est évident que seules de nouvelles découvertes pourraient nous permettre d'affiner nos résultats et nos conclusions. Elles permettraient également de pouvoir répondre aux questions de la variabilité interindividuelle du groupe néandertalien. Le cas du dimorphisme sexuel pourrait également être approfondi en développant de nouvelles méthodes comme par exemple une quantification des différences de conformation du contour du corps mandibulaire à différents niveaux sur un nombre conséquent

d'hommes modernes de sexe connu. Ceci permettrait de mettre en évidence un pattern attribuable aux individus masculins et féminins. Ces données serviraient de référence pour identifier les différences sexuelles chez les espèces fossiles.

Enfin, nous nous sommes heurtés à un autre problème concernant la position stratigraphique des restes humains de l'étude découverts, pour certains, il y a plus de 50 ans, lorsque les méthodes de fouilles n'étaient pas aussi systématiques qu'elles ne le sont aujourd'hui. Ce manque d'information reste une des difficultés majeures pour la compréhension de la succession des groupes humains, notamment au sein d'un même site. Ainsi, l'association de bonnes conditions de découvertes des restes humains, en contexte et du développement des méthodes radiométriques permettant un cadrage géochronologique sont les atouts indispensables à une meilleure compréhension de la mise en place de ces peuplements en Italie.

# **BIBLIOGRAPHIE**

---



- Abbazzi L, Fanfani L, Ferretti MP, Rook L, Cattani L, Masini F, Mallegni F, Negrino F, Tozzi C. 2000. New human remains of archaic *Homo sapiens* and Lower Paleolithic industries from Visogliano (Duino Aurisina, Trieste, Italy). *Journal of Archaeological Science* 27:1173-1186.
- Aguirre E, Basabe JM, Torres T. 1976. Los fósiles humanos de Atapuerca. *Zephyrus* 26-27:489-511.
- Ahern JCM, Smith FH. 2004. Adolescent archaics or adult moderns? Le Moustier 1 as a model for estimating the age at death of fragmentary supraorbital fossils in the modern human origins debate. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology* 55(1-2):1-19.
- Akazawa T, Aoki K, Bar-Yosef O. 1998. *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. New York: Plenum Press.
- Akazawa T, Hayda IJ, Oguchi T, Muhesen S, Dodo Y, Kondo O, Mizoguchi Y, Abe Y, Nishiaki Y, Ohta S. 1995. Neanderthal infant burial from the Dederiyeh cave in Syria. *Paléorient*:77-86.
- Akazawa T, Muhesen S. 2004. Neanderthal Burials. Excavations of the Dederiyeh Cave, Afrin, Syria. *L'anthropologie* 108:153-158.
- Alsus P. 1915. De la barra humana descoberta anys enrera a Banyoles. *Bulleti de la Institució Catalana d'Historia Natural* 12:126-131.
- Amerano GB. 1889. Scoperta di una stazione paleolitica contemporanea al grande orsa delle caverne in Liguria. *Boll di paletnologia italiana Anno XV(3):41-48*.
- Andrews P, Stringer C. 1989. Palaeoanthropological symposia at the 1988 Zagreb Congress. *Journal of Human Evolution* 18:167-171.
- Anzidei AP, Arnoldus A, Palombo MR, Argenti P, Caloi L, Marcolini F, Lemorini L, Mussi M. 2004. La Polledrara di Cecanibbio, faune, industrie, milieu. In: Baquedano E, andRubio S, editors. *Homenaje a Emiliano Aguirre*. Madrid: Museo Arqueológico Regional. p 20-29.
- Anzidei AP, Bulgarelli GM, Catalano P, Cerilli E, Gallotti R, Lemorini C, Milli S, Palombo MR, Pantano W, Santucci E. 2012. Ongoing research at the late Middle Pleistocene site of La Polledrara di Cecanibbio (central Italy), with emphasis on human–elephant relationships. *Quaternary International* 255(0):171-187.
- Arambourg C, Hoffstetter R. 1963. Le gisement de Ternifine II. *L'Atlantropus mauritanicus*. *Arch Inst Paléontol Humaine* 32:37-190.
- Arensburg B, Bar-Yosef O., Chech M., Golberg P., Laville H., Meignen L., Rak Y., Tchernov E., Tillier A. M., Vandermeersch B. 1985. Une sépulture néandertalienne dans la grotte de Kebara (Israël). *C R Acad Sci Paris* 300:227-230.
- Arensburg B, Belfer-Cohen A. 1998. Sapiens and Neandertals. Rethinking the Levantine Middle Paleolithic Hominids. In: al. Ae, editor. *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. New York: Plenum Press.
- Arsuaga JL, Carretero JM, Lorenzo C, Gracia A, Martínez I, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E. 1997a. Size Variation in Middle Pleistocene Humans. *Science* 277(5329):1086-1088.
- Arsuaga JL, Martínez I, Gracia A, Lorenzo C. 1997b. The Sima de los Huesos crania (Sierra de Atapuerca, Spain). A comparative study. *Journal of Human Evolution* 33(2-3):219-281.
- Arzarello M, Marcolini F, Pavia G, Pavia M, Petronio C, Petrucci M, Rook L, Sardella R. 2009. L'industrie lithique du site Pléistocène inférieur de Pirro Nord (Apricena, Italie du sud) : une occupation humaine entre 1,3 et 1,7 Ma. *L'anthropologie* 113(1):47-58.
- Arzarello M, Pavia G, Peretto C, Petronio C, Sardella R. 2012. Evidence of an Early Pleistocene hominin presence at Pirro Nord (Apricena, Foggia, southern Italy): P13 site. *Quaternary International* 267(0):56-61.
- Ascenzi A. 1991. A short account of the discovery of the Mount Cireceo Neandertal Cranium. *Quaternaria Nova* 1:69-80.
- Ascenzi A, Biddittu I, Cassoli PF, Segre AG, Segre-Naldini E. 1996. A calvarium of late *Homo erectus* from Ceprano, Italy. *Journal of Human Evolution* 31(5):409-423.
- Ascenzi A, Biddittu I, Cassoli PF, Segre AG, Segre-Naldini F. 1994. A Calvaria of a lower Pleistocene Hominid from Southern Latium, Central Italy. In: Gibert E, Sancez F, Gibert L, andRibot F, editors. *The hominids and their environment during the lower and middle Pleistocene of Eurasia Int Conf of Hulan Paleontology, Orce, Spain*. Baza (Granada): Imprenta Cervantes. p 287-297.

- Ascenzi A, Mallegni F, Manzi G, Segre AG, Segre NE. 2000. A re-appraisal of Ceprano calvaria affinities with *Homo erectus*, after the new reconstruction. *Journal of Human Evolution* 39:443-450.
- Ascenzi A, Segre A. 1971a. A New Neandertal Child Mandible from an Upper Pleistocene Site in Southern Italy. *233(5317):280-283*.
- Ascenzi A, Segre AG. 1971b. Il giacimento con mandibola neandertaliana di Archi (Reggio Calabria). *Acc Naz lincei Rend* 8(50):763-771.
- Ascenzi A, Segre AG. 1996. Artefacts and human teeth at the Fontana Ranuccio Middle Pleistocene site (central Italy). *Anthropologie (Brno)* 34:39-46.
- Ascenzi A, Segre AG. 1997a. Discovery of a *Homo erectus* calvarium at Ceprano, central Italy. *Anthropologie (Brno)* 35:241-246.
- Ascenzi A, Segre AG. 1997b. Resti di cranio umano del Pleistocene medio inferiore a Ceprano. *Rend Sc Fis Nat, Accad Naz Lincei S.9(8):39-67*.
- Bailey S. 2000. Dental morphological affinities among late Pleistocene and recent humans. *Dent Anthropol* 14:1-8.
- Bailey SE. 2002. A Closer Look at Neanderthal Postcanine Dental Morphology: The Mandibular Dentition. *The Anatomical Record* 269:148-156.
- Bar-Yosef O. 1998. The chronology of the middle paleolithic of the Levant. In: al. Ae, editor. *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. New York: Plenum Press.
- Bar-Yosef O, Callander J. 1999. The woman from Tabun: Garrod's doubts in historical perspective. *Journal of Human Evolution* 37:879-885.
- Bar-Yosef O, Vandermeersch B, Arensburg B, Belfer-Cohen A, Goldberg P, Laville H, Meignen L, Rak Y, Speth JD, Tchernov E, Tillier AM, Weiner S. 1992. The Excavations in Kebara Cave Mt. Carmel. *Current Anthropology* 33(5):497-550.
- Barroso Ruiz C, De Lumley H. 2006. La grotte du Boquete de Zafarraya, Malaga, Andalousie: *Arqueologie Monografias, Junta de Andalucia (Ed.)*.
- Barroso Ruiz C, de Lumley MA, Caparros M, Versu Bermejo L. 2006. Les restes humains néandertaliens et *Homo sapiens* de la Grotte du Boquete de Zafarraya. *La Grotte du Boquete de Zaffaraya: Barroso Ruiz / de Lumley*.
- Bartolomei G, Broglio A, Cassoli PF, Castelletti L, Cattani L, Cremaschi M, Giacobini G, Malerba G, Maspero A, Peresani M, Sartorelli A, Tagliacozzo A. 1992. La Grotte de Fumane. Un site aurignacien au pied des Alpes. *Preistoria Alipina* 28:131-179.
- Bartolomei G, Broglio A, Cattani L, Cremaschi M, Guerreschi A, Mantovani E, Peretto C, Sala B. 1982. I depositi Wurmiani del Riparo Tagliente. *Ann Univ Ferrara* 3:61-105.
- Bartolomei G., Tozzi C. 1978. Nuovi dati stratigrafici sui depositi del Pleistocene medio a Ochotona del Riparo di Visolignano nel Carso di Trieste. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei LXIV(5)*.
- Bastir M, O'Higgins P, Rosas A. 2007. Facial ontogeny in Neandertals and modern humans. *Proceedings of the Royal Society* 274:1125-1132.
- Bastir M, Rosas A. 2004. Comparative ontogeny in humans and chimpanzees: Similarities, differences and paradoxes in postnatal growth and development of the skull. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger* 186(5-6):503-509.
- Baylac P, Cammas R, Delaplace E, Lacombe P, Laplace-Jauretche G, Méroc L, Mothe L, Simonnet R, Trouette L. 1950. Découvertes récentes dans les grottes de Montmaurin (Haute-Garonne). *L'anthropologie* 54(3-4).
- Beaumont PB. 1978. Border Cave [MA Thesis]: University of Cape Town.
- Belli G, Belluomini G, Cassoli PF, Cecchi S, Cucarzi M, Delitala L, Fornaciari G, Mallegni F, Piperno M, Segre A, Segre-Naldini E. 1991. Découverte d'un fémur humain acheuléen à Nortarchirico (Venosa, Basilicate). *L'anthropologie* 95(1):47-88.
- Benazzi S, Douka K, Fornai C, Bauer CC, Kullmer O, Svoboda J, Pap I, Mallegni F, Bayle P, Coquerelle M, Condemi S, Ronchitelli A, Harvati K, Weber GW. 2011. Early dispersal of modern humans in Europe and implications for Neanderthal behaviour. *Nature* 479:525-528.
- Benzécri JP. 1992. *Correspondence Analysis Handbook*. New York: Marcel Dekker.

- Berger R, Libby WF. 1966. UCLA radiocarbon dates V. *Radiocarbon* 8:476-497.
- Bermúdez de Castro JM. 1988. Dental diseases and Harris lines in the fossil human remains from Atapuerca-Ibeas (Spain). *J Paleopathol* 1:131-146.
- Bermúdez de Castro JM, et al, Sarmiento S, Cunha E, Rosas A, Bastir M. 2001. Dental size variation in the Atapuerca-SH Middle Pleistocene hominids. *Journal of Human Evolution* 41(3):195-209.
- Bichet V. 1987. Contribution à l'étude sédimentologique du remplissable karstique de la Caverna delle Fate (Ligurie italienne) . Essai chronostratigraphique" [DEA]. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Biddittu I, Mallegni F, Segre AG. 1987. Riss age human remain recovered from the Pleistocene deposits in Ponte Mammolo (Rome Italy). *Z Morphol Anthropol* 77:181-191.
- Bietti A, Kuhn S. 1991. Techno-typological studies on the Mousterian industry of Grotta Guattari. *Quaternaria Nova* 1:193-211.
- Billy G. 1975. Etude Anthropologique des restes Humains de L'Abri Pataud. In: H.L. M, editor. Excavation of the abri Pataud, Les Eyzies (Dordogne). Cambridge, Massachussetts Peabody Museum, Harvard University.
- Billy G. 1979. L'enfant magdalénien de la grotte du Figuier (Ardèche). *L' Anthropologie* 83(2):223-252.
- Billy G, Vallois HV. 1977. La mandibule pré-rissienne de Montmaurin. *Anthropologie* 81:273-312.
- Binford LR. 1981. *Bones, ancient men and modern myths*. New York: Academic Press.
- Bischoff JL, Williams RW, Rosenbauer RJ, Aramburu A, Arsuaga JL, García N, Cuenca-Bescós G. 2007. High-resolution U-series dates from the Sima de los Huesos hominids yields : implications for the evolution of the early Neanderthal lineage. *Journal of Archaeological Science* 34(5):763-770.
- Blackwell B, Montoya AC, Bisson MS, Blisckstein JIB, Skinner AR, Beelitz P. 2007. ESR dating bovid teeth from Neanderthal layer at La Ferrassie, France. *Geological Society of America*. p 548.
- Blackwell B, Schwarcz J, Debénath A. 1983. Absolute dating of hominids and Palaeolithic artifacts of the cave of La Chaise-de-Vouthon (Charente), France: EXT.
- Blanc AC. 1939. L'uomo fossile del Monte Circeo. Un cranio neandertaliano nella Grotta Guattari a San Felice Circeo. *Riv Antropol* 32:1-18.
- Blanc AC. 1956. Il piu antico reperto fossile umano del Lazio rinvenuto a Roma: un secondo metatarsale destro umano ed industria paleolitica nelle ghiaie superiori della Sedia del Diavolo (Roma). *Quaternaria III*:259-344.
- Blanc AC. 1958. Torre in Pietra, Saccopastore, Monte Circeo. On the position of the Mousterian of the Pleistocene sequence of the Rome area. In: (ed) GHRVK, editor. *Hundert Jahre Neanderthaler*. Kohn-Graz:Bohlau. p 167-174.
- Blanc AC. 1961. Il primo reperto fossile del Salento. Puglia meridionale, Italia. *Quaternaria V*:271\_278.
- Blanc AC, Segre AG. 1953. Excursion au Mont Circé. Roma: Istituto Italiano di Paleontologia Umana.
- Boeuf O. 1969. Faune du gisement Moustérien du Petit-Puymoyen. *Bull Mém Soc Arch Hist Charente*(53-128).
- Bologna P, Di Stefano G, Manzi G, Petronio C, Sardella R, Squazzini E. 1994. Late Pleistocene mammals from Melpignano (LE) "Ventarole": preliminary analysis and correlations. *Boll di paleontologia italiana* 32(2):265-274.
- Bonarelli G. 1916. La mandibula humana de Banolas. *Physis* 2:399-406.
- Bonfiglio L, Cassoli PF, Mallegni F, Piperno M, Solano A. 1986. Neanderthal Parietal, Vertebrate Fauna, and Stone Artifacts From the Upper Pleistocene Deposits of Contrada Ianni di San Calogero (Catanzaro, Calabria, Italy). *American Journal Of Physical Anthropology* 70:241-250.
- Bonifay E. 1964. La grotte de Régourdou (Montignac, Dordogne). Stratigraphie et industrie lithique moustérienne. *L' Anthropologie* 68:49-64.

- Bonifay E. 1965. Un ensemble rituel moustérien à la grotte de Régourgou. *Atti del VI congresso internazionale delle Scienze Preistoriche et protostoriche II*:136-140.
- Bordes F. 1961. *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*. Bordeaux.
- Bordes F. 1984. *Leçons sur le Paléolithique*. Cahiers du Quaternaire 7.
- Bordes F, Lafille J. 1962. Paléontologie humaines: découvertes d'un squelette d'enfant moustérien dans le gisement de Roc de Marsal, commune de Campagne du Bugue (Dordogne). *C R Acad Sci Paris* 254:714-715.
- Borgognini Tarli S. 1983. A Neanderthal lower molar from Fondo Cattie (Maglie, Lecce). *Journal of Human Evolution* 12:383-401.
- Borzatti von Löwenstern E. 1969. Dente umano proveniente dal deposito musteriano di Grotta Torre dell'Alto (Nardo, Lecce). *Archiv di Antropologia Etnologia XCIX(1-2)*:75-78.
- Boule M. 1908. L'homme fossile de la Chapelle-aux-Saints (Corrèze). *L' Anthropologie* 19:519-525.
- Boule M. 1911. L'homme fossile de la Chapelle-aux-saints. *Annales de Paléontologie (Vertébrés)* 6:106-172.
- Bourgignon L. 1997. *Le Moustérien de type Quina : nouvelle définition d'une entité technique [Thèse de Doctorat]: Université Paris X*. 738 p.
- Bouyssonie A, Bouyssonie J, Bardon L. 1908. Découverte d'un squelette humain moustérien à la bouffia de la Chapelle-aux-Saints (Corrèze). *L' Anthropologie* 19:513-518.
- Breuil H, Meroc L. 1955. Quartzites taillés sur la moraine de Seilhan dans la haute vallée de la Garonne. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse* 90.
- Bricker HM. 1995. *Le Paléolithique supérieur de l'abri Pataud (Dordogne): les fouilles de H.L. Movius Jr. La maison des sciences de l'homme Documents d'Archéologie française*. Paris. p 328.
- Broca P. 1868. Sur les crânes et les ossements des Eyzies. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 3:350-392.
- Brooks AS. 1979. *The significance of variability in Paleolithic assemblages: an Aurignacian example from southwestern France*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University. 1057 p.
- Bruner E, Manzi G. 2007. Landmark-based shape analysis of the archaic *Homo calvarium* from Ceperano (Italy). *American Journal Of Physical Anthropology* 132(3):355-366.
- Bruner E, Manzi G, Holloway R. 2006. Krapina and Saccopastore: Endocranial Morphology in the Pre-Würmian Europeans. *Periodicum Biologorum* 108(4):422-441.
- Brunnacker *Kea*. 1983. Radiometrische Untersuchungen zue Datierung mitteleuropäischer Travertinvorkommen. *Ethnogr Archaeol Z* 24:217-266.
- Bunn HT. 1983. Comparative analysis of modern bone assemblages from a San hunter-gatherer camp in the Kalahari Desert, Botswana, and from a spotted hyena den near Nairobi, Kenya. In: eds C-BJGC, editor. *Animals and Archaeology: Hunters and Their Prey: British Archaeological Reports (BAR) International Series* 163. p 143-148.
- Capasso L. 1981. Dente Umano Neandertaliano alla Grotta del Capelvenere presso santa Caterina di Nardo (Lecce). *Seminario di Scienze Antropologiche*. Istituto di Antropologia dell'Università di Firenze. p 60-63.
- Capitan L, Peyrony D. 1909. Deux squelettes humains au milieu de foyers de l'époque moustérienne. *Comptes rendus de l'Académie des Inscriptions et des Belles-Lettres* 1909:787-806.
- Capitan L, Peyrony D. 1928. *La Madeleine: son gisement, son industrie, ses oeuvres d'art*. Paris: Librairie Emile Nourry.
- Cardini L. 1953. *Excursion au Mont Circé*. Rome: Istituto Italiano di Paleontologia Umana.
- Carretero JM, Arsuaga JL, Lorenzo C. 1997. Clavicles, scapulae and humeri from the Sima de los Huesos site (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution* 33:357-408.
- Cattani L. 1991. Grotta Guattari, at San Felice Circeo (Latina) Pollen Analysis. *Quaternaria Nova* 1:137-142.
- Cattani L, Cremaschi M, Ferraris MR, Mallegni F, Masini F, Tozzi C. 1991. Les gisements du Pléistocène moyen de Visogliano (Trieste): restes humains, industries, environnement. *L'Anthropologie* 95(1):9-35.

- Cauche D. 2007. Les cultures moustériennes en Ligurie italienne : analyse du matériel lithique de trois sites en grotte. *L'Anthropologie*
- Moustérien 111(3):254-289.
- Chen S, Lestrel P, Kerr W, McColl J. 2000. Describing shape changes in the human mandible using elliptical Fourier functions. *The European Journal of Orthodontics* 22(3):205-216.
- Clarke RJ. 2000. A corrected reconstruction and interpretation of *Homo erectus* calvaria from Ceprano, Italy. *Journal of Human Evolution* 39:433-442.
- Claude J. 2008. *Morphometrics with R*. New York: Springer.
- Combi J. 1953. Payre à Rompon. *Gallia Préhistoire, informations archéologiques* 2.
- Combi J. 1967. Le Paléolithique de l'Ardèche dans son cadre paléoclimatique. Bordeaux. 462 p.
- Condemi S. 1988a. Caractères plésiomorphes et apomorphes de l'os temporal des néanderthaliens européens wurmiens. *L'homme de Néandertal - L'anatomie*.
- Condemi S. 1988b. Réexamen des hommes fossiles Riss-Wurm de Saccopastore (Italie): caractères archaïques et néanderthaliens. *CR Acad Sci* 306(II):499-504.
- Condemi S. 1989a. Décalage dans l'apparition des traits néanderthaliens sur le crâne cérébral chez les fossiles du Riss-Wurm. *Hominidae*. Jaca book ed.
- Condemi S. 1989b. Les plus anciens fossiles humains de la péninsule italique. Les premiers peuplements humains de l'Europe. Paris.
- Condemi S. 1990-91. Is Guattari 1 a classic Neandertal? Remarks on its anatomic particularity. *Quaternaria Nova* 1:107-112.
- Condemi S. 1991. Some considerations concerning Neandertal features and the presence of Neandertals in the Near East. *Riv Anthropol* 69:27-38.
- Condemi S. 1992. *Les Hommes Fossiles de Saccopastore et leur Relations Phylogénétiques*. Paris: Editions CNRS.
- Condemi S, Koenigswald WV. 1997. Der Unterkiefer von Mauer. In: Wagner G.A., and(eds) BKW, editors. *Homo heidelbergensis von Mauer Das Auftreten des Menschen in Europa: HVA*. p 200-214.
- Condemi S, Tardivo D, Foti B, Ricci S, Giunti P, Longo L. 2012. A case of an osteolytic lesion on an Italian Neandertal jaw. *Comptes Rendus Palevol* 11(1):79-83.
- Coppa A, Grun R, Stringer C, Eggins S, Vargiu R. 2005. Newly recognized Pleistocene human teeth from Tabun Cave, Israel. *Journal of Human Evolution* 49:301-315.
- Coqueugniot H. 2000. La position du foramen mentonnier chez l'enfant : révision ontogénétique et phylogénétique. *Bulletin et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 12(3-4):227-246.
- Coqueugniot H, Minugh-Purvis N. 2003. Ontogenetic patterning and phylogenetic significance of mental foramen number and position in the evolution of upper Pleistocene *Homo sapiens*. In: Thompson JL, Krovitz GE, and Nelson AJ, editors. *Patterns Growth and Development in the Genus Homo*. Cambridge: Cambridge University Press. p 343-360.
- Corrain C. 1963. Il frammento di frontale umano della Ca'Verde (Verona). *Mem Mus Civ Stor Nat* 11:11-16.
- Corrain C. 1968. Resti scheletrici umani del Riparo Mezzena. *Mus Civ Stor Nat Verona*.
- Cosentino D, Parotto M, Praturlon A. 1993. *Guida geologica del Lazio: Società geologica italiana*. 368 p.
- Cotrozzi S, Mallegni F, Radmilli A. 1985. Fémur d'un enfant néandertalien, dans la Buca del Tasso à Metato, Alpi Apuane (Italie). *L'Anthropologie* 89(1):111-116.
- Crevecoeur I, Bayle P, Rougier H, Maureille B, Higham T, van der Plicht J, De Clerck N, Semal P. 2010. The Spy VI child: A newly discovered Neandertal infant. *Journal of Human Evolution* 59(6):641-656.
- Darroch JN, Mosimann JE. 1985. Canonical and principal components of shape. *Biometrika* 72(2):241-252.
- Daura J, Sanz M, Subira ME, Quam R, Fullola JM, Arsuaga JL. 2005. A Neandertal mandible from the Cova del Gegant (Sitges, Barcelona, Spain). *Journal of Human Evolution* 49:56-70.

- David N. 1985. Excavation of the Abri Pataud, Les Eyzies (Dordogne), The Noaillian (level 4) assemblages and the Noaillian Culture in Western Europe. In: (Ed) MHL, editor. Excavation of the Abri Pataud, Les Eyzies (Dordogne). Cambridge, Massachusetts: American School of Prehistoric Research, Harvard University.
- David P, Bordes F. 1950. Découverte d'une calotte crânienne fragmentaire et de dents humaines dans un niveau moustérien ancien de la Chaise (Charente). Comptes rendu de l'Académie des Sciences, Paris 230:779-780.
- de Lumley H. 1969. Etude de l'outillage moustérien de la Grotte de Cariguella. L'anthropologie 73(3-6).
- de Lumley H. 1972a. La Grotte de l'Hortus. Etudes Quaternaires 1.
- de Lumley H. 2001. Coupes stratigraphiques du site de la Caverna delle Fate. Doc Inst Paléontol Hum. Paris.
- de Lumley H, de Lumley MA. 1973. Pre-Neanderthal human remains from Arago Cave in Southeastern France. Yearb phys Anthrop 17:162-168.
- de Lumley H, de Lumley MA, Fournier A. 1982a. La mandibule de l'homme de Tautavel. L'*Homo erectus* et la place de l'Homme de Tautavel parmi les Hominidés fossiles.
- de Lumley H, de Lumley MA, Fournier A. 1982b. La mandibule de l'Homme de Tautavel. Congrès International de Paléontologie Humaine. Nice. p 178-221.
- de Lumley MA. 1971-72. La mandibula de Banolas. Ampurias 33-34:1-91.
- de Lumley MA. 1972b. L'os iliaque Anténéandertalien de la Grotte du Prince. (Grimaldi, Ligurie italienne). Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco(18).
- de Lumley MA. 1972c. Les Néandertaliens de la grotte de l'Hortus. Etudes Quaternaires 1:375-385.
- De Lumley MA. 1978. Anténéandertaliens et néandertaliens du bassin méditerranéen occidental européen : Cova Negra, Le Lazaret, Bañolas, Grotte du Prince, Carigüela, Hortus, Agut, Macassargues, La Masque, Rigabe, La Cruzade, Les Peyrands, Bau de l'Aubesier. Marseille: Université de Provence, Laboratoire de paléontologie humaine et de préhistoire. 626 p.
- de Lumley MA. 1981. L'Homme de Tautavel. Critères morphologiques et stade évolutif. In: de Lumley H, and Labeyrie J, editors. Absolute Dating And Isotope Analysis in Prehistory - Methods and Limits. Paris: CNRS. p 259-264.
- de Pascale A. 2008. Enrico Alberto d'Albertis: il Finalese e la collaborazione con Arturo Issel". In: 2008 B, editor. La nascita della Paleontologia in Liguria, Personaggi, scoperte e collezioni tra XIX e XX secolo. p 337-346.
- Dean C, Hublin JJ, Holloway R, Ziegler R. 1998. On the phylogenetic position of the pre-Neanderthal specimen from Reilingen, Germany. Journal of Human Evolution 34:485-508.
- Dean MC, Stringer CB, Bromage TG. 1986. Age at Death of the Neanderthal Child from Devil's Tower, Gibraltar and the Implications for studies of General Growth and Development in Neanderthals. American Journal of Physical Anthropology 70:301-309.
- Debenath A. 1974. Position stratigraphique des restes humains antewurmiens de Charente. Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris:417-426.
- Débenath A. 1974. Recherches sur les terrains quaternaires des Charentes et les industries qui leur sont associées. [Doctorat]. Bordeaux. 678 p.
- Debenath A. 1967. Découverte d'une mandibule humaine à la Chaise-de-Vouthon (Charente). Comptes rendu de l'Académie des Sciences, Paris 265:1170-1171.
- Debenath A. 1968. Découvertes récentes de restes humains fossiles à la Chaise-de-Vouthon (Charente). Bulletin de la Société d'Anthropologie du Sud-Ouest 1:1-9.
- Debenath A. 1969. Nouvelles découvertes de restes humains à la Chaise-de-Vouthon (Charente). Bulletins et Mémoires de la Société archéologique et historique de la Charente(145-146).
- Debenath A. 1974. Recherches sur les terrains quaternaires des Charentes et les industries qui leur sont associées. [Thèse d'Etat]: Université de Bordeaux 1. 672 p.
- Delpech F. 1996. L'environnement animal des Moustériens Quina du Périgord. Paleo 8:31-46.

- Dodo Y, Kondo O, Muhsen S, Akazawa T. 1998. Anatomy of the Neandertal Infant Skeleton From Dederiyeh Cave, Syria. In: al. Ae, editor. Neandertals and Modern Humans in Western Asia. New York: Plenum Press.
- Dray S, Dufour AB. 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software* 22(4):1-20.
- Dryden IL. 2002. Shapes Package. R foundation for statistical Computing, Vienna, Austria. Contributed package. URL <http://www.R-project.org>.
- Dupont E. 1866. Etude sur les fouilles scientifiques exécutées pendant l'hiver de 1865-1866 dans les cavernes des bords de la Lesse. *Sess Extr Soc Belg Geol Acad R Belg*(196-207).
- Dupont E. 1867. Etude sur cinq cavernes explorées dans la vallée de la Lesse et le ravin de Falmignoul pendant l'été de 1866. *Bulletins de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique* 2<sup>e</sup> série(XXIII):244-265.
- Duport L. 1974. Découverte d'une portion de mandibule de néandertalien dans le gisement de Montgaudier. *Bull Mém Soc Arch Hist Charente* 1973-74:33-36.
- Duport L, Vandermeersch B. 1962. Le gisement du Petit-Puymoyen. Etude archéologique. *Bull Mém Soc Arch Hist Charente*(83-105).
- Echassoux A., d'Errico F., Giacobini G., Del Lucchese A., de Lumley M.A., Perpere M., Vicino G. 1989. Les nouvelles fouilles dans le gisement moustérien de la Caverna delle Fate (Finale, Ligurie Italienne). *L'Homme de Néandertal, La subsistance*. Liège: ERAUL. p 49-58.
- Faerman M, Zilberman U, Smith P, Kharitonov V, Batsevits V. 1994. A Neanderthal infant from the Barakai Cave, western Caucasus. *Journal of Human Evolution* 27:405-415.
- Falguères C, Bahain J-J, Tozzi C, Boschian G, Dolo J-M, Mercier N, Valladas H, Yokoyama Y. 2008. ESR/U-series chronology of the Lower Palaeolithic palaeoanthropological site of Visogliano, Trieste, Italy. *Quaternary Geochronology* 3(4):390-398.
- Falguères C, Bahain JJ, Broglio A, Peresani M. 1996. Datation par les méthodes U-Th et ESR d'ossements provenant du remplissage du site paléolithique moyen de San Bernardino (Vénétie, Italie). XIII UISPP Congress.
- Falguères C, Yokoyama Y, Bibron R. 1990. Electron spin resonance (ESR) dating of hominid-bearing deposits in the Caverna delle Fate, Ligure, Italy. *Quaternary Research* 34(1):121-128.
- Falguères C, Yokoyama Y, Shen G, Bischoff JL, Ku T-L, de Lumley H. 2004. New U-series dates at the Caune de l'Arago, France. *Journal of Archaeological Science* 31(7):941-952.
- Favraud A. 1908. La station Moustérienne du Petit-Puy-moyen, commun de Puymoyen (Charente). *Revue de l'École d'Anthropologie de Paris* 18:46-66.
- Ferembach D, Legoux P, Fenart R, Empereur-Buisson R, Vlcek E. 1970. L'enfant du Pech-de-l'Azé. *Arch Inst Paléontol Humaine* 33.
- Feustel. 1983. Zue Zeitlichkeit und kulturelle Stellung des Paläolithikums von Weimar-Erhingsdorf. *Alt Thüringen* 19:16-42.
- Fisher RA. 1936. The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Ann of Eugenics* 7:179-188.
- Fraipont J, Lohest M. 1886. La race humaine de Néandertal ou de Cannstadt, en Belgique. Recherches ethnographiques sur des ossements humains découverts dans les dépôts quaternaires d'une grotte à Spy et détermination de leur âge géologique. *Archives Biologies* 7:587-757.
- Franciscus RG, Trinkaus E. 1995. Determinants of retromolar space presence in Pleistocene *Homo* mandibles. *Journal of Human Evolution* 28(6):577-595.
- Gambier D, Bruzek J, Schmitt A, Houët F, 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, Valladas H, Tisnerat-Laborde N, Arnold M, Besson F. 2000. Datation de vestiges humains présumés du Paléolithique supérieur par la méthode du carbone 14 en spectrométrie de masse par accélérateur. *Paleo* 12:201-212.
- Garcias Sanchez M. 1960. Restos humanos del paleolitico medio y superior y del neo-eneolitico de Pinar (Granada). Publicado en Trabajo del Instituto Bernadino de Sahagun de Antropologia y Etnologia XV(2).

- Garrod D. 1962. The Middle Palaeolithic of the Near East and the Problem of Mount Carmel Man. *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 92(2):232-259.
- Garrod D, Bate D. 1937. *The Stone Age of Mount Carmel. Excavations at the Wadi el-Mughara.* Oxford: Clarendon Press.
- Garrod DAE, Buxton LMD, Elliot Smith G, Bate DMA. 1928. Excavation of a Mousterian rock shelter at Devil's Tower, Gibraltar. *JR Anthropol Inst* 58:33-113.
- Geneste JM, Jaubert J, Lenoir M, Meignen L, Turq A. 1997. Approche technologique des Moustériens Charentiens du Sud-Ouest de la France et du Languedoc oriental. *Paleo* 9:101-142.
- Giacobini G, Piperno M. 1991. Considerazioni tafonomiche sul cranio neandertaliano Circeo 1. Morfologia di superficie del cranio umano in relazione alle caratteristiche di conservazione dei resti faunistici della paleosuperficie. In: Piperno M., and Scichilone G., editors. *Il cranio neandertaliano Circeo 1 studi e documenti.*
- Giacobini G. 1992. New Discoveries of Paleolithic Human Remains in Italy. In: Toussaint M, editor. *Five Million Years, the Human Adventure.* Liège.
- Giacobini G, de Lumley MA. 1983. Restes humains néandertaliens de la Caverna delle Fate (Finale, Ligurie italienne). *L'Anthropologie* 87:142-144.
- Giacobini G, de Lumley MA. 1984. Les Néandertaliens de la Caverna delle Fate (Finale, Ligurie italienne). *CR Acad Sci Paris* 298(4).
- Giacobini G, de Lumley MA. 1988. Les fossiles humains de la Caverna delle Fate (Finale, Ligurie Italienne) et la définition des caractères néandertaliens au début du Wurm. *L'Homme de Néandertal - L'anatomie.*
- Giacobini G, de Lumley MA, Venturino M. 1982. Les restes humains néandertaliens de la "Caverna delle Fate" (Finale, Ligurie Italienne). *Rivista di studi liguri* 1-4.
- Giacobini G, Lumley M-Ad, Yokoyama Y, Nguyen H-V. 1984. Neanderthal child and adult remains from a Mousterian deposit in Northern Italy (Caverna delle fate, finale ligure). *Journal of Human Evolution* 13(8):687-707.
- Glantz M, Athreya S, Ritzman T. 2009. Is Central Asia the eastern outpost of the Neandertal range? A reassessment of the Teshik-Tash child. *American Journal Of Physical Anthropology* 138(1):45-61.
- Goudot P. 1999. The mandibular canal of a Neanderthal: the La Chapelle-aux-Saints man anatomical-radiological study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 27:134-139.
- Gould SJ. 1977. *Ontogeny and Phylogeny.* Cambridge: Harvard University Press.
- Granat J, Heim JL. 2003. Nouvelle méthode d'estimation de l'âge dentaire des Néandertaliens. *L'anthropologie* 107:171-202.
- Gray H. 1918. *Anatomy of the human body.* Philadelphia: Lea & Febiger.
- Grimaud D. 1982. Le pariétal de l'Homme de Tautavel. *Congrès International de Paléontologie Humaine.* Nice. p 62-88.
- Grün R, Beaumont P. 2001. Border Cave revisited: a revised ESR chronology. *Journal of Human Evolution* 40(6):467-482.
- Grün R, Beaumont P, Tobias PV, Eggins S. 2003. On the age of Border Cave 5 human mandible. *Journal of Human Evolution* 45(2):155-167.
- Grün R, Maroto J, Eggins S, Stringer C, Robertson S, Taylor L, Mortimer G, McCulloch M. 2006. ESR and U-series analyses of enamel and dentine fragments of the Banyoles mandible. *Journal of Human Evolution* 50(3):347-358.
- Grun R, Schwarcz HP, Ford DC, Hentzsch B. 1988. ESR dating of spring-deposited travertines. *Quaternary Science Reviews* 7:429-432.
- Grun R, Stringer C. 1991. Electron spin resonance dating and the evolution of modern humans. *Archeometry* 33:153-199.
- Grün R, Stringer C. 2000. Tabun revisited: revised ESR chronology and new ESR and U-series analyses of dental material from Tabun C1. *Journal of Human Evolution* 39(6):601-612.

- Grün R, Stringer C, McDermott F, Nathan R, Porat N, Robertson S, Taylor L, Mortimer G, Eggins S, McCulloch M. 2005. U-series and ESR analyses of bones and teeth relating to the human burials from Skhul. *Journal of Human Evolution* 49(3):316-334.
- Guatelli-Steinberg D. 2009. Recent studies of dental development in Neandertals: Implications for Neandertal life histories. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 18(1):9-20.
- Guatelli-Steinberg D, Reid DJ, Bishop TA. 2007. Did the lateral enamel of Neandertal anterior teeth grow differently from that of modern humans? *Journal of Human Evolution* 52(1):72-84.
- Guatelli-Steinberg D, Reid DJ, Bishop TA, Larsen CS. 2005. Anterior tooth growth periods in Neandertals were comparable to those of modern humans. *PNAS* 102(40):14197-14202.
- Guérin C, Patou-Mathis M. 1996. *Les Grands Mammifères Plio-Pléistocènes d'Europe*. Paris: Masson.
- Guérin G, Discamps E, Lahaye C, Mercier N, Guibert P, Turq A, Dibble HL, McPherron SP, Sandgathe D, Goldberg P, Jain M, Thomsen K, Patou-Mathis M, Castel J-C, Soulier M-C. 2012. Multi-method (TL and OSL), multi-material (quartz and flint) dating of the mousterian site of Roc de Marsal (Dordogne, France): correlating Neanderthal occupations with the climatic variability of MIS 5-3. *Journal of Archaeological Science*(0).
- Gunz P, Neubauer S, Golovanova L, Doronichev V, Maureille B, Hublin J-J. 2012. A uniquely modern human pattern of endocranial development. Insights from a new cranial reconstruction of the Neandertal newborn from Mezmaiskaya. *Journal of Human Evolution* 62(2):300-313.
- Gunz P, Neubauer S, Maureille B, Hublin JJ. 2010. Brain development after birth differs between Neandertals and modern humans. *Current Biology* 20:921-922.
- Hauser O. 1909. Découverte d'un squelette du type Néandertal sous l'abri inférieur du Moustier. *L'Homme préhistorique* 7:1-9.
- Hawks JD, Wolpoff MH. 2001. The accretion model of Neandertal evolution. *Evolution* 55(7):1474-1485.
- Heim JL. 1968. Les restes néandertaliens de la Ferrassie. Nouvelles données sur la stratigraphie et inventaire des squelettes. *Comptes rendu de l'Académie des Sciences, Paris* 266D:576-578.
- Heim JL. 1974. Les Hommes fossiles de La Ferrassie (Dordogne) et le problème de la définition des Néandertaliens classiques. *L'Anthropologie* 78:81-112, 321-379.
- Heim JL. 1976. Les hommes fossiles de La Ferrassie: Tome I. Le gisement. Les squelettes adultes (crâne et squelette du tronc). Paris: Masson.
- Heim JL. 1982a. Les enfants Néandertaliens de La Ferrassie. *Étude Anthropologique et Analyse Ontogénique des Hommes de Néandertal*. Paris: Masson.
- Heim JL. 1982b. Les hommes fossiles de La Ferrassie: Tome II. Les squelettes adultes (squelette et membres). Paris: Masson.
- Henry-Gambier D. 2002. Les fossiles de Cro-Magnon (Les-Eyzies-de-Tayac, Dordogne), Nouvelles données sur leur position chronologique et leur attribution culturelle. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 14(1-2):89-112.
- Hernandez-Pacheco E, Obermaier H. 1915. La mandibula neandertaloide de Banolas. *Comision de Investigaciones Paleontologicas y Prehistoricas*. Madrid.
- Higham T, Jacobi R, Basell L, Ramsey CB, Chiotti L, Nespoulet R. 2011. Precision dating of the Palaeolithic: A new radiocarbon chronology for the Abri Pataud (France), a key Aurignacian sequence. *Journal of Human Evolution* 61(5):549-563.
- Hovers E. 1998. The lithic assemblages of Amud Cave, Implications for understanding the End of the Mousterian in the Levant. In: al. Ae, editor. *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. New York: Plenum Press.
- Howel F. 1959. Upper Pleistocene stratigraphy and early man in the Levant. *Proceedings of the American Philosophical Society* 103:1-65.
- Hublin JJ. 1998. Climatic changes, paleogeography, and the evolution of the Neandertals. In: al. Ae, editor. *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. New York: Plenum Press.
- Hublin JJ. 2009. The origin of Neandertals. *PNAS* 106(38):16022-16027.

- Hublin JJ, Barroso C, Medina P, Fontugne M, Reyss JL. 1995. The Mousterian site of Zafarraya (Andalucia, Spain): dating and implications on the Paleolithic peopling processes of Western Europe. *CR Acad Sci Paris* 321:931-937.
- Isetti G, de Lumley H. 1962. L'industria litica della caverna delle Fate. *Rivista Ingauna e Intemelia* XVI(1-4).
- Issel A. 1878. Nuove ricerche sulle caverne ossifere della Liguria. Roma.
- Issel A. 1892. Liguria Geologica e Preistorica. Genova.
- Julià R, Bischoff JL. 1991. Radiometric dating of Quaternary deposits and the hominid mandible of Lake Banyolas, Spain. *Journal of Archaeological Science* 18:707-722.
- Kang C. 1994. Epiacheuleen, Premousterien et mousterien sur le littoral des Alpes-Maritimes et de Ligurie: Grotte du Lazaret à Nice, Caverne delle Fate à Finale Ligure et site de Vosgelade à Vence. 340 p.
- Karatsori E, Renault-Miskovsky J, de Lumley H, Lebreton V. 2005. Environnement de l'Homme de Néandertal en Ligurie au Pléistocène supérieur. Analyse pollinique de la Caverne delle Fate (Finale Ligure, Italie). *Comptes Rendus Palevol* 4(5):395-404.
- Karavanic I. 1995. Upper Paleolithic Occupation Levels and Late-Occurring Neandertal at Vindija Cave (Croatia) in the Context of Central Europe and the Balkans. *Journal of Anthropological Research* 51(1):9-35.
- Klima B. 1962. Die Erforschung der Höhle Sveduv stul 1953-1955. *Anthropos* 13:1-297.
- Klingenberg CP. 1998. Heterochrony and allometry: the analysis of evolutionary change in ontogeny. *Biol Rev* 73:79-123.
- Kondo O, Ishida H. 2003. Ontogenetic variation in the Dederiyeh Neandertal infants: postcranial evidence. In: Thompson J.L. KGE, Nelson A.J. (Eds), editor. *Patterns of Growth and Development in the Genus Homo*. Cambridge: Cambridge University Press. p 386-411.
- Kovarovic K, Aiello LC, Cardini A, Lockwood CA. 2011. Discriminant function analyses in archaeology: are classification rates too good to be true? *Journal of Archaeological Science* 38(11):3006-3018.
- Krovitz G. 2003. Shape and growth differences between Neandertals and modern humans: grounds for a species level distinction? In: Thompson J.L. KGENAJe, editor. *Patterns of growth and development in the genus Homo*. Cambridge, New York: Cambridge University Press. p 320-342.
- Kuhl FP, Giardina CR. 1982. Elliptic Fourier features of a closed contour. *Comput Graph Image Processing* 18.
- Lartet E. 1868. Une sépulture troglodytes du Périgord. *Bull Soc Anthropol Paris* 3:335-349.
- Lê S, Josse J, Husson F. 2008. FactoMineR: an R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1):1-18.
- Lebel S, Trinkaus E, Faure M, Fernandez P, Guérin C, Richter D, Mercier N, Valladas H, Wagner GA. 2001. Comparative morphology and paleobiology of Middle Pleistocene human remains from Bau de l'Aubésier, Vaucluse, France. *PNAS* 98(20):11097-11102.
- Legendre S. 1986. Analysis of mammalian communities from the late Eocen and Oligocene of Southern France. *Paleovertebrata* 16:191-212.
- Legendre S. 1989. Les communautés de mammifères du Paléogène (Eocène supérieur et Oligocène) d'Europe occidentale: Structures, milieux et évolution. *Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen* 16(A):1-110.
- Legoux P. 1970. Étude odontologique de l'enfant Néandertalien du Pech-de-l'Azé. *Arch Inst Paléontol Humaine* 33:53-87.
- Leguebe A, Toussaint M. 1988. La Mandibule et le Cubitus de La Naulette: Morphologie et morphométrie. Paris.
- Leroi-Gourhan A. 1958. Etude des restes humains fossiles provenant des Grottes d'Arcy-sur-Cure. *Annales de Paléontologie* 44:87-148.
- Leroi-Gourhan A. 1961. Les fouilles d'Arcy sur Cure (Yonne). *Gallia préhistoire* 4:3-16.
- Leroi-Gourhan A. 1964. Chronologie des grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne). *Gallia préhistoire* 7:1-64.
- Lestrel PE. 1989. Method for Analysing Complex Two-Dimensional Forms: Elliptical Fourier Functions. *American Journal of Human Biology* 1:149-164.

- Lestrel PE. 1997. Fourier descriptors and their applications in biology: Cambridge University Press.
- Lévêque F, Vandermeersch B. 1980. Découverte de restes humains dans un niveau castelperronien à Saint-Césaire (Charente-Maritime). C R Acad Sci Paris 291:187-189.
- Lili M, Tianmin X, Jiuxiang L. 2009. Validation of a three-dimensional facial scanning system based on structured light techniques. Computer methods and programs in biomedicine 94:290-298.
- Longo E, Mallegni F, Mariani R, Radmilli AM. 1982. Giacimento ad Amigdale e Resti Umani a Castel di Guido (Roma). Atti della XXIII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria.
- Macchiarelli R, Bondioli L, Debénath A, Mazurier A, Tournepiche JF, Birch W, Dean C. 2006. How Neanderthal molar teeth grew. Nature 444(7):748-751.
- MacCurdy GC. 1915a. Neanderthal man in Spain: the lower jaw of Banolas. Science 41:84-85.
- MacCurdy GG. 1915b. Man from Ehringsdorf Weimar. American Anthropologist, New Series 17(1):139-142.
- Madre-Dupouy M. 1991. Principaux caractères de l'enfant néandertalien de Roc de Marsal, Dordogne (France). L'Anthropologie 95(2-3):523-534.
- Mahalanobis PC. 1936. On the generalized distance in statistics. Proc Nat Inst Sci India 12:49-55.
- Mallegni F. 1981a. Nuovo Reperto Umano Proveniente dal Giacimento del Paleolitico Inferiore di Castel di Guido (Roma). Archiv di Antropologia Etnologia 111:289-290.
- Mallegni F. 1981b. Testa di femore di *Homo antiquus neanderthalensis* rinvenuto nel riparo musteriano "I Grottoni" a Calascio (l'Aquila). Archiv di Antropologia Etnologia 111:289-290.
- Mallegni F. 1986. Les restes humains du gisement de Sedia del Diavolo (Rome) remontant au Riss Final. L'Anthropologie 90:539-553.
- Mallegni F. 1990-91. Guattari 2 and 3: The Stomatognathic Apparatus. Quaternaria Nova 1:125-136.
- Mallegni F. 1992a. Human remains (Fossellone 3; ex Circeo 4) referable to *Homo s. neanderthalensis* from Fossellone Cave (Monte Circeo, Latium, Italy). Riv Antropol 70:217-227.
- Mallegni F. 1992b. Quelques restes humains immatures, des niveaux moustériens de la grotte du Fossellone (Monte Circeo, Italie) : Fossellone 3 (Olim Circeo IV). Bulletin et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris 4(1):21-32.
- Mallegni F, Bertoldi F, Carnieri E. 2002. New Middle Pleistocene human remains from Northern Italy. HOMO - Journal of Comparative Human Biology 52(3):233-239.
- Mallegni F, Fornaciari G, Mariani-Costantini R, Longo ET. 1981. Rinvenimento nel giacimento del Paleolitico inferiore di Castel di Guido di una seconda diafisi femorale probabilmente riferibile a *Homo erectus*.
- Mallegni F, Mariani-Costantini R, Fornaciari G, Longo ET, Giacobini G, Radmilli AM. 1983. New European Fossil Hominid Material From an Acheulean Site Near Rome (Castel Di Guido). American journal of physical Anthropology 62:263-274.
- Mallegni F, Piperno M, Segre AG. 1987. Human remains of *Homo sapiens neanderthalensis* from Pleistocene deposit of Santa Croce Cave, Bisceglie (Apulia), Italy. American Journal of Physical Anthropology 72:421-429.
- Mallegni F, Radmilli AM. 1988. Human temporal bone from the Lower Paleolithic site of Castel di Guido, near Rome, Italy. American Journal of Physical Anthropology 76(2):175-182.
- Mallegni F, Ronchitelli AM. 1987. Découverte d'une mandibule néandertalienne à l'Abri du Molare près de Scario (Salerno, Italie): observations stratigraphiques et paléolithologiques, étude anthropologique. L' Anthropologie 91:163-174.
- Mallegni F, Ronchitelli AT. 1989. Deciduous Teeth of the Neanderthal Mandible From Molare Shelter, Near Scario (Salerno, Italy). American Journal Of Physical Anthropology 79(4):475-482.
- Mallegni F, Tozzi C. 1986. Resti umani e manufatti paleolitici nei depositi pleistocenici di Visogliano (Duino-Aurisina). Atti Soc Prist Protost Friuli-Venezia Giulia V(1982-86):9-32.

- Mallegni F, Trinkaus E. 1997. A reconsideration of the Archi 1 Neandertal mandible. *Journal of Human Evolution* 33:651-668.
- Mann A, Vandermeersch B. 1997. An adolescent female Neanderthal mandible from Montgaudier Cave, Charente, France. *American Journal of Physical Anthropology* 103(4):507-527.
- Mann A, Weiss M. 1996. Hominoid phylogeny and taxonomy: a consideration of the molecular and fossil evidence in a historical perspective. *Mol Phylogenet Evol* 5:169-181.
- Manzi G, Bruner E, Passarelli P. 2003. The one-million-year-old Homo cranium from Bouri (Ethiopia): a reconsideration of its H. erectus affinities. *Journal of Human Evolution* 44(6):731-736.
- Manzi G, Magri D, Milli S, Palombo MR, Margari V, Celiberti V, Barbieri M, Barbieri M, Melis RT, Rubini M, Ruffo M, Saracino B, Tzedakis PC, Zarattini A, Biddittu I. 2010a. The new chronology of the Ceprano calvarium (Italy). *Journal of Human Evolution* In Press, Corrected Proof.
- Manzi G, Magri D, Palombo MR. 2010b. Early-Middle Pleistocene environmental changes and human evolution in the Italian peninsula. *Quaternary Science Reviews* In Press, Corrected Proof.
- Manzi G, Mallegni F, Ascenzi A. 2001. A cranium for the earliest Europeans: Phylogenetic position of the hominid from Ceprano, Italy. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98(17):10011-10016.
- Manzi G, Salvadei L, Passarelli P. 1990. The Casal de' Pazzi archaic parietal: Comparative analysis of new fossil evidence from the late Middle Pleistocene of Rome. *Journal of Human Evolution* 19:751-759.
- Manzi G. 1990-91. Braincase Architectural Morphology of the Neandertal Cranium from Grotta Guattari and the Nature of the Archaic-modern Transition. *Quaternaria Nova* 1:113-124.
- Manzi G., Passarelli P. 1989. The human remains from Grotta Breuil (M. Circeo, Italy). Comparative Analysis of the Parietal Fragment Breuil 1. *Quaternaria Nova* 1:429-439.
- Manzi G., Passarelli P. 1995. At the Archaic-Modern Boundary of the Genus *Homo*. The Neandertals from Grotta Breuil. *Current Anthropology* 36(2):355-366.
- Marchi M-PD. 2003. Contribution des carnivores à la connaissance des paléoenvironnements quaternaires. Application à la communauté carnivore de la Caverna delle Fate (Ligurie occidentale, Italie) [ Carnivores contribution to quaternary palaeoenvironments. Application to the carnivore community of the Caverna delle Fate (Western Liguria, Italy)]. *Quaternaire*:155-161.
- Marquer L, Otto T, Nespoulet R, Chiotti L. 2010. A new approach to study the fuel used in hearths by hunter-gatherers at the Upper Palaeolithic site of Abri Pataud (Dordogne, France). *Journal of Archaeological Science* 37(11):2735-2746.
- Marquet JC. 1987. Contribution à la connaissance de la chronologie du site de Montgaudier d'après les rongeurs. In: C.T.H.S., editor. *Préhistoire de Poitou-Charentes Problèmes Actuels*. Paris. p 49-59.
- Marquet JC. 1989. Paléoenvironnement et chronologie des sites du domaine Atlantique Français d'âge Pleistocene Moyen et Supérieur d'après l'étude des rongeurs.: Université de Bourgogne.
- Martín-González JA, Mateos A, Goikoetxea I, Leonard WR, Rodríguez J. 2012. Differences between Neandertal and modern human infant and child growth models. *Journal of Human Evolution*(0).
- Martin H. 1912. Répartition des ossements humains trouvés dans le gisement moustérien de La Quina (Charente). . *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 153:982-983.
- Martin H. 1913. Etat des travaux dans le gisement de la Quina en 1912. *Congrès Préhistorique de France VIIIème Session*. Angoulême. p 282-296.
- Martin H. 1926a. Mâchoire humaine moustérienne trouvée dans la station de La Quina. . *L'Homme préhistorique* 13e Année(1-2):3-21.
- Martin H. 1926b. Mâchoire humaine moustérienne trouvée dans la station de La Quina. *L'Homme préhistorique* 13e année(1-2):3-21.
- Martin R, Saller K. 1957. *Lehrbuch der Anthropologie*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.

- Martinez A, Arsuaga JL. 1997. The temporal bones from Sima de los Huesos Middle Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain). A phylogenetic approach. *Journal of Human Evolution* 33:283-318.
- Maureille B, Rougier H, Houet F, Vandermeersch B. 2001. Les dents inférieures du néandertalien Regourdou 1 (site de Regourdou, commune de Montignac, Dordogne): Analyses métriques et comparatives. *Paleo* 13:183-200.
- McCown TD. 1937. Mugharet Es-Skhul. Description and excavations. In: Garrod D.A. BDMAE, editor. *The Stone Age of Mount Carmel Volume I: Excavations at the Wady El-Mughara*. Oxford: Clarendon Press. p 91-107.
- McDermott F, Grun R, Stringer C, Hawkesworth CJ. 1993. Mass-spectrometric U-series dates for Israeli Neanderthal/early modern hominid sites. *Nature* 363:252-255.
- Mellars P. 1986. A new chronology for the French Mousterian period. *Nature* 22:410-411.
- Mellars P. 1996. *The Neanderthal Legacy*. Princeton. 480 p.
- Mellars P, Grün R. 1991. Comparison of the electron spin resonance and thermoluminescence dating methods: results of ESR dating at Le Moustier (France). *Cambridge Archaeological Journal* 1:269-276.
- Mercier N, Valladas G, Bar-Yosef O, Vandermeersch B, Stringer C, Joron JL. 1993. Thermoluminescence Date for the Mousterian Burial Site of Es-Skhul, Mt.Carmel. *Journal of Archaeological Science* 20:169-174.
- Mercier N, Valladas H. 2003. Reassessment of TL age estimates of burnt flints from the Paleolithic site of Tabun Cave, Israel. *Journal of Human Evolution* 2003:401-109.
- Mercier N, Valladas H, Joron JL, Reyss JL, Leveque F, Vandermeersch B. 1991. Thermoluminescence dating of the late Neanderthal remains from Saint-Cesaire. *Nature* 351(6329):737-739.
- Messeri P, Palma di Cesnola A. 1976. Contemporaneità di paleoantropi e fanerantropi sulle coste dell'Italia meridionale. *Zephyrus* 26-27:7-30.
- Messeri P. 1975. Resti umani (denti e parti dell'arto inferiore) provenienti da strati musteriori a grotta Marina di Camerota (Salerno). *Atti della XVII Riunione Scientifica*.
- Michel V, Delanghe-Sabatier D, Bard E, Barroso Ruiz C. 2013. U-series, ESR and 14C studies of the fossil remains from the Mousterian levels of Zafarraya Cave (Spain): a revised chronology of Neanderthal presence. *Quaternary Geochronology*(0).
- Michel V, Shen G, Shen C-C, Fornari M, Vérati C, Gallet S, Sabatier D. 2011. Les derniers *Homo heidelbergensis* et leurs descendants les néandertaliens : datation des sites d'Orgnac 3, du Lazaret et de Zafarraya. *Comptes Rendus Palevol* 10(7):577-587.
- Mietto P, Avanzini M, Rolandi G. 2003. Palaeontology: Human footprints in Pleistocene volcanic ash. *Nature* 422:133.
- Minugh-Purvis N. 1988. Patterns of Craniofacial Growth and Development in Upper Pleistocene Hominids. [Ph.D Dissertation]: University of Pennsylvania.
- Minugh-Purvis N, Lewandowski J. 1994. The most eastern neanderthal: deciphering the morphology of Teshik-Tash. *American Journal of Physical Anthropology* 18:127-128.
- Mottura A. 1980. Un frammento di ossi temporale di tipo neandertaliano dal Monfenera, Vercelli (Piemonte). *Antropologia Contemporanea* 3:373-379.
- Moulin MF. 1904. L'abri moustérien du Bau de l'Aubesier (Vaucluse). *Bulletin de la Société préhistorique de France*:14-20.
- Mounier A. 2009. Validité du taxon *Homo heidelbergensis* Schoetansack, 1908 [PhD]. Marseille: Université de Méditerranée.
- Mounier A, Condemi S, Manzi G. 2012. The Stem Species of Our Species: A Place for the Archaic Human Cranium from Ceprano, Italy. *PLoS ONE* 6(4).
- Mounier A, Marchal F, Condemi S. 2009. Is *Homo heidelbergensis* a distinct species? New insight on the Mauer mandible. *Journal of Human Evolution* 56(3):219-246.
- Movius HL. 1953. The Mousterian cave of Teshik-Tash, southeastern Uzbekistan, Central Asia. *Bull Am School Prehistoric Res* 17:11-71.

- Movius HL. 1975. Excavation of the abri Pataud, Les Eyzies (Dordogne). American School of Prehistoric Research, Peabody Museum, Harvard University, Cambridge, Massachusetts Bulletin 30:305 p.
- Movius HL. 1977. Excavation of the Abri Pataud, Les Eyzies (Dordogne): Stratigraphy. . American School of Prehistoric Research, Peabody Museum, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 31:167p.
- Mussi M. 2002. Earliest Italy. An overview of the Italian Paleolithic and Mesolithic: Kluwer Academic/ Plenum Publishers. 399 p.
- Muttoni G, Scardia G, Kent DV, Morsiani E, Tremolada F, Cremaschi M, Peretto C. 2011. First dated human occupation of Italy at ~0.85 Ma during the late Early Pleistocene climate transition. Earth and Planetary Science Letters 307(3-4):241-252.
- Muttoni G, Scardia G, Kent DV, Swisher CC, Manzi G. 2009. Pleistocene magnetochronology of early hominin sites at Ceprano and Fontana Ranuccio, Italy. Earth and Planetary Science Letters 286(1-2):255-268.
- Olivier G. 1960. Pratique anthropologique. Paris: Vigot Frères.
- Onorati G, Combier J. 1996. Restes d'enfant et parure de coquillages du site gravettin du Marronnier (Saint-Remèze-Ardèche): témoins de l'expansion occidentale de la culture de tradition noaillienne méditerranéenne. In: Otte M., editor. Nature et Culture, Colloque de Liège, 13-17 décembre 1993: ERAUL. p 261-273.
- Orban R. 1988. Hominid Remains and up-date. Italy: Department of Anthropology and Human Genetics, Université de Bruxelles.
- Palma di Cesnola A. 1996. Le Paléolithique inférieur et moyen en Italie. Paris.
- Palma di Cesnola A, Messeri P. 1967. Quatre dents humaines paléolithiques trouvées dans les cavernes de l'Italie Méridionale. Anthropologie 71:249-262.
- Palombo MR, Mussi M, Agostini S, Barbieri M, Di Canzio E, Di Rita F, Fiore I, Iacumin P, Magri D, Speranza F, Tagliacozzo A. 2010. Human peopling of Italian intramontane basins: The early Middle Pleistocene site of Pagliare di Sassa (L'Aquila, central Italy). Quaternary International 223-224(0):170-178.
- Passarello P, Palmieri A. 1968. Studio sui resti umani di tibia e di ulna provenienti da strati pleistocenici della cava Pompei di Pofi (Frosinone). Rivista di Antropologia 55:139-162.
- Passarello P, Salvadei L, Manzi G. 1986. Il parietale umano del deposito Pleistocenico di Casal de' Pazzi (Roma).
- Penrose LS. 1954. Distance, size and shape. Annals of Eugenics 18:337-343.
- Peretto C, Amore FO, Antoniazzi A, Bahain JJ, Cattani L, Esposito P, Falguères C, Gagnepain J, Hedley I, Laurent M, Lebreton V, Longo L, Milliken S, Moneggatti P, Ollé A, Pugliese N, Renault-Miskovsky J, Sozzi M, Ungaro S, Vannucci S, Verges JM, Wagner JJ, Yokoyama Y. 1998. L'industrie lithique de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo: stratigraphie, matière première, typologie, remontages et traces d'utilisation. L'Anthropologie 102(4):1-120.
- Pesce Delfino V, Vacca E. 1993. An Archaic human skeleton discovered at Altamura (Bari, Italy). Riv Antropol 71:249-257.
- Pesce Delfino V, Vacca E. 1995. The Altamura Human Skeleton: discovery and in situ examination. In: Beinhauer KW, Kraatz R, and Wagner GA, editors. *Homo erectus heidelbergensis* von Mauer - Kolloquium I, 20 - 22 Januar 1995. Sigmaringen.
- Peyrony D. 1920. Le Moustérien - ses faciès. Association Française pour l'avancement des Sciences. Strasbourg. p 1-2.
- Peyrony D. 1934. La Ferrassie. Préhistoire 3:1-92.
- Piperno M. 1976. Analyse du sol Moustérien de la Grotte Guattari au Mont Circé. Quaternaria 19:71-92.
- Piperno M, Giacobini G. 1991. A Taphonomic Study of the Paleosurface of Guattari Cave (Monte Circeo, Latina, Italy). Quaternaria Nova 1:143-161.
- Piperno M, Mallegni F, Yokoyama Y. 1990. Découverte d'un fémur humain dans les niveaux acheuléen à Notarchirico (Venosa, Basilicate). C R Acad Sci Paris 311(II):1091-1102.
- Piveteau J. 1966. La grotte de Regourdou (Dordogne). Annales de Paléontologie (Vertébrés) LII:163-194.

- Ponce de Leon MS, Golovanova L, Doronichev V, Romanova G, Akazawa T, Kondo O, Ishida H, Zollikofer CPE. 2008. Neanderthal brain size at birth provides insights into the evolution of human life history. *PNAS* 105(37):13764-13768.
- Ponce de Leon MS, Zollikofer CPE. 2001. Neanderthal cranial ontogeny and its implications for latehominid diversity. *Nature* 412.
- Pruner-Bey. 1865-1875. An account of the human bones found in the cave of Cro-Magnon in Dordogne. In: Lartet E., and Christy H., editors. *Reliquiae Aquitanicae: being Contributions to Anthropology and Paleontology of Périgord and the Adjoining Provinces of Southern France*. Londres: William and Morgate. p 73-92.
- Psathi E. 2003. Les sites d'Arma delle Manie et de la Caverna delle Fate (Ligurie, Italie). Etudes paléontologiques, archéozoologique et biostratigraphique de la grande faune. [Doctorat]. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle. 612 p.
- Quam R, Martinez I, Arsuaga JL. 2011. New Observations on the Human Fossils from Petit-Puymoyen (Charente). *PaleoAnthropology* 2011:95-105.
- Radmilli AM, Boschian G. 1996. Gli Scavi a Castel di Guido. Il più antico giacimento di cacciatori del Paleolitico inferiore nell'Agro Romano.
- Radovic J, Smith FH, Trinkaus E, Wolpoff MH. 1988. The Krapina Hominids: An illustrated catalog of skeletal collection. In: Museum CNH, editor. Zagreb.
- Rak Y. 1991. The pelvis. In: Bar-Yosef O. VBE, editor. *Le squelette moustérien de Kebara 2*. Paris: Editions du CNRS.
- Rak Y. 1993. Morphological variation in *Homo neanderthalensis* and *Homo sapiens* in the Levant: a biogeographic model. In: Kimbel W. MLE, editor. *Species, Species Concepts, and Primate Evolution*. New York: Plenum Press. p 523-536.
- Rak Y, Ginzburg A, Geffen E. 2002. Does *Homo neanderthalensis* play a role in modern human ancestry? The mandibular evidence. *American Journal of Physical Anthropology* 119(3):199-204.
- Rak Y, Kimbel WH, Hovers E. 1994a. A Neandertal infant from Amud Cave, Israel. *Journal of Human Evolution* 119:199-204.
- Rak Y, Kimbel WH, Hovers E. 1994b. A Neandertal infant from Amud Cave, Israel. *Journal of Human Evolution* 26:313-324.
- Rak Y, Kimbel WH, Hovers E. 1996. On Neandertal autapomorphies discernible in Neandertal infants: a response to Creed-Miles et al. *Journal of Human Evolution* 30(2):155-158.
- Ramirez Rozzi FV, Bermudez de Castro JM. 2004. Surprisingly rapid growth in Neanderthals. *Nature* 428.
- Ramirez Rozzi FV, Sardi M. 2007. Crown-formation time in Neandertal anterior teeth revisited. *Journal of Human Evolution* 53:108-113.
- Raynal JP. 1990. Essai de datation directe. In: Raynal JP, Pautrat, Y. (Eds.), editor. *La Chapelle-aux-Saints et la préhistoire en Corrèze*. Limousin.
- Raynal JP, Pautrat Y. 1990. L'outillage. In: Raynal JP, Pautrat, Y. (Eds.), editor. *La Chapelle-aux-Saints et la préhistoire en Corrèze*. Limousin: Association pour la Recherche Archéologique en Limousin. p 28-35.
- Richardson MK. 1999. Vertebrate evolution: the developmental origins of adult variation. *Bioessays* 21:604-613.
- Rightmire GP. 1990. *The Evolution of Homo erectus*. Comparative Anatomical Studies of an Extinct Human Species. Cambridge. 260 p.
- Rightmire GP. 1998. Human evolution in the Middle Pleistocene: the role of *Homo heidelbergensis*. *Evol Anthropol* 6:218-227.
- Rink WJ, Schwarcz HP, Smith FH, Radovic J. 1995. ESR ages for Krapina hominids. *Nature* 378(6552):24-24.
- Robinson CA, Williams FL. 2010. Quantifying Mental Foramen Position in Extant Hominoids and *Australopithecus*: Implications for its Use in Studies of Human Evolution. *The Anatomical Record* 293:1337-1349.
- Rosas A. 1995. Seventeen new mandibular specimens from the Atapuerca/Ibeas Middle Pleistocene Hominids sample (1985-1992). *Journal of Human Evolution* 28(6):533-559.

- Rosas A. 1997. A gradient of size and shape for the Atapuerca sample and Middle Pleistocene hominid variability. *Journal of Human Evolution* 33(2–3):319-331.
- Rosas A. 2001. Occurrence of Neanderthal features in mandibles from the Atapuerca-SH site. *American Journal of Physical Anthropology* 114(1):74-91.
- Rosas A, Bastir M. 2004. Geometric morphometric analysis of allometric variation in the mandibular morphology of the hominids of Atapuerca, Sima de los Huesos site. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology* 278A(2):551-560.
- Rosas A, Bastir M, Martínez-Maza C, Bermúdez de Castro JMa. 2002. Sexual dimorphism in the Atapuerca-SH hominids: the evidence from the mandibles. *Journal of Human Evolution* 42(4):451-474.
- Rosas A, Bermúdez De Castro JM. 1998. The Mauer mandible and the evolutionary significance of *Homo heidelbergensis*. *Geobios* 31(5):687-697.
- Rosas A, Martinez-Maza C. 2010. Bone remodeling of the *Homo heidelbergensis* mandible; the Atapuerca-SH sample. *Journal of Human Evolution* 58(2):127-137.
- Rosas A, Martinez-Maza C, Bastir M, Garcia -Taberner A, Fox CL, Huguet R, Ortiz JE, Julià R, Soler V, de Torres T, Martinez E, Canavera JC, Sanchez-Moral S, Cuezva S, Lario J, Santamaria D, de la Rasilla M, Fortea J. 2006. Paleobiology and comparative morphology of a late Neanderthal sample from El Sidron, Asturias, Spain. *PNAS* 103(51):19266-19271.
- Rossi A. 1961. Studio del secondo metatarsale e di un frammento di femore umani rinvenuti nel sedimento delle ghiaie della Sedia del Diavolo (Roma), pertinente alla Glaciazione Nomentana. *Quaternaria* 5:342-344.
- Roth H. 1989. Comparison of the mandibular arcade shape of fossil hominids with special emphasis on Atapuerca I. In: (Ed) GG, editor. *Hominidae Proceedings of the Second International Congress of Human Paleontology*. Milano: Jaca. p 257-265.
- Roth H, Simon C. 1993. Situation de l'homme de Banyoles: Anténéandertalien ou Néandertalien? Une évaluation métrique de l'arcade dentaire. In: (Ed) MJ, editor. *La Mandibula de Banyoles en el Context dels Fossils Humans del Pleistocè*. Girona: Centre d'Investigacions Arqueològiques. p 165-178.
- Rougier H. 2003. Etude descriptive et comparative de Biache-Saint-Vaast 1 (Biache-Saint-Vaast), Pas-de-Calais, France) [PhD thesis]. Bordeaux: Université de Bordeaux 1.
- Rougier H, Crevecœur I, Fiers E, Hauzeur A, Germonpré M, Maureille B, Semal P. 2004. Collections de la Grotte de Spy: (re)découvertes et inventaire anthropologique. *Notae Praehist* 24:181-190.
- Rubini M, Bonafede E, Mogliazza S, Mallegni F. 1999. New considerations on Ponte Mammolo fossil femur (Middle Pleistocene, Rome, Italy). *Arch Antrop Etn* 129:145-161.
- Sandgathe DM, Dibble HL, Goldberg P, McPherron SP. 2011. The Roc de Marsal Neanderthal child: A reassessment of its status as a deliberate burial. *Journal of Human Evolution* 61(3):243-253.
- Sasaki C, Suzuki H, Takagi Y, Kozawa Y, Dodo Y. 1995. Age determination with enamel cross striation of fossil man. *Acta Anatomica Nipponica Supplement* 70:171.
- Schoetensack O. 1908. Der Unterkiefer des *Homo Heidelbergensis* aus den Sanden von Mauer bei Heidelberg. Leipzig. 67 p. p.
- Schultz AH. 1924. Growth studies on primates bearing upon man's evolution. *American Journal of Physical Anthropology* 56:149-164.
- Schvoerer M, Rouanet JF, Navailles H, Debénath A. 1977. Datation absolue par thermoluminescence des restes humains antéwürmiens de l'abri Suard, à la Chaise-de-Vouthon (Charente). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 284:1979-1982.
- Schwarcz HP, Bietti A, Buhay WM, Stiner MC, Grun R, Segre A. 1991a. On the Reexamination of Grotta Guattari: Uranium-Series and Electron-Spin-Resonance Dates. *Current Anthropology* 32(3):313-316.
- Schwarcz HP, Buhay W, Grün R, Stiner M, Kuhn S, Miller GH. 1991b. Absolute dating of sites in coastal Lazio. *Quaternaria Nova* 1:61-67.

- Schwarcz HP, Buhay W, Grun R, Stiner MC, Kuhn S, Miller GH. 1990-91. Absolute dating of sites in coastal Lazio. *Quaternaria Nova* 1:1990-1991.
- Schwarcz HP, Buhay W, Grun R, Valladas H, Tchernov E, Bar-Yosef O, Vandermeersch B. 1989. ESR Dating of the Neanderthal Site, Kebara Cave, Israel. *Journal of Archaeological Science* 16:653-659.
- Schwarcz HP, Debénath A. 1979. Datation absolue des restes humains de la Chaise de Vouthon (Charente) au moyen du déséquilibre des séries d'Uranium. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 288:1155-1157.
- Schwarcz HP, Grün R, Vandermeersch B, Bar-Yosef O, Valladas G, Tchernov E. 1988. ESR dates for the hominid burial of Qafzeh in Israel. *Journal of Human Evolution* 17:733-737.
- Schwartz JH, Tattersall I. 2000. The human chin revisited: what is it and who has it? *Journal of Human Evolution* 38(3):367-409.
- Schwartz JH, Tattersall I. 2002a. *The Human Fossil Record : Craniodental Morphology of Genus Homo (Africa and Asia)*. New York: Wiley-Liss.
- Schwartz JH, Tattersall I. 2002b. *The Human Fossil Record : Terminology and Craniodental Morphology of Genus Homo (Europe)*. New York: Wiley-Liss.
- Schwartz JH, Tattersall I. 2006. Morphology, Variability, and Systematics: Lessons from Krapina. *Periodicum Biologorum* 108(4):389-401.
- Segre A, Ascenzi A. 1984. Fontana Ranuccio: Italy's Earliest Middle Pleistocene Hominid Site. *Current Anthropology* 25(2):230-233.
- Segre AG. 1991. Géomorphologie et Stratigraphie de la grotte Guattari au Mont Circé (Latina). *Quaternaria Nova* 1:97-106.
- Semal P, Rougier H, Crevecoeur I, Jungels C, Flas D, Hauzeur A, Maureille B, Germonpré M, Bocherens H, Pirson S, Cammaert L, De Clerck N, Hambucken A, Higham T, Toussaint M, van der Plicht J. 2009. New data on the late Neandertals: Direct dating of the Belgian Spy fossils. *American Journal of Physical Anthropology* 138(4):421-428.
- Sergi S. 1917-18. La mandibula di Banolas. *Revista di Antropologia* 22:311-315.
- Sergi S. 1944. Craniometria e craniografia del primo paleoantropo di Saccopastore. *Ricerche di Morfologia* 20-21:733-791.
- Sergi S. 1948a. Il cranio del secondo paleoantropo di Saccopastore. *Paleontogra Ital* 42:25-164.
- Sergi S. 1948b. The palaeanthropi in Italy: the fossil men of Saccopastore and Circeo. *Man* 48:61-64, 76-79.
- Sergi S. 1954. La mandibola neandertaliana Circeo II. *Riv Antropol* 41:305-344.
- Sergi S. 1974. *Il cranio Neandertaliano del Monte Circeo*. Roma: Accademia Nazionale del Lincei.
- Sergi S, Ascenzi A. 1955. La mandibola neandertaliana Circeo III (Mandibola B). *Riv Antropol* 42:337-403.
- Shea BT. 1981. Relative growth of the limbs and trunk in the African apes. *American Journal of Physical Anthropology* 56:179-201.
- Simek J. 1991. Stone tool assemblages from Krapina (Croatia, Yugoslavia). In: Montet-White A., and(eds) HS, editors. *Raw Material Economies among Prehistoric Hunter Gatherers: University of Kansas Publications in Anthropology, Lawrence*. p 59-71.
- Simek J, Smith FH. 1997. Chronological changes in stone tool assemblages from Krapina (Croatia). *Journal of Human Evolution* 32:561-575.
- Simone S. 1968-69. Les formations de la mer du Mindel-Riss et les brèches à assements rissiens de la grotte du Prince (Grimaldi, Ligurie italienne). *Bull Mus Anthropol Préhist Monaco* 15:5-90.
- Singleton M. 2002. Patterns of cranial shape variation in the Papionini (Primates: Cercopithecinae). *Journal of Human Evolution* 42(5):547-578.
- Skinner M. 1997. Dental wear in immature late Pleistocene European Hominines. *Journal of Archaeological Science* 24:677-700.
- Slimak L, Plisson H. 2008. La sépulture paléolithique de l'enfant du Figuier (Ardèche, France): emboîtement d'une symbolique funéraire. In: Bailly M, and Plisson H, editors. *La valeur fonctionnelle des objets sépulcraux, Actes de la table ronde d'Aix-en-Provence, 25-27 octobre 2006, Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*. p 29-38.
- Smith FH. 1976a. The Neandertal remains from Krapina. 359 p.

- Smith FH. 1976b. The Neandertal Remains from Krapina: A descriptive and comparative analysis.: University of Tennessee.
- Smith FH. 1978. Evolutionary significance of the mandibular foramen area in neandertals. *American Journal of Physical Anthropology* 48(4):523-531.
- Smith TM, Tafforeau P, Reid DJ, Pouech J, Lazzari V, Zermeno JP, Guatelli-Steinberg D, Olejniczak AJ, Hoffman A, Radovčić J, Makaremi M, Toussaint M, Stringer C, Hublin J-J. 2010. Dental evidence for ontogenetic differences between modern humans and Neanderthals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Smith TM, Toussaint M, Reid DJ, Olejniczak AJ, Hublin JJ. 2007. Rapid dental development in a Middle Paleolithic Belgian Neanderthal. *PNAS* 104(51):20220-20225.
- Solecki RS. 1963. Prehistory in the Shanidar Valley, Iraq. *Science* 139:179-193.
- Solecki RS, Solecki RL. 1993. The pointed tools from the Mousterian occupations of Shanidar Cave, northern Iraq. In: Olszewski D, Dibble, H.L. (Eds.), editor. *The Paleolithic Prehistory of the Zagros-Taurus*. University of Pennsylvania Museum of Archaeology, Philadelphia. p 119-146.
- Soressi M. 2002. Le Moustérien de tradition acheuléenne du sud-ouest de la France. Discussion sur la signification du faciès à partir de l'étude comparée de quatre sites: Pech-de-l'Azé I, Le Moustier, La Rochette et la Grotte XVI. Bordeaux: Université de Bordeaux I.
- Soressi M. 2011. Révision taphonomique et techno-typologique des deux ensembles attribués au Châtelperronien de la Roche-à-Pierrot à Saint-Césaire. *L'anthropologie* 115(5):569-584.
- Soressi M, Jones HL, Rink WJ, Maureille B, Tillier AM. 2006. The Pech-de-l'Azé I Neandertal child: ESR, uranium-series, and AMS 14C dating of its MTA type B context. *Journal of Human Evolution* 52:455-466.
- Spitery J. 1982. Le frontal de l'Homme de Tautavel. *Congrès International de Paléontologie Humaine*. Nice. p 21-61.
- Stefan VH, Trinkaus E. 1998a. Discrete trait and dental morphometric affinities of the Tabun 2 mandible. *Journal of Human Evolution* 34:443-468.
- Stefan VH, Trinkaus E. 1998b. La Quina 9 and Neandertal mandibular variability. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 10(3-4):293-324.
- Stiner M. 1991a. The Guattari Faunas Then and Now. *Quaternaria Nova* 1:163-192.
- Stiner MC. 1991b. The Faunal Remains From Grotta Guattari: A Taphonomic Perspective. *Current Anthropology* 32(2):103-117 CR - Copyright © 1991 The University of Chicago Press.
- Stringer C. 1990-91. A metrical study of the Guattari and Saccopastore Crania. *Quaternaria Nova* 1:621-638.
- Stringer C, Grun R, Schwarcz HP, Goldberg P. 1989. ESR dates for the hominid burial site of Es Skhul in Israel. *Nature* 338:756-758.
- Stringer C, Hublin JJ. 1999. New age estimates for the Swanscombe hominid, and their significance for human evolution. *Journal of Human Evolution* 37:873-877.
- Stringer C, Hublin JJ, Vandermeersch B. 1984. The origin of anatomically modern human in Western Europe. In: Smith F, and Spencer F, editors. *The origins of modern humans: a world survey of the fossil evidence*. New York: Alan R. Liss. p 51-135.
- Suzuki H, Takai F. 1970. *The Amud Man and His Cave Site*. Tokyo. 439 p.
- Tanner JM. 1962. *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Tappen NC. 1985. The Dentition of the "Old Man" of La Chapelle-aux-Saints and Inferences Concerning Behavior. *American Journal Of Physical Anthropology* 67:43-50.
- Taschini M. 1979. L'industrie lithique de Grotta Guattari au Mont Circé (Latium): définition culturelle, typologie et chronologie du Pontinien. *Quaternaria* 21:179-247.
- Tattersall I, Schwartz JH. 1999. Hominids and hybrids: The place of Neanderthals in human evolution. *PNAS* 96:7117-7119.
- Teilhol V. 2001. Contribution à l'étude individuelle des ossements d'enfants de la Chaise-de-Vouthon (Charente, France): approche paléodémographique, paléoethnologique, aspect morphologique et étude métrique. *Place phylogénique des enfants de la Chaise*. [Thèse de Doctorat]. Perpignan: Université de Perpignan.

- Teilhol V. 2002. Contribution à l'étude individuelle des ossements d'enfants de la Chaise-de-Vouthon (Charente, France) : approche paléodémographique, paléoethnologique, aspect morphologique et étude métrique. Place phylogénique des enfants de la Chaise. Bulletin de la Société préhistorique française:382-384.
- Thoma A. 1975. Were the Spy Fossils Evolutionary Intermediates between Classic Neandertal and Modern Man? *Journal of Human Evolution* 4:387-410.
- Thompson JL, Nelson AJ. 2000. The place of Neandertals in the evolution of hominid patterns of growth and development. *Journal of Human Evolution* 38(4):475-495.
- Tillier AM. 1986. Quelques aspects de l'ontogénèse du squelette crânien des néanderthaliens. *Anthropos* 23.
- Tillier AM. 1988. La place des restes de Devil's Tower (Gibraltar) dans l'ontogénèse des Néanderthaliens. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*:257-266.
- Tillier AM. 1991. Des Neanderthaliens à l'homme moderne: Aspects de la biologie du développement. *El origen del hombre moderno en el suroeste de Europa*.
- Tillier AM. 1996. The Pech-de-l'Azé and Roc de Marsal children (Middle Paleolithic, France): skeletal evidence for variation in Neanderthal ontogeny. *Human Evolution* 11(113-119).
- Tillier AM. 1999. Les enfants moustériens de Qafzeh. *Interprétation phylogénétique et paléoaurologique*.
- Tillier AM, Arensburg B, Duday H. 1989. La Mandibule et les dents du Néanderthalien de Kebara (Homo 2), Mont Carmel, Israël. *Paléorient* 15:39-58.
- Tillier AM, Genet-Varcin E. 1980. La plus ancienne mandibule d'enfant découverte en France dans le gisement de La Chaise de Vouthon (Abri Suard) en Charente. *Z Morphol Anthropol* 71:196-214.
- Tilliers AM. 1979. La dentition de l'enfant moustérien Chateauneuf 2 découvert à l'abri de Haute Roche (Charente). *L'Anthropologie* 83:417-438.
- Toussaint M, Pirson S. 2006. Neandertal Studies in Belgium: 2000-2005. *Periodicum Biologorum* 108(3):373-387.
- Trinkaus E. 1975. The Neanderthals from Krapina, northern Yugoslavia: an inventory of the lower limb remains. *Z Morph Anthropol* 67:44-59.
- Trinkaus E. 1983. *The Shanidar Neandertals*. New York: Academic Press.
- Trinkaus E. 1984. Western Asia. In: Smith F. & Spencer F., editor. *The Origins of Modern Humans*. New York: Alan R. Liss. p 251-325.
- Trinkaus E. 1986. The Neandertals and Modern Human Origins. *Annual Review of Anthropology* 15(ArticleType: research-article / Full publication date: 1986 / Copyright © 1986 Annual Reviews):193-218.
- Trinkaus E. 1988. The evolutionary origins of the Neandertals or, why were there Neandertals? In: Trinkaus E., editor. *L'Homme de Neandertal*. Liège: Eraul edn. Université de Liège. p 11-29.
- Trinkaus E. 1996. A Reconstruction of the Shanidar 4 Facial Skeleton. *Paléorient* 22(1):51-66.
- Trinkaus E, Lebel S. 2001. New discoveries of Middle Paleolithic human remains from the "Bauc de l'Aubésier (Vaucluse, France)". *Bulletin et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris* 13(1-2).
- Trinkaus R. 1993. Variability in the position of the mandibular mental foramen and the identification of Neandertal apomorphies. *Riv Anthropol* 71:259-274.
- Turbon D. 1987. La mandibula de Banolas cien anos despues de su descubrimiento. *Trabajos de Antropologia* 21:77-84.
- Uelsberg G. 2006. *Roots - Wurzeln der Menschheit*. 360 p.
- Ullrich H. 2005. *The Neandertal Adolescent Le Moustier 1: New Aspects, New Results: Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz*.
- Vacca E, Alciati G. 2000. Observations anatomiques sur quelques restes humains du dépôt de la grotte de San Bernardino (Vénétie, Italie). *L'Anthropologie* 104(1):121-130.
- Valensi P, Psathi E. 2004. Faunal Exploitation during the Middle Paleolithic in South-eastern France and North-western Italy. *International Journal of Osteoarchaeology* 14:256-272.

- Valladas H, Geneste JM, Joron JL, Chadelle JP. 1986. Thermo-luminescence dating of Le Moustier (Dordogne, France). *Nature* 322:452-454.
- Valladas H, Joron JL, Valladas G, Arensburg B, Bar-Yosef O, Belfer-Cohen A, Goldberg P, Laville H, Meignen L, Rak Y, Tchernov E, Tillier AM, Vandermeersch B. 1987. Thermoluminescence dates for the Neanderthal burial site at Kebara in Israel. *Nature* 330(6144):159-160.
- Valladas H, Mercier N, Ayliffe L, Falguères C, Bahain JJ, Dolo JM, Froget L, Joron JL, Masaoudi H, Reyss JL, Moncel MH. 2008. Chronology of the middle paleolithic sequence of Payre (Ardèche, France) bases on radiometric dating methods. *Quaternary Science Review* 3(4):377-389.
- Valladas H, Mercier N, Froget L, Hovers E, Joron JL, Kimbel WH, Rak Y. 1999. TL Dates fro the Neanderthal Site of the Amud Cave, Israel. *Journal of Archaeological Science* 26:259-268.
- Valladas H, Reyss JL, Joron JL, Valladas G, Bar-Yosef O, Vandermeersch B. 1988. Thermoluminescence dating of Mousterian Proto-Cro-Magnon remains from Israel and the origin of modern man. *Nature* 331:614-616.
- Valladas H, Valladas G. 1991. Datation par la thermoluminescence de silex chauffés des grottes de Kebara et de Qafzeh. In: Bar-Yosef O, Vandermeersch, B. (Eds.), editor. *Le squelette moustérien de Kebara 2*. Paris: Editions du CNRS. p 43-47.
- Vallois HV, Billy G. 1965. Nouvelles recherches sur les hommes fossiles de l'abri de Cro-Magnon. *L' Anthropologie* 69:7-74.
- Valoch K. 1968. Evolution of the Paleolithic in Central and Eastern Europe. *Current Anthropology* 9:351-390.
- Vandermeersch B. 1966. Nouvelles découvertes de restes humains dans les couches Levalloiso-moustériennes du gisement de Qafzeh (Israël). *C R Acad Sci Paris* 262(D):1434-1436.
- Vandermeersch B. 1969. Les nouveaux squelettes moustériens découverts à Qafzeh et leur signification. *C R Acad Sci Paris* 368(D):2562-2565.
- Vandermeersch B. 1970. Une sépulture moustérienne avec offrandes découverte dans la grotte de Qafzeh. *C R Acad Sci Paris* 270(D):298-301.
- Vandermeersch B. 1981. Les hommes fossiles de Qafzeh (Israël). Paris:CNRS.
- Vandermeersch B. 2007. Qafzeh, histoire des découvertes. *Bulletin du Centre de recherche française à Jérusalem* 18:8-19.
- Vandermeersch B, Trinkaus E. 1995. The postcranial remains of the Régourdou 1 Neanderla : the shoulder and arm remains. *Journal of Human Evolution* 28:439-476.
- Vanhaeren M, 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.
- Vercoutère C. 2004. L'utilisation de l'animal comme ressource de matières premières non-alimentaires: industrie osseuse et parure. Exemple de l'abri Pataud, Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne. Paris: Muséum national d'Histoire naturelle. 266 p.
- Verna C. 2006. Les restes humains moustériens de la Station Amont de La Quina - (Charente, France). Bordeaux: Université de Bordeaux 1.
- Veyrier M, Huchard P, Obenich A. 1953. La sépulture paléolithique de la grotte du Figuier à Saint-Martin-d'Ardèche (Ardèche). *L' Anthropologie* 57(5-6):495-503.
- Villa G, Giacobini G. 1996. Neandertal teeth from Alpine caves of Monte Fenara (Piedmont, Northern Italy): description of the remains and microwear analysis. *Anthropologie* 34:55-67.
- Villa G, Giacobini G, Peretto C, Thun Hohenstein U. 1999. Neandertal teeth from the Mousterian levels of the Riparo Tagliente (Verona, N-E Italy). *Atti del XIII Congresso AAI*.
- Vogel JC, Waterbolk MT. 1963. Groningen radiocarbon dates, V. *Radiocarbon* 5:163-202.
- Vogel JC, Waterbolk MT. 1964. Groningen radiocarbon dates, V. *Radiocarbon* 6:349-369.
- Wagner GA, Krbetschek M, Degering D, Bahain J-J, Shao Q, Falguères C, Voinchet P, Dolo J-M, Garcia T, Rightmire GP. 2010. Radiometric dating of the type-site for *Homo heidelbergensis* at Mauer, Germany. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(46):19726-19730.

- White TD, Folkens PA. 2000. Human Osteology second edition. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo. 563 p.
- Williams FLE, Krovitz GE. 2004. Ontogenetic migration of the mental foramen in Neandertals and modern humans. *Journal of Human Evolution* 47(4):199-219.
- Wolpoff M. 1999. *Paleoanthropology*, 2nd ed. New York.
- Wolpoff MH. 1979. The Krapina dental remains. *American Journal of Physical Anthropology* 50:67-113.
- Wolpoff MH. 1980. Cranial remains of Middle Pleistocene European hominids. *Journal of Human Evolution* 9:339-358.
- Wolpoff MH, Smith FH, Malez M, Radovčić J, Rukavina D. 1981. Upper Pleistocene human remains from Vindija cave, Croatia, Yugoslavia. *American Journal of Physical Anthropology* 54(4):499-545.
- Yokoyama Y, Nguyen HV. 1981a. Datation directe de l'Homme de Tautavel par la spectrométrie gamma, non destructive, du crâne humain fossile Arago XXI. 292:741-744.
- Yokoyama Y, Nguyen HV. 1981b. Direct and non-destructive dating of marine sediments, manganese nodules and corals by high resolution gamma-ray spectrometry. In: Rokakuho U, editor. *Isotope Marine Chemistry*. Tokyo.
- Yokoyama Y, Shen G, Nguyen HV, Falgueres C. 1987. Datation du travertin du Banyoles à Gérone, Espagne. *Cypselia* 6:155-159.
- Zelditch ML, Fink WL. 1996. Heterochrony and heterotopy: stability and innovation in the evolution of form. *Paleobiology* 22:241-254.
- Zelditch ML, Lundrigan BL, David Sheets H, Garland T. 2003. Do precocial mammals develop at a faster rate? A comparison of rates of skull development in *Sigmodon fulviventer* and *Mus musculus domesticus*. *J Evol Biol* 16:708-720.
- Zeuner FE. 1940. *The Age of Neanderthal Man: With Notes on the Cotte de St. Brelade, Jersey, C.I.* University of London, Institute of Archaeology.



# **ANNEXES**

---

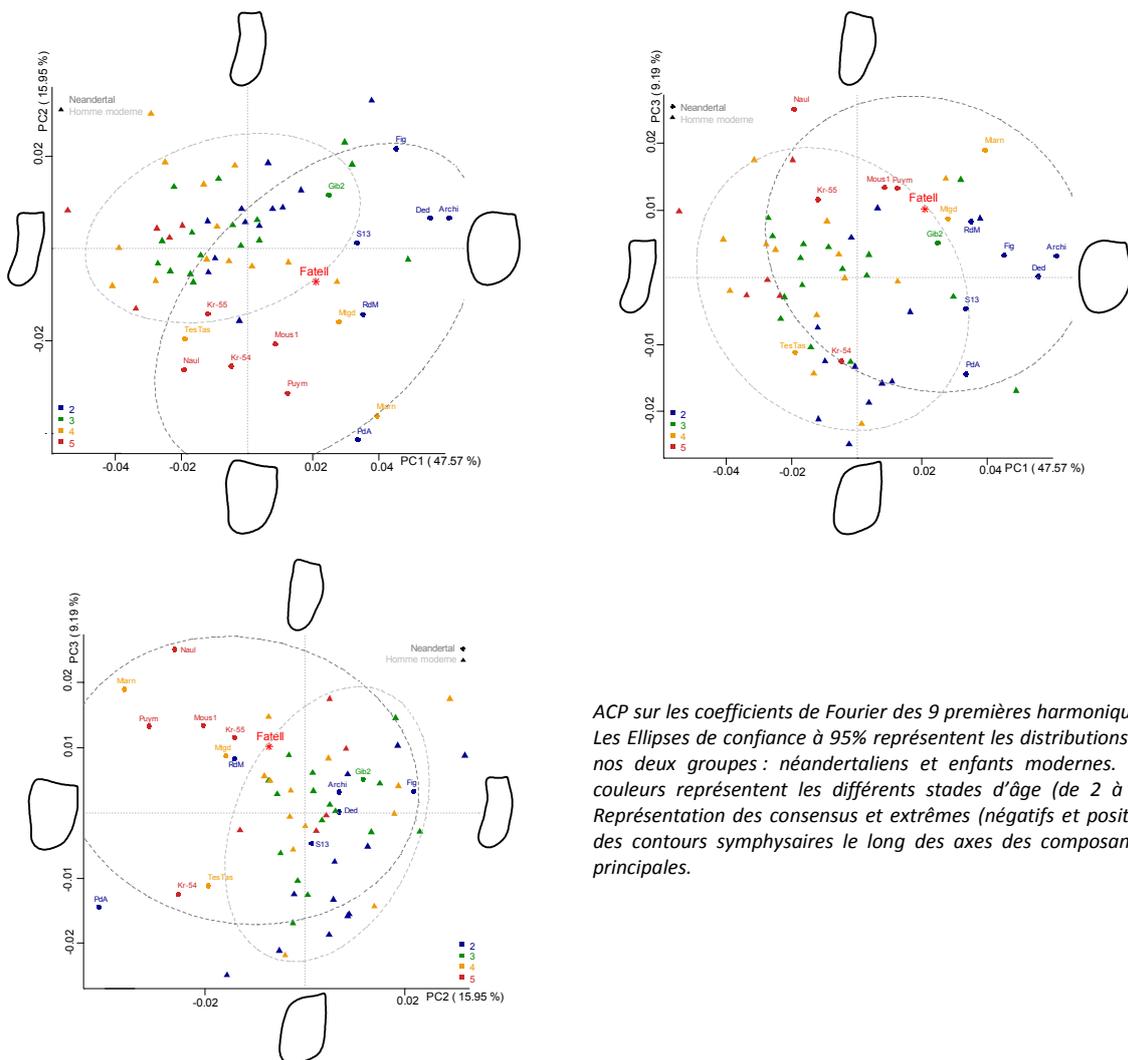


## ANNEXE 1 : Etude du contour du corps mandibule au niveau de la canine chez les enfants

### Protocole d'acquisition des points homologues :

Nous reprenons la procédure utilisée pour l'acquisition des contours symphysaires : les premiers et troisièmes landmarks correspondent au point situé entre la canine et la première prémolaire (ou première molaire déciduale) sur les faces antérieures et internes. Nous positionnons le deuxième landmark à partir du plan passant par les premiers et deuxièmes landmarks et orthogonal au plan alvéolaire.

Nous appliquons ensuite une analyse en composantes principales sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques.



ACP sur les coefficients de Fourier des 9 premières harmoniques. Les Ellipses de confiance à 95% représentent les distributions de nos deux groupes : néandertaliens et enfants modernes. Les couleurs représentent les différents stades d'âge (de 2 à 5). Représentation des consensus et extrêmes (négatifs et positifs) des contours symphysaires le long des axes des composantes principales.



OIS	Site	Restes	Description	Datation	Bibliographie	
10-13	Ceprano (Latium)		Calvaria	430 et 385 ka	(Ascenzi <i>et al.</i> 1994; Ascenzi <i>et al.</i> 1996; Ascenzi et Segre 1997b;	
	Fontana Ranuccio (Latium)		I1 G., M2G. et M2D.	458 +/- 5.7 ka	(Segre et Ascenzi 1984; Ascenzi et Segre 1996; Muttoni <i>et al.</i> 2009)	
	Cava Pompei (Pofi, Latium)	Pofi 1		Portion d'Ulna	368 ka	(Passarello et Palmieri 1968; Orban 1988)
		Pofi 2		Portion de tibia D.		
		Pofi 3		Fragment d'os pariétal		
	Venosa-Notarchirico (Basilicate)	Venosa 1		diaphyse fémorale droite	360ka	(Piperno <i>et al.</i> 1990; Belli <i>et al.</i> 1991)
	Riparo di Visogliano (Frioul)	Visogliano 1		M3 D.	500-400ka	(Mallegni et Tozzi 1986; Cattani <i>et al.</i> 1991; Abbazzi <i>et al.</i> 2000; Mallegni <i>et al.</i> 2002)
		Visogliano 2		Mandibule incomplète: région		
		Visogliano 3		M2 D.		
		Visogliano 4		P3 G.		
Visogliano 5			P4 G.			
Visogliano 6			M1 D.			
6-9	Casal de Pazzi (Latium)	Casal de' Pazzi 1	Fragment d'un quadrant postéro-médial	300-250ka	(Passarello <i>et al.</i> 1986; Manzi <i>et al.</i> 1990)	
	Castel di Guido (Latium)	CdG 1		Fragment distal d'un fémur droit	300ka	(Mallegni 1981a; Mallegni <i>et al.</i> 1981; Longo <i>et al.</i> 1982; Mallegni et Radmilli 1988; Orban 1988; Radmilli et Boschian 1996)
		CdG 2		Fragment proximal d'un fémur gauche		
		CdG 3		Fragment d'os occipital: fosse occipitale		
		CdG 4		Maxillaire droit incomplet		
		CdG 5		Fragment d'os pariétal droit		
		CdG 6		Os temporal		
	Grotta del Poggio (Campagne)	Grotta del Poggio 1		M1 G.	OIS 6-9	(Palma di Cesnola et Messeri 1967; Messeri P. 1975; Messeri et Palma di Cesnola 1976; Orban 1988; Palma di Cesnola 1996)
		Grotta del Poggio 2		Astragale gauche		
	Grotta del Principe (Ligure)	Grotta del Principe 1		Os Iliaque droit ♀	210-230 ka	(Simone 1968-69; de Lumley 1972b; Orban 1988)
	Polledrara di Cecanibio (Latium)			dm sup. enfant 5-10 ans	340-320 ka	(Anzidei <i>et al.</i> 2004; Anzidei <i>et al.</i> 2012)
	Ponte Mammolo (Latium)	Ponte Mammolo 1		Portion de diaphyse fémorale droite	250ka	(Biddittu <i>et al.</i> 1987; Rubini <i>et al.</i> 1999)
	Sedia del Diavolo (Latium)	SdD1		Portion d'un fémur	250ka	(Blanc 1956; Rossi 1961; Mallegni 1986)
SdD2			2ème métatarse droit			
Roccamonfina (Campanie)			empreintes de pieds	350 ka	(Mietto <i>et al.</i> 2003)	

OIS	Site	Restes	Description	Datation	Bibliographie
3-5	Altamura (Pouilles)	Altamura 1	Crâne et éléments postcrâniens		(Pesce Delfino et Vacca 1993, 1995)
	Saccopastore (Latium)	Saccopastor	Crâne + M2D. sup., M3D. sup., M1G. sup., M2G. sup.,	120-130 ka	(Sergi 1944, 1948a, b; Condemi 1992)
		Saccopastor	Crâne + toutes les dents du maxillaire sauf I.		
	Ciota Ciara (Piedmont)	Ciota Ciara 1	Ecaille d'os temporal droit	OIS 5	(Mottura 1980; Giacobini 1992; Villa et Giacobini 1996)
		Ciota Ciara 2	M2 D. inf.		
		Ciota Ciara 3	P3 D. sup. enfant		
	Grotta della "Ciatarun" (Piedmont)	Ciaturun 1	C. D.	OIS 3-5	(Villa et Giacobini 1996)
	Caverna delle Fate (Ligure)	Le Fate I	Os frontal d'un enfant de 8-10 ans	75 et 82 ka	(Giacobini <i>et al.</i> 1982; Giacobini et de Lumley 1983, 1984; Giacobini <i>et al.</i> 1984; Giacobini et de Lumley 1988; Giacobini 1992)
		Le Fate II	Hémimandibule gauche d'un enfant de 8-10 ans		
		Le Fate III	Fragment du segment latéral droit de mandibule		
		Le Fate IV	Portion supérieur de l'écaille occipitale		
		Le Fate V	dm2 G. inf. (4-5 ans)		
		Le Fate VI	M1 D. inf.		
		Le Fate VII	P3 D. sup.		
		Le Fate VIII	P3 G. sup.		
		Le Fate IX	Fragment de M. sup.		
		Le Fate X	Phalangine main (5ème doigt?)		
		Le Fate XI	I2 G. sup.		
		Le Fate XII	M2 G. inf.		
		Le Fate XIII	M1 D. sup.		
Ca'Verde (Vénétie)	Ca'Verde 1	Région glabellaire d'un frontal.	OIS 5	(Corrain 1963)	
Grotta del Bambino (Pouilles)	Leuca 1	M2 sup. G.	OIS 5	(Blanc 1961)	
Grotta Maggiore di San Bernardino (Colli Berici, Vénétie)	San	Phalange distale (métacarpe)	75 +/-6 ka - 40 ka	(Falguères <i>et al.</i> 1996; Vacca et Alciati 2000)	
	San	M (M3 D inf.?)			
	San	di2 G. inf.			
Buca del Tasso (Toscane)	Buca del	Diaphyse fémorale G. (9 ans)	> 40 ka OIS	(Cotrozzi <i>et al.</i> 1985)	
Riparo Mezzena (Vénétie)		Mandibule incomplète		(Corrain 1968; Condemi <i>et al.</i> 2012)	
		13 fragments dont 2 postcrâniens. Les autres frontaux,			
Grottoni di Calascio (Abruzzes)	Calascio 1	Tête fémorale droite d'un individu de 12-14 ans	OIS 4	(Mallegni 1981b)	
Riparo del Molare (Campanie)	Molare 1	Mandibule d'un enfant de 3-4 ans comprenant; dm1 D. + dm2 D. + dm1 G. + dm2 G.	OIS 4	(Mallegni et Ronchitelli 1987; Mallegni et Ronchitelli 1989)	

OIS	Site	Restes	Description	Datation	Bibliographie
35	Grotta Taddeo (Marina di Camerota, Campanie)	Taddeo 1	C D. inf.	OIS 4	(Messeri P. 1975; Messeri et Palma di Cesnola 1976)
		Taddeo 2	P3 D.		
		Taddeo 3	M1 D.		
		Taddeo 4	M1 D. inf. (5-6 ans)		
	Grotta di Santa Croce (Pouilles)	Bisceglie 1	Dipahyse fémorale droite (trochanter)	OIS 3-4	(Mallegni <i>et al.</i> 1987)
	Riparo Tagliente (Vénétie)	Tagliente 3	dm2 sup. D.	OIS 3-4	(Bartolomei <i>et al.</i> 1982; Villa <i>et al.</i> 1999)
		Tagliente 4	dc sup. G.		
	Grotta de Fossellone (Latium)	Fossellone 3	Fragment de région symphysaire et PM3 G., M1 G., M2G. (10	OIS 3	(Mallegni 1992a; Mallegni 1992b)
	Guattari (Latium)	Guattari 1	Crâne d'individu adulte	54-51 ka	(Blanc 1939; Piperno 1976; Condemi 1990-91; Mallegni 1990-91; Manzi G. 1990-91; Schwarcz <i>et al.</i> 1991a)
		Guattari 2	Mandibule incomplète. Adulte + M3D. Inf.		
		Guattari 3	Mandibule incomplète d'individu adulte		
	San Francesco di Archi (Reggio Calabria,	Archi 1	Mandibule d'un enfant de 3 ans comprenant: dm1 D. + dm2	40 ka	(Ascenzi et Segre 1971a; Ascenzi et Segre 1971b;
	Grotta Breuil (Latium)	GBr.H1	angle mastoïdien d'un os pariétal G. d'un individu adulte	OIS 3 tardif	(Manzi G. et Passarello P. 1989, 1995)
		GBr.H2	Couronne M G. inf.		
		GBr.H3	M3G.		
	Grotta di Torre dell'Alto (Pouilles)	Torre dell'Alto 1	C. D. sup.	OIS 3	(Borzatti von Löwenstern 1969)
	Grotta Santa Lucia superiore (Ligure)		Fémur G. & phalanges	OIS 3	(Cauche 2007)
	Madonna dell'Arma (Ligure)		4 restes crâniens		
	Ianni di S. Calogero (Calabre)	Nicotera 1	Os parietal gauche d'un enfant de 2-3ans	OIS 3-5	(Bonfiglio <i>et al.</i> 1986)
	Fondo Cattié (Lecce, Pouilles)	Maglie 1	M3 D. inf.	OIS 3-5	(Borgognini Tarli 1983)
	Cava Nuzzo (Pouilles)	Melpignano 1	PM1 sup. D. d'un jeune adulte	OIS 3-5	(Bologna <i>et al.</i> 1994)
	Grotta del Capelvenere (Pouilles)		M1 sup. D	OIS 3-5	(Capasso 1981)
	Grotta di Fumane (Vénétie)	Fumane 1	dm2 inf.	38250 - 38800	(Bartolomei <i>et al.</i> 1992; Giacobini 1992)
Fumane 3		I2 G. sup.			
Grotta del Cavallo (Pouilles) ?	Cavallo 1	dm2 inf. G.	45000-43000	(Palma di Cesnola et Messeri 1967; Messeri et Palma di Cesnola 1976; Benazzi <i>et al.</i> 2011)	
	Cavallo 2	dm1 sup. G.			
	Cavallo 3	dm2 sup. D.			



### ANNEXE 3 : Abstract communication ESHE 23-24 septembre 2011

#### Morphological and morphometric analysis of the Middle Pleistocene hominin mandible from Payre (Ardèche, France)

**Auteurs:** Christine Verna, Antoine Balzeau, Florent Detroit, Dominique Grimaud-Hervé, Julie Arnaud, Kornelius Kupczik, Marie-Antoinette De Lumley, Hélène Valladas, Norbert Mercier, Jean-Jacques Bahain, Christophe Falguères, Simone Bertrand, Bernard Riou & Marie-Hélène Moncel

In June 2010, a hominin mandible from an old adult was discovered at the site of Payre (Ardèche, France). The specimen was found in the level Ga that is radiometrically dated to the end of MIS 8/beginning of MIS 7, a time period for which very few fossils are known in Europe.

This piece retains the complete symphyseal region, most of the right lateral corpus until the level of the right second molar, and a tiny infero-posterior portion of the right ramus. Two teeth, the right P4 and M1, and part of the M2 (whose crown is broken) are preserved in situ.

High-resolution micro-CT scan data were acquired and reveal details of the internal anatomy and dental tissues. These data also allowed us to reconstruct the mandibular body by symmetry.

We present a detailed comparative analysis of this specimen that includes morphological features as well as morphometrics analyses. Our comparative samples encompass specimens attributed to the Neandertal taxa — divided into early (MIS 7-5e) and late Neandertals (MIS 5d-3) — as well as European Middle Pleistocene specimens that are generally attributed to *Homo heidelbergensis*. Discrete morphological features of the mandibular body present on the Payre mandible are compared to their frequency distribution in the comparative samples. 3D metrics include the height and breadth of the body as well as symphyseal angles and cross section geometry. Linear measurements are analysed through univariate and multivariate analyses. We also present the results of Geometric Morphometric analyses in order to take into account size-related shape changes.

The Payre mandible shows a combination of primitive and Neandertal-like features and is characterized in particular by a receding symphyseal profile without any element of the *mentum osseum*, a posterior and inferior location of a single mental foramen and a posterior location of the *prominentia lateralis*. Its mandibular body is tall and thick, with values at the M1 exceeding those of all the Neandertals included in our samples. By its dimensions and combination of features, Payre falls well within the variation of Middle Pleistocene European hominins, including the range of variation observed among the Sima de los Huesos sample. Compared to stages 6-5e Neandertals, Payre differs from the majority of them by the more archaic morphology of its symphysis and inner corpus.

Overall, our analyses show that the mandible from Payre exhibits an archaic and robust symphysis whereas the lateral corpus is less robust and shows a more derived morphology. Although there is a general agreement that Neandertals represent a hominin lineage rooted in Europe during MP times, the tempo and mode of evolution in the Neandertal lineage and the taxonomy of late Middle Pleistocene European hominins are the subject of debate.

In this context, our results underline the mosaic pattern of change in the evolution of the European lineage and that the total pattern of Neandertal derived morphology was not achieved at the beginning of the stage 7.

Acknowledgements: For the micro-CT scanning procedure, we thank B. Mora and F. Goussard, AST-RX platform (Accès Scientifique à la Tomographie à Rayons X), UMS 2700 «Outils et méthodes de la systématique intégrative», CNRS-MNHN, Paris, France



## ANNEXE 4 : Abstract Poster ESHE 21-22 septembre 2012

### **Morphological and morphometric study of the mandibular symphysis with Elliptic Fourier Analysis: an application on Neanderthal children.**

The aim of this research is to highlight the morphological differences on the mandible between Neanderthal and modern human children, and especially shape differences of the symphysis.

Neanderthal morphology is well known and considerably documented. Numerous morphometric and morphological studies showed that several features are peculiar to *Homo neanderthalensis* (autapomorphies).

These derived features are observable on all the skeletal parts but the cranium and the mandible are generally acknowledged to allow a more accurate diagnosis of Neanderthal specimens. On the mandible, among the most evident features are the absence of a chin, a posterior position of the mental foramen and a wide retromolar space.

The appearance of such features during individual development is an important question for the understanding of the evolution of *Homo neanderthalensis*.

Several studies, especially on dental and cranial structures, allowed to hypothesize about the appearance of such features during the individual development of Neanderthal specimens. Juvenile remains, although there is a high intraspecific variability, show adults features early in the growth compared to *Homo sapiens*, which indicate precocity in the maturation. In this present study, we tried to test this hypothesis through the study of the outline of the symphysis

The sample is composed of 11 mandibles of infant *Homo neanderthalensis* compared to a reference collection which includes 45 mandibles of infant *Homo sapiens* (Neolithic and protohistoric time periods). All the specimens were classified into five growth stages, from an incomplete deciduous dentition (stage 1) to the beginning of the eruption of the third molar (stage 5). In order to test for the presence of adult features on the juvenile mandibles, we add a reference collection including 43 adult mandibles of *Homo sapiens* and *Homo neanderthalensis*.

We compare the symphyseal profiles in 2D using Elliptic Fourier Analysis (EFA). Each outline was built from 3 anatomical landmarks (*Infradentale*, Intersection of digastrics fossae, projection of the *Infradentale* on the lingual face) and 41 semi-landmarks digitized on the 3D models of the mandibles (realized with a NextEngine surface scanner). Prior to statistical analyses, raw data were transformed into 2D through a simple procedure of dimensionality reduction (PCA). Fourier descriptors were analyzed with PCA and FDA, using the dental eruption stages and the species as *a priori* groups for the latter.

The results show structural differences between Neanderthals and modern human infants from the same dental age not only on the general size of the mandible but also on the shape of the symphysis profile. Thus, this research gives further perspectives on the utilization of the symphysis for the diagnosis of Neanderthal specimens. In terms of individual development, the FDA on Neanderthal infants compared to adults shows that from dental stage 4 (beginning of the eruption of the second molar), the juvenile specimens exhibit already an adult morphology. This result is in line with the hypothesis of a faster maturation process in Neanderthals compared to *H. sapiens*.

Acknowledgment: Pr. Carlo Peretto, Pr. Dominique Grimaud-Hervé, Pr. Giorgio Manzi, Pr. Giacomo Giacobini, Dr. Florent Detroit, Dr. Antoine Balzeau, Dr. Raffaele Sardella, Dr. Luca Bellucci, Luciano Bruni.



## ANNEXE 5 : Abstract Journées de la SAP 23-25 janvier 2013

### Etude du profil symphysaire des mandibules de Guattari II et III par analyse de Fourier elliptique

Les mandibules de Guattari II et III découvertes au Mont Circé en 1939 et 1950, datées entre 57 000 et 51 000 ans B.P. sont représentatives des populations néandertaliennes du début de l'OIS 3 de la péninsule italienne. Leur particularité réside dans leur contemporanéité et leur intégrité permettant l'étude de la variabilité interspécifique au sein d'un même site.

Les travaux sur la mise en place des autapomorphies néandertaliennes mettent en évidence une différenciation de ces caractères dans le temps et dans l'espace. Dans le temps car les fossiles considérés comme les néandertaliens les plus anciens ne présentent pas toutes les autapomorphies. Dans l'espace car les caractères dérivés sont de plus en plus accentués de l'Est vers l'Ouest. C'est à travers l'étude de la morphologie de la symphyse mandibulaire que nous avons replacé les spécimens Guattari II et III dans le contexte évolutif européen.

L'échantillon de comparaison est composé de 41 mandibules: 18 *Homo neanderthalensis*, 17 Hommes modernes et 6 fossiles du Pléistocène moyen. L'étude se base sur la comparaison des profils symphysaires en 2D grâce à une Analyse Elliptique de Fourier. Chaque contour a été construit à partir de 3 landmarks anatomiques (*Infradentale*, Intersection des fosses digastriques et projection de l'*Infradentale* sur la face linguale) et 41 semi-landmarks numérisés sur les modèles 3D des mandibules (réalisés avec un scanner surfacique NextEngine). Les données brutes obtenues ont été transformées en 2D par une procédure de réduction dimensionnelle. Les coefficients de Fourier ont été traités par analyses multivariées.

Bien que Guattari II et III soient contemporains, ils présentent d'importantes différences structurelles. Guattari II montre une morphologie générale plus gracile et s'intègre dans la variabilité des néandertaliens des OIS 3-4. Alors que Guattari III présente une morphologie proche des néandertaliens plus anciens (OIS 4-5). Nous proposons de discuter ici les interprétations possibles de ces différences.



# **TABLE DES ILLUSTRATIONS**

---



# Tableaux

---

TABLEAU 1 : EFFECTIFS ET PROVENANCES DES MANDIBULES IMMATURES. ....	54
TABLEAU 2 : SPECIMENS DE LA COLLECTION DE COMPARAISON CLASSES PAR GROUPES ET PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE (LA BIBLIOGRAPHIE CONCERNANT LES DECOUVERTES ET LES DATATIONS SONT DANS LE TEXTE). LES DEUX DERNIERES COLONNES INDIQUENT SI L'ETUDE S'EST PORTEE SUR LE SPECIMEN ORIGINAL OU LE MOULAGE. ....	56
TABLEAU 3 : DEFINITIONS DES MESURES ET ABREVIATIONS UTILISEES DANS LE TEXTE ET LES GRAPHIQUES. ....	100
TABLEAU 4 : CARACTERES MORPHOLOGIQUES ET LEURS ETATS CODES DE 1 A 3. ....	105
TABLEAU 5: ANALYSES UNIVARIEES DES DIMENSIONS LINEAIRES (EN MM) DES MANDIBULES ARCHI I ET FATE II COMPAREES AUX DIMENSIONS DES MANDIBULES D'ENFANTS NEANDERTALIENS (SENSU LATO) ET D'ENFANTS MODERNES DE CLASSES 2 A 5. N : NOMBRE D'INDIVIDUS DE L'ECHANTILLON DE COMPARAISON, M LA MOYENNE, S L'ECART-TYPE ET IC 95% L'INDICE DE CONFIANCE A 95 %.....	125
TABLEAU 6: CARACTERES ET OCCURRENCES DES ETATS DE CARACTERES AU NIVEAU DE LA REGION SYMPHYSAIRE D'ARCHI ET DE NOTRE ECHANTILLON DE COMPARAISON (MOUNIER 2009). ....	141
TABLEAU 7: CARACTERES ET OCCURRENCES DES ETATS DE CARACTERES AU NIVEAU DU SEGMENT LATERAL DU CORPS MANDIBULAIRE D'ARCHI ET DE L'ECHANTILLON DE COMPARAISON. ....	142
TABLEAU 8: CARACTERES ET OCCURRENCES DES ETATS DE CARACTERES AU NIVEAU DU RAMUS MANDIBULAE DE FATE II ET DE L'ECHANTILLON DE COMPARAISON. ....	142
TABLEAU 9 : CARACTERES ET ETATS DE CARACTERES PRIS EN CONSIDERATION POUR L'ACM.....	147
TABLEAU 10 : ANALYSES UNIVARIEES DES DIMENSIONS LINEAIRES (EN MM) DES MANDIBULES GUATTARI II ET GUATTARI III COMPAREES AUX DIMENSIONS DES MANDIBULES D'INDIVIDUS ADULTES NEANDERTALIENS (SENSUS LATO), NEANDERTALIENS CLASSIQUES, NEANDERTALIENS ANCIENS, HOMMES MODERNES ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN (MPL). N : NOMBRE D'INDIVIDUS DE L'ECHANTILLON DE COMPARAISON, M LA MOYENNE, S L'ECART-TYPE ET IC 95% L'INDICE DE CONFIANCE A 95 % . ....	157
TABLEAU 11 : CARACTERES ET OCCURRENCES DES ETATS DE CARACTERES AU NIVEAU DE LA REGION SYMPHYSAIRE DE GUATTARI II, III ET DE L' ECHANTILLON DE COMPARAISON (MOUNIER 2009). LES COLONNES GUATTARI II ET III PRESENTENT L'ETAT DE CHAQUE CARACTERE DE CES SPECIMENS. LES AUTRES COLONNES INDIQUENT L'OCCURRENCE DE L'ETAT DES CARACTERES DE L'ECHANTILLON DE REFERENCE PAR GROUPE : FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN (MPL, N = 6), LES HOMMES MODERNES (MH, N=39) ET NEANDERTALIENS S.L (N= 21) COMPRENANT LES NEANDERTALIENS ANCIENS (N=5), NEANDERTALIENS ORIENTAUX (N=6) ET LES NEANDERTALIENS CLASSIQUES (N=13).....	171
TABLEAU 12 : CARACTERES ET OCCURRENCES DES ETATS DE CARACTERES AU NIVEAU DU SEGMENT LATERAL DE GUATTARI II, III, FATE III ET DE NOTRE ECHANTILLON DE COMPARAISON (MOUNIER 2009). ....	172
TABLEAU 13 : CARACTERES ET OCCURRENCES DES ETATS DE CARACTERES AU NIVEAU DE LA BRANCHE MONTANTE DE GUATTARI II, III, FATE III ET DE NOTRE ECHANTILLON DE COMPARAISON (MOUNIER 2009). ....	172
TABLEAU 14 : TABLEAU RECAPITULATIF DES CARACTERES OBSERVES CHEZ LES ENFANTS NEANDERTALIENS CLASSES EN FONCTION DE LEUR CLASSE D'AGE ET LEUR AGE THEORIQUE. ....	191

# Figures

---

FIGURE 1: LOCALISATION DU SITE DE SAN FRANCESCO D'ARCHI (REGGIO CALABRE, ITALIE, CARTE MODIFIEE DE GOOGLE MAPS, ©2013 GOOGLE) .....	18
FIGURE 2: STRATIGRAPHIE DE LA COLLINE DE SAN FRANCESCO D'ARCHI (ASCENZI & SEGRE, 1971) .....	19
FIGURE 3: ARCHI 1, DE GAUCHE A DROITE ET DE HAUT EN BAS : VUES OCCLUSALE, INFERIEURE, DROITE, FRONTALE, GAUCHE (MALLEGNI ET TRINKAUS 1997).....	22
FIGURE 4: LOCALISATION DE LA GROTTA GUATTARI (MONT CIRCE, LATINA, ITALIE, CARTE MODIFIEE DE GOOGLE MAPS, ©2013 GOOGLE) .....	23
FIGURE 5: PLAN DE LA GROTTA GUATTARI MONTRANT LES TRANCHES REALISEES LORS DES FOUILLES (A, B, 1-3, I-IV, SP) ET LES CONTOURS HORIZONTAUX DE L'INTERIEUR. EN GRIS FONCE, LA ROCHE MERE CALCAIRE ; LES POINTS CORRESPONDANT AUX ZONES NON FOUILLEES. (D'APRES TASCINI 1979) .....	24
FIGURE 6: EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE DE LA ZONE PONTINENNE (D'APRES GUIDA GEOLOGICA REGIONE LAZIO (COSENTINO ET AL. 1993) .....	25
FIGURE 7 : STRATIGRAPHIE DE GROTTA GUATTARI D'APRES BLANC ET SEGRE (1953) ET TASCINI (1979) .....	26
FIGURE 8 : STRATIGRAPHIE DE L'ANTRO DELL'UOMO (BLANC ET SEGRE 1953; TASCINI 1979) .....	27
FIGURE 9: DATATIONS ISOCHRONES PAR SERIES D'URANIUM SUR LA CROUTE DE CALCITE (EN HAUT) ET PAR ESR SUR L'EMAIL DENTAIRE PROVENANT DES NIVEAUX SEDIMENTAIRES DE GROTTA GUATTARI, EN SUPPOSANT UNE INCORPORATION LINEAIRE DE L'URANIUM PAR LES DENTS (SCHWARCZ ET AL. 1991A).....	28
FIGURE 10: COMPOSITION DE L'ASSEMBLAGE OSSEUX PRESENT SUR LA PALEOSURFACE DE GROTTA GUATTARI (PIPERNO, 1991) .....	29
FIGURE 11: REPARTITION DES DIFFERENTS ELEMENTS SQUELETTIQUES DES TAXONS LES PLUS FREQUENTS (PIPERNO ET GIACOBINI 1991).....	30
FIGURE 12 : REPARTITION DES PARTIES SQUELETTIQUES DANS TOUT L'ASSEMBLAGE OSSEUX DE GUATTARI COMPAREE AUX OBSERVATIONS PUBLIEES SUR DES ASSEMBLAGES DE CHASSEURS-CUEILLEURS KALAHARI ET DE TANIERE DE HYENES (BUNN 1983; PIPERNO ET GIACOBINI 1991) .....	30
FIGURE 13: CRÂNE DE GUATTARI I EN VUE LATÉRALE GAUCHE ET FRONTALE (MUSEO NAZIONALE PREISTORICO ETNOGRAFICO L. PIGORINI ROMA EUR).....	34
FIGURE 14: MANDIBULE GUATTARI II EN VUE OCCLUSALE, LATÉRALE GAUCHE, FRONTALE ET LATÉRALE DROITE (ISTITUTO ITALIANO DI PALEONTOLOGIA UMANA, ROMA).....	35
FIGURE 15 : MANDIBULE GUATTARI III EN VUE FRONTALE ET OCCLUSALE (EHELLE 2 CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B) .	36
FIGURE 16: LOCALISATION DE LA CAVERNA DELLE FATE (FINALE LIGURE, SAVONE, CARTE MODIFIEE DE GOOGLE MAPS, ©2013 GOOGLE) .....	37
FIGURE 17: PLAN DE LA CAVERNA DELLE FATE EN HAUT. DETAIL DE L'ENTREE DE LA GROTTA JUSQU'AU CORRIDOR 3 EN BAS. LES POINTS INDIQUENT LA ZONE DE FOUILLES (ECHASSOUX A. ET AL. 1989) .....	38
FIGURE 18: LA CAVERNA DELLE FATE DANS LES ANNEES 1880 A DROITE (ISSEL 1892) ET EN 2011 A GAUCHE. ....	38
FIGURE 19: COUPES STRATIGRAPHIQUES TRANSVERSALES DU CORRIDOR 3 DE LA CAVERNA DELLE FATE (DE LUMLEY 2001). ....	40
FIGURE 20: POSITION STRATIGRAPHIQUE DES TROIS ECHANTILLONS. CETTE SECTION VERTICALE, REALISEE CONTRE LE MUR SUD DU CORRIDOR, PRESENTE LES DEPOTS MOUSTERIEN INTERSTRATIFIES AVEC DES PLANCHERS STALAGMITIQUES (FALGUERES ET AL. 1990).....	41
FIGURE 21 : DIAGRAMME POLLINIQUE DETAILLE DES TAXONS LES PLUS SIGNIFICATIFS DE CAVERNA DELLE FATE (KARATSORI ET AL. 2005).....	42
FIGURE 22: HYPOTHESES DE SUCCESSIONS CHRONOSTRATIGRAPHIQUES DES QUATRE ZONES POLLINIQUES DE CAVERNA DELLE FATE (KARATSORI ET AL. 2005). ....	43
FIGURE 23: REPRESENTATION VECTORIELLE DES PARAMETRES ECO-ETHOLOGIQUES DE LA COMMUNAUTE CARNIVORE DE LA CAVERNA DELLE FATE (MARCHI 2003).....	44
FIGURE 24: INDUSTRIES LITHIQUES PROVENANT DE LA CAVERNA DELLE FATE RETROUVEES DURANT LES FOUILLES D'AMERANO. A GAUCHE : DIFFERENTS TYPES DE RACLOIRS. A DROITE : OUTILS EN QUARTZITE : 1 ET 2 : DISQUES ; 3 : PEBBLE-TOOL (DESSIN DE PUECH DANS (ISETTI ET DE LUMLEY 1962). ....	45

FIGURE 25: VUE FRONTALE ET VUE INTERNE DU FRAGMENT DE LE FATE I (ECHELLE=2CM, PHOTOGRAPHIE DE BORIS VILLIER) EN HAUT ; RADIOGRAPHIE ET SUPERPOSITION DES CONTOURS DU SEGMENT FRONTAL EN VUE SUPERIEUR DE FATE I AVEC CARIGUELA, TESHIK-TASH ET D'UN ENFANT MODERNE DE 8 ANS EN BAS (GIACOBINI ET AL. 1984).....	46
FIGURE 26: MANDIBULE DE LE FATE II ET LES RADIOGRAPHIES CORRESPONDANTES EN VUE LATERALE (A) ET OCCLUSALE (B) (GIACOBINI ET AL. 1984). .....	47
FIGURE 27: HEMI-MANDIBULE LE FATE II EN VUE EXTERNE (A), OCCLUSALE (B), INTERNE (C) ET INFERIEURE (D)(GIACOBINI ET AL. 1984). .....	48
FIGURE 28: FRAGMENT D'OCCIPITALE LE FATE IV EN VUE EXOCRANIENNE (A), ENDOCRANIENNE (B) ET SON EMPLACEMENT SUR UN OCCIPITAL NEANDERTALIEN (C)(GIACOBINI ET DE LUMLEY 1988).....	48
FIGURE 29 : DENTS ISOLEES DE LA CAVERNA DELLE FATE; A:LE FATE XI FACE LINGUALE; B: LE FATE VIII FACE DISTALE; C:LE FATE VII FACE DISTALE; D: LE FATE V FACE OCCLUSALE, E :LE FATE VI FACE OCCLUSALE, F : LE FATE XII FACE OCCLUSALE, G :LE FATE XIII FACE OCCLUSALE (GIACOBINI ET DE LUMLEY 1988). .....	50
FIGURE 30: MANDIBULE DE MAUER EN VUE LATERALE DROITE (A DROITE) ET FACIALE (A GAUCHE)(MOUNIER 2009).....	57
FIGURE 31: MANDIBULE ATB1 (AGUIRRE, 1980). .....	57
FIGURE 32: VUE LATERALE DE LA MANDIBULE DE MONTMAURIN (ECHELLE 1CM, PHOTO J. OSTER). .....	58
FIGURE 33: MANDIBULES ARAGO II A GAUCHE ET ARAGO XIII A DROITE (ECHELLE 2CM, DE LUMLEY, 1971). .....	59
FIGURE 34: VISOGLIANO 2, HEMIMANDIBULE DROITE EN VUE OCCLUSALE, INFERIEURE ET ANTERIEURE (ECHELLE 1 CM, PHOTO MALLEGNI F.).....	60
FIGURE 35: LA MANDIBULE DE PAYRE 15 VUE DE FACE (A DROITE) ET EN VUE LATERALE DROITE (A DROITE) (VERNA C. ET AL., IN PRESS).....	61
FIGURE 36: MANDIBULE EHRINGSDORF F EN VUE OCCLUSALE (A DROITE, ECHELLE 5 CM) ET EN VUE LATERALE GAUCHE ET DROITE (A GAUCHE) (© J. KEGLER & F. GRONING / NEANDERTHAL MUSEUM).....	62
FIGURE 37 : MANDIBULE DU BAU DE L'AUBESIER EN VUE SUPERIEUR A DROITE ET LATERALE DROITE A GAUCHE (LEBEL ET AL. 2001). .....	63
FIGURE 38: MANDIBULE TABUN I (A GAUCHE) ET TABUN II (A DROITE) (ECHELLE 1CM) (STEFAN ET TRINKAUS 1998A; SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002A). .....	64
FIGURE 39: MANDIBULE BD1 (ECHELLE 2 CM, PHOTO MUSEE DES BEAUX-ARTS D'ANGOULEME, JEAN-FRANÇOIS TOURNEPICHE). .....	65
FIGURE 40: DE GAUCHE A DROITE EN VUE LATERALE GAUCHE (EN HAUT) ET OCCLUSALE (EN BAS) LES MANDIBULES KRAPINA 57 (BY L. MJEDA), 58 ET 59 (ECHELLE 1 CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B). .....	66
FIGURE 41: MANDIBULE REGOURDOU 1 EN VUE OCCLUSALE (A DROITE), ANTERIEURE ET LATERALE DROITE (A DROITE) (ECHELLE 1CM)(SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B).....	67
FIGURE 42 : MANDIBULE SHANIDAR I EN VUE LATERALE GAUCHE ET ANTERIEURE (A GAUCHE, ECHELLE 1CM). RECONSTRUCTION DU CRANE DE SHANIDAR IV (TRINKAUS 1996; SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002A). .....	68
FIGURE 43: MANDIBULE DE BANYOLES EN VUE ANTERIEURE (A GAUCHE) ET LATERALE DROITE (A DROITE) (ECHELLE 1 CM, (GRÜN ET AL. 2006).....	69
FIGURE 44: MANDIBULE LA QUINA H9 EN VUE LATERALE GAUCHE (A GAUCHE) (VERNA 2006). CROQUIS DE LA VUE INFERIEURE ET OCCLUSALE (MARTIN 1926B).....	70
FIGURE 45: SQUELETTE KEBARA 2 (A DROITE, JOHANSON, EDGAR, BRILL 2000). MANDIBULE DE KEBARA 2 A DROITE (ECHELLE 1CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002A).....	71
FIGURE 46: MANDIBULE SPY I EN VUE ANTERIEURE ET LATERALE GAUCHE (A GAUCHE) ET OCCLUSALE (A DROITE) (ECHELLE 1 CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B). .....	72
FIGURE 47: MANDIBULE HORTUS IV EN VUE ANTERIEURE (A DROITE) ET OCCLUSALE (A GAUCHE) (ECHELLE 1 CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B). .....	73
FIGURE 48: MANDIBULE VINDIJA 206 (ECHELLE 1CM, (WOLPOFF ET AL. 1981).....	75
FIGURE 49: MANDIBULE LA FERRASSIE 1 EN VUE ANTERIEURE (A GAUCHE) ET LATERALE GAUCHE (A DROITE) (ECHELLE 1 CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B). .....	76
FIGURE 50: MANDIBULE DE LA CHAPPELLE-AUX-SAINTS EN VUE OCCLUSALE (A GAUCHE) ET LATERALE GAUCHE (A DROITE) (ECHELLE 1CM, (GOUDOT 1999). .....	77
FIGURE 51: CRANE DE SAINT CESAIRE (PHOTO DE B. VANDERMEERSCH).....	78
FIGURE 52: LA MANDIBULE DE ZAFARRAYA (ECHELLE 2CM, (BARROSO RUIZ ET AL. 2006). .....	78
FIGURE 53: MANDIBULE D'OCHOZ (ECHELLE 1CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B). .....	79

FIGURE 54: MANDIBULE ERHINGSDORF G1 EN VUE OCCLUSALE A GAUCHE, LATERALE GAUCHE ET ANTERIEUR A DROITE (© J. KEGLER & F. GRONING / NEANDERTHAL MUSEUM).....	80
FIGURE 55: MANDIBULES SUARD 37 A GAUCHE (ARNAUD MAZURIER, 2004) ET LA CHAISE 13 A DROITE (TILLIER ET GENET-VARCIN 1980).....	81
FIGURE 56: MANDIBULE DE MONTGAUDIER EN VUE OCCLUSALE ET ANTERIEURE (A GAUCHE), LATERALE ET INFERIEURE (A DROITE) (MANN ET VANDERMEERSCH 1997).....	82
FIGURE 57: MANDIBULE ROC DE MARSAL 1 EN VUE OBLIQUE A GAUCHE ET INFERIEURE A DROITE (ECHELLE 1CM, MUSEE NATIONAL DE PREHISTOIRE, LES EYSIES) (TATTERSALL ET SCHWARTZ 1999).....	83
FIGURE 58: MANDIBULE DE PETIT-PUYMOYEN (PPM1) EN VUE OCCLUSALE (HAUT), LATERALE GAUCHE (EN BAS A GAUCHE) ET ANTERIEURE (EN BAS A DROITE). (ECHELLE 1 CM) (QUAM ET AL. 2011).....	84
FIGURE 59: MANDIBULE DE DEDERIYEH (ECHELLE 1CM, (AKAZAWA ET AL. 1995).....	85
FIGURE 60: MANDIBULE TESHIK TASH 1 EN VUE OCCLUSALE A GAUCHE, LATERALE DROITE ET ANTERIEUR A DROITE (ECHELLE 1CM)(SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002A).....	86
FIGURE 61: MANDIBULE DE PECH DE L'AZE RECONSTITUEE PAR SYMETRIE EN VUE OCCLUSALE, LATERALE DROITE ET ANTERIEURE (ECHELLE 1 CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B).....	87
FIGURE 62: MANDIBULE LE MOUSTIER 1 EN VUE OCCLUSALE A GAUCHE, LATERALE DROITE ET ANTERIEUR A DROITE (ECHELLE 1CM)(SCHWARTZ J.H. AND TATTERSALL I. 2002).....	88
FIGURE 63: MANDIBULE GIBRALTAR 2 EN VUE OCCLUSALE A DROITE, LATERALE DROITE ET ANTERIEURE A DROITE (ECHELLE 1CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B).....	89
FIGURE 64: MANDIBULE DE LA NAULETTE EN VUE ANTERIEUR (EN HAUT A GAUCHE), LATERALE DROITE (EN BAS A GAUCHE) ET OCCLUSALE (A DROITE) (ECHELLE 1 CM) (SCHWARTZ ET TATTERSALL 2002B).....	90
FIGURE 65: MANDIBULE BC5 EN VUE LATERALE ET OCCLUSALE (BY J.HEATON & C.MENTER)(GRÜN ET AL. 2003).....	91
FIGURE 66: MANDIBULE EN VUE OCCLUSALE, ANTERIEURE ET LATERALE GAUCHE AVEC LES DEFINITIONS DES MESURES. LES ETOILES ROUGES CORRESPONDENT AUX LANDMARKS (POINTS OSTEOLOGIQUES).....	100
FIGURE 67: CARACTERES MORPHOLOGIQUES REPARTIS SUR 5 ZONES ANATOMIQUES DE LA MANDIBULE (MOUNIER 2009).....	105
FIGURE 68: ALIGNEMENT DES DEUX SERIES DE PRISES DE VUES A PARTIR DE TROIS POINTS DE REPERE. A GAUCHE SCAN DE LA MANDIBULE D'ARCHI EN POSITION VERTICALE, A DROITE EN POSITION HORIZONTALE.....	108
FIGURE 69: RESULTAT DE L'ALIGNEMENT DES DEUX SERIES DE PRISES DE VUE.....	109
FIGURE 70: RESULTAT DE L'ALIGNEMENT, SANS L'AJOUT DES PHOTOGRAPHIES. LES PETITS COMPOSANTS ET LES IMPERFECTIONS CORRESPONDENT AU BRUIT DE FOND.....	110
FIGURE 71: RESULTAT FINAL POUR LA MANDIBULE D'ARCHI, APRES TRAITEMENT DE L'IMAGE BRUTE AVEC UN LOGICIEL D'IMAGERIE 3D ET FUSION DES DIFFERENTES VUES.....	110
FIGURE 72: POSITION DES TROIS LANDMARKS SUR LA SYMPHYSE: DE GAUCHE A DROITE: INFRADENTALE, INTERSECTION DES FOSSES DIGASTRIQUES ET PROJECTION DE L'INFRADENTALE SUR LA FACE LINGUALE.....	112
FIGURE 73: LES TROIS POINTS DE REPERE RELIES PAR UNE COURBE LONGEANT LA SURFACE DE L'OBJET.....	112
FIGURE 74: LES 41 SEMI-LANDMARKS SONT POSITIONNES SUR LA COURBE PASSANT PAR LES TROIS POINTS DE REPERE.....	112
FIGURE 75: EN HAUT : VUE LATERALE D'UN MAXILLAIRE HUMAIN INCLUANT L'INCISIVE CENTRALE SUPERIEURE, APPROXIMATION AVEC UN POLYGONE CONSTITUE DE 42 POINTS. EN BAS : LES COORDONNEES X ET Y SONT PROJETEES SUR UN NOUVEL AXE DES ABSCISSES, CORRESPONDANT A UNE TROISIEME VARIABLE (TEMPS)(LESTREL 1989).....	114
FIGURE 76: VUE LATERALE DE LA BASE D'UN CRANE HUMAIN (CONTOUR GENERE A PARTIR D'UNE RADIOGRAPHIE). REPRESENTATION DE LA SUPERPOSITION DES 54 POINTS DEFINISSANT LE POLYGONE DU CONTOUR ET DE 6 DES 30 HARMONIQUES CALCULEES PAR L'ANALYSE DE FOURIER ELLIPTIQUE. A PARTIR DE 30 HARMONIQUES LA DIFFERENCE ENTRE FORME REELLE ET THEORIQUE EST DE 0.13 MM (LESTREL 1989).....	115
FIGURE 77: SCHEMA DES TROIS ETAPES DE LA SUPERPOSITION PROCRUSTE: ALIGNEMENT DES CENTRES DE GRAVITE PAR TRANSLATION, MISE A L'ECHELLE ET MINIMISATION DES ECARTS ENTRE LES LANDMARKS PAR ROTATION.....	116
FIGURE 78: MANDIBULE ARCHI 1 EN VUE FACIALE, LINGUALE, OCCLUSALE, INFERIEURE ET LATERALE GAUCHE (ECHELLE 2 CM).....	120
FIGURE 79: MANDIBULE FATE II EN VUE OCCLUSALE, INFERIEURE, LINGUALE ET LATERALE GAUCHE (ECHELLE 2CM).....	121
FIGURE 80: RADIOGRAPHIE PANORAMIQUE DE LA MANDIBULE D'ARCHI ECHELLE 1CM (ASCENZI ET SEGRE 1971B; GRANAT ET HEIM 2003).....	122
FIGURE 81: RADIOGRAPHIES DE LA MANDIBULE FATE II EN VUE LATERALE (A) ET OCCLUSALE (B) ECHELLE 1 CM (GIACOBINI ET AL. 1984).....	123

FIGURE 82: BIPLLOT DE L'ÉPAISSEUR EN FONCTION DE LA HAUTEUR AU FORAMEN MENTONNIER (EN MM). REPRÉSENTATION DES DROITES DE RÉGRESSION DES GROUPES. À DROITE, BOXPLOT DES INDICES DE ROBUSTESSE AU FORAMEN MENTONNIER, EN HAUT COMPARAISON DES NEANDERTALIENS ET DES HOMMES MODERNES ET EN BAS COMPARAISON DES ENFANTS NEANDERTALIENS PAR STADE D'ÂGE. ....	128
FIGURE 83: BIPLLOT DE L'ÉPAISSEUR EN FONCTION DE LA HAUTEUR À LA PREMIÈRE MOLAIRE PERMANENTE (EN MM). À DROITE, BOXPLOT DES INDICES DE ROBUSTESSE À LA M1, EN HAUT COMPARAISON DES NEANDERTALIENS ET DES HOMMES MODERNES ET EN BAS COMPARAISON DES ENFANTS NEANDERTALIENS PAR STADE D'ÂGE. ....	129
FIGURE 84: BIPLLOT DE L'ÉPAISSEUR EN FONCTION DE LA HAUTEUR À LA CANINE (EN MM). REPRÉSENTATION DES DROITES DE RÉGRESSION DES DEUX GROUPES. À DROITE, BOXPLOT DES INDICES DE ROBUSTESSE À LA CANINE, EN HAUT COMPARAISON DES NEANDERTALIENS ET DES HOMMES MODERNES ET EN BAS COMPARAISON DES ENFANTS NEANDERTALIENS PAR STADE D'ÂGE. ....	131
FIGURE 85: BIPLLOT DE LARGEUR BI-CANINE EN FONCTION DE LA HAUTEUR À LA CANINE (EN MM). REPRÉSENTATIONS DES DROITES DE RÉGRESSION DES DEUX GROUPES. À DROITE, BOXPLOT DES INDICES HAUTEUR À LA CANINE/ LARGEUR BI-CANINE, EN HAUT COMPARAISON DES NEANDERTALIENS ET DES HOMMES MODERNES ET EN BAS COMPARAISON DES ENFANTS NEANDERTALIENS PAR STADE D'ÂGE. ....	132
FIGURE 86: BIPLLOT DE L'ÉPAISSEUR EN FONCTION DE LA HAUTEUR À LA SYMPHYSE (EN MM). REPRÉSENTATION DES DROITES DE RÉGRESSION DES DEUX GROUPES. À DROITE, BOXPLOT DES INDICES DE ROBUSTESSE À LA SYMPHYSE, EN HAUT COMPARAISON DES NEANDERTALIENS ET DES HOMMES MODERNES ET EN BAS COMPARAISON DES ENFANTS NEANDERTALIENS PAR STADE D'ÂGE. ....	133
FIGURE 87: ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES. REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES ENFANTS NEANDERTALIENS ET MODERNES DE STADE 2 À 5 SUR PC1 ET PC2. ELLIPSES DE CONFIANCE À 95% DE LA DISTRIBUTION DES GROUPES. À DROITE, CONTRIBUTION DE CHAQUE VARIABLE À LA VARIATION SUR PC1 ET PC2. ....	135
FIGURE 88: ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES. REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES ENFANTS NEANDERTALIENS ET MODERNES DE STADE 2 À 5 SUR PC2 ET PC3. ELLIPSES DE CONFIANCE À 95% DE LA DISTRIBUTION DES GROUPES. À DROITE, CONTRIBUTION DE CHAQUE VARIABLE À LA VARIATION SUR PC2 ET PC3. ....	136
FIGURE 89: ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES APRÈS NORMALISATION. REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES ENFANTS NEANDERTALIENS ET MODERNES DE STADE 2 À 5 SUR PC1 ET PC2. ELLIPSES DE CONFIANCE À 95% DE LA DISTRIBUTION DES GROUPES. À DROITE, CONTRIBUTION DE CHAQUE VARIABLE À LA VARIATION SUR PC1 ET PC2. ....	137
FIGURE 90: ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES APRÈS NORMALISATION. REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES ENFANTS NEANDERTALIENS ET MODERNES DE STADE 2 À 5 SUR PC1 ET PC3. ELLIPSES DE CONFIANCE À 95% DE LA DISTRIBUTION DES DEUX GROUPES. À DROITE, CONTRIBUTION DE CHAQUE VARIABLE À LA VARIATION SUR PC1 ET PC3. ....	138
FIGURE 91: ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES APRÈS NORMALISATION. REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES ENFANTS NEANDERTALIENS ET MODERNES DE STADE 2 À 5 SUR PC2 ET PC3. ELLIPSES DE CONFIANCE À 95% DE LA DISTRIBUTION DES DEUX GROUPES. À DROITE, CONTRIBUTION DE CHAQUE VARIABLE À LA VARIATION SUR PC2 ET PC3. ....	139
FIGURE 92: REPRÉSENTATION DES ANALYSES EN COMPOSANTES MULTIPLES SUR LES QUATRE PREMIERS AXES FACTORIELS. EN DESSOUS, LISTE DES CARACTÈRES ET ÉTATS DE CARACTÈRES PRIS EN CONSIDÉRATION POUR L'ACM. ....	146
FIGURE 93: EN HAUT, MODÈLE EN TROIS DIMENSIONS DE LA MANDIBULE D'ARCHI RÉALISÉ À PARTIR DE L'ORIGINAL ET POSITION DES LANDMARKS ET SEMI-LANDMARKS. EN BAS, CONTOUR DE LA MANDIBULE D'ARCHI SEULE (À GAUCHE) ET SUPERPOSÉE À TOUS LES CONTOURS DE MANDIBULES INFANTILES APRÈS ALIGNEMENT PROCUSTE SUR LES TROIS POINTS HOMOLOGUES (À DROITE). ....	148
FIGURE 94: ACP SUR LES COEFFICIENTS DE FOURIER DES 9 PREMIÈRES HARMONIQUES. LES ELLIPSES DE CONFIANCE À 95% REPRÉSENTENT LES DISTRIBUTIONS DE NOS DEUX GROUPES : NEANDERTALIENS ET ENFANTS MODERNES. LES COULEURS REPRÉSENTENT LES DIFFÉRENTS STADES D'ÂGE (DE 2 À 5). REPRÉSENTATION DES CONSENSUS ET EXTREMES (NÉGATIFS ET POSITIFS) DES CONTOURS SYMPHYSAIRES LE LONG DES AXES DES COMPOSANTES PRINCIPALES. ....	150
FIGURE 95 : MANDIBULE GUATTARI II EN VUE ANTERIEURE, LATERALE DROITE, OCCLUSALE ET INFERIEURE (ECHELLE 2 CM). ....	153
FIGURE 96: MANDIBULE GUATTARI III EN VUE ANTERIEURE, OCCLUSALE ET LATERALE DROITE (ECHELLE 2 CM). ....	154
FIGURE 97: MANDIBULE FATE III (DE HAUT EN BAS ET DE GAUCHE À DROITE) EN VUE LATERALE EXTERNE, LATERALE INTERNE ET OCCLUSALE. EN BAS, DETAIL DU TRIANGLE RETROMOLAIRE (ECHELLE 2CM). ....	154
FIGURE 98 : BIPLLOT DE L'ÉPAISSEUR EN FONCTION DE LA HAUTEUR AU FORAMEN MENTONNIER (EN MM). REPRÉSENTATION DES DROITES DE RÉGRESSION DES DEUX GROUPES (NEANDERTALIENS ET HOMMES MODERNES). À DROITE, BOXPLOT DES INDICES DE ROBUSTESSE AU FORAMEN MENTONNIER, L'ÉPAISSEUR DES BOITES EST PROPORTIONNELLE À LA RACINE CARRÉE DU NOMBRE D'OBSERVATIONS DE CHAQUE GROUPE. EN HAUT, FATE III, GUATTARI II ET III CONFRONTÉS À TROIS GROUPES :	

HOMMES MODERNES, NEANDERTALIENS S.L. ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN. EN BAS, NOUS SEPARONS LE GROUPE DES NEANDERTALIENS S.L. EN NEANDERTALIENS CLASSIQUE, ANCIEN ET ORIENTAL .....	159
FIGURE 99 : BIPLLOT DE LA HAUTEUR AU FORAMEN MENTONNIER EN FONCTION DE LA LARGEUR DE LA MANDIBULE AU NIVEAU DES FORAMENS (EN MM). A DROITE, BOXPLOT DES RAPPORTS HAUTEUR AU FORAMEN SUR LA LARGEUR BI-FORAMEN, L'ÉPAISSEUR DES BOITES EST PROPORTIONNELLE A LA RACINE CARREE DU NOMBRE D'OBSERVATIONS DE CHAQUE GROUPE. EN HAUT, FATE III, GUATTARI II ET III CONFRONTES A TROIS GROUPES : HOMMES MODERNES, NEANDERTALIENS S.L. ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN. EN BAS, NOUS SEPARONS LE GROUPE DES NEANDERTALIENS S.L. EN NEANDERTALIENS CLASSIQUE, ANCIEN ET ORIENTAL.....	160
FIGURE 100 : BIPLLOT DE L'ÉPAISSEUR EN FONCTION DE LA HAUTEUR AU NIVEAU DE LA TROISIEME MOLAIRE (EN MM). REPRESENTATION DES DROITES DE REGRESSION DES DEUX GROUPES (NEANDERTALIENS ET HOMMES MODERNES). A DROITE, BOXPLOT DES INDICES DE ROBUSTESSE A LA M3, L'ÉPAISSEUR DES BOITES EST PROPORTIONNELLE A LA RACINE CARREE DU NOMBRE D'OBSERVATIONS DE CHAQUE GROUPE. EN HAUT, FATE III, GUATTARI II ET III CONFRONTES A TROIS GROUPES : HOMMES MODERNES, NEANDERTALIENS S.L. ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN. EN BAS, NOUS SEPARONS LE GROUPE DES NEANDERTALIENS S.L. EN NEANDERTALIENS CLASSIQUE, ANCIEN ET ORIENTAL .....	161
FIGURE 101 : BIPLLOT DE L'ÉPAISSEUR EN FONCTION DE LA HAUTEUR A LA SYMPHYSE (EN MM). A DROITE, BOXPLOT DES INDICES DE ROBUSTESSE A LA SYMPHYSE, L'ÉPAISSEUR DES BOITES EST PROPORTIONNELLE A LA RACINE CARREE DU NOMBRE D'OBSERVATIONS DE CHAQUE GROUPE. EN HAUT, FATE III, GUATTARI II ET III CONFRONTES A TROIS GROUPES : HOMMES MODERNES, NEANDERTALIENS S.L. ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN. EN BAS, NOUS SEPARONS LE GROUPE DES NEANDERTALIENS S.L. EN NEANDERTALIENS CLASSIQUE, ANCIEN ET ORIENTAL .....	163
FIGURE 102 : BIPLLOT DE LA LARGEUR ENTRE LES DEUX CANINES EN FONCTION DE LA HAUTEUR AU NIVEAU DE LA SYMPHYSE (EN MM). REPRESENTATION DES DROITES DE REGRESSION DES DEUX GROUPES (NEANDERTALIENS ET HOMMES MODERNES). A DROITE, BOXPLOT DES RAPPORTS HAUTEUR A LA SYMPHYSE SUR LA LARGEUR BI-CANINE, L'ÉPAISSEUR DES BOITES EST PROPORTIONNELLE A LA RACINE CARREE DU NOMBRE D'OBSERVATIONS DE CHAQUE GROUPE. EN HAUT, FATE III, GUATTARI II ET III CONFRONTES A TROIS GROUPES : HOMMES MODERNES, NEANDERTALIENS S.L. ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN. EN BAS, NOUS SEPARONS LE GROUPE DES NEANDERTALIENS S.L. EN NEANDERTALIENS CLASSIQUE, ANCIEN ET ORIENTAL.	164
FIGURE 103: BIPLLOT DE LA LARGEUR MINIMUM EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE LA BRANCHE MONTANTE (EN MM). REPRESENTATION DES DROITES DE REGRESSION DES DEUX GROUPES (NEANDERTALIENS ET HOMMES MODERNES). A DROITE, BOXPLOT DES INDICES DE ROBUSTESSE DE LA BRANCHE MONTANTE, L'ÉPAISSEUR DES BOITES EST PROPORTIONNELLE A LA RACINE CARREE DU NOMBRE D'OBSERVATIONS DE CHAQUE GROUPE. EN HAUT, FATE III, GUATTARI II ET III CONFRONTES A TROIS GROUPES : HOMMES MODERNES, NEANDERTALIENS S.L. ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN. EN BAS, NOUS SEPARONS LE GROUPE DES NEANDERTALIENS S.L. EN NEANDERTALIENS CLASSIQUE, ANCIEN ET ORIENTAL. ....	165
FIGURE 104 : ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES. ....	166
FIGURE 105 : ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES. ....	167
FIGURE 106 : ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES APRES NORMALISATION. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES NEANDERTALIENS, HOMMES MODERNES ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN SUR PC1 ET PC2. ELLIPSES DE CONFIANCE A 95% DE LA DISTRIBUTION DES HOMMES MODERNES ET DES NEANDERTALIENS. A DROITE, CONTRIBUTION DE CHAQUE VARIABLE A LA VARIATION SUR PC1 ET PC2. ....	168
FIGURE 107 : ACP SUR LES DIMENSIONS LINEAIRES APRES NORMALISATION. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES NEANDERTALIENS, HOMMES MODERNES ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN SUR PC1 ET PC3. ELLIPSES DE CONFIANCE A 95% DE LA DISTRIBUTION DES HOMMES MODERNES ET DES NEANDERTALIENS. A DROITE, CONTRIBUTION DE CHAQUE VARIABLE A LA VARIATION SUR PC1 ET PC3. ....	169
FIGURE 108 : REPRESENTATION DES ANALYSES EN COMPOSANTES MULTIPLES SUR LES TROIS PREMIERS AXES FACTORIELS. ....	174
FIGURE 109 : CONTOURS DES MANDIBULES GUATTARI II ET III SUPERPOSES AUX CONTOURS DES MANDIBULES SELECTIONNEES POUR L'ANALYSE APRES ALIGNEMENT PROCUSTE SUR LES TROIS POINTS HOMOLOGUES. ....	175
FIGURE 110 : ACP SUR LES COEFFICIENTS DE FOURIER DES 9 PREMIERES HARMONIQUES. LES ELLIPSES DE CONFIANCE A 95% REPRESENTENT LES DISTRIBUTIONS DES TROIS GROUPES : NEANDERTALIENS, HOMMES MODERNES ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN. SUR PC2 ET PC3 SEULE L'ELLIPSE DES NEANDERTALIENS EST REPRESENTEE. REPRESENTATION DES CONSENSUS ET EXTREMES (NEGATIFS ET POSITIFS) DES CONTOURS SYMPHYSAIRES LE LONG DES AXES DES COMPOSANTES PRINCIPALES.....	178
FIGURE 111 : ANALYSE DISCRIMINANTE LINEAIRE SUR LES COEFFICIENTS DE FOURIER DES 9 PREMIERES HARMONIQUES APRES REDUCTION DIMENSIONNELLE SUR TROIS GROUPES (NEANDERTALIENS, HOMMES MODERNES ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN) SUR LES PREMIER ET DEUXIEME AXES DISCRIMINANT (LD1-LD2). ....	179

FIGURE 112 : LDA SUR CINQ GROUPES (NEANDERTALIENS CLASSIQUES, ANCIENS, PROCHE-ORIENTAUX, HOMMES MODERNES ET FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN) .....	180
FIGURE 113 : ANALYSE DISCRIMINANTE SUR LES COEFFICIENTS DE FOURIER DES 9 PREMIERES HARMONIQUES APRES REDUCTION DIMENSIONNELLE (ACP) DES GROUPES D'AGE D'ENFANTS MODERNES. LES ENFANTS NEANDERTALIENS SONT PROJETES A POSTERIORI. REPRESENTATION DES PLANS FORMES PAR LD1-LD2 ET LD1-LD3. ....	189
FIGURE 114 : ANALYSE DISCRIMINANTE SUR LES COEFFICIENTS DE FOURIER DES 9 PREMIERES HARMONIQUES APRES REDUCTION DIMENSIONNELLE (ACP) DES GROUPES D'INDIVIDUS ADULTES : FOSSILES DU PLEISTOCENE MOYEN, NEANDERTALIENS ET HOMMES MODERNES. ....	190
FIGURE 115 : ANALYSE EN COMPOSANTES MULTIPLES SUR UNE SELECTION DE CARACTERES (TABLEAU CI-DESSOUS). LES VARIABLES CORRESPONDANT AU NUMERO DU CARACTERE SUIVI DU CODE DE SON ETAT SONT REPRESENTEES EN GRIS CLAIR. ....	198