



HAL
open science

Analyses morphométriques des bovinés néolithiques d'Europe tempérée (VIe millénaire avant J.-C.) : distinction des taxons domestique et sauvage du Rubané

Marie Renard

► **To cite this version:**

Marie Renard. Analyses morphométriques des bovinés néolithiques d'Europe tempérée (VIe millénaire avant J.-C.) : distinction des taxons domestique et sauvage du Rubané. Archéologie et Préhistoire. 2012. dumas-00742641

HAL Id: dumas-00742641

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00742641>

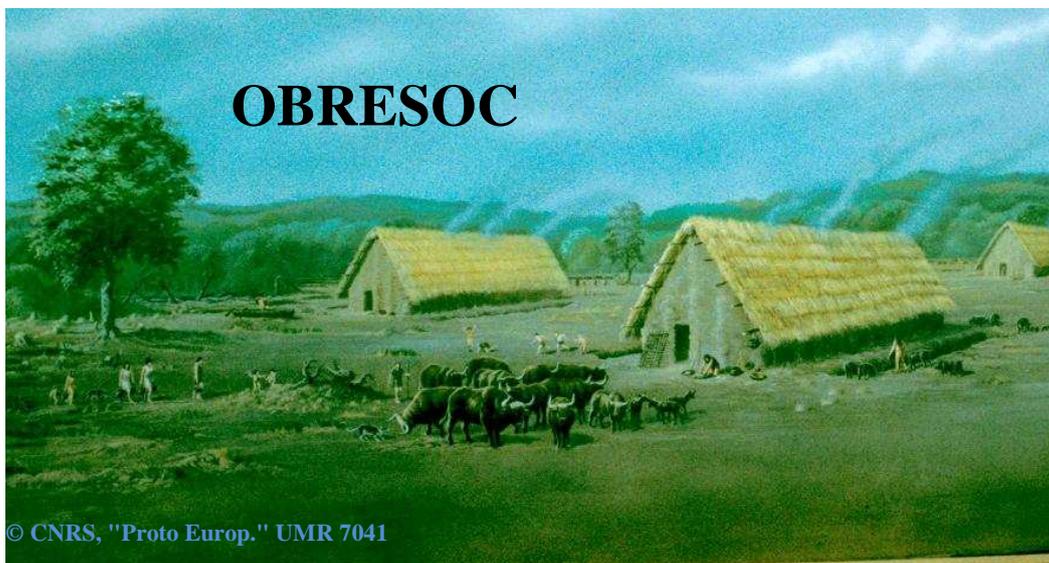
Submitted on 16 Oct 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Muséum National d'Histoire Naturelle
Spécialité Quaternaire et Préhistoire : Evolution, Patrimoine et Sociétés
Parcours : Environnements et Sociétés Holocènes
Mémoire de Master 2

**« Analyses morphométriques des bovinés néolithiques
d'Europe tempérée (VI^e millénaire avant J-C) : distinction
des taxons domestique et sauvage du Rubané »**



Réalisé par
Marie RENARD

Directrice : **Anne TRESSET**

Equipes de rattachement :

UMR 7209 du CNRS, Archéozoologie, Archéobotanique: Sociétés, Pratiques et Environnements :
Derniers Chasseurs, Premiers Producteurs, Domestication, Diffusion (DC2P2D).

Directeur : Anne TRESSET

ANR OBRESOC : « Un observatoire rétrospectif d'une société archéologique : La trajectoire du
néolithique Rubané »

Paris, Juin 2012



Résumé

« Analyses morphométriques des bovinés néolithiques d'Europe tempérée (VI^e millénaire avant J-C): Distinction des taxons sauvage et domestique du Rubané »

La diffusion de la culture Rubanée permet l'introduction des premiers cheptels domestiques en Europe centrale et occidentale tempérée. Jusqu'alors, aucune étude ostéométrique de synthèse à l'échelle de cette culture n'a été réalisée, les données étant dispersées entre des publications de divers pays. Il s'agit, dans ce travail, d'analyser morphométriquement à l'aide de méthodes statistiques les jeux de données ostéométriques présents dans la bibliographie des sites du Néolithique Rubané d'Europe tempérée pour les bovinés domestiques et sauvages. Le corpus se compose des données de 83 sites provenant de six pays : France, Allemagne, Autriche, Hongrie, République Tchèque et Pologne. Cela permet d'étudier les Bovinés à travers une aire géographique étendue. Différenciés dans les études de faune selon le critère de la taille, des problèmes de détermination spécifique des bovinés peuvent exister dans les assemblages. A travers des analyses morphométriques considérant le critère de la conformation, nous avons réussi à définir l'intervalle de recouvrement des données métriques des bœufs domestiques mâles et d'aurochs sauvages femelles qui n'avait jamais pu être établi jusqu'alors. Nous avons réévalué les parts respectives du Bœuf et de l'Aurochs dans les assemblages européens et estimé la proportion de restes sur lesquels nous ne pouvons pas nous prononcer. Ainsi, nous avons pu constater qu'il semble que la présence de l'Aurochs ait été surestimée dans l'ensemble des sites du Rubané. Toutefois, la proportion de restes sur lesquels nous ne pouvons pas nous prononcer se révèle importante.

MOTS-CLEFS : OBRESOC ; Rubané ; Distinction bovinés ; Intervalle d'incertitude ; Morphométrie

Remerciements

Je tiens à exprimer mon immense gratitude à ma directrice Anne Tresset, qui m'a permis de travailler sur ce sujet et qui m'a encadrée, aidée et conseillée avec bienveillance et patience durant de longues heures.

Mes remerciements les plus sincères à Allowen Evin pour son écoute, sa disponibilité et sa patience, ses conseils et ses explications statistiques qui m'ont été immensément salvatrices.

Je remercie également les personnes travaillant sur l'ANR OBRESOC qui m'ont aidé à réaliser ce travail : Jessie Duval et Isabelle Baily, qui ont mis en place et remplis la base de données, ainsi que Stéphanie Bréhard.

Je souhaiterais exprimer ma gratitude à Jean-Denis Vigne, Sandrine Grouard pour m'avoir accueillie dans le laboratoire d'Archéozoologie (UMR 7209) ainsi que messieurs Denis Vialou et François Sémah pour m'avoir acceptée en master.

Je remercie sincèrement Marjan Mashkour et Karyne Debue qui m'ont encadrée et conseillée lors de mon stage de master 1. Merci pour cette épreuve de stress partagée.

Emmanuelle Vila qui, depuis notre rencontre en 2009 lors de mon premier master 1 en archéozoologie que je faisais à Lille III, m'a toujours soutenue. Je la remercie infiniment pour son écoute, son aide et ses conseils avisés. Merci de m'avoir poussée et soutenue dans mon inscription au master QP du muséum.

Je tiens à exprimer mon infinie reconnaissance envers Tarek Oueslati qui m'a formée à la détermination ostéologique lors de ma licence 3 et de mon master 1 à Lille et à qui je dois énormément. Merci pour ses conseils et ses réprimandes bienveillantes.

Je souhaite également remercier tous les professeurs qui nous ont dispensés des cours tout au long de ces deux ans, et en particulier les professeurs d'archéozoologie, qui m'ont permis de grandir dans ce domaine : Jean-Denis Vigne, Sandrine Grouard, Philippe Béarez, Stéphane Péan, Marylène Patou-Matis, Carole Vercoûtère et Laurent Crépin.

Pour leurs conseils, leur présence, leur amitié et leur bonne humeur, les soirées, les pièces de théâtres et l'humour taquin et incisif de certains, je souhaite remercier les doctorants du laboratoire, en particulier Emilie, Alexia et Colin.

Que dire enfin, de ma promotion de master QP... Beaucoup de choses sans aucun doute, mais en tout cas merci à vous toutes et tous d'avoir toujours été là les uns pour les autres dans les bons moments mais surtout dans les difficiles... En particulier, un énorme merci à Lisa pour nos si nombreux moments passés ensemble, pour avoir été là quand j'en avais le plus besoin et pour nos remontages de moral mutuels fréquents ; à Akiyo pour sa gentillesse, sa manière d'être et son amitié ; à Sophie, à Claire (et Guillaume) pour ces chers moments historiquement dépensiers et le poulet ; à Juliette et Pauline pour leur bonne humeur et les moments de craquage au labo ; enfin, à Adeline, dont la présence m'a cruellement manquée cette année et avec qui j'ai passé de très bons moments en M1 (et merci pour l'utilisation de ta cuisine!).

Je remercie également Elodie d'arriver encore à supporter mes idées folles depuis tout ce temps et Guillaume, mon cousin qui me comprend si bien. Merci à Yasha pour son amitié et pour m'avoir conseillée de venir à Paris. Merci Laurent pour ces soirées-pâté partagé avec Lisa et Juliette.

Enfin, je remercie mon père, ma mère et ma grand-mère qui me soutiennent toujours dans toutes mes entreprises, et en particulier, un grand merci à ma mère d'être toujours disponible à des heures indues pour relire mes écrits... Et à mes sœurs, Stéphanie et en particulier Magalie, pour la joie de l'avoir retrouvée, et qui m'a apporté un énorme soutien dans les moments difficiles et m'a boostée au possible lorsque j'en avais le plus besoin.

Sommaire

Résumé.....	1
Remerciements	2
Sommaire	3
Introduction.....	6
Chapitre 1 : Présentation générale du cadre d'étude.....	8
I - Aire chrono-culturelle : le Néolithique Rubané	8
I-1 Cadre chrono-géographique	8
I-2 Cadre culturel et environnemental	9
II- Projet ANR OBRESOC.....	10
II-1 Description de l'ANR et problématiques.....	10
II-2 Base de données Archéozoologiques d'OBRESOC	11
III- Aires d'études régionales	12
III-1 Europe centrale	12
III-2 Pays limitrophes de l'Europe centrale et l'Europe de l'Ouest.....	14
III-3 Europe de l'Ouest	16
III-3.1 Est de la France.....	16
III-3.2 Bassin Parisien	17
Chapitre 2 : Méthodologie	19
I- Enregistrement et exploitation des données	19
I-1 Procédure d'enregistrement, traitement des données	19
I-2 Nomenclature des codes des mesures et problèmes linguistiques	20
II- Outils statistiques employés.....	23
II-1 Analyses univariées	23
II-1.1 Tests paramétriques.....	23
II-1.2 Tests non-paramétriques	24
II-1.3 Correction de Bonferroni.....	24

II-2	Analyses logarithmiques.....	24
II-2.1	Référentiels utilisés	24
II-2.2	Log-Size-Index (LSI, MEADOW, 1999) et Diagramme de Simpson (1941)	25
II-2.3	Log-Shape-Ratio (LSR, MOSIMANN, 1970).....	26
II-3	Analyses multivariées appliquées aux LSI et LSR.....	26
II-3.1	Analyses des mélanges gaussiens	26
II-3.2	ACP (Analyses en Composantes Principales).....	27
II-3.3	Analyse Factorielle Discriminante et Prédiction.....	27
III-	Taxons étudiés.....	28
III-1	Aurochs <i>Bos primigenius primigenius</i>	28
III-2	Bœuf domestique <i>Bos primigenius f. taurus</i>	29
III-3	Problèmes de distinctions entre Bœuf domestique et Aurochs sauvage	29
Chapitre 3 : Etudes morphométriques des Bovinés.....		33
I-	Analyses de Log-Size-Index sur les Bovinés.....	33
I-1	Définition des Aires Chrono-régionales.....	33
I-1.1	Tests intra-régionaux entre les périodes d'occupation.....	33
I-1.2	Tests inter-régionaux et inter-chronologiques.....	35
I-2	Log-Size-Index par parties du squelette et régions	37
I-2.1	Histogrammes de distribution.....	37
I-2.2	Diagrammes de Simpson	39
I-2.3	Problèmes de détermination des individus selon les auteurs des études.....	40
II-	Révision du seuil de distinction entre les Bœufs et les Aurochs.....	41
II-1	Log-Shape-Ratios (MOSIMANN, 1970): Métapodes	41
II-1.1	Test des références d'Aurochs et de Bœuf domestique : métacarpe.....	41
II-1.2	Test des références d'Aurochs et de Bœuf domestique : métatarse.....	44
II-1.3	Données d'OBRESOC exploitées.....	46
II-2	Etude de la conformation du métacarpe et du métatarse.....	47
II-2.1	Analyses en Composantes Principales (ACP)	47
II-2.2	MANOVA et Analyses Discriminantes	50
II-2.3	Etude composite.....	52

III-	Etablissement de l'intervalle d'incertitude de détermination entre Bœuf et Aurochs	54
III-1	Réattribution des individus complets d'OBRESOC : Métacarpe et Métatarse.....	54
III-2	Etude de la taille isométrique centroïde après les réattributions	60
III-3	Etablissement de l'intervalle d'incertitude de détermination entre bœuf et aurochs.	62
Chapitre 4 : Réévaluation des proportions des taxons dans les assemblages		67
I-	Réattribution taxinomique des données LSI d'OBRESOC.....	67
I-1	Extension de l'intervalle d'incertitude aux autres parties du squelette	67
I-1.2	Réattributions des taxons à partir de l'intervalle d'incertitude	69
II-	Interprétations des réattributions globales	67
II-1	Distribution des populations : χ^2 d'homogénéité	67
II-2	Diagrammes en secteur	68
Chapitre 5 : Discussion		71
Conclusion		72
Bibliographie.....		73
Table des figures.....		80
Table des figures.....		80
Table des annexes		82
Annexes		82

Introduction

Depuis le milieu du XX^e siècle, l'archéozoologie s'est développée et les études fauniques sont devenues systématiques et codifiées dans les études des sites archéologiques de toute période. Petit à petit, les ossements furent mesurés selon diverses méthodes en fonction des chercheurs et des données ostéométriques furent enregistrées pour un certain nombre de sites en Europe. Des études morphométriques sur des sites d'une même région ou sur un site comportant une quantité de faune importante ont déjà été réalisées auparavant. Les exemples sont multiples pour le néolithique rubané, qui nous occupe dans ce mémoire (ARBOGAST, 1994 ; BÖNKÖNYI, 1974 ; HACHEM, 1995 ; MÜLLER, 1964 ; MENIEL, 1984 ; POULAIN, 1984 ; TRESSET, 1996)

La culture Rubanée (= Linearbandkeramik, LBK, en terminologie allemande) apparaît dès le début du Néolithique en Europe centrale. Elle se caractérise par une céramique typique et dans la région où elle se développe par la diffusion du « package » agro-pastoral néolithique provenant initialement du Proche-Orient. Cela s'effectue en partie grâce à des transferts de techniques et des phénomènes d'acculturation entre les populations mésolithiques autochtones d'Europe tempérée et le Rubané, mais comportant également une large part de colonisation. Le Rubané constitue une des cultures du courant dit danubien, responsable de la diffusion du mode de vie Néolithique depuis les Balkans jusqu'au Nord de la France (VIIe-VI^e millénaires), en parallèle à l'Impressa et au Cardial, qui diffusèrent ce mode de vie sensiblement aux mêmes périodes le long des rivages nord de la Méditerranée (Figure 1).

La diffusion de la culture Rubanée permet l'introduction des premiers cheptels domestiques en Europe centrale et occidentale tempérée. Jusqu'alors, aucune étude ostéométrique de synthèse à l'échelle de la culture rubanée n'a été réalisée, les données étant dispersées entre diverses publications allemandes, françaises, autrichiennes, polonaises, tchèques et hongroises. Pourtant, une telle étude permettrait d'aborder, de manière précise, les processus de dispersions des cheptels domestiques à travers l'Europe. Des études moléculaires publiées ces dernières années permettent de mieux comprendre l'histoire génétique des cheptels domestiques européens (BOLLONGINO et al., 2006 ; EDWARDS et al., 2007 ; HIENDLEDER, 2002 ; LUIKART et al., 2001 ; NADERI et al., 2006 ; SCHEU et al., 2008).

Les sites archéologiques de la période qui nous intéresse sont catalogués dans la base de données archéozoologiques du projet ANR OBRESOC : « Un observatoire rétrospectif d'une société archéologique : La trajectoire du néolithique Rubané » (dir. J.-P. Bocquet-Appel) auquel Jean-Denis VIGNE et Anne TRESSET participent. Celle-ci référence la présence de données métriques dans la bibliographie des sites, ce qui permet pour la première fois d'envisager une étude globale des données ostéométriques de la faune du néolithique Rubané dans un cadre géographique beaucoup plus étendu, celui de l'Europe tempérée. Ce mémoire est centré sur l'étude morphométrique des données des bovinés.

Il s'agit, dans le cadre du présent travail, d'analyser morphométriquement, à l'aide d'outils statistiques, les jeux de données ostéométriques présents dans la bibliographie des sites du Néolithique Rubané d'Europe tempérée pour les bovinés domestique et sauvage. Cette recherche avait initialement pour but de caractériser d'un point de vue phénotypique les populations de bovidés et de suinés domestiques à différentes échelles de temps et d'espace au sein du complexe néolithique rubané afin de mieux cerner les caractéristiques de leur diffusion au sein de cette société agro-pastorale. Mais, après des analyses générales, nous nous sommes aperçus que des problèmes de détermination spécifique faussaient les analyses morphométriques des caprinés et des bovinés. Afin de résoudre ce biais, nous avons décidé de recentrer la problématique sur les Bovinés, sous-famille la plus représentée dans les cheptels du Rubané. Nous avons entrepris de définir précisément l'intervalle de recouvrement des données ostéométriques des bœufs domestiques et des aurochs sauvages, qui a toujours été pressentie mais jamais pu être établie avec certitude.

Dans une première partie, les contextes chronologique, culturel et environnemental du Néolithique Rubané d'Europe tempérée ainsi qu'un récapitulatif des sites répertoriés dans la base comportant des données ostéométriques, par aires régionales seront détaillés. Dans une seconde partie méthodologique, nous aborderons l'enregistrement des données, avec les problèmes rencontrés lors de cette étape, puis nous détaillerons les taxons étudiés tout en abordant les difficultés de distinction entre les taxons domestique et sauvage et nous décrirons les outils statistiques employés dans les analyses morphométriques. La troisième partie expose et décrypte les résultats des analyses morphométriques obtenus : après des analyses générales, nous présenterons des études de morphométrie beaucoup plus approfondies qui permettront de redéfinir le seuil de distinction entre les bœufs et les aurochs du Rubané. Enfin, la quatrième partie discutera nos résultats.

Chapitre 1 : Présentation générale du cadre d'étude

I - Aire chrono-culturelle : le Néolithique Rubané

La diffusion du mode de vie néolithique en Europe entraîne des transformations majeures entre le VII^e et le IV^e millénaire avant notre ère. Elles s'appliquent aux structures sociales, à l'alimentation (agriculture, élevage, espaces de stockage), à l'utilisation du territoire (sédentarisation et mise en culture des terres) et s'accompagne d'une augmentation démographique. Les céréales domestiquées, les animaux domestiques et commensaux ont été introduits, de manière involontaire pour ces derniers. Cette diffusion du « package » néolithique s'est certainement déroulée de façon inégale selon les régions et les populations mésolithiques. Ce processus a posé les bases de la société agro-pastorale et cela constitue un évènement majeur dans le développement des populations européennes.

I-1 Cadre chrono-géographique

Il existe deux courants de néolithisation en Europe (**Figure 1**). Le plus ancien est le courant dit méditerranéen (flèche mauve) qui se disperse le long de la côte Nord de la Méditerranée entre 6 800 et 5 300 cal. BC en propageant les cultures Impressa et Cardiale. Parallèlement, en Europe continentale, le courant dit danubien (flèches orange) est une autre voie de dispersion du mode de vie néolithique allant des Balkans au Bassin parisien. C'est ce courant qui permet la diffusion, entre 6 000 et 5 000 avant notre ère, de la culture Rubanée, dont la naissance se situe en Europe centrale.

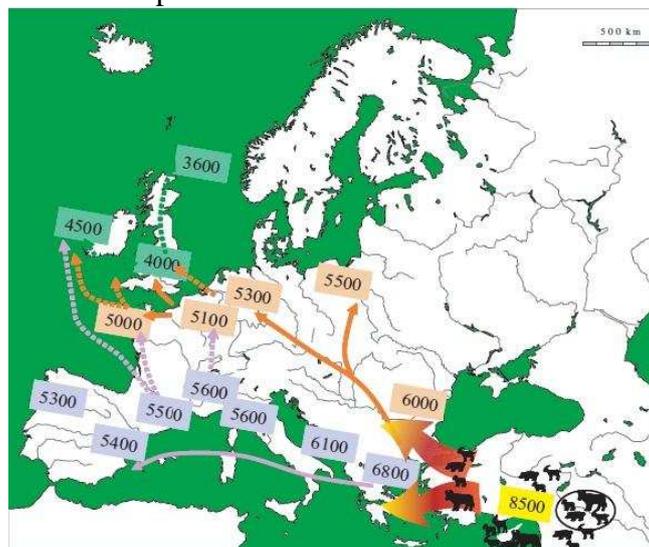


Figure 1 : Diffusion des courants néolithiques méditerranéen (mauve) et danubien (orange) (TRESSET & VIGNE, 2011, Fig. 2)

La culture Rubanée se situe au début du Néolithique en Europe centrale et occidentale tempérée. Elle comporte deux courants. Celui qui nous concerne est le Céramique Linéaire Occidental qui s'étend de l'Ukraine (5 500 – 5300 cal. BC) au Bassin Parisien (5 000 - 4 750 cal. BC). Les cultures de Körös (6110-5470 cal. BC, WHITTLE et al. 2005) et de Starčevo (Néolithique ancien Danubien, 6200-5500 cal. BC, SCHUBERT 1999) préfigurent le Rubané même si leur implication dans son apparition est encore assez méconnue.

En contexte archéologique, le Rubané peut parfois se mêler à d'autres cultures qui lui sont partiellement contemporaines telle que la culture de la Hoguette, datée d'entre 5800 et 5500 cal BC qui se retrouve à Stuttgart, en Allemagne. Des céramiques de cette période sont présentes dans les sites jusqu'à la fin du Rubané. Quant à lui, le groupe de Villeneuve-Saint-Germain (V.S.G.), daté de 5100 à 4700 cal. BC, côtoie la culture rubanée dans sa période récente et finale dans le bassin parisien (JEUNESSE, 1998-1999). Les deux groupes montrent des ressemblances, bien que le V.S.G. présente des éléments des cultures néolithique et mésolithique déjà fusionnées en dehors du Bassin parisien.

I-2 Cadre culturel et environnemental

Le Rubané peut s'être diffusé de plusieurs façons : soit grâce à une acculturation des populations mésolithiques d'Europe tempérée pouvant comporter des adaptations régionales variables soit en synthétisant les deux cultures (pour une synthèse : TRESSET & VIGNE, 2011).

Sa diffusion s'effectue soit grâce à des migrations directes de populations rubanées, soit par des transferts de techniques et des phénomènes d'acculturation avec les populations mésolithiques autochtones d'Europe tempérée. Dans ce cas, les sociétés de chasseurs-cueilleurs se transforment peu à peu en communautés agro-pastorales, en s'appropriant les techniques rubanées, tout en conservant probablement certains traits de leur propre culture. Il est important de noter que des hybridations entre animaux déjà domestiqués et animaux sauvages locaux chassés voire en cours de domestication ont pu avoir eu lieu en Europe tempérée. Cette problématique nous concerne directement.

La culture Rubanée se retrouve en Europe tempérée dans des milieux très diversifiés. Les régions plus occidentales présentent un climat tempéré océanique au contraire des peuplements plus orientaux qui bénéficient d'un climat continental. Cela offre des potentiels d'exploitation variés à la culture rubanée qui doit alors s'adapter. Cela pourrait expliquer des variations locales et régionales remarquées dans les choix d'exploitation des cheptels domestiques et de la chasse. (ARBOGAST, 2001).

II- Projet ANR OBRESOC

II-1 Description de l'ANR et problématiques

Le projet OBRESOC « Un observatoire rétrospectif d'une société archéologique : La trajectoire du néolithique Rubané » (ANR) est constitué de sept équipes de recherche sur l'archéobotanique, l'archéozoologie, la paléodémographie, le paléoenvironnement, la paléoécologie, l'archéologie culturelle, la paléoclimatologie, la science économique et la modélisation informatique.

Le but de ce projet est de croiser et de modéliser grâce à un modèle multi-agents les données archéologiques et environnementales afin de mieux appréhender le système socio-culturel de la société Rubané, qui nous est encore mal connue de nos jours, tout au long de son évolution, entre les VI^e et V^e millénaires avant notre ère.

Le projet comporte plusieurs tâches allant de l'analyse des données des multiples domaines d'études à la valorisation et diffusion de l'information en passant par les simulations de modélisation.

L'UMR 7209 est impliquée depuis deux ans dans ce projet sur les premiers agropasteurs d'Europe tempérée, du point de vue de l'archéozoologie, avec la contribution d'Anne Tresset et de Jean-Denis Vigne ainsi que de Stéphanie Bréhard, Jessie Duval et Isabelle Baly. Cela entre dans le cadre de la Tâche 8 d'OBRESOC, « L'ingénierie de plantes et des animaux domestiqués au cours de la trajectoire rubanée ».

II-2 Base de données Archéozoologiques d'OBRESOC

L'UMR 7209 a initié dans le cadre d'OBRESOC, une base de données archéozoologiques sur la société néolithique rubanée (**Figure 2**). La base a été créée par Jessie Duval et Isabelle Baly, en collaboration avec Stéphanie Bréhard, Anne Tresset et Jean-Denis Vigne. Jessie Duval a enregistré les données archéologiques et archéozoologiques de plus de 220 sites d'Europe tempérée.

Figure 2 : Capture de la page de saisie des données de la base OBRESOC

Le corpus comporte les données ostéométriques issues de la littérature archéologique de 83 sites provenant de six pays : France, Allemagne, Autriche, Hongrie, République Tchèque et Pologne (**Figure 3**). Plusieurs régions sont donc concernées, ce qui permet d'envisager des études comparatives synchroniques et diachroniques intra- et inter-régions sur les bovinés, les caprinae et les suinae. Les études de la faune des sites de Belgique, Moldavie, Slovaquie, Roumanie et d'Ukraine répertoriés dans la base ne présentent pas de données ostéométriques.

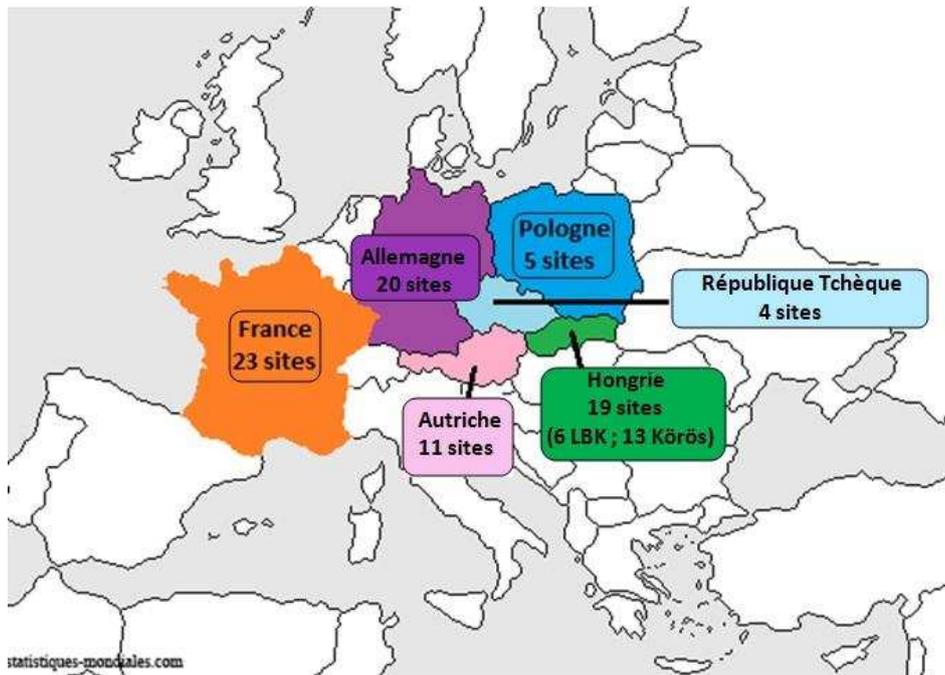


Figure 3 : Carte de répartition des sites d'OBRESOC ayant fourni des données métriques par pays

III- Aires d'études régionales

III-1 Europe centrale

La Pologne, la République Tchèque (**Tableau 1**) et la Hongrie (**Tableau 2**) rassemblent 28 sites au total. Malheureusement, ces sites ne fournissent pas beaucoup de données exploitables. Il faudra donc se contenter de petits échantillons pour ces pays, que nous essayerons de combiner entre eux par rapprochements successifs, si les analyses statistiques nous permettent de justifier ces nouvelles combinaisons.

Les sites datent du LinearBandKeramik (LBK), sans précision de périodes plus fines pour la plupart des sites, sauf en République Tchèque (LBK II/III). En Hongrie, des sites de la culture du Körös sont également présents car il s'agit de la culture qui précède celle du Rubané, et il est intéressant de pouvoir analyser ces données afin de déterminer si la faune est différente de celle du Rubané ou non.

Pays	Région	Site	Lieu-dit	Datation	Archéozoologue	Type de codes mesures ¹	Biblio
Pologne	Szczecin	Zalecino	Zalecino 4 et 19	LBK	Sobocinski	VdD Latin	Sobocinski 1987
Pologne	Bydgoszcz	Miechowice	Miechowice 7	LBK	Sobocinski	VdD Latin	Sobocinski 1987
Pologne	Bydgoszcz	Lagiewniki	Lagiewniki	LBK	Sobocinski	VdD Latin	Sobocinski 1987
Pologne	Wroclaw	Gniechowice	Gniechowice	LBK	Sobocinski	VdD Latin	Sobocinski 1987
Pologne	Wtostawek	Łojewo	Łojewo 1/22 et 35	LBK	Sobocinski	VdD Latin	Sobocinski 1987
République Tchèque	Bohême centrale	Tuchoměřice	Knezivka	LBK II/III	Kovačiková	VdD All	Kovačiková 2005
République Tchèque	Bohême centrale	Horoměřice	Horoměřice	LBK II/III	Kovačiková	VdD All	Kovačiková 2005
République Tchèque	Sud Moravie	Mikulov	Jeleni Louka	LBK	Kratochvil	VdD All	Kratochvil 1973
République Tchèque	Sud Moravie	Tesetice-Kyjovice	Sutny	LBK	Dreslerová	VdD Anglais	Dreslerová 2006

Tableau 1 : Sites de Pologne et de République Tchèque présentant des données ostéométriques

Pays	Région	Site	Lieu-dit	Datation	archéozoologue	Type de codes mesures ¹	Biblio
Hongrie	Grande plaine	Tiszavasvári	Keresztfal	LBK	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Transdanubie	Békásmegyer		LBK	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Transdanubie	Békásmegyer	Vöröscsillag TSz (Cooperative)	LBK	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Transdanubie	Jászberény	Cseróhalom	LBK	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Transdanubie	Győr	Pápai vám	LBK	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Transdanubie	Neszmély	Tekerespatak	LBK	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Grande plaine	Hódmezővásár-hely	Gorzsa Cukortanya	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Grande plaine	Dévaványa	Sártó	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974

¹ Les différents types de codes de mesures sont décrits dans le Chapitre 2, I-2

Hongrie	Grande plaine	Röszke	Ludvár	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Grande plaine	Berettyószentmárton		Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Grande plaine	Polgár	Csőszhalom	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Grande plaine	Hortobágy	Árkusi Á.G. (State Farm)	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Grande plaine	Tiszaszőlős	Csákányszeg	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Nord	Borsod	Derekegyházi dűlő (Baulk) 171	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Nord	Kisköre		Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Nord	Tiszaluc	Vályogos	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	Transdanubie	Gyálarét		Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974
Hongrie	-	Berettyóújfalu	Herpály	Körös	Bökönyi	VdD Anglais	Bökönyi 1974

Tableau 2 : Sites de Hongrie présentant des données ostéométriques

III-2 Pays limitrophes de l'Europe centrale et l'Europe de l'Ouest

L'Autriche et l'Allemagne sont situées aux limites de l'Europe centrale et de l'Europe de l'Ouest, et leur attribution à l'une de ces deux régions varie selon les définitions. La dispersion du Rubané a été progressive et inégale d'Est en Ouest, ce qui peut légitimer le fait de séparer l'Allemagne et l'Autriche des pays de l'Europe centrale, la Pologne, la Hongrie et la République Tchèque, qui sont géographiquement situés plus à l'Est.

Les sites autrichiens (**Tableau 3**) datent de l'« ältere LinearBandkeramik » (« äLB ») Rubané/LBK II et du « jüngere LinearBandkeramik » (« jLB ») ou Rubané/LBK IV. En Allemagne (**Tableau 4**), les périodes de l'äLB et du jLB sont présentes, alors que la période intermédiaire du « mittlere LinearBandkeramik » (« mLB ») ou Rubané/LBK III, l'est moins. Ces périodes correspondent à celles des pays d'Europe centrale (LBK, LBK II et III ; JEUNESSE, 1998-1999). En revanche, même si l'äLB, le mLB et le jLB sont les Rubanés ancien, moyen et récent de ces pays, ils ne sont pas strictement contemporains de ces mêmes périodes d'autres régions, comme l'Est de la France ou le Bassin parisien. Le site de Stuttgart,

quant à lui, date de la culture de la Hogue (5800-5500 cal. BC), auquel il est intéressant de comparer les données du Rubané (voir Chapitre 1, I-1).

Pays	Région	Site	Lieu-dit	Datation	Archéozoologue	Type de codes mesures ¹	Biblio
Autriche	Basse-Autriche	Prellenkirchen	Prellenkirchen	äLB	Wolff	VdD All	Ruttkey, Wessely & Wolff 1976
Autriche	Basse-Autriche	Mold	Im Doppel	äLB	Schmitzberger	VdD All	Schmitzberger 2009
Autriche	Basse-Autriche	Ratzresdorf/Sankt Pölten	Ratzresdorf/Sankt Pölten	jLB	Pucher	VdD All	Schmitzberger 2009
Autriche	Basse-Autriche	Poigen	Bachrain	jLB	Wolff	VdD All	Schmitzberger 2009
Autriche	Basse-Autriche	Brunn am Gebirge	Fundstelle, Wolfsholz	äLB	Pucher	VdD All	Schmitzberger 2009
Autriche	Basse-Autriche	Rosenburg	Hofmühle	äLB	Schmitzberger	VdD All	Schmitzberger 2009
Autriche	Basse-Autriche	Gnadendorf	Im Vorrain	jLB	Boschin	VdD All	'Boschin 2009
Autriche	Basse-Autriche	Strögen	Böhmerstall	äLB	Pucher	VdD All	Schmitzberger 2009
Autriche	Burgenland	Neckenmarkt	Lackendorfer Feld (NM1)	äLB	Pucher	VdD All	Schmitzberger 2009
Autriche	Burgenland	Donnerskirchen	Weide ober der Trift	äLB	Pucher	VdD All	Pucher 1991
Autriche	Haute-Autriche	Leonding	Gendarmerieposten	LBK	Kunst	VdD All	Grömer 2001

Tableau 3 : Site d'Autriche présentant des données ostéométriques

Pays	Région	Site	Lieu-dit	Datation	archéozoologue	Type de codes mesures ¹	Biblio
Allemagne	Basse - Saxe	Rosdorf	Rosdorf	LBK	Reichsten	VdD	Reichstein 1977
Allemagne	Bavière	Hienheim	Weinberg	äLB	Clason	VdD All	Clason 1977
Allemagne	Bavière	Straubing	Lerchenhaid	LBK II à IV	Ziegler	VdD All	Ziegler 1989
Allemagne	Pays de Bade	Tübingen	Pfaffingen	äLB, mLB	Stork	VdD All	Stork 1993
Allemagne	Pays de Bade	Stuttgart	Bad-Cannstatt	Hogue 5800-5750 cal BC	Boessneck / Schmid	VdD All	Brunnacker 1967
Allemagne	Rhénanie de Nord	Aldenhoven	Langweiler 8	äLB	Uerpman	VdD +	Uerpman 1988
Allemagne	Rhénanie de Nord	Müddersheim	Müddersheim	äLB	Schütrumpf / Stampfli	VdD All	Schietzel & Stampfli 1965

Allemagne	Saxe	Dresden	Cotta	LBK	Benecke	VdD All	Benecke 1999
Allemagne	Saxe	Dresden	Mockritz	jLB	Elburg	VdD All	Elburg 1999
Allemagne	Saxe - Anhalt	Voswelle	Eilsleben	äLB et jLB	Döhle	VdD All	Döhle 1994
Allemagne	Saxe - Anhalt	Hohlstedt	Landkreis Sangerhausen	äLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Hühnerfarm	Barbelen	äLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Halle-Trotha		äLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Tröbsdorf	Ortsteil von Burgscheidung	äLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Grossen Bruchsberg	Königsau	äLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Körner	Gotha	jLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Gatersleben	Fdpl. Akademie - Institut	jLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Kuckucksberg	Hettstedt	jLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Dammendorf	Dammendorf	jLB	Müller	VdD All	Müller 1964
Allemagne	Saxe - Anhalt	Köthen Geuz		jLB	Müller	VdD All	Müller 1964

Tableau 4 : Sites d'Allemagne présentant des données ostéométriques

III-3 Europe de l'Ouest

Nous pouvons diviser l'Europe occidentale en deux grandes zones : l'Est de la France et le Bassin Parisien. En effet, ces deux grandes régions présentent des choix différents dans l'exploitation des animaux domestiques ; Au Rubané récent d'Alsace, on exploite le Bœuf domestique et le porc (Tradition A) alors qu'au RRBP, le Bassin parisien exploite, quant à lui, le bœuf domestique et les caprinés (Tradition B). Le bassin parisien montre alors une plus grande ressemblance au modèle économique des périodes Rubanées antérieures d'Europe centrale (ARBOGAST, 1996).

III-3.1 Est de la France

Nous avons regroupé sous le nom « Est de la France » les sites d'Alsace et de Champagne-Ardenne (**Tableau 5**). Les sites alsaciens datent du Rubané ancien à récent d'Alsace. Le Rubané ancien d'Alsace correspond au LBK II, le Rubané moyen d'Alsace, au LBK III et le Rubané récent d'Alsace au LBK IV (JEUNESSE, 1998-1999). Le Rubané moyen apparaît encore assez rare et en quantité négligeable.

Pays	Région	Site	Lieu-dit	Datation	archéozoologue	Type de codes mesures ¹	Biblio
France	Alsace	Bischoffsheim	Le village	ancien à récent	Arbogast	FR 1	Arbogast 1991
France	Alsace	Dachstein	Am Geist	ancien à récent	Méniel	FR 2	Arbogast 1994
France	Alsace	Reichstett	Shamli	ancien à récent	Poulain	FR 3	Poulain 1978
France	Alsace	Rosheim	Sablrière Helmbacher	ancien à récent	Poulain	FR 3	Poulain 1979
France	Alsace	Colmar	Route de Rouffach	ancien à récent	Arbogast	FR 1	Arbogast 1994
France	Alsace	Ensisheim	Ratfeld	ancien à récent	Arbogast	FR 1	Arbogast 1994
France	Alsace	Wettolsheim	Ricoh	ancien à final	Arbogast	FR 1	Arbogast 1994
France	Alsace	Hattstatt	Elsbourg	moyen à récent	Poulain	FR 3	Bonnet et al 1980
France	Alsace	Rouffach	Gallbühl	récent	Poulain	FR 3	Sainty et al. 1984
France	Alsace	Pfulgriesheim	"Langgarten" & "Buettel"	moyen et récent	Arbogast	VdD	Meunier et al. 2003
France	Champagne-Ardenne	Juigny	Les Grands Traquiers	Rubané	Arbogast	FR 1	Arbogast 1991
France	Champagne-Ardenne	Orconte	Les Noues	moyen	Arbogast	FR 1	Arbogast 1991
France	Champagne-Ardenne	Norrois	La Raie des Lignes	moyen	Poulain	FR 3	Poulain 1986

Tableau 5 : Sites de l'Est de la France présentant des données ostéométriques

III-3.2 Bassin Parisien

Sous l'appellation « Bassin parisien », nous avons regroupé les données des sites d'Île-de-France, de Picardie, de Bourgogne et du Nord-Pas-de-Calais (**Tableau 6**). Ils sont datés du Rubané Récent du Bassin Parisien ou « RRBP ». Cette période correspond à la période du Rubané récent d'Alsace et au LBK IV des pays d'Europe centrale, d'Allemagne et d'Autriche (JEUNESSE, 1998-1999). Le RRBP final correspond au Rubané final d'Alsace et au LBK V des autres pays, encore appelé « späte LinearBandkeramik ».

Le site de Balloy date, quant à lui, du RRBP et du Villeneuve-St-Germain (V.S.G.), culture contemporaine du Rubané récent dans le Bassin parisien. Toutefois, le matériel

faunique montre des similitudes avec le Rubané récent, c'est pourquoi, nous prenons en compte cette culture dans notre étude, afin de pouvoir la comparer aux données Rubanées.

Pays	Région	Site	Lieu-dit	Datation	archéozoologue	Type de codes mesures ¹	Biblio
France	Bourgogne	Etigny	Le Brassot-Est	récent et final	Carré	VdD+	Carré 2004
France	Bourgogne	Champs-sur-Yonne	Petit Vaux	récent	Poulain	VdD	Bailloud 1961
France	Ile-de-France	Changis-sur-Marne	Les Pétreaux	récent et final	Hachem	VdD	Lançon 2008
France	Ile-de-France	Misy-sur-Yonne	Le Bois des Refuges	récent	Poulain	FR 3	Poulain 1982
France	Ile-de-France	Balloy	Les Réaudins	final & VSG	Tresset	VdD All	Tresset 1996
France	Ile-de-France	Videlles	Videlles	Néolithique Danubien	Poulain	FR 3	Poulain 1967
France	Nord-Pas de Calais	Menneville	Derrière le Village	récent	Hachem	VdD	Farruggia et al. 1996
France	Nord-Pas de Calais	Menneville	Derrière le Village	récent	Méniel	FR 2	Méniel 1984
France	Picardie	Cuiry-les-Chaudardes	Les Fontinettes	récent	Hachem	VdD+	Hachem 1995
France	Picardie	Berry-sur Bac	La Croix Maigret	récent	Méniel	FR 2	Méniel 1984
France	Picardie	Berry-sur Bac	Chemin de la Pêcherie	récent	Méniel	FR 2	Méniel 1984

Tableau 6 : Sites du Bassin parisien présentant des données ostéométriques

Chapitre 2 : Méthodologie

I- Enregistrement et exploitation des données

I-1 Procédure d'enregistrement, traitement des données

Les données des bovinés, caprinae et suinae sont enregistrées sous format Excel, dans différents types de fichiers. Cette démarche, commencée en Automne 2011, fut longue et fastidieuse, considérant le temps de lecture (dépendant de la langue utilisée et de la nomenclature des codes de mesures) et d'enregistrement et de classement sous diverses formes de fichiers Excel (par site, par taxon, par aire régionale (régions et pays) et période chronologique). Le traitement statistique des données n'a donc débuté que tardivement (Février-Mars 2012).

Les analyses inter-échantillons nécessitent des fichiers organisés par régions et par périodes qui permettent ensuite de comparer les données des chronologies contemporaines de différentes régions. Il faut être attentif aux périodes synchroniques et diachroniques, d'autant plus que pour quelques sites, la durée d'occupation reste assez large.

En définitive, ce sont les fichiers organisés par pays qui nous sont le plus utile car ils permettent facilement de rassembler ensuite les données par grande région pour pouvoir les traiter statistiquement.

Les données sélectionnées pour les analyses de Log-Shape-Ratio (voir Chapitre 2, II-2.3) ainsi que les référentiels utilisés sont visibles en **Annexe 1 (p.84-91)**.

Les quantités de données sont très inégales d'un site à un autre, d'un pays à un autre et plus largement d'une zone géographique à une autre. Ainsi, les pays pour lesquels nous avons le plus de données sont la France et l'Allemagne, et pour chacun, un seul site comporte une quantité très importante de données (Cuiry-les-Chaudardes et Eisleben). Les autres sites présentent des quantités moindres.

De plus, il y a beaucoup d'éléments fracturés qui ne peuvent donc pas fournir toutes les mesures nécessaires à des études morphologiques. Il est très rare de mettre au jour des ossements entiers et non-altérés en contexte archéologique et nous n'avons donc pas pu en exploiter beaucoup, même si le corpus de données est conséquent.

I-2 Nomenclature des codes des mesures et problèmes linguistiques

La nomenclature des mesures variant selon les chercheurs et les pays, il a fallu établir une table de correspondance des mesures afin de pouvoir homogénéiser l'ensemble des données.

Ce travail fut nécessaire à la compréhension des documents car il y a des problèmes importants au niveau de la codification des mesures. En effet, entre les différents chercheurs et les pays, même si le code est sensé identifier la même mesure, il ne se situe pas exactement au même endroit, ce qui entraîne un biais important. Par exemple, nous pouvons citer la mesure « Bd » des métapodes : elle caractérise la plus grande largeur de la partie distale ; cette mesure se prend usuellement au niveau des poulies (« Bd » ou « Bt » selon DRIESH VON DEN, 1976 ou PoDt, selon le code utilisé sur plusieurs sites français) ou au-dessus d'elles (« DDt » selon le code utilisé sur la plupart des sites français) (**Figure 4**).

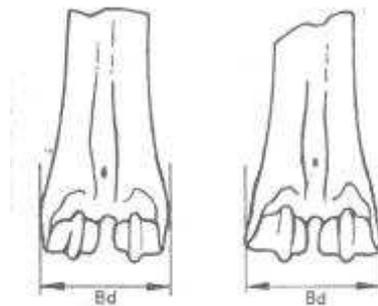


Figure 4 : Illustration des deux types de mesures sur la vue dorsale du métatarse de boeuf.
(DRIESH VON DEN, 1976, p.97, fig. 44h)

Nous avons finalement pris comme référence unique la nomenclature proposée par A. VON DEN DRIESH (1976) afin d'homogénéiser les données dans le tableau récapitulatif par pays. Le tableau des différents codes de nomenclatures est visible dans son intégralité en annexe (**Annexe 2, p.91-95**). Ci-dessous, un aperçu avec le tableau pour les mesures standards les plus courantes, utilisables pour tous les os (**Tableau 7**).

Les différents codes présentés correspondent à des nomenclatures de mesures de divers sites qui présentaient des différences et que nous avons relevé afin d'établir ces tableaux de correspondance entre les mesures. La première colonne correspond au choix définitif effectué dans le but d'homogénéiser les données.

Le code « VdD » est utilisé par T. POULAIN, L. HACHEM dans le Bassin parisien, R.-M. ARBOGAST dans l'Est de la France, REICHSTEN en Allemagne. Il s'agit de la nomenclature de VON DEN DRIESH (1976) non modifiés.

Les codes « VdD All » et « VdD Angl. » et « VdD+ » incorporent quelques variances dues aux langues employées pour les deux premiers, et à l'ajout, entre autre, de la désignation DAP pour les mesures du diamètre antéro-postérieur des épiphyses. Le « VdD All. » est employé dans trois sites tchèques par KOVACIKOVA et KRATOCHVIL ainsi que dans les sites Allemand, par BOSCHIN, BENECKE, BOESSNECK, CLASON, DÖHLE, ELBURG, KUNST, MÜLLER, PUCHER, SCHMITZBERGER, SCHÜTRUMPF, STORK, WOLFF ET ZIEGLER. Le « VdD Angl. » est utilisé dans les sites hongrois par BÖKÖNYI et un site Tchèque par DRESLEROVA. Le « VdD+ » est employé par HACHEM et CARRE dans le Bassin parisien et UERPMANN en Allemagne.

Le VdDLatin est celui qui présente une nomenclature qui décrit les mesures qui correspondent à celles du VON DEN DRIESH (1976) en latin (sites polonais, par SOBOCINSKI).

Enfin, les codes « FR1 » utilisé par ARBOGAST, « FR2 » par MENIEL et « FR3 » par POULAIN, se retrouvent dans l'Est de la France et le Bassin parisien. Ils correspondent à des codes de traduction française des mesures de VON DEN DRIESH (1976) et incorpore quelques variances ou rajout de mesures.

Codes	VdD	VdD All/Angl.	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
GL	GL	GL	GL / Gl	Lt. / L	Lt /L	GL / L	Long. Max.	Longueur totale
GB	GB	GB	GB	–	–	I	Lat. max.	Largeur totale/diamètre transverse
Bp	Bp	Bp	Bp	PDt	PDt	DT	Lat. extrem. Prox.	Diamètre transverse du proximum
Dp	Dp	Dp/Tp	Dp / DAP	PDp	PoDp	DAP	–	Diamètre antéro-postérieur du proximum
SD	SD	SD/ KD / B / KBS	SD	DiaDt	DiaDt	–	Lat. corporis	Diamètre transverse de la diaphise
CD	CD	UD	CD	–	–	–	–	plus petite circonférence de la diaphise
Bd	Bd	Bd	Bd	DDt	DDt	DT	Lat. extrem. dist. / Lat. trochleae	Diamètre transverse de l'articulation distale
Dd	Dd	Dd/Td	Dd / DAP	DDt	DDt/ PoDt	DAP	Cras.extre m. Dist.	Diamètre antéro-postérieur de l'articulation distale
Ep	–	–	–	Ep.	–	–	–	Epaisseur

Tableau 7 : Mesures standards utilisables pour sur tous les types d'ossements

De plus, un lexique des termes anatomiques et taxinomiques usuels et récurrents dans les différentes langues employées dans la bibliographie (français, allemand, tchèque et polonais) a également été créé afin de faciliter la compréhension des documents (**Annexe 3, p.96-98**). Un lexique a été réalisé pour la désignation des taxons, des ossements et de quelques autres termes usuels essentiels répétitifs.

Les sites polonais utilisent souvent les termes en latin pour désigner les espèces et les os. Les sites tchèques le font pour les os et les espèces sont en général en tchèque. Les sites hongrois et autrichiens utilisent l'allemand voire l'anglais.

Le lexique fait donc surtout apparaître les traductions et abréviations allemandes des termes français. Ci-dessous, un exemple avec le lexique des termes employés pour désigner les taxons.

Français	Allemand	Tchèque	Polonais
Taureau	Stier	Býk	Byk
Vache	Kuh	Kráva	Krowa
Veau	Kalb	Tele	Cieleę
Bovin, Bœuf domestique	Rind / Hausrind	Tur domaci	Bydło
Primitif = Aurochs	Ur	Pratur	Tur
Mouton	Schaf	Ovce domaci	Owce
Chèvre	Ziege	Koza domaci	Koza / Kozy domowe
Porc	(Haus)schwein	Prase domaci	Trzody Chlewnej
Sanglier	Wildschwein	Prase divoké	Dziki
Indéterminé	unbestimmt	neurčeno	Nieokreślony
Buffle d'eau	Bubalus arnee	—	—
Bison	Wisent	—	—

Tableau 8 : Lexique des termes employés pour désigner les taxons

II- Outils statistiques employés

Afin d'exploiter les données ostéométriques des taxons domestiques, des outils statistiques sont utilisés afin d'analyser morphométriquement les données.

Les différents tests sont réalisés à l'aide du logiciel PAST (HAMMER, HARPER & RYAN, 2001)² et parfois à l'aide du logiciel R³ pour des analyses spécifiques.

II-1 Analyses univariées

Pour définir les tests définis ci-dessous, nous nous sommes servi d'ouvrages de référence (CHENORKIAN, 1996 ; POINSOT, 2004 ; HAMMER, 2001).

Afin de pouvoir tester les données avec un test paramétrique, il faut qu'elles suivent une loi normale. On leur applique donc le test de Shapiro-Wilk pour des échantillons inférieurs à 50 individus. Si le test est significatif, on réalise un test non-paramétrique.

II-1.1 Tests paramétriques

Tout d'abord, il est impératif de tester la variance Test de Fisher-Snedecor afin de savoir si elle est égale entre deux échantillons. Cela nous permet de déterminer quel test employer sur les moyennes : Si le test n'est pas significatif, on utilise le test T de Student. A l'inverse, on doit employer le test de Welch.

Les tests T de Student et de Welch portent sur la moyenne de l'échantillon. Ils permettent de comparer jusqu'à deux groupes et de déterminer s'ils sont différents.

L'ANOVA et la MANOVA sont des tests d'analyse de variance uni- et multivariée qui permet de déceler les différences entre les moyennes de chaque échantillon.

La MANOVA à deux facteurs permet de comparer l'ensemble de la variance entre les groupes (quatre dans notre cas : les deux sexes des deux formes sauvages et domestiques) et d'identifier les effets de la combinaison de deux facteurs dépendants. Dans notre cas, ce sont le sexe et le taxon. Cela nous permet de déterminer si le dimorphisme sexuel est le même dans

²PAST[®] version 2.13, Décembre 2011 <http://folk.uio.no/ohammer/past>

³RStudio[®] version 0.96.122, 2009-2011 <http://www.rstudio.org/> ; <http://www.r-project.org/index.html>

les deux taxons. Si c'est le cas, nous pouvons étudier les taxons sans prendre en compte le sexe et le sex-ratio indépendamment du taxon. Pour cela, il faut que la p-value soit significative dans les deux tests qui ne prennent en compte qu'un des deux facteurs et qu'elle ne soit pas significative dans le test qui croise les facteurs sexe et taxon. Cela voudrait dire que les groupes sont homogènes.

II-1.2 Tests non-paramétriques

Le test de Kruskal-Wallis permet de comparer les médianes de l'échantillon divisé en groupes univariés. Il convient bien aux petits échantillons, auxquels nous sommes le plus souvent confrontés. De plus, il est utilisé car la distribution des données n'est pas toujours normale en raison de la présence possible de deux sexes ainsi que des formes domestiques et sauvages.

On utilise le test de X^2 d'homogénéité afin d'observer la distribution des effectifs. Cela nous permet de voir si les changements de proportion des taxons modifient la distribution des échantillons, et donc influent significativement sur les spectres de faune.

II-1.3 Correction de Bonferroni

La correction de Bonferroni s'applique à des tests que l'on effectue à répétition, afin de limiter la marge d'erreur α , qui augmente avec le nombre de tests. On l'applique lorsqu'on veut tester les différences entre les groupes d'une analyse globale telle une ANOVA ou un test T de Student. On divise le risque α par le nombre total de tests effectués.

II-2 Analyses logarithmiques

II-2.1 Référentiels utilisés

Les données de référence utilisées pour les analyses en Log-Size-Index, ou log-ratios, ont été établies avec l'aide d'Anne TRESSET. Il s'agit des valeurs moyennes des données

métriques de la population d'aurochs mâles du Danemark (DERGEBØL & FREDSKILD, 1970), que nous désignerons sous l'appellation de « référentiel de Degerbøl ».

Pour les Log-Shape-Ratio, des données métriques publiées par DEGERBØL (1970) ont été extraites, en plus des données d'aurochs mâles, les données métriques d'aurochs femelles et de bœufs domestiques mâles et femelles. Cela avait pour but de constituer un référentiel de conformations à partir d'individus de forme (domestique ou sauvage) et de sexe connus. La conformation des ossements que l'on cherche à identifier sera confrontée à ce référentiel. Insistons sur le fait que seuls les individus complets et dont le statut et le sexe sont connus ont été sélectionnés pour la constitution de ce référentiel. Ils datent du Mésolithique (du Dryas récent) jusqu'au début du Néolithique (Atlantique, seuls les bovins domestiques ont été pris en compte pour cette période).

Dans les Log-Shape-Ratios, on exploite également la référence des bœufs domestiques plus récents du site de Mairy, qui date de la transition entre la culture de Michelsberg et le complexe Chasséo – Michelsberg (fin du 5^e et début du 4^e millénaire ; ARBOGAST, 1986). Ils ne sont pris en compte que dans les études de conformation des Log-Shape-Ratios. En effet, le site date d'une période plus récente et est donc non-comparable au niveau de la taille car elle est plus réduite. En revanche, la conformation n'a pas beaucoup évolué et elle est donc beaucoup moins éloignée de celle des individus du Rubané, se rapprochant de celle des femelles domestiques.

II-2.2 Log-Size-Index (LSI, MEADOW, 1999) et Diagramme de Simpson (1941)

Des Log-Size-Index (LSI ; MEADOW, 1999) sont utilisés pour grouper dans une même analyse des mesures de parties squelettiques différentes. On calcule la différence de logarithme entre la mesure d'un reste archéologique et la moyenne de la mesure d'une population de référence pour la même partie osseuse. Les mesures choisies pour les LSI sont les mesures du diamètre transverse des épiphyses proximales et distales (Bp et Bd) car cela nous permet d'éviter les allométries qui peuvent être constatées avec l'utilisation des mesures de la grande longueur de l'os (GL) et du diamètre antéro-postérieur des épiphyses proximales et distales (Dp et Dd). Les os étudiés sont l'humérus (Bd), le radius (Bp et Bd), le tibia (Bd), le métacarpe (Bp et Bd) et le métatarse (Bp et Bd).

Les résultats des LSI de MEADOW peuvent être intégrés dans un diagramme de Simpson (SIMPSON, 1941) qui représente la moyenne des LSI pour chaque mesure des os, mettant ainsi en évidence d'éventuelles allométries entre les ossements archéologiques et la référence (situé au point zéro de l'axe des abscisses).

Le parti pris a été de représenter sur un même diagramme les individus déterminés en Bœuf domestique et en Aurochs dans la littérature selon les différentes régions, afin d'avoir une vue d'ensemble des différences supposées entre ces deux taxons.

II-2.3 Log-Shape-Ratio (LSR, MOSIMANN, 1970)

La méthode d'analyse du Log-Shape-Ratio, décrite par MOSIMANN (MOSIMANN, 1970; MOSIMANN & JAMES, 1979) permet d'étudier plus précisément les différences entre les taxons et les sexes à partir d'ossements complets d'individus archéologiques. Elle sépare deux facteurs étroitement liés dans les LSI et les représentations linéaires des données brutes : la taille et la conformation. Ces deux facteurs ont une importance et un développement différents dans l'évolution et l'adaptation aux milieux environnementaux des individus. Les dissocier peut permettre d'effectuer des observations plus précises sur les impacts de la taille et de la conformation dans la détermination du taxon et du sexe.

Dans notre cas, on utilise quatre variables : la longueur GL, les diamètres transverses proximaux et distaux Bp et Bd ainsi que le diamètre transverse de la diaphyse SD. La taille isométrique se calcule en effectuant la moyenne des logarithmes des variables de chaque individu. Les résidus de conformation sont ensuite calculés pour chaque individu en soustrayant la valeur de la taille isométrique à celle de chacune des variables.

II-3 Analyses multivariées appliquées aux LSI et LSR

II-3.1 Analyses des mélanges gaussiens

Cette méthode du maximum de vraisemblance (maximum – Likelihood) est utilisée pour estimer les paramètres (moyenne, déviation standard et amplitude) de plusieurs distributions normales univariées, ou gaussiennes encore appelée « noyaux ». Elle a été

considérée pour la première fois par PEARSON (1894). Le maximum de vraisemblance est basé sur l'idée que les différentes populations présentes dans le mélange produisent différents échantillons et que ceux-ci proviennent plutôt d'une population que d'une autre. A chacun des groupes centrés sur des valeurs moyennes, correspondent des amplitudes de répartition. On peut ainsi voir le poids que chacun des groupes déterminé représente dans l'assemblage. On cherche à déterminer si l'échantillon est homogène ou s'il est composé de plusieurs populations qui présentent ou non un dimorphisme sexuel marqué.

PAST utilise l'algorithme Espérance-Maximisation (EM, DEMPSTER et al., 1977) pour lequel il faut prendre en compte les indices Log. Likelihood et Akaike Information Criterion (AIC, AKAIKE 1974) afin de sélectionner la meilleure proposition de répartition des groupes. Il faut que le premier soit le plus élevé possible tandis que le second doit être le plus petit possible.

II-3.2 ACP (Analyses en Composantes Principales)

D'après la conformation des LSR, on peut réaliser des Analyses en Composantes Principales (ACP) qui sont calculées sur les centres de gravité des nuages de points (DAVIS 1984 ; HARPER, 1999).

Le but de la méthode est de réduire le nombre de dimensions des données, en recherchant celles suivant lesquelles les classes se séparent le mieux. Ces nouvelles variables sont des combinaisons linéaires de celles d'origine. Des graphiques factoriels en nuages de points sont construits, dans lesquels nous pouvons distinguer des groupes de données. Cela nous permet de pouvoir émettre des hypothèses d'associations morphologiques entre les individus.

II-3.3 Analyse Factorielle Discriminante et Prédiction

Pour aller plus loin dans la détermination des individus, on effectue des L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) Elles s'appliquent à des données quantitatives sur lesquelles une typologie ou une partition est déjà établie. Cette méthode est descriptive. Il s'agit d'une méthode géométrique qui permet de visualiser les proximités entre les individus, appartenant ou non à un même groupe. Nous l'avons utilisée afin de proposer un système de

représentation qui permet de distinguer plus clairement les groupes d'individus qu'avec les ACP.

L'Analyse Discriminante permet, en la combinant à la fonction de prédiction (sous R), d'émettre des prédictions selon un cadre probabiliste. Ces analyses ont été réalisées à la suite d'une MANOVA à deux facteurs, afin de pouvoir réaliser des prédictions séparément sur les sexes et les taxons. Une fonction de classement permettant de prédire le groupe de chaque individu est construite par le logiciel. Il se base sur les valeurs des individus déterminés avec certitude pour établir des pourcentages d'affectation aux différents sexes et taxons.

III- Taxons étudiés

III-1 Aurochs *Bos primigenius primigenius*

L'Aurochs, *Bos primigenius primigenius* (Bojanus 1827), appartient à l'ordre des Artiodactyles, à la famille des Bovidae, la sous-famille des Bovinés et au genre *Bos*. Il existait au Proche-Orient et dans toute l'Europe excepté l'Irlande ainsi qu'en Eurafrique et en Asie. Il a coexisté avec le Bœuf domestique en Europe tempérée du néolithique ancien jusqu'au Moyen Âge. Cette espèce a aujourd'hui disparue. Le dernier aurochs s'est éteint en 1627 dans la forêt de Jaktorów en Pologne (KLÖS & WÜSCHMANN, 1975 ; GUINTARD, 1988 et 1994).

Ces animaux se nourrissent d'herbacées. Ils fréquentent à l'origine des milieux ouverts, les marais, les steppes et les forêts. Au cours de l'Holocène, il semble acquérir une préférence pour les forêts, ce qui peut s'expliquer par la présence de l'homme et des bovins domestiques qui occupaient les milieux ouverts et en lisière de forêt. Les aurochs présentent un dimorphisme sexuel marqué.

L'Aurochs était chassé pour sa viande mais également pour le prestige. Sa présence dans le matériel faunique des sites rubanés en Europe, simultanément aux bovins domestiques, peut s'expliquer ainsi. Les premières traces de domestication de l'aurochs remontent à 8 500 – 7 500 ans avant notre ère, en Anatolie orientale. Les bovins domestiques diffusés par la suite dans toute l'Europe proviennent de cette souche proche-orientale. Une

seconde domestication a eu lieu dans la vallée de l'Indus aux alentours de 7 000 – 6 000 BC. Le zébu à bosse asiatique provient de celle-ci.

III-2 Bœuf domestique *Bos primigenius f. taurus*

Le bœuf domestique, *Bos primigenius f. taurus* (Linné 1758), appartient à l'ordre des Artiodactyles, à la famille des Bovidae, la sous-famille des Bovinés et au genre *Bos*.

Les bœufs domestiques européens proviennent d'aurochs orientaux domestiqués 8 500 – 7 500 ans avant notre ère, en Anatolie orientale. Des analyses sur l'ADN ancien (BOLLONGINO et al., 2006) et sur l'ADN mitochondrial (EDWARDS et al., 2007) confirment cette provenance. La domestication a provoqué une diminution de la taille, un rétrécissement de la face, une réduction de la capacité crânienne ainsi que de la taille des cornes et une modification de leur forme. De plus, la castration des mâles entraîne des modifications morphologiques à considérer. Les castrés ont des os plus graciles que ceux des taureaux et subissent une augmentation du poids importante. Cela a été mis en évidence sur le site Michelsberg de Mairy (ARBOGAST, 1986). Le dimorphisme sexuel a diminué et les proportions des membres se sont modifiées : les parties les plus charnues (épaule et selle) se sont développées aux dépens des bas de pattes dépourvus de viande.

Le bœuf est l'animal le plus important du cheptel, du point de vue économique. Sa diffusion à travers toute l'Europe tempérée est le témoignage de grandes connaissances zootechniques chez les néolithiques du rubané, qui ont su l'acclimater et l'adapter à ses nouveaux environnements, qui sont assez diversifiés (TRESSET et al., 2009).

III-3 Problèmes de distinctions entre Bœuf domestique et Aurochs sauvage

En Europe, au néolithique Rubané, cohabitent donc les aurochs sauvages européens et les bœufs domestiques importés du Proche-Orient, qui proviennent de la souche sauvage orientale. Les hypothèses de centres de domestication locaux de l'aurochs en Europe et/ou de possibles hybridations entre les formes sauvage et domestique sont très peu probables (TRESSET et al., 2009) mais ne sont pas à exclure totalement au niveau régional. Il peut également exister des phénomènes d'adaptations morphologiques régionales des bovins

domestiques, qui peuvent donc présenter des différences métriques remarquables, indépendantes de celles dues au sex-ratio. Seules les analyses ADN peuvent déterminer définitivement à quel cas nous sommes confrontés.

Au début du néolithique, les formes sauvages et domestiques sont encore assez proches et il est très difficile de distinguer ostéologiquement ces formes par la taille. En particulier, le problème se pose entre les aurochs femelles et les bœufs domestiques mâles (**Figure 5**). Une zone de recouvrement de leur taille est depuis longtemps supposée (TRESSET et al., 2009, Fig. 5), mais son existence n'a jamais pu être démontrée et son amplitude reste inconnue ; nous ne savons pas s'il peut s'agir d'un recouvrement partiel ou d'un recouvrement total, qui s'avérerait très problématique car nous pourrions difficilement identifier ostéologiquement les restes dans ce cas. Malgré cela, les déterminations réalisées dans les études de faunes reposent jusqu'à présent essentiellement sur le critère de la taille car c'est, visuellement, le critère le plus remarquable. Les auteurs poussent la détermination jusqu'à différencier les sexes des deux taxons.

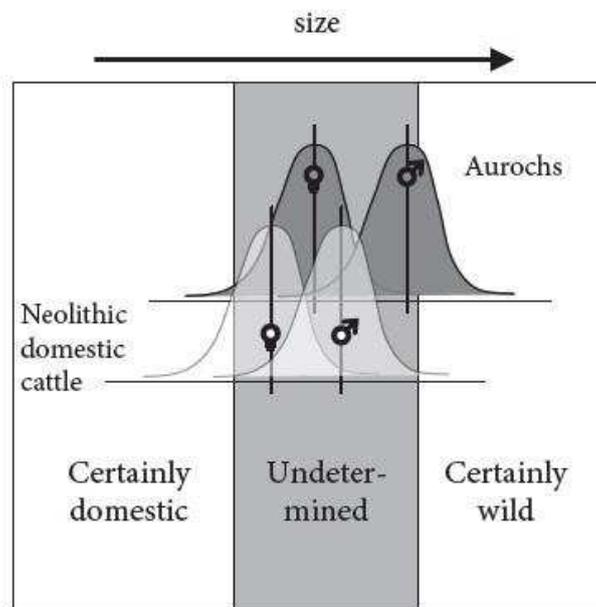


Figure 5 : Problèmes de distinction entre les aurochs sauvages et les bovins domestiques (TRESSET et al., 2009, Fig. 5)

Pour l'instant, l'unique possibilité pour pouvoir trancher définitivement entre bœuf domestique et aurochs sauvage, réside dans l'analyse de l'ADN moderne et ancien mitochondrial. Par exemple, à Rosenhof, site archéologique situé au nord de l'Allemagne et

daté du mésolithique, les analyses de l'ADN mitochondrial ont permis de déterminer de très petits Aurochs femelles locales à partir de restes osseux qui avaient suscités de nombreuses discussions (SCHEU et al., 2008). Une hypothèse de domestication indépendante locale de l'aurochs en Europe du Nord par les populations mésolithiques, a été émise par NOBIS (1975). Cependant, dans le cas des individus de Rosenhof, il n'y a aucune preuve qui permettrait de valider cette hypothèse, ni d'ailleurs celle d'une hybridation entre aurochs locaux et bœufs domestiques importés. Il est plus probable que la variation de la taille des aurochs femelles ait été sous-évalué dans la référence principale d'aurochs utilisée dans les études (DEGERBØL & FREDSKILD, 1970 ; voir Chapitre 2, III-2.1), car il y a peu d'aurochs de ce sexe.

Dans la bibliographie des certains sites de la base OBRESOC, les auteurs ne distinguent que les aurochs des bovinés. Dans ce cas, nous ne pouvons théoriquement pas prendre en considération ces données dans les études morphométriques, car nous ne savons pas s'ils sont réellement indéterminés ou si l'auteur considère que tout ce qui n'est pas identifié en aurochs est du bœuf domestique. Mais dans ce cas, il n'y aurait pas non plus d'individus indéterminés et cela n'est possible, vu la difficulté de distinction entre les formes sauvage et domestique. Il en est de même pour certains sites qui ne distinguent que de l'aurochs et du bœuf domestique : n'y a-t-il vraiment aucun boviné indéterminé, ou sont-ils simplement classés dans les bœufs domestiques ? Ce problème se retrouve également sur de nombreux sites utilisant d'autres langues. Par exemple, des sites utilisant la langue allemande regroupent sous le terme « Rind » (Bovin/Boviné), différent d'« Hausrind » (Bœuf domestique), des individus qui ne sont pour la plupart du temps non différenciés par la suite et en revanche, qui sont accompagnés d'individus classés en « Ur » (Aurochs).

Les individus classés en bovinés indéterminés n'ont donc pas été pris en compte dans les diagrammes de Simpson synthétisant les données des Log-Size-Index (voir chapitre 2, II-2.2), afin de pouvoir observer si les déterminations des auteurs en aurochs et en bœuf domestique sont réalistes. En revanche, pour les Log-Shape-Ratios (voir chapitre 2, II-2.3), les quelques os entiers d'individus classés dans les bovinés ont été analysés, afin de tenter une détermination spécifique.

Nous tenterons donc dans ce travail de réévaluer, les parts respectives du Bœuf et de l'Aurochs dans les assemblages européens et d'estimer la proportion de restes sur lesquels nous ne pouvons pas nous prononcer.

Pour cela, il nous faudra définir, au préalable, l'intervalle de recouvrement des mesures des bœufs domestiques mâles et des aurochs femelles dans le matériel archéologique étudié. Pour cela, nous construirons un référentiel morphométrique à partir d'individus de forme (domestique ou sauvage) et de sexes connus. Nous re-situerons ensuite les restes archéologiques les mieux informés (les plus complets) de notre jeu de données dans ce référentiel afin de les attribuer à une forme et à un sexe. Ceci nous permettra d'estimer les intervalles de variation métrique des formes (domestiques et sauvages) et des sexes au sein du matériel archéologique et leurs plages de recouvrement. Sur cette base, nous pourrons réattribuer les données de la littérature à l'une ou l'autre des formes (domestique ou sauvage) ou décider de ne pas les attribuer, lorsqu'elle se situe dans la zone de recouvrement entre les données métriques de ces deux formes.

Chapitre 3 : Etudes morphométriques des Bovinés

Dans la suite de ce travail, pour plus de commodité, nous nommerons « individus d'OBRESOC » les individus sélectionnés dans le corpus de données des sites enregistrés dans la base de données archéozoologiques du projet OBRESOC.

I- Analyses de Log-Size-Index sur les Bovinés

Dans l'ensemble des analyses de Log-Size-Index, les logarithmes des mesures des parties squelettiques des individus d'OBRESOC sont comparés aux logarithmes des moyennes de celles de la population d'Aurochs mâles du Danemark, pris comme référence (DEGERBØL, 1970).

I-1 Définition des Aires Chrono-régionales

I-1.1 Tests intra-régionaux entre les périodes d'occupation

Dans les différentes régions, il y a plusieurs périodes d'occupation, sauf pour la République Tchèque et la Pologne. Nous pouvons comparer entre elles les différentes périodes de l'Autriche, de l'Allemagne, de l'Est de la France et du Bassin parisien.

On réalise des tests univariés de comparaison de distribution entre les échantillons des différentes périodes d'un même pays. Le test utilisé ici est le test de Kruskal-Wallis car on ne connaît pas la loi qui régit la distribution des échantillons, donc il est préférable d'appliquer un test non paramétrique. Les tableaux des tests sont visibles en **Annexe 4 (p.99-101)**, ainsi que des boxplots qui nous permettent de d'observer visuellement l'étendue des jeux de données et de les comparer.

Hongrie

En Hongrie, l'échantillon se compose de Bovinés identifiés dans la littérature comme boeufs domestiques pour les cultures du Körös et du Rubané (LBK indéterminé). La p-value du test de Kruskal-Wallis est de 0.216, l'hypothèse H_0 n'est pas rejetée. Nous pouvons donc regrouper les échantillons des deux périodes en un seul.

Autriche

En Autriche, les périodes sont l'« ältere Linearbandkeramik » (äLB) et le « jüngere Linearbandkeramik » (jLB). Elles comportent des individus déterminés en aurochs, en bœuf domestique et en boviné. La p-value du test de Kruskal-Wallis est égale à 0.6688, ce n'est pas significatif. Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des échantillons et nous pouvons donc les regrouper.

Allemagne

En Allemagne, les périodes présentes sont l'äLB, le jLB et le LBK sans distinction. Nous effectuons le test de Kruskal-Wallis avec la correction de Bonferroni car nous comparons trois échantillons entre eux. La p-value est de 0.1174 et les p-values entre les périodes sont également supérieures au risque α de 5%, l'hypothèse H_0 n'est donc pas rejetée. Nous pouvons donc réunir les assemblages de données.

Est de la France

Dans l'Est de la France, toutes les périodes du Rubané sont présentes (ancien, moyen et récent ainsi que du Rubané non déterminé). Le test de Kruskal-Wallis nous indique une p-value à 0.0004, ce qui nous indique qu'il y a des différences entre les échantillons des périodes. En nous penchant sur les résultats des tests des périodes croisées, avec la correction de Bonferroni, nous pouvons nous apercevoir que c'est le Rubané récent qui est différent des autres périodes. Ainsi, nous pouvons réunir le Rubané indéterminé avec les Rubanés ancien et moyen, mais le Rubané récent restera à part. Il semblerait que le Rubané récent comporte des individus plus grands que les Rubanés ancien et moyen. En effet, sa moyenne est à -0.08 alors que celle des périodes précédentes se situe vers -0.11/-0.12. Cela est peut-être dû à une différence au niveau du sex-ratio des populations envisagées.

Bassin Parisien

Enfin, dans le Bassin parisien, nous sommes confrontés à des données du Rubané Récent du Bassin Parisien (RRBP) et à des données du Villeneuve-St-Germain (VSG). Le test de Kruskal-Wallis indique une p-value de 0.898, ce qui n'est pas significatif. Il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes des deux échantillons, nous les réunissons donc.

A part pour le Rubané récent de l'Est de la France, on constate qu'il n'existe pas de différences entre les périodes d'occupations des régions. Nous pouvons donc les regrouper. Cela nous permet de pouvoir comparer les aires régionales entre elles avec des effectifs d'échantillons plus importants et donc plus fiables.

I-1.2 Tests inter-régionaux et inter-chronologiques

Les tests précédents nous ont permis d'effectuer des regroupements de périodes pour chacune des régions. Nous allons à présent comparer les régions les plus proches géographiquement afin d'observer si la composition des échantillons diffère ou non et envisager si des regroupements sont possibles. On utilise également le test de Kruskal-Wallis car on ne connaît pas la loi qui régit la distribution des échantillons et il est préférable d'employer un test non paramétrique. Des boxplots et des tests univariés sont également associés à ce test. Ces tableaux et graphiques sont visibles en **Annexe 4 (p.101-104)**.

Comparaison des pays d'Europe centrale et d'Autriche

En comparant les pays de l'Europe centrale et l'Autriche entre eux, nous pouvons constater que le test de Kruskal-Wallis nous fournit une p-value significative de 2.9^E-06 . Il y a donc des différences entre les moyennes des échantillons. En étudiant les différences entre chaque pays, on s'aperçoit que la Hongrie est différente de tous les autres pays (avec des p-values significatives à 1.1^E-06 avec l'Autriche, 0.029 avec la République Tchèque et 0.0015 avec la Pologne).

La Pologne ne présente pas de différence avec la République Tchèque (p-value = 0.93) ni avec l'Autriche (p-value = 1). En revanche, les échantillons de ces deux pays sont différents (p-value 0.024) et la République Tchèque se situe géographiquement entre la Pologne et l'Autriche. Pour plus de cohérence, on associe donc la Pologne à la République Tchèque.

Afin de faciliter la désignation de ce regroupement d'échantillons, nous le citerons désormais sous l'expression « Pologne-République Tchèque ».

Comparaison entre l'Autriche et l'Allemagne

Nous pouvons comparer l'Autriche et l'Allemagne, qui sont proches géographiquement. Le boxplot nous montre que les médianes des échantillons sont équivalentes et le test de Kruskal-Wallis nous donne une p-value de 0.95, qui n'est pas significative. Il n'y a donc pas de différence significative entre les deux pays et nous pouvons donc les regrouper.

Pour plus de commodité, nous désignerons par le terme « Autriche-Allemagne » l'assemblage ainsi regroupé.

Comparaison des pays d'Europe centrale et d'Autriche-Allemagne

Cette vérification nous permet d'observer que les groupes régionaux précédemment constitués sont bien différents les uns des autres : la p-value du Kruskal-Wallis est de 1.56^{E-08} et celles entre les groupes régionaux sont elles aussi toutes significatives : l'association des échantillons d'Autriche- Allemagne ainsi que celle des assemblages de la Pologne-République Tchèque ont une p-value de 0.04 ; la Hongrie a une p-value égale à 1.13^{E-08} avec le matériel d'Autriche-Allemagne et à 0.001 avec celui de la Pologne-République Tchèque.

Comparaison de l'Autriche-Allemagne et de l'Est de la France (sans le Rubané récent)

La comparaison entre la région de l'Est de la France sans le Rubané récent et de la combinaison de l'Allemagne-Autriche nous permet de voir que ces deux échantillons ont une moyenne significativement différente (p-value = 0.00076). L'Est de la France présente des individus sensiblement plus petits que ceux de l'Allemagne, avec une moyenne à -0.11 pour l'Est de la France, et à -0.09 pour l'ensemble de l'Allemagne et de l'Autriche. Cela peut être dû à une différence de sex-ratio.

Comparaison de l'Autriche-Allemagne et de l'Est de la France (du Rubané récent)

Ensuite, la comparaison de l'association du matériel d'Autriche et d'Allemagne avec le Rubané récent de l'Est de la France nous indique que ces deux assemblages sont différents (p-value = 0.002172). On ne peut donc pas les rapprocher car ils sont bien distincts.

Comparaison de l'Autriche-Allemagne et du RRBP

Nous ne pouvons pas regrouper les données rassemblées de l'Autriche et de l'Allemagne et le Rubané Récent du Bassin Parisien car leurs périodes chronologiques ne se recoupent pas. Mais à titre indicatif, nous les testons pour voir si les compositions des assemblages sont différentes ou non. Le test de Kruskal-Wallis nous montre bien que les échantillons sont différents (p-value = 0.01485). Cela nous indique que la composition des cheptels a évolué au cours de la progression de la culture Rubanée entre ces deux aires géographiques, mais cela ne nous permet pas de savoir si cela est dû uniquement à des différences de Sex-ratio.

Comparaison de l'Est de la France (sans le Rubané récent) et du RRBP

De même, nous ne pouvons pas rassembler l'Est de la France, qui ne comprend pas le Rubané récent, avec le RRBP, car elles sont diachroniques. Cependant, comme précédemment, il peut être intéressant d'observer si les assemblages présentent des similitudes. La p-value du Kruskal-Wallis est égale à 0.109, ce qui signifie que les périodes présentent des ressemblances dans la composition des assemblages.

Comparaison de l'Est de la France (du Rubané récent) et du RRBP

Enfin, en comparant le Rubané récent de l'Est de la France et celui du Bassin parisien, nous observons que ces assemblages sont significativement différents, avec une p-value à 3.4^E-05 .

Ces observations sur l'Est de la France et le Bassin parisien pourraient s'expliquer par une évolution différentielle du Rubané à partir du même mode de gestion des cheptels du Rubané ancien de l'Est de la France. En effet, la migration de populations de l'Est de la France vers la marne, lors de la période ancienne du Rubané a permis un développement séparé de la culture, ce qui explique les différences observées entre les Rubanés récents des deux régions. Le RRBP a conservé beaucoup plus de similitudes avec le Rubané ancien de l'Est de la France, contrairement au Rubané récent de cette même région.

I-2 Log-Size-Index par parties du squelette et régions

I-2.1 Histogrammes de distribution

Les données en LSI sont représentées sous la forme d'histogrammes de répartition : un histogramme synthétique par aire régionale et un histogramme pour chaque partie squelettique (**Annexe 6, p.124-129**). Les valeurs minimales de détermination de l'Aurochs pour chaque partie squelettique sont reportées sur les graphiques ci-dessous (**Figure 4**, flèches noires). La valeur la plus extrême est considérée comme la valeur minimale au-delà de laquelle les auteurs ne peuvent plus identifier de l'aurochs (**Figure 4**, flèche-rouge).

Ces histogrammes nous permettent de constater que le choix de la valeur minimale de détermination de l'aurochs varie entre -0.06 et -0.12 selon les parties squelettiques, les régions et les auteurs des études fauniques. De plus, si on considère les individus classés en bovinés indéterminés et en confer aurochs, on peut remarquer que leur position fluctue également. La limite maximale des bovinés indéterminés se retrouvent aux alentours de 0 et la limite minimale des cf. aurochs vers -0.14.

Si on s'appuie uniquement sur les données brutes des mesures des os, les allométries entre ceux-ci peuvent expliquer ce seuil de détermination fluctuant, car les auteurs se fient à la taille afin de trancher entre les formes (sauvages ou domestiques). Ces mauvaises attributions potentielles peuvent entraîner des biais dans les analyses morphométriques ultérieures. Nous

retrouvons ce type d'observations sur les allométries des mesures des différentes parties squelettiques dans PAYNE & BULL (1988).

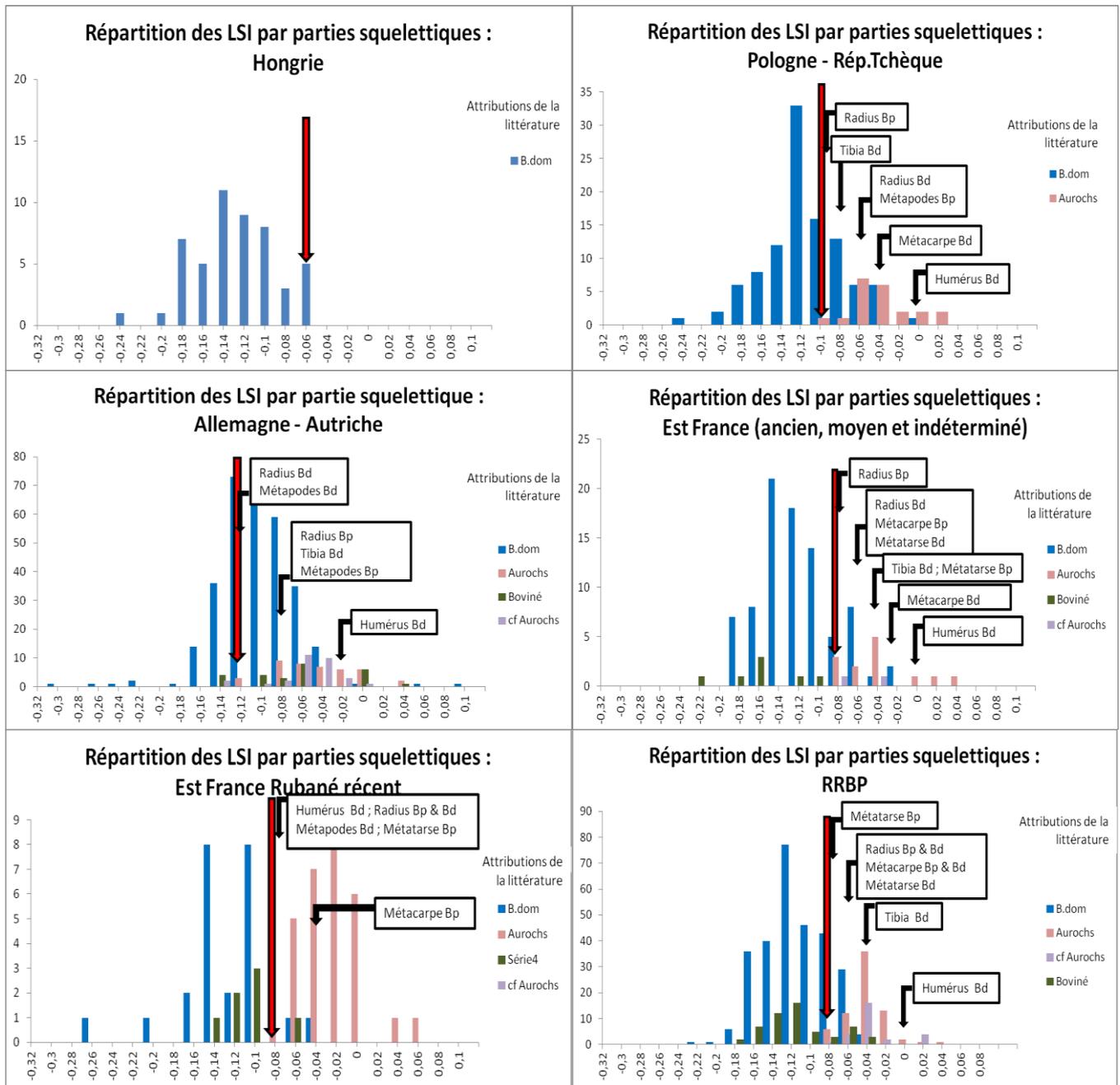


Figure 5 : Histogrammes synthétiques de distribution des LSI par parties squelettiques et par région avec indications des seuils de détermination entre Boeuf et Aurochs (Flèche rouge; détail par os : flèches noires)

I-2.2 Diagrammes de Simpson

Les données LSI sont représentées sous forme de diagrammes de Simpson, afin de pouvoir étudier les allométries visibles entre les différentes parties squelettiques selon les régions assemblées précédemment. On calcule la moyenne des mesures en LSI de chaque partie osseuse afin de pouvoir obtenir une courbe pour chaque aire régionale (**Tableaux 1 et 2 de l'Annexe 4, p.105-106**). Le graphique ci-dessous (**Figure 6**) regroupe toutes les aires régionales. Le détail de ces aires est visible en annexe (**Annexe 4, Graphiques 1 à 4, p.107**).

Les aurochs et les bœufs domestiques identifiés comme tels dans la littérature sont représentés séparément, afin de voir si des erreurs de détermination ne biaiserait pas les représentations. En théorie, les valeurs des aurochs mâles doivent se situer au niveau de l'axe des abscisses, contrairement à celles des Bœufs domestiques qui s'en éloignent.

Comme nous pouvons le constater sur le graphique (**Figure 6**), les courbes montrent des allométries importantes, sur la plupart des parties osseuses. Celles des aurochs viennent recouper celles des bœufs domestiques. Par exemple, dans la courbe d'Allemagne-Autriche, la mesure du diamètre transverse distal du radius de l'aurochs tend vers celles des bœufs domestiques. La mesure du diamètre transverse proximal du radius de la courbe du RRBP montre la tendance inverse. Ces phénomènes se retrouvent sur la plupart des courbes. Si on les regarde dans leur ensemble, on remarque ainsi plusieurs anomalies récurrentes. Il est donc impossible d'émettre des hypothèses d'interprétation car il est clair qu'il y a beaucoup de bruit qui perturbe ces données.

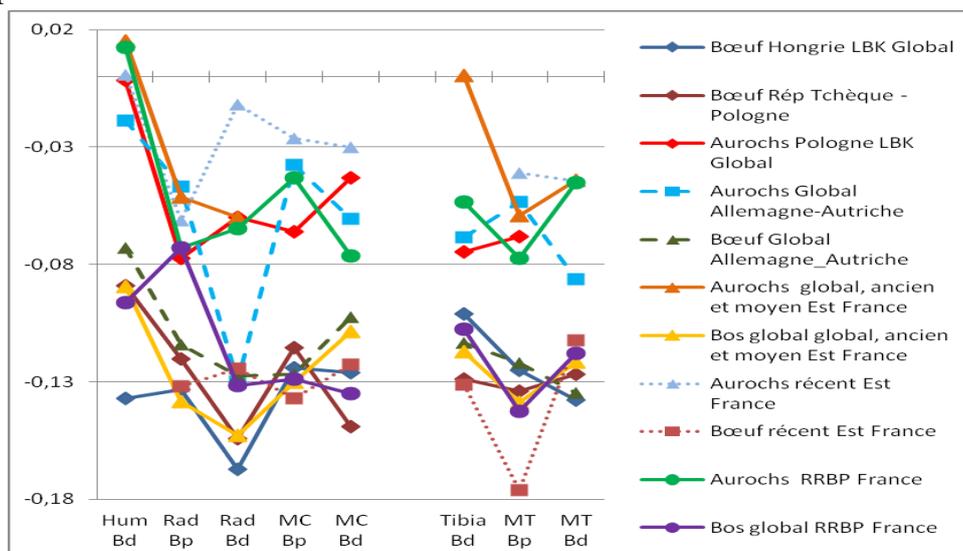


Figure 6 : Diagramme de Simpson général

Nous pouvons lier ces problèmes d'interprétation des courbes à des individus mal déterminés ainsi qu'à la présence de mesures très petites dont la probable appartenance à des individus juvéniles n'est pas précisée dans la bibliographie. De plus, la présence des deux sexes de l'Aurochs et du Bœuf peut également perturber les représentations car les aurochs femelles et les Bœuf domestiques peuvent être compris dans un même intervalle de taille.

Malgré tout, nous pouvons observer des allométries importantes. Les humérus et les tibias, sont plus proches de la référence des aurochs mâles tandis que les radius et métapodes s'en éloignent, matérialisant ainsi une réduction des bas de pattes. Ces phénomènes sont reliés au processus de la domestication, qui encourage le développement des parties charnues au détriment des bas de pattes qui ne comportent pas beaucoup de viande.

Il est nécessaire de conduire des études morphologiques plus poussées afin de pouvoir déterminer clairement l'aire de recoupement des aurochs femelles et des bœufs domestiques mâles, qui s'avère extrêmement problématique dans ce genre d'étude.

I-2.3 Problèmes de détermination des individus selon les auteurs des études

Les Bovinés sont la sous-famille la plus présente dans les cheptels du néolithique Rubané. Pourtant, il existe peu d'études sur les différences morphologiques entre les bovins sauvages et domestiques. La détermination des Bovinés reste un problème ardu. En effet, la plupart des études de faunes utilise pour cela la taille des restes osseux, ce qui n'est pourtant, d'après nos précédentes observations, pas le meilleur critère.

Pour l'instant, seules les analyses d'ADN nous permettent de clairement différencier les souches domestiques des sauvages. Malheureusement, il est impossible d'effectuer des analyses moléculaires sur la totalité du matériel archéologique. Il est donc intéressant d'envisager de nouvelles voies, comme celle de l'étude plus approfondie de la conformation.

En excluant la taille de nos analyses, nous pourrions étudier la conformation seule et déterminer s'il s'agit d'un critère plus fiable que la taille. Cela nous permettra d'envisager l'établissement d'une aire d'incertitude de détermination applicable ensuite aux mesures des parties squelettiques transformées en Log-Size-Index.

II- Révision du seuil de distinction entre les Bœufs et les Aurochs

II-1 Log-Shape-Ratios (MOSIMANN, 1970): Métapodes

Afin de pouvoir étudier morphologiquement à l'aide de l'analyse du Log-Shape-Ratio (MOSIMANN, 1970) des métacarpes et des métatarses archéologiques d'OBRESOC (**Annexe 1, p.84**), il faut tout d'abord vérifier si les données du matériel de référence se révèlent fiables. Les données des référentiels sont visibles en **Annexe 1 (p.85-90)** et les résultats détaillés des analyses sont visibles en annexe (**Annexe 5, p.108-114**).

II-1.1 Test des références d'Aurochs et de Bœuf domestique : métacarpe

Tout d'abord, les différences entre les deux sexes des aurochs et des bœufs du référentiel ont été analysées sur le métacarpe, afin de confirmer leurs différences morphologiquement. Comme ce sont des individus complets, on effectue un LSR sur six variables (GL, Bp, Dp, Bd, Dd et SD).

DEGERBØL (1970) : Aurochs et bœufs domestiques mâles et femelles du Danemark

Un test de Shapiro-Wilk est effectué sur les données de la taille isométrique. Les p-values ne sont pas significatives pour les bœufs comme pour les aurochs, les distributions peuvent donc être considérées comme suivant la loi normale et on peut leur appliquer des tests paramétriques. La variance (test de F Fisher) se révèle non significativement différentes entre les deux sexes des aurochs (p-value de F : 0.27) et des bœufs domestiques (p-value de F : 0.14). On réalise alors un test t de Student qui confirme que les deux sexes sont différents pour les deux taxons (p-values égales à 5.63×10^{-9} pour l'aurochs et à 0.02 pour le Bœuf domestique). Les boxplots permettent d'observer que le dimorphisme sexuel n'est pas très marqué chez le bœuf mâle et l'aurochs femelle car ils se chevauchent (**Figure 7**).

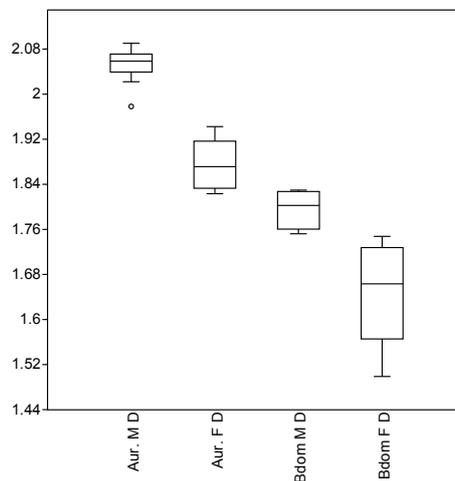


Figure 7 : Boxplot synthétisant la taille isométrique des deux sexes d'Aurochs et de Bœuf

Parallèlement, on réalise deux ACP sur les résidus du ratio de conformation : une pour chaque taxon sauvage et domestique (**Annexe 5, Figure 2, p.108**). Les axes les plus discriminants sont l'axe 1 et l'axe 2 qui prennent proportionnellement plus en compte les mesures GL, Bd et SD. Une troisième ACP, représentée ci-dessous, a été réalisée sur les deux formes et les deux sexes (**Figure 8**). On constate que qu'il existe un dimorphisme sexuel marqué entre les deux sexes des aurochs et des bœufs car ils sont nettement éloignés l'un de l'autre, tout en mêlant les taxons.

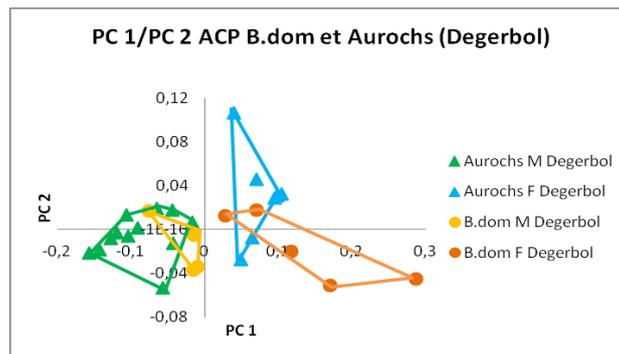


Figure 8 : ACP sur la référence DEGERBØL (Boeuf domestique et Aurochs)

On analyse les résidus du ratio de conformation des deux sexes de chaque taxon à l'aide d'une MANOVA, dont les p-values sont significatives (7.55×10^{-6} pour l'aurochs ; 0.04 pour le bœuf). Une MANOVA globale confirme que les quatre groupes sont différents (3.005×10^{-7}). On effectue ensuite une MANOVA à deux facteurs (cf. chapitre II-2.1), le taxon et le sexe, pour voir si le dimorphisme sexuel est le même chez l'aurochs et le bœuf (**Annexe 5, p.109**). Le résultat est significatif lorsque seulement un des facteurs est testé (p-values : 0.002 pour le taxon ; 2.5×10^{-7} pour le sexe). S'ils sont croisés, en revanche, p-value n'est pas significative (0.34), 1. Les moyennes des quatre populations ne sont pas significativement différentes, l'ensemble est donc homogène et le dimorphisme sexuel est ainsi semblable dans les deux taxons. Nous pouvons étudier les différences de sexe sans prendre en compte le taxon et inversement. On réalise une AFD pour tenter de différencier les groupes plus nettement (**Figure 9**).

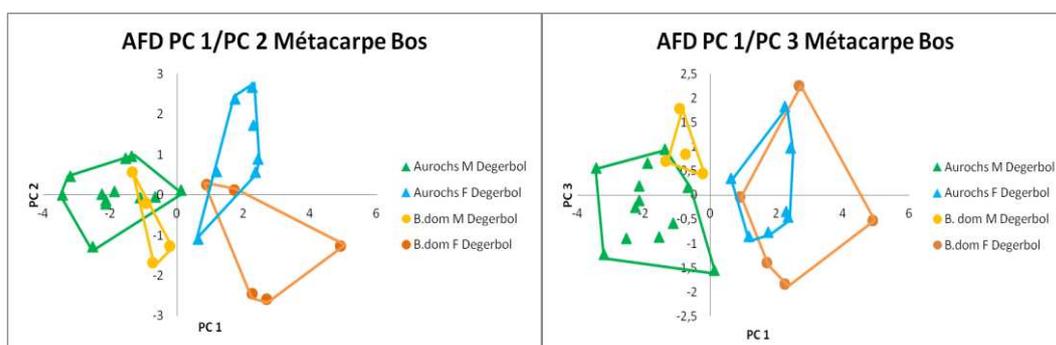


Figure 9 : AFD (Axes 1 et 2 ; Axes 1 et 3) sur la référence DEGERBØL (Boeuf domestique et Aurochs)

L'AFD nous permet de séparer clairement les groupes selon les sexes. En revanche, pour un même sexe, les deux taxons se chevauchent. La conformation permet donc de discriminer le bœuf domestique mâle de l'aurochs femelle pour le métacarpe, contrairement à ce que l'on observe pour la taille (**Figure 7**). Elle semble donc être un critère plus efficace que la taille pour déterminer distinctement les sexes.

Mairy (ARBOGAST, 1986) : Bovins domestiques

Les bovins domestiques de Mairy sont plus récents. Ils ont donc un dimorphisme sexuel beaucoup moins marqué (la réduction du dimorphisme sexuel étant la conséquence de la domestication et du maintien des animaux en élevage). Cela se remarque fortement lors de cette analyse. Les individus sont déterminés en tant que femelle, mâle ou castré. On constate que les boxplots de la taille isométrique se recoupent tous (**Annexe 5, p.109**). Le test de normalité montre que les échantillons des bœufs femelles et bovinés indéterminés ne suivent pas une loi normale (p-values : 0.013 et 0.0007). Cela peut être dû à la présence d'individus mâles castrés dans le groupe des femelles. Les bovinés doivent également contenir les deux sexes. On effectue alors un test de Kruskal-Wallis, qui nous confirme qu'il n'y a pas de différences entre les moyennes des échantillons par sexe (p-value 0.215).

La conformation n'est pas plus claire. La MANOVA est significative avec une p-value à 0.029. On peut donc réaliser des ACP et des AFD (**Figure 10**). Les groupes selon les sexes observables sur l'ACP la plus discriminante (axes 1 et 2) sont entremêlés et ceux de l'AFD font de même.

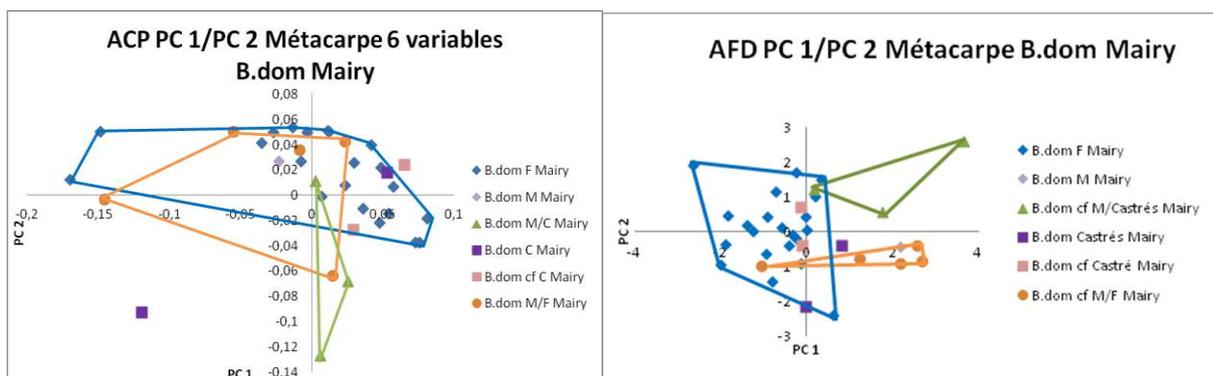


Figure 10 : Analyses d'ACP et d'AFD sur les métacarpes des bœufs domestiques de Mairy (ARBOGAST, 1994)

On ne peut donc pas utiliser la référence de Mairy pour distinguer les sexes des bœufs domestiques. Mais la conformation peut tout de même donner des indications pour déterminer les individus qui sont hors des champs des aurochs et complète les données concernant les bœufs domestiques du Danemark, qui sont sensiblement de la même période (début du 4^e

millénaire). On choisit alors de ne pas faire de groupement par sexe pour Mairy et de considérer tous les individus en bœufs domestiques indéterminés.

II-1.2 Test des références d'Aurochs et de Bœuf domestique : métatarse

On réalise les mêmes procédures sur les données métriques des métatarses des deux références (**Annexe 5, p.110-111**).

Degerbøl (1970) : Aurochs et bœufs domestiques mâles et femelles

Pour les métatarses du Danemark, les p-values du test de Shapiro-Wilk sur la taille isométrique ne sont pas significatives pour les bœufs ni pour les aurochs, les distributions peuvent donc être considérées comme suivant une loi normale. L'analyse de la variance ANOVA montre que les moyennes sont différentes entre les deux sexes de chacun des taxons (p-values égales à 1.45^E-06 pour l'aurochs et à 0.037 pour le bœuf). Les boxplots des bœufs mâles et des aurochs femelles permettent d'observer que le dimorphisme sexuel n'est pas très marqué entre eux du point de vue de la taille car ils se chevauchent.

On réalise une ACP sur les deux taxons (**Annexe 5, Figure 3, p.111**). Un dimorphisme sexuel est remarquable entre les deux sexes des aurochs et des bœufs. On réalise ensuite une ACP sur l'ensemble des quatre groupes (**Figure 11**). Cette représentation ne permet pas de bien différencier les aurochs femelles et les bœufs mâles, qui se recoupent.

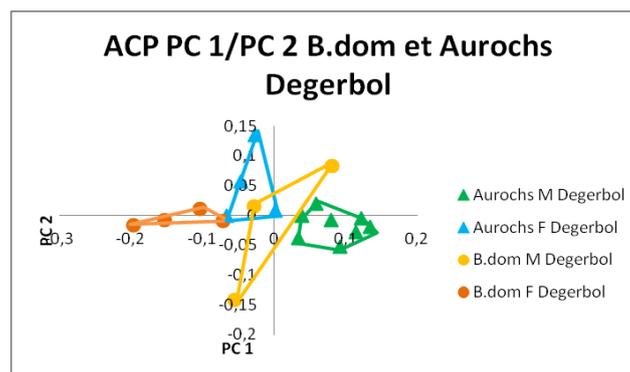


Figure 11 : Analyses ACP sur métatarses des Aurochs et Bœufs domestiques (DEGERBØL, 1970)

Les MANOVA appliquées sur la conformation des taxons ont des p-values significatives (0.002 pour l'aurochs et 2.26^E-21 pour le bœuf). Une MANOVA sur les quatre échantillons confirme qu'ils sont différents (p-value : 3.412^E-198). Une MANOVA à deux facteurs (taxon et sexe) est calculée pour définir si les deux taxons présentent le même dimorphisme sexuel (**Annexe 5, p.111**). Séparément, les facteurs ne sont pas homogènes (p-

values : 0.005 pour le taxon ; 0.0003 pour le sexe) alors que lorsqu'ils sont croisés, ils sont homogènes (p-value : 0.89). L'hypothèse est donc validée et nous pouvons analyser les différences entre les sexes sans tenir compte des taxons et inversement.

Afin d'essayer de mieux séparer les groupes, nous effectuons une AFD sur les quatre échantillons (**Figure 12**). Les sexes et les taxons se séparent mieux que pour le métacarpe. Ce graphique confirme l'idée selon laquelle la conformation permettrait de séparer plus distinctement les sexes des taxons, en tout cas pour le métatarse.

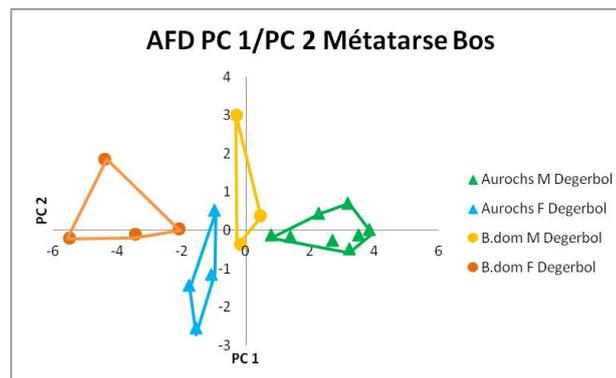


Figure 12 : Analyse AFD sur métatarses des Aurochs et Bœufs domestiques (DEGERBØL, 1970)

Mairy (ARBOGAST, 1986) : Bovinés domestiques

Les métatarses des bovinés domestiques de Mairy ne sont pas déterminés pour le sexe. Les analyses sont donc limitées car nous ne disposons que d'un groupe. Le test de normalité montre que l'échantillon suit une loi normale (p-value : 0.058).

On effectue une ACP sur la conformation des bovinés de Mairy. Cela ne nous fournit pas plus d'informations car les données sont difficilement redivisables en plusieurs groupes (**Figure 13**), ce qui est cohérent avec les résultats du test de normalité.

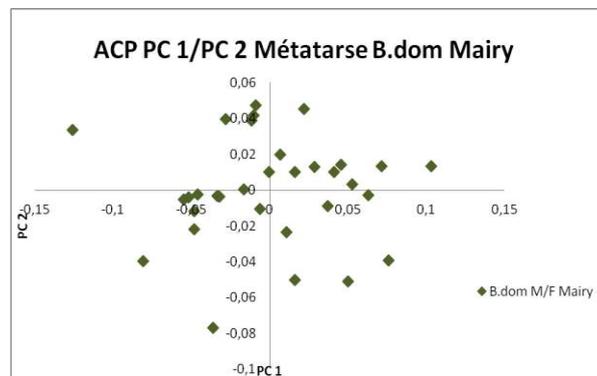


Figure 13 : Analyse d'ACP sur les métatarses des bovinés de Mairy (ARBOGAST, 1994)

Nous ne pouvons pas effectuer de MANOVA ni d'AFD car il n'y a qu'un groupe de bœufs domestiques dont le sexe reste indéterminé.

II-1.3 Données d'OBRESOC exploitées

Les analyses en Log-Shape-Ratios nécessitent des ossements présentant des mesures prises sur l'ensemble de l'os, c'est-à-dire au minimum la grande longueur (GL), les largeurs transverses de l'extrémité proximale et distale (Bp et Bd) ainsi que la largeur médiale de la diaphyse (SD). Il a été difficile de trouver ce type d'ossement dans l'ensemble des données d'OBRESOC car il est rare de mettre au jour des restes osseux archéologiques complets et bien conservés. Les ossements présentent en général les mesures des largeurs de l'extrémité proximale ou distale mais rarement les deux associées. De plus, les chercheurs n'enregistrent pas strictement toutes les mesures : la mesure SD n'est pas forcément enregistrée et la mesure GL est difficile à mesurer en cas d'altération de l'os.

Nous avons sélectionné 11 métacarpes et 7 métatarses dans l'ensemble des données d'OBRESOC. Après réflexion, le métacarpe « Individu 1 » (Bœuf provenant de Menneville, datant du RRBP) a été supprimé car il lui manquait la mesure GL. De même, le métatarse identifié comme « Individu 6 » (Bœuf provenant de Straubing, datant du LBK d'Allemagne) a été exclu des analyses car ses mesures GL et Bd étaient approximatives. En définitive, nous pouvons étudier les données de 10 métacarpes et 6 métatarses (**Tableaux 9**).

Métacarpes	Site	Région	Datation	Archéozoologue	Littérature
Ind 2	Łojewo	Pologne	LBK	Sobocinski M.	B.dom
Ind 3	Mold	Autriche	äLB	Schmitzberger M.	B.dom
Ind 4	Mold	Autriche	äLB	Schmitzberger M.	B.dom
Ind 5	Berry-sur Bac CM	Bassin Parisien	RRBP	Méniel P.	B.dom
Ind 6	Cuiry-les-Chaudardes	Bassin Parisien	RRBP	Hachem L.	B.dom
Ind 7	Menneville	Bassin Parisien	RRBP	Méniel P.	B.dom
Ind 8	Gnadendorf	Autriche	jLB	Boschin F.	B.dom
Ind 9	Balloy	Bassin Parisien	Rubané final/VSG	Tresset A.	Boviné
Ind 10	Cuiry-les-Chaudardes	Bassin Parisien	RRBP	Hachem L.	Aurochs
Ind 11	Juvigny	Est France	Rubané récent	Arbogast R.-M.	Aurochs
Métatarses	Site	Région	Datation	Archéozoologue	Littérature
Ind 1	Dachstein	Est France	Rubané ancien	Méniel Patrice	Aurochs
Ind 2	Juvigny	Est France	Rubané récent	Arbogast R -M	Aurochs
Ind 3	Juvigny	Est France	Rubané récent	Arbogast R -M	Aurochs
Ind 4	Berry-sur Bac CM	Bassin Parisien	RRBP	Méniel Patrice	B.dom
Ind 5	Wettolsheim	Est France	Rubané ancien	Arbogast R -M	B.dom
Ind 7	Balloy	Bassin Parisien	Rubané final/VSG	Tresset Anne	Boviné

Tableau 9 : Individus de la base d'OBRESOC sélectionnés pour le métacarpe et le métatarse

L'humérus, le radius, le tibia et le fémur ne présentent pour la grande majorité que des mesures proximales ou distales. Les quelques os complets sont trop peu nombreux pour envisager une étude.

Des analyses sur 4 variables (GL, Bp, SD et Bd), 5 variables (GL, Bp, SD, Bd et Dd) et 6 variables (GL, Bp, Dp, SD, Bd, Dd) ont été réalisées afin de définir le choix le plus pertinent. L'analyse qui permet d'étudier l'ensemble des individus est celle sur 4 variables. Les deux autres analyses sont tronquées de quelques individus d'OBRESOC, autant pour le métacarpe que pour le métatarse, car ils ne présentent pas les variables requises. Les résultats des analyses sur 4 variables sont donc préférés aux autres et utilisés dans la suite de ce travail.

L'étude des métapodes peut comporter un biais important : l'emplacement de la prise de la mesure de la largeur de l'extrémité distale Bd (DRIESH VON DEN, 1976) expliquée dans le chapitre 2 (I-2). Il a fallu être attentif à cette valeur pour les individus provenant de sites étudiés par P. MENIEL, car il prend une mesure au-dessus des poulies distales (DDp) et une seconde au niveau des poulies (PoDp), équivalente à Bd. D'autres sites français utilisent le code de nomenclature « DDp » pour désigner Bd. Une confusion entre ces deux valeurs pourrait entraîner des erreurs dans l'attribution des individus car la conformation paraîtrait plus robuste.

II-2 Etude de la conformation du métacarpe et du métatarse

Afin de procéder aux analyses morphométriques de la taille isométrique et la conformation, les mesures des variables en centimètre sont tout d'abord traduites en valeurs logarithmiques népériens. Pour obtenir les données de conformation, on soustrait la taille isométrique de l'individu, obtenue à partir de la moyenne de ses variables logarithmiques transformées, à chacune des valeurs de celles-ci.

II-2.1 Analyses en Composantes Principales (ACP)

A partir de la conformation des métacarpes et des métatarses, des graphiques factoriels en nuages de points sont construits. Les ACP ont été réalisées sur l'ensemble des Bovinés de référence et sur les individus d'OBRESOC. Ces derniers sont figurés sous la désignation sous

laquelle ils sont identifiés dans la littérature. Cela nous permet d'avoir un premier aperçu sur leur position par rapport aux références d'Aurochs et de Bœufs domestiques et d'observer si leur identification peut être validée par notre méthodologie.

Métacarpe

Sur les quatre axes de l'ACP, les plus déterminants sont les axes 1 et 2 (**Figure 14**). Ils reposent sur les mesures GL, SD et Bd qui sont les plus fiables. En effet, la mesure de la largeur distale Bd est préférable à celle de l'extrémité proximale Bp. Cette dernière ne subit pas de processus d'épiphyse et nous ne pouvons donc pas être certain que les individus sont adultes, au contraire de Bd. Les autres combinaisons d'axes sont visibles en **Annexe 5 (Figures 4 et 5, p.112)**.

Nous pouvons observer les individus désignés en aurochs dans la littérature. L'individu 10 se rapproche des aurochs et des bœufs mâles tandis que l'individu 11 se situe entre les mâles et femelles des deux taxons, en compagnie de l'individu 8, qui est au contraire un bœuf désigné.

L'individu 9, boviné indéterminé, serait plutôt dans l'aire du bœuf domestique mâle du Danemark, peut-être comme l'individu 7, déterminé en bœuf, qui en est très proche.

Les individus identifiés comme des bœufs domestiques ont des comportements divers ; L'individu 6 se situe dans l'aire des aurochs femelles mais il est proche des bœufs femelles également. L'individu 5 se situe à la fois dans les aires des aurochs et des bœufs femelles. Les individus 2, 3 et 4 sont situés en dehors des données de référence, mais plutôt dans la partie des bœufs domestiques, sans distinction de sexe possible.

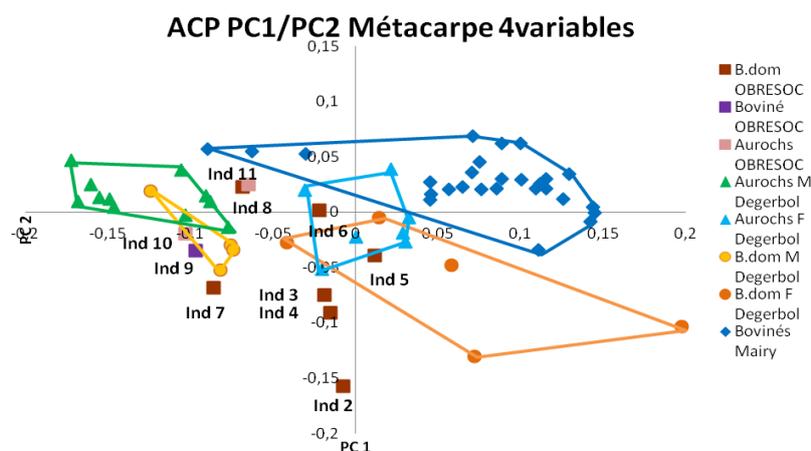


Figure 14 : ACP des métacarpes de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 2)

L'ACP nous donne donc des indications sur les possibles appartenances des individus à un sexe et/ou à un taxon mais nous ne pouvons pas les déterminer avec certitude. En

revanche, cela nous montre que les attributions de la littérature sont peut-être faussées chez quelques individus qui montrent des hésitations entre aurochs et bœuf domestique (individus 5, 6, 8, 10 et 11).

Métatarse

Les axes les plus discriminants de l'ACP des métatarses sont les axes 1 et 2, qui s'appuient à eux deux sur les quatre variables. L'axe 3 peut également être intéressant car il repose sur les mesures Bp et Bd, dans des proportions différentes aux deux autres axes.

Les individus 1, 2 et 3, désignés comme des aurochs, se retrouvent dans l'aire des aurochs mâles. Nous pouvons avoir un doute sur l'individu 3 qui tend également vers le bœuf mâle (cela se voit également sur le graphique bivarié des axes 1 et 3, **Annexe 5, Figures 6 et 7, p.113**). D'après une interprétation d'ARBOGAST (1994), les individus 2 et 3 de Juvigny seraient des mâles tandis que l'individu 1 de Dachstein (MENIEL, 1985) une femelle. Cela a été proposé avec la comparaison des tailles au garrot (1.61 m contre 1.54 m).

Les individus 7 (boviné dans la littérature) et 4 (déterminé en bœuf) se situent dans la zone des femelles, et le premier serait plutôt du bœuf tandis que le second est positionné entre les formes domestiques et sauvages.

Enfin, l'individu 5 se situe en dehors des aires de répartition des taxons mais il est très proche de l'aurochs femelle. Si on regarde le diagramme des axes 1 et 3, il se situe au contraire aux limites des aires des bœufs domestiques mâles et des aurochs femelles. Etant donné que les axes 2 et 3 de l'ACP prennent en compte la mesure Bp en proportion assez conséquente (**Annexe 5, p.113**), nous pouvons nous demander si cela peut biaiser l'analyse pour cet individu.

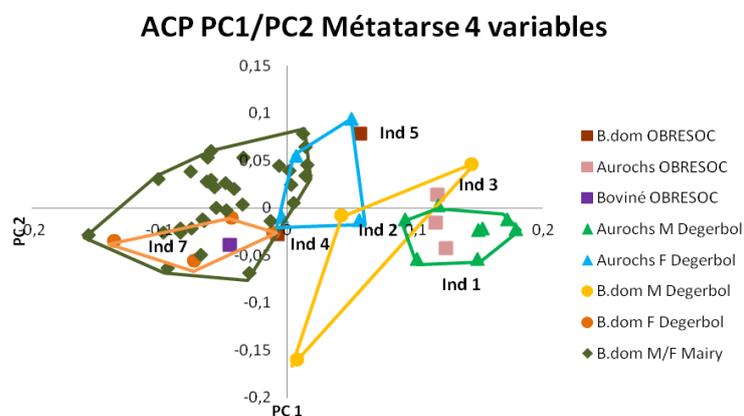


Figure 15 : ACP des métatarses de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 2)

Il apparait que l'ACP sur les données du métatarse semble conforter les attributions des individus, même pour l'individu 7 qui se situe entre bœuf et aurochs femelle et qui est à l'origine non déterminé. Seul l'individu 5 peut poser problème.

Afin de déterminer plus clairement les attributions taxinomiques et sexuelles des individus, il faudra conduire d'autres analyses morphométriques. Selon toute vraisemblance, il semblerait, d'après ces ACP, et en particulier celle du métacarpe, que la conformation permette de séparer les sexes plutôt que les taxons.

De plus, il faut noter que la référence des bœufs domestiques de Mairy, dont le sexe est indéterminé, est classée parmi les femelles des deux taxons, avec une tendance pour le bœuf. En considérant les modifications morphologiques dues à la domestication qui s'amplifient avec le temps, il est normal que la conformation des bovins domestiques de Mairy, plus récents, soit devenue plus proche de celle des bœufs femelles car le dimorphisme sexuel a diminué.

II-2.2 MANOVA et Analyses Discriminantes

Afin de pouvoir réaliser des Analyses Factorielles Discriminantes (AFD), il faut que l'hypothèse H_0 d'égalité des moyennes des échantillons de la MANOVA soit rejetée. Les p-values sont significatives autant pour le métacarpe (1.5^E-43) que le métatarse (6.1^E-07).

On effectue alors des Analyses Factorielles Discriminantes afin de proposer un autre système de représentation, permettant une meilleure distinction entre les différents groupes qu'avec les ACP précédentes. De meilleures réattributions de sexe et de taxon pour les individus d'OBRESOC sont envisageables.

Métacarpe

Grâce à l'AFD sur les métacarpes (**Figure 16 & Annexe 5, Figure 8, p.114**), nous pouvons constater que l'individu 11 (aurochs) se situe toujours entre les mâles et les femelles des deux taxons, tandis que l'individu 8 (bœuf) s'est rapproché des bœufs et aurochs femelles.

Les individus 9 (boviné) et 10 (aurochs) se sont éloignés des aurochs mâles pour mieux se rapprocher des bœufs domestiques mâles.

Les individus 6 et 5, identifiés comme des bœufs, se situent à la fois dans l'aire de répartition des données d'aurochs femelles et plus largement des bœufs domestiques femelles.

Les individus 2, 3 et 4 sont toujours situés entre les deux sexes des bœufs domestiques, en dehors des données de référence. En revanche, l'individu 7 s'est rapproché de ces individus d'OBRESOC tout en s'éloignant des bœufs mâles qui restent tout de même le groupe qui lui est le plus proche.

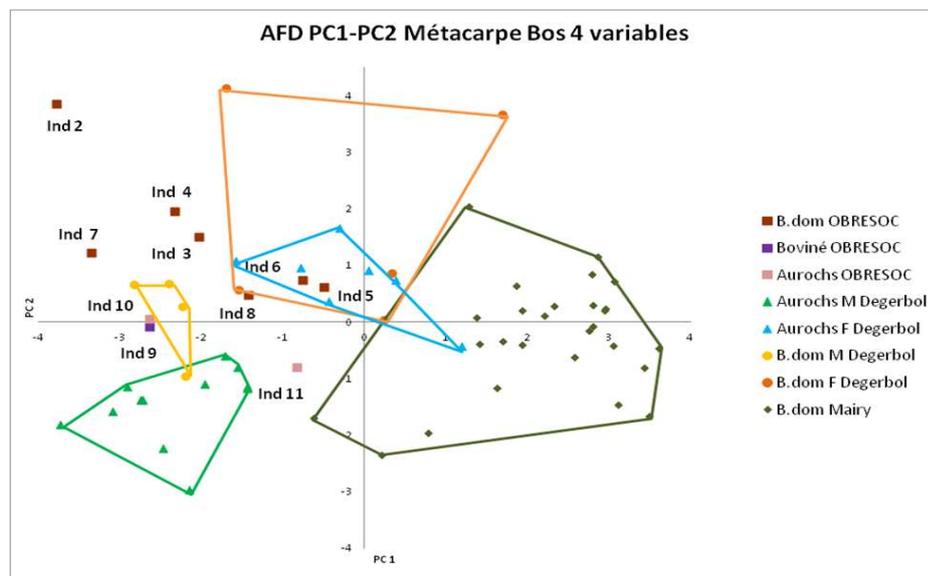


Figure 16 : AFD des métarpes de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 2)

L'AFD sur les métarpes nous permet de préciser les indications de déterminations données par l'ACP, ou de les contredire parfois, comme c'est le cas pour l'individu 8.

Métatarse

L'AFD sur les métatarses (**Figure 17 & Annexe 5, Figure 9, p.114**), nous permet de constater que seul l'individu 1 est dans l'aire des aurochs mâles. Les individus 2 et 3 sont en dehors de celle-ci, et l'individu 3 côtoie l'aire des bœufs domestiques mâles.

Les individus 7 (boviné) et 4 (bœuf) sont encore partagés entre les bœufs et les aurochs femelles.

L'individu 5 est nettement plus éloigné de tous les groupes que dans les analyses précédentes. L'AFD est sensée pouvoir mieux séparer les groupes et montrer les proximités entre les individus. Or, cet individu est le seul à être clairement à l'écart des autres. Nous pouvons considérer qu'il est tout de même plus proche des femelles des deux taxons.

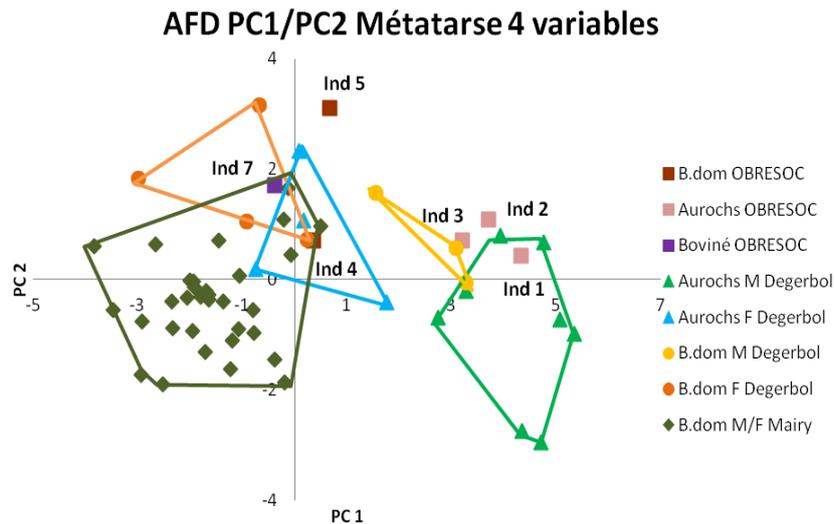


Figure 17 : AFD des métatarses de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 2)

Cette AFD sur les métatarses permet également de préciser la position de chaque individu par rapport aux différents groupes des références.

Dans les graphiques obtenus pour les métapodes, nous pouvons clairement observer que l'AFD, comme l'ACP auparavant, permet de distinguer assez nettement les sexes. Les taxons d'un même sexe, en revanche, se chevauchent toujours.

II-2.3 Etude composite

La taille permet de distinguer clairement les aurochs des bœufs mâles ainsi que les aurochs des bœufs femelles (**Annexe 5**, boxplot de la taille des métapodes du référentiel DEGERBØL, **P.110**). En revanche, les bœufs mâles et les femelles aurochs se chevauchent, il n'y a donc pas de dimorphisme sexuel marqué sur le critère de la taille pour ces individus.

Après nos études sur la conformation, il semble clair qu'elle permet de séparer les deux sexes. Avec ce critère, les bœufs mâles et les aurochs femelles sont clairement distincts.

Ainsi, en combinant la taille isométrique et l'axe 1 de l'ACP (le plus discriminant), nous espérons améliorer le degré de détermination des individus.

Métacarpe

Ce type de diagramme bivarié (**Figure 18**) nous permet de confirmer que l'individu 11 est très probablement de l'aurochs. Il se situe entre les deux sexes mais semble se rapprocher des mâles. L'attribution des individus 9 et 10 reste encore en suspens car ils sont entre les aurochs et les bœufs mâles.

Les individus 2, 3, 4 et 5 semblent pouvoir être déterminés. Il pourrait s'agir de bœufs domestiques femelles. L'individu 7, en revanche, est toujours en dehors des référentiels de bœufs domestiques mais montre une légère tendance à se rapprocher des mâles. L'individu 8 semble être compris entre les deux sexes des bœufs domestiques.

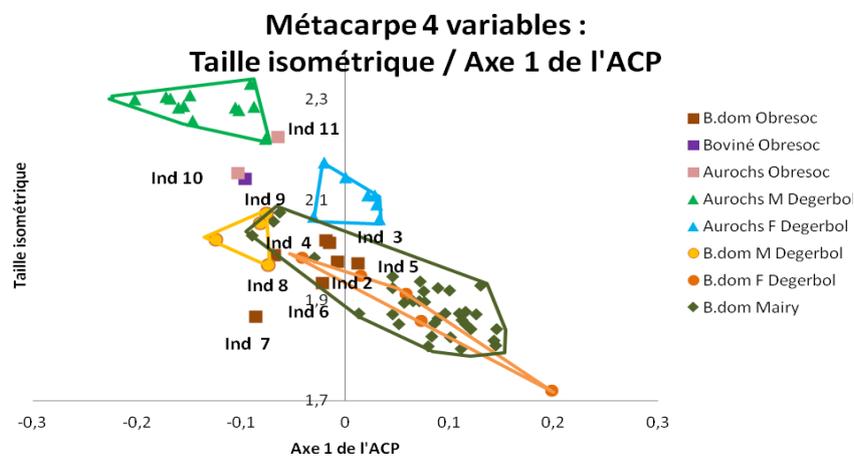


Figure 18 : Diagramme bivarié de la taille isométrique et de l'axe 1 de l'ACP du métacarpe

Métatarse

Le même type de diagramme bivarié (**Figure 19**) sur les données du métatarse nous permet d'observer que les individus 1, 2 et 3 sont situés entre les mâles des deux taxons, même si l'individu 1 semble se rapprocher des bœufs et les deux autres de l'aurochs.

Les individus 4 et 7 se trouvent clairement au niveau de l'aire de répartition des femelles domestiques.

Enfin, l'individu 5 se retrouve de nouveau très éloigné des différents groupes. Il est, en tout cas, trop distant des aurochs pour en être un, et se rapproche de la taille et de la conformation des bœufs femelles, mais peut-être est-il de dimensions plus réduites.

Métatarse 4 Variables : Taille isométrique / Axe 1 de l'ACP

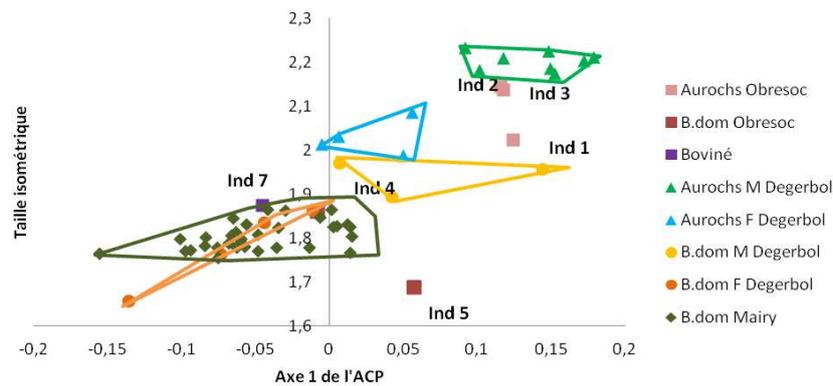


Figure 19 : Diagramme bivarié de la taille isométrique et de l'axe 1 de l'ACP du métatarse

Ce type de diagramme nous a donc permis d'obtenir un meilleur degré de précision qu'avec des ACP ou des AFD seules.

Cependant, les possibilités d'attributions des individus d'OBRESOC peuvent encore être controversées car elles ne s'appuient que sur des observations visuelles et non sur des calculs de distance entre les individus et les groupes de référence. Pour cela, il faut adopter une méthode probabiliste, contrairement à la simple méthode géométrique employée jusqu'alors.

III- Etablissement de l'intervalle d'incertitude de détermination entre Bœuf et Aurochs

III-1 Réattribution des individus complets d'OBRESOC : Métacarpe et Métatarse

Principe de la prédiction

Afin de pouvoir estimer des attributions de taxon et de sexe pour les individus d'OBRESOC dans un cadre probabiliste, on effectue une MANOVA à deux facteurs (sexe et taxon) pour les métacarpes et les métatarses (**Annexe 5, p.115**). Les résultats de ces tests montrent que chaque facteur n'est pas homogène mais que le croisement des sexes et des taxons est homogène. Le dimorphisme sexuel est donc le même dans les taxons domestique et sauvage. Des prédictions réalisées sur les facteurs sexe et taxon séparés pourront donc être permises.

Pour chaque prédiction, on réalise une AFD sur les individus des références d'aurochs et de bœufs domestiques. On utilise ensuite la fonction de prédiction de R qui permet d'émettre des hypothèses d'attribution des individus, argumentés par des probabilités d'affectation aux différents sexes et taxons. On considère que les tests sont significatifs au-dessus de 70% de probabilité d'attribution. Un tableau expose les résultats de chaque test effectué sur les individus ainsi que leurs déterminations finales (**Annexe 5, tableau 3, p.116**).

Tests effectués

De nombreux tests consécutifs sont à réaliser dans R, qui est un langage de programmation permettant d'effectuer des analyses statistiques.

Tout d'abord, on effectue un test qui prend en compte les taxons et les sexes afin d'obtenir des déterminations pour les quatre possibilités. Pour certains individus, ce test permet déjà de déterminer le taxon et le sexe avec une forte probabilité de probabilité, tandis que pour d'autres, l'hésitation est permise entre les deux sexes d'un même taxon ou entre les deux taxons d'un même sexe.

On teste alors le sexe des individus d'Obresoc sans prendre en compte le taxon. Cela nous conforte ou non dans les attributions des sexes du test précédent.

Reste à déterminer plus clairement les taxons. Pour y parvenir, de nouveaux tests sont réalisés. En premier lieu, les individus mâles dont les pourcentages restent indécis entre le B.dom et l'Aurochs sont testés, puis il en est de même des individus femelles.

En second lieu, les individus clairement identifiés dans un des taxons (aurochs ou boeuf) mais indécis sur le sexe sont testés dans ce taxon pour les deux sexes.

Métacarpe : Prédiction des taxons des individus Obresoc à réattribuer

Ainsi, pour le métacarpe, nous pouvons voir que les individus 2,3 et 4, dans un test croisé entre le taxon et le sexe sont désignés comme bœuf respectivement à 99%, 83% et 90%. Le sexe est plus difficile à déterminer (mâle- femelle : 52%-47% ; 46%-37% ; 52%-38%). Pour orienter les tests suivants, on effectue donc un test de sexe sans prendre en compte le taxon, qui détermine l'individu 2 en mâle à 75% mais qui ne tranche pas pour les individus 3 (52% - 48%) et 4 (48% - 52%). On leur applique un test qui s'appuie sur leur détermination en bœuf domestique afin de choisir entre les deux sexes ; Ce sont tous les trois des bœufs mâles, respectivement avec 94%, 74% et 79% de probabilité.

L'individu 5, avec le premier test croisé des deux facteurs, est considéré comme une femelle à 95% mais le taxon n'est pas déterminé (aurochs 37% et bœuf 58%). Le test sur le sexe le détermine également en femelle à 93%. Nous réalisons donc un test qui s'appuie sur ce sexe pour déterminer le taxon, mais les résultats ne sont pas significatifs (aurochs 47% et bœuf 53%). Nous le laissons donc en boviné femelle.

Les individus 6, 8 et 11 sont déterminés en aurochs dans le test combinant sexe et taxon. Les individus 6 et 8 sont déterminés en femelles (à 92% et 80%) tandis que le sexe de l'individu 11 n'est pas déterminé (mâle 56% et femelle 35%). L'individu 8 étant identifié en aurochs femelle, nous n'effectuons pas d'autres tests. L'individu 6 également, mais en considérant nos tests précédents (ACP, AFD et la Taille croisée avec l'axe 1 de l'ACP), nous pouvons émettre des doutes quant à cette attribution. Nous réalisons donc un test de vérification en prenant en compte que c'est une femelle, et effectivement, le test nous le classe en bœuf à 97%. Or, comme le test précédent avait une probabilité déjà élevée, nous ne pouvons pas prendre en compte ce second résultat. L'individu 6 sera donc identifié en cf aurochs pour l'instant. Enfin, le test de sexe ne tranche pas entre mâle (55%) et femelle (45%) pour l'individu 11. Un test considérant que c'est de l'aurochs parvient à trancher pour un mâle à 73%.

L'individu 7 est déterminé en bœuf mâle à 88% avec le test des facteurs croisés. Les individus 9 et 10 sont identifiés comme des mâles avec ce même test, mais non en taxon (respectivement : 49% et 41% contre 47% et 53%). On leur applique un test les considérant en mâle qui les détermine tous deux comme bœufs à 82% et 89%.

Le tableau ci-dessous récapitule les réattributions des métacarpes (**Tableau 10**).

Métacarpes OBRESOC	%	A partir des prédictions (4variables)
Ind2	94%	B.dom M
Ind3	74%	B.dom M
Ind4	79%	B.dom M
Ind5	(A)37% - (B)58%	? - F
Ind6	92%	cf Aurochs F
Ind7	88%	B.dom M
Ind8	80%	Aurochs F
Ind9	82%	B.dom M
Ind10	89%	B.dom M
Ind11	73%	Aurochs M

Tableau 10 : Résultats des prédictions sur les métacarpes

Métatarse : Prédications des taxons des individus Obresoc à réattribuer

En ce qui concerne les métatarses, l'individu 1 est clairement identifié en aurochs mâle dès le test croisé des facteurs taxon et sexe, à 85%. De même, les individus 5 et 7 le sont également. L'individu 5 est classé en aurochs femelle à 91%, ce qui confirme la position étrange de ce petit individu, expliqué précédemment. L'individu 7, en revanche, est identifié comme bœuf femelle à 80%.

Les individus 2 et 3 sont déterminés en mâle, respectivement à 100% et 94% d'après le test croisé des facteurs. En revanche, le taxon n'est pas distingué (69% et 66% contre 31% et 32%). Le test de sexe nous permet de confirmer que ce sont des mâles (99% et 98%). On effectue un test en prenant en considération cela et l'individu 2 est alors déterminé en aurochs à 75% alors que l'individu 3 reste hésitant (aurochs 65% et bœuf 35%). On réalise alors un test dans chaque taxon pour tenter de le déterminer : s'il est un bœuf, la probabilité d'être un mâle serait de 74%. En revanche, s'il est un Aurochs, cette probabilité est de 99%. Cette dernière détermination est donc retenue.

Le tableau ci-dessous (**Tableau 11**) récapitule nos réattributions des métatarses.

Métatarses OBRESOC	%	A partir des prédictions (4variables)
Ind 01	85%	Aurochs M
Ind 02	75%	Aurochs M
Ind 03	99%	Aurochs M
Ind 04	83%	B.dom F
Ind 05	91%	Aurochs F
Ind 07	80%	B.dom F

Tableau 11 : Résultats des prédictions sur les métatarses

Comparaison avec les AFD, les ACP et les diagrammes bivariés de l'axe 1 de l'ACP et de la Taille isométrique

Afin de déterminer plus finement les quelques individus restant incertains, nous décidons de croiser ces résultats, obtenus avec une méthode probabiliste, avec ceux des ACP, des AFD et des diagrammes bivariés de la taille couplée avec l'axe 1 de l'ACP, qui sont des méthodes géométriques (**Tableau 12**).

Métacarpes	Littérature	A partir de l'AFD et ACP/Taille (4 variables)	A partir des prédictions (4 variables)	Déterminations combinées
Ind2	B.dom	B.dom M	B.dom M	B.dom M
Ind3	B.dom	B.dom M	B.dom M	B.dom M
Ind4	B.dom	B.dom M	B.dom M	B.dom M
Ind5	B.dom	B.dom F	? - F	Bœuf - F
Ind6	B.dom	B.dom F	cf Aurochs F	B.dom F
Ind7	B.dom	B.dom	B.dom M	B.dom M
Ind8	B.dom	? - F	Aurochs F	Aurochs F
Ind9	Boviné	? - M	B.dom M	B.dom M
Ind10	Aurochs	? - M	B.dom M	B.dom M
Ind11	Aurochs	Aurochs M	Aurochs M	Aurochs M

Tableau 12 : Déterminations combinées à partir du comparatif des déterminations de la littérature et selon les méthodes géométriques et probabilistes : métacarpes

En revanche, pour les autres individus, la combinaison des résultats nous aide à préciser leur identification.

L'individu 5 étant déterminé uniquement en femelle dans les prédictions et en bœuf femelle si on observe les diagrammes, nous le considérons définitivement en bœuf femelle.

L'individu 6 est déterminé en cf aurochs femelle avec les prédictions, mais clairement en bœuf femelle dans les représentations géométriques des proximités entre les individus. Nous le classons donc en bœuf femelle.

La prédiction sur l'individu 7 a permis de préciser le sexe (mâle) car il était déjà considéré comme un bœuf domestique.

L'individu 8 est problématique. Selon l'ACP, il reste indéterminé car il se situe entre les quatre possibilités. Selon l'AFD, il est déterminé en femelle mais le taxon n'est pas défini. Selon la taille croisée avec l'axe 1 de l'ACP, il se situe entre les bœufs des deux sexes et l'aurochs femelle. Enfin, la prédiction le détermine clairement en aurochs femelle à 80%. Il est préférable de valider ce dernier résultat.

Enfin, dans les représentations géométriques, les individus 9 et 10 sont déterminés en mâles mais le taxon n'est pas précisé. Les prédictions permettent de les identifier en domestiques mâles.

Pour le métatarse (**Tableau 13**), nous pouvons observer que les identifications géométriques et probabilistes des individus 2, 3, 4 et 7 se recourent. Ce sont respectivement deux aurochs mâles et deux bœufs femelles. La prédiction a permis de préciser que l'individu 1, déjà considéré en mâle, est un aurochs.

Le cas de l'individu 5 reste compliqué. Selon l'ACP sur la conformation il est considéré en aurochs femelle alors que selon l'AFD, il est hors des références mais proche des femelles des deux taxons. Selon la taille couplée à l'axe 1 de l'ACP, il est également hors des références mais clairement éloigné des aurochs femelles et ainsi plus proche des bœufs femelles. Or, la prédiction le détermine en aurochs femelle.

Si on revient aux mesures brutes de cet individu, on constate qu'elles semblent plus petites que celles des autres individus. Ce métatarse est d'ailleurs qualifié de très petit selon ARBOGAST (1994). Aucune information ne le désigne comme un potentiel juvénile ou un ossement pathologique. Nous ne pouvons pas exclure qu'il soit en réalité un boviné juvénile non détecté voire un bison⁴.

L'hypothèse du bison peut être vraisemblable car ces animaux ont une conformation différente de celle des aurochs et des bœufs ainsi qu'une taille plus petite. Un bison se retrouverait hors des références des deux taxons dans une ACP ou une AFD, voire plus proche de celle des aurochs, comme l'individu 5. Il est impossible de résoudre ce problème sans un réexamen de l'os et l'idéal serait de l'analyser moléculairement. Comme cette hypothèse ne peut pas être vérifiée, nous le considérons en boviné femelle.

Métatarses OBRESOC	Littérature	A partir de l'AFD et ACP/Taille (4variables)	A partir des prédictions (4variables)	Déterminations combinées
Ind 1	Aurochs	? - M	Aurochs M	Aurochs M
Ind 2	Aurochs	Aurochs M	Aurochs M	Aurochs M
Ind 3	Aurochs	Aurochs M	Aurochs M	Aurochs M
Ind 4	B.dom	B.dom F	B.dom F	B.dom F
Ind 5	B.dom	B.dom F	Aurochs F	? - F
Ind 7	Boviné	B.dom F	B.dom F	B.dom F

Tableau 13 : Déterminations combinées à partir du comparatif des déterminations de la littérature et selon les méthodes géométriques et probabilistes : métatarses

⁴ Le matériel n'étant pas bien conservé, il est possible qu'il y ait du bison non déterminé dans le site de Wettolsheim (ARBOGAST, 1994).

Après ces réattributions définitives, nous pouvons observer que les déterminations de la littérature sont pour la plupart confirmées et précisées pour le sexe. Quelques individus ont changé d'attribution. Pour les métacarpes, l'individu 9, resté en boviné dans la littérature, est déterminé en bœuf mâle tandis que l'individu 10, identifié en aurochs, se révèle être un domestique mâle. L'individu 7 des métatarses, boviné dans la littérature, est déterminé en domestique femelle.

III-2 Etude de la taille isométrique centroïde après les réattributions

En considérant les nouvelles attributions des métapodes d'OBRESOC, les valeurs de la « Taille isométrique » sont intégrées à des diagrammes en boxplot afin de pouvoir comparer les tailles isométriques des différents groupes de référence et des individus réattribués (**Figure 20 et 21**). Les bœufs domestiques de Mairy, plus récents, sont figurés pour indication, mais nous n'en tenons pas compte. Nous réalisons aussi des analyses univariées (**Annexe 5, p.117**).

Métacarpes

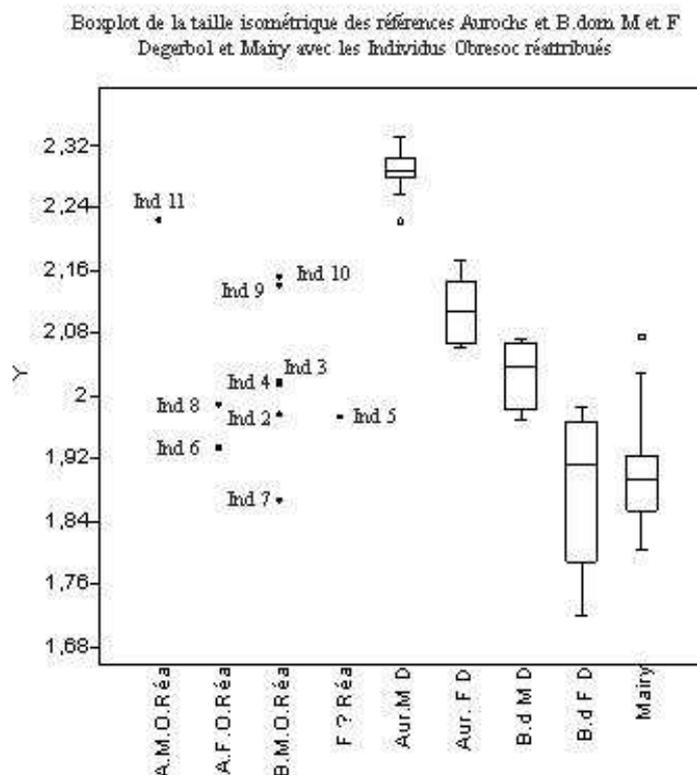


Figure 20 : Diagramme en boxplot de la taille isométrique des métacarpes

Les bœufs domestiques mâles (Individu 2, 3, 4, 7, 9 et 10) et les aurochs femelles d'OBRESOC (Individu 6 et 8) ont une taille significativement différente de celle des aurochs mâles de référence, mais ils ne se différencient pas des autres groupes. Les individus 2, 3, 4, 6, 7 et 8 se situent dans l'étendue de la taille des bœufs. Les individus 9 et 10 sont au niveau des aurochs femelles. Seuls l'aurochs mâle Individu 1 se différencie par la taille des autres groupes, les aurochs mâles de référence mis à part.

Les individus d'OBRESOC réattribués sont répartis sur l'ensemble des groupes indépendamment de leur attribution finale. Leurs tailles ne semblent pas correspondre à leur réattribution. Le critère de taille ne permet donc pas de déterminer à lui seul les véritables attributions des individus, et il est moins fiable que la conformation.

Métatarses

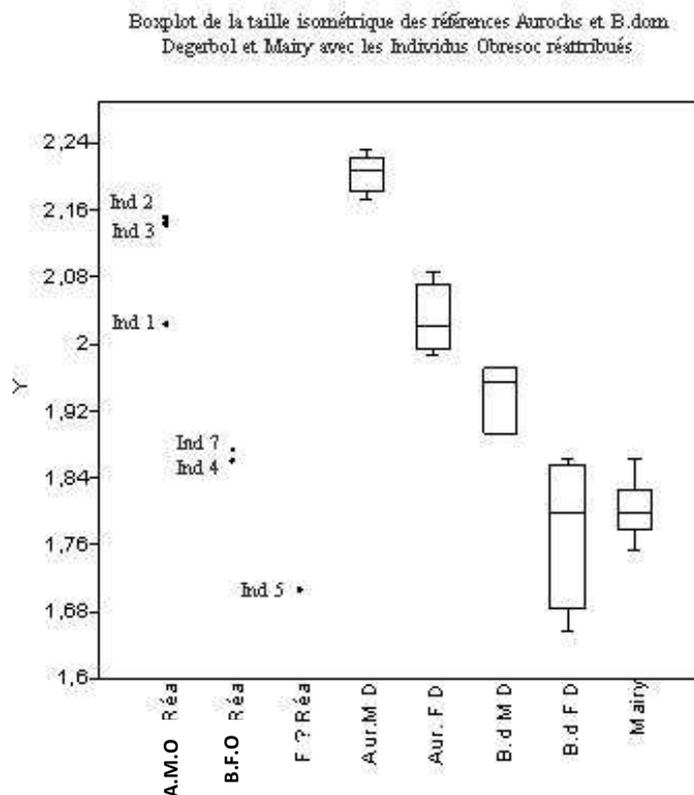


Figure 21 : Diagramme en boxplot de la taille isométrique des métatarses

Les individus aurochs mâles 2 et 3 sont bien situés au niveau de la référence de même ordre. En revanche, la taille isométrique de l'individu 1 le situe au niveau des aurochs femelles. Les individus 7 et 4 se situent au niveau des aurochs femelles. Enfin l'individu 5, non déterminé, se retrouve très éloigné des autres, dans l'intervalle des bœufs femelles.

Il semblerait que pour le métatarse, la taille des individus réattribués corresponde mieux aux tailles des références des taxons associés, sauf pour deux individus (individus 1 et 5). Elle ne permet toutefois pas de déterminer le sexe.

A la suite de ces observations, nous pouvons donc conclure que la taille est un critère moins discriminant que la conformation.

III-3 Etablissement de l'intervalle d'incertitude de détermination entre bœuf et aurochs

Les individus d'OBRESOC réattribués peuvent être insérés dans un histogramme de distribution des données métriques brutes qui comprend les références d'aurochs des deux sexes pour le métacarpe et le métatarse. Trois individus du site de Rosenhof en Allemagne, déterminés comme de petits aurochs femelles sur une base moléculaire (cf Chapitre 2, II-2.3 ; SCHEU et al., 2008), sont également figurés sur les histogrammes, comme compléments d'information.

On utilise les données de la largeur distale Bd des métapodes car cette mesure est couramment prise par les auteurs. De plus, chez les Bovinés, l'extrémité distale s'épiphyse entre 24 et 30 mois. Nous pouvons donc être certains de traiter des données d'individus adultes. Elle est donc plus fiable que la mesure Bp sur la partie proximale du métacarpe qui ne présente pas de stades d'épiphysation et dont il est toujours délicat d'apprécier s'il a ou non fini sa croissance.

Métacarpe

Tout d'abord, les individus réattribués sont resitués sur les diagrammes des mesures brutes de Bd des métapodes (**Annexe 5, Figure 10, p.118**). Les individus du métacarpe permettent de définir un intervalle d'incertitude pour cet os, dans lequel se recoupent les aurochs femelles de la référence et d'OBRESOC avec les bœufs mâles d'OBRESOC, entre 62.5 et 76.5 mm. Les individus réattribués d'OBRESOC permettent de situer les deux bornes minimales de cette aire (aurochs femelle : individu 8 ; bœuf mâle : individu 10) en les recoupant avec la référence d'aurochs femelles du Danemark. En ajoutant l'individu « ros

10 » de Rosenhof, un aurochs femelle, on constate qu’il se situe dans l’intervalle d’incertitude de détermination car notre individu 8 est légèrement plus petit que celui de Rosenhof.

Toutefois, cet intervalle ne peut être appliqué qu’au métacarpe. Il faut transformer les mesures en LSI afin de pouvoir mettre les parties squelettiques à la même échelle.

Dans l’histogramme de dispersion des données LSI du Bd du métacarpe (**Figure 22**), la zone de recoupement entre l’Aurochs femelle et le Bœuf domestique mâle nous permet d’établir un intervalle d’incertitude de détermination entre Bœuf et Aurochs qui se situe entre -0.04 et -0.13. Ces deux bornes minimales s’appuient sur les individus 8 et 10.

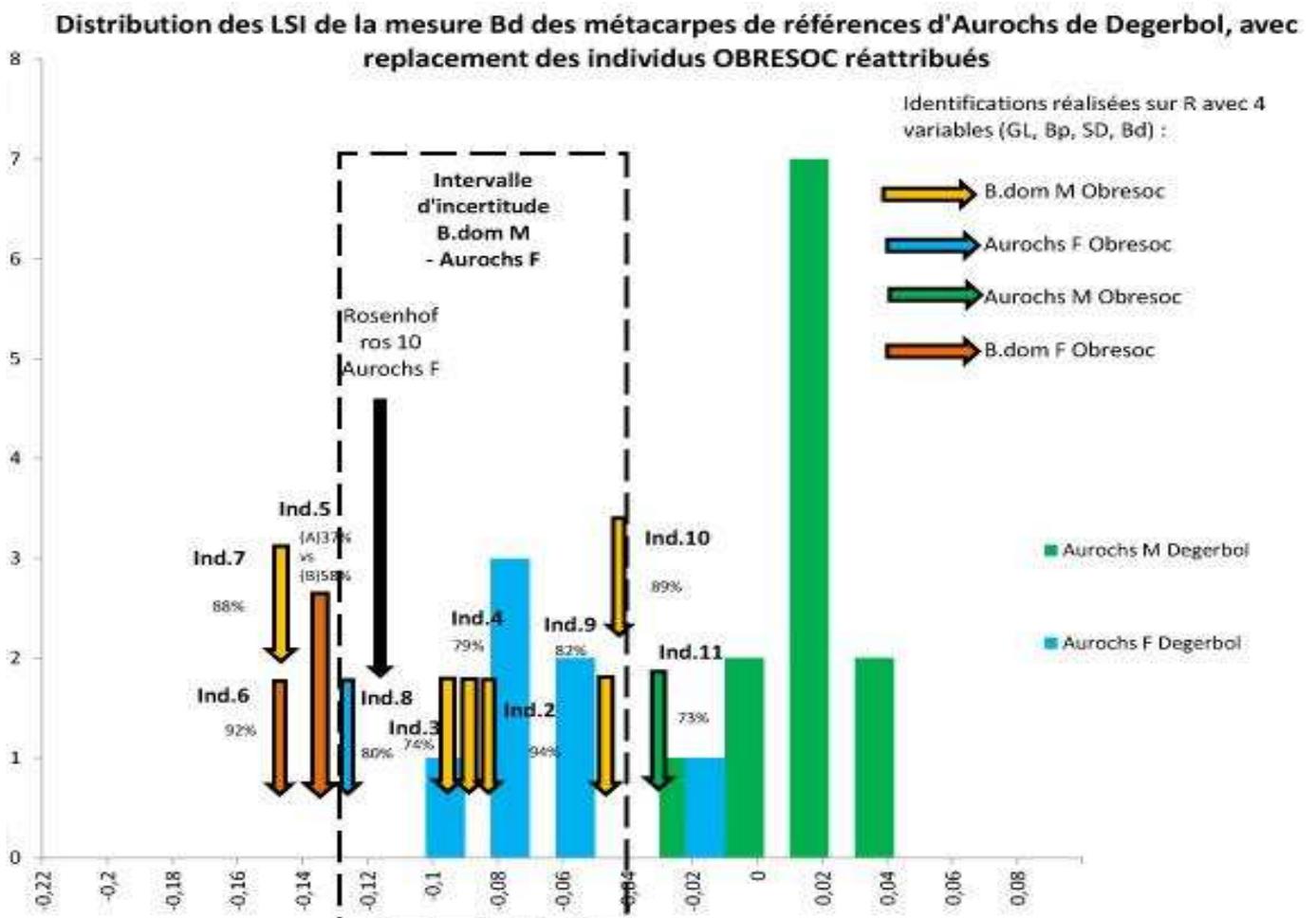


Figure 22 : Etablissement de l'intervalle d'incertitude de distinction entre Aurochs femelles et Bœufs domestiques mâles sur les données LSI du Bd du métacarpe

Nous pouvons observer que l’individu « ros 10 » de Rosenhof se situe dans l’aire de recouvrement des aurochs femelles et des domestiques mâles. Il se pourrait qu’il ait été

considéré comme un petit individu à tort, car notre individu 8 est d'une taille inférieure. Cela pourrait être un argument pour justifier la sous-estimation de la limite inférieure de l'aurochs femelle dans ce genre de représentation (SCHEU et al., 2008).

Métatarse Bd

Pour le métatarse, les individus réattribués correspondent uniquement à des bœufs femelles et des aurochs mâles, ce qui ne nous permet pas d'établir d'intervalle d'incertitude de détermination car nous n'avons pas d'individu domestique mâle pouvant recouvrir les aurochs femelles de DEGERBØL.

Nous pouvons observer, en revanche, sur le diagramme des données brutes (**Annexe 5, Figure 10, p.118**), les individus de Rosenhof, un aurochs femelle « ros 1 » et un mâle « ros 2 » ; Le mâle se situe parmi les aurochs mâles d'OBRESOC et de la référence tandis que la femelle est à l'extrême limite de la référence d'aurochs femelle. Nous constatons également que la mesure Bd de l'individu 5 est plus petite que celle des autres individus (à 48mm).

En transformant les données brutes en LSI (**Figure 23**), nous pouvons nous permettre d'étendre aux métatarses l'intervalle d'incertitude déterminé par les données du métacarpe entre -0.04 et -0.13. En effet, le passage en logarithme permet déjà de linéariser les données. La transformation en Log-Size-Index permet de les rapporter à la même référence. On ne considère plus les possibles allométries entre les différentes mesures des parties squelettiques. Nous pouvons ainsi les comparer entre elles et leur appliquer cet intervalle d'incertitude.

Pour le métatarse, l'intervalle comprend les aurochs femelles de la référence du Danemark ainsi que l'aurochs femelle « ros 1 » de Rosenhof. De plus, l'aurochs mâle « ros 2 » se situe à l'extérieur de cette zone de recouvrement entre aurochs femelles et bœufs mâles. La position de ces individus de Rosenhof aide à valider les bornes de l'intervalle d'incertitude de détermination établies précédemment.

Distribution des LSI de la mesure Bd des métatarses de références d'Aurochs de Degerbol, avec remplacement des individus OBRESOC réattribués

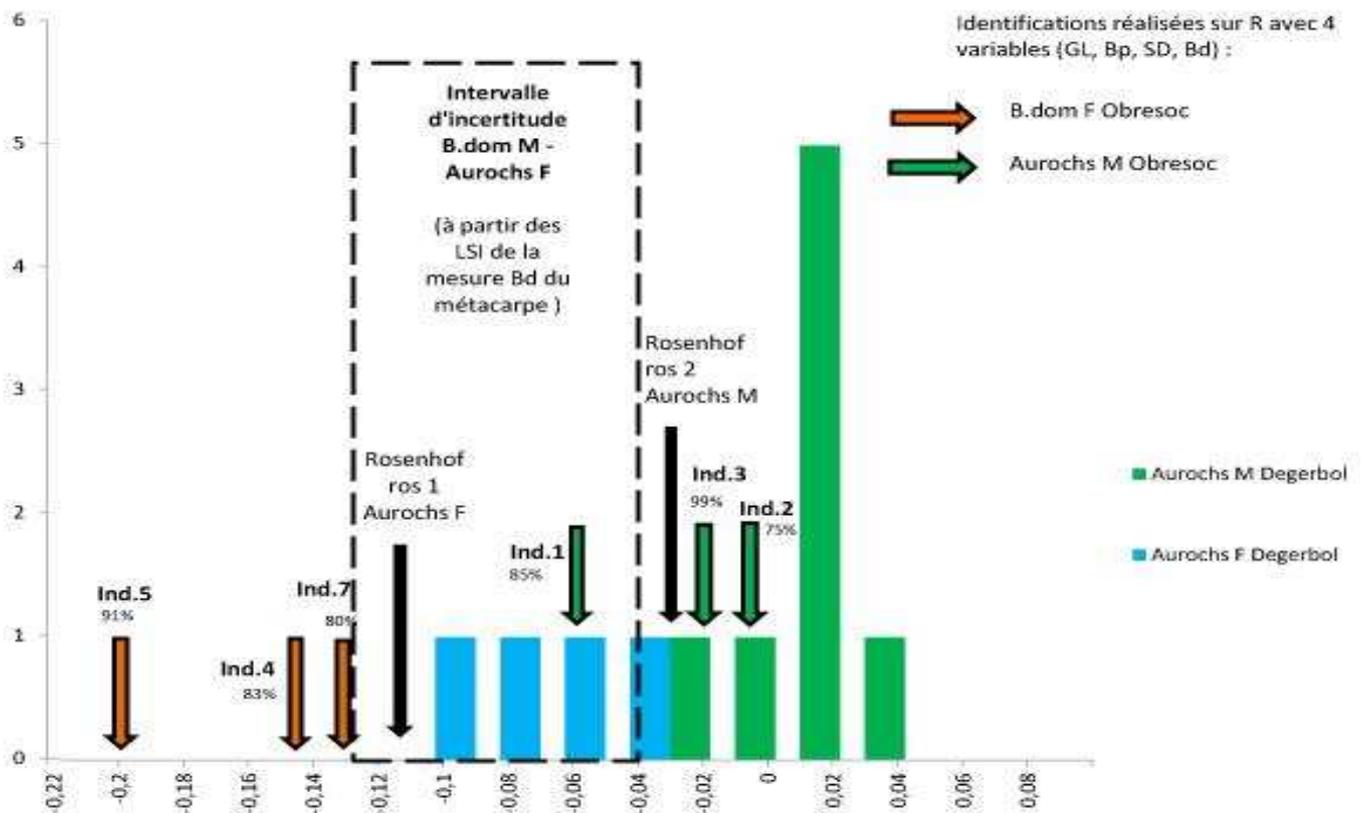


Figure 23 : Mise en place de l'intervalle d'incertitude entre Aurochs femelles et Boeufs domestiques mâles sur les données LSI du Bd du métatarse

Chapitre 4 : Réévaluation des proportions des taxons dans les assemblages

I- Réattribution taxinomique des données LSI d'OBRESOC

I-1 Extension de l'intervalle d'incertitude aux autres parties du squelette

Extension de l'intervalle d'incertitude de détermination aux mesures du Bd des métapodes, en LSI, de toutes les régions

L'établissement de l'intervalle d'incertitude sur les métapodes nous permet de réattribuer toutes les valeurs en LSI du Bd des métacarpes et des métatarses de toutes les régions, utilisées auparavant dans les études des LSI de MEADOW et dans les diagrammes de Simpson. Les histogrammes sont visibles en **Annexe 6 (Figures 11 et 12, p.119-120)**.

Extension de l'intervalle d'incertitude de détermination aux mesures du Bd, en LSI, de toutes les parties squelettiques par région

En partant du principe que les mesures de tous les os sont isométriquement analogues à la référence des LSI (la moyenne des aurochs mâles de DEGERBØL), on peut recalculer les histogrammes de répartition des données LSI du Bd des métapodes parmi les autres histogrammes de données LSI des mesures des os de l'humérus (Bd), du radius (Bp et Bd), du métacarpe (Bp), du tibia (Bd) et du métatarse (Bp). Ainsi, on peut étendre l'intervalle d'incertitude de détermination entre bœuf et aurochs à l'ensemble des données de ces diagrammes pour chaque grande région (**Figures 24 & 25**).

Ci-dessous sont visibles les histogrammes synthétiques pour chaque grande région, figurant l'intervalle d'incertitude de détermination. Cela nous permet d'observer les proportions d'individus pour lesquels il est finalement difficile de proposer une détermination fiable sans analyse d'ADN.

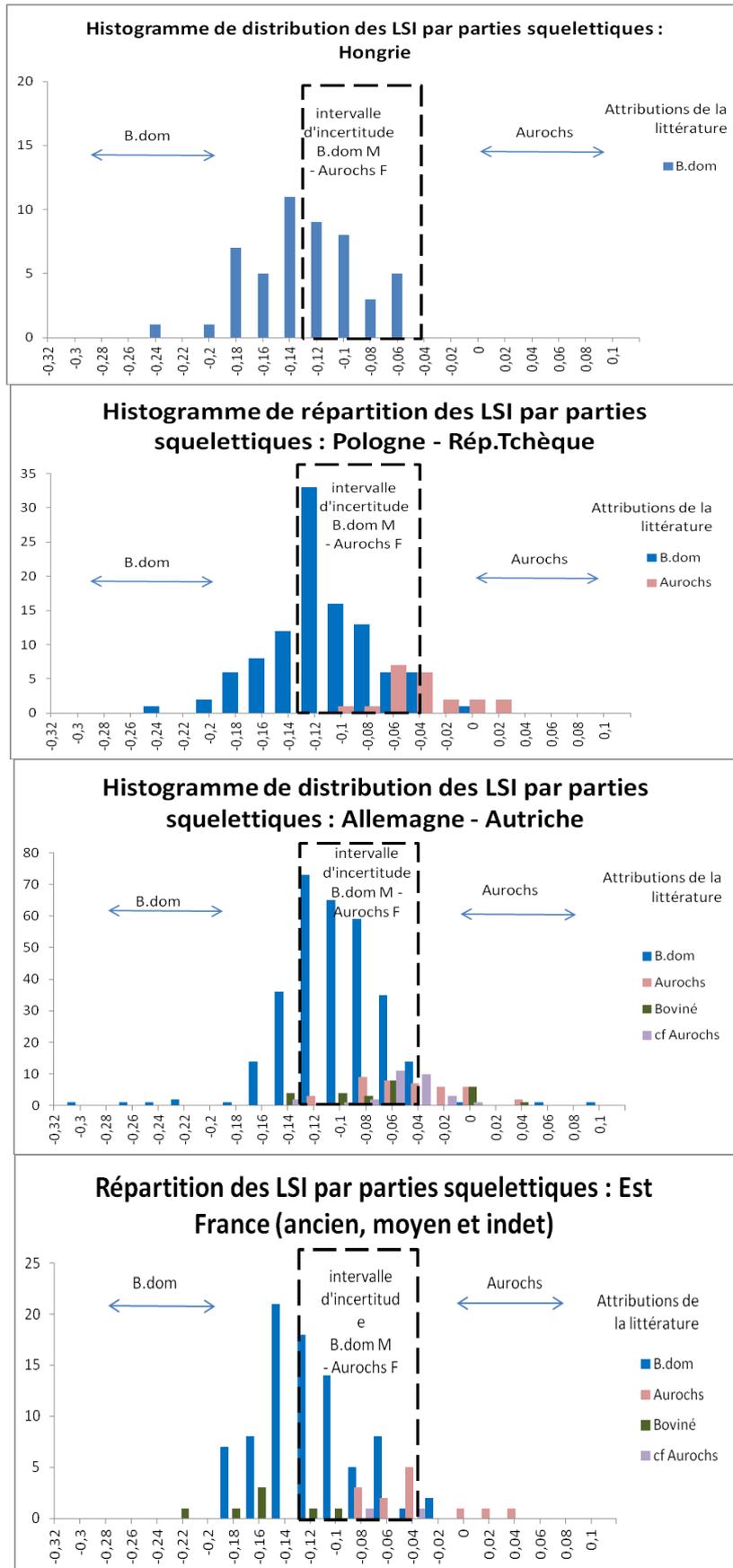


Figure 24 : Répartition des LSI par parties squelettiques et par régions. Mise en place de l'intervalle d'incertitude entre Bœuf domestique mâle et aurochs femelle

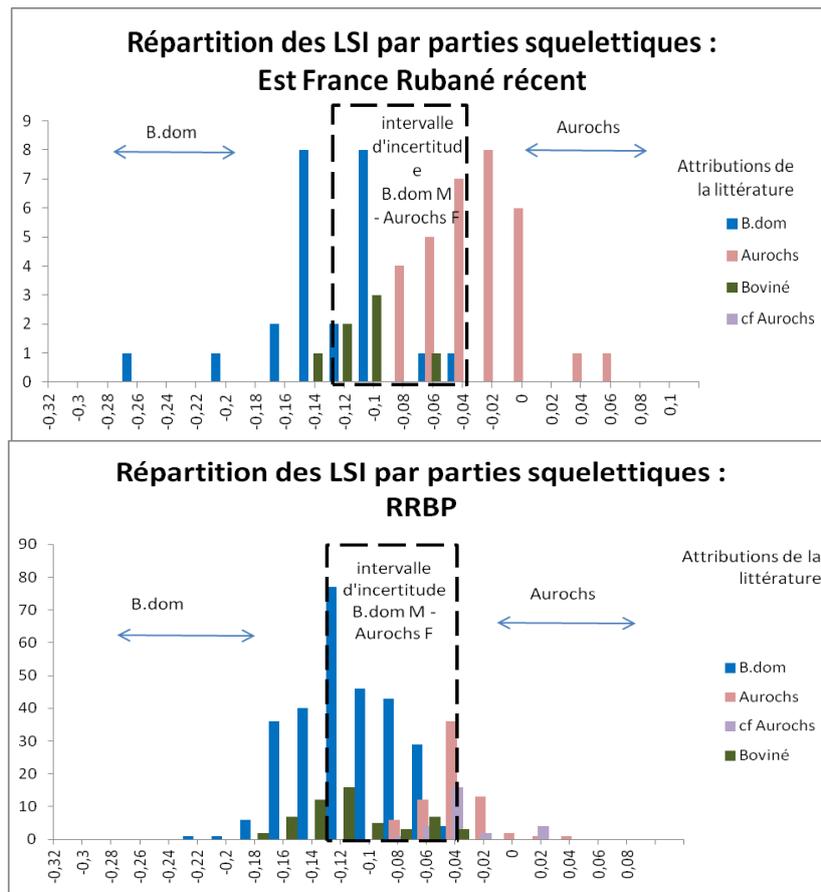


Figure 25 : Répartition des LSI par parties squelettiques et par régions. Mise en place de l'intervalle d'incertitude entre Bœuf domestique mâle et aurochs femelle

I-1.2 Réattributions des taxons à partir de l'intervalle d'incertitude

Cette opération permet d'effectuer la réattribution de toutes les données que la littérature classe en bœuf, boviné, aurochs et cf aurochs. Nous les reclassons en aurochs, boeuf et boviné indéterminé (pour les données se trouvant dans l'intervalle d'incertitude) en fonction de la valeur des LSI. Pour cela, il a fallu vérifier les données une par une.

Cela nous a permis de recalculer les effectifs de chacun des taxons et des bovinés indéterminés, dont le pourcentage augmente fortement. Les proportions de chacun des taxons sont donc réestimées dans tous les assemblages (**Tableau 14**). Le tableau détaillé présentant les effectifs de la littérature et les effectifs réattribués sont visibles en **annexe 6 (Tableau 4, p.121)**.

Littérature	B.dom	Boviné	Aurochs	cf Aurochs	Total	Réattributions	B.dom	Boviné	Aurochs
RRBP	284	55	71	27	437	RRBP	170	244	23
Est France Récent	24	7	32	0	63	Est France Récent	14	33	16
Est France ancien et moyen	85	7	12	2	108	Est France ancien et moyen	46	54	6
A-A	236	9	20	27	292	A-A	64	208	20
P-R P	104		21		125	P-R P	49	69	7
Hongrie	50				50	Hongrie	32	18	

Tableau 14 : Tableau récapitulatif des effectifs des taxons de la littérature et réattribués

Nous pouvons estimer qu'en dehors de l'intervalle d'incertitude, nous sommes confrontés d'un côté à des aurochs plutôt mâles et de l'autre à des bœufs plutôt femelles. Globalement, on remarque que les effectifs de l'aurochs et du bœuf réduisent de moitié. La présence de l'aurochs a certainement été surestimée dans les assemblages de toutes les régions. Il n'y a que la grande région qui associe les échantillons de l'Allemagne et de l'Autriche qui est quelque peu différente : le nombre de restes identifiés en aurochs reste de 20, ce qui signifie qu'il s'agit certainement d'individus plus robustes et donc probablement des mâles. En revanche, les effectifs du bœuf passent de 236 à 64, ce qui pourrait nous indiquer que parmi l'effectif de 208 des bovinés se trouve une grande partie des bœufs domestiques mâles, et que les 64 restant seraient peut-être des femelles. De même, dans le Bassin parisien, l'effectif de bœufs certifiés reste élevé mais se trouve également réduit de moitié (170 restes contre 284 déterminés dans la littérature).

II- Interprétations des réattributions globales

II-1 Distribution des populations : X^2 d'homogénéité

En effectuant un test de X^2 d'homogénéité, afin d'analyser la distribution de deux échantillons observés qui sont les attributions littéraires et les réattributions réalisées à la suite de nos études morphométriques, nous pouvons constater que les proportions modifiées des taxons provoquent des différences significatives dans la composition des assemblages (**Annexe 6, tableau 4, p.121**). En effet, tous les tests sont significatifs à part pour les

métacarpes Bd du Rubané récent de l'Est de la France et le métatarse Bd des assemblages de la Pologne et de la République-Tchèque. Cela peut s'expliquer par le fait que leur proportion d'aurochs ne s'est pas modifiée contrairement à celle du bœuf.

L'intervalle d'incertitude contient donc un mélange où mâles domestiques et femelles sauvages sont majoritaires. Il est difficile de prédire sur la seule base de nos présentes constatations la répartition entre ces groupes à l'intérieur de la zone d'incertitude. De plus, calculer les sex-ratios des groupes identifiés à l'extérieur de la zone d'incertitude reviendrait à tronquer les analyses et à surestimer les proportions d'aurochs mâles et de bœufs femelles au détriment de celle des bœufs mâles et d'aurochs femelles.

II-2 Diagrammes en secteur

A partir des données littéraires et réattribuées, nous pouvons produire des diagrammes en secteur qui présentent visuellement les proportions de chaque taxon déterminé avec les pourcentages associés (**Annexe 6, Figures 13 & 14, p.122-123**).

Nous produisons tout d'abord des diagrammes figurant les aurochs, les bœufs et les bovinés pour avoir une vision globale de la redistribution des données. Ensuite, afin d'éclaircir les diagrammes pour pouvoir comparer les régions entre elles, nous enlevons tous les bovinés indéterminés (ceux de la littérature et ceux que nous considérons comme non attribuables suite à nos analyses) pour qu'il ne reste que les bœufs domestiques et les aurochs certains. Cela nous donne la confirmation de la surestimation de l'aurochs dans la littérature sauf dans le Bassin parisien, où le pourcentage d'aurochs passe de 12% à 20%, ainsi qu'en Pologne, où il augmente de 5%. Il est possible que ces augmentations soient dues au fait que la proportion d'aurochs reste globalement inchangée dans ces régions, contrairement à celle du bœuf domestique, qui réduit de beaucoup.

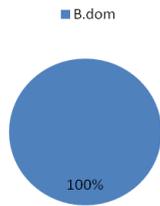
Etant donné que les seuls os testés morphologiquement qui ont servi à établir l'intervalle d'incertitude sont les métapodes, des diagrammes ne prenant en compte que ces os sont également réalisés.

Les diagrammes des métapodes ne figurant que les bœufs et les aurochs (**Figure 27**) nous montrent une augmentation de 9 % de la part de l'aurochs dans le Bassin parisien et dans les assemblages associés de Pologne et de République Tchèque. L'Est de la France aux

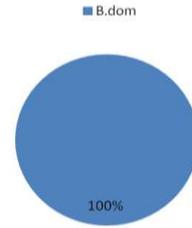
Rubanés ancien et moyen voit l'apparition de 14% d'aurochs, tandis qu'au Rubané récent, ce taxon voit sa proportion augmenter de 50% à 75%, ce qui est remarquable mais il s'agit de petits effectifs.

Nous pouvons donc observer que les proportions modifiées des taxons changent le spectre faunique de la plupart des régions et que l'aurochs est globalement surestimé dans les assemblages.

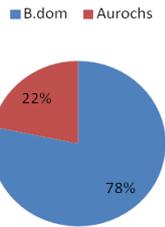
Hongrie attributions des taxes dans la Littérature : MC et MT



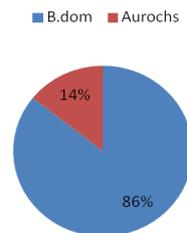
Hongrie Réattributions des taxes : MC et MT



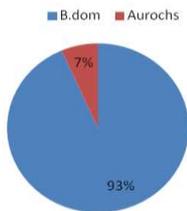
Pologne - République Tchèque attributions des taxes dans la Littérature : MC et MT



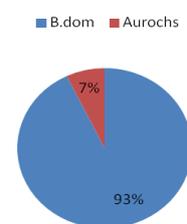
Pologne - République Tchèque Réattributions des taxes : MC et MT



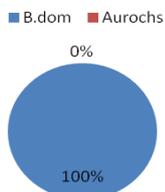
Allemagne-Autriche attributions des taxes dans la Littérature : MC et MT



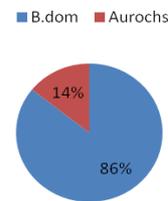
Allemagne-Autriche Réattributions des taxes : MC et MT



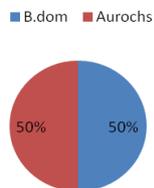
Est France global, ancien et moyen MC Bd et MT Bd attributions des taxes dans la littérature



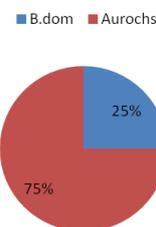
Est France global, ancien et moyen MC Bd et MT Bd Réattributions des taxes



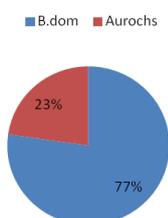
Est France récent MC Bd et MT Bd attributions des taxes dans la littérature



Est France récent MC Bd et MT Bd Réattributions des taxes



RRBP attributions des taxes dans la Littérature : MC et MT



RRBP Réattributions des taxes MC et MT

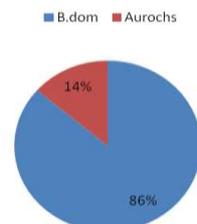


Figure 26 : Attributions dans la littérature et réattributions des taxes pour les Métapodes selon les régions

Chapitre 5 : Discussion

Même si nous pouvons, grâce à cette aire de recouvrement fixe, réattribuer les formes domestiques et sauvages, la proportion de restes sur lesquels nous ne pouvons pas nous prononcer se révèle importante.

L'intervalle déterminé à l'aide de notre matériel archéologique se situe entre -0.04 et -0.13 sur un histogramme de distribution des mesures en Index de Taille Logarithmique prenant pour référence la population d'Aurochs mâles du Danemark (DERGEBØL & FREDSKILD, 1970). Cette zone de recouvrement apparaît plus étendue que présumé et il se pourrait que cette zone de recouvrement entre les formes sauvages et domestiques soit bien plus que partielle.

Nous avons effectué la ré-estimation des parts respectives de Bœuf et d'Aurochs dans les assemblages européens, sans prendre en compte les sexes. La place de l'Aurochs semble avoir été surestimée dans l'ensemble des assemblages régionaux des sites du Rubané, à toute période. Ces observations peuvent être liées au fait que dans la littérature, le seuil de détermination des aurochs fluctue selon les parties squelettiques et les sites des différentes régions, donc selon les auteurs.

Enfin, l'appartenance de l'individu de Rosenhof (ros 1) à la zone d'incertitude de détermination entre les formes (domestiques et sauvages) pourrait renforcer l'hypothèse selon laquelle la limite inférieure de l'aurochs femelle, a été sous-estimée jusqu'alors. Cette hypothèse émise dans SCHEU et al. (2008) est que les petits individus de Rosenhof peuvent ainsi permettre d'envisager une reconsidération de la limite inférieure de la variation de la taille des aurochs femelles. Notre individu 8, clairement identifié en aurochs femelle, se situe à une valeur qui est inférieure à l'individu de Rosenhof (-0.13), ce qui pourrait conforter l'hypothèse.

Conclusion

A travers des études morphométriques basées sur le critère de la conformation, en excluant celui de la taille, vraisemblablement trompeur, nous sommes parvenus à établir un intervalle d'incertitude de détermination entre l'Aurochs femelle et le Bœuf domestique mâle au sein des corpus de données concernant les bovinés du Néolithique rubané. Cette aire de recouvrement n'avait jamais été prouvée jusqu'à présent, ce qui représente une avancée intéressante.

De plus, étant donné que la conformation semble donner de bien meilleurs résultats que la taille, il faudrait tenter à développer ce genre d'étude sur du matériel archéologique d'autres régions et aires chronologiques, afin de pouvoir trouver des nouvelles applications, voire de vérifier la présence de l'intervalle de recouvrement entre les formes (domestique et sauvage) pour des périodes chronologiquement proches.

Il faudrait à présent réaliser des analyses moléculaires sur les restes archéologiques entiers qui nous ont permis d'établir l'intervalle d'incertitude de détermination des Bovinés. Cela permettrait de valider les résultats des études morphométriques exposées dans ce travail et de confirmer les bornes de l'intervalle de recouvrement des aurochs femelles et des bœufs domestiques mâles.

D'autre part, afin d'obtenir des indications pour l'attribution du sexe, nous pourrions envisager à présent à tenter des interprétations des analyses des mélanges des assemblages régionaux en fonction de l'aire de recouvrement définie auparavant.

En combinant l'intervalle d'incertitude de détermination avec les analyses des mélanges gaussiens, il est possible de proposer des attributions de taxon et de sexe pour les individus des échantillons analysés. En effet, le logiciel PAST nous propose des probabilités d'attributions de ces derniers dans les groupes qu'il distingue dans le mélange.

Dans cette perspective, la détermination du sexe est importante car elle permettrait de pouvoir étudier le sex-ratio des ensembles Rubanés réattribués.

Bibliographie

- AKAIKE H.**, « A new look at the statistical model identification », *IEEE Transactions on Automatic Control*, 1974, vol. 19, p. 716-723
- ARBOGAST R.-M.**, « Les animaux domestiques des fosses silos de Mairy » Mémoire de D.E.A. Université de Paris I, 1986
- ARBOGAST R.-M.**, MENIEL P. & YVINEC J. H., *Une histoire de l'élevage. Les animaux et l'archéologie*, Paris, 1987
- ARBOGAST R.-M.**, SAINTY J. & JEUNESSE C., « Les fouilles de Wettolsheim – Ricoh : premiers agriculteurs dans la plaine d'Alsace », *Archeologia*, 1989, vol. 251, p.36-47
- ARBOGAST R.-M.**, « La faune des structures rubanées du site de Bischoffsheim "Le Village" (Bas-Rhin) », *Cahiers de l'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Alsace*, 1991, vol. 7, p. 59-63
- ARBOGAST R.-M.**, « Les restes osseux des grands mammifères du site rubané de Juvigny "Les Grands Traquiers" et leurs indications sur le rôle de la chasse et de l'élevage », *Actes du X^{ve} colloque interrégional sur le Néolithique*, Chalons (1988), 1991, p.15-23
- ARBOGAST R.-M.**, *Premiers élevages néolithiques du nord-est de la France*, Thèse de Doctorat, Université de Liège, Liège, ERAUL, n° 67, 1994
- ARBOGAST R.-M.**, **JEUNESSE C.** & **SCHIBLER J.**, *Rôle et statut de la chasse dans le Néolithique ancien danubien, Premières rencontres danubiennes*, Strasbourg (1996), Rahden/Westf, Verlag Marie Leidorf, 2001
- BACCINI A.**, « La procédure GLM de SAS, les commandes *means* et *lsmeans*, la méthode de Bonferroni et les graphiques d'interactions », Annexe A du cours *Le Modèle Linéaire Gaussien Général*, Institut de Mathématiques de Toulouse, 2010
- BAILLOUD G.**, **KAPPS R.** & **POULAIN T.**, « Fond de cabane néolithique danubien. Sablière du Petit-Vaux, commune de Champs (Yonne) », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 1961, vol. 58, n°7, p. 480-484.
- BENECKE N.**, « Die Tierreste aus bandkeramischen Siedlungen von Dresden-Cotta », in PRATSCH, A., « Die linien- und stichbandkeramische Siedlung in Dresden-Cotta », *Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas*, 1999, vol. 17, p. 137-171
- BÖKÖNYI S.**, « Die frühalluviale Wirbeltierfauna Ungarns (Vom Neolithikum bis zur La Tène Zeit) », *Acta archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 1959, vol. 11, 39-102
- BÖKÖNYI S.**, *History of Domestic Mammals in Central and Eastern Europe*, Budapest, thèse de doctorat, Akademiae Kiado, 1974

- BOLLONGINO R. et al.**, « Early history of European domestic cattle as revealed by ancient DNA », *Biol. Lett.*, 2006, vol. 2, p. 155-159
- BOSCHIN F.**, « Der Tierknochenfundkomplex von Gnadendorf (VB Mistelbach, Niederösterreich) », *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, Serie A, 2009, vol. 110, p.155-181
- BONNET C., LAMBACH F. & PLOUIN-MANTZER S.**, « Le site néolithique rubané de Hattstatt (Haut-Rhin) », *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, 1980, vol. 31, n° 3-4, p. 121-130
- BRUNNACKER M. et al.**, « Neolitische Fundschicht mit Harpunen-Fragmenten im Travertin von Stuttgart-Bad Cannstatt », *Fundberichte aus Schwaben*, 1967, vol. 18, p. 43-60
- CARRE A.**, *Etude archéozoologique d'un site du Néolithique ancien dans l'Yonne : Etigny "Le Brassot-Est"*, Mémoire de Maîtrise d'Ethnologie et Préhistoire, Université Paris X Nanterre, 2004
- CHENORKIAN R.**, *Pratique archéologique statistique et graphique*, Paris, 1996
- CLASON A.T.**, « Die Tierknochen », in MODDERMANN, P.J.R., *Die neolithische Besiedlung bei Hienheim, Ldkr. Kelheim. I : Die Ausgrabungen am Weinberg 1965 bis 1970, Materilhefte zu bayerische Urgeschichte A*, 1977, vol. 33, p. 101-120
- DAVIS J. C.**, « Statistics and Data Analysis in Geology », New York, 1986
- DEGERBØL M. & FREDSKILD B.**, *The Urus (Bos primigenius Bojanus) and Neolithic domesticated Cattle (Bos taurus domesticus Linné) in Denmark*, Det kongelige danske selskabs biologiske skrifter, 1970, vol.17
- DEMPSTER A.P., LAIRD N.M. & RUBIN D.B.**, « Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm », *Journal of Royal Statistical Society B.*, 1977, vol. 39, n°1, p. 1-38
- DÖHLE H.-J.** *Die linienbandkeramischen Tierknochen von Eilsleben, Bördekreis, Landsmuseum für Vorgeschichte*, Halle, 1994
- DRESLEROVÁ G.**, « Vyhodnocení zvířecích kostí z neolitického sídliště Těšetice-Kyjovice (okr. Znojmo, Česká republika) », *Archeologické rozhledy*, 2006, vol. 58, p. 3–32
- DRIESCH VON DEN A.**, *A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites*, Peabody Museum Bulletins, 1976, n° 1, Harvard University
- EDWARDS C. J. et al.**, « Mitochondrial DNA analysis shows a Near Eastern origin for domestic cattle and no indication of domestication of European aurochs », *Proc. Biol. Sci.*, 2007, vol.274, p.1377-1385
- ELBURG R.**, « Man-animal relationships in the Early Neolithic of Dresden (Saxony-Germany) », in REUMER J.W.F. & DE VOS J., *Elephants have a snorkel ! Papers in honour of Paul Y. Sondaar*, DEINSEA, 1999, vol. 7, p. 169-186

FARRUGGIA J.-P., GUICHARD Y. & HACHEM, L., « Les ensembles funéraires rubanés de Menneville "Derrière le village" (Aisne) », *Revue Archéologique de l'Est*, 1996, vol. 14, p. 119-174

GRÖMER K., « Neolithische Siedlung mit Lengyelgrab in Leonding. Die Stellung Oberösterreichs im Früh- und Mittelneolithikum », *Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines*, 2001, vol. 146, n°1, p. 9-41

GUINTARD C., *L'aurochs et ses essais de reconstitution*, Mémoire de vétérinaire, Faculté de Médecine de Nantes, 1988

GUINTARD C., « L'aurochs reconstitué, un descendant de Bos Primigenius ? » dans *Aurochs : le retour*, Lons-le-Saumur, 1994, p.179-196

HACHEM L., *La faune rubanée de Cuiry-lès-Chaulardes (Aisne-France) ; essai sur la place de l'animal dans la première société néolithique du Bassin parisien*, Thèse de Doctorat, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, 1995

HACHEM L. & AUXIETTE G., « La faune », in ILETT M. & PLATEAUX M., *Le site néolithique de Berry-au-Bac, "Le Chemin de la Pêcheurie"*, Paris, CNRS, 1995

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D., « PAST : Paleontological Statistics software package for education and data analysis », *Palaeontologia Electronica*, 2001, Vol. 4, n° 1, p.1-9

HAMMER, Ø., *Paleontological Statistics Reference*, 2011

HARPER, D. A. T. (éd.), « *Numerical Palaeobiology. Computer-Based Modelling and Analysis of Fossils and their Distributions* », Chichester, 1999

HIENDLEDER S., « Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies », *Proc. R. Soc. B.*, 2002, vol. 269, p. 1494 893-904

JEUNESSE C., « Contribution à l'étude de la variabilité régionale au sein du Rubané. L'exemple du sud de la plaine du Rhin supérieur », *Cahiers de l'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologique en Alsace*, 1995, vol. 11, p. 1-22

JEUNESSE C., « La synchronisation des séquences culturelles des bassins du Rhin, de la Meuse et de la Seine et la chronologie du Bassin parisien au Néolithique ancien et moyen (5200 – 4500 av. J.-C.) », *Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourgeoise*, 1998-1999, vol. 20-21, p. 337-392

KLÖS H.G. & WÜNSCHMANN A., « Les bovinés », in **Grzimek**, *Mammifères (4)*, *Le monde Animal*, vol. 13, Zurich, 1975

KOVACIKOVA L., « Archeozoologie z Neolitických lokalit na katastru Horoměřic (OKR. Praha-Zapad) », *Archeologie ve středních Čechách*, 2005, vol. 9, p. 143-148

- KRATOCHVÍL Z.**, « Der Fund von *Equus hydruntinus* (Regalia, 1907) und anderer Säuger aus dem südmährischen Neolithikum », *Slovenská archeologia*, 1973, vol. 21, n° 1, p. 195-210
- LANCHON Y. et al.**, « Le Néolithique ancien dans la basse vallée de la Marne : l'habitat de Changis-sur-Marne «Les Pétreaux» (Seine-et-Marne) », *Revue Archéologique d'Ile-de-France*, 2008, vol. 1, p. 43-94
- MEADOW R. H.**, « The use of size index techniques for research on archaeological collections from the Middle East », in Becker C., Manhart H., Peters J. & Schibler J. (eds.), *Historia Animalium ex Ossibus : Beiträge zur Paläoanatomie, Archäologie, Ägyptologie, Ethnologie Und Geschichte der Tiermedizin*, Rahden/Westf, Verlag Marie Leidorf, 1999, p. 285-300
- MENIEL P.**, *Contribution à l'histoire de l'élevage en Picardie, du Néolithique à l'âge du Fer*, Thèse de Doctorat, Université Paris VII, Paris, 1984
- MENIEL P.**, « Contribution à l'histoire de l'élevage en Picardie, du Néolithique à la fin de l'âge du Fer », *Revue Archéologique de Picardie*, 1984, n° spécial
- MENIEL P.**, « Les restes animaux de la fosse 40 de Dachstein », *Cahiers Alsaciens d'Archéologie, d'Art et d'Histoire*, 1985, vol. XXVIII, p.63-65
- MEUNIER K., SIDERA I. & ARBOGAST R.-M.**, « Rubané et groupe d'Entzheim à Pfulgiesheim "Langgarten" et "Buetzel" (Bas-Rhin) », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 2003, vol. 100, n° 2, p. 267-292
- MOSIMANN J. E.**, « Size Allometry: Size and Shape Variables with Characterizations of the Lognormal and Generalized Gamma Distributions », *Journal of the American Statistical Association*, 1970, Vol. 65, n° 330, p. 930-945
- MOSIMANN J. E. & JAMES F. C.**, « New Statistical Methods for Allometry with Application to Florida Red-Winged Blackbirds », *Evolution*, 1979, Vol. 33, n° 1(2), p. 444-459
- MÜLLER H.-H.**, *Die Haustiere der mitteldeutschen Bandkeramiker, Schriften der Sektion für Vor- und Frühgeschichte 17*, Berlin, 1964
- NADERI S.**, « The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA analysis of wild and domestic individuals », *PNAS*, 2008, vol.105, p. 17659-17664
- NOBIS G.**, « Zur fauna des ellerbekzeitlichen Wohnplatzes Rosenhof in Ostholstein I. », *Schr. Naturwissensch. Vereins. Schleswig-Holstein*, 1975, vol. 45, p. 5-30
- PAYNE S. & BULL G.**, « Components of variation in measurements of pig bones and teeth, and the use of measurements to distinguish wild from domestic pig remains », *ArchaeoZoologia*, 1988, vol.2, p. 27-65

- POULAIN T.**, « Videlles (Essonne) II. - Etude de la faune (Fouilles 1962-1963) », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 1967, vol. 64, n°2, p. 411-424.
- POULAIN T.**, « Le Bois des Refuges à Misy-sur-Yonne. Etude des vestiges osseux », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 1977, vol. 74, n° 1, p. 463 - 471
- POULAIN T.**, « La domestication des animaux en France à l'époque Néolithique », in : NOBIS, G. & SCHWABEDISSEN, H. *Die Anfänge des Neolithikums IX vom Orient bis Nordeuropa. Der Beginn der Haustierhaltung in der "Alten Welt"*, Böhlau, Köln, 1984
- POULAIN T.**, « Site Néolithique de Reichstett, étude de la faune », *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*, 1978, vol. 29, n°1-2, p. 45-56
- POULAIN, T.**, « Etude de la faune » in : THEVENIN A. & SAINTY J., Nouveaux sites rubanés et données récentes sur la séquence chronologique Néolithique ancien-Néolithique moyen dans le Bas-Rhin, *Le rubané d'Alsace et de Lorraine, Etat de la recherche*, 1979
- POULAIN, T.**, « La faune dans la région sénonaise de l'époque paléolithique à la fin de l'Âge du Bronze », in THEVENOT J.-P. (ed), *Préhistoire du Sénonais : découvertes récentes*, Sens, 1982, p. 25-28
- POULAIN T.**, « Faune de la fosse danubienne de Norrois (Marne), Lieu-dit "Le Raie des Lignes" », *Préhistoire et Protohistoire en Champagne-Ardenne*, 1986, vol. 10, p.41-43
- PUCHER E.**, « Viehwirtschaft und Jagd zur Zeit der ältesten Linearbandkeramik von Nechenmarkt (Burgenland) und Strögen (Niederösterreich) », *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien*, 1987, vol. 117, p. 141-155
- REICHSTEIN H.**, « Bemerkungen zu einigen Tierknochen aus frühneolithischen Siedlungsgruben von Rosdorf, Kr. Göttingen », *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte Hildesheim*, 1977, vol. 46, n°1, p. 1-26
- ROWLEY – CONWY P. & OWEN A. C.**, « Grooved Ware Feasting in Yorkshire : Late Neolithic Animal Consumption at Rudston Wold », *Oxford Journal of Archaeology*, 2011, vol. 30, n° 4, p. 325 - 367
- ROWLEY – CONWY P., ALBARELLA U. & DOBNEY K.**, « Distinguishing Wild Boar from Domestic Pigs in Prehistory : A Review of Approaches and Recent Results », *Journal of World Prehistory*, 2012, vol.25, p.1-44
- RUTKAY E., WESSELY G. & WOLFF P.**, « Eine Kulturschicht der ältesten Linearbandkeramik in Prellenkirchen », *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, 1976, vol. 80, p. 843-861
- SCHUBERT H.**, « Die bemalte Keramik des Frühneolithikums in Südosteuropa, Italien und Westanatolien », *Internat. Arch.*, 1999, vol. 47
- SOBOCINSKI M.**, « Zwierzece szczatki kostne z Osady Neolitycznej w Gniechowicach », *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, 1978, vol. CIII, p.89 - 108

- SOBOCINSKI M.**, « Szczatki kostne zwierząt z Osady Neolitycznej w Lagiewnikach », *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, 1981, vol. CXXXI, p. 75 - 93
- SOBOCINSKI M.**, « Zwierzece szczatki kostne z Obiektów Kultury ceramiki Wstęgowej Rytej w Zalecinie i Zukowie, Województwo Szczecińskie », *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, 1984, vol. CLIV, p.87 - 99
- SOBOCINSKI M.**, « Szczatki kostne z Osad Ludności Kultury ceramiki Wstęgowej na Kujawach (Ze studio nad Rozwojem Kultur Wstęgowych na Kujawach) », *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, 1985, vol. CLXIV, p. 87 - 127
- SCHEU A. et al.**, « Ancient DNA Provides no Evidence for Independent Domestication of Cattle in Mesolithic Rosenhof, Northern Germany », *Journal of Archaeological Science*, 2008, Vol. 35, p.1257-1264
- SCHIETZEL K. & STAMPFLI H.-S.**, « Müddersheim. Eine Ansiedlung der jüngeren Bandkeramik », *Rheinland, Böhlau Verlag Köln Graz*, Köln, 1965
- SIDERA I.**, « Animaux domestiques, bêtes sauvages et objets en matière animales du Rubané au Michelsberg : de l'économie aux symboles, des techniques à la culture », *Gallia préhistoire*, 2000, Vol. 42, p. 107 - 194
- SIMPSON**, « Large pleistocene felines of North America », *American Museum Novitates*, 1941, n°1136, p.1-27
- SCHMITZBERGER, M.**, « Haus- und Jagdtiere im Neolithikum des österreichischen Donauraumes », Thèse de Doctorat, Université de Vienne, 2009
- STORK M.**, « Tierknochenfunde aus neolithischen Gruben der Gemeinde Ammerbuch, Kr », *Tübingen. Zeitschrift für Archäologie*, 1993, vol. 27, p. 91-104
- TRESSET A.**, *Le rôle des relations homme/animal dans l'évolution économique et culturelle des sociétés des Ve-IVe millénaires en Bassin Parisien : approche ethno-zootéchnique fondée sur les ossements animaux*, Thèse de Préhistoire-Ethnologie-Anthropologie, Université Paris I - Panthéon-Sorbonne, Paris, 1996
- TRESSET A. et al.**, « Early diffusion of domestic bovids in Europe : an indicator for humans contacts, exchanges and migrations ? », in HOMBERT J.-M. & D'ERRICO F. (dir.), *Becoming Eloquent : Advances in the Emergence of Language, Human Cognition, and Modern Cultures*, Amsterdam, 2009, p.73-92
- TRESSET A. & VIGNE J.-D.**, « Last hunter-gatherers and first farmers of Europe », *Comptes Rendus Biologies*, 2011, Vol. 334, p. 182-189
- UERPMMANN, H.-P.**, « Tierknochenfunde, in : Boelicke, M. & alii, Der Bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren », *Rheinische Ausgrabungen*, 1988, vol. 28, p. 887-890
- UERPMMANN M. & UERPMMANN H.-P.**, « Animal bone finds from Excavation 520 at Qala'at al Bahrain », in HØJLUND F. AND ANDERSEN H. H., *Qala'at al-Bahrain, The Northern City Wall and the Islamic Fortress*,

volume 1, Jutland Archaeological Society Publications XXX : 1, Aarhus, 1994, chapitre 14 "Animal bones", pp. 417-444, Table 14 : p 437

WHITTLE A. et al., « New radiocarbon dates for the early Neolithic in northern Serbia and south-east Hungary: some omissions and corrections », *Antaeus*, 2005, vol. 28, p.347-355

ZIEGLER R., « Neolithische Tierreste aus Straubing-Lerchenhaid (Niederbayern) ; 1985-1986 », *Bericht der bayerischen Bodendenkmalpflege*, 1989, vol. 26-27, p. 7-32

Sites internet:

<http://folk.uio.no/ohammer/past> (PAST[©] version 2.13, Décembre 2011 et manuel)

<http://www.rstudio.org/> (RStudio[©] version 0.96.122, 2009-2011 RStudio, Inc)

<http://www.r-project.org/index.html> (R[©] version 2.12.2, 2011 The R Foundation for Statistical Computing)

<http://www.vera-eisenmann.com/diagrammes-de-simpson-article001226.htm>

Table des figures

Figure 1 : Diffusion des courants néolithiques méditerranéen (mauve) et danubien (orange) (TRESSET & VIGNE, 2011, Fig. 2).....	8
Figure 2 : Capture de la page de saisie des données de la base OBRESOC.....	11
Figure 3 : Carte de répartition des sites d'OBRESOC ayant fourni des données métriques par pays...	12
Figure 4 : Illustration des deux types de mesures sur la vue dorsale du métatarse de boeuf.....	20
Figure 5 : Histogrammes synthétiques de distribution des LSI par parties squelettiques et par région avec indications des seuils de détermination entre Boeuf et Aurochs (Flèche rouge; détail par os : flèches noires)	38
Figure 6 : Diagramme de Simpson général	39
Figure 7 : Boxplot synthétisant la taille isométrique des deux sexes d'Aurochs et de Boeuf domestique	41
Figure 8 : ACP sur la référence DEGERBØL (Boeuf domestique et Aurochs)	42
Figure 9 : AFD (Axes 1 et 2 ; Axes 1 et 3) sur la référence DEGERBØL (Boeuf domestique et Aurochs)..	42
Figure 10 : Analyses d'ACP et d'AFD sur les métacarpes des bœufs domestiques de Mairy (ARBOGAST, 1994).....	43
Figure 11 : Analyses ACP sur métatarses des Aurochs et Bœufs domestiques (DEGERBØL, 1970).....	44
Figure 12 : Analyse AFD sur métatarses des Aurochs et Bœufs domestiques (DEGERBØL, 1970)	45
Figure 13 : Analyse d'ACP sur les métatarses des bovinés de Mairy (ARBOGAST, 1994)	45
Figure 14 : ACP des métacarpes de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 2)	48
Figure 15 : ACP des métatarses de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 2).....	49
Figure 16 : AFD des métacarpes de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 2)	51
Figure 17 : AFD des métatarses de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 2).....	52
Figure 18 : Diagramme bivarié de la taille isométrique et de l'axe 1 de l'ACP du métacarpe	53
Figure 19 : Diagramme bivarié de la taille isométrique et de l'axe 1 de l'ACP du métatarse	54
Figure 20 : Diagramme en boxplot de la taille isométrique des métacarpes	60
Figure 21 : Diagramme en boxplot de la taille isométrique des métatarses	61

Figure 22 : Etablissement de l'intervalle d'incertitude de distinction entre Aurochs femelles et Bœufs domestiques mâles sur les données LSI du Bd du métacarpe	63
Figure 23 : Mise en place de l'intervalle d'incertitude entre Aurochs femelles et Boeufs domestiques mâles sur les données LSI du Bd du métatarse	65
Figure 24 : Répartition des LSI par parties squelettiques et par régions. Mise en place de l'intervalle d'incertitude entre Bœuf domestique mâle et aurochs femelle	68
Figure 25 : Répartition des LSI par parties squelettiques et par régions. Mise en place de l'intervalle d'incertitude entre Bœuf domestique mâle et aurochs femelle	69
Figure 27 : Attributions dans la littérature et réattributions des taxons pour les Métopodes selon les régions.....	70

Table des tableaux

Tableau 1 : Sites de Pologne et de République Tchèque présentant des données ostéométriques....	13
Tableau 2 : Sites de Hongrie présentant des données ostéométriques	14
Tableau 3 : Site d'Autriche présentant des données ostéométriques	15
Tableau 4 : Sites d'Allemagne présentant des données ostéométriques	16
Tableau 5 : Sites de l'Est de la France présentant des données ostéométriques	17
Tableau 6 : Sites du Bassin parisien présentant des données ostéométriques	18
Tableau 7 : Mesures standards utilisables pour sur tous les types d'ossements.....	21
Tableau 8 : Lexique des termes employés pour désigner les taxons	22
Tableau 9 : Individus de la base d'OBRESOC sélectionnés pour le métacarpe et le métatarse.....	46
Tableau 10 : Résultats des prédictions sur les métacarpes	56
Tableau 11 : Résultats des prédictions sur les métatarses	57
Tableau 12 : Déterminations combinées à partir du comparatif des déterminations de la littérature et selon les méthodes géométriques et probabilistes : métacarpes	58
Tableau 13 : Déterminations combinées à partir du comparatif des déterminations de la littérature et selon les méthodes géométriques et probabilistes : métatarses	59
Tableau 14 : Tableau récapitulatif des effectifs des taxons de la littérature et réattribués.....	67

Annexes

Table des Figures	83
Table des Tableaux	83
Annexe 1 : Données du corpus utilisées dans le Log-Shape-Ratio	84
Annexe 2 : Codes de nomenclatures.....	91
Annexe 3 : Lexique des termes usuels employés dans les différentes langues	96
Annexe 4 : Bovinae : Regroupements, LSI, diagrammes de Simpson.....	99
Annexe 5 : Chapitre 3.....	108
Réattribution des individus complets : Métacarpe d'OBRESOC	115
Etablissement de l'intervalle d'incertitude de détermination Bœuf/Aurochs.....	118
Annexe 6 : Chapitre 4.....	119

Table des Figures

Figure 1 : Boxplot synthétisant la taille isométrique des deux sexes d'Aurochs et de Boeuf domestique ..	108*
Figure 2 : Analyses ACP détaillées sur les métacarpes des mâles et femelles d'Aurochs et de Bœuf domestiques de DEGERBØL (1970).....	108
Figure 3 : Analyses ACP sur métatarses des Aurochs et Bœufs domestiques (DEGERBØL, 1970)	111
Figure 4 : ACP métacarpes de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 3)	112
Figure 5 : ACP métacarpes de référence et individus d'OBRESOC (Axes 2 et 3).....	112
Figure 6 : ACP des métatarses de référence et individus d'OBRESOC (Axes 1 et 3).....	113
Figure 7 : ACP des métatarses de références et individus d'OBRESOC (Axes 2 et 3).....	113
Figure 8 : AFD des métacarpes de références et individus d'OBRESOC	114
Figure 9 : AFD des métatarses de références et individus d'OBRESOC.....	114
Figure 10 : Histogrammes de distribution des données brutes de la mesure Bd des métapodes.....	118
Figure 11 : Extension de l'intervalle d'incertitude de détermination aux LSI des Bd des Métacarpes par région	119
Figure 12 : Extension de l'intervalle d'incertitude de détermination aux LSI des Bd des Métatarses par région	120
Figure 13 : Attributions dans la littérature et réattributions des taxons selon les régions	122
Figure 14 Attributions dans la littérature et réattributions des taxons selon les régions (Aurochs et Bœuf) .	41

Table des Tableaux

Tableau 1 : Tableaux des moyennes des mesures brutes par parties squelettiques, sélectionnées pour les analyses en Log-Size-Index (MEADOW, 1999)	105
Tableau 2 : Tableaux des mesures en LSI (MEADOW, 1999) par parties squelettiques, utilisables dans les diagrammes de Simpson (SIMPSON, 1941)	106
Tableau 3 : Résultats des prédictions des métacarpes et métatarses sur R (par test et synthèse)	116
Tableau 4 : Attributions de la Littérature et réattributions des données sélectionnées pour les LSI ; Test du X ² d'homogénéité sur la distribution des échantillons dans les deux cas	121

Annexe 1 : Données du corpus utilisées dans le Log-Shape-Ratio

Matériel Archéologique

	Site	Lieu-dit	Datation	Espèce	Os	GL	Bp	Dp	Bd	Dd	SD
Ind 2	Łojewo	Łojewo	LBK	B.dom	Métacarpe	205	61	NA	69	NA	31,5
Ind 3	Mold	Im Doppel	äLB	B.dom	Métacarpe	212,5	65	NA	67,5	NA	34,5
Ind 4	Mold	Im Doppel	äLB	B.dom	Métacarpe	212	64,5	NA	68	NA	34
Ind 5	Berry-sur Bac	CM	RRBP	B.dom	Métacarpe	208	63	40	62	35	33
Ind 6	Cuiry-les-Chaudardes	RRBP	RRBP	B.dom	Métacarpe	200	57	35,6	59	33	34
Ind 7	Menneville	Derrière le Village	RRBP	B.dom	Métacarpe	174	55	37	59	30	31
Ind 8	Gnadendorf	Im Vorrain	jLB	B.dom	Métacarpe	206	58,8	37,9	62,5	35	37,7
Ind 9	Balloy	Les Réaudins	RRBP / VSG	Boviné	Métacarpe	226	74	NA	75,5	40	41,5
Ind 10	Cuiry-les-Chaudardes	Les Fontinettes	RRBP	Aurochs	Métacarpe	230	73	48	76	39	43
Ind 11	Juvigny	Les Grands Traquiers	Rubané récent	Aurochs	Métacarpe	256	79	50	78	44	46,5

	Site	Lieu-dit	Datation	Espèce	Os	GL	Bp	Dp	SD	Bd	Dd
Ind 1	Dachstein	Am Geist	Rubané ancien	Aurochs	Métatarse	248	58	56	34	67	37
Ind 2	Juvigny	Les Grands Traquiers	Rubané récent	Aurochs	Métatarse	287	64	64	39	76	44
Ind 3	Juvigny	Les Grands Traquiers	Rubané récent	Aurochs	Métatarse	287	63	66	39,5	74	42
Ind 4	Berry-sur Bac	CM	RRBP	Bœuf	Métatarse	235	49	45	27	55	33
Ind 5	Wettolsheim	Ricoh	Rubané ancien	Bœuf	Métatarse	201	37,5	40	25,5	48	27
Ind 7	Balloy	Les Réaudins	RRBP / VSG	Boviné	Métatarse	245	49	50	26,5	56,5	34

Référentiel d'Aurochs mâles, femelles et de Bœufs domestiques mâles et femelles du Danemark (DERGERBØL & FREDSKILD, 1970)

Métacarpe

Site	Lieu-dit	Individu	Espèce	Os	GL	Bp	Dp	Bd	Dd	SD
Degerbol	Terp III	1	Aurochs M	Métacarpe	251	89,5	55	85,5	45	53
Degerbol	Sorø III	2	Aurochs M	Métacarpe	258	87	53,5	85	45,5	50
Degerbol	Graenge A ad jun IV	3	Aurochs M	Métacarpe	252	87	52	87,5	45,5	52
Degerbol	Munkebjergby IV	4	Aurochs M	Métacarpe	252	82	53	82	42	51
Degerbol	Graenge D V	5	Aurochs M	Métacarpe	245	83,5	49	83,5	45	49
Degerbol	Nystrup V	6	Aurochs M	Métacarpe	245	86,5	54	88	46	53
Degerbol	Falster V	7	Aurochs M	Métacarpe	249	78	46	81	44	50
Degerbol	Lundby V	8	Aurochs M	Métacarpe	253	84	51,5	86	44,5	51,5
Degerbol	st Damme IV/V	9	Aurochs M	Métacarpe	258	86	55,5	84,5	46,5	48,5
Degerbol	Holmegaard 386/48 VI	11	Aurochs M	Métacarpe	264	83	54	83	45	51
Degerbol	Svaerdborg VI	12	Aurochs M	Métacarpe	248	87	51,5	84,5	42	51
Degerbol	Uglit VIII	14	Aurochs M	Métacarpe	264	86	53	84	45	49
Degerbol	Klarup VIII	15	Aurochs M	Métacarpe	249	81	52	81	46	49
Degerbol	Gesten D Tranekaer Mose VIII	16	Aurochs M	Métacarpe	244	83	49	80	42	47
Degerbol	Grejs Mølle VIII	17	Aurochs M	Métacarpe	278	88	54	88	46	52
Degerbol	Tinglev VIII	18	Aurochs M	Métacarpe	249	81	46	80	42,5	45
Degerbol	Vanløse	19	Aurochs M	Métacarpe	250	87	53	84	45,5	52
Degerbol	Kongsted	20	Aurochs M	Métacarpe	252	78	49	81,5	43,5	49,5
Degerbol	Løsning	22	Aurochs M	Métacarpe	260	90	54	83	43	53
Degerbol	Ulerslev V	28	Aurochs F	Métacarpe	246	74	45	73	41	40
Degerbol	Svaerdborg VI	30	Aurochs F	Métacarpe	243	67	42	69,5	38,7	38
Degerbol	St Taastrup II-V	32	Aurochs F	Métacarpe	249	75,5	46,5	77,5	41,2	41
Degerbol	St Taastrup II-V	33	Aurochs F	Métacarpe	245	70	42	70	38,5	38,5
Degerbol	Pindstrup VIII	34	Aurochs F	Métacarpe	235	66,4	41	66	38	37
Degerbol	Bønnerup VIII	35	Aurochs F	Métacarpe	245	70	44	67	39	40
Degerbol	Bønnerup VIII	36	Aurochs F	Métacarpe	230	63	39	67	37	40
Degerbol	Alminddalen	37	Aurochs F	Métacarpe	240	71	43	68	38	39
Degerbol	Vittrup	39	Aurochs F	Métacarpe	253	75,5	46	70	40	43
Degerbol	Auning/Pindstrup	40	Aurochs F	Métacarpe	232	70	44	67	39	39

Degerbol	Maglemosegaard VIII	49	B.dom M	Métacarpe	199	64	40	65	34,5	39
Degerbol	Vedbaek III VIII	50	B.dom M	Métacarpe	204	63	38	68	34,7	36
Degerbol	Borremose VIII	51	B.dom M	Métacarpe	217	72	44	73	37,5	37
Degerbol	Holmene VIII	52	B.dom F	Métacarpe	205	61	36	59	32	33
Degerbol	Holmene VIII G	53	B.dom M	Métacarpe	210	67	41,3	70	36	37,5
Degerbol	Holmene VIII D	54	B.dom M	Métacarpe	216	68	41	70	35,7	38,7
Degerbol	Viksø VIII	55	B.dom F	Métacarpe	187	48	30	48	27,5	22,5
Degerbol	Hallebygaard VIII	56	B.dom	Métacarpe	177	52,5	31	48,5	27	26,5
Degerbol	Bundsø VIII	57	B.dom M	Métacarpe	215	67	39	63,7	34,5	36,6
Degerbol	Bundsø VIII	58	B.dom F	Métacarpe	204	62	37	63,5	34,2	35
Degerbol	Bundsø VIII	59	B.dom M	Métacarpe	196	60,5	40	63,5	34,7	35
Degerbol	Bundsø VIII	60	B.dom F	Métacarpe	202	60	34,5	57,8	29,6	30
Degerbol	Bundsø VIII	61	B.dom F	Métacarpe	196	53,3	34	58,8	31	27,5
Degerbol	Troldebjerg VIII	62	B.dom M	Métacarpe	210	66,5	40	67,5	35,7	40
Degerbol	Troldebjerg VIII	63	B.dom M	Métacarpe	212	68	42	70	37	38
Degerbol	Aamosen VIII	64	B.dom M	Métacarpe	210	69	41	69	35,7	36
Degerbol	Kaerup, Bjerget VIII	66	B.dom M	Métacarpe	210	71	45	71	38	39,5
Degerbol	Red Danish breed (Recent)	71	B.dom	Métacarpe	228	65	43	66	38,5	40
Degerbol	K 565 (recent)	72	B.dom	Métacarpe	223	73	47	67	39	39
Degerbol	A 740	73	B.dom M	Métacarpe	205	75	47	72	42	42
Degerbol	A 588	74	B.dom F	Métacarpe	214	66	43	64	37	36

Métatarse

Site	Lieu-dit	Individu	Espèce	Os	GL	Bp	Dp	SD	Bd
Degerbol	Terp III	1	Aurochs M	Métatarse	287	71	66	43	79
Degerbol	Soro IV	3	Aurochs M	Métatarse	304	69	66	42	78
Degerbol	Degerbol	4	Aurochs M	Métatarse	288	67	67	41	79
Degerbol	Lundby V	5	Aurochs M	Métatarse	280	71	65	41	73
Degerbol	St Damme IV/V	7	Aurochs M	Métatarse	295	73	71	42	81
Degerbol	Ugot VIII	8	Aurochs M	Métatarse	295	68	67	39	79
Degerbol	Klarup VIII	9	Aurochs M	Métatarse	283	68	66	41	74
Degerbol	Auning VIII	10	Aurochs M	Métatarse	285	73	67	43	75

Degerbol	Gesten VIII	11	Aurochs M	Métatarse	270	65	63	38	73
Degerbol	Grejs Molle VIII	12	Aurochs M	Métatarse	315	72	68	42	79
Degerbol	Tinglev	13	Aurochs M	Métatarse	283	65	60	39	74
Degerbol	Sonnnerupgaard	14	Aurochs M	Métatarse	293	72	67	43	78
Degerbol	Holbaek Museum	15	Aurochs M	Métatarse	308	68	62	42	77
Degerbol	Naesbyhoved	16	Aurochs M	Métatarse	290	68	65	46	80,5
Degerbol	Stilling So	17	Aurochs M	Métatarse	278	64	61,5	38,5	75
Degerbol	Mors	18	Aurochs M	Métatarse	293	69	68	41	75
Degerbol	Ullerslev V	25	Aurochs F	Métatarse	280	62	57	35,5	68
Degerbol	Pindstrup VIII	26	Aurochs F	Métatarse	275	56	56,5	31,8	64
Degerbol	Bonnerup B VIII	27	Aurochs F	Métatarse	283	56	56,5	34	62,5
Degerbol	Bonnerup A VIII	28	Aurochs F	Métatarse	268	50	50,5	34	62
Degerbol	Orum Aa VIII	29	Aurochs F	Métatarse	275	56	56	33	63
Degerbol	Toring	30	Aurochs F	Métatarse	281	54	55	33	66
Degerbol	Vindrup Struer	31	Aurochs F	Métatarse	270	58	57	31	68
Degerbol	Maglemse VIII	43	B.dom M	Métatarse	235	52	48	34	60
Degerbol	Vedbaek VIII	44	B.dom M	Métatarse	236	49	49	29	58
Degerbol	Boerremose VIII	45	B.dom M	Métatarse	247	59	54	28	65
Degerbol	Holmene VIII	46	B.dom F	Métatarse	236	49	47	27	55
Degerbol	Vikse VIII	48	B.dom F	Métatarse	212	39,5	38,5	2,3	44,5
Degerbol	Kolind VIII	49	B.dom	Métatarse	230	49	46	27	56
Degerbol	Bundse VIII	51	B.dom F	Métatarse	237	47	45	26	53
Degerbol	Bundse VIII	52	B.dom F	Métatarse	224	43	41	23	52
Degerbol	Aamosen Holbaek	57	B.dom M	Métatarse	239	52	50	28	61
Degerbol	Bjerget	58	B.dom M	Métatarse	244	59	56	34	68

Données métriques du matériel de référence de Mairy (ARBOGAST, 1994)

Métacarpe

Site	Lieu-dit	Individu	Espèce	Os	GL	Bp	Dp	Bd	Dd	SD
Mairy	1001		B.dom	Métacarpe	201	58	37	54	27	31
Mairy			B.dom	Métacarpe	207	57	33	52	27	29
Mairy			B.dom	Métacarpe	209	56	36	52	29	30
Mairy			B.dom	Métacarpe	209	55	36	54	27	32
Mairy			B.dom	Métacarpe	203	58,5	36	54	27,5	31
Mairy			B.dom	Métacarpe	197	53	33,5	51	26	31
Mairy	S		B.dom	Métacarpe	206	57	35	54	28	31
Mairy			B.dom	Métacarpe	198	53	33	49	27	27
Mairy	385		B.dom	Métacarpe	206	54	33,5	51	27	28
Mairy			B.dom	Métacarpe	199	58	37	50	27	30
Mairy			B.dom	Métacarpe	206	64	37,5	57	28	32
Mairy			B.dom	Métacarpe	203	55	33,5	51	26	29
Mairy	483		B.dom	Métacarpe	205	60	36	56	27	32
Mairy			B.dom	Métacarpe	195	53	33	50	25	29
Mairy	323		B.dom	Métacarpe	205	57	33	52	27	29,5
Mairy	272		B.dom	Métacarpe	205	64,5	39	59	35	36
Mairy			B.dom	Métacarpe	207	52	35	49	27	30
Mairy	V		B.dom	Métacarpe	215	58	38	55	29,5	32
Mairy	Y		B.dom	Métacarpe	198,5	55	29,5	51,5	29	29,5
Mairy	N		B.dom	Métacarpe	207	65	42	63	33	39,5
Mairy	L		B.dom	Métacarpe	204	57	34	52,5	28	29,5
Mairy	271		B.dom	Métacarpe	213	61	37	54	28	33
Mairy			B.dom	Métacarpe	210	59	35	54	28	32
Mairy			B.dom	Métacarpe	199	54	33	50	27	27
Mairy			B.dom	Métacarpe	218	71	40	65	31	40
Mairy	485		B.dom	Métacarpe	220	61	37	54	29	31
Mairy			B.dom	Métacarpe	193	51	33	51	25	27
Mairy			B.dom	Métacarpe	193	56	34	52	26	32

Mairy	427		B.dom	Métacarpe	197	55	33	53	26	31
Mairy			B.dom	Métacarpe	190	52	31	50	27	28
Mairy	425		B.dom	Métacarpe	202	57	37	51	27	29
Mairy	280		B.dom	Métacarpe	212	64	37	63	36	33
Mairy			B.dom	Métacarpe	215	59	38	53	29	32
Mairy	8		B.dom	Métacarpe	195	54	32	49,5	28	28,5
Mairy	1407		B.dom	Métacarpe	213	69,5	41,5	66,5	33	38

Métatarse

Site	Lieu-dit	Individu	Espèce	Os	GL	Bp	Dp	SD	Bd	Dd
Mairy	1001		B.dom	Métatarse	229	46	47	28	50	26
Mairy			B.dom	Métatarse	241	46	45	25	48	27
Mairy			B.dom	Métatarse	232	46	44	25,5	48	28
Mairy			B.dom	Métatarse	225	49	46	27	50	30
Mairy	S		B.dom	Métatarse	230	45	45	27	53	29
Mairy			B.dom	Métatarse	236	48	47	26	48	28
Mairy			B.dom	Métatarse	234	47	46	244	50	27
Mairy			B.dom	Métatarse	218	45	43	25	50	27
Mairy	385		B.dom	Métatarse	233	47	46	25	50	28
Mairy			B.dom	Métatarse	228	45	44	25	48	24
Mairy			B.dom	Métatarse	223	45	43	25	49	28
Mairy			B.dom	Métatarse	230	46	45	24	49	28
Mairy	691		B.dom	Métatarse	231	47	44	25,5	50	25
Mairy			B.dom	Métatarse	239	45	47	22,5	48	29
Mairy	272		B.dom	Métatarse	237	44	43,5	26	49	30
Mairy			B.dom	Métatarse	242	49	48	26	52	29
Mairy	V		B.dom	Métatarse	222	45	44	23,5	47,5	26,5
Mairy			B.dom	Métatarse	236	48	48	28	51	29,5
Mairy			B.dom	Métatarse	237	46	45	27	50	27
Mairy			B.dom	Métatarse	238	49	48	28,5	52	31

Mairy	R		B.dom	Métatarse	225	48	44	24	49	28
Mairy			B.dom	Métatarse	232	45	45	25	47	27
Mairy			B.dom	Métatarse	224	45	47	25	47	28
Mairy			B.dom	Métatarse	224	44	43,5	27	51	26
Mairy			B.dom	Métatarse	227	46	44	23	50	32
Mairy	Y		B.dom	Métatarse	230	45,5	43	25,5	46	29
Mairy	N		B.dom	Métatarse	231	47	43,5	28,5	49	28
Mairy			B.dom	Métatarse	236	50	48	26	56	33
Mairy			B.dom	Métatarse	213	45	43	25	47	28
Mairy	M		B.dom	Métatarse	244	50	47	27,5	51,5	27,5
Mairy		271	B.dom	Métatarse	229	46	42	23,5	48	29
Mairy		427	B.dom	Métatarse	238	48	47	26	51	28

Annexe 2 : Codes de nomenclatures

Mesures standards

Codes	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
GL	GL	GL	GL / GI	Lt. / L	Lt /L	GL/ L	Long. Max.	Longueur totale
GB	GB	GB	GB	_	_	I	Lat. max.	Largeur totale/diamètre transverse
Bp	Bp	Bp	Bp	PDt.	PDt.	DT	Lat. extrem. Prox.	Diamètre transverse du proximum
Dp	Dp	Dp/Tp	Dp / DAP	PDp.	PDp.	DAP	_	Diamètre antéro-postérieur du proximum
SD	SD	SD/ KD / B / KBS	SD	DiaDt.	DiaDt.	_	Lat. corporis	Diamètre transverse de la diaphise
CD	CD	UD	CD	_	_	_	_	plus petite circonférence de la diaphise
Bd	Bd	Bd	Bd	DDt.	DDt.	DT	Lat. extrem. dist. / Lat. trochleae	Diamètre transverse de l'articulation distale
Dd	Dd	Dd/Td	Dd / DAP	DDp.	DDp.	DAP	Cras.extrem. Dist.	Diamètre antéro-postérieur de l'articulation distale
Ep	_	_	_	Ep.	_	_	_	Epaisseur

Mesures supplémentaires, particulières à chaque os

Métapodes	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
DD	DD	TD	DDia	_	_	_	_	plus petit diamètre antéro-postérieur de la diaphise
Bd	Bd	Bd	Bd	PoDt	PoDt	DT	Lat. extrem. Dist.	Diamètre transverse distal au niveau des poulies
Dd	Dd	Dd/Td	Dd / DAP	PoDp	PoDp	DAP	_	Diamètre antéro-postérieur distal niveau des poulies
BT	BT	BT	BT	_	_	_	_	Diamètre transverse d'une poulie distale
HT	HT	HT	HT	_	_	_	_	Diamètre antéro-postérieur d'une poulie distale

Scapula	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
BG	BG	BG	BG	Dt/ADt.	ArtDt	H glénoïde	Lat. cavitatis glenoid.	Diamètre transverse de l'articulation
GLP	GLP	GLP	GLP	Dp/ADp.	ArtDp	_	Long. Cavitatis glenoid.	Diamètre antéro-postérieur de l'articulation
LG	LG	LG	LG	_	_	I glénoïde	Long. anguli Ventralis	Diamètre antéro-postérieur de la surface articulaire
CDt	_	_	CDt	CDt.	ColDt	_	_	Diamètre transverse du col
SLC	SLC	SLC/KLC / KLH	SLC	CDp.	ColDp	_	Long. Colli min.	Diamètre antéro-postérieur du col
HS	HS	HS	HS	Lt	Lt	_	_	Longueur totale / Höhe Länge der Spina

Ld	Ld	Ld	Ld	_	_	_	_	largeur proximale
-----------	----	----	----	---	---	---	---	-------------------

Humérus	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	
BT	BT	BT	BT	ArtDt	ArtDt	_	Lat. trochleae	Largeur de la trochlée

Radius	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	
BFp	BFp	BFp	BFp	_	_	_	_	Largeur de la surface articulaire proximale
BFd	BFd	BFd	BFd	_	_	_	_	Largeur de la surface articulaire distale

Ulna	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	
SDO	SDO	KTO	SDO	_	_	_	_	Diamètre antéro-postérieure de l'olécrâne
LO	LO	LO	LO	_	_	_	_	Longueur de l'olécrâne
BPC	BPC	BPC	BPC	_	_	_	_	Diamètre du processus coronoïde
DPA	DPA	Tpa / TPA	DPA	_	_	_	_	Diamètre (épaisseur) du processus anconé

Fémur	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	
Dc	Dc	TC	Dc	_	_	_	_	Diamètre antéro-postérieur de la tête fémorale

Tibia	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	
Dd	Dd	Dd/Td	Dd/DAP	DDp.	DDp.	DAP	Cras. Extrem. Dist.	Diamètre antéro-postérieur de l'extrémité distale

Talus	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
GLI	GLI /L	GLI /L	GLI /L	Ll./Lt	Lt	_	Long. Max.	Hauteur latérale
GLm	GLm	GLm	_	_	_	_	_	Hauteur médiale
DI	DI	TI	_	H / HI / Ep	H	H	_	épaisseur (mesurée mi face latérale)
Dm	Dm	Tm	Dm	_	_	_	_	épaisseur mesurée face médiale

Phalange I, II	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
Glpe	GLpe / GL	Glpe	Glpe	Lt	Lt	_	Long. Max.	Longueur totale

Phalange III	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
DLS	DLS	DLS	DLS	_	_	_	Long. Solaris	longueur diagonale face solaire
MBS	MBS	MBS	MBS	_	_	_	Lat. solaris	largeur du milieu de la face solaire
Ld	Ld	Ld	_	_	_	_	_	longueur de la surface solaire (antéro-postérieure)

Coxal	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	
LA	LA	LA	LA / L. acetabulum	_	_	_	_	Longueur totale de l'acetabulum
LAR	LAR	LAR	LAR	_	_	_	_	Longueur de la surface articulaire de l'acetabulum
SB	SB	KB	SB	_	_	_	_	Petite largeur de la branche iliaque
SH	SH	KH	SH	_	_	_	_	Petite hauteur de la branche iliaque
DA	_	_	DA	_	_	_	_	Diamètre de l'acetabulum
Lfo	Lfo	Lfo	Lfo	_	_	_	_	Longueur interne du foramen obturé
SC	SC	KU	YSC	_	_	_	_	Petite circonférence de la branche iliaque

Sacrum	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	
PL	PL	PL	PL	_	_	_	_	Longueur du corps (L vertèbres sacrées)
BFcr	BFcr	BFcr	BFcr	_	_	_	_	Largeur de la face articulaire craniale
HFcr	HFcr	HFcr	HFcr	_	_	_	_	Hauteur de la face articulaire craniale

Atlas	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
BFcd	BFcd	BFcd	BFcd	_	_	_	Lat. facies articularis caudalis	Largeur de la face articulaire caudale
BFcr	BFcr	BFcr	BFcr	_	_	_	Lat. facies articularis cranialis	Largeur de la face articulaire craniale
GLF	GLF	GLF	GLF	_	_	_	_	Longueur de la face articulaire craniale à la caudale
H	H	H	H	_	_	_	_	Hauteur
GL	GL / GI	Lt. / L	Lt /L	GL/ L	_	_	Long. Alae atlantis	Longueur totale
GB	GB	_	_	I	_	_	Lat. alae atlantis	Largeur totale (diamètre transverse)

Axis	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	
LCDe	LCDe	LCDe	LCDe	_	_	_	_	Longueur du corps vertébral
LAPa	LAPa	LAPa	LAPa	_	_	_	_	Longueur processus épineux - articulaires caudaux
BFcr	BFcr	BFcr	BFcr	_	_	_	_	Largeur de la face articulaire craniale
BFcd	BFcd	BFcd	BFcd	_	_	_	_	Largeur de la face articulaire caudale
BPacd	BPacd	BPacd	BPacd	_	_	_	_	Largeur des processus articulaires caudaux
BPtr	BPtr	BPtr	BPtr	_	_	_	_	Largeur des processus transverses
SBV	SBV	KBW	SBV	_	_	_	_	Petite largeur de la vertèbre

H	H	H	H	_	_	_	_	Hauteur
---	---	---	---	---	---	---	---	---------

Crâne	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
Bos/Caprinae	Bos/Caprinae							
26/27/34	26/27 / 34	GBCo	_	_	_	_	_	Grösste Breite über die Condyli occipitales
GBBPj	_	GBBPj	_	_	_	_	_	Grösste Breite über Base Processus jugulares
28/29	28/29	GBFm	_	_	_	_	_	Grösste Breite des Foramen magnum
29/30	29/30	HFm	_	_	_	_	_	Höhe des Foramen magnum
HFcr	(35/36)?	HFcr	_	_	_	_	_	(Grösste) Höhe der Facies terminalis cranialis
GBSo	(40/)?	GBSo	_	_	_	_	_	Grösste Breite der Squama occipitalis
KBSO	(41/)?	KBSO	_	_	_	_	_	Kleinste Breite der Squama occipitalis
31	31	SE	_	_	_	_	_	Strinenge : petite largeur entre lignes temporales
20/21	20/21	20 / LZR	_	LDJ.	LDJ.	_	_	Longueur des dents jugales
22/23	22/23	22 / LPR	_	LP.	LP.	_	_	Longueur des prémolaires
21/22	21/22	21 / LMR	_	LM.	LM.	_	_	Longueur des molaires

Cheville osseuse	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description	
Bos/Caprinae									
DT	46/42	KDB / KD	46/42	Dt. Base	Dt. Base	_	Diam.basis.min.	Diamètre transverse à la base	Kleinster/Oroaboraler Durchmesser an der Basis
DAP	45/41	GDB / GD	45/41	Dp. Base	Dp. Base	_	Diam.basis.max.	Diamètre antéro-postérieur	Grösster/Dorsobasaler Durchmesser an der Basis
Circ.	44/32	UB	44/32	C. Base	C. Base / Circbase	_	Circuitus basis	Circonférence à la base	Umfang an der Basis
OC	47/43	Läk/ LGK / GL	47/43	L. ext	L. ext	_	Long. Curvature majoris	Longueur de la courbure externe	

Dents M1/M3	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
Dt	B	BM (dent)	BM (dent)	Dt.	Dt.	_	_	Diamètre transverse
L	L	LM (dent)	L	L./ Lt	L./ Lt	_	_	Longueur

H	H	H	H	Hf. / H	Hf. / H	_	_	Hauteur fût
Mandibule	VdD	VdD All/Anglais	V d D +	FR 1	FR 2	FR 3	VdD Latin	Description
1	1	1	_	Lt.	Lt.	_	_	Longueur totale
7	7	20 / LZR	_	LDJ.	LDJ.	_	_	Longueur des dents jugales
9	9	22 / LPR	_	LP.	LP.	_	_	Longueur des prémolaires
8	8	21 / LMR	_	LM.	LM.	_	_	Longueur des molaires
11	11	_	_	LDia.	LDia.	_	_	Longueur du diastème
15b/15c	15 b / 15 c	Hv(dent)	_	H(dent)	H(dent)	_	_	Hauteur devant (dent)
Ep	_	_	_	Ep (dent)	Ep (dent)	_	_	Epaisseur devant (dent)
AC-IPa	_	AC-IPa	_	_	_	_	_	Hinterrand des Caninus - entre les Processus
AC-M3	_	AC-M3	_	_	_	_	_	Hinterrand des Caninus - derrière M3
AC-Pa	_	AC-Pa	_	_	_	_	_	Hinterrand des Caninus - Processus angularis
AC-Pc	_	AC-Pc	_	_	_	_	_	Hinterrand des Caninus - Processus condyloideus
Id-Gc	_	Id-Gc	_	_	_	_	_	Infradentale - Gonion caudale
Id-Pc	_	Id-Pc	_	_	_	_	_	Infradentale - processus condyloideus
Id-Pa	_	Id-Pa	_	_	_	_	_	Infradentale - processus angularis
Id-IPa	_	Id-IPa	_	_	_	_	_	Infradentale - Processus condyloideus - angularis
Id-M3	_	Id-M3	_	_	_	_	_	Infradentale - derrière M3
P2-M3 / P2-P4 / P1-M3	_	P2-M3 / P2-P4 / P1-M3	_	_	_	_	_	Länge der Backenzahnreihe, P2-M3 / P2-P4 / P1-M3
I3-P2 / I3-P1	_	I3-P2 / I3-P1	_	_	_	_	_	Hinterrand der Alveole des I3 - devant P2 /P1
15a	15 a	Hh(dent)	_	_	_	_	_	Höhe der mandibula hinter (dent)
HM	_	HM	_	_	_	_	_	Höhe der mandibula : Base Processus angularis
LAM1	_	LAM1	_	_	_	_	_	Länge der Alveole des M1 (Reisszahn)
GDM	_	GDM	_	_	_	_	_	Grösste Dicke des Carpus mandibulae
LSy	_	LSy	_	_	_	_	_	Länge der Symphyse : Infradentale - Kehlrund
BAC	_	BAC	_	_	_	_	_	Breite über die Alveolen der Canini
GDAC	_	GDAC	_	_	_	_	_	Grösster Durchmesser der Alveole des Caninus
(dent)-Gc	_	(dent)-Gc	_	_	_	_	_	Hinterrand der Alveole des (dent) - Gonion caudale
Fm-Gc	_	Fm-Gc	_	_	_	_	_	Foramen mentale - Gonion caudale
12	12	Gv-Pa	_	_	_	_	_	Gonion ventrale - Processus condyloideus
13	13	Gv-Im	_	_	_	_	_	Gonion ventrale - tiefste Stelle der Incisura
14	14	Gv-Cr	_	_	_	_	_	Gonion ventrale - Coronium (Orale Asthöhe)

Annexe 3 : Lexique des termes usuels employés dans les différentes langues

Termes employés pour désigner les différents taxons

Français	Allemand	Tchèque	Polonais
Taureau	Stier	Býk	Byk
Vache	Kuh	Kráva	Krowa
Veau	Kalb	Tele	Cielę
Bovin, Bœuf domestique	Rind / Hausrind	Tur domácí	Bydło
Primitif = Aurochs	Ur	Pratur	Tur
Mouton	Schaf	Ovce domácí	Owce
Chèvre	Ziege	Koza domácí	Koza / Kozy domowe
Porc	(Haus)schwein	Prase domácí	Trzody Chlewnej
Sanglier	Wildschwein	Prase divoké	Dziki
Indéterminé	unbestimmt	neurčeno	Nieokreślony
Buffle d'eau	Bubalus arnee	—	—
Bison	Wisent	—	—

Termes présents dans la littérature pour désigner d'autres taxons

Français	Allemand	Tchèque
Chien	Hund	Pes domácí
Cerf Elaphe	Rothirsch	Jelen lesní
Cheval	Pferd	Kun
Ours brun	Bär	—
Chevreuril/biche	Reh	capreolu : srnec obecný
Tortue	Schildkröte	—
Tortue de marais	Sumpfschildkröte	—
Cheval sauvage	Wildpferd	—
Renard	Rotfuchs	Liska obecná
Ours brun	braunbär	—
anguille	Fischotter	—
lynx	Luchs	—
chat sauvage	Wildkatze	—
castor	Biber	Bobr evropský
lièvre des champs	Feldhase	Zajíc polní
oie sauvage	wildgans	—
grue	kranich	—
pigeon	ringeltaube	—
blaireau	Dachs	—

Termes utilisés pour désigner les parties squelettiques

Français	Allemand	Abréviations Allemandes
chevilles osseuses	Hornzapfen(paar)	Hz
crâne	Schädel	–
temporal, occipital, zygomatique/ maxillaire, nasal, frontal / pariétaux, temporal	Hirnschädel / Gesichtsschädel / Oberschädel	HS / GS / OS
Maxillaire	Oberkiefer	Ok
dent supérieure	Oberkieferzahn	Okz
mandibules	Unterkiefer	Uk
dents inférieures	Unterkieferzähne	Ukz
dents	Zähne	–
vert. Cervicale	Halswirbel	HW
vert. Thoracique	Brustwirbel	BW
vert. Lombaire	Lendenwirbel	LW
vert. Sacrale	Kreuzbein	KB
vert. Caudale	Schwanzwirbel	DW
côtes	Rippen	Ri
scapula	Schulterblatt / Scapula	Sc
Humérus	Oberarmknochen / Humerus	Hu
radius-ulna (avant-bras)	Oberarmbein	–
radius	Speiche / Radius	Ra
ulna	Elle / Ulna	Ul
carpe	Handwurzel / Carpale	Carp
tarse	FuSwurzel / Tarsale	Tars
Métacarpe	Mittelhand / Metacarpus	Mc
Métatarse	Mittelfuss / Metatarsus	Mt
Métapode	Metapodium	Mp
coxal	Becken	Be
Fémur	Oberschenkelbein / Oberschenkelknochen/ Femur	Fe
Tibia	Schienbein / Tibia	Tib
Talus	Talus	Tal
Calcaneum	Calcaneus	Cal
Talus + Calcaneum	TalusmaSe	–
Naviculo-cuboïde / Naviculaire	Centroquartale/Centrotarsale / Radiale	Cq
Atlas	Atlas	Atl
AXIS	Epitropheus	Epi
Fibula	Fibula / Wadenbein	Fi
Patella	Patella / Kniescheibe	Pat
Phalange antérieure / postérieure	Finger / Zehe	Ph
Sacrum	Sacrum	Sac
Sesamoides	Sesambein	Sb
Incisive / incisive déciduale	Schneidezähne / Milch-Schneidezähne	I / id
Canine / canine déciduale	Eckzahn / Milch-Eckzahn	C / cd
Molaire / molaire déciduale	Backenzähne / Milch-Backenzähne	M / pd
Prémolaire	Lückenzähne	P

Termes usuels récurrents

Français	Allemand	Abréviations Allemandes
largeur	Breite	B
longueur	Länge	L
poids	Gewicht	G
Fragment	Fragment	Fr
inférieur	inferior	infer
juvénile	juvenil	juv
adulte	adult	ad
distal	distal	dist
proximal	proximal	prox
F	weiblich	w.
M	männlich	m.
Bœuf	kastriert	k.
antérieur	vorhergehend / vorne	v.
postérieur	Hintere / hinten	h.
latéral	aussen	
médial	innen	
frais	frisch	
difforme	verwachs.	
machouillé	abkautung	
US	Fläche	
surface articulaire	Gelenkfläche	

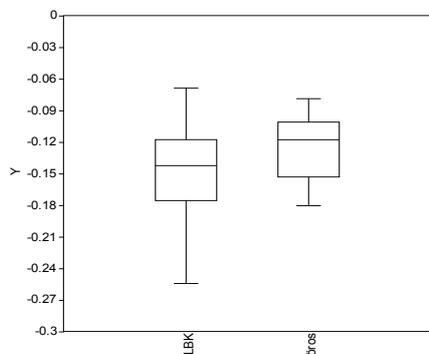
Annexe 4 : Bovinae : Regroupements, LSI, diagrammes de Simpson

Hongrie

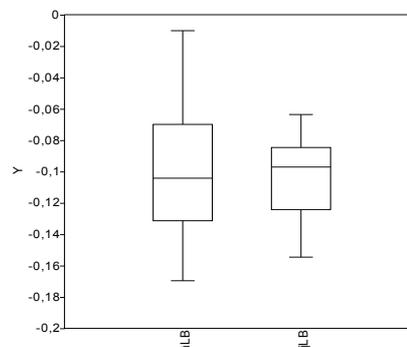
Autriche

Tests univariés	Körös	LBK
N	11	39
Min	1.685742	1.724276
Max	1.94939	1.989005
Sum	19.74615	71.17768
Mean	1.795104	1.825069
Std. error	0.02082576	0.009445649
Variance	0.004770836	0.003479591
Stand. dev	0.06907124	0.05898806
Median	1.792392	1.819544
25 prntil	1.752048	1.78533
75 prntil	1.826075	1.857332

Tests univariés	äLB	jLB
N	45	19
Min	1.672098	1.716003
Max	1.973128	1.950851
Sum	82.63509	34.53319
Mean	1.836335	1.817536
Std. error	0.01325743	0.01291439
Variance	0.00790918	0.003168848
Stand. dev	0.08893357	0.05629253
Median	1.826075	1.80618
25 prntil	1.779953	1.78533
75 prntil	1.946936	1.848189



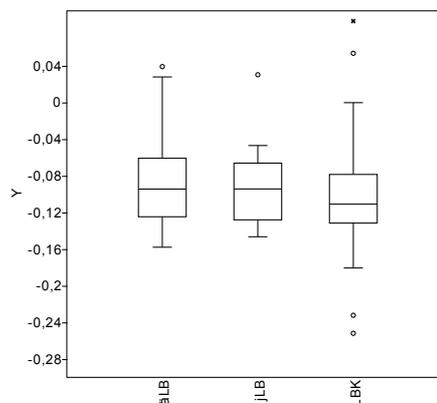
Kruskal-Wallis	Körös
LBK	0,2059
p-value =	0,2016



Kruskal-Wallis	äLB
jLB	0,672
p-value=	0,6688

Allemagne

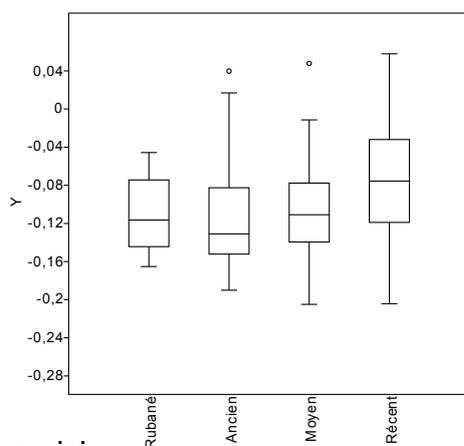
Tests univariés	äLB	jLB	LBK
N	67	24	130
Min	-0,1579387	-0,1465093	-0,2519021
Max	0,03918586	0,03024251	0,08883723
Sum	-6,160233	-2,212827	-13,58596
Mean	0,09194378	0,09220111	-0,1045074
Std. error	0,00506037	0,00838516	0,00412077
Variance	0,00171569	0,00168746	0,0022075
Stand. dev	0,04142089	0,04107873	0,04698402
Median	0,09450155	0,09439867	-0,1108664
25 prntil	-0,1246595	-0,1280755	-0,1316083
75 prntil	0,06084875	0,06614381	0,07848354



Kruskal-Wallis	äLB	jLB
äLB	0	
jLB	1	0
LBK	0,2014	0,5215
p-value =	0.1174	

Est France

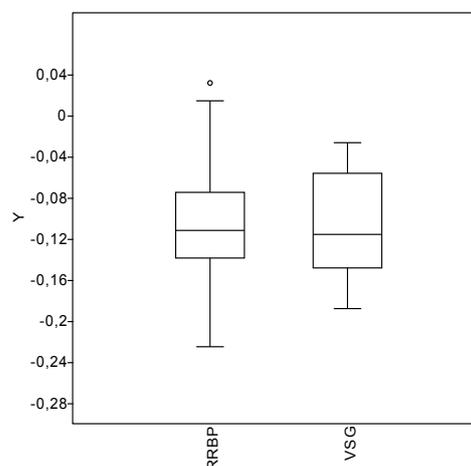
Tests normalité	Ancien	Moyen	Récent	Rubané indéterminé
N	49	33	63	24
Min	-0,191	-0,206	-0,265	-0,166
Max	0,039	0,047	0,057	-0,046
Sum	-5,756	-3,597	-5,068	-2,730
Mean	-0,117	-0,109	-0,080	-0,114
Std. error	0,007	0,008	0,007	0,007
Variance	0,003	0,002	0,003	0,001
Stand. dev	0,051	0,048	0,059	0,036
Median	-0,132	-0,111	-0,079	-0,120
25 prcetil	-0,153	-0,140	-0,125	-0,145
75 prcetil	-0,083	-0,078	-0,033	-0,075



Kruskal-Wallis	Ancien	Moyen	Récent
Rubané	0		
Ancien	1	0	
Moyen	1	1	0
Récent	0,019	0,0005385	0,02865
p(same) =	0,0003932		

Bassin parisien

Tests univariés	RRBP	VSG
N	394	42
Min	-0,22503	-0,187902
Max	0,03169784	-0,02637291
Sum	-42,35974	-4,465207
Mean	-0,107512	-0,1063145
Std. error	0,00221526	0,00713971
Variance	0,00193351	0,00214097
Stand. dev	0,04397165	0,0462706
Median	-0,1118107	-0,1156934
25 prcetil	-0,1386702	-0,148291
75 prcetil	-0,07476558	-0,05621424



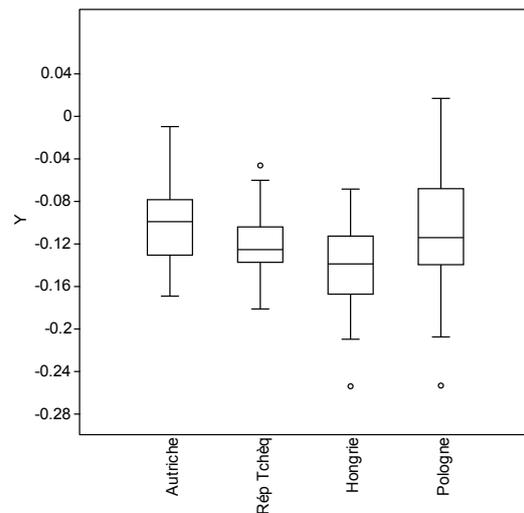
Kruskal-Wallis	RRBP
VSG	0,8985
p-value =	0,898

Comparaisons des pays entre eux

Comparaison pays d'Europe centrale et Autriche

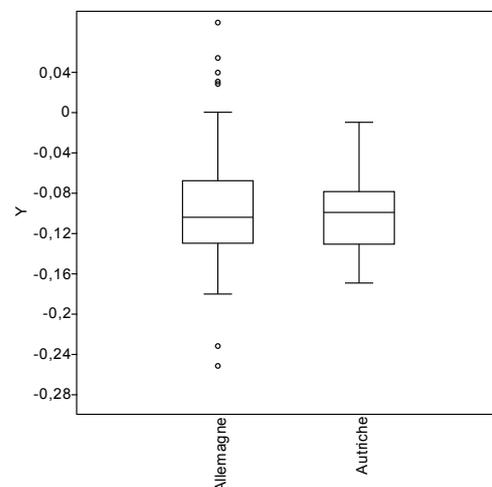
Tests univariés	Autriche	Rép Tchèque	Hongrie	Pologne
N	91	36	50	89
Min	-0.1696771	-0.1817417	-0.2544403	-0.2538039
Max	-0.01018615	-0.04672877	-0.06893874	0.01632298
Sum	-9.083687	-4.360894	-7.012179	-9.58019
Mean	-0.09982074	-0.1211359	-0.1402436	-0.1076426
Std. error	0.003916154	0.00514527	0.005551746	0.005501758
Variance	0.0013956	0.0009530569	0.001541094	0.002693971
Stand. dev	0.03735772	0.03087162	0.03925678	0.05190348
Median	-0.09958107	-0.12591	-0.1393627	-0.11461
25 prcnil	-0.1310866	-0.13782	-0.1677676	-0.14003
75 prcnil	-0.07890196	-0.1045817	-0.1132131	-0.06854336

Kruskal-wallis	Autriche	Rép Tchèque	Hongrie
Autriche	0		
Rép Tchèque	0.02379	0	
Hongrie	1.104E-06	0.02891	0
Pologne	1	0.9329	0.001472
p-value=	2,921 E-6		



Comparaison Allemagne-Autriche

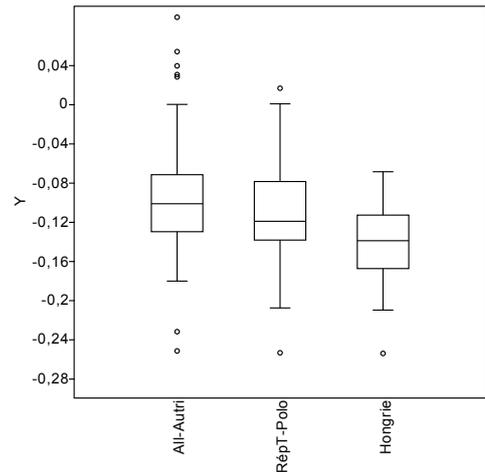
Tests univariés	Allemagne	Autriche
N	221	91
Min	-0,2519021	-0,1696771
Max	0,08883723	-0,01018615
Sum	-21,95902	-9,083687
Mean	-0,09936209	-0,09982074
Std. error	0,00302592	0,00391615
Variance	0,00202352	0,0013956
Stand. dev	0,04498352	0,03735772
Median	-0,1044561	-0,09958107
25 prcnil	-0,1301251	-0,1310866
75 prcnil	-0,06814799	-0,07890196



Kruskal-wallis	Allemagne
Autriche	0,9543
p-value =	0,9538

Comparaison pays d'Europe centrale et Allemagne-Autriche

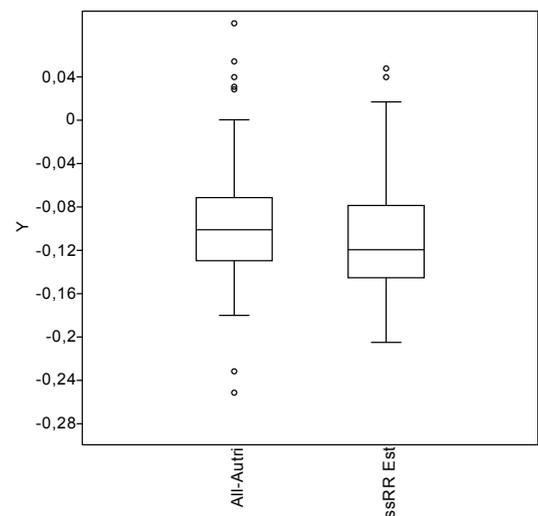
Tests univariés	All-Autriche	RépT-Pologne	Hongrie
N	312	125	50
Min	-0,2519021	-0,2538039	-0,2544403
Max	0,08883723	0,01632298	-0,06893874
Sum	-31,04271	-13,94108	-7,012179
Mean	-0,09949586	-0,1115287	-0,1402436
Std. error	0,00242539	0,00421283	0,00555175
Variance	0,00183534	0,00221849	0,00154109
Stand. dev	0,04284089	0,04710089	0,03925678
Median	-0,1015968	-0,1195173	-0,1393627
25 prcetil	-0,1301251	-0,1386702	-0,1677676
75 prcetil	-0,07195584	-0,07890196	-0,1132131



Kruskal-Wallis	All-Autriche	RépT-Pologne
All-Autriche	0	
RépT-Pologne	0,04042	0
Hongrie	1,13E-08	0,001009
p-value =	1,56E-08	

Comparaison Allemagne-Autriche et Est France (sans rubané récent)

Tests univariés	Allemagne-Autriche	Sans Rubané Récent Est France
N	312	106
Min	-0,2519021	-0,2055315
Max	0,08883723	0,04722608
Sum	-31,04271	-12,07161
Mean	-0,09949586	-0,1138831
Std. error	0,00242539	0,00452606
Variance	0,00183534	0,00217143
Stand. dev	0,04284089	0,04659862
Median	-0,1015968	-0,1200112
25 prcetil	-0,1301251	-0,1458487
75 prcetil	-0,07195584	-0,07922461

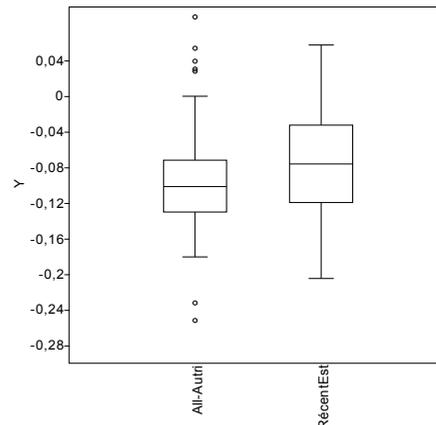


Kruskal-Wallis	Allemagne-Autriche
Sans Rubané Récent Est France	0,0007613
p-value =	0,0007604

Comparaison Allemagne-Autriche et Est France (rubané récent)

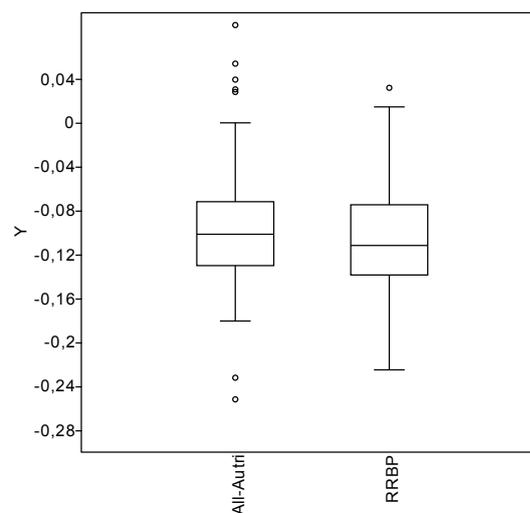
Kruskal-Wallis	Allemagne-Autriche
Rubané Récent	
Est France	0,002176
p-value =	0,002172

Tests univariés	Allemagne-Autriche	Rubané Récent Est France
N	312	62
Min	-0,2519021	-0,2047588
Max	0,08883723	0,05735983
Sum	-31,04271	-4,803225
Mean	0,09949586	-0,07747138
Std. error	0,00242539	0,00692352
Variance	0,00183534	0,00297198
Stand. dev	0,04284089	0,05451587
Median	-0,1015968	-0,0762094
25 prcentil	-0,1301251	-0,1195299
75 prcentil	0,07195584	-0,03259137



Comparaison Allemagne-Autriche et Bassin parisien

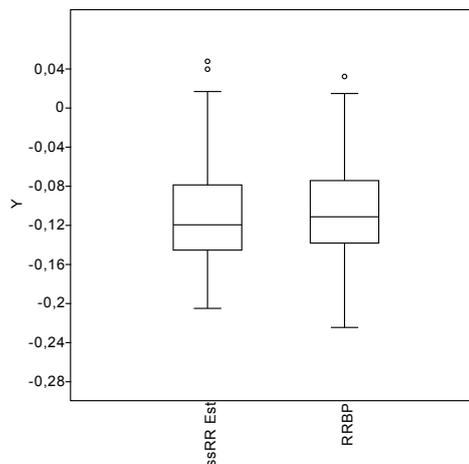
Tests univariés	Allemagne-Autriche	RRBP
N	312	396
Min	-0,2519021	-0,22503
Max	0,08883723	0,03169784
Sum	-31,04271	-42,68402
Mean	-0,09949586	-0,1077879
Std. error	0,00242539	0,00222115
Variance	0,00183534	0,00195367
Stand. dev	0,04284089	0,04420038
Median	-0,1015968	-0,1118107
25 prcentil	-0,1301251	-0,1386702
75 prcentil	-0,07195584	-0,07476828



Kruskal-Wallis	Allemagne-Autriche
RRBP	0,01486
p-value =	0,01485

Comparaison Est France (sans Rubané récent) et Bassin parisien

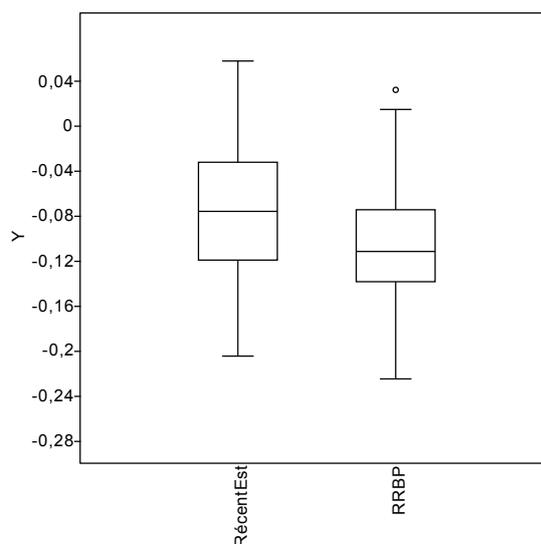
	Sans Rubané Récent Est France	RRBP
Tests univariés		
N	106	396
Min	-0,2055315	-0,22503
Max	0,04722608	0,03169784
Sum	-12,07161	-42,68402
Mean	-0,1138831	-0,1077879
Std. error	0,00452606	0,00222115
Variance	0,00217143	0,00195367
Stand. dev	0,04659862	0,04420038
Median	-0,1200112	-0,1118107
25 prcentil	-0,1458487	-0,1386702
75 prcentil	-0,07922461	0,07476828



Kruskal-Wallis	Sans Rubané Récent Est France
RRBP	0,1091
p-value =	0,109

Comparaison Est France (Rubané récent) et Bassin parisien

Tests univariés	Rubané Récent Est France	RRBP
N	62	396
Min	-0,2047588	-0,22503
Max	0,05735983	0,03169784
Sum	-4,803225	-42,68402
Mean	-0,07747138	-0,1077879
Std. error	0,00692352	0,00222115
Variance	0,00297198	0,00195367
Stand. dev	0,05451587	0,04420038
Median	-0,0762094	-0,1118107
25 prcentil	-0,1195299	-0,1386702
75 prcentil	-0,03259137	0,07476828



Kruskal-Wallis	Rubané Récent Est France
RRBP	3,40E-05
p-value =	3,40E-05

Tableaux synthétiques des données employées pour les analyses de Log-Size-Index (MEADOW, 1999)

Mesure	Référence Danemark	Hongrie	Rép. Tchèque	Pologne	Rép.T-Pologne	Pologne	Allemagne	Allemagne	Autriche	Autriche
	Mâle	Global	LBK	LBK	LBK	LBK	älB, mLb, jLB, LBK	älB, mLb, jLB, LBK	LBK	LBK
	Aurochs	Bœuf	Bœuf	Bœuf	Bœuf	Aurochs	Aurochs	Bœuf	Bœuf	Aurochs
Hum Bd	107,3	78	85,86	88,29	87,075	106,5	107,0	91,1	89,6	98
n	22	2	7	7	14	4	5	16	5	1
Rad Bp	115,6	85,25	87,4	88,29	87,845	97	104,0	89,2	89,1	
n	22	5	10	7	17	2	2	19	8	
Rad Bd	108,3	73,44	76,25	75	75,625	94	80,0	78,2	82,75	
n	22	8	4	1	5	2	2	16	4	
MC Bp	84,2	63,07	68,25	60,71	64,48	72,13	79,2	61,0	64,43	74,83
n	22	11	4	7	11	4	3	17	11	3
MC Bd	83,7	62,78	61,67	57,56	59,615	76	73,0	66,5	66,15	
n	21	10	3	15	18	5	1	32	10	
Tibia Bd	87,9	69,65	65,8	64,89	65,345	74	72,0	68,9	66,54	78,25
n	16	10	5	9	14	2	1	25	9	2
MT Bp	68,9	51,75	48,67	52,83	50,75	59	64,0	53,6	50,69	58,25
n	17	2	3	15	18	2	2	16	8	4
MT Bd	77,1	56		57,43	57,43		58,0	52,8	60,33	68,5
n	18	2		7	7		1	30	9	3

Mesure	Est France	Est France	Est France	Est France	BP France	BP France	Allemagne-Autriche	Allemagne - Autriche
	Global, ancien, moyen	Global, ancien, moyen	Rubané récent	Rubané récent	Rubané Récent	Rubané Récent	älB, jLB, mLb, LBK	älB, jLB, mLb, LBK
	Aurochs	Bœuf	Aurochs	Bœuf	Aurochs	Bœuf	Aurochs	Bœuf
Hum Bd	110,7	87	107,1		110,0	85,7	102,5	90,4
n	3	7	7	85,5	2	22	6	21
Rad Bp	103	84,25	100,7	2	102,5	86,1	104,0	89,1
n	1	6	6	81,0	11	19	2	27
Rad Bd	94	75,875	105,0	3	93	79,7	80	80,5
n	1	8	1	61	2	19,0	2	20
MC Bp		62	79	2	76,0	62,4	77,0	62,7
n		9	1	63	9	44,0	6	28
MC Bd		65,38	78,3	3	70,4	61,5	73,0	66,3
n		13	3	65,0	15	51	1	42
Tibia Bd	88	67,12		6	77,8	68,6	75,1	67,7
n	2	17		46,0	8	49	3	34
MT Bp	60,25	50,166	62,8	3	57,8	49,7	61,1	52,2
n	4	9	7	59,4	10	28	6	24
MT Bd	69,5	58,13	69,4	5	69,3	58,6	63,3	56,5
n	2	15	7	23	14	52	4	39

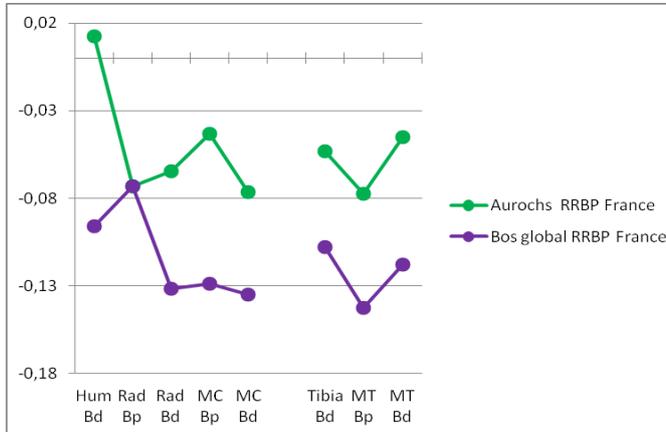
Tableau 1 : Tableaux des moyennes des mesures brutes par parties squelettiques, sélectionnées pour les analyses en Log-Size-Index (MEADOW, 1999)

Mesure	Hongrie	Rép. Tchèque	Pologne	Rép.T-Pologne	Pologne	Allemagne	Allemagne	Autriche	Autriche
	Global	LBK	LBK	LBK	LBK	Rubané	Rubané	Rubané	Rubané
	Bœuf	Bœuf	Bœuf	Bœuf	Aurochs	Aurochs	Bœuf	Bœuf	Aurochs
Hum Bd	-0,137	-0,095	-0,083		-0,002	0,000	-0,069	-0,077	-0,038
Rad Bp	-0,133	-0,122	-0,118	-0,120	-0,077	-0,047	-0,114	-0,114	
Rad Bd	-0,167	-0,151	-0,158	-0,154	-0,060	-0,130	-0,140	-0,115	
MC Bp	-0,124	-0,090	-0,141	-0,115	-0,066	-0,025	-0,139	-0,115	-0,050
MC Bd	-0,126	-0,134	-0,164	-0,149	-0,043	-0,061	-0,101	-0,103	
Tibia Bd	-0,101	-0,126	-0,132	-0,129	-0,075	-0,087	-0,106	-0,121	-0,051
MT Bp	-0,125	-0,152	-0,116	-0,134	-0,068	-0,033	-0,110	-0,134	-0,074
MT Bd	-0,138		-0,127	-0,127		-0,123	-0,164	-0,105	-0,050

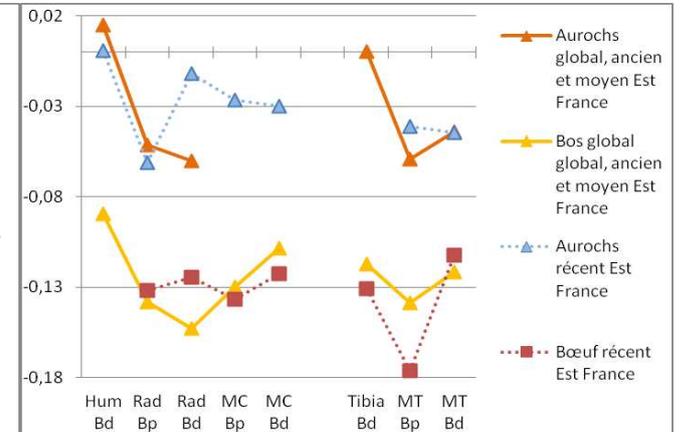
Mesure	Est France	Est France	Est France	Est France	BP France	BP France	Allemagne-Autriche	Allemagne - Autriche
	Global, ancien, moyen	Global, ancien, moyen	Rubané récent	Rubané récent	Rubané Récent	Rubané Récent	äLB, jLB, mLB, LBK	äLB, jLB, mLB, LBK
	Aurochs	Bœuf	Aurochs	Bœuf	Aurochs	Bœuf	Aurochs	Bœuf
Hum Bd	0,015	-0,089	0,001		0,012	-0,096	-0,018	-0,073
Rad Bp	-0,051	-0,138	-0,061	-0,132	-0,073	-0,073	-0,073	-0,073
Rad Bd	-0,060	-0,153	-0,012	-0,125	-0,065	-0,132	-0,130	-0,127
MC Bp		-0,130	-0,026	-0,137	-0,043	-0,129	-0,037	-0,127
MC Bd		-0,109	-0,030	-0,123	-0,076	-0,135	-0,061	-0,102
Tibia Bd	0,000	-0,117		-0,131	-0,053	-0,108	-0,068	-0,113
MT Bp	-0,059	-0,139	-0,041	-0,176	-0,077	-0,143	-0,053	-0,122
MT Bd	-0,044	-0,122	-0,044	-0,112	-0,045	-0,118	-0,085	-0,134

Tableau 2 : Tableaux des mesures en LSI (MEADOW, 1999) par parties squelettiques, utilisables dans les diagrammes de Simpson (SIMPSON, 1941)

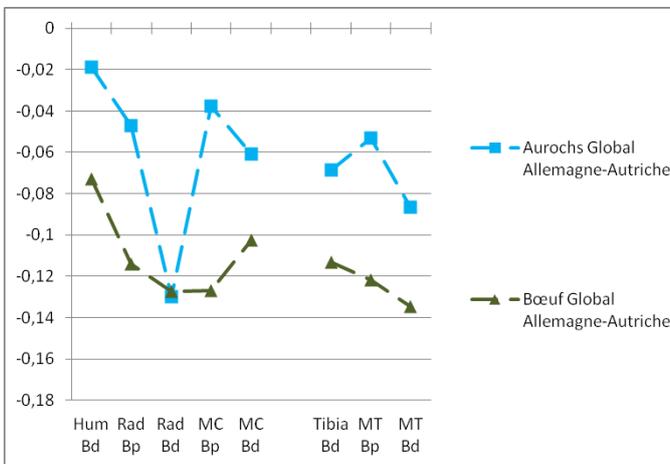
Diagramme de Simpson (SIMPSON, 1941)



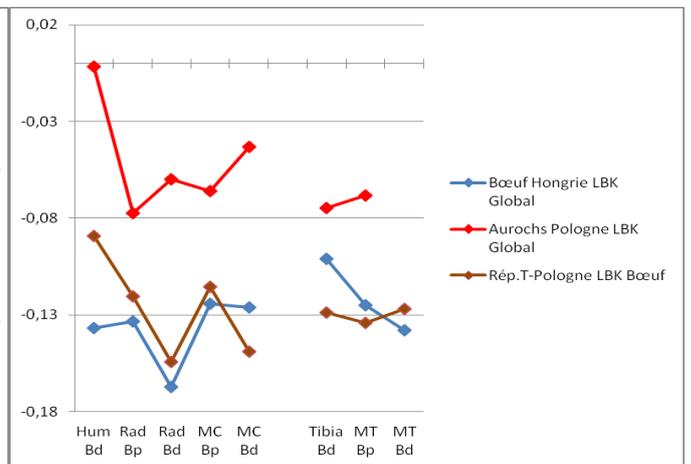
Graphique 2 : Diagramme de Simpson des Boeufs et Aurochs déterminés dans la littérature du Bassin parisien



Graphique 1 : Diagramme de Simpson des Boeufs et Aurochs déterminés dans la littérature l'Est de la France (rubané récent et ancien, moyen, indéterminé)



Graphique 4 : Diagramme de Simpson des Boeufs et Aurochs déterminés dans la littérature de l'Allemagne-Autriche



Graphique 3 : Diagramme de Simpson des Boeufs et Aurochs déterminés dans la littérature de la Pologne-République Tchèque et la Hongrie

Annexe 5 : Chapitre 3

Analyse des références d'Aurochs et de Bœufs domestiques (Mâles et femelles) issues de Degerbøl (1970) : Métacarpes

Taille isométrique

Shapiro-Wilk	Aurochs M	Aurochs F	B,dom M	B,dom F
p(normal)	0,09722	0,7777	0,6054	0,6

Aurochs mâles et femelles

Bœufs domestiques mâles et femelles

F p-value:	0,26763
T p-value:	5,63E-09

F p-value:	0,1353
T p-value:	0,023139

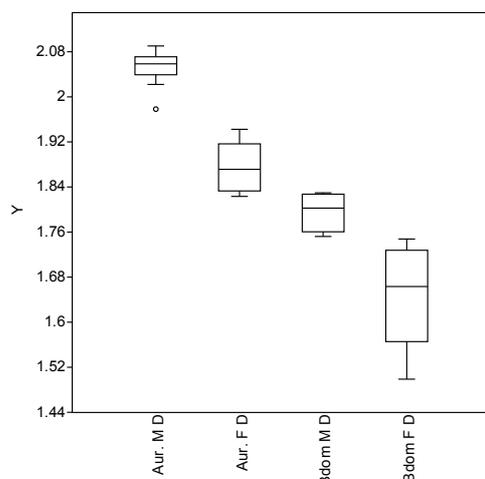


Figure 1 : Boxplot synthétisant la taille isométrique des deux sexes d'Aurochs et de Bœuf domestique

Conformation

MANOVA p-value(Aurochs) : 7.55×10^{-6}

MANOVA p-value (Bœuf) : 0.038

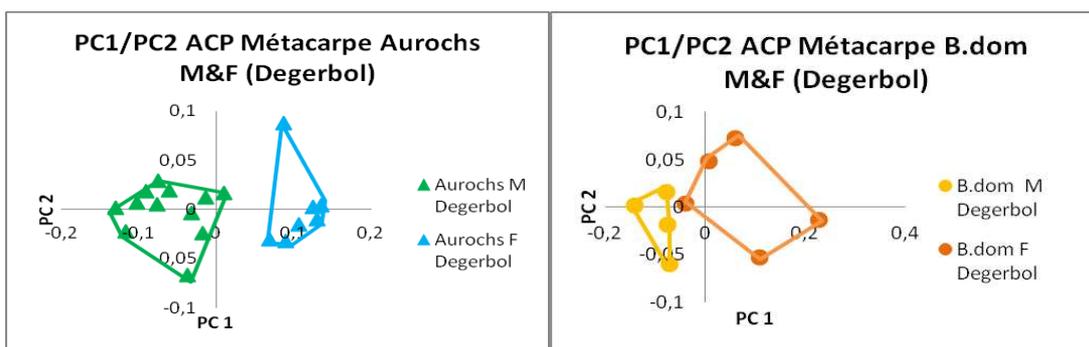


Figure 2 : Analyses ACP détaillées sur les métacarpes des mâles et femelles d'Aurochs et de Bœuf domestiques de DEGERBØL (1970)

MANOVA globale : p-value (Aurochs et Bœuf) : 3.005×10^{-7}

MANOVA à deux facteurs sur la conformation des métacarpes des bovinæ du Danemark

```
> table(meta$Sex)
```

```
F M
13 15
```

```
> table(meta$Taxon)
```

```
Aurochs B.dom
 19   9
```

```
> table(meta$Sex, meta$Taxon)
```

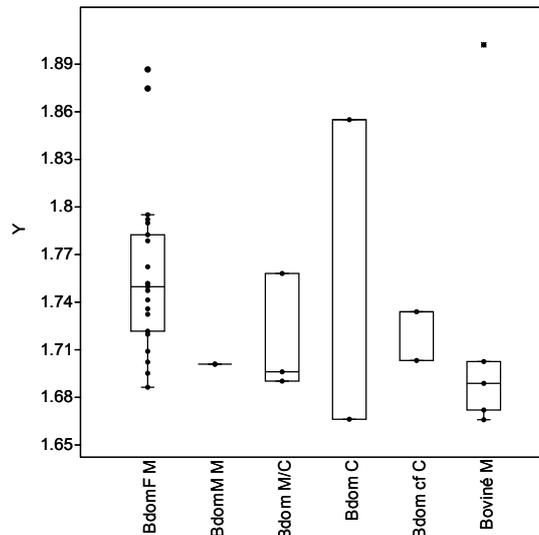
```
  Aurochs B.dom
F    8   5
M   11   4
```

```
> summary(manova(acpmeta$X~meta$Taxon*meta$Sex))
```

```
      Df Pillai approx F num Df den Df  Pr(>F)
meta$Taxon  1 0.54732  6.3476   4   21 0.001640 **
meta$Sex    1 0.81053 22.4591   4   21 2.468e-07 ***
meta$Taxon:meta$Sex 1 0.18685  1.2064   4   21 0.337566
Residuals   24
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Analyse des références des Bœufs domestiques de Mairy (ARBOGAST, 1994) : Métacarpes Taille



Shapiro-Wilk	BdomF M	B.dom M et C	Boviné M
NR	25	4	5
p(normal)	0,01286	0,4651	0,006561

Kruskal-wallis				
pvalue = 0,2149	BdomF M	BdomM M	Bdom C M	Bdom cf C M
BdomF M	0			
BdomM M	0,6995	0		
Bdom C	1	1	0	
Bdom cf C	1	1	1	0
Boviné M	0,7525	1	1	1

Conformation

MANOVA	1	22
1	0	
22	0,0726668	0
28	0,231997	1
pvalue =	0,02862	

Analyse des références d'Aurochs et de Bœufs domestiques (Mâles et femelles) issues de DEGERBØL (1970): Métatarses

Taille isométrique

Shapiro-Wilk	Aur. M D	Aur. F D	Bdom M D	Bdom F D
N	8	4	3	4
p(normal)	0,6382	0,9575	0,8709	0,6726

Aurochs mâles et femelles

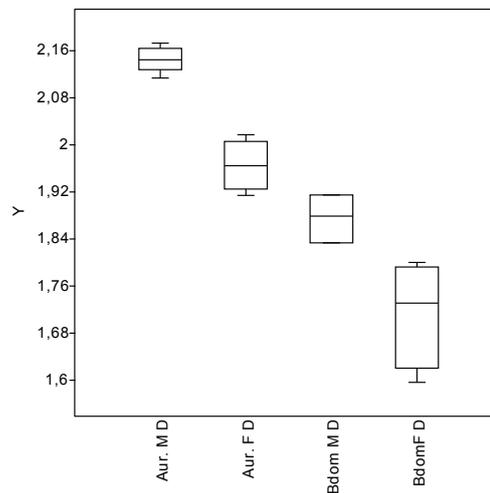
ANOVA p-value : 1.45^E-06

Bœufs domestiques mâles et femelles

ANOVA p-value : 0.037

MANOVA	8
16	0,0113
pvalue=	0,001858

MANOVA	20
23	0,634105
pvalue=	2,26E-21



Conformation

Aurochs mâles et femelles

MANOVA	8
16	0,0113
pvalue=	0,001858

Bœufs domestiques mâles et femelles

MANOVA	20
23	0,634105
pvalue=	2,26E-21

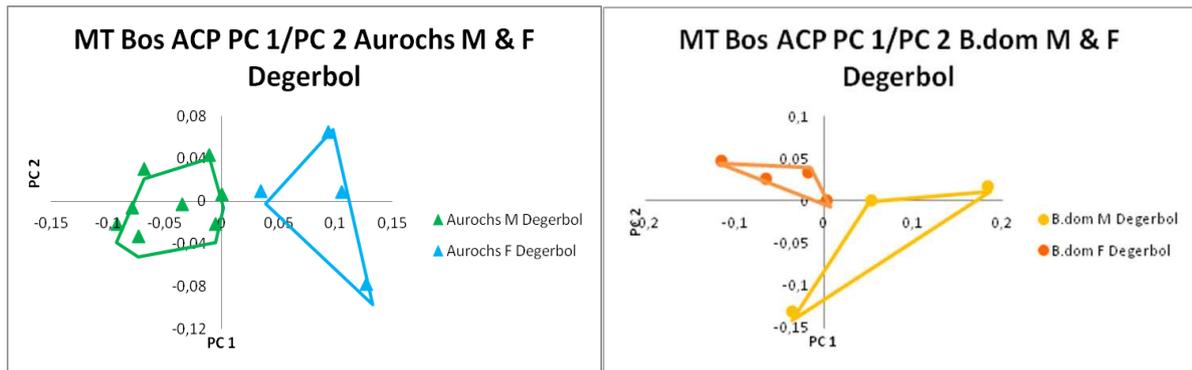


Figure 3 : Analyses ACP sur métatarses des Aurochs et Bœufs domestiques (DEGERBØL, 1970)

MANOVA pour l'AFD : p-value (Aurochs et Bœuf) : 3.412 E-198

MANOVA à deux facteurs sur la conformation des métatarses

> table(meta\$Sex)

```
F M
8 11
```

> table(meta\$Taxon)

```
Aurochs B.dom
12 7
```

> table(meta\$Sex, meta\$Taxon)

```
Aurochs B.dom
F 4 4
M 8 3
```

> summary(manova(acpmeta\$X~meta\$Taxon*meta\$Sex))

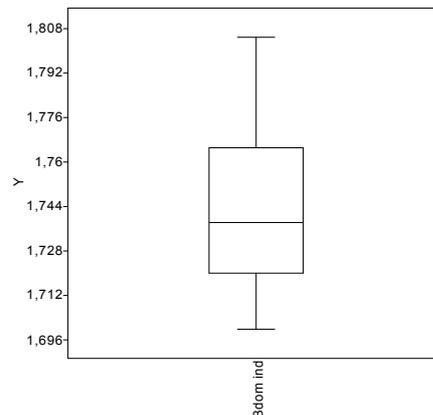
```
          Df Pillai approx F num Df den Df  Pr(>F)
meta$Taxon  1 0.68337  6.4748   4  12 0.0051392 **
meta$Sex    1 0.80288 12.2191   4  12 0.0003413 ***
meta$Taxon:meta$Sex 1 0.08352  0.2734   4  12 0.8895153
Residuals   15
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Analyse des références des Bœufs domestiques de Mairy (ARBOGAST, 1994) : Métatarses

Shapiro-Wilk	Bdom ind
N	32
p(normal)	0,05791

T test p-value : 4,001E-56

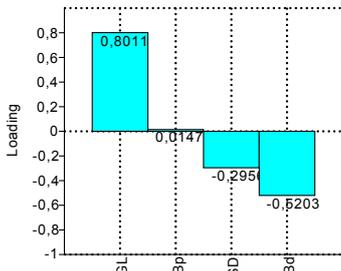


ACP de la conformation (LSR à 4

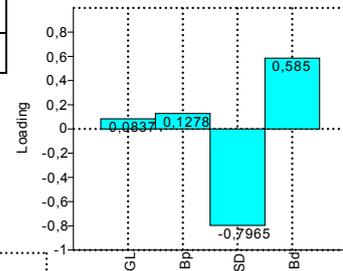
variables) : Métacarpe

Axes	Eigenvalue	% variance
1	0,00953287	77,453
2	0,00202332	16,439
3	0,00075182	6,1084
4	7,32E-20	5,94E-16

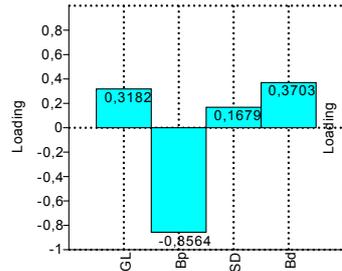
Axe 1



Axe 2



Axe 3



Axe 4

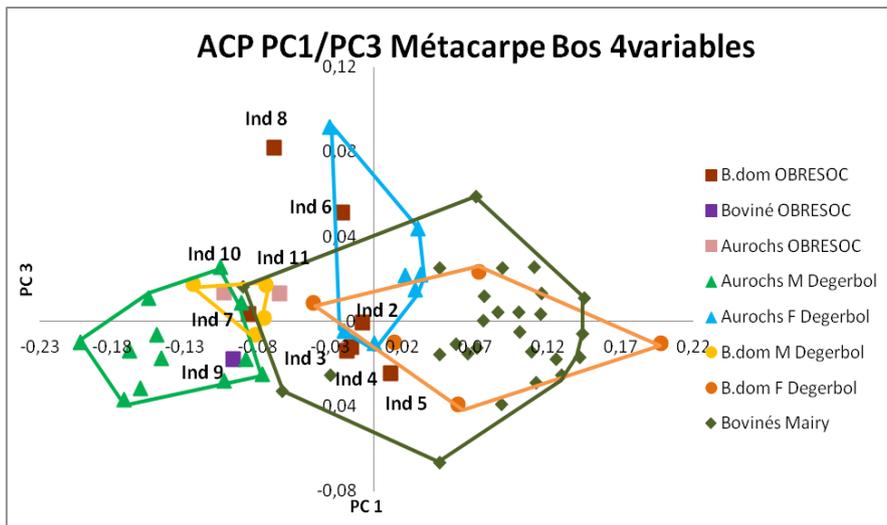
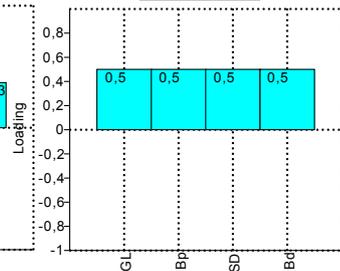


Figure 4 : ACP métarpes de référence et des individus d'OBRESOC (Axes 1 et 3)

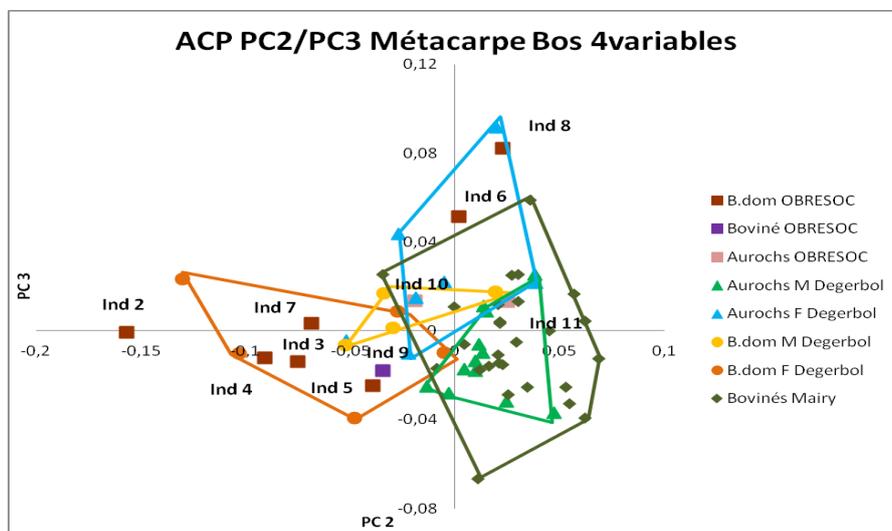


Figure 5 : ACP métarpes de référence et individus d'OBRESOC (Axes 2 et 3)

ACP de la conformation (LSR à 4 variables) : Métatarses

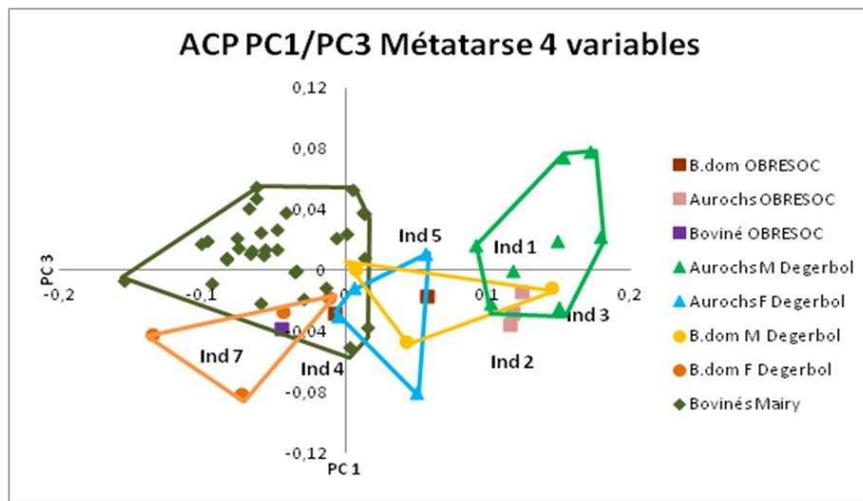
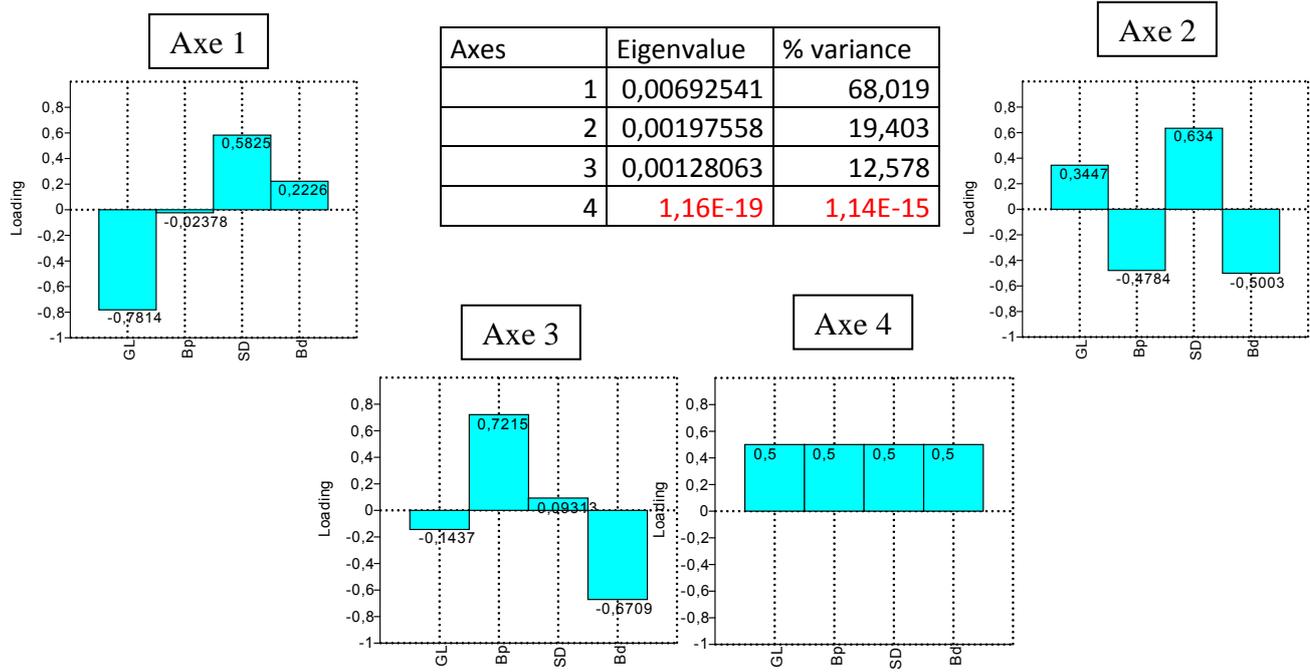


Figure 6 : ACP des métatarses de référence et individus d'OBRESOC (Axes 1 et 3)

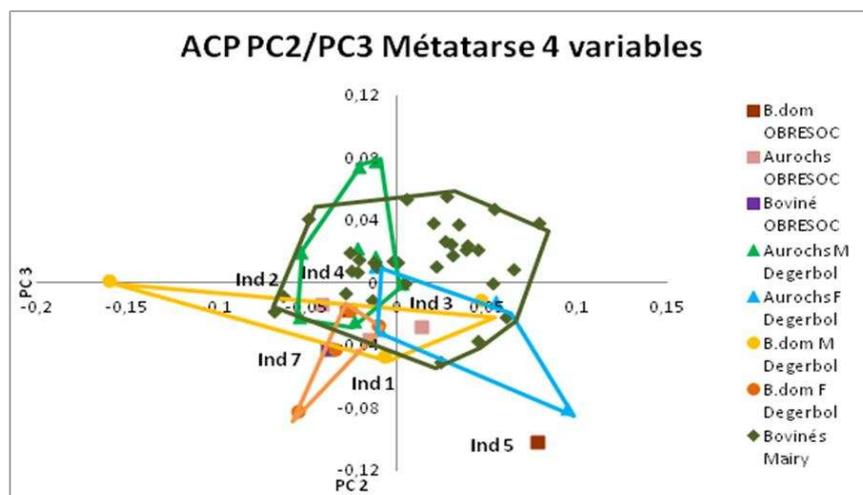


Figure 7 : ACP des métatarses de références et individus d'OBRESOC (Axes 2 et 3)

AFD sur la conformation (LSR à 4 variables) : Métacarpe

MANOVA pvalue = $1,543 \times 10^{-43}$

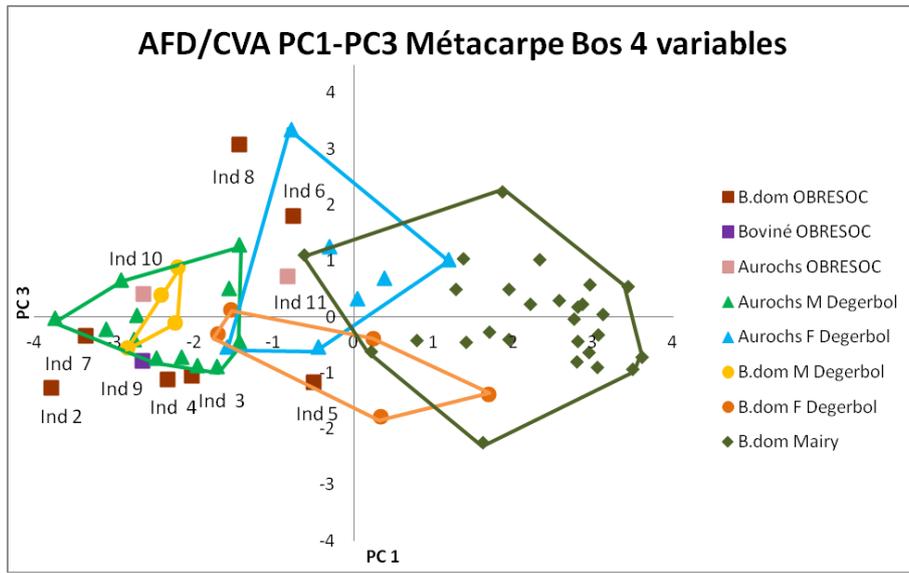


Figure 8 : AFD des métacarpes de références et individus d'OBRESOC

AFD sur la conformation (LSR à 4 variables) : Métatarse

MANOVA pvalue = $6,09 \times 10^{-17}$

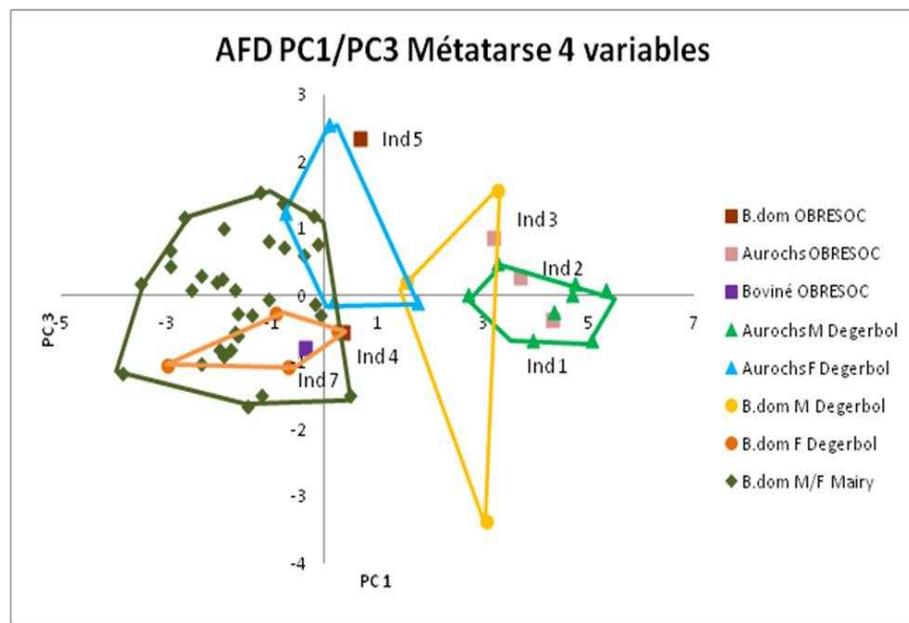


Figure 9 : AFD des métatarses de références et individus d'OBRESOC

Réattribution des individus complets : Métacarpe d'OBRESOC

Manova à 2facteurs pour valider les études séparant les taxons et les sexes : métacarpes
`table(meta$Sex)`

```
F Id? M
13 10 15
> table(meta$Sex, meta$Taxon)
```

```
      Aurochs B.dom Id?
F      8  5  0
Id?    0  0 10
M      11  4  0
> summary(manova(acpmeta$x~meta$Taxon*meta$Sex))
      Df Pillai approx F num Df den Df Pr(>F)
meta$Taxon      2 0.58444  3.1997  8  62 0.004191 **
meta$Sex        1 0.66367 14.7993  4  30 8.733e-07 ***
meta$Taxon:meta$Sex 1 0.10257  0.8572  4  30 0.500720
Residuals      33
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Manova à 2facteurs pour valider les études séparant les taxons et les sexes : métatarses

```
> table(meta$Sex)
```

```
F Id? M
8  6 11
> table(meta$Sex, meta$Taxon)
```

```
      Aurochs B.dom Id?
F      4  4  0
Id?    0  0  6
M      8  3  0
> summary(manova(acpmeta$x~meta$Taxon*meta$Sex))
      Df Pillai approx F num Df den Df Pr(>F)
meta$Taxon      2 0.70901  2.4714  8  36 0.0301518 *
meta$Sex        1 0.67397  8.7855  4  17 0.0004905 ***
meta$Taxon:meta$Sex 1 0.15127  0.7575  4  17 0.5669907
Residuals      20
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Métacarpes

Prédictions R Métacarpes Obresoc (4 variables)	Test croisé Taxon & Sexe	Choix	Test général Sexe	Choix	Test Unisexe (M ou F)	Choix Aurochs ou B.dom	Test Unitaxon (B.dom ou Aurochs)	Choix (M ou F)	Synthèse		
									A. F - A. M - B. F - B. M	Taxon-Sexe	F - M
Ind2	1% - 0% - 52% - 47%	B.dom - ?	25% - 75%	M			6% - 94%	B.dom : M	94%	B.dom	M
Ind 3	14% - 3% - 46% - 37%	B.dom - ?	52% - 48%	?			26% - 74%	B.dom : M	74%	B.dom	M
Ind 4	8% - 2% - 52% - 38%	B.dom - ?	48% - 52%	?			21% - 79%	B.dom : M	79%	B.dom	M
Ind 5	37% - 2% - 58% - 4%	? - F	93% - 7%	F	47% - 53%	F : ?			(A)37% - (B)58%	?	F
Ind 6	92% - 1% - 1% - 6%	Aurochs - F	94% - 6%	F	3% - 97%	F : B.dom			92%	cf Aurochs	F
Ind 7	2% - 9% - 1% - 88%	B.dom - M	3% - 97%	M					88%	B.dom	M
Ind 8	80% - 5% - 0% - 15%	Aurochs - F	70% - 30%	F					80%	Aurochs	F
Ind 9	3% - 49% - 1% - 47%	? - M	3% - 97%	M	18% - 82%	M : B.dom			82%	B.dom	M
Ind 10	6% - 41% - 0% - 53%	? - M	4% - 96%	M	11% - 89%	M : B.dom			89%	B.dom	M
Ind 11	56% - 35% - 0% - 9%	Aurochs - ?	55% - 45%	?			27% - 73%	Aurochs : M	73%	Aurochs	M

Métatarses

Prédictions R Métatarses Obresoc (4 variables)	Test croisé Taxon & Sexe	Choix	Test général Sexe	Choix	Test Unisexe (M ou F)	Choix Aurochs ou B.dom	Test Unitaxon (B.dom ou Aurochs)	Choix (M ou F)	Synthèse		
									A. F - A. M - B. F - B. M	Taxon-Sexe	F - M
Ind1	0% - 85% - 0% - 15%	Aurochs - M	1% - 99%	M					85%	Aurochs	M
Ind2	0% - 69% - 0% - 31%	? - M	1% - 99%	M	75% - 25%	M : Aurochs			75%	Aurochs	M
Ind 3	2% - 66% - 0% - 32%	? - M	2% - 98%	M	65% - 35%	M : ?	1% - 99%	Aurochs : M	99%	Aurochs	M
Ind 4	54% - 0% - 40% - 6%	B.dom - ?	97% - 3%	F	43% - 57%	F : ?	83% - 17%	B.dom : F	83%	B.dom	F
Ind 5	91% - 0% - 2% - 7%	Aurochs - F	96% - 4%	F					91%	cf Aurochs	F
Ind 7	19% - 0% - 80% - 1%	B.dom - F	99% - 1%	F					80%	B.dom	F

Tableau 3 : Résultats des prédictions des métacarpes et métatarses sur R (par test et synthèse)

Étude de la taille isométrique centroïde après les réattributions: analyses univariées

Métacarpe

Shapiro-Wilk	Aurochs M.Réa	Aurochs F.Réa	B.dom M.Réa	B.dom F Réa	Aurochs M Degerbol	Aurochs F Degerbol	B.dom M Degerbol	B.dom F Degerbol
N	2	2	6	2	12	7	4	5
p(normal)	1	1	0,559	1	0,254	0,65	0,729	0,5058

ANOVA	B.dom F Degerbol	B.dom M Degerbol	Aurochs F Degerbol	Aurochs M Degerbol	B.dom F Réa	Aurochs F.Réa	Aurochs F.Réa
B.dom F Réa	0,592	0,9517	0,1007	0,0001433			
B.dom M.Réa	0,06176	1	0,7224	0,0001555	0,9527		
Aurochs F.Réa	0,76	0,864	0,05265	0,0001432	1	0,8661	
Aurochs M.Réa	0,0001432	0,002173	0,2253	0,9087	0,000166	0,002142	0,000151

variance = 0.02

p-value = 3,858E-74 (test de Welch)

Métatarse

Shapiro-Wilk	Aurochs M.Réa	B.dom F Réa	F ? Réa	Aurochs M Degerbol	Aurochs F Degerbol	B.dom M Degerbol	B.dom F Degerbol
N	3	2	1	8	4	3	4
p(normal)	0,0995	1	1	0,7304	0,7636	0,3628	0,6031

ANOVA	B.dom F Degerbol	B.dom M Degerbol	Aurochs F Degerbol	Aurochs M Degerbol	F ? Réa	B.dom F Réa
F ? Réa	0,2611	0,0001319	0,0001319	0,0001319		
B.dom F Réa	0,08427	0,2553	0,0001781	0,0001319	0,0001829	
Aurochs M.Réa	0,0001319	0,0001549	0,1904	0,0432	0,0001319	0,0001319

variance = 0.0004

p-value = 1.86^E-09 (test de Welch)

Etablissement de l'intervalle d'incertitude de détermination Bœuf/Aurochs

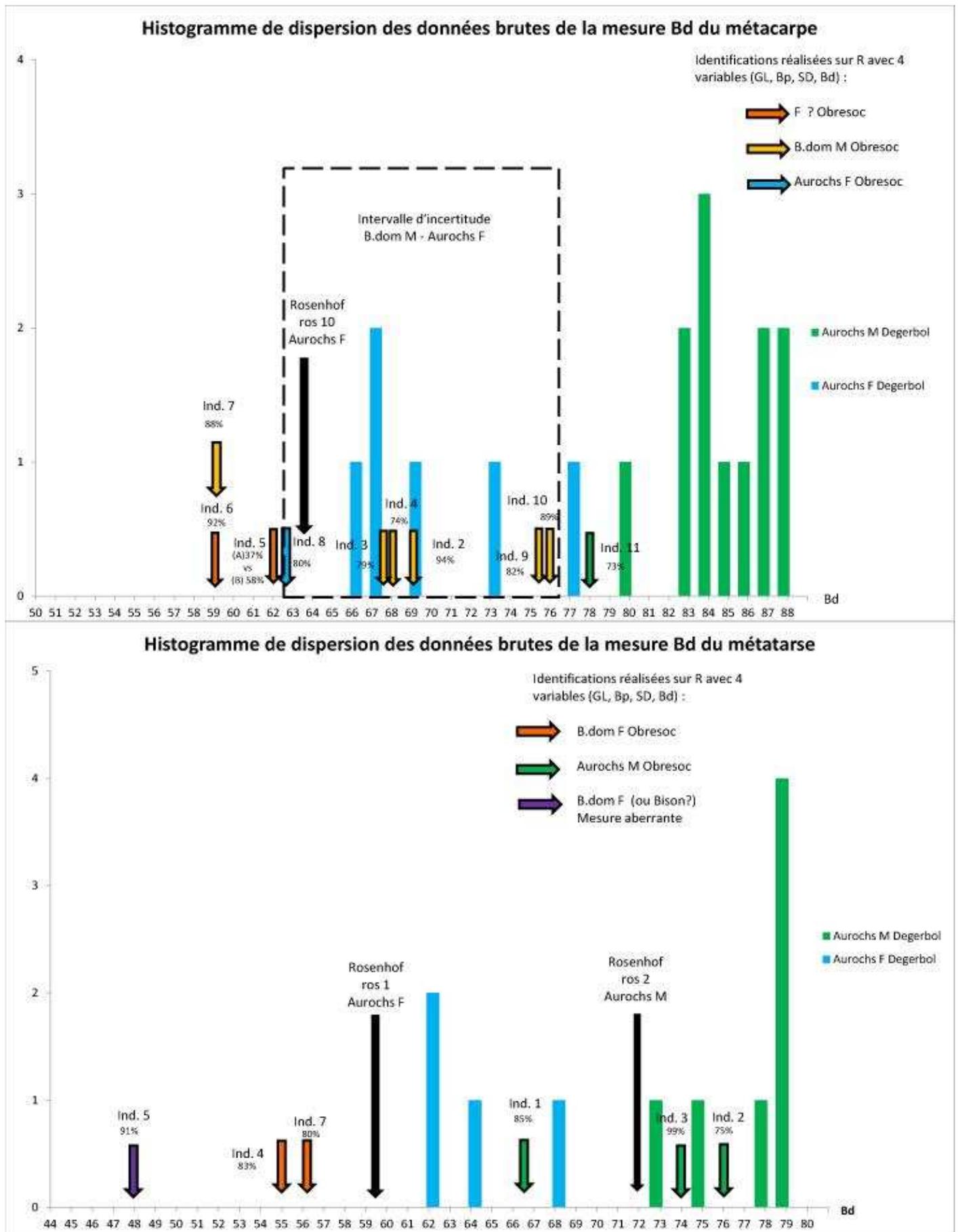


Figure 10 : Histogrammes de distribution des données brutes de la mesure Bd des métapodes

Annexe 6 : Chapitre 4

Extension de l'intervalle d'incertitude de détermination aux mesures Bd en LSI des métacarpes par région Métacarpes

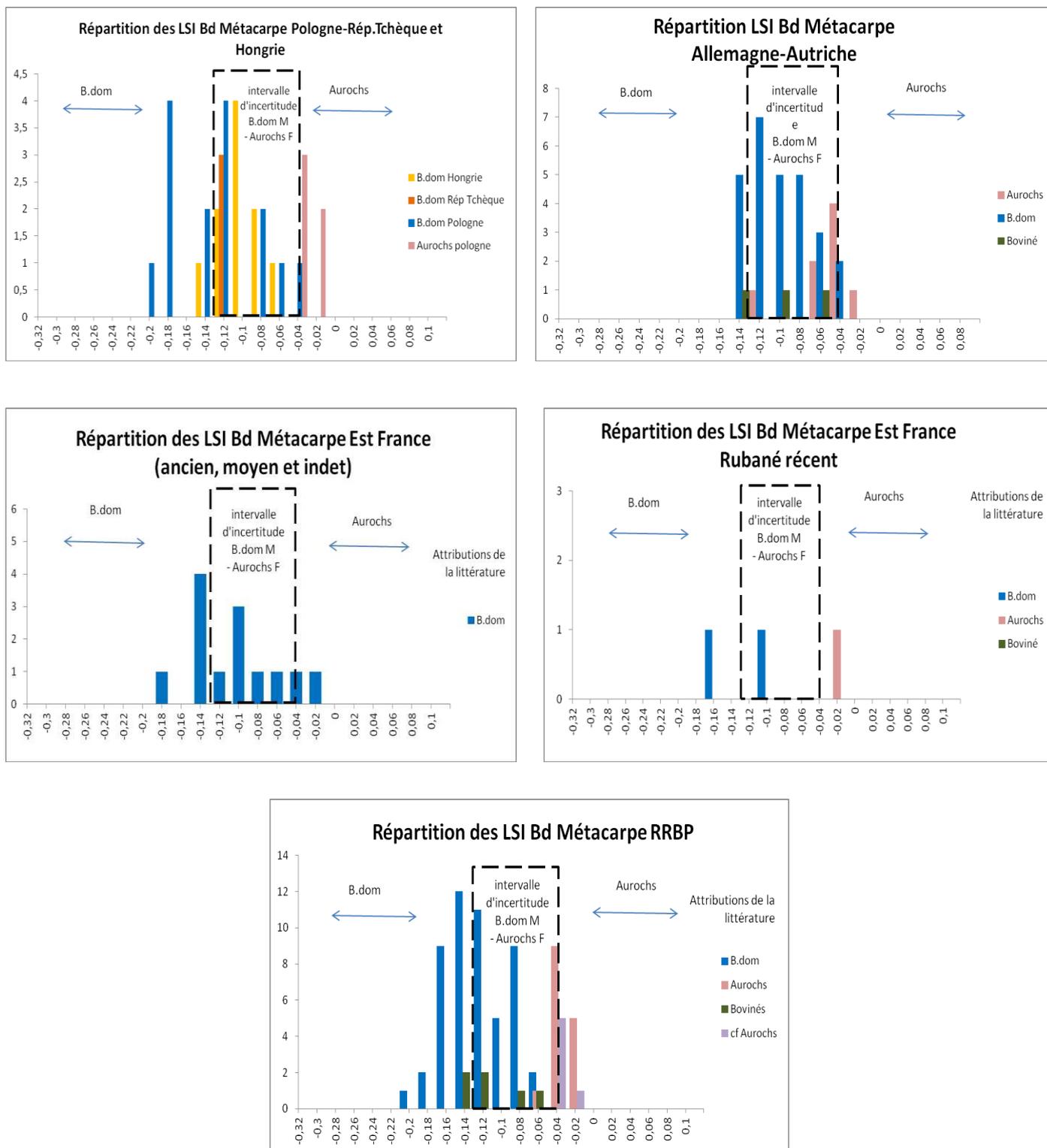


Figure 11 : Extension de l'intervalle d'incertitude de détermination aux LSI des Bd des Métacarpes par région

Métatarses

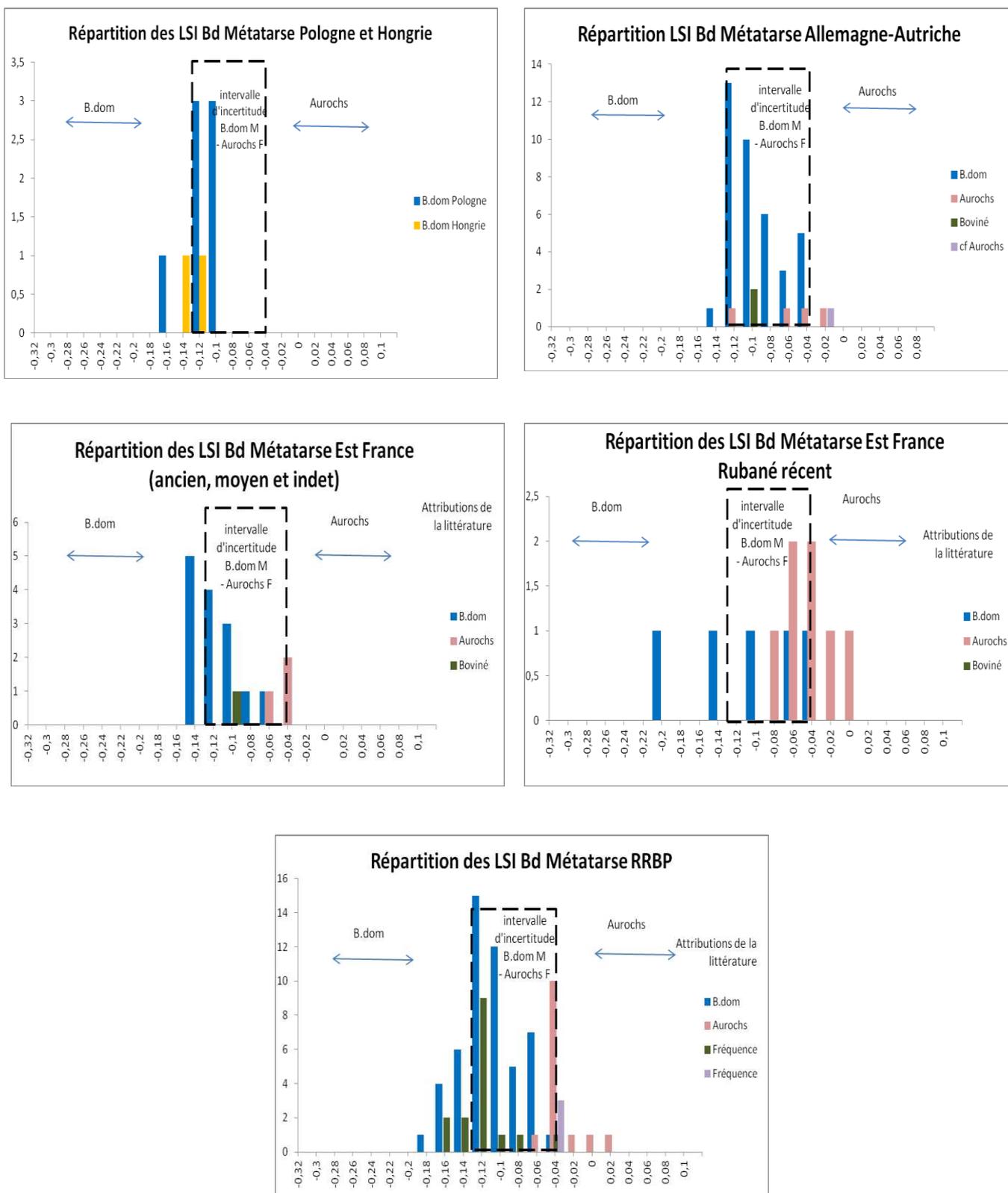


Figure 12 : Extension de l'intervalle d'incertitude de détermination aux LSI des Bd des Métatarses par région

Littérature	B.dom	Boviné	Aurochs	cf Aurochs	Totaux	Réattribution	B.dom	Boviné	Aurochs	Totaux	X ² d'homogénéité	Distribution des proportions
RRBP MC Bd	51	6	15	6	78	RRBP MC Bd	38	34	6	78	0,00029196	différente
RRBP MT Bd	51	16	14	3	84	RRBP MT Bd	35	46	3	84	2,36E-05	différente
RRBP autres os	182	33	42	18	275	RRBP autres os	97	164	14	275	1,44E-22	différente
RRBP Total	284	55	71	27	437	RRBP Total	170	244	23	437	9,56E-30	différente
RécentEstMC Bd	3	4	3	-	10	RécentEstMC Bd	1	6	3	10	0,4966	semblable
RécentEstMT Bd	5	-	7	-	12	RécentEstMT Bd	2	9	1	12	6,16E-04	différente
RécentEstAutresOs	16	3	22	-	41	RécentEstAutresOs	11	18	12	41	0,00061563	différente
RécentEst Total	24	7	32	0	63	RécentEst Total	14	33	16		3,99E-06	différente
Est France ancien et moyen MC Bd	13	-	-	-	13	Est France ancien et moyen MC Bd	6	6	1	13	0,0083168	différente
Est France ancien et moyen MT Bd	15	1	3	-	19	Est France ancien et moyen MT Bd	6	13	-	19	1,89E-04	différente
Est France ancien et moyen autres os	57	6	9	2	74	Est France ancien et moyen autres os	34	35	5	74	6,82E-04	différente
Est France ancien et moyen Total	85	7	12	2	108	Est France ancien et moyen Total	46	54	6	106	3,26E-11	différente
All-A MC Bd	43	2	3	5	53	All-A MC Bd	13	35	1	53	1,83E-08	différente
All-A MT Bd	38	1	1	-	40	All-A MT Bd	7	38	2	40	5,40E-11	différente
All-A autres os	155	6	16	22	199	All-A autres os	44	135	17	199	1,99E-29	différente
All-A Total	236	9	20	27	292	All-A Total	64	208	20	292	1,81E-48	différente
P-R P MC Bd	18	-	5	-	23	P-R P MC Bd	12	9	2	23	0,0032056	différente
P- R P MT Bd	7	-	2	-	9	P- R P MT Bd	3	4	2	9	0,073495	semblable
P-R P autres os	79	-	14	-	93	P-R P autres os	34	56	5	93	5,53E-18	différente
P-R P Total	104	-	21	-	125	P-R P Total	49	69	7	125	1,60E-21	différente
Hongrie MC Bd	10	-	-	-	10	Hongrie MC Bd	2	8	-	10	0,00026073	différente
Hongrie MT Bd	2	-	-	-	2	Hongrie MT Bd	2	-	-	2	-	non calculable
Hongrie autres os	38	-	-	-	38	Hongrie autres os	28	10	-	38	0,00069031	différente
Hongrie Total	50	-	-	-	50	Hongrie Total	32	18	-	50	2,80E-06	différente

Tableau 4 : Attributions de la Littérature et réattributions des données sélectionnées pour les LSI ; Test du X² d'homogénéité sur la distribution des échantillons dans les deux cas

Diagrammes en secteurs : proportions des taxes dans la littérature et après la réattribution des taxes

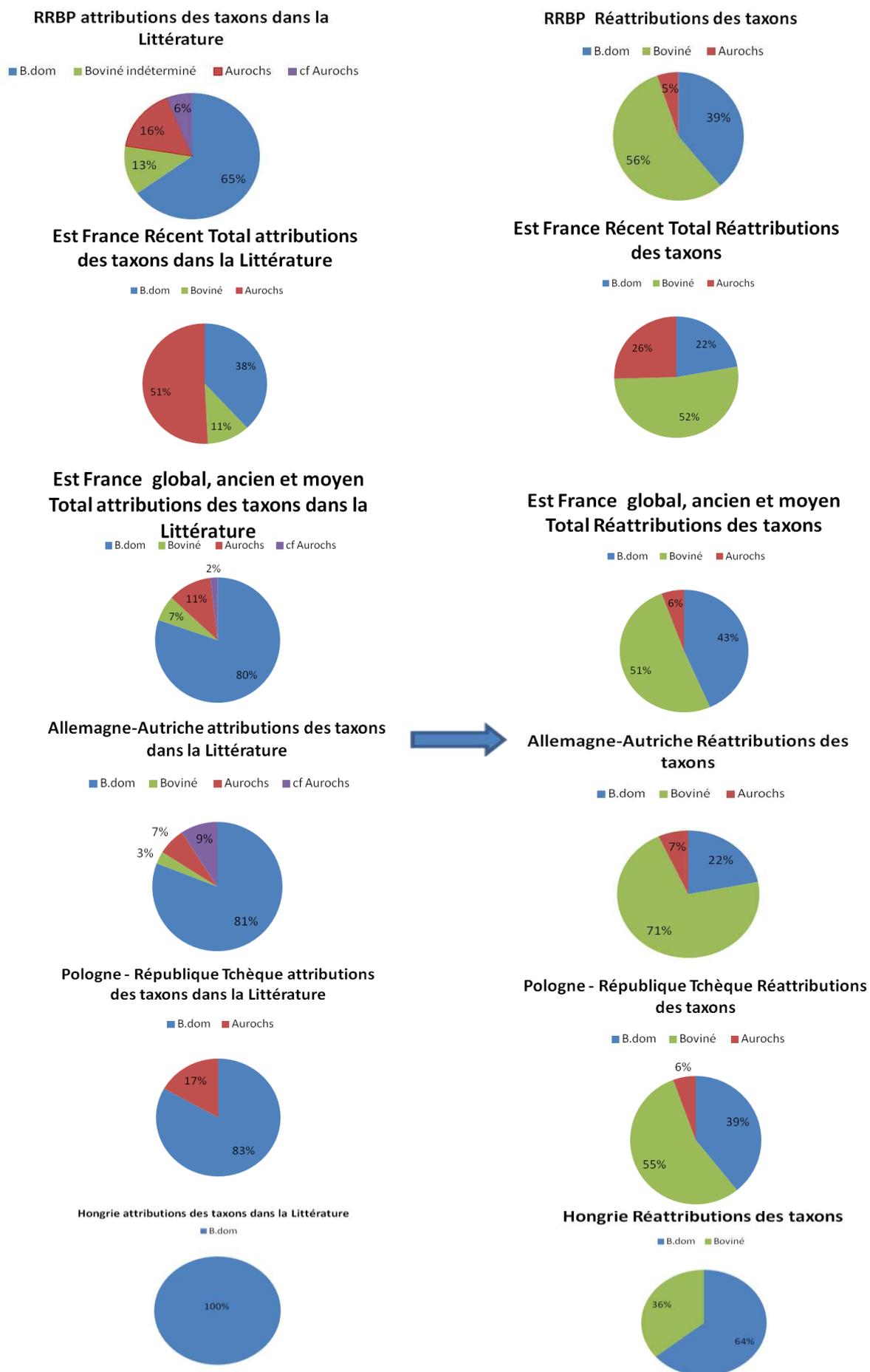
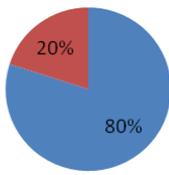


Figure 13 : Attributions dans la littérature et réattributions des taxes selon les régions

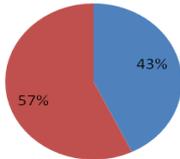
RRBP attributions des taxons dans la Littérature

■ B.dom ■ Aurochs



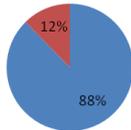
Est France Récent Total attributions des taxons dans la Littérature

■ B.dom ■ Aurochs



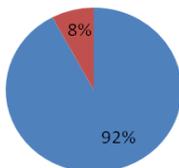
Est France global, ancien et moyen Total attributions des taxons dans la Littérature

■ B.dom ■ Aurochs



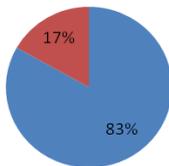
Allemagne-Autriche attributions des taxons dans la Littérature

■ B.dom ■ Aurochs



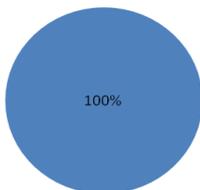
Pologne - République Tchèque attributions des taxons dans la Littérature

■ B.dom ■ Aurochs



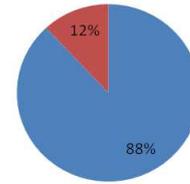
Hongrie attributions des taxons dans la Littérature

■ B.dom



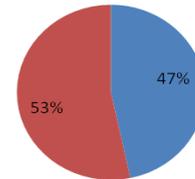
RRBP Réattributions des taxons

■ B.dom ■ Aurochs



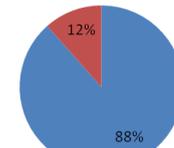
Est France Récent Total Réattributions des taxons

■ B.dom ■ Aurochs



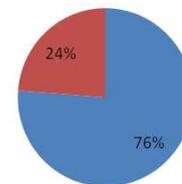
Est France global, ancien et moyen Total Réattributions des taxons

■ B.dom ■ Aurochs



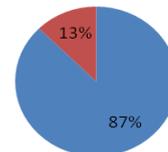
Allemagne-Autriche Réattributions des taxons

■ B.dom ■ Aurochs



Pologne - République Tchèque Réattributions des taxons

■ B.dom ■ Aurochs



Hongrie Réattributions des taxons

■ B.dom

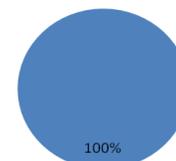
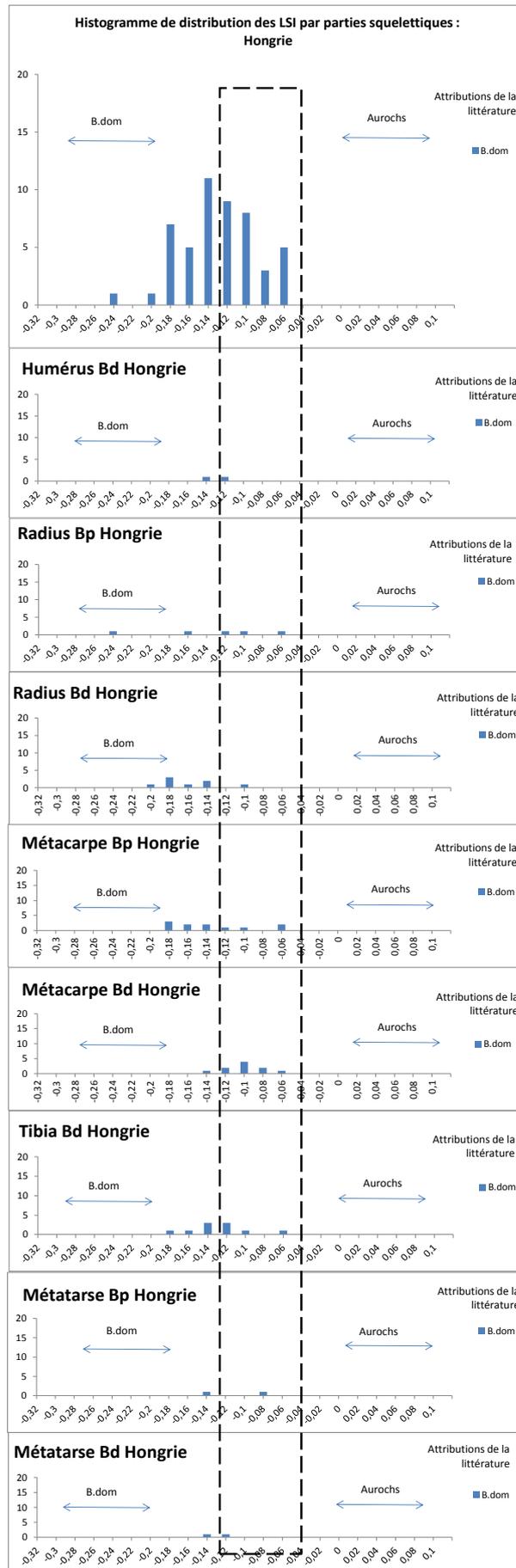


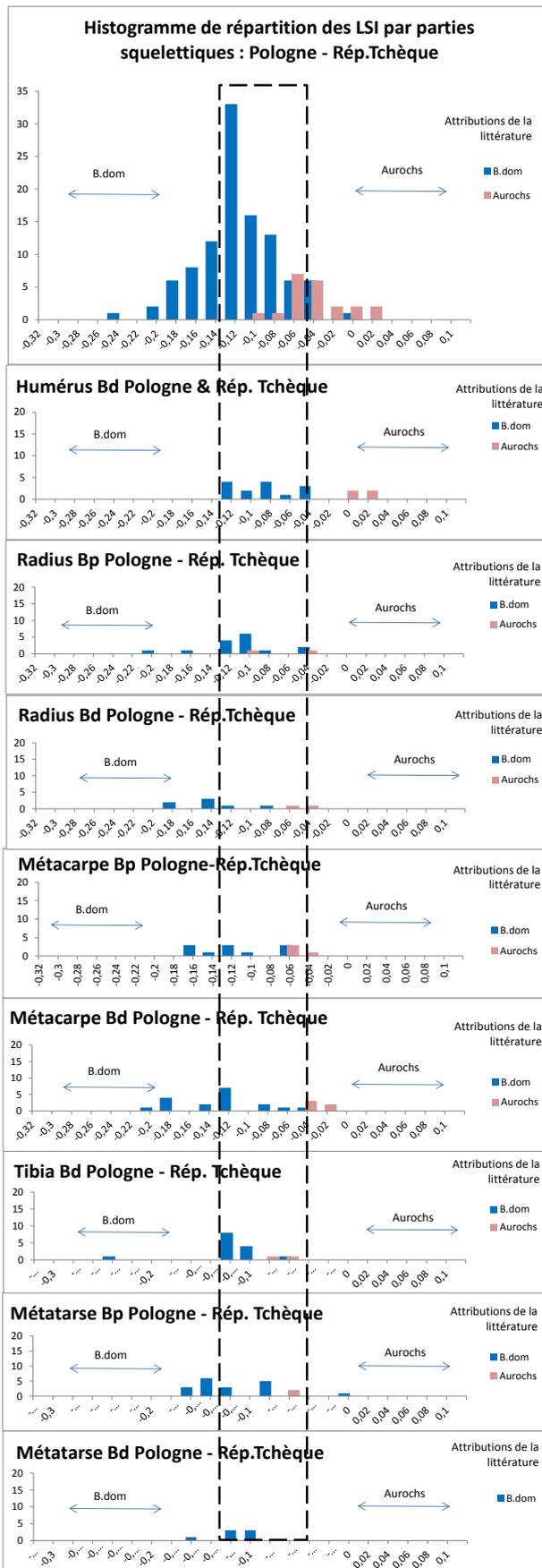
Figure 14 Attributions dans la littérature et réattributions des taxons selon les régions (Aurochs et Bœuf)

Annexe 6: Histogrammes de répartition des LSI par parties du squelette

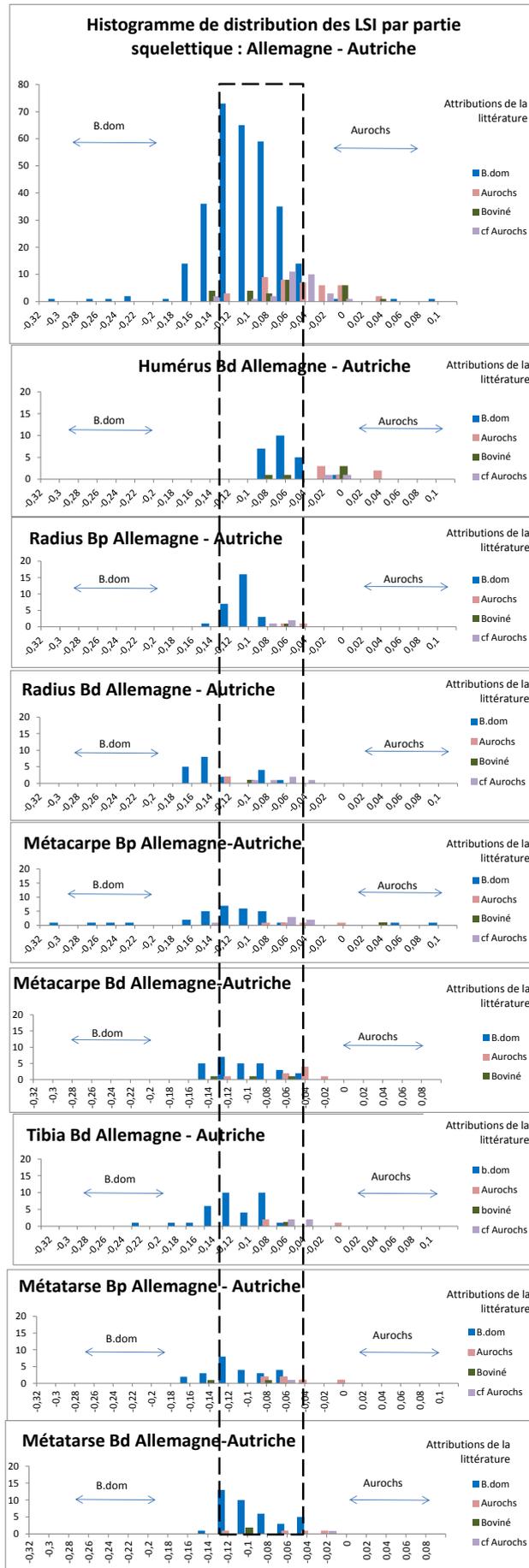
Hongrie



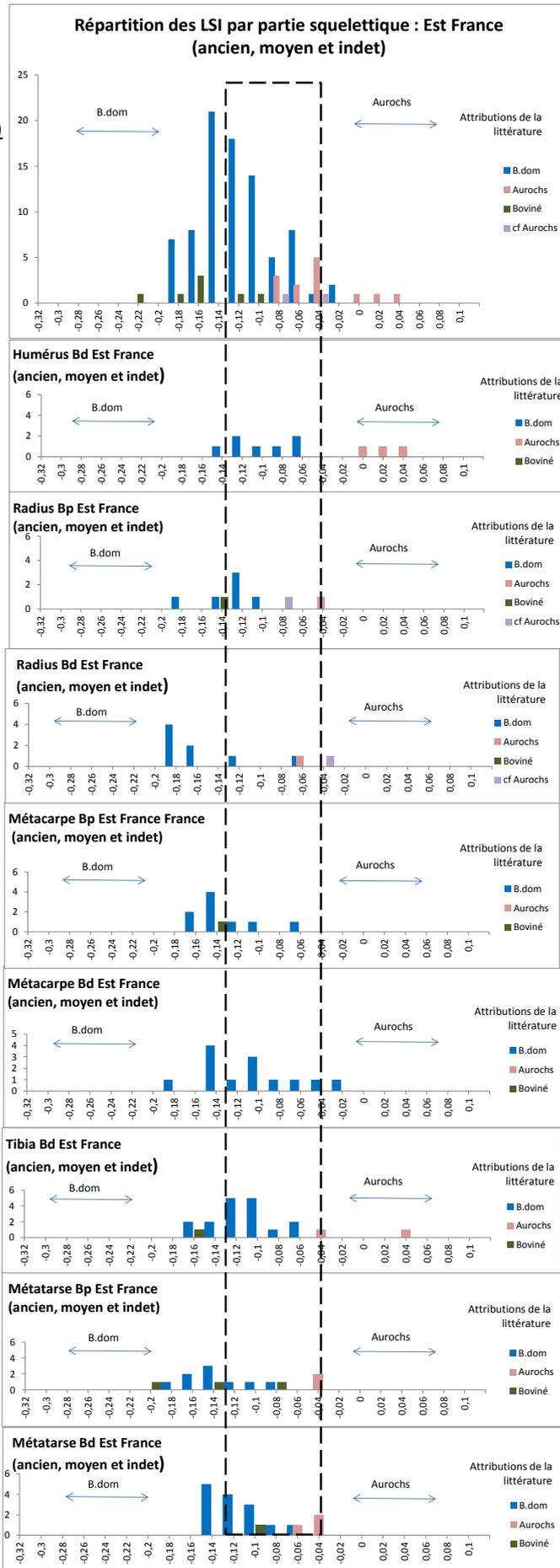
Pologne -
République Tchèque



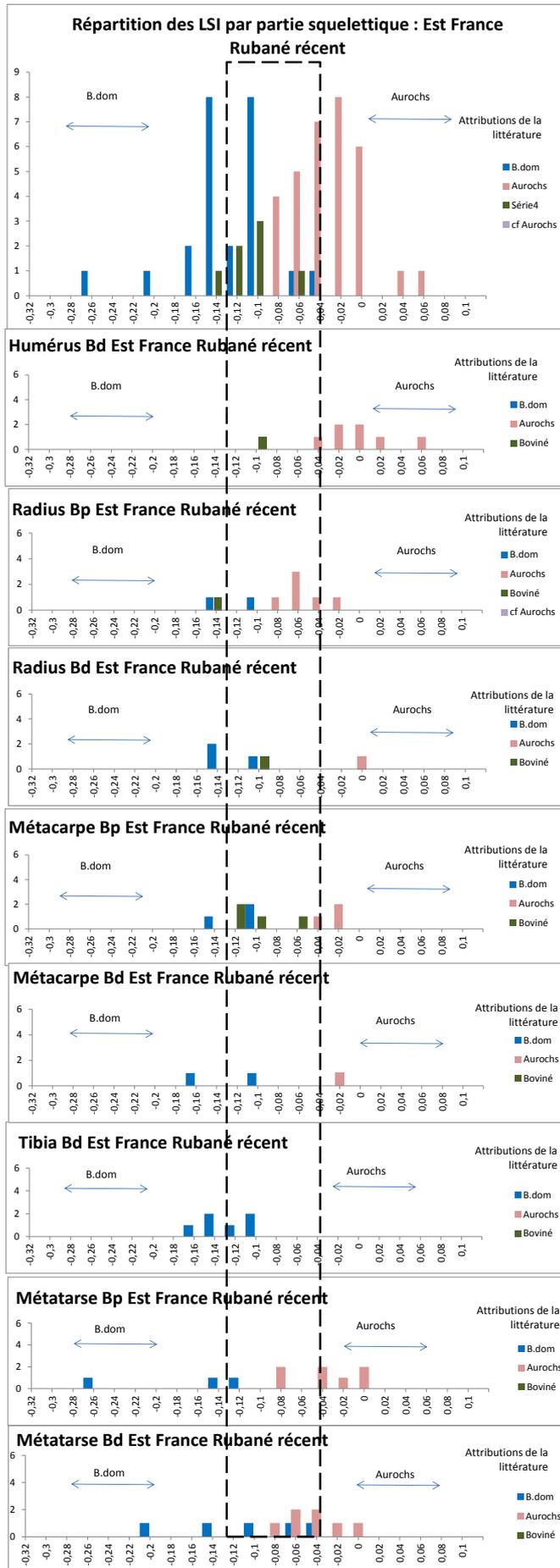
Allemagne - Autriche :



Est France
(ancien, moyen et indéterminé)



Est France (récent) :



Répartition des LSI par parties squelettiques : RRBp

