



HAL
open science

Prélèvement des plumes des grands rapaces par les chasseurs-cueilleurs du Paléolithique moyen à la transition du Paléolithique récent : approche expérimentale

Célia Martin

► **To cite this version:**

Célia Martin. Prélèvement des plumes des grands rapaces par les chasseurs-cueilleurs du Paléolithique moyen à la transition du Paléolithique récent : approche expérimentale. Sciences de l'environnement. 2020. dumas-03185982

HAL Id: dumas-03185982

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03185982v1>

Submitted on 30 Mar 2021

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.

Mémoire de Master 2 Sciences et Technologies

Mention : Bio-géosciences

Parcours : *Préhistoire – Géoarchéologie – Archéozoologie*

Thème de recherche 3 : *Milieux, peuplements, modes de vie*

**PRÉLÈVEMENT DES PLUMES DES GRANDS RAPACES PAR LES
CHASSEURS-CUEILLEURS DU PALÉOLITHIQUE MOYEN À LA
TRANSITION DU PALÉOLITHIQUE RÉCENT : APPROCHE
EXPÉRIMENTALE**

Célia MARTIN

Sous la direction de Anna **RUFÀ** & Véronique **LAROULANDIE**

Établissement : Université de Bordeaux – Collège Sciences et Techniques

Laboratoire : PACEA, UMR 5199

C. MARTIN, 2020.

Année 2019-2020

Mémoire de Master 2 Sciences et Technologies

Mention : Bio-géosciences

Parcours : *Préhistoire – Géoarchéologie – Archéozoologie*

Thème de recherche 3 : *Milieus, peuplements, modes de vie*

**PRÉLÈVEMENT DES PLUMES DES GRANDS RAPACES PAR LES
CHASSEURS-CUEILLEURS DU PALÉOLITHIQUE MOYEN À LA
TRANSITION DU PALÉOLITHIQUE RÉCENT : APPROCHE
EXPÉRIMENTALE**

Célia MARTIN

Sous la direction de Anna **RUFÀ** & Véronique **LAROULANDIE**

Établissement : Université de Bordeaux – Collège Sciences et Techniques

Laboratoire : PACEA, UMR 5199

Année 2019-2020

C. MARTIN, 2020.



Remerciements

Je souhaite remercier tout d'abord Anna Rufà et Véronique Laroulandie pour avoir proposé ce sujet qui fait partie du projet BirdTaph (obtenu par A. Rufà dans le cadre des projets post-doctoraux internationaux financés par l'Idex UB), et pour m'avoir encadrée tout au long de ce stage de cette année universitaire. Merci pour votre disponibilité, vos conseils, votre professionnalisme, votre bonne humeur et votre patience pour la réalisation de ce travail. Merci encore pour ce cours de statistiques en visioconférence, je me suis presque réconciliée avec les maths. Ce mémoire concrétise tout le plaisir que j'ai eu à travailler avec vous.

Je tiens également à faire mes remerciements à nos Ancêtres, sans qui, ce sujet n'aurait pas vu le jour.

Je remercie également Mathieu Langlais et Michel Brenet pour les éclats en silex qui nous ont permis de faire cette expérimentation. Je tiens aussi à remercier Sylvain Renou, qui a préparé les carcasses des différents rapaces. Merci pour ces quelques jours, j'ai beaucoup appris avec toi et j'ai passé de très bons moments. Un grand merci aux personnes du laboratoire PACEA, et plus particulièrement aux personnes dans la salle d'anatomie comparée.

Merci à toutes les deux, Marine et Laurine, pour vos multiples relectures, vos conseils et surtout votre bonne humeur (et votre sens de l'humour, haha) ! J'ai vraiment hâte de vous retrouver en fouilles cet été.

Ma promo, que dire, merci pour ces deux années qui sont passées comme une lettre à la poste ! Un grand merci au PGA, *aka* les « **P-Géants** », Ambre, Céline, Guillaume, Joy, Karl, Madeleine et Manon, les meilleurs selon moi, en toute modestie. Je ne peux évidemment pas oublier les « Compatibles Préhistoire », merci les gars !

In fine, grazie mille alla mia famiglia che erano qui, tutto il tempo! Vi amo così tanto! Grazie di avermi sopportata per tutti questi anni.



Table des matières

I.	INTRODUCTION	4
II.	ÉTATS DES CONNAISSANCES	5
2.1	OSTEOLOGIE DE L' AILE DES OISEAUX.....	5
2.2	LES PLUMES	5
2.3	QUESTIONNEMENT DE LA <i>COMPLEXITE CULTURELLE</i> CHEZ NEANDERTAL.....	6
2.4	L'UTILISATION DES RAPACES AU PALEOLITHIQUE MOYEN ET AUX CULTURES DE TRANSITION.....	7
2.5	NEANDERTAL ET LE PRELEVEMENT DES PLUMES DE RAPACES	8
III.	MATÉRIEL ET MÉTHODES	10
3.1.	LES CARCASSES DES GRANDS RAPACES	10
3.2.	LES OUTILS TRANCHANTS	11
3.3.	OBSERVATION DES STRIES DE DECOUPE	12
3.4.	ENREGISTREMENT DES DONNEES	13
3.5.	ENREGISTREMENT DES STRIES	14
3.6.	PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	19
3.6.1.	Description étape par étape : le prélèvement des plumes.....	19
3.6.2.	L'après expérimentation : la cuisson et le marquage.....	20
IV.	RÉSULTATS	23
4.1.	LES ACCIPITRIFORMES.....	23
4.1.1.	<i>Gypaetus barbatus</i>	23
4.1.2.	<i>Accipiter gentilis</i>	26
4.1.3.	<i>Haliaeetus vocifer</i>	28
4.1.4.	<i>Haliaeetus albicilla</i>	30
4.1.5.	<i>Aquila heliaca</i>	33
4.1.6.	<i>Aquila nipalensis</i>	35
4.1.7.	<i>Milvus migrans</i>	38
4.2.	LES STRIGIFORMES	40
4.2.1.	<i>Strix nebulosa</i>	40
4.2.2.	<i>Bubo bubo</i>	42
4.2.3.	<i>Bubo scandiacus</i>	44
V.	SYNTHÈSE ET DISCUSSION	46
5.1.	SYNTHESES DES STRIES PAR ELEMENTS ANATOMIQUES	46
5.1.1.	Les Humérus	46
5.1.2.	Les Ulnas.....	47
5.1.3.	Les Radius	48
5.1.4.	Les carpiens	49
5.1.5.	Les Carpométacarpes	49
5.1.6.	Les phalanges.....	50
5.2.	REPRESENTATIVITE DES STRIES DE DECOUPE.....	51
5.2.1.	Une espèce et/ou un genre présente-il plus de stries ?	51
5.2.2.	Y-a-t-il une différence entre les ossements longs et courts et entre le nombre de portions ?.....	52
5.2.3.	Les stries groupées, isolées, et leurs directions	54
5.2.4.	Les limites de l'expérimentation.....	56
5.2.5.	Comparaison du référentiel avec les autres expérimentations	58
5.2.6.	Comparaison du référentiel avec le registre archéologique.....	60
VI.	CONCLUSION	62
VII.	ANNEXE	64
VIII.	BIBLIOGRAPHIE	67



I. INTRODUCTION

Durant le Paléolithique, les chasseurs-cueilleurs ont parfois incorporé des oiseaux comme source de nourriture suivant leurs disponibilités dans leurs biotopes (Gómez-Olivencia *et al.*, 2018 ; Blasco *et al.*, 2019). Les Oiseaux ne sont pas uniquement source d'alimentation, ils présentent d'autres ressources en matières premières tels que les plumes, les tendons, les os longs ou encore les griffes. L'utilisation des grands rapaces par les chasseurs-collecteurs est un sujet d'intérêt croissant depuis une dizaine d'années. Toutefois, les référentiels disponibles sont peu développés pour interpréter les modifications observées sur les ossements archéologiques. C'est le cas des traces osseux d'oiseaux résultant du prélèvement des plumes de l'aile. Des études sur différents restes des ossements aviaires, ici du Paléolithique moyen et les cultures de transition, ont montré qu'un prélèvement de plumes était envisageable. Ces recherches ont mené à quelques expérimentations avec des grands rapaces et ont permis de confronter les données archéologiques (Peresani *et al.*, 2011 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Pedergnana et Blasco, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). À travers cette thématique, nous allons aborder le côté expérimental et ainsi combler ce manque d'information en créant un référentiel de comparaison et compléter les travaux déjà entrepris. Plusieurs questions vont être abordées le long de cette recherche :

- Qu'en est-il de cette partie de la chaîne opératoire du prélèvement des plumes ? Quelles sont les étapes et les gestes permettant un prélèvement des plumes des ailes sur les rapaces ?
- Quelles sont les caractéristiques des stries qui sont produites lors du prélèvement des plumes ? Y a-t-il des différences entre espèces et/ou genres, entre éléments anatomiques, entre faces et/ou portions ?
- Le prélèvement des plumes à l'aide d'un outil tranchant laisse-t-il systématiquement des traces sur l'os ? En d'autres termes, les stries de prélèvement des plumes des ailes sont-elles des épiphénomènes ?
- Enfin, les résultats obtenus seront-ils similaires avec les travaux précédents ?

Dans l'optique de répondre à ces questions, ce mémoire sera organisé en plusieurs chapitres. Le premier présente un rappel de l'ostéologie d'une aile d'oiseau, de la typologie des plumes ainsi qu'un état des connaissances concernant l'utilisation alimentaire et non alimentaire des grands rapaces au Paléolithique moyen et aux cultures de transition. Le matériel utilisé lors de l'expérimentation, les méthodes d'analyse utilisées et le protocole expérimental mis en œuvre composent le chapitre suivant. Viennent ensuite les résultats présentés pour chacune des espèces. Une synthèse exposant les tendances observées et la comparaison avec les autres expérimentations clos le mémoire.



II. ÉTATS DES CONNAISSANCES

2.1 Ostéologie de l'aile des Oiseaux

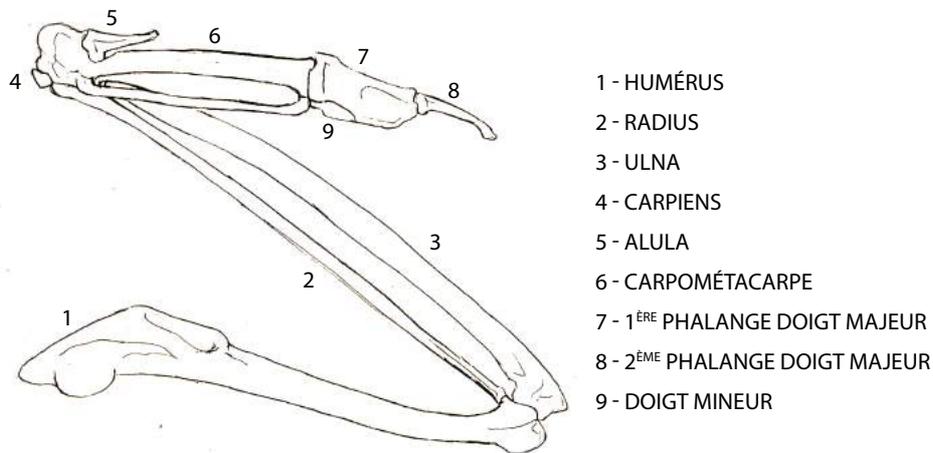


Figure 1 - Aile gauche légendée *Aquila sp.* modifiée d'après Milne-Edwards, 1867a.

NB : Plusieurs nomenclatures existent pour définir les doigts des oiseaux. Ici, nous nous sommes basé sur la nomenclature de Serjeantson (Serjeantson, 2009). À noter que le doigt I correspond à l'alula, le doigt II correspond au doigt majeur et se compose de deux phalanges. Enfin, le doigt III correspond au doigt mineur et se compose d'une phalange. De plus, les ossements des ailes des oiseaux sont creux et légers, caractérisant ainsi une adaptation au vol mais aussi de leur anatomie (Serjeantson, 2009).

2.2 Les plumes

Le corps des oiseaux est recouvert de plumes qui assurent différentes fonctions selon leurs emplacements et leurs morphologies. Les ailes fournissent des grands phanères qui sont implantés sur les différents ossements (Serjeantson, 2009, pp. 189-193 ; Fraigneau, 2017) :

- Le carpométacarpe et les phalanges supportent des grandes plumes assez rigides servant à la propulsion : ce sont des « rémiges primaires » ;
- L'ulna où les plumes sont plus courtes et ont la même fonction que *supra* : ce sont des « rémiges secondaires » ;
- L'humérus pouvant présenter un rôle intermédiaire entre les rémiges secondaires et scapulaires : ils sont nommés « rémiges tertiaires ».

À la base des rémiges, se trouvent les plumes de couverture ou tectrices, qui sont plus fines et plus souples que les premières et s'alignent en plusieurs rangées superposées. L'alula présente un petit

groupe de plumes formant « l'aile bâtarde », elles servent de stabilisateur pour le vol. Les plumes de la queue, nommées « rectrices » sont fixées au-dessus du pygostyle et ont plusieurs fonctions (directionnelles, stabilisatrices et freinages). Les oiseaux sont aussi pourvus de plumes de couverture (couverture sous-caudale) où certaines de leurs caractéristiques sont communes aux rectrices. Il y a une majorité de plumes qui couvrent le corps et protègent les oiseaux, ce sont les plumes tectrices. Ils présentent également des plumes d'isolation : le duvet, formant une enveloppe contre le corps. Enfin, en nombre réduit, des plumes de soins et des plumes sensibles comme les filoplumes présentes sur le corps (toiletage de l'oiseau) et les vibrisses autour du bec (ressentir la position).

2.3 Questionnement de la *Complexité culturelle* chez Néandertal

D'un point de vue archéologique, la diversification de la diète mais aussi des expressions (symboliques par exemple) par les Néandertaliens suggèrent des changements dans les comportements (par exemples écologiques, culturels) qui ont été acceptés depuis le XX^{ème} siècle (McBrearty et Brooks, 2000 ; D'Errico, 2003 ; Vandermeersch et Maureille, 2007 ; Villa et Roebroeks, 2014). L'inclusion de la chasse et des petits animaux dans l'alimentation néandertalienne a suscité une discussion et a permis de joindre les modèles écologiques aux différents aspects sociaux, environnementaux et culturels (McBrearty et Brooks, 2000 ; Villa et Roebroeks, 2014). Les preuves archéologiques suggèrent qu'un comportement moderne (par exemple cognitif, culturel) était représenté par des objets non utilitaires (colorants, ornements, etc.). Ceux-ci étaient déjà présents au MSA (Middle Stone Age) en Afrique et aussi au Proche-Orient (McBrearty et Brooks, 2000 ; Peresani *et al.*, 2011 ; Villa et Roebroeks, 2014) et ont été attribués aux humains modernes. Ces comportements renvoyant à une « Modernité culturelle », qui semblaient être différents entre les différents peuples préhistoriques (Néandertaliens, Châtelperroniens ou Uluzziens et Hommes modernes) (capacités d'innovations, symboliques par exemple) présentaient des similarités (par exemple, des parures à la Grotte du Renne, D'Errico, 2003) concernant des utilisations non alimentaires (McBrearty et Brooks, 2000 ; D'Errico, 2003 ; Villa et Roebroeks, 2014). Cela semble indiquer une émergence d'un comportement moderne indépendante pour les populations néandertaliennes remettant en discussion cette différence cognitive entre les Hommes anatomiquement modernes et les Néandertaliens dans la théorie de la révolution humaine (D'Errico *et al.*, 1998 ; McBrearty et Brooks, 2000 ; D'Errico, 2003 ; Villa et Roebroeks, 2014).



2.4 L'utilisation des rapaces au Paléolithique moyen et aux cultures de Transition

L'utilisation des oiseaux par les Néandertaliens et par les chasseurs-cueilleurs-collecteurs des cultures de la Transition indique d'une part, une diète diversifiée avec une capacité à chasser différents types de proies rapides, et d'autre part, une expression dans le comportement symbolique. Les rapaces sont une preuve de cette diversité, avec son incorporation ponctuelle comme nourriture ainsi que pour ses implications au niveau esthétiques ou symboliques (Gómez-Olivencia *et al.*, 2018 et références cités). Neandertal et ses contemporains ont chassé et consommé des rapaces de différentes tailles pendant le Paléolithique moyen et la transition Paléolithique moyen-récent (Châtelperronien, Uluzzien, etc.) (250 000 – 40 000 ans BP). Plusieurs sites en Europe offrent des témoins d'une utilisation des rapaces pour une probable consommation alimentaire (*e.g.* Gerbe *et al.*, 2010 ; Morin et Laroulandie, 2012 ; Gómez-Olivencia *et al.*, 2018).

Le site d'Axlor (Espagne) présente des restes d'oiseaux de tailles petites à moyennes (N = 18), ainsi que 3 restes d'aigle royal, *Aquila chrysaetos*. Sur l'un de ces vestiges d'aigle, il y a un fragment proximal de fémur avec une fracture fraîche et des stries renvoyant à un décharnement dans le but d'une consommation alimentaire (Gómez-Olivencia *et al.*, 2018). Il y a un parallèle avec le site des Fieux (France) avec une présence de traces sur un fémur d'aigle royal, montrant une désarticulation de la patte du tronc et une découpe des masses musculaires de la cuisse (Gerbe *et al.*, 2010). Les Néandertaliens recherchaient vraisemblablement de la viande. Cela renforce l'hypothèse d'une utilisation de ces animaux comme nourriture et pas seulement en matière première non-alimentaire (Gerbe *et al.*, 2010 ; Morin et Laroulandie, 2012 ; Gómez-Olivencia *et al.*, 2018). D'autres occurrences existent où l'Homme de Neandertal a possiblement utilisé les rapaces dans un but alimentaire, comme à la Grotte du Noisetier (France, MIS 3), où un humérus de *Falco sp.* présente des stries de boucherie (Morin et Laroulandie, 2012) (Annexe 1).

Les Hommes de Neandertal et les Hommes de la Transition du Paléolithique moyen-récent ont su exploiter les rapaces pour un but non alimentaire au cours du Paléolithique moyen et de la transition avec le Paléolithique récent. Les meilleurs exemples se situent dans une utilisation à but ornemental et/ou symbolique, suggérée par des preuves liées à une possible obtention des plumes et des griffes dans plusieurs sites archéologiques d'Europe. Cette utilisation est constatée, en France, dans les sites de Pech de l'Azé I (MIS 3) et Pech de l'Azé IV (< 100 000 ans), Combe-Grenal (< 90 000 ans), Les Fieux (60 000 – 40 000 ans BP), Mandrin (MIS 3, *ca.* 55 000 – 46 000 ans BP), Grotte de l'Hyène (MIS 3 ?) et Grotte du Renne (44 000 – 42 000 ans BP) ; dans la Péninsule Ibérique, aux sites de Gorham's Cave (50 000 – 27 500 ans cal BP), Vanguard Cave (50 000 – 40 000 ans cal BP) et Cova



Foradada (42 700 – 38 900 cal BP) ; en Italie, à la Grotte de Fumane (< 44 000 ans) et Rio Secco (MIS 3) et en Croatie avec Krapina (130 000 ans) (Soressi *et al.*, 2008 ; Dibble *et al.*, 2009 ; Peresani *et al.*, 2011 ; Finlayson *et al.*, 2012 ; Morin et Laroulandie, 2012 ; Romandini *et al.*, 2014 ; Radovčić *et al.* 2015 ; Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2019). Des traces anthropiques ont été observées sur les griffes et/ou les phalanges des pieds au niveau des articulations sur plusieurs grands rapaces diurnes. Des traces anthropiques sur des ossements de l'aile indiqueraient quant à elles, un prélèvement des plumes (Soressi *et al.*, 2008 ; Dibble *et al.*, 2009 ; Peresani *et al.*, 2011 ; Finlayson *et al.*, 2012 ; Morin et Laroulandie, 2012 ; Romandini *et al.*, 2014 ; Radovčić *et al.*, 2015 ; Gómez-Olivencia *et al.*, 2018 ; Mourer-Chauviré, 2019 ; Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2019) (Annexe 1).

2.5 Neandertal et le prélèvement des plumes de rapaces

L'exploitation des plumes ne se limite pas qu'aux grands rapaces et des oiseaux de différentes tailles étaient aussi utilisés (Peresani *et al.*, 2011 ; Finlayson *et al.*, 2012 ; Tagliacozzo *et al.*, 2013 ; Fiore *et al.*, 2016, 2019 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Mourer-Chauviré, 2019). Les marques trouvées sur les différents ossements de l'aile des grands rapaces dans des contextes archéologiques sont présentes à certains emplacements de l'humérus, de l'ulna, du radius et du carpométacarpe. Ces éléments squelettiques ont été étudiés sur plusieurs sites archéologiques. À la Grotte de Fumane (Moustérien, 44,8 – 42,2 ka cal BP et Uluzzien, 43 – 40,4 ka cal BP), des restes d'ulna d'*A. chrysaetos* ainsi que de *Gypaetus barbatus*, un humérus de *Falco vespertinus* ou encore un carpométacarpe d'un vautour moine par exemple présentait des traces (Peresani *et al.*, 2011 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Fiore *et al.*, 2016). À la Grotte de Castelcivita (Uluzzien 47,6 – 41,3 ka cal BP) en Italie, un humérus gauche de *Falco subbuteo* présente des stries de découpe (Fiore *et al.*, 2019). Quant à Gorham's Cave et Vanguard Cave à la Péninsule Ibérique (Finlayson *et al.*, 2012), des marques anthropiques sont présentes sur l'ulna d'un *A. chrysaetos* mais aussi de *Gyps fulvus*. Tous ces sites fournissent des preuves de manipulations par les humains de ces éléments squelettiques des différents individus. Les ulnas ont présenté des marques obliques sur le corps, au niveau des apophyses anconales. Les radius affichent des stries généralement obliques sur les parties distales et le carpométacarpe (CMC) arbore des stigmates sur ses parties proximale (processus alulaires entre autres) et distale (sur les faces articulaires du doigt mineur). À noter que les CMC peuvent présenter un *peeling* (désarticulation qui génère des traces spécifiques) pouvant être visible sur le processus extenseur, faisant référence à une désarticulation du carpométacarpe entre les carpiens, l'ulna et le radius (Peresani *et al.*, 2011 ; Finlayson *et al.*, 2012 ; Tagliacozzo *et al.*, 2013 ; Fiore *et al.*, 2016, 2019 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Mourer-Chauviré, 2019) (Annexe 1).



Cette idée de prélèvement des plumes de l'aile des grands rapaces par les Hommes préhistoriques se renforce avec plusieurs découvertes ayant eu lieu ces dernières années. Cependant, les référentiels pour le prélèvement des plumes sont peu présents et des études expérimentales ont été réalisées à partir de quelques spécimens. Étudier ces traces observées en contexte archéologique avec un référentiel expérimental permet de valider ces hypothèses de prélèvement de plumes et de soutenir les autres travaux ayant déjà eu lieu. Il est donc indispensable de mener des travaux expérimentaux et de comparer les données archéologiques avec les résultats des recherches effectuées.

Quelques études expérimentales ont eu lieu sur différents spécimens. Il y a eu une étude sur deux individus (*Gyps fulvus* et *Circaetus gallicus*) avec une utilisation d'éclats en silex non retouchés (Pederghana et Blasco, 2016). Une autre observation a été menée sur quatre autres individus (*Gypaetus barbatus*, un *Gyps fulvus* et 2 *Bubo bubo*) (Romandini *et al.*, 2016). Enfin, 4 spécimens de Vautour fauve (*Gyps fulvus*) ont fait l'objet d'une expérimentation pour un prélèvement de plumes mais aussi étudier le *peeling* sur le CMC, qui est directement en relation avec le prélèvement des plumes primaires. Dans cette dernière étude, il semble que les différences observées entre les 4 carcasses soient liées à la décision que l'expérimentateur a pris pour la limite du prélèvement des plumes. Pour 3 des 4 carcasses, le boucher a décidé d'utiliser le CMC comme limite pour les ailes. Pour le dernier individu, le boucher s'est arrêté au niveau du poignet, en laissant le CMC intact. Dans ce cas-là, les plumes primaires n'ont pas été prélevées (alors que les trois autres spécimens ont présenté des altérations importantes sur les CMC) (Blasco *et al.*, 2019). À travers ces différentes études (Pederghana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019), ils ont pu constater que les humérus avaient une tendance à se faire marquer sur ses parties distales, alors que les parties proximales et le corps ne présentaient que peu de stries de découpe. Les ulnas ont été très altérés par les stigmates principalement longitudinaux voire obliques, plusieurs groupes ont été observés principalement sur les parties distales et sur le corps. Ces traces sont à mettre en relation avec le prélèvement des rémiges secondaires qui étaient accrochées aux apophyses anconales de cet ossement. Le radius présentait également quelques altérations, localisées généralement sur le proximal, mais des groupes étaient visibles sur le corps. Le carpométacarpe est l'élément qui présentait le plus de stries de découpe (traces isolées et groupées). C'est un ossement qui est recouvert par de la peau et les plumes, il a donc tendance à être relativement plus marqué avec un outil en silex. Enfin, ils ont démontré que le prélèvement des rémiges primaires pouvait aussi produire des stries sur les phalanges. Cependant, pour les carpiens, seul le radial a présenté quelques traces. L'alula avait quelques traces également. Ces éléments n'ont pas été marqués sur toutes les expérimentations et sur tous les individus. Enfin, quant aux doigts majeur et mineur, aucune trace n'a été enregistrée (Pederghana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019) (Annexe 2).



III. MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1. Les carcasses des grands rapaces

Le matériel expérimental se compose de 10 individus de 10 espèces de rapaces, dont les carcasses étaient conservées dans des congélateurs au sein des locaux du laboratoire PACEA (Tableau 1). Les cadavres de ces spécimens dont les squelettes sont destinés à renforcer la collection d'anatomie comparée du laboratoire ont été légalement cédés à l'Université à titre gracieux par des parcs animaliers ou des centres de soin (les animaux légués sont décédés d'accident, de vieillesse, de maladie, etc.). Le choix des grands rapaces a été fait par rapport à ce qu'il y a dans le contexte archéologique durant le Paléolithique moyen et la Transition Paléolithique moyen-récent et en fonction de ce qui était disponible. Les carcasses qui ont été manipulées appartiennent à deux ordres : les Accipitriformes (diurnes) au nombre de 7 et les Strigiformes (nocturnes) au nombre de 3. Ces spécimens diffèrent également par leurs tailles respectives permettant ainsi d'aborder l'influence de ce facteur sur la quantité et l'emplacement des traces produites lors du prélèvement des plumes (Tableau 1). L'expérimentation a été effectuée par une seule personne (V. Laroulandie), ce qui permet de limiter l'effet de la variable « expérimentateur » et « débutant ». Ces travaux se sont déroulés sur 3 jours, du 29 au 31 octobre 2019, dans la salle « préparation de la faune » au 4^{ème} étage, dans le laboratoire PACEA (bâtiment B2, Bordeaux). Avant chaque prélèvement de plumes, nous avons préalablement décongelé les Oiseaux à température ambiante.

	Numéro d'inventaire	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Âge	Sexe	Envergure (cm)	Classe de poids
A C C I P I T R I F O R M E S	882	<i>Gypaetus barbatus</i>	Gypaète barbu	Ad. (7)	F	235-265	Grand
	384	<i>Aquila nipalensis</i>	Aigle des steppes	Ad.	F(a)	175-200	Moyen
	423	<i>Aquila heliaca</i>	Aigle impérial	Ad.	F	190-210	Moyen
	476	<i>Accipiter gentilis</i>	Autour des palombes de Sibérie	Ad.	M	100-120	Petit
	816	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	Ad.	M(a)	113-117	Petit
	885	<i>Haliaeetus vocifer</i>	Pygargue vocifer	Ad. (3)	M	210-265	Grand
	888	<i>Haliaeetus abicilla</i>	Pygargue à queue blanche	Ad.	F	200-245	Grand
S T R I G I F O R M E S	777	<i>Bubo bubo</i>	Hibou grand-duc	Ad. (2)	M(a)	155-180	Moyen
	814	<i>Bubo scandiacus</i>	Chouette harfang	Ad.	M	150-160	Moyen
	887	<i>Strix nebulosa</i>	Chouette lapone	Ad. (9)	M(a)	131-142	Moyen

Tableau 1 - Récapitulatif des rapaces utilisés pour l'expérimentation (Ad. = adulte ; (a) = sexage après autopsie) (Géroudet, 2013).

3.2. Les outils tranchants

Une dizaine d'outils en silex de type bergeracois ont été utilisés au cours de l'expérimentation. Ces derniers ont été taillés par M. Langlais et M. Brenet. Une étude tracéologique a été réalisée par M. Mesa. L'utilisation de tranchants d'éclats bruts a été préférée à celle d'éclats retouchés car ils « s'empâtent » moins lors de la découpe et nous sont apparus plus efficaces. Il y a eu une sélection de différents outils non retouchés en silex avant chaque expérimentation. Cette sélection s'est faite au sein d'un lot d'éclats bruts en fonction de plusieurs critères présumés : leur ergonomie et la régularité du tranchant actif (ou bord utilisé lors de la découpe). Ils ont été abandonnés lorsque le tranchant n'apparaissait plus fonctionnel pour la tâche réalisée. Certains de ces outils ont été utilisés pour la découpe de plusieurs carcasses, tandis que d'autres, se révélant rapidement inefficaces, ont servi brièvement (Tableau 2).

Numéro	Outil	Expérimentations	Numéro	Outil	Expérimentations
1		1 ; 2 ; 3	9		7
3		4 ; 5 ; 6	10		7
4		6	12		8
7		7	13		8
8		7	17		9 ; 10

Tableau 2 - Récapitulatif des outils bruts en silex utilisés pour le prélèvement des ailes (le bord actif est souligné en rouge).

3.3. Observation des stries de découpe

Les stries sont des empreintes visibles à la surface des ossements, c'est un résultat de l'action humaine sur un animal, où l'utilisation d'un outil tranchant a été nécessaire. Néanmoins, les stries de découpe peuvent être ou non différenciables selon l'usage en ressources alimentaires (boucherie entre autres) ou l'exploitation de l'animal en matières premières telles que les plumes. Cette étude des traces permet de reconstituer tout ou partie des étapes de la chaîne opératoire sur l'animal en question.

La différenciation entre les marques laissées par les Carnivores ou par l'Homme peut être difficile et a fait l'objet de recherches spécifiques. Bien que n'étant pas directement confrontée à cette difficulté au cours de notre travail, un bilan de la morphologie des stries de découpe est présenté en mettant en avant les critères diagnostiques. Ces stigmates présentent des sections en « V » et la présence de lignes parallèles (« *Shoulder effect* ») qui continuent la strie principale constitue un critère pour les reconnaître. Quelquefois, nous pouvons observer un autre phénomène qui est le « *Barb effect* », c'est un mouvement involontaire de la main causant un aller-retour de la strie en fin d'action (Shipman et Rose, 1983 ; Domínguez-Rodrigo *et al.*, 2009a, 2009b). Les stries sont susceptibles d'être simples ou multiples, d'avoir des dimensions ainsi que des profondeurs différentes et elles ne sont pas forcément parallèles à la strie principale (Lyman, 1994 ; Laroulandie, 2000 ; Costamagno *et al.*, 2019).

Les stries résultent du contact entre le tranchant de l'outil et l'os, elles ne sont pas intentionnelles, mais accidentelles. Lorsque les populations du passé pratiquaient ces différentes activités de boucherie, leurs buts n'étaient pas de laisser des traces sur les ossements mais de prélever des matières premières consommables ou non. En d'autres termes, ce n'est pas parce qu'il y a boucherie qu'il y aura systématiquement un enregistrement sous forme de stries sur les ossements. De ce fait, la fréquence des stries sur les différents ossements sont variables. Lyman (Lyman, 1994, pp. 301-303), expose le fait que les stries sont accidentelles et par conséquent, la fréquence des ossements avec des stries de découpe peut être un indicateur possiblement biaisé pour la reconstitution des comportements humains. Il se peut donc qu'il n'y ait aucun stigmate lors d'une pratique de boucherie. C'est un des aspects que nous allons étudier lors de ce travail (Lyman, 1994, pp. 301-303).

L'étude des stries de découpe a été effectuée avec une base de critères d'identifications. Nous avons décidé de faire une première lecture et de répertorier les possibles stries sur des schémas. Ces observations ont été vérifiées avec une confrontation de V. Laroulandie et A. Rufa sur un spécimen : *Bubo bubo* (Hibou Grand-Duc). Chaque ossement de l'aile a été observé indépendamment avant de croiser les informations de chacune des observatrices. Lors de cette comparaison, nous avons constaté

que j'avais bien repéré la majorité des stries. Cependant certaines n'avaient pas été remarquées bien qu'elles soient visibles et d'autres très fines et à patine blanchâtre ont posé problèmes. Ces différences sont dues à l'inexpérience de la lecture des traces et les « marques » qui ont posé problème résultaient vraisemblablement du nettoyage des ossements. Après cette première lecture « d'immersion » et les discussions qui ont eu lieu avec V. Laroulandie et A. Rufà, une deuxième lecture a été menée. Cette deuxième analyse, de nouveau réalisée sous binoculaire, a été faite de manière plus méticuleuse et chaque os a fait l'objet d'un schéma avec les représentations des stries comme précédemment. Une deuxième révision a été réalisée, sur un autre oiseau, *Gypaetus barbatus* (Gypaète barbu), avec la même méthode décrite *supra*. Nous nous sommes concentrées sur l'ensemble des stigmates présents sur les ossements de ce spécimen. Lors de cette confrontation, nous avons remarqué une forte analogie entre les différents schémas. Cependant, cette lecture qui a été plus méticuleuse et plus « généreuse » a présenté quelques erreurs. Les stries les plus fines et celles qui n'étaient presque pas perceptibles ont été annotées sur les schémas. Au vu de la discussion qui a accompagné cette observation, nous avons décidé d'écarter les marques les plus fines et qui sont les moins visibles, car dans un contexte archéologique, ces stigmates n'auraient pas été qualifiés avec certitude comme des stries. À partir de ces confrontations et des discussions, une troisième lecture a été réalisée sur l'ensemble des spécimens, de manière à revoir les ossements pour lesquels la présence de stries n'était pas certaine.

3.4. Enregistrement des données

Afin de standardiser le plus possible la prise d'informations pendant l'expérimentation, une fiche d'enregistrement individuel pour chacune des ailes a été créé et comprenait les données suivantes :

- Les informations générales de l'espèce (nom, sexe et âge, numéro d'inventaire) ;
- L'objectif de l'expérimentation, à savoir le prélèvement des plumes ;
- L'/Les outil(s) lithique(s) utilisé(s) (numéro, matière première, type, schéma en précisant le bord actif utilisé) ;
- La description et l'observation des ailes (temps pour chaque aile, main dominante, la position de l'expérimentatrice, l'angle de l'outil, les directions de la découpe, le type de mouvement) ;
- Les remarques diverses venues lors de ces travaux ainsi que les perturbations ayant eu lieu (changements d'outils, possible rigidité des spécimens liée à la déshydratation).

Chaque spécimen a fait part d'une description générale de l'individu et d'un schéma annoté. Les possibles stries de découpe que nous pensions avoir laissées lors de la boucherie et qui seront

confrontées aux stries réellement produites lors de l'analyse des ossements et qui ont été annotées sur les fiches. (Annexe 3).

Ces notes ont été complétées par la prise de photographies et de vidéos numériques constituant ainsi un moyen approprié de parachever les observations. La détermination anatomique et la latéralisation ont été faites avec la collection de comparaison des espèces aviaires dans la salle d'anatomie comparée du laboratoire PACEA, Université de Bordeaux. L'observation de la surface osseuse des différents ossements a été effectuée avec une loupe binoculaire Leica EZ4 possédant un grossissement allant de 8 à 35 et avec une lumière rasante. Les traces observées ont été reportées sur des planches ostéologiques représentant les différentes faces des ossements. Ces planches ont été réalisées d'après des dessins originaux.

3.5. Enregistrement des stries

NB : Les planches réalisées ont été faites à partir d'une espèce d'Accipitriformes et une espèce de Strigiformes et sont utilisées pour les 10 rapaces. À savoir que ces oiseaux ne sont pas tous de la même taille. Pour simplifier, nous avons décidé de ne pas mettre d'échelle.

Plusieurs dénominations scientifiques existent pour nommer les positions de référence des ossements d'oiseaux (Milne Edwards, 1867a, 1867b ; Cohen et Serjeantson, 1996 ; Livezey et Zusi, 2006 ; Serjeantson, 2009 ; Bochenski et Tomek, 2009). Pour mon étude, j'ai décidé d'utiliser les termes suivants (Figure 2) :

- Antérieure (correspond aux termes de ventral et crânial) ;
- Postérieure (correspond aux termes de dorsal et caudal) ;
- Latérale ;
- Médiale.



Figure 2 - Exemple des différentes faces d'un humérus droit de l'*A. heliaca* (espèce Accipitiformes).

Pour enregistrer les différents ossements des grands rapaces et répertorier les stries de découpe, j'ai segmenté virtuellement l'os en différentes parties. Cela permet d'avoir une meilleure vision de l'os et ainsi d'en faire une analyse plus rigoureuse. Pour cela je me suis inspirée des travaux déjà publiés (Gourichon, 1994 ; Cohen et Serjeanston, 1996 ; Laroulandie, 2000). De cette façon, les os longs ont été divisés (humérus, ulna et radius) en 5 portions (Figure 3) :

- **Portions 1 et 2** : extrémité proximale et corps proximal
- **Portion 3** : partie médiane du corps de l'os
- **Portions 4 et 5** : corps distal et extrémité distale

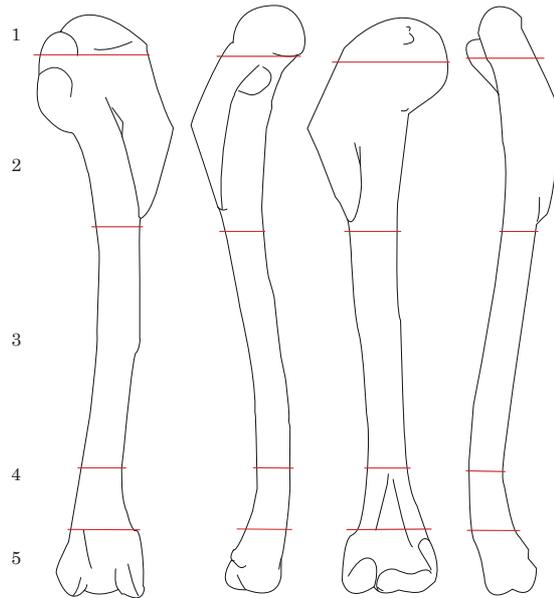


Figure 3 - Modèle de segmentation en différentes portions sur les 4 faces (1 : extrémité proximale ; 2 : corps proximal ; 3 : partie médiane du corps de l'os ; 4 : corps distal ; 5 : extrémité distale), exemple de l'humérus droit de l'*A. heliaca* (Accipitriformes).

Pour le carpométacarpe, la segmentation est réduite, en 3 portions (Figure 4) :

- **Portion 1** : Extrémité proximale
- **Portion 2** : Corps
- **Portion 3** : Extrémité distale

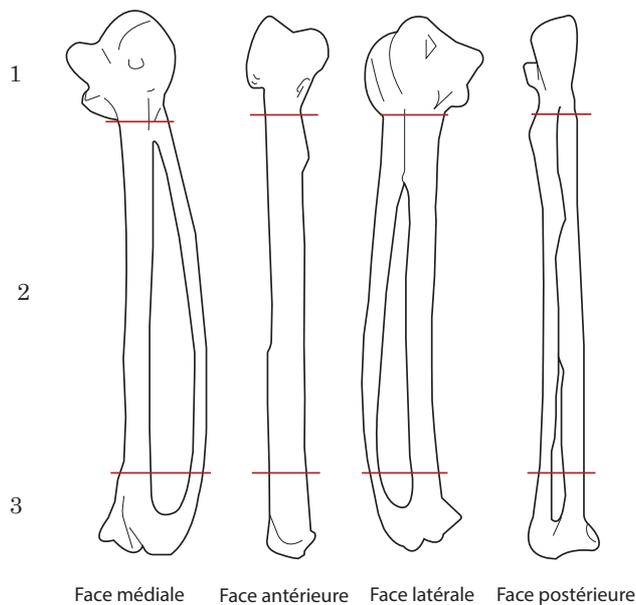


Figure 4 - Modèle de segmentation en 3 portions (1 : partie proximale ; 2 : corp médiane de l'os ; 3 : partie distale) sur les 4 faces, exemple du carpométacarpe droit de l'*A. heliaca* (Accipitriformes).

Enfin pour les phalanges et les carpiens, aucune division virtuelle n'a été faite car ces ossements sont de petites tailles, la segmentation est donc inutile.

L'interprétation du matériel osseux ne va pas uniquement dépendre de l'identification des espèces, mais de leur état. Enregistrer aire par aire va permettre de quantifier et d'analyser précisément l'emplacement de ces modifications. Ici, nous avons décidé de se rapprocher de la méthode utilisée par The Faunal Remains Unit (University of Southampton) (Serjeanston, 1991). Chaque os est divisé en plusieurs surfaces. Nous avons, au préalable, segmenté virtuellement les os longs en 5 portions et les CMC en 3 (Figure 3 ; Figure 4). Ici, nous décidons de subdiviser ces portions en différentes aires pour la description des ossements (Figure 5 ; Figure 6). Ainsi, la lettre **a** correspond à la moitié des faces antérieure, postérieure et à la face médiale. Alors que la lettre **b** renvoie à l'autre moitié des faces antérieure, postérieure et à la face latérale. Cette méthode est appliquée pour les os longs et le CMC, excepté pour le radius. Ce dernier, bien que ce soit un os long, est un élément fin et appliquer cette méthode de division en **ab** ne sera pas optimale pour la description. Nous avons allégé ce système, en divisant cet os en 5 zones, et ainsi, les aires **a** correspondent aux faces antérieure et latérale et les aires **b** correspondent aux faces médiale et postérieure (Figure 7). Pour les os courts, une description par faces sera réalisée, cette méthode étant le plus approprié pour ce cas-ci.

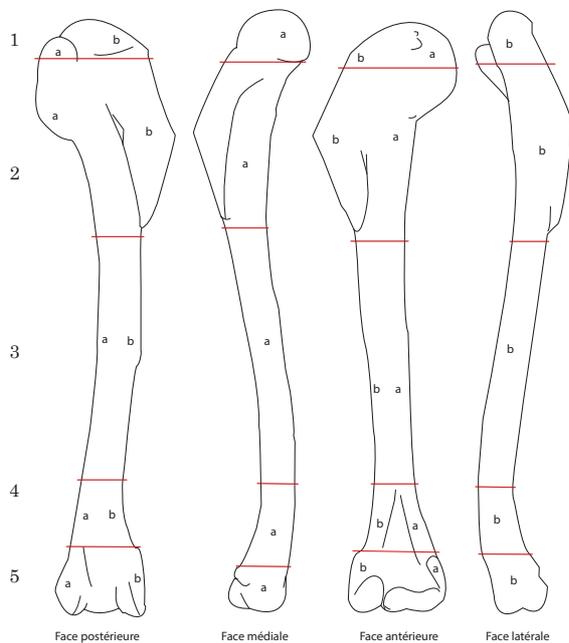


Figure 5 - Exemple de division par portions et par zones de l'humérus droit de l'*A. heliaca* (Accipitriformes).

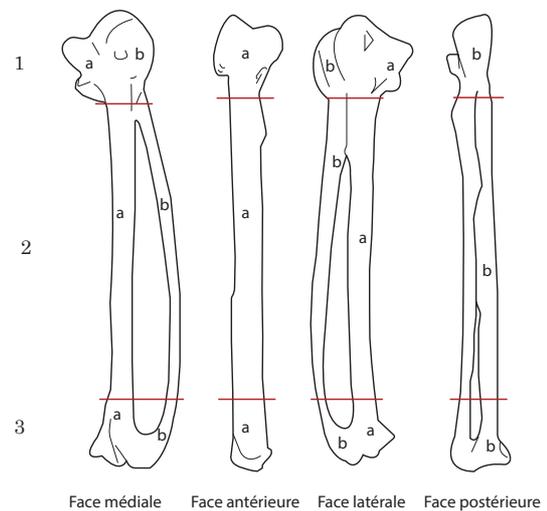


Figure 6 - Exemple de division par portions et par zones du carpométacarpe droit de l'*A. heliaca* (Accipitriformes).

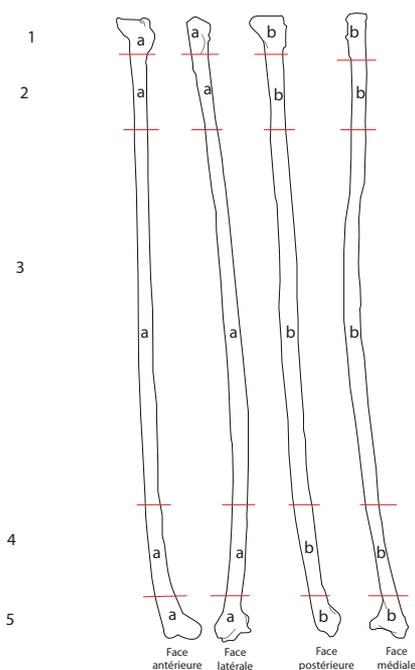


Figure 7 - Exemple de division par portions et par zones du radius droit de l'*A. heliaca* (Accipitriformes).

Pour répertorier toutes ces données, la création d'une base de données avec des codes (Tableau 3) sous Excel de ©Microsoft a été nécessaire, permettant ainsi de compléter les informations avec les planches ostéologiques réalisées à la main puis passées sous Illustrator de la suite ©Adobe. Certaines photographies ont été éclaircies et recadrées sous Photoshop de la suite ©Adobe.

Les stries de découpe ont été classées et répertoriées suivant un procédé précis. Les marques ont été catégorisées suivant les différentes portions des ossements (voir *supra*, Figure 3 ; Figure 4) et de la façon suivante. Si le nombre de stries sur une zone restreinte (sur une surface articulaire par exemple) est $n = 1$, alors la strie est **isolée**. Au contraire, si le nombre de stries dans cette même zone est $n > 1$ alors ce sont des stries **groupées**. Sur une même portion (décrites *supra*), il est possible de retrouver plusieurs groupes de stries et plusieurs stries isolées. Ensuite, la morphologie des stries devait être déterminée. Soit une strie se caractérise par une ligne continue directe, dans ce cas-là, la strie est **droite**. Soit, une strie se caractérise par une ligne continue sinueuse, elle est donc **incurvée**. À noter que les deux types de morphologiques peuvent être présents sur une même face voire une portion. Enfin, l'orientation des marques par rapport à l'axe allongé de l'os doit être renseignée. Si la strie se trouve dans le même axe d'allongement de l'os, elle est **longitudinale**, au contraire, si elle est verticale à l'axe d'allongement de l'os, la strie est dite **transversale**. Si la trace n'est ni parallèle ni perpendiculaire à l'axe d'allongement de l'os, elle est **oblique**. Par exemple, sur la portion 2 de la Face Antérieure (FA2) de l'humérus droit du *Gypaetus barbatus*, il y a 5 traces groupées qui sont droites et transversales, le code est : GDT (Tableau 3).

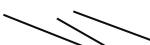
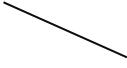
Nombre de stries		Morphologie des stries		Orientation des stries	
	Isolée (I) (N = 1)		Droit (D)		Longitudinale (L)
	Groupée (G) (N > 1)		Incurvée (In)		Oblique (O)
					Transversale (T)

Tableau 3 - Enregistrement des stries de découpe suivant les critères de description.

3.6. Protocole expérimental

3.6.1. Description étape par étape : le prélèvement des plumes

Pour cette étude, l'expérimentatrice se tenait debout et les carcasses étaient posées sur une table de dissection. Cette contrainte du traitement des oiseaux est liée aux respects des normes sanitaires. Le choix du prélèvement des plumes des grands rapaces en contexte expérimental a été déduit de l'archéologie avec une mise en pratique dans des conditions sanitaires et d'hygiène en vigueur.

Après que l'expérimentatrice a choisi son outil lithique, elle commence par faire des incisions circulaires au niveau proximal de l'humérus pour séparer les plumes des ailes des plumes scapulaires en passant sous l'aisselle (A et B, Figure 9). Puis des incisions longitudinales (C, Figure 9) sur le corps interne de l'humérus jusqu'à sa partie distale sont réalisées (D et E, Figure 9). Plusieurs gestes répétés ont été nécessaires pour faire toute la diaphyse de l'humérus. Parvenu à la partie distale de l'humérus, l'expérimentatrice a fait plusieurs incisions plus ou moins circulaires. Au niveau du coude (la jonction de l'humérus avec l'ulna et le radius) la peau est en contact presque direct avec les ossements, il est donc plus délicat de prélever les plumes, de ce fait, plusieurs mouvements circulaires et obliques ont été essentiels pour cette étape (E, Figure 9). Une fois que les incisions au niveau du coude ont été faites, des entailles longitudinales sont effectuées le long de l'ulna et du radius. L'expérimentatrice réalise des incisions transversales le long du corps de l'ulna, aux emplacements des apophyses anconales (F, G et H Figure 9). Le but est de séparer les rémiges secondaires de l'ulna. Vient ensuite la zone du poignet qui correspond à l'articulation entre l'ulna, le radius, les carpiens (ulnaire et radial) et le carpométacarpe. C'est une étape plus compliquée car il y a également l'alula (phalange du doigt I qui porte les rémiges bâtarde) (I, J et K, Figure 10). Lors de la découpe au niveau du CMC, nous avons remarqué qu'il était plus difficile de détacher les plumes de cet os. L'expérimentatrice a donc effectué des entailles rotatifs et obliques au niveau du proximal du

carpométacarpe, pour mieux ôter la peau au niveau du poignet. Cette partie de l'aile est fortement attachée aux articulations et les plumes sont intimement collées sur le carpométacarpe. En effet, la peau, fine, adhère davantage à cet ossement, traduisant plusieurs gestes différents lors de l'expérimentation. De nombreuses incisions obliques et longitudinales ont été faites le long du corps du carpométacarpe (K, Figure 10). Nous avons observé lors des différentes expérimentations que les plumes de l'alula restaient accrochées à l'os. Ensuite, de multiples entailles longitudinales jusqu'aux phalanges du doigt majeur ont été effectuées (L et M, Figure 10). En complément de ces incisions, des gestes de découpe obliques ont été effectués sur la face dorsale, puisque c'est sur cette face que s'insèrent les plumes. Enfin, des incisions sont faites longitudinalement jusqu'aux phalanges alaires de façon à récupérer toutes les plumes (M, Figure 10), jusqu'à la dernière (N et O, Figure 10). Dans l'attente de la préparation des squelettes, les carcasses ont été recongelées. Les masses musculaires ont été grossièrement enlevées en prenant soin de ne pas laisser de traces sur l'os.

3.6.2. L'après expérimentation : la cuisson et le marquage

Une fois décongelées, les carcasses furent décharnées plus finement par S. Renou, toujours en évitant le contact direct avec la surface osseuse pour ne pas laisser de stigmates pouvant tromper la future lecture des ossements. Puis elles ont été bouillies dans un premier bain d'eau pendant plusieurs heures. Les ossements ont ensuite été rincés et nettoyés pour enlever le maximum de tissus mous, toujours en veillant à ne pas laisser de traces parasites. Les os longs ont été percés à la dremel afin de nettoyer l'intérieur de l'os, souvent gras. Un à plusieurs autres bains à l'eau chaude ont été nécessaires en particulier lorsque la carcasse était grasse (Figure 8). Des ossements trop gras empêchent une bonne lisibilité des stries de découpe.



Figure 8 - Préparation des ossements dans l'eau bouillante (C. Martin, 2020).

Par la suite, les ossements ont été placés sur un plateau pour sécher, puis ils ont été marqués de leur numéro d'inventaire à l'encre indélébile. Enfin, 3 os, généralement le crâne, le pelvis et le sternum ont été annotés du numéro d'inventaire et du nom vernaculaire de l'espèce.



Figure 9 - Incisions et détails du proximal de l'humérus gauche du *B. bubo* (A, B et C) ; Découpe de l'humérus gauche *A. heliaca* au niveau proximal (D) et au niveau distal (E) ; Ulna visible avec les insertions des rémiges secondaires de l'aile droite du *B. bubo* (F) ; Découpe de l'ulna et du radius de l'aile droite du *B. bubo* (G) ; Détail de la découpe de l'aile gauche de l'*A. heliaca* (H) (Photo : A. Rufà).



Figure 10 - Découpe au niveau du poignet du *B. bubo* (I) ; Détail de l'aile gauche de l'*A. gentilis* (J) ; Découpes longitudinales sur le carpométacarpe de l'*A. heliaca* (K) ; Détail du doigt majeur de l'aile gauche de l'*H. albicilla* (L) ; Dernières plumes sur la phalange du doigt majeur de l'aile droite du *B. bubo* (M) ; Plumes prélevées de l'aile gauche de l'*H. vocifer* (N) ; Plumes prélevées de l'aile gauche du *B. bubo* (O) (Photo : A. Rufà).

IV. RÉSULTATS

Cette étude comprend un corpus de 200 ossements. Les stigmates laissés lors de l'expérimentation, sont décrits ci-dessous pour les différents ossements de chacun des spécimens. En moyenne, le prélèvement des plumes d'une aile a duré 16,4 minutes, le prélèvement de plumes le plus long a duré 29 minutes et le plus court 7 minutes (avec une moyenne pour l'aile droite de 18,6 minutes et pour l'aile gauche de 15,2 minutes).

4.1. Les Accipitriformes

4.1.1. *Gypaetus barbatus*

Des stries de découpe sont visibles sur 75% des ossements de l'aile du Gypaète barbu dont tous les os constituant du zeugopode et du stylopode. 7 portions sur les 40 des **humérus** (17,50%) présentent au moins une strie de découpe. Sur l'humérus droit, des stries de découpe groupées et transversales sont présentes sur l'aire **2a** de la face antérieure. Quant à l'humérus gauche, il est pourvu d'un groupe de stries principalement transversales dont une qui est oblique sur la surface **3ab**, sur la face antérieure. Ces deux ossements portent des traces obliques et transversales sur leurs parties **5ab**, observables sur les faces postérieures et antérieures. Les **ulnas** affichent au moins un stigmate sur 7 des 40 portions (17,50%). Sur l'ulna droit, une trace isolée est située dans la zone **1a** de la face postérieure. Sur ce même os, des stigmates groupés et obliques sont dans la zone **2ab** sur la face antérieure. Des traces avec la même orientation sont à noter sur la même surface mais sur la face postérieure de l'ulna gauche. Au niveau de l'aire **4ab**, des empreintes groupées et obliques sont visibles sur la face postérieure du gauche. Enfin, sur les zones **4b** et **5ab** de l'ulna droit, différentes traces sont observables sur les faces antérieure et postérieure. Quant aux **radius**, 10% des portions avec au moins une strie sont visibles sur toutes leurs faces (4 portions sur 40). Sur le radius droit, plusieurs traces groupées obliques se trouvent dans l'aire **2a** de la face antérieure. Sur ce même os, mais sur la face postérieure, un groupe de stries transversales est observable sur la zone **2b**. S'en suit, une strie isolée longitudinale dans l'aire **3b**, sur la même face que précédemment citée. Quant au radius gauche, au niveau de la même zone cité *supra*, il y a des traces groupées transversales et obliques, dont une longitudinale incurvée. Enfin, des groupes de stries obliques parcourent les zones **4a** et **5a** de la face antérieure du droit. Uniquement les **ulnaires** et les **radials** droits ont été marqués. Les deux ossements présentent 1 face sur les 6 avec au moins une strie de découpe (16,67%). Le premier est pourvu d'un groupe de 2 stries obliques sur sa face postérieure et le second présente également un groupe de 2 stries obliques sur la face postérieure. Quant aux **carpométacarpes** – 5

portions sur 24 (20,83%) de leurs faces présentent des stigmates – uniquement le droit est marqué. Dans l'aire **1a**, il y a un groupe de stries droites et longitudinales sur sa face médiale. Plusieurs stries sur le corps au niveau des zones **2ab**, de toutes les orientations, se trouvent sur le corps majeur de l'os, ainsi qu'une strie longitudinale sur le corps mineur (aire **2b**) au niveau des faces médiale, antérieure et latérale. Enfin, dans la zone **3b**, des stries groupées et obliques sont observables sur la face médiale. Les **alulas** présentent des groupes de stries droites, obliques et longitudinales sur ses différentes faces. Il y a 5 faces sur les 6 des deux ossements qui affichent au moins une trace (83,33%). Pour l'ossement gauche, deux groupes de stries se distinguent, l'un oblique sur la face latérale et l'autre longitudinal sur la face postérieure. Pour l'alula droite, il y a plusieurs groupes obliques et longitudinales sur les faces antérieure, latérale et postérieure. Enfin, il n'y a que **la première phalange du doigt majeur** gauche qui porte des stries de découpe. Celle-ci arbore sur une face sur 6, au moins un lot de stries (16,67%). Sur la face latérale, plusieurs groupes de stries obliques sont observables. Les **secondes phalanges du doigt majeur** présentent des traces longitudinales sur les faces latérales des deux ossements. Elles affichent 3 lots de stries sur 6 faces (50%) des deux éléments squelettiques. Des groupes de stries obliques sont observables sur la face antérieure du droit. Le **doigt mineur** gauche est pourvu d'empreintes obliques sur sa face médiale. Ce dernier a au moins un stigmate sur une des 4 faces des deux ossements (25%) (Figure 11).

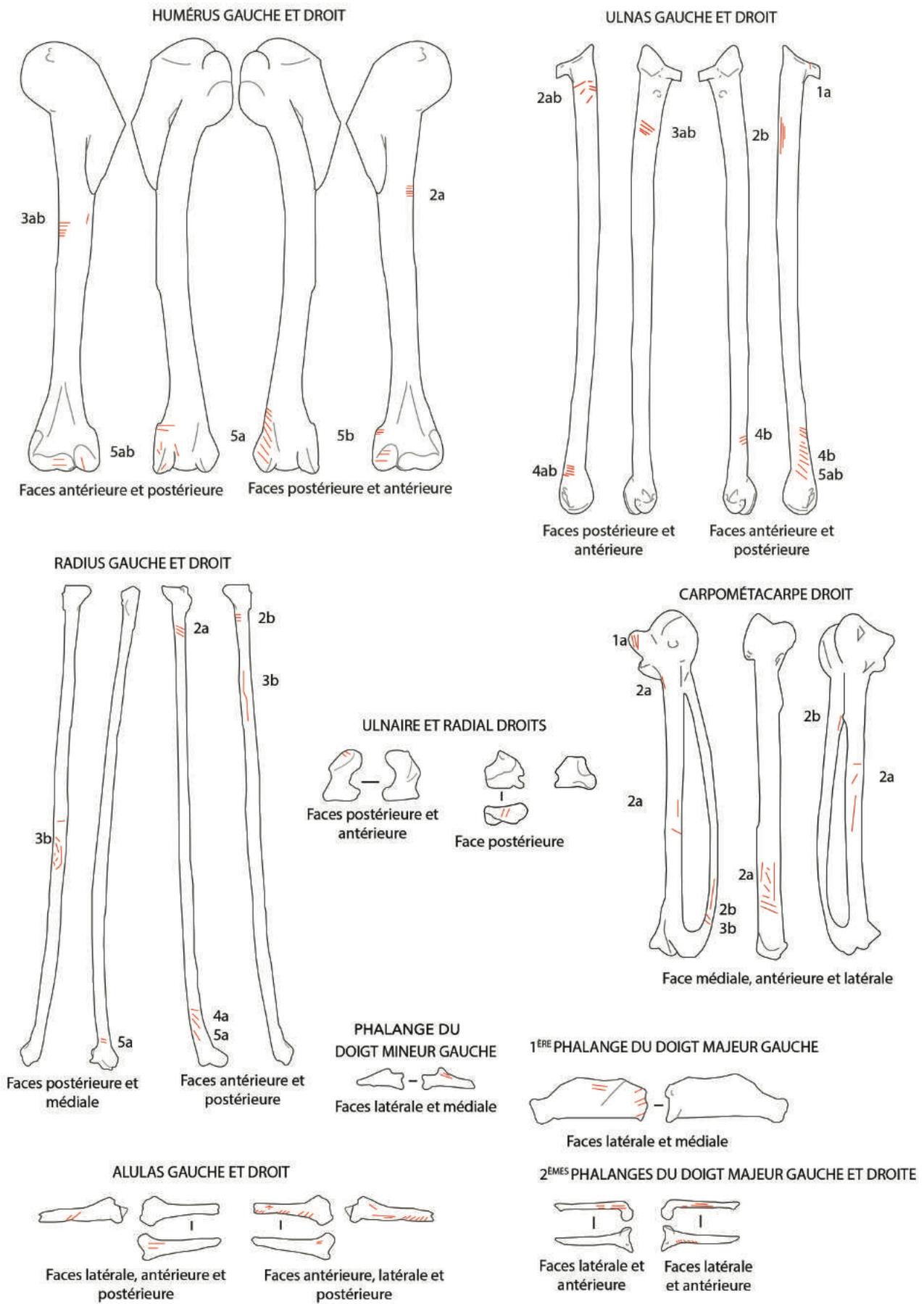


Figure 11 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche du Gypaète barbu.

4.1.2. *Accipiter gentilis*

60% des os de l'aile de ce spécimen portent au moins une strie. Les **humérus** présentent au moins une strie de découpe sur 5 des 40 portions (12,50%). L'humérus porte une trace isolée transversale dans la zone **1a** et une trace isolée oblique dans la zone **2a** de la face antérieure. Sur ce même os, au niveau de la surface **2b**, il y a une strie isolée oblique. Plusieurs traces groupées obliques sont visibles sur la zone **3ab** de la même face. Enfin, sur la face postérieure de l'humérus gauche, une strie transversale est observable sur la zone **4a**. Quant à l'humérus droit, nous avons des traces obliques sur les aires **1b** des faces antérieure et postérieure. 8/40 des portions des **ulnas** portent au moins une trace (20%). L'ulna gauche présente une trace isolée oblique sur la surface **1ab** de la face postérieure. Alors que l'élément droit est pourvu d'un stigmatte longitudinal sur la zone **1b** de la face postérieure. Quelques traces sont incurvées et droites dans l'aire **2ab**, de l'ulna gauche sur les faces postérieure et antérieure. Sur les deux ulnas, des groupes de stries obliques longitudinales se distinguent sur le corps en **3ab** sur les faces postérieure et /ou antérieure. De plus, deux stigmates groupés obliques à la zone **4a** sur la face postérieure du gauche et plusieurs traces, isolées et groupées dans les aires **4ab** sur les deux faces du droit. Enfin, une trace isolée oblique se trouve au niveau de l'aire **5ab** de l'ulna droit. 7 portions sur les 40 des deux **radius** affichent des marques (17,5%). Les radius sont pourvus de stries transversales isolées et groupées sur les surfaces **3a** de la face antérieure et **3b** de la face postérieure. Il y a également plusieurs groupes de traces obliques et transversales dans les aires **4a** et **4b** sur les deux faces de ces ossements. Enfin, des stries obliques et transversales se situent au niveau des zones **5b** et **5a** du radius gauche, respectivement sur les faces postérieure et antérieure. Les **ulnaires** présentent des stries de découpe, il y a une strie oblique sur les deux ossements sur leurs faces postérieure et antérieure. Ces stries sont réparties sur 2/6 des faces des deux éléments squelettiques (33,33%). Les **carpométacarpes** sont représentés par 25% soit 6 portions sur 24 affichent au moins une marque. Une strie isolée oblique est observable sur l'aire **1b** de la face latérale et un groupe transversal sur l'aire **1a** de la face médiale du CMC gauche. Des groupes de stries plutôt transversales et obliques se trouvent sur le proximal du corps majeur (**2a**) au niveau des faces médiales et latérales des deux ossements. D'autres stigmates groupés ou isolés, obliques ou longitudinales, se situent en **3a** des deux CMC sur les faces médiales et/ou latérales. Les deux **premières phalanges du doigt majeur** sont chacune marquées d'une strie isolée qui est localisée, sur la face médiale ou latérale. Ces stigmates sont visibles sur 2 faces sur 6 (33,33%) des éléments squelettiques (Figure 12).

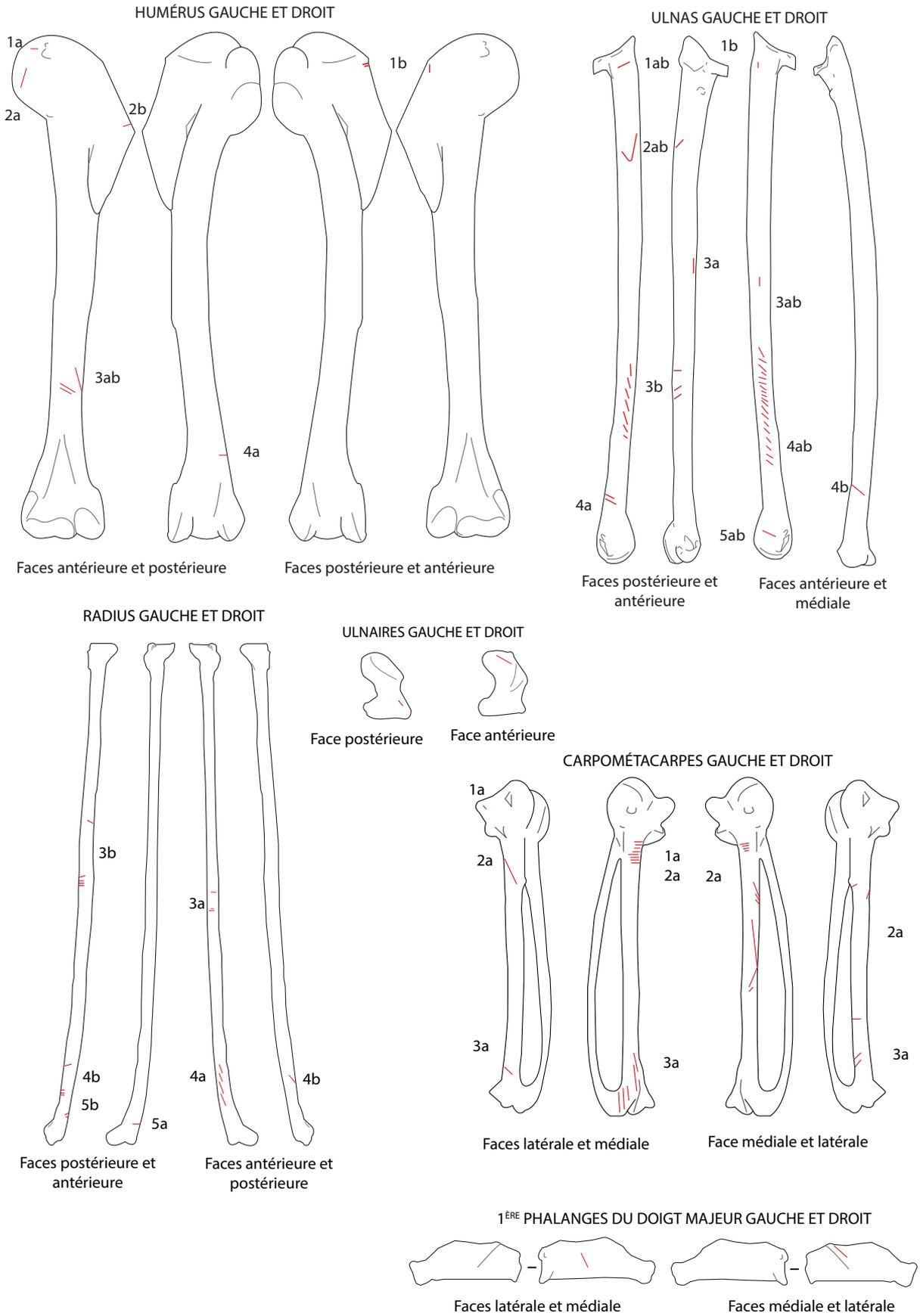


Figure 12 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche de l'Autour des Palombes de Sibérie.

4.1.3. *Haliaeetus vocifer*

Des traces affectent 12 des 20 ossements de l'aile du Pygargue vocifer, soit 60%. 12 portions sur les 40 des deux **humérus** présentent au moins un stigmate (30%). L'humérus droit est pourvu d'une strie isolée longitudinale dans l'aire **1a** de la face antérieure. Ce même os est fourni de groupes de stries obliques sur la zone **2b** de la face antérieure et de stries plutôt longitudinales sur la zone **2a** de sa face postérieure. Son homologue présente des stigmates obliques et groupés sur sa face antérieure, sur les aires **2a** et **2b**. Des groupes de traces longitudinales et obliques sont à noter sur la face **3ab** de la face antérieure du gauche. Sur cette même zone, il y a des groupes de empreintes transversales sur les faces antérieure et postérieure du droit. Ce dernier présente un petit groupe de deux stries transversales en **4b** sur la face antérieure. Son extrémité distale est marquée de plusieurs faisceaux de stries transversales ou obliques sur les faces antérieure et antérieure (aires **5a** et **5b**). Son symétrique montre également une strie sur la face postérieure en **5b**. 15% de lots de stries sont réparties sur 6 des 40 portions des **ulnas**. L'ulna gauche expose une trace isolée transversale située en **1a** de la face antérieure. Des groupes de stries obliques et transversales s'observent dans la zone **2a** sur les deux faces de l'ulna droit. Sur le corps (**3ab**) un groupe d'incisions obliques s'observe sur la face postérieure du gauche. Des traces isolées longitudinales sont présentes dans les aires **4a** et **5a** respectivement sur la face antérieure de l'ulna gauche et sur la face latérale du droit. Il y a 6 portions sur les 40 qui affichent au moins une strie (15%) sur les **radius**. Les deux ossements présentent des traces obliques ou longitudinales dans les zones **1a**, **2b** ou **2a** qui sont visibles sur les faces postérieure et/ou antérieure. Dans l'aire **3a**, plusieurs stries de différentes orientations sont enregistrées sur les faces antérieures des deux éléments. Un groupe de stries obliques est observable dans la zone **4a** de la face antérieure de l'ossement droit. Ainsi qu'un groupe de 3 stries obliques dans la surface **5b** de la face postérieure de son symétrique. Seul le **radial** gauche est pourvu d'une strie oblique sur sa face latérale. Il est pourvu de 16,67% (1 face sur les 6) de lot de stries sur ses faces. Quant aux CMC, 7 portions sur les 24 (29,17%) arborent des stigmates sur ces éléments. Plusieurs traces isolées et obliques sont à noter sur les faces médiales du gauche (**1a**) et du droit (**1b**). Nous observons des groupes de stries obliques et une strie incurvée sur le corps majeur (**2a**) des faces latérale et/ou médiale des deux ossements. Un groupe de stries longitudinales est présent sur le corps mineur (**2b**) de la face médiale du droit. En vue médiale du CMC gauche, une strie isolée longitudinale est observable sur la zone **3b**. La **première phalange des doigts majeurs** est pourvue de groupes de stries longitudinales sur les faces médiales et latérales des deux ossements. 33,33% (2 faces sur 6) des faces sont pourvues de marques sur ces éléments. Seule la **seconde phalange** gauche du doigt majeur est marquée sur sa face antérieure par un groupe de stries obliques. Celles-ci sont représentées par des stries sur l'une des 6 faces (16,67%) (Figure 13).

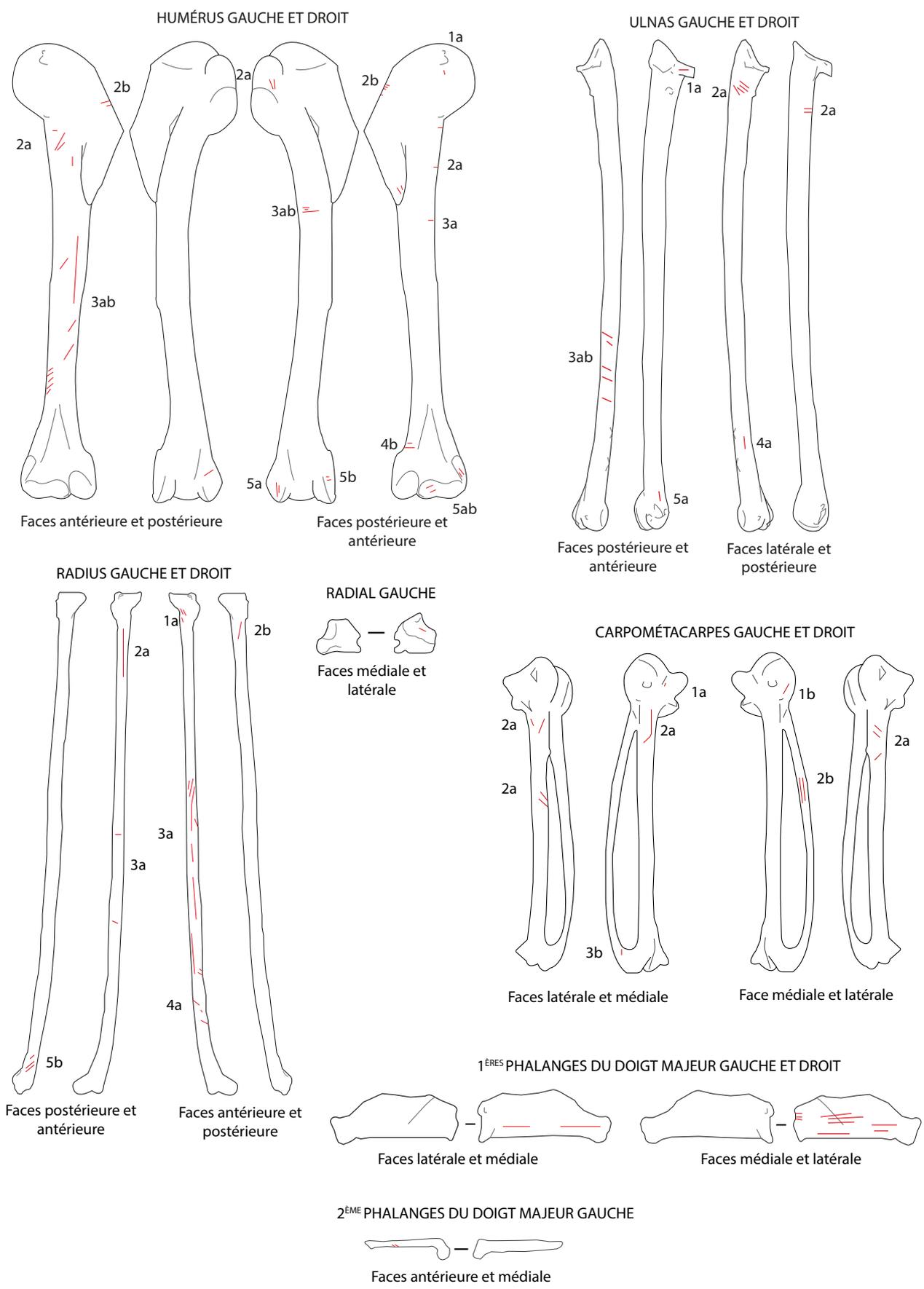


Figure 13 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche du Pygargue vocifer.

4.1.4. *Haliaeetus albicilla*

Cet individu présente des marques de découpe sur 16 ossements, soit 80%. 15 portions sur les 40 des deux **humérus** affichent au moins une strie (37,50%). Ces derniers sont pourvus de stries isolées et obliques dans les aires **1a** de la face antérieure du gauche et de la face postérieure de son homologue. Sur l'humérus droit, il y a des stries groupées obliques et longitudinales sur les zones **2a** des deux faces. Son symétrique présente des marques groupées ou isolées obliques sur ses deux faces également. Sur les surfaces **3ab**, plusieurs stigmates obliques et longitudinales sont visibles sur les faces antérieures des deux éléments et sur la face postérieure du droit. Bien que les deux os soient marqués, le droit présente le plus de stigmates. Dans les aires **4a** et **4b**, plusieurs empreintes obliques et transversales se situent sur les deux faces des deux ossements. Enfin, les extrémités distales des deux humérus sont parcourues par plusieurs incisions groupées ou isolées, transversales ou obliques visibles sur les faces antérieure et postérieure. Les **ulnas** sont représentés par des marques qui sont visibles sur 14 des 40 portions de leurs différentes faces, soit 35%. L'ulna gauche présente une strie isolée transversale dans l'aire **1b** de la face antérieure. Plusieurs traces isolées longitudinales sont visibles sur les surfaces **2a** de la face latérale du gauche et **2ab** de la face antérieure de son équivalent. Sur le corps de l'os (**3ab**), se trouvent plusieurs marques groupées ou isolées de toutes les directions ; elles se situent au niveau des faces antérieure et latérale du gauche, et antérieure et postérieure du droit. Notons sur la face postérieure du spécimen droit, deux traces longitudinales qui semblent être issues d'un même geste. L'ulna gauche est pourvu de différents groupes de stigmates obliques et transversaux sur les aires **4a** et **4ab** des faces postérieure, latérale et antérieure. Son équivalent présente des groupes de stries obliques et longitudinales sur la zone **4ab** des faces postérieure et antérieure. Les surfaces des **radius** dévoilent sur 8 des 40 portions au moins une strie (ou 20%). Une trace isolée obliques est située dans l'aire **1a** de la face antérieure du droit. Un groupe de stries obliques et transversales se trouvent sur l'aire **2b** sur la face postérieure de l'élément squelettique gauche. Son symétrique présente plusieurs groupes de stries obliques sur la zone **3a** de la face antérieure et sur l'aire **3b** de la face postérieure. Des stigmates obliques et transversaux sont visibles sur les zones **4a**, **4b** et/ou **5a** des faces antérieure et/ou antérieure des deux ossements. 1 des 6 faces présentent au moins un stigmate sur les **ulnaires** (16,67%). Seul le gauche renvoie 2 marques sur sa face postérieure : une oblique et une transversale. Il y a 9 sur 24 portions des **carpométacarpes** qui affichent au moins une marque (37,50%). Sur la surface **1a**, plusieurs traces groupées et isolée, obliques et longitudinales sont perceptibles sur les faces médiale et latérale des deux éléments. À noter que les stries de la face latérale du CMC gauche semblent ne constituer qu'un seul mouvement circulaire, réalisé lors de l'expérimentation. Le corps du CMC présente des stries qui sont orientées dans plusieurs directions ; il y a des traces qui se situent sur le corps majeur (**2a**) sur les faces latérales

et médiales des 2 ossements. Il y a également des stries sur le corps mineurs (**2b**) des deux faces médiales. À noter que les marques sur la face latérale du gauche semblent être issues d'un même mouvement. Enfin, il y a des stries obliques ou longitudinales ; elles sont visibles sur les deux faces latérales et une des faces médiales du droit. Sur le carpométacarpe gauche, les traces longitudinales semblent être la continuité de celles observées au niveau des aires **2b** et **2a**. 1 face sur les 6 des deux **alulas** présente des stries (16,67%). Seul le gauche renvoie sur sa face antérieure, d'un groupe de stries obliques et parallèles entre elles. Les deux **premières phalanges des doigts majeurs** révèlent sur leurs faces latérales et médiales plusieurs stries qui sont soit groupées soit isolées, obliques et longitudinales. Elles sont représentées sur 4 faces sur 6 des deux ossements (66,67%). Il y a 2 faces sur 6 (33,33%) qui affichent des stries sur les **secondes phalanges** du doigt majeur. Elles sont marquées sur leurs faces antérieures ; l'une d'une strie isolée transversale, l'autre de plusieurs stries courtes et obliques. Les deux phalanges du **doigt mineur** présentent plusieurs groupes de stries, longitudinales ou obliques qui sont réparties sur une des faces latérales et sur les deux faces médiales. 3 des 4 faces de ces ossements présentent des stigmates, soit 75% (Figure 14).

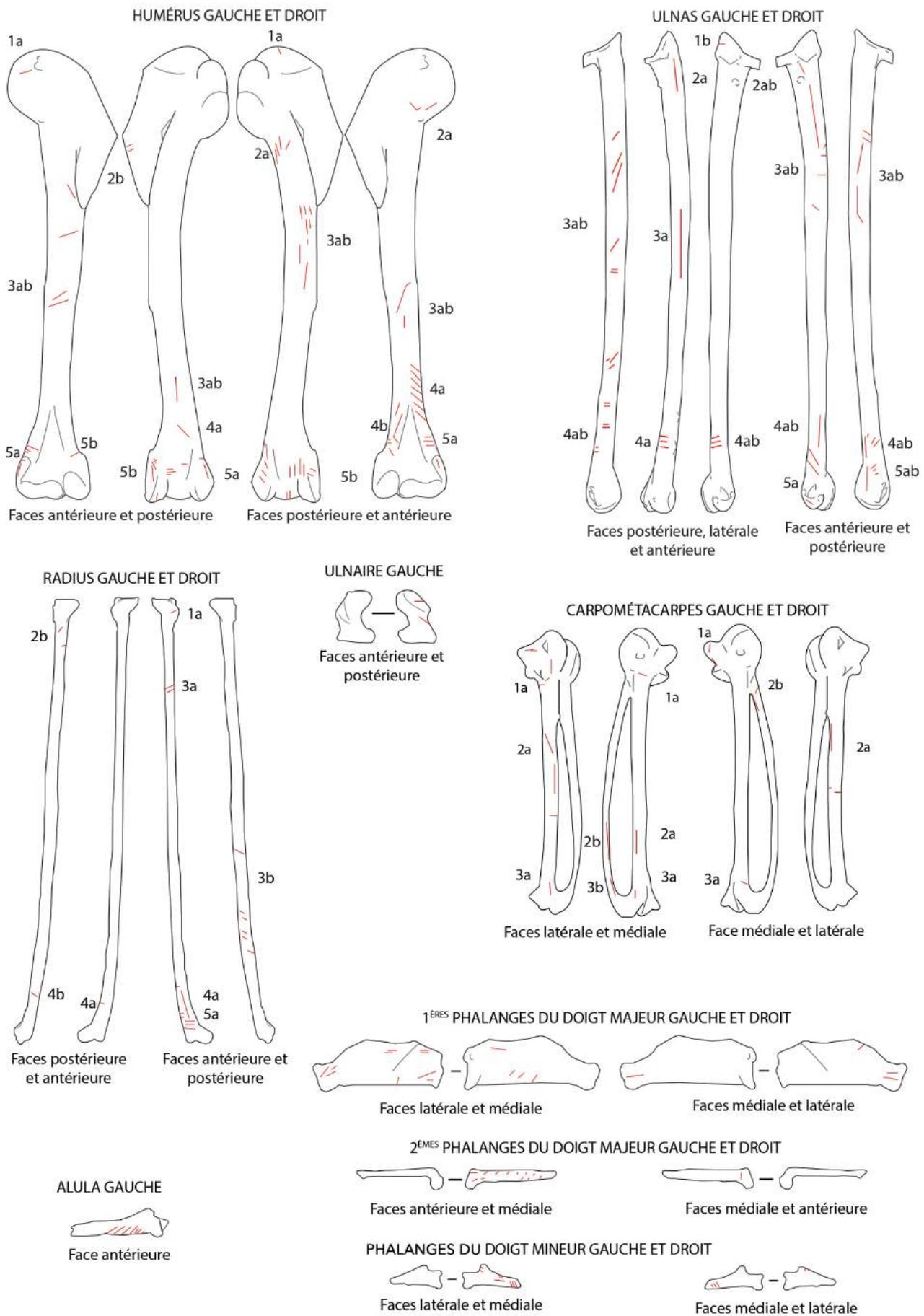


Figure 14 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche du Pygargue à queue blanche.

4.1.5. *Aquila heliaca*

L'aigle impérial est pourvu de stries sur 60% de ses ossements. Il y a 9 portions sur les 40 qui affichent au moins une strie de découpe (22,50%) sur les deux **humérus**. Plusieurs traces obliques et longitudinales sont présentes sur les aires **2a** et **2b** de la face postérieure du gauche. Sur ce même élément, diverses marques obliques et longitudinales sont à mentionner sur l'aile **3b** de la même face que *supra*. L'humérus droit renvoie plusieurs groupes de stries obliques sur les surfaces **4a** et **4b** des faces postérieure et antérieure. Son homologue est également pourvu de groupes de marques obliques sur les aires **4b** des deux faces. Enfin, l'humérus droit présente des stigmates obliques et transversaux sur les aires **5a** de la face antérieure et **5b** de la face postérieure. Il y a 12 portions sur les 40 des 2 **ulnas** qui affichent au moins une strie (30%). Une strie isolée longitudinale est visible sur la surface **1b** du droit. Les zones **2ab** de la face postérieure du droit et de la face antérieure du gauche présentent des groupes de traces transversales et obliques. L'élément droit est pourvu de plusieurs groupes de stries de découpe obliques et longitudinales sur les aires **3ab** des faces antérieure et postérieure. Ces traces longitudinales semblent être issues d'un même geste (ulna droit), d'ailleurs, une trace est incurvée. Quant à son symétrique, plusieurs groupes de toutes les directions sont visibles sur les surfaces **3ab** des 3 faces. Les 2 ulnas sont pourvus de différentes stries de toutes les orientations dans les zones **4ab** des faces antérieures et postérieures. Des marques sont visibles sur 7 des 40 portions des 2 **radius** (17,50%). Quelques traces obliques et longitudinales sont à noter sur les aires **1a** et **2b** des faces antérieures des deux éléments. Plusieurs stries de découpe sont groupées sur la zone **3b** de la face postérieure du droit. Son homologue est fourni de groupes transversaux sur l'aire **4b** de la face latérale ainsi que des stries transversales et obliques sur la surface **5b** de la face latérale. Il y a une face sur les 6 des **ulnaires** qui présente au moins une marque (16,67%). Seul le droit affiche des stries qui sont transversales et affectent la face latérale. Quant au **radial** droit, 2 des 6 faces sont pourvues de stries (33,33%). Il présente deux groupes de deux stries : obliques sur la face latérale, longitudinales sur la face postérieure. 7 des 24 portions (29,17%) affichent des stries sur les surfaces des **CMC**. Dans les aires **1a** et **1b**, des faces latérale et médiale de l'élément gauche, il y a des stries isolées et groupées obliques. Sur le corps majeur (**2a**), nous pouvons observer des groupes de stries obliques sur les faces latérale du gauche et médiale du droit. Une longue strie marque également la face médiale du CMC gauche. Enfin, dans l'aire **3a** sur la face antérieure du droit, il y a un groupe de stries obliques. Les **premières phalanges du doigt majeur** présentent au moins une marque sur 4 des 6 faces (66,67%). Ils affichent plusieurs groupes de stries obliques sur les faces médiales et latérales (Figure 15).

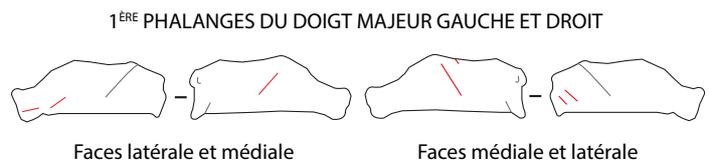
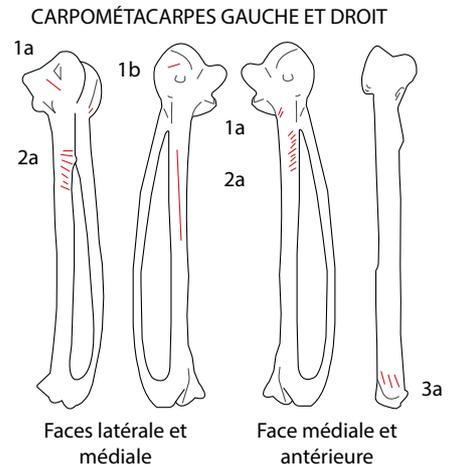
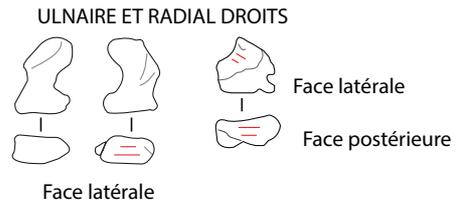
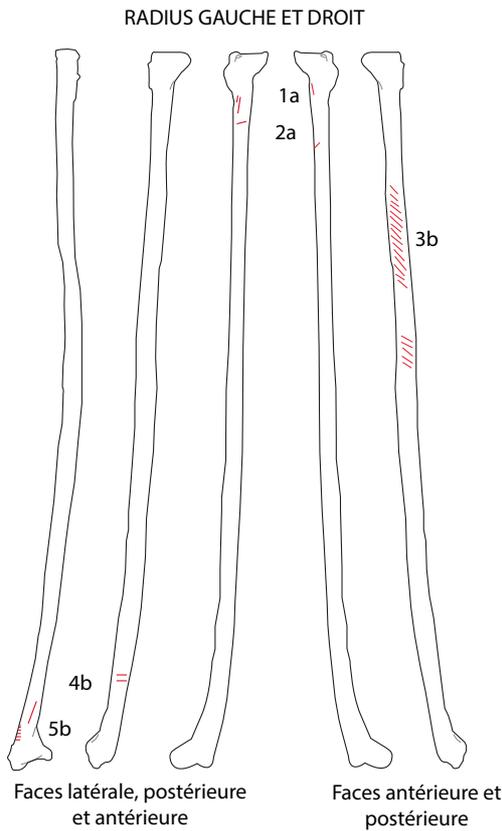
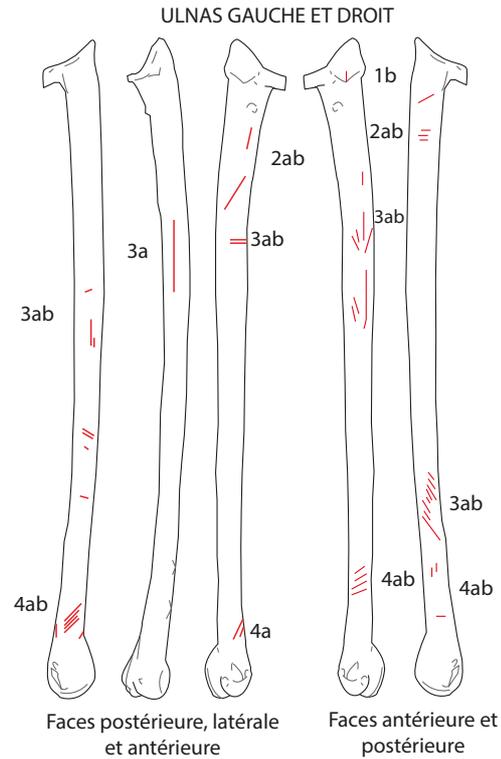
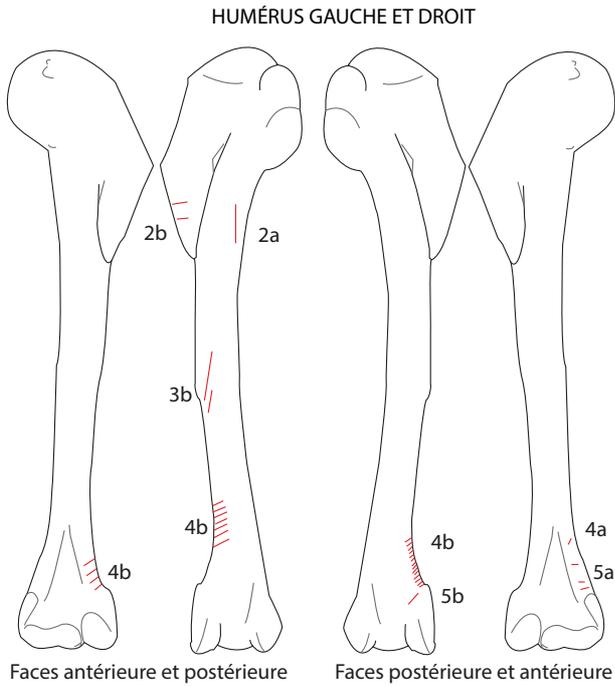


Figure 15 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche de l'Aigle impérial.

4.1.6. *Aquila nipalensis*

65% des ossements de ce spécimen présentent des stries de découpe. Il y a 13 portions sur les 40 qui affichent au moins une strie (32,50%) sur les **humérus**. Ils possèdent plusieurs stries isolées longitudinales et/ou obliques dans les zones **1a** de la face postérieure droit et **1ab** de la face postérieure gauche. Sur ce dernier, il y a des traces groupées transversales (**2a** et **2b**) sur la face antérieure. Des stigmates isolés et groupés obliques sont présents sur la **2a** de la face antérieure et **2b** de la face postérieure de son homologue. Notons, sur l'élément droit, des stries longitudinales ou obliques sur le corps (aires **3ab** et **3a**) sur les faces antérieure et postérieure. Ces traces longitudinales semblent être issues d'un même mouvement de l'expérimentatrice. Nous pouvons remarquer que ces traces de la face postérieure du droit – dans l'aire **3a** – se poursuivent dans l'aire **4a**. Dans la même aire, mais de la face postérieure, il y a une strie isolée oblique. Quant à son symétrique, il est pourvu d'un groupe de stries transversales dans l'aire **4b** de sa face postérieure. Plusieurs marques de différentes orientations se développent sur les zones **5a** et **5b**, de l'une et/ou l'autre des faces antérieures et postérieures des deux éléments squelettiques. 14 sur 40 portions arborent des marques sur les deux **ulnas** (35%). Les aires **1ab** affichent des traces isolées longitudinales sur les faces antérieure et postérieure de l'élément droit. Plusieurs groupes de stries, de différentes directions (mais la plupart sont obliques) sont présents sur les surfaces **2ab** des faces postérieures des 2 ulnas. Le corps de ces ossements (aires **3ab**) affiche des groupes de stries de délimitations diverses sur toutes les faces mentionnées. Ces marques de découpes continuent sur les parties distales. En effet, les traces obliques et longitudinales se poursuivent sur les faces postérieure et antérieure du gauche et sur la face postérieure du droit (**4ab**). Enfin, il y a des stries obliques isolées et groupées sur les zones **5b** et **5a** des faces antérieures des deux éléments. Au moins un stigmate est présent sur 6 des 40 portions des deux **radius** (15%). Des groupes de stries sont obliques dans la zone **2a** des faces antérieures des deux ossements. Des traces obliques à transversales qui sont représentés par plusieurs groupes le long du corps (aires **3a** et **3b**) sur les faces antérieure et postérieure du gauche. Son symétrique est pourvu d'une suite de strie dans sa partie distale, sur les zones **4a** et **4b** : il y a des empreintes avec des directions différentes sur les faces antérieure, médiale et postérieure. 1 des 6 faces des **ulnaires** présentent une marque (16,67%). Seul le gauche est pourvu de deux stries oblique et transversale sur sa face antérieure. Quant aux **carpométacarpes**, les stries sont mentionnées sur 8 des 24 portions (33,33%) des surfaces des ossements. Sur les surfaces **1a** et **1ab** des faces médiale et latérale du droit, il y a des stries obliques qui sont isolées. Plusieurs groupes de marques sont observées sur le corps des deux ossements, au niveau des zones **2a** et **2b**. En effet, sur le doigt majeur (**2a**), nous avons des stigmates de toutes les directions sur les faces postérieure du gauche et sur les faces médiale et antérieure du droit. À noter que les traces longitudinales présentes sur le corps majeur de la face

antérieure semblent être issues d'un mouvement unique. Sur le corps mineur (**2b**), les traces de découpe sont groupées transversales ou longitudinales sur les faces médiale et postérieure du gauche. Son homologue est pourvu de stries groupées obliques et longitudinales sur la face latérale en **3a**. Il y a également une trace longitudinale – présente sur l'aire **2a** et qui semble continuer – qui se situe sur l'aire **3a** de la face antérieure. Il y a au moins une strie sur l'une des 6 faces des deux **alulas**. Seul le droit affiche deux groupes de plusieurs stries obliques avec des orientations différentes sur la face antérieure. Les **premières phalanges du doigt majeur** arborent des stries sur 2 des 6 faces (33,33%). Plusieurs groupes d'empreintes sont groupées obliques et longitudinales sur les faces médiale du droit et latérale du gauche. 2 des 4 faces des **doigts mineurs** ont au moins un stigmat (50%). Seul le **doigt mineur** gauche est pourvu d'une trace isolée longitudinale sur une arête de la face latérale, ainsi qu'un groupe de 3 stries sur la face médiale (Figure 16).

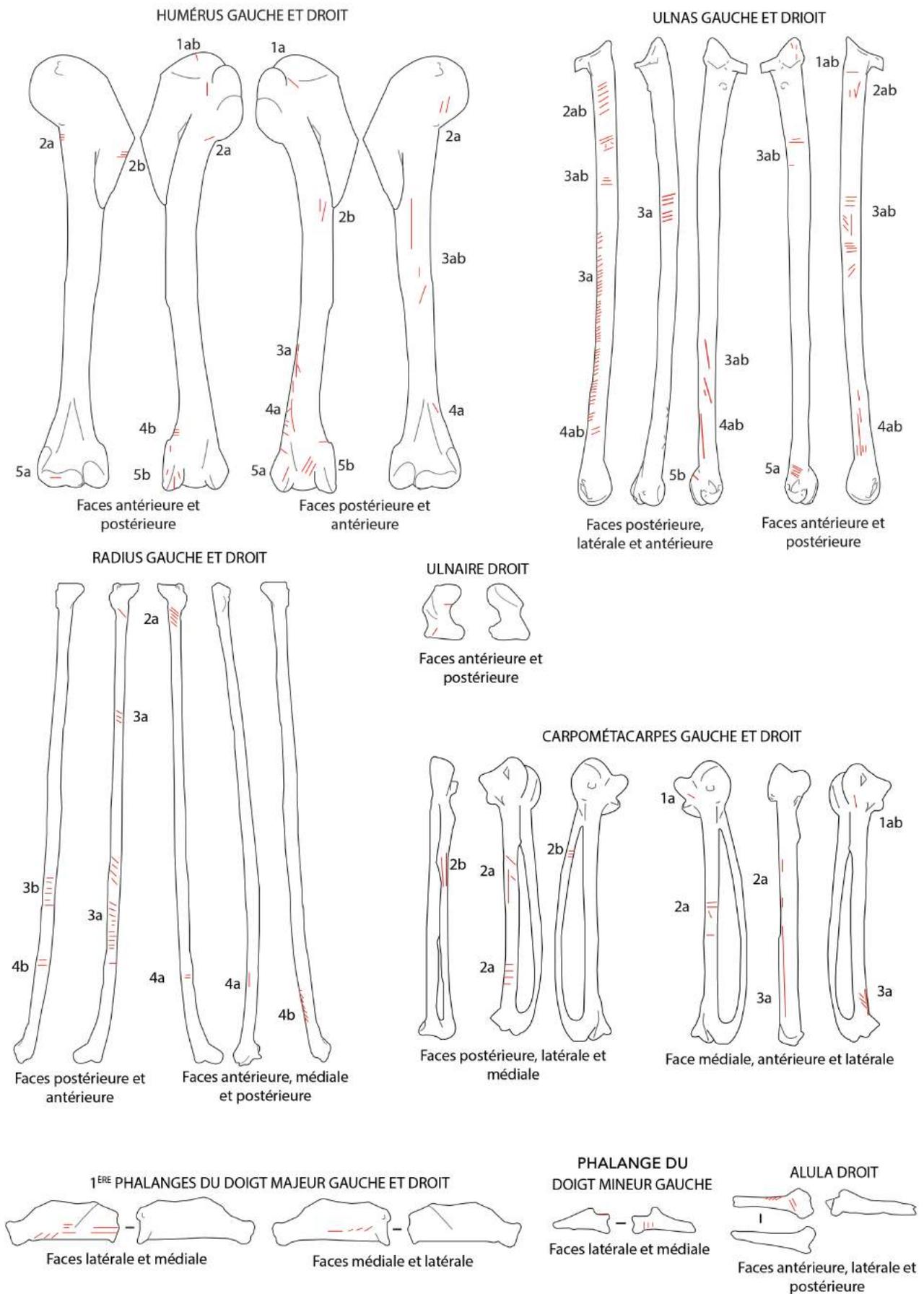


Figure 16 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche de l'Aigle des Steppes.

4.1.7. *Milvus migrans*

16 ossements sur 20 sont pourvus d'au moins une strie de découpe. Il y a 7 des 40 portions des **humérus** qui affichent au moins une marque. Dans les zones **2a** et **2b**, il y a quelques groupes de stries obliques et transversales sur la face antérieure et postérieure. Ensuite, dans la zone **3ab**, nous avons une association de stries obliques sur la face antérieure de l'ossement gauche. Une trace isolée en **4a** et des stries groupées en **4b** sont visibles sur les faces postérieure et antérieure du droit. Enfin, quelques groupes de stries transversales et obliques qui se situent au niveau des zones **5a** et **5b** au niveau des faces antérieure et postérieure de son homologue. 6 des 40 portions des **ulnas** sont pourvues d'au moins une strie (15%). Le gauche est notifié d'un stigmat isolé sur l'aire **1b** de la face postérieure et sur l'aire **2b** de la face antérieure. Dans les aires **3a** et **3ab**, un groupe de stries transversales est visible sur la face antérieure de l'**ulna** gauche ; sur le droit elles sont obliques sur la face postérieure. Sur cette même pièce, nous avons une trace longitudinale et un groupe de stries transversales sur la face antérieure de la surface **4ab**. Les stigmates sont visibles sur 4 des 40 portions (10%) des deux **radius**. Sur le gauche, plusieurs groupes de stries transversales et obliques dans les aires **2a** et **2b**, respectivement sur les faces antérieure et postérieure. Sur son symétrique, nous avons plusieurs stries isolées transversales et longitudinales, ainsi que des marques groupées transversales et obliques sur les aires **3a** des faces antérieure et médiale. Les **ulnaires** sont pourvus de stries sur l'une des 6 faces (16,67%). Seul le droit présente une strie oblique sur sa face postérieure. Il y a au moins une strie sur l'une des 6 faces des **radials** (16,67%). Le gauche est pourvu d'un groupe de 3 stries obliques sur la face postérieure. 4 portions sur 24 affichent des marques sur les **carpométacarpes** (16,67%). Le droit est marqué par une strie isolée longitudinale sur dans la zone **1b** de la face latérale. Le corps majeur (**2a**) affiche un groupe de stries obliques sur la face latérale du gauche et une strie isolée sur la face latérale du droit. Le corps mineur (**2b**) présente un stigmat isolé oblique sur la face latérale du **CMC** droit. Enfin, la zone 3a de la face médiale du gauche mentionne une strie longitudinale isolée. 2 des 6 faces des **alulas** ont au moins une strie de découpe (33,33%). Ce dernier se constitue d'un groupe de stries obliques sur la face antérieure et d'un groupe longitudinal et oblique sur la face latérale. Il y a au moins une trace sur 3 des 6 faces des deux **premières phalanges du doigt majeur** (50%). Des groupes longitudinaux ou obliques sont visibles sur les faces médiales et/ou antérieure. Les **secondes phalanges** de ce même doigt affichent des stries sur 2 des 6 faces (33,33%). Sur l'un, une strie isolée transversale sur la face antérieure et sur l'autre, un groupe de 3 stries courtes obliques sur la face médiale. Enfin, il y a des traces sur 1 des 4 faces des **doigts mineurs** (25%). Le gauche affiche 2 stries obliques non groupées sur sa face latérale (Figure 17).

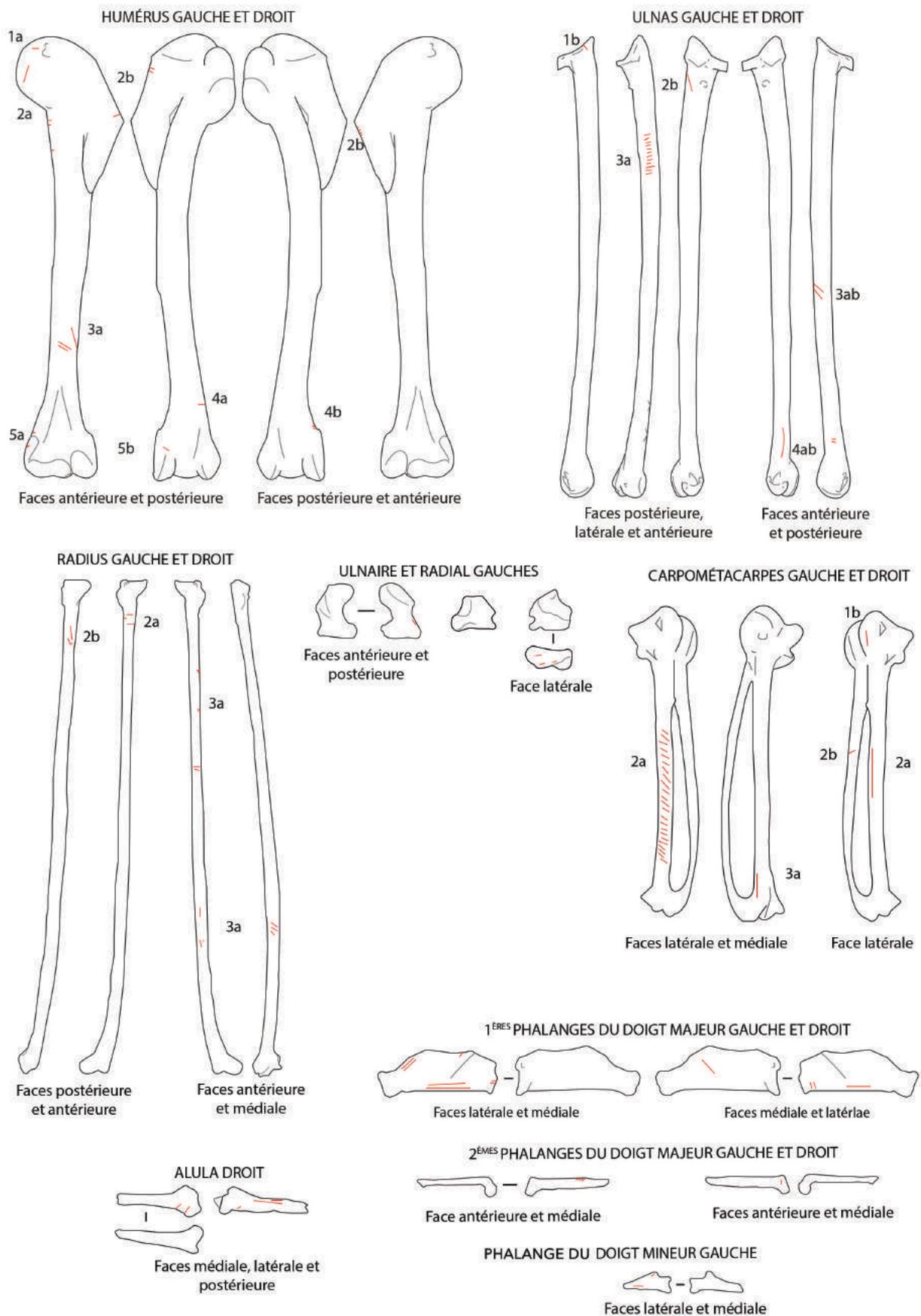


Figure 17 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche du Milan noir.

4.2. Les Strigiformes

4.2.1. *Strix nebulosa*

13 des 20 ossements analysés ont été marqués par des stries. Les **humérus** ont sur 7 des 40 portions au moins une trace (17,50%). Le droit affiche des traces isolées obliques et transversales dans les aires **1b** et/ou **1a**, sur les faces antérieure et postérieure. Son symétrique est pourvu dans l'aire **2ab** des groupes de stries obliques et transversales sur les faces antérieure et postérieure. Le gauche est constitué d'un groupe de stries obliques sur sa face antérieure (**3ab**) et le droit dévoile en **3a** et **3b** des stries transversales sur la face postérieure. Sur le droit, dans la zone **4a**, se trouve un groupe de plusieurs stries transversales sur la face postérieure. Nous observons une unique strie visible sur la face postérieure en **5b** de l'ossement gauche. 9 portions sur 40 ont des traces sur les deux **ulnas** (22,50%). Dans la zone **1b**, les stries sont groupées et isolées obliques sur les faces antérieure et postérieure du droit. Ce même os a un groupe de traces transversales sur sa face antérieure au niveau de l'aire **2b** et son homologue a un groupe de stries transversales et obliques sur la zone **2ab** de la face postérieure. L'ulna gauche a des stigmates groupés transversaux sur la zone **3ab** de la face postérieure. L'aire **4ab** de ce même os a des marques groupées transversaux sur sa face antérieure. Son symétrique présente également des stries transversales et obliques dans cette même zone, sur la face postérieure. Un groupe de stries transversales est localisé sur l'extrémité proximale (**5a**) sur la face antérieure de l'ulna gauche. 5 portions sur les 40 des deux **radius** ont au moins un stigmate (12,50%). Le droit a un groupe de stries obliques dans l'aire **1b** de sa face postérieure. Il porte un groupe de marques transversales dans l'aire **4a** de sa face postérieure. Les deux radius ont, sur les surfaces **5a** et **5b**, des stigmates obliques sur les faces antérieures et postérieures. 8 portions sur les 24 ont des stries visibles (33,33%) sur les **carpométacarpes**. Le droit dévoile des stries isolées transversales et obliques sur les surfaces **1b** et **1a** des faces médiale et latérale. Sur le corps majeur de ce même os, s'observent un groupe de traces obliques sur la face latérale (**2a**) et une trace isolée longitudinale sur la face médiale. Son équivalent a une strie de découpe transversale sur la face latérale (aire **2a**). Le droit affiche, dans les zones **3a** et **3b**, plusieurs stigmates obliques sur les faces médiale et latérale. Une trace isolée transversale est observable sur l'aire **3ab** de la face médiale de son symétrique. Les **alulas** sont pourvus sur 2 des 6 faces d'au moins une trace (33,33%). Ils sont affectés par plusieurs groupes de stries obliques et longitudinales sur la face latérale du gauche et sur la face antérieure de son homologue. 2 faces sur 6 des **premières phalanges du doigt majeur** ont au moins un stigmate (33,33%). Le droit livre plusieurs stries isolées, obliques et latérales, ainsi qu'un groupe de deux stries obliques localisées sur les faces latérale et médiale. 4 des 6 faces des **secondes phalanges** du même doigt ont de stries (66,67%). Le droit porte 2 groupes de stries longitudinales et obliques sur les faces latérale et médiale (Figure 18).

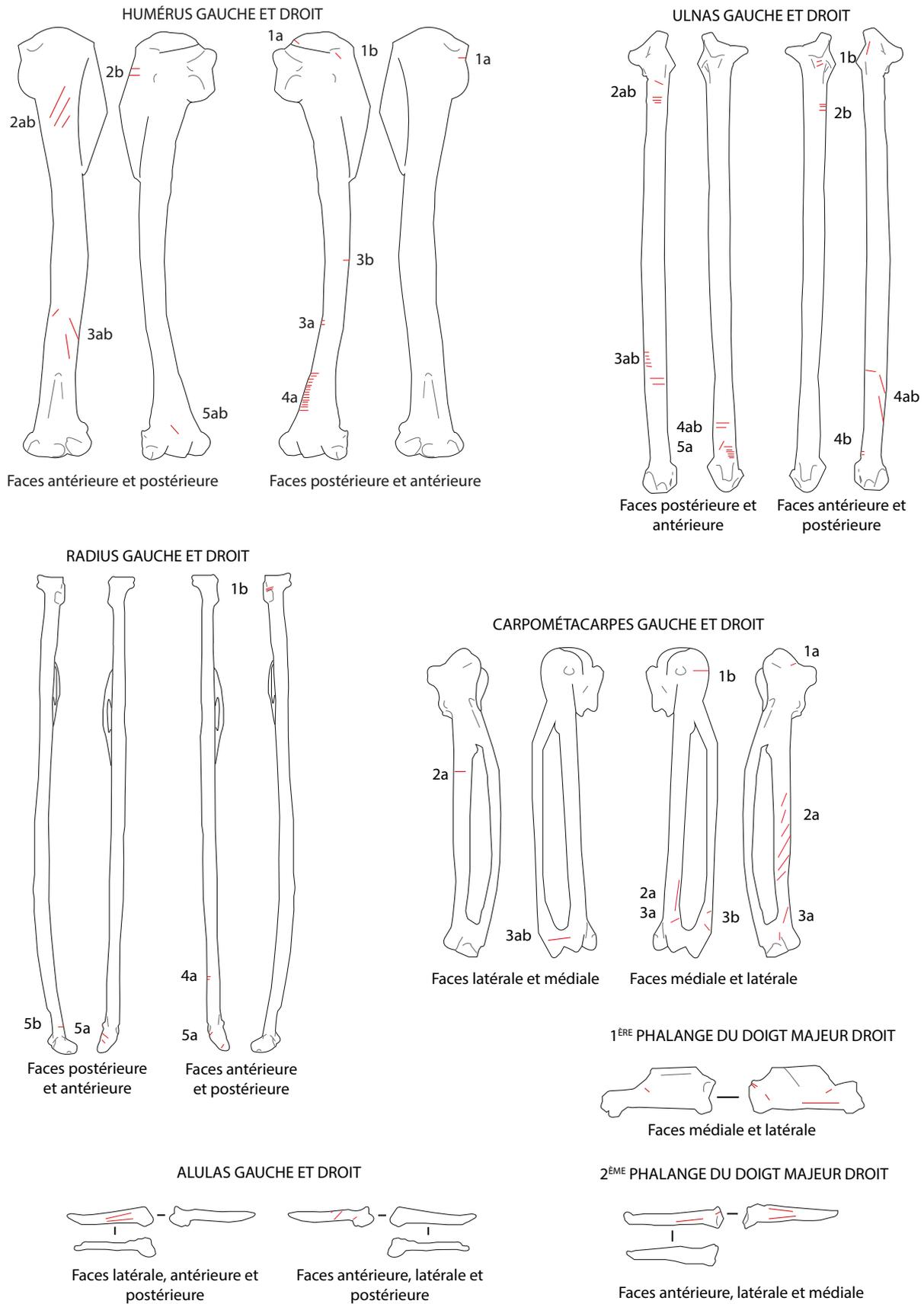


Figure 18 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche de la Chouette lapone.

4.2.2. *Bubo bubo*

11 ossements sur 20 (55%) ont été marqués lors de l'expérimentation. 4 portions sur les 40 présentent au moins un stigmaté (10%) sur les deux **humérus**. Dans l'aire **1b**, il y a un groupe de stries obliques sur la face postérieure de l'élément gauche. Son symétrique est pourvu d'un groupe oblique sur la zone **2b** de sa face postérieure. La face antérieure de l'humérus droit a un groupe de stries transversales au niveau de la zone **4a**. Ce même os est marqué également des empreintes isolées obliques sur sa portion **5a**. Il y a 2 portions sur 40 qui ont des stries de découpe sur les **ulnas**. Le gauche renvoie plusieurs stries de différentes directions qui se situent sur la face postérieure (**3ab**). Des groupes de traces obliques et transversales sont visibles sur la zone **4a** de cette même face. Au moins une strie est présente sur l'une des 40 faces des **radius** (2,50%). Le droit montre plusieurs groupes de stries obliques au niveau de la surface **3b**, sur sa face postérieure. Dans la zone **4b**, une strie isolée et longitudinale est présente sur cette même face. Les **ulnaires** ont au moins une trace sur l'une des 6 faces (16,67%). Le droit affiche une trace isolée oblique sur sa face postérieure. Quant aux **CMC**, il y a 16,67% de lots de stries qui sont visibles (soit, 4 portions sur 24 qui présentent des stries). Dans la zone **1a** de la face médiale de l'élément gauche, un groupe de traces est oblique et transversale. Le corps majeur (**2a**) des faces médiales et latérales des 2 éléments squelettiques exposent plusieurs stigmatés : des traces isolées et groupées qui sont obliques et/ou longitudinales. Le carpométacarpe droit révèle, sur sa face latérale (**3a**), un groupe de plusieurs stries longitudinales. Il y a 2 faces sur 6 des **alulas** qui ont au moins une strie de découpe (33,33%). Il y a plusieurs groupes obliques se trouvant sur la face latérale du droit et antérieure du gauche. Enfin, les **premières phalanges du doigt majeur** affichent sur 2 des 6 faces au moins un stigmaté (33,33%). Des groupes de marques longitudinales sur les faces latérales sont visibles sur les deux éléments (Figure 19).

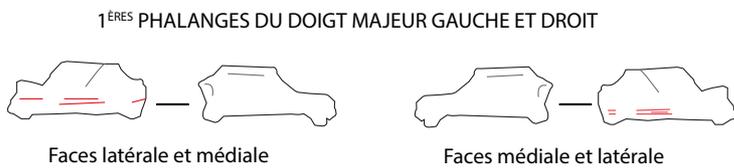
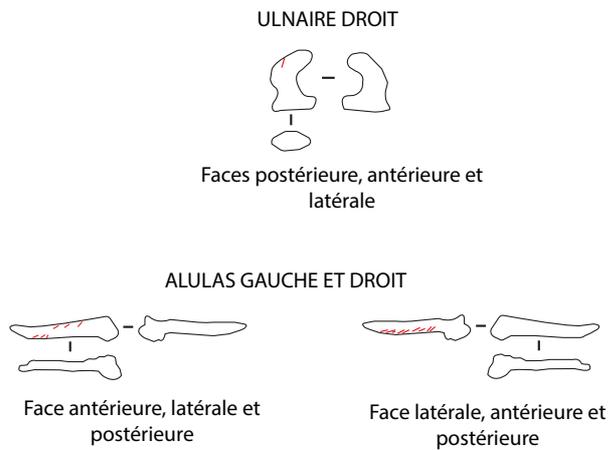
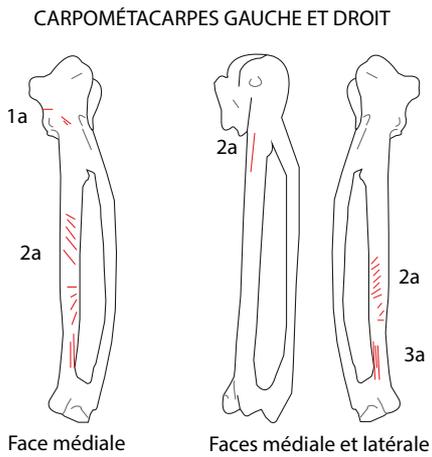
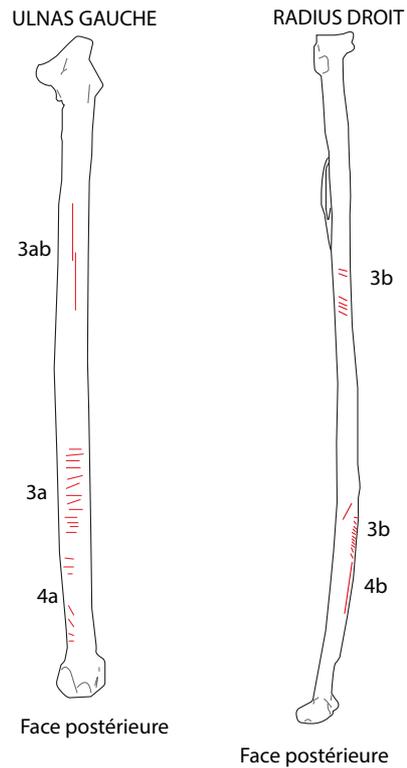
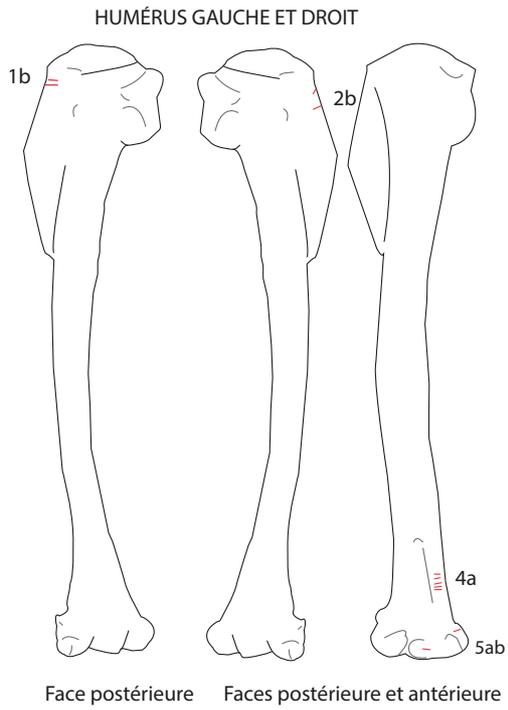


Figure 19 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche du Hibou Grand-duc.

4.2.3. *Bubo scandiacus*

11 des 20 éléments squelettiques sont pourvus de stries de découpe. Les **humérus** affichent sur 9 des 40 portions au moins un stigmate (22,50%). Dans la zone **1b** de l'humérus droit, il y a une strie isolée sur la face antérieure. Son symétrique présente une trace isolée oblique dans la zone **2b**. L'humérus droit affiche un groupe de stigmates transversaux au niveau de l'aire **3b**. Plusieurs stries groupées et isolées sont obliques sur la face antérieure du droit au niveau des zones **4a** et **4b**. L'élément gauche montre des traces groupées et isolées obliques sur l'aire **4b** des faces antérieure et latérale. Ce même ossement arbore des stigmates obliques sur les parties **5a** et **5b** des faces antérieure et postérieure. Son homologue, il y a des traces obliques et transversales qui sont groupées et isolées sur les portions **5a** et **5b** de la face antérieure. Les **ulnas** montrent des stries sur 6 des 40 portions (15%). Ils présentent, sur leurs faces postérieures au niveau des zones **2a** et **2ab**, des groupes de stries transversales et obliques. Notons d'ailleurs que nous avons des traces incurvées sur la même surface de l'élément droit. Il y a également des traces de directions différentes sur les aires **3a**, **3b** et **3ab** des faces postérieures et médiales des deux **ulnas**. À noter qu'une trace est incurvée sur la face médiale du droit (aire **3b**) et la face postérieure du gauche (aire **3ab**). Les deux **radius** affichent sur 3 des 40 portions, au moins une trace (7,50%). Dans la zone **3b** de la face postérieure du gauche, plusieurs stries longitudinales et obliques sont visibles dont une qui est incurvée. Plusieurs empreintes longitudinales et obliques sont présentes sur les zones **3a** de la face latérale du gauche et de la face et antérieure du droit. À observer que le groupe de traces de la zone **3a** (face antérieure du droit) semble traduire un même mouvement. 5 portions sur 24 sont pourvues d'au moins une strie sur les **carpométacarpes** (20,83%). Ils affichent plusieurs groupes de stigmates obliques et longitudinaux sur le corps majeur (**2a**) des faces postérieure et antérieure du gauche et de la face latérale du droit. Des groupes de marques longitudinales et obliques sont également présents sur le corps mineur (**3b**) des faces postérieure et antérieure du gauche. Il y a au moins un stigmate sur 2 des 6 faces **des premières phalanges du doigt majeur** (33,33%). Il y a des groupes de stries obliques et longitudinales sur les faces latérales des deux ossements. 1 des 6 faces **des secondes phalanges du doigt majeur** ont au moins une strie (16,67%). Le gauche a un petit groupe de 2 stries obliques qui se trouve sur la face médiale (Figure 20).

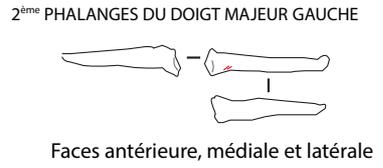
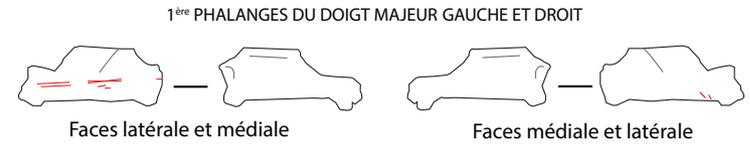
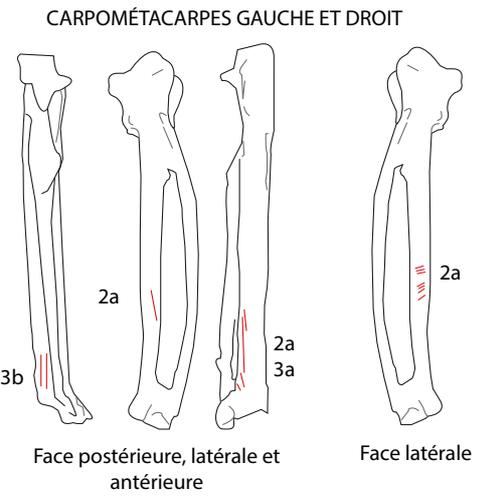
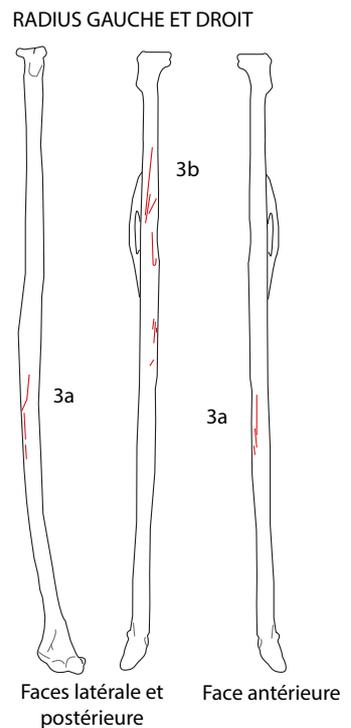
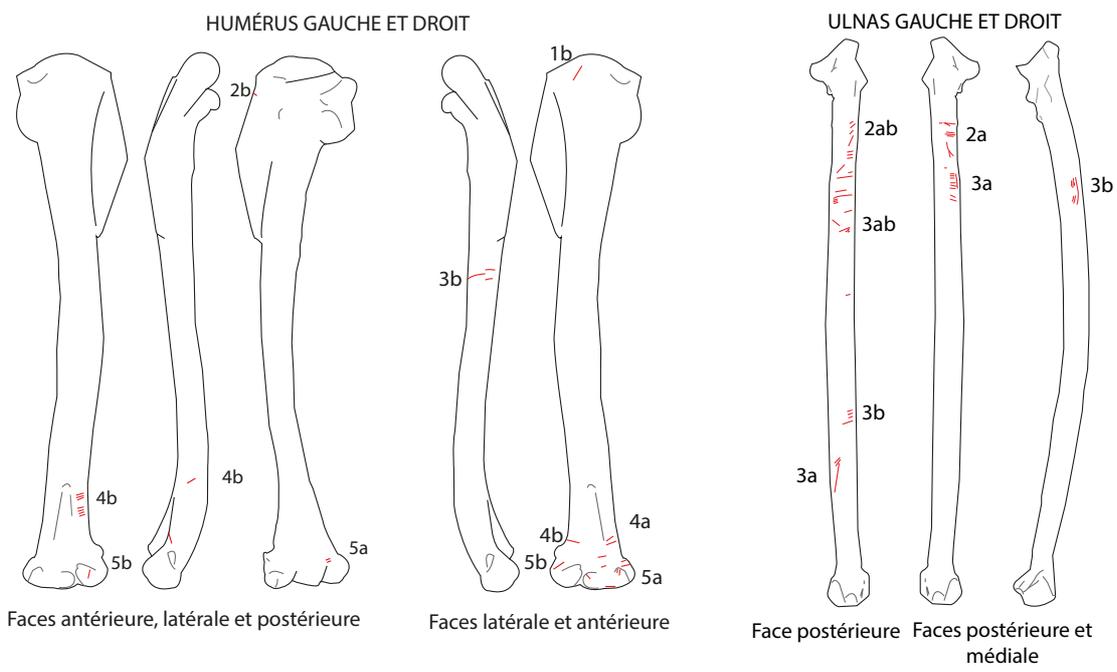


Figure 20 - Relevé des stries de découpe sur les ossements de l'aile droite et gauche de la Chouette harfang.

V. SYNTHÈSE ET DISCUSSION

5.1. Synthèses des stries par éléments anatomiques

5.1.1. Les Humérus

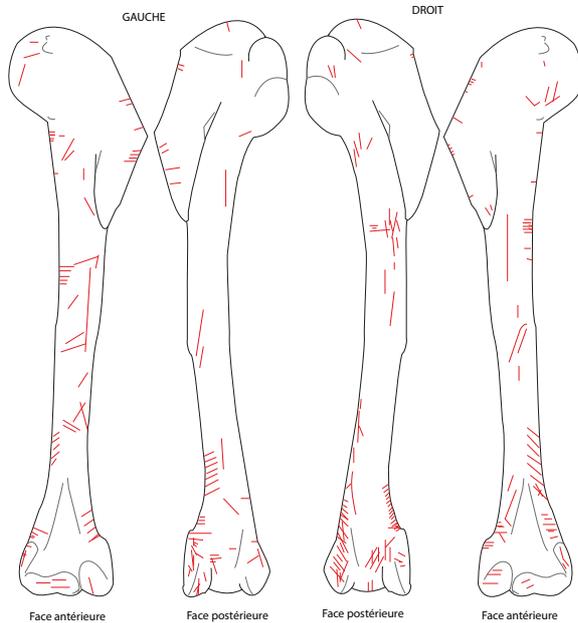


Figure 21 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les humérus d'Accipitriformes.

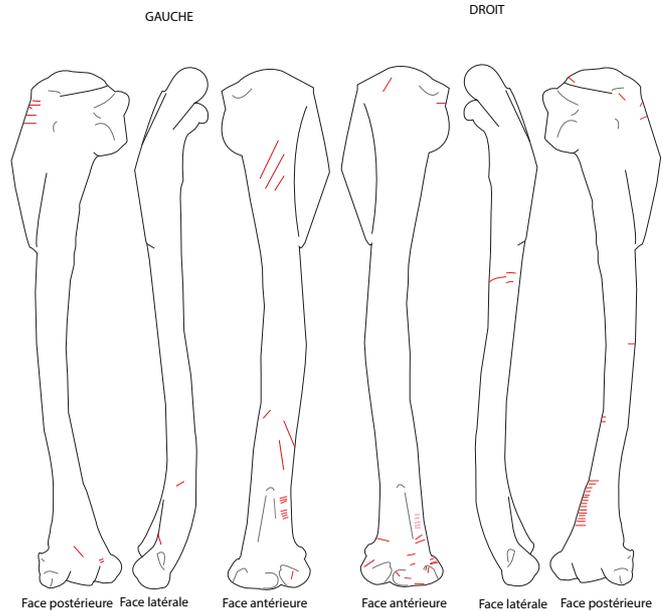


Figure 22 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les humérus de Strigiformes.

Plusieurs stries se localisent sur les parties proximales au niveau de la tête humérale et de la crête deltoïdienne. Ces marques sont obliques ou transversales. Elles renvoient aux différents gestes effectués lors de l'expérimentation : des mouvements de directions différentes (circulaires, longitudinaux et/ou obliques). Ces gestes répétés ont servi à séparer les plumes scapulaires et ont marqué l'os à différents emplacements. Ensuite, de nombreux gestes le long des corps des humérus, sur leurs parties internes et externes, expliquent les différents stigmates observables sur les faces antérieures et postérieures. Ces divers mouvements effectués par l'expérimentatrice ont permis d'ôter la peau et les plumes tertiaires. Dans les parties distales de cet élément anatomique, nous remarquons plusieurs stries, généralement obliques, mais aussi transversales. Ces différents mouvements, au niveau des condyles et de la fosse olécranienne résultent de gestes qui sont plutôt circulaires. Ces derniers ont été effectués sur le coude des Oiseaux, pour retirer la peau emplumée qui adhérait à l'articulation. Nous observons également que les humérus présentent plus de stries de découpe dans leurs parties distales que dans leurs parties proximales. Cela est une conséquence de la présence de nombreuses insertions musculaires qui se situent au niveau de la tête humérale et « protège » cette extrémité. Les muscles — ne couvrent pas l'intégralité du corps de l'humérus (Figure 9) et de ce fait, il n'est pas surprenant de laisser des traces (Figure 21 ; Figure 22).

5.1.2. Les Ulnas



Figure 23 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les ulnas d'Accipitriformes.

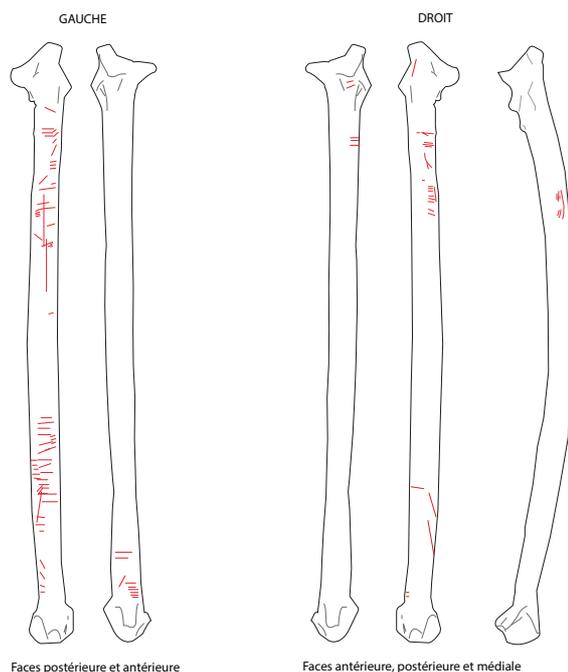


Figure 24 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les ulnas de Strigiformes.

Nous avons pu constater lors de la description des ulnas des différentes espèces, qu'il y avait quelques traces isolées ou groupées, longitudinales, transversales ou obliques sur les extrémités proximales ($n = 13$). Ces empreintes sont la conséquence de différents mouvements de l'expérimentatrice au niveau du coude des oiseaux pour enlever la peau et les tendons au début de l'articulation. Ces traces sont à considérer avec celles mentionnées sur les extrémités distales des humérus. Nous observons que la plupart des stigmates se situent sur les corps des ulnas. Les stries sont, généralement groupées et pour la grande majorité d'entre elles obliques (bien que quelques marques soient longitudinales et transversales). Ces empreintes sont liées aux gestes obliques réalisés le long du corps de l'os pour détacher les rémiges secondaires attachées à l'os au niveau des apophyses anconales. Lors de l'expérimentation, il y a eu des mouvements longitudinaux pour retirer les plumes et couper la peau. Mais aussi des gestes longitudinaux qui ont été réalisés entre l'ulna et le radius, il n'est donc pas surprenant d'observer des stries de découpe sur les différentes faces. Enfin, sur les parties distales, nous avons principalement des marques obliques et quelques-unes transversales. Ces traces sont liées aux gestes plus ou moins circulaires et correspondaient aux incisions faites au niveau des poignets des individus (Figure 23 ; Figure 24).

5.1.3. Les Radius



Figure 25 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les radius d'Accipitriformes.

Figure 26 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les radius de Strigiformes.

Les extrémités proximales de radius ont été peu affectées par la découpe : quelques traces obliques peuvent être observées et sont liées aux incisions plutôt transversales au niveau du coude. Ces stries sont à rapprochées de celles observées au niveau des extrémités distales des humérus et proximales des ulnas (*cf. supra*). Bien que quelques stries de découpe soient présentes sur les parties proximales, les marques groupées principalement obliques et transversales sont légions sur le corps des radius. Ces stigmates résultent des gestes principalement longitudinaux ou obliques réalisés lors de la découpe de la peau. De plus, plusieurs stries obliques et transversales ont été produites au niveau des parties distales. Cela renvoie aux différents mouvements plutôt transversaux et obliques qui ont été effectués au niveau du poignet, comme cela a été remarqué avec l'ulna (Figure 25 ; Figure 26).

5.1.4. Les carpiens

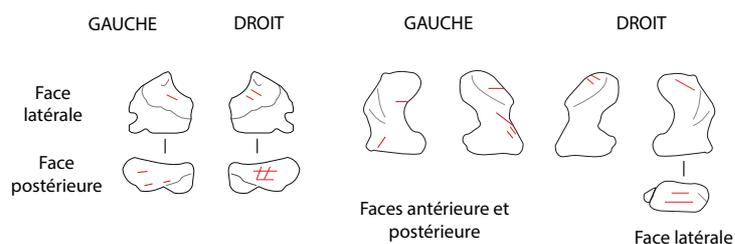


Figure 27 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les carpiens (radial à gauche et ulnaire à droite) d'Accipitriformes.

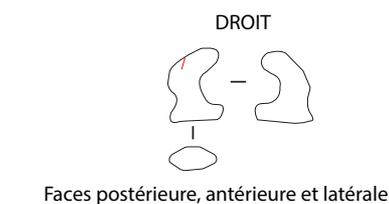


Figure 28 – Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les ulnaires droits de Strigiformes.

Ces petits éléments du poignet ont enregistré peu de traces. Celles-ci sont obliques et transversales et se répartissent sur toutes les faces. À noter qu'il n'y a que l'ulnaire du Hibou Grand-Duc (*Bubo bubo*) qui présente une strie et qu'aucun radial de Strigiformes n'est atteint. La faible fréquence de traces sur ces éléments pourrait être liée à leur position anatomique (entre l'ulna, le radius et le carpométacarpe) et au fait qu'ils sont recouverts d'insertions musculaires et de tendons qui les protègent. Cependant, lorsqu'elles sont présentes, ces empreintes obliques sont à rapprocher aux incisions généralement transversales effectuées au niveau du poignet des individus lors de l'expérimentation (Figure 27 ; Figure 28).

5.1.5. Les Carpométacarpes

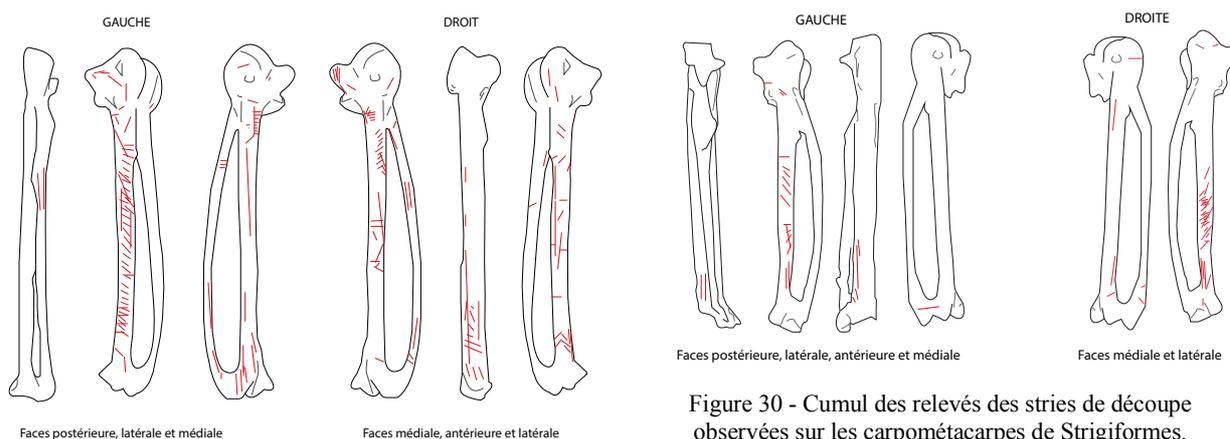


Figure 29 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les carpométacarpes d'Accipitriformes.

Figure 30 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les carpométacarpes de Strigiformes.

Sur les parties proximales de cet os, au niveau du processus alulaire et du processus extenseur, plusieurs stries obliques et longitudinales semblent correspondre à des gestes circulaires de l'expérimentatrice. Rappelons que ces différentes traces sur les extrémités proximales peuvent être

liées aux différentes incisions transversales effectuées au niveau du poignet des oiseaux. Mais ces stigmates peuvent aussi résulter des gestes effectués autour de l'alula qui s'insère, au niveau de la face antérieure. Nous avons également observé, plusieurs traces obliques et longitudinales sur les corps majeur et mineur de l'os. Cependant, notons que ces stries de découpe sont plus nombreuses sur le corps majeur des carpométacarpes, que sur le corps mineur. Nous avons constaté lors de l'expérimentation que la peau adhérait fortement au CMC (probablement dû aux tissus qui étaient secs et déshydratés à cause de la congélation), plusieurs gestes ont pu être nécessaires pour ôter toutes les plumes de cet os. Comme nous l'avons précisé, le corps mineur est pourvu de quelques traces et nous savons que c'est sur le corps majeur que s'insèrent les rémiges primaires. Il n'est donc pas étonnant d'avoir des traces. Enfin, nous avons constaté que les stries de découpe sur les parties distales étaient fréquentes. Ce sont des traces qui sont, d'une part en continuité avec celles décrites précédemment et d'autre part, liées aux mouvements plus ou moins circulaires et longitudinaux au niveau des insertions des doigts majeur et mineur des individus (Figure 29 ; Figure 30).

5.1.6. Les phalanges

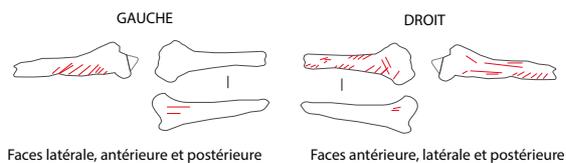


Figure 31 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les alulas d'Accipitriformes.

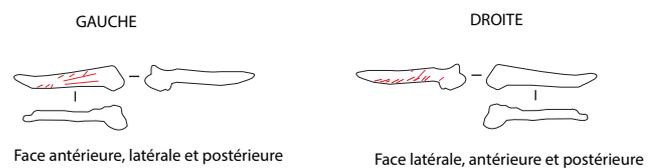


Figure 32 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les alulas de Strigiformes.

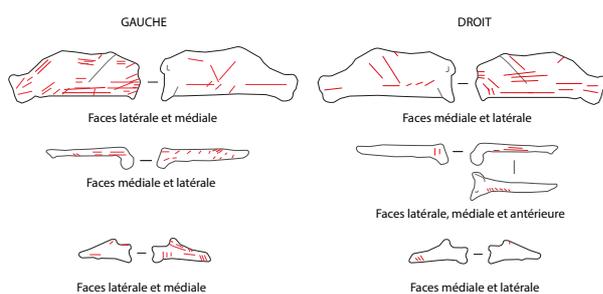


Figure 33 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les doigts majeurs (première et seconde phalanges) et de la phalange des doigts mineurs d'Accipitriformes.

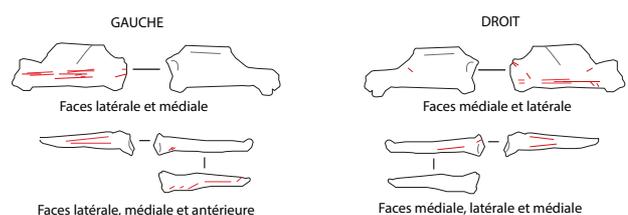


Figure 34 - Cumul des relevés des stries de découpe observées sur les doigts majeurs (première et seconde phalanges) et de la phalange des doigts mineurs de Strigiformes.

Les alulas (ou doigt I) sont marquées de stries de découpe plutôt obliques et longitudinales sur leurs différentes faces. Ces traces sont à mettre en lien avec l'extrémité proximale de la face antérieure du carpométacarpe (*supra*) (Figure 29 ; Figure 30). Sur la première phalange du doigt majeur (Doigt II), se trouvent plusieurs stries principalement obliques et longitudinales qui sont positionnées sur les

différentes faces de l'os. Ces marques semblent être issues de plusieurs gestes essentiellement longitudinaux et semblent être le prolongement avec les gestes effectués au niveau distal des CMC. Ces gestes ont servi à prélever les rémiges primaires. Sur les secondes phalanges de ce même doigt, plusieurs stries généralement obliques et longitudinales sont également enregistrées. Enfin, pour le doigt mineur (Doigt III), nous remarquons qu'il n'y a pas beaucoup de marques et que ces dernières sont exclusivement trouvées sur les Accipitriformes. Ces stries de découpe sont alors principalement obliques et plus rarement longitudinales ou transversales. Ces empreintes traduisent différents gestes effectués lors de l'expérimentation pour retirer les dernières plumes primaires des ailes (Figure 33 ; Figure 34).

5.2. Représentativité des stries de découpe

Le corpus étudié se compose de 200 éléments squelettiques parmi lesquels 66% portent au moins une marque de découpe. Cette expérimentation du prélèvement de plumes a laissé des stigmates sur des ossements de chacun des oiseaux.

5.2.1. Une espèce et/ou un genre présente-t-il plus de stries ?

	Nom scientifique	Ossements avec des stries de découpe	Moyenne
Espèces accipitriformes	<i>Accipiter gentilis</i>	60%	69%
	<i>Aquila heliaca</i>	60%	
	<i>Aquila nipalensis</i>	65%	
	<i>Gypaetus barbatus</i>	75%	
	<i>Haliaeetus vocifer</i>	60%	
	<i>Haliaeetus albicilla</i>	80%	
	<i>Mibvus migrans</i>	80%	
Espèces strigiformes	<i>Bubo bubo</i>	55%	58%
	<i>Bubo scandiacus</i>	55%	
	<i>Strix nebulosa</i>	65%	
Moyenne			66%

Tableau 4 - Pourcentage d'os présentant au moins une strie par rapport au total de chaque taxon.

Ces dix individus ont une tendance à être marqués, que ce soit des rapaces diurnes ou nocturnes (Tableau 4). Les moyennes des spécimens de Strigiformes (58,3 %) et Accipitriformes (68,6 %) sont compris dans les intervalles de confiances de 44,9 - 70,7 % et 60,1 - 76 %, respectivement (intervalles de confiance d'une proportion à 95 % avec la méthode de Wilson avec Correction de Continuité). Ces intervalles se chevauchent largement indiquant qu'il n'y a pas de différences. Un test du Z confirme ce résultat ($Z = 1,39$ pour une probabilité comprise entre 0,16 et 0,17 ; $H_0 =$ pas de différence entre les rapaces nocturnes et les diurnes). De plus, nous pouvons remarquer qu'il n'y a pas de

différence entre les espèces les plus petites de l'échantillon (*e. g. Milvus migrans*) et les grandes (*e. g. Gypaetus barbatus*).

5.2.2. Y-a-t-il une différence entre les ossements longs et courts et entre le nombre de portions ?

La fréquence des os striés par éléments anatomiques affiche des différences : les os longs et les phalanges ont été plus enclins à être marqués (comme les humérus ou le doigt majeur par exemple) alors que les carpiens (principalement le radial) ont été les moins marqués (Tableau 5).

Éléments anatomiques	Présence de stries
Humérus	100%
Ulna	95%
Radius	95%
Ulnaire	40%
Radial	20%
Carpométacarpe	95%
Alula	40%
1 ^{ère} phalange du doigt majeur	90%
2 ^{nde} phalange du doigt majeur	50%
Doigt mineur	40%
MOYENNE	67%

Tableau 5 - Pourcentage d'éléments anatomiques avec une présence de stries, tous spécimens confondus.

	Humérus	Ulna	Radius	Ulnaire	Radial	CMC	Alula	1 ^{ère} phalange du doigt majeur	2 ^{nde} phalange du doigt majeur	Doigt mineur	MOYENNE
<i>Accipiter gentilis</i>	13%	20%	18%	33%	0%	25%	0%	33%	0%	0%	14%
<i>Milvus migrans</i>	18%	15%	10%	17%	17%	17%	33%	50%	33%	25%	24%
<i>Aquila heliaca</i>	23%	30%	18%	17%	33%	29%	0%	67%	0%	0%	22%
<i>Aquila nipalensis</i>	33%	35%	15%	17%	0%	33%	17%	33%	0%	50%	23%
<i>Bubo bubo</i>	10%	5%	3%	17%	0%	17%	33%	33%	0%	0%	12%
<i>Bubo sandiacus</i>	23%	15%	8%	0%	0%	21%	0%	33%	17%	0%	12%
<i>Strix nebulosa</i>	18%	23%	13%	0%	0%	33%	33%	33%	67%	0%	22%
<i>Gypaetus barbatus</i>	18%	18%	10%	17%	17%	21%	83%	17%	50%	25%	28%
<i>Haliaeetus vocifer</i>	30%	15%	15%	0%	17%	29%	0%	33%	17%	0%	16%
<i>Haliaeetus albicilla</i>	38%	35%	20%	17%	0%	38%	17%	67%	33%	75%	34%
MOYENNE	22%	21%	13%	14%	8%	26%	22%	40%	22%	18%	

Tableau 6 - Pourcentages des différentes portions et/ou de faces confondues portant au moins une strie de découpe sur les différents éléments squelettiques par rapport aux taxons étudiés (individus séparés selon leurs classes de taille : petit ; moyen ; grand).

À travers cette expérimentation, nous avons pu constater que les os longs (humérus, ulna, radius et CMC) étaient le plus enclin à être marqué pour tous les spécimens. Un test statistique Z a été effectué ($Z = 7,469$, la probabilité est $p < 0,01$). Il y a une différence hautement significative entre les os courts et longs ; ces derniers ont été plus marqués lors de l'expérimentation. En effet, ces ossements sont plus grands donc présentent potentiellement, plus de surfaces (à noter que la première phalange du

doigt majeur est pourvue de nombreuses stries, Figure 33 ; Figure 34). Nous avons pu le constater avec les humérus, les ulnas et les CMC, ces derniers ont présenté beaucoup de groupe de stries de découpe (Figure 9 ; Figure 10 ; Figure 21 ; Figure 22 ; Figure 23 ; Figure 24 ; Figure 25 ; Figure 26 ; Figure 29 ; Figure 30). Les muscles ne sont pas présents sur tout le pourtour de l'humérus et l'os est apparent après avoir enlevé la peau. Il peut donc être plus disposé à être marqué lors d'une activité de boucherie. Pour ce qui est de l'ulna, les rémiges secondaires sont fixées sur les apophyses anconales de l'os. Les diverses manipulations réalisées lors de l'expérimentation ont marqué ces ossements (Figure 9 ; Figure 10 ; Figure 23 ; Figure 24). Enfin, le dernier ossement qui présente une proportion de stries de découpe assez conséquente est le carpométacarpe (Figure 10 ; Figure 29 ; Figure 30). Sur cette partie de l'oiseau, il n'y a que la peau, quelques tendons et les plumes, ce qui peut conditionner ce résultat (Tableau 5).

A contrario, les ossements les plus petits (les doigts mineurs (ou DIII), les ulnaires et les radials) présentent moins de stries de découpe. En effet, les doigts mineurs sont pourvus des dernières plumes primaires et nous avons remarqué lors de l'expérimentation qu'il était plus difficile de séparer ces phanères de l'os malgré les différentes incisions effectuées (Figure 10). Quant aux ulnaires et aux radials, ce sont des petits ossements qui se situent entre le radius, l'ulna et le CMC et sont entourés d'insertions musculaires. Ils ne sont donc pas sujets à être marqués (Tableau 5).

Maintenant, si nous considérons le nombre de portions et/ou les faces confondues des différents ossements par rapport aux taxons étudiés, peut-on déterminer une différence entre les petits et les grands spécimens en excluant les individus de taille moyenne ? Un test statistique ($Z = 2,44$, la probabilité est comprise entre 0,01 et 0,02). L'hypothèse est refusée, il y a des différences significatives entre les spécimens petits et grands au niveau du nombre de portions et/ou des faces touchées lors de l'expérimentation. Les spécimens les plus grands ont une tendance à présenter plus de portions touchées que les petits (par exemple, l'*Haliaeetus albicilla* et l'*Accipiter gentilis*) (Tableau 6). De plus, à ce niveau, peut-on remarquer une différence entre le nombre de portions et/ou faces touchées par rapport aux spécimens diurnes et nocturnes ? Le test statistique Z ($Z = 3,62$ avec une probabilité de $p < 0,01$) effectué montre une différence significative entre les espèces diurnes et nocturnes qui présentent au moins une strie de découpe sur leurs portions et/ou faces des différents éléments anatomiques étudiés. Nous pouvons remarquer que les spécimens diurnes ont présenté plus de portions et/ou faces touchées par rapport aux individus nocturnes (par exemple, *Gypaetus barbatus* et *Bubo bubo*) (Tableau 6).

	Total Humérus	Total Ulnas	Total Radius	Total CMC	Total Ulnaires	Total Radials	Total Alulas	Total 1 ^{ères} phalanges du doigt majeur	Total 2 ^{èmes} phalanges du doigt majeur	Total doigts mineurs	MOYENNE
% stries sur FA 1	45%	25%	15%	0%	15%	-	25%	0%	10%	-	14%
% stries sur FP 1	45%	25%	10%	0%	25%	15%	10%	-	-	-	13%
% stries sur FM 1	0%	0%	0%	45%	-	5%	-	50%	15%	20%	14%
% stries sur FL 1	0%	0%	0%	35%	0%	5%	30%	70%	0%	15%	16%
% stries sur FA 2	45%	30%	35%	15%	-	-	-	-	-	-	13%
% stries sur FP 2	30%	35%	10%	5%	-	-	-	-	-	-	8%
% stries sur FM 2	0%	10%	0%	65%	-	-	-	-	-	-	8%
% stries sur FL 2	0%	0%	0%	85%	-	-	-	-	-	-	9%
% stries sur FA 3	45%	30%	55%	10%	-	-	-	-	-	-	14%
% stries sur FP 3	25%	75%	25%	5%	-	-	-	-	-	-	13%
% stries sur FM 3	0%	20%	10%	35%	-	-	-	-	-	-	7%
% stries sur FL 3	5%	15%	5%	15%	-	-	-	-	-	-	4%
% stries sur FA 4	35%	40%	25%	-	-	-	-	-	-	-	10%
% stries sur FP 4	45%	60%	35%	-	-	-	-	-	-	-	14%
% stries sur FM 4	0%	10%	10%	-	-	-	-	-	-	-	2%
% stries sur FL 4	5%	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	1%
% stries sur FA 5	55%	20%	20%	-	-	-	-	-	-	-	10%
% stries sur FP 5	55%	25%	5%	-	-	-	-	-	-	-	9%
% stries sur FM 5	0%	0%	5%	-	-	-	-	-	-	-	1%
% stries sur FL 5	5%	0%	0%	-	-	-	-	-	-	-	1%
MOYENNE	88%	84%	53%	63%	8%	5%	13%	24%	5%	7%	

Tableau 7 - Pourcentages de portions et/ou faces présentant au moins une strie par rapports aux éléments squelettiques (tous taxons confondus).

Les faces antérieure et postérieure des os longs sont les plus touchées. À noter cependant que pour le CMC et les os courts (excepté l'ulnaire), les faces les plus touchées sont les faces médiale et latérale. Cela est dû à une orientation différente de ces ossements. Nous pouvons observer pour les humérus, qu'il n'y a pas de différences significatives entre les faces antérieures et postérieures et leurs portions. Cela n'est pas le cas pour l'ulna sur laquelle nous constatons une différence. Cet élément présente plus de marques sur son corps (notamment sur les portions 3 des différentes faces) que ses extrémités proximale et distale. Une différence existe également pour les CMC, où le pourcentage de portions 2 striées est élevé pour les faces médiale et latérale. Les petits éléments affichent quelques stigmates, qui ne présentent pas de différences selon leurs faces. Cependant, ce n'est pas le cas pour la première phalange, où nous voyons un pourcentage élevé de stries de découpe sur ses deux faces (Tableau 7).

5.2.3. Les stries groupées, isolées, et leurs directions

Nous avons vu que les différents ossements des oiseaux étaient pourvus de stries. Suivant les informations de ces stries sur les faces et les portions décrites *supra*, nous pouvons nous demander si ces stries sont plutôt groupées ou isolées.

	Stries groupées	Lots de stries groupées (n)	Stries isolées	Lots de stries isolées (n)
Humérus	65%	57	35%	31
Ulna	69%	57	31%	26
Radius	71%	36	29%	15
Ulnaire	25%	2	75%	6
Radial	80%	4	20%	1
CMC	47%	29	53%	33
Alula	100%	13	0%	0
1^{ère} phalange doigt majeur	80%	24	20%	6
2nde phalange doigt majeur	80%	4	20%	1
Doigt mineur	57%	4	43%	3
Total de lots		230		122
MOYENNE	65%		35%	

Tableau 8 - Pourcentages et effectifs des lots de stries groupées et isolées en fonction des éléments squelettiques.

Nous remarquons que les stries groupées (65%) sont plus abondantes que les stries isolées (35%) et ce pour tous les ossements, excepté l'ulnaire, (Figure 27 ; Figure 28), le CMC et le doigt mineur où nous constatons que la différence est faible entre ces deux natures de stries (bien que le nombre de lots des stries reste faible) (Tableau 8). Un test statistique Z ($Z = 8,140$ pour une probabilité de $p < 0,001$), il y a donc bien une différence entre les stries groupées et isolées. À noter que ces groupes de stries peuvent résulter de plusieurs gestes de l'expérimentatrice mais également qu'un seul geste, c'est-à-dire que lors de l'expérimentation, même si un seul geste est entrepris, il peut y avoir une strie principale et des stries parallèles le long de cette dernière (*shoulder effect*) ou un enregistrement discontinu sous forme de plusieurs stries d'un seul geste (Tableau 8).

Trois orientations de stries ont été déterminées suivant l'axe d'allongement des os : les stries obliques, longitudinales et transversales. Les ossements présentent-ils plus de stries obliques, longitudinales ou transversales ?

	Lots de stries obliques (n)	Stries obliques	Lots de stries longitudinales (n)	Stries longitudinales	Lots de stries transversales	Stries transversales
Humérus	63	54%	28	24%	26	22%
Ulna	56	54%	22	21%	25	24%
Radius	36	57%	12	19%	15	24%
Ulnaire	7	78%	1	11%	1	11%
Radial	3	60%	1	20%	1	20%
CMC	38	48%	26	33%	15	19%
Alula	10	63%	6	38%	0	0%
1^{ère} phalange doigt majeur	23	58%	16	40%	1	3%
2^{ème} phalange doigt majeur	5	63%	3	38%	0	0%
Doigt mineur	4	44%	5	56%	0	0%
Total de lots	245		120		84	
MOYENNE		55%		27%		19%

Tableau 9 - Valeurs brutes et pourcentages de stries isolées et groupées (obliques, longitudinales et transversales) de toutes les directions par rapport aux éléments anatomiques.

Quant à l'orientation des stries, la tendance est à la strie oblique (groupée et isolée confondues). Ces marques obliques sont présentes sur tous les ossements et renvoient aux différents gestes circulaires et obliques de l'expérimentatrice. Les stries longitudinales sont moins nombreuses que les précédentes (2 fois moins présentes, soit 27%). Un seul mouvement peut générer plusieurs traces longitudinales, parfois dans le prolongement les unes des autres (par exemple, l'ulna gauche, Figure 19). Enfin, sur les 200 ossements, nous avons enregistré quelques lots de stries transversales (19%). Ces traces résultent de mouvements transversaux lors de l'expérimentation. Nous pouvons donc dire que lors de ce travail, l'expérimentatrice a effectué davantage de mouvements obliques et longitudinaux que transversaux. Ce dernier ne devait être réalisé uniquement à des endroits spécifiques, sur les ossements longs, probablement au niveau des extrémités des ossements (excepté pour l'ulna où des gestes transversaux ont pu servir à ôter les rémiges secondaires) (Tableau 9). Parmi ces différentes marques, certains présentent quelques spécificités : elles sont incurvées. Cela résulte d'un geste de l'expérimentatrice qui marque une déviation de la strie. La majorité des stries sont droites, mais nous pouvons en noter quelques-unes incurvées (par exemple le radius gauche, Figure 11).

5.2.4. Les limites de l'expérimentation

L'expérimentation de prélèvement des plumes conduite lors de cette étude est celle qui, à ce jour, compte le plus grand nombre de spécimens. Néanmoins, plusieurs limites peuvent être évoquées quant aux résultats obtenus. Pour une meilleure répétabilité et un traitement statistique poussé, un échantillon plus large aurait été plus adéquat. De plus, avec un échantillon plus grand des grands rapaces, il aurait été possible de voir l'impact de la variabilité inter-spécimen et inter-espèce. Les

individus étaient également congelés depuis quelques temps et par conséquent leurs tissus sont devenus plus secs. La congélation permet une réduction des pertes de poids des carcasses mais cela peut endommager la qualité de la viande (tendreté) et des tissus. Une altération de la tendreté est liée à la contracture du froid, c'est un phénomène qui apparait lors d'une congélation rapide. Des expérimentations de congélation-décongélation ont été réalisées pour mettre en évidence des changements de la structure myofibrillaire. Il a été observé que la qualité de la viande (tendreté) va dépendre de l'intensité et du temps de la congélation (congélation rapide ou lente, temps de congélation). Un temps de congélation lent ne va pas être recommandé car cela diminue les capacités de rétention d'eau de la viande (assèchement des tissus, des muscles). Ce facteur a sans doute joué un rôle dans cette étude, puisqu'un tissu sec se rigidifie au cours de la congélation (Ouali, 1991 ; Genot, 2000). Par conséquent, il devait être plus difficile d'ôter les plumes des ailes. De plus, il serait intéressant de comparer les résultats obtenus en faisant une étude avec des spécimens « frais ». Enfin, l'expérimentatrice a manipulé debout, sur une table de dissection dans une salle. Sa position, par rapport au rapace n'était pas une position naturelle qu'un Homme préhistorique aurait pu prendre pour exécuter ce type d'actions. Le fait de manipuler debout a pu avoir un impact dans le prélèvement des plumes car la position de l'expérimentatrice par rapport à l'animal a été conditionnée par sa position. Ce choix a été fait pour des raisons pratiques d'organisation permettant de respecter les conditions sanitaires. Enfin, en complétant cette étude par une étude ethnographique sur différents peuples traditionnels, nous pourrions parachever nos informations sur les moyens de prélèvement des plumes des oiseaux qui peuvent différer de la nôtre.

Par ailleurs, notons qu'il serait aussi intéressant de s'interroger sur l'ubiquité des traces, des gestes ayant différents objectifs qui peuvent produire des traces similaires. Au vu de l'expérimentation menée dans le cadre de sa thèse, V. Laroulandie effectue des actions de désarticulation et de décarnisation sur différents individus. Il a été observé plusieurs traces de différentes directions sur la totalité des humérus. Les traces de l'ulna se situent aussi sur le corps et sont pour la plupart obliques. Lors de la désarticulation du poignet, quelques traces ont été observées sur le carpométacarpe. Ces actions menées lors des expérimentations diverses (désarticulation, décarnisation et prélèvement des plumes) peuvent laisser des traces similaires et donc biaiser une étude archéozoologique. Il faut donc pondérer toute étude, et se questionner sur le fait d'un prélèvement de plumes et/ou d'un prélèvement des muscles. Cependant, nous pouvons modérer nos propos, et laisser de côté les traces se trouvant par exemple sur le proximal des humérus qui ne constituent pas des éléments diagnostiques pour un prélèvement des plumes (Figure 21 ; Figure 22). Néanmoins, les stigmates obliques se trouvant sur le corps de l'ulna pour une décarnisation sont similaires à celles observées pour un prélèvement des plumes, il faut donc faire attention à la lecture des traces anthropiques et au sens donné à ces stries

de découpe. Il reste tout à fait probable que les Hommes aient pu à la fois rechercher les plumes et les muscles d'un même individu (V. Laroulandie, 2001).

5.2.5. Comparaison du référentiel avec les autres expérimentations

Les travaux expérimentaux précédents ont mentionné que les humérus avaient leurs parties distales et leurs corps plus touchés que leurs parties proximales où quelques traces étaient mentionnées (Pederghana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Les traces de ces expérimentations ont été observées sur les faces antérieures et postérieures (Romandini *et al.*, 2016) mais également sur les faces médiales des humérus (Pederghana et Blasco, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Lors de notre étude, nous avons eu un résultat similaire : les parties distales sont le plus touché et présentent des stries de différentes directions. De plus, les corps des humérus portent quelques stigmates qui sont moins nombreux. Cependant, nous avons constaté qu'il y avait plusieurs stries (groupées et isolées) sur les parties proximales. Bien que cette partie soient pourvue de muscles, cela ne l'a pas empêché d'être marqué (Figure 21 ; Figure 22). Ces différences entre notre référentiel et les travaux précédents peuvent être dues à la manière de manipuler. Il est possible que la manipulation des spécimens ait été différente de la nôtre (sur une table de dissection, dans une salle) et cela a pu influencer les faces des éléments touchées. Mais aussi par rapport au nombre d'individu (ici, $n = 10$), notre expérimentation comportait plus d'individus que les travaux précédents, il n'est pas surprenant d'observer plus de stries et donc plus de variabilité. Selon Pederghana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 et Blasco *et al.*, 2019, les ulnas sont l'un des éléments squelettiques le plus touché lors des expérimentations (essentiellement au niveau des faces antérieures et postérieures). Il y a principalement des marques longitudinales et obliques sur tous les ossements, sur toutes les faces (Pederghana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). C'est également ce que nous avons constaté lors de notre analyse. Les stries étaient principalement obliques et se situent sur le corps de l'os (Tableau 9). Le fait d'utiliser un outil pour ôter les rémiges secondaires des apophyses anconales a laissé des traces sur tout le corps (Figure 23 ; Figure 24). Sur le radius, les traces sont généralement obliques et longitudinales et localisées au niveau des parties proximales et du corps sur les faces antérieures, médiales et postérieures ; les parties distales ne sont pas mentionnées par les auteurs. Bien que ces expérimentateurs évoquent cet os, ils concluent sur le fait que cet élément anatomique ne présente pas beaucoup de traces et que certains radius n'ont pas été marqués (Pederghana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Nous avons également observé que les différentes portions du radius sont peu marquées (13% de portions qui portent au moins une strie sur tous les radius (Tableau 7). Cependant, contrairement aux autres expérimentations, toutes les parties de l'os ont été concernées pour notre travail. Comme dans les

travaux précédents, les stries de découpe sur les radius étaient pour la plupart obliques (57% de lots de stries obliques pour les radius) (Tableau 9 ; Figure 25 ; Figure 26).

Quelques travaux mentionnent les radials avec quelques stries (Pedergnana et Blasco, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Ces éléments ne sont pas tous marqués et quand ils le sont, ils présentent des stries obliques sur la face postérieure uniquement. Notre étude montre que les radials sont peu marqués (20% d'entre eux, 8% des faces ont au moins une strie), et ont des stries obliques et longitudinales sur les faces postérieures et latérales (Tableau 7 ; Figure 27). Les ulnaires ne sont pas mentionnés dans les travaux expérimentaux antérieurs (Pedergnana et Blasco, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Mais dans notre étude, les ulnaires ont été marqués (40% d'entre eux, 13% de leurs faces présentent au moins une strie) de quelques traces principalement obliques et longitudinales (Tableau 7 ; Figure 27 ; Figure 28). Les carpiens (ulnaire et radial) sont des éléments qui sont entourés par d'autres ossements et par des insertions, avoir peu de traces voire aucune peut s'expliquer par cette configuration. Quant aux carpométacarpes, les travaux antérieurs (Pedergnana et Blasco, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019) expliquent que c'est l'un des éléments qui montre le plus d'altérations, principalement sur les faces médiales et latérales. Les stries sont de toutes les directions et sont présentes sur l'ensemble de l'os (Pedergnana et Blasco, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Lors de notre étude, nous avons aussi constaté que c'était l'un des ossements les plus touchés (95% d'entre eux, 26% des portions présentent au moins une trace) (Tableau 7). Nous avons observé des stigmates obliques sur le CMC (Tableau 9), principalement sur le corps majeur, à l'emplacement des rémiges primaires, mais aussi sur les extrémités où s'insèrent les différentes phalanges. Rappelons que sur le carpométacarpe, il n'y a que la peau, les plumes et quelques tendons, c'est donc une zone où les plumes primaires vont être très attachées à l'os et leurs prélèvements est d'autant plus difficile. C'est pour cela qu'il est possible de retrouver des traces de *peeling*, une action qui est la conséquence d'une manipulation de force, rendant ainsi l'action du prélèvement plus simple (Blasco *et al.* 2019) (Figure 29 ; Figure 30).

Enfin, pour les phalanges, quelques expérimentations mentionnent l'alula avec des stries obliques sur la face antérieure (Pedergnana et Blasco, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Nos observations convergent sur ce point et montrent par ailleurs que cet ossement peut être intensément marqué, surtout sur les faces antérieures et latérales (Figure 31 ; Figure 32). Enfin les autres phalanges (doigts majeur et mineur) n'ont pas été évoquées lors des études précédentes (Pedergnana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Dans Pedergnana et Blasco, 2016, les auteures mentionnent le fait que la limite de la manipulation des ailes était le carpométacarpe, c'est pour cela que nous n'avons pas mentionné de ces doigts. De plus, une action de *peeling* (quand il y en a eu) a pu engendrer une lecture impossible des doigts majeurs et mineurs (Peresani *et al.*, 2011 ; Finlayson *et al.*, 2012 ; Fiore

et al., 2019; Pedergrana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019). Pour notre étude, nous avons décidé de ne pas faire une désarticulation forcée (*peeling*) pour prélever les plumes, et éviter un endommagement des ossements. L'objectif de cette étude était d'obtenir les plumes sans altérer les os et de pouvoir les incorporer dans la collection de référence. Nous avons remarqué avec le corpus étudié, que la première phalange du doigt majeur était encline à être marquée (40% des faces présentent au moins une strie). C'est donc l'ossement qui présente le plus d'altération pour notre étude. Les secondes phalanges de ce même doigt ont été également marquées mais plus faiblement de plusieurs traces de directions différentes. Enfin, les doigts mineurs ont des stries de découpe, mais uniquement les spécimens diurnes ont présenté des marques (Tableau 7 ; Figure 33 ; Figure 34) (Annexe 2).

5.2.6. Comparaison du référentiel avec le registre archéologique

Dans le registre archéologique, les restes aviaires de différents sites des niveaux moustérien ou uluzzien ou châtelperronien (décrit *supra*) présentent des similarités avec notre étude (Peresani *et al.*, 2011 ; Tagliacozzo *et al.*, 2013 ; Perdegnana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Fiore *et al.*, 2016 ; Fiore *et al.*, 2019) (Annexe 1).

Les restes fragmentaires des **humérus** (généralement les parties distales et les corps) vont présenter des traces au niveau de leurs parties distales et du corps, ce sont des traces obliques (Peresani *et al.*, 2011 ; Fiore *et al.*, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016). Ces traces observées sont similaires à celles de notre étude, notamment sur les parties distales et sur le corps où la majorité était des stigmates obliques. Ces traces sont donc à mettre en relation avec les différentes incisions faites au niveau de l'humérus pour ôter les plumes au niveau du corps mais aussi au niveau des parties distales (articulation du coude) (Figure 21 ; Figure 22).

Pour les **radius**, différents individus ont été utilisés par nos Ancêtres (par exemple le *Gypaetus barbatus*), les fragments distaux observés sont pourvus sur différents faces (antérieure, postérieure et médiale) de stries courtes et obliques sont comparables à notre étude. Nous avons observé des traces essentiellement obliques sur les parties distales, renvoyant aux différents mouvements effectués pour sectionner et ôter la peau et les plumes secondaires au niveau de l'articulation du poignet (Peresani *et al.*, 2011 ; Fiore *et al.*, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016) (Figure 25 ; Figure 26).

Enfin, pour les **carpométacarpes**, divers restes fragmentaires d'individus différents (*Aquila clanga*, *Falco columbarius* et *Aegypius monachus* par exemple) ont été étudiés. Sur le proximal du CMC, des

traces obliques ont été observées, en relation avec une action de désarticulation au niveau du processus extenseur (*peeling* au niveau du CMC, des carpiens, de l'ulna et du radius). Notons aussi que les parties distales ont des stries de découpe, sur la face dorsale de l'ossement. Ces stigmates sont aussi liés à une action de désarticulation du CMC et des phalanges (Peresani *et al.*, 2011 ; Fiore *et al.*, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016). En comparaison avec notre étude, nous avons également remarqué plusieurs traces de différentes tailles et plutôt obliques au niveau du proximal du carpométacarpe mais aussi des parties distales (Figure 29 ; Figure 30). Comme dit précédemment, ces traces sont à mettre en relation avec le prélèvement des plumes des phalanges sans effectuer une désarticulation forcée.

VI. CONCLUSION

Cette étude avait plusieurs objectifs, notamment de renseigner la chaîne opératoire du prélèvement de plumes ; de relever les gestes permettant un prélèvement des plumes des ailes sur les rapaces et d'étudier les traces laissées sur les ossements et de tirer des résultats sur ces marques qui sont des épiphénomènes. Nous avons pu retracer étape par étape les mouvements de l'expérimentatrice lors du prélèvement des plumes des grands rapaces. Chaque geste et chaque incision ont permis d'ôter les différentes plumes des ailes et de les avoir en un seul élément avec la peau.

À partir de ces travaux, nous avons constaté qu'il y a eu des stries de découpe sur pratiquement tous les éléments anatomiques et que chaque ossement est pourvu de marques différentes avec une intensité qui diffère aussi. Ces distinctions s'expliquent par l'anatomie des spécimens ; par les insertions musculaires qui entourent et qui varient selon l'élément squelettique. En effet, certains ossements, comme les humérus présentent davantage d'insertions musculaires au niveau du proximal que du distal. C'est en partie ce qui explique que nous avons plus de traces sur les parties distales. En revanche, les petits éléments comme les carpiens sont peu marqués, ceci étant lié à leur emplacement (entre l'ulna, le radius et le carpométacarpe) et aux insertions musculaires. Enfin, les ulnas et les carpométacarpes montrent un pourcentage de stries élevé, s'expliquant par le fait qu'ils portent les plumes secondaires et primaires. Plusieurs gestes ont été nécessaires pour séparer les plumes des éléments anatomiques. Nous avons pu constater, au niveau de la présence/absence de stries qu'il n'y avait pas de différence significative entre les Accipitriformes, les Strigiformes et leurs tailles. Cependant, quand nous étudions le nombre de portions et/ou faces touchées des différents individus, nous remarquons qu'il y a une différence entre les oiseaux diurnes et nocturnes et qu'il y aussi une différence entre les grands rapaces et les plus petits. La variabilité de la présence de stries est donc liée à ces facteurs énoncées, mais potentiellement à d'autres facteurs aussi, comme la personne qui manipule par exemple. Comme nous l'avons dit, les stries sont un accident qui survient lors d'une pratique bouchère. De ce fait, il aurait pu être totalement envisageable de n'avoir aucune trace sur les ossements. Bien qu'ayant annoté sur des fiches les possibles stries sur les ossements, nous avons pu constater que ces annotations étaient largement sous-estimées au vu du nombre de stries présentes. Bien que la personne ayant pratiqué la découpe ne fût pas novice, le contact de l'outil lithique avec l'os a laissé des marques.

Cette étude de prélèvement des plumes a également fait part d'une création d'un référentiel plus riche que les travaux précédents. Ainsi, à travers ce travail, nous avons pu d'une part conforter l'idée des

travaux antérieurs et d'autre part, entre apprendre plus sur les marques laissées à partir d'un prélèvement (notamment sur les phalanges qui étaient peu, voire pas mentionnées). Pour cette étude, nous nous sommes concentré sur le Paléolithique moyen et sur la Transition du Paléolithique moyen au Paléolithique récent, cependant, ce référentiel ne s'applique pas uniquement à ces périodes. Il peut très bien s'appliquer à d'autres périodes (plus récentes voire plus anciennes), mais aussi à d'autres genre d'Oiseaux, pas uniquement des rapaces. Il est cependant nécessaire de faire d'autres travaux sur le prélèvement de plumes pour enrichir les connaissances déjà acquises, pour étudier d'autres facteurs, par exemple, changer la méthode du prélèvement, car dans le cas de ces recherches, la méthode de prélèvement a été contrainte par des normes sanitaires. En changeant des facteurs, nous pourrions comparer notre registre avec le prélèvement des plumes des groupes culturels actuels (ethnoarchéologie) et ainsi comprendre leurs techniques qui peuvent être différentes de celles utilisées ici (prélever les plumes, conserver les plumes, etc.). Il serait donc intéressant de s'orienter vers une approche ethnoarchéologique, où la présence de la plume peut se trouver au centre des *us et coutumes* chez certaines populations traditionnelles, encore aujourd'hui.

VII. ANNEXE

	Site	Date	Espèce	Anatomie	Utilisation
EUROPE	Axlor	ca . 42 ka cal BP	<i>A. chrysaetos</i>	Fémur	Alimentation
	Vanguard Cave	50-40 ka cal BP	<i>Gyps fulvus</i>	Ulna	Décharnement + consommation
	Gorham's Cave	50-27,5 ka cal BP	<i>Aquila chrysaetos</i>	Ulna	Symbolique (plumes) + consommation
			<i>Gyps melitensis/fulvus</i>	Fémur	
			<i>Milvus migrans</i>	Tibiotarse	
	Cova Foradada	42, 7 – 38, 9 ka cal BP	<i>Aquila heliaca</i>	Phalange du pied	Symbolique
	Cova Negra	(MIS 6-MIS 5)	<i>Falco naumanni</i>	Scapula	Décharnement
	Krapina (Croatie)	130 ka	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Serres + phalanges	Symbolique
	Pech de l'Azé IV	100 ka	<i>Rapaces de moyenne taille</i>	phalanges du pied	Non alimentaire
	Combe-Grenal	MIS 5b	<i>Aquila chrysaetos</i>	Serres	Symbolique ?
	Les Fieux	MIS 3	<i>Aquila chrysaetos</i>	Fémur	Décharnement
			<i>Aegypius monachus</i>	Serres + phalange du pied	Symbolique ?
			<i>Haliaeetus albicilla</i>	Serres + pénultième phalange	Symbolique ? Exploitation ?
	Grotte de l'Hyène	MIS 3 ?	<i>Aquila chrysaetos</i>	Serres	Symbolique ?
	Grotte du Noisetier	ca . 50 ka BP	<i>Falco sp.</i>	Humérus	Décharnement
	Pech de l'Azé I	MIS 3	<i>Aquila chrysaetos</i>	Premières phalanges du pied	
	Grotte du Renne	44-42 ka BP	<i>Haliaeetus albicilla</i>	phalanges du pied	Symbolique ? Exploitation ?
			<i>Bubo buo</i>	Serres + phalanges du pied	
			<i>Gyps fulvus</i>	Humérus, Ulna, Radius, Métaphyses	
	Grotte Mandrin	MIS 3, c. 55-46 ka	<i>Aquila chrysaetos</i>	Serres	Symbolique
Rio del Secco	MIS 3, c. 49,1-48 ka	<i>Aquila chrysaetos</i>	Serres	Symbolique	
Grotte de Fumane	43,6-40,4 ka cal BP	<i>Aquila chrysaetos</i>	Humérus	Plumes	
	43,6-40,4 ka cal BP	<i>Gypaetus barbatus</i>	Ulna	Plumes	
	44,8-42,2 ka cal BP	<i>Falco vespertinus</i>	Humérus	Plumes	
	47,6-45 ka cal BP	<i>Aegypius monachus</i>	Humérus + CMC	Décharnement	
	47,6-45 ka cal BP	<i>Aquila clanga</i>	Radius	Récupération des os/ailes	
Grotte de Castelcivita	MIS 3	<i>Aquila chrysaetos</i>	Serres	Symbolique	
		<i>Strix sp.</i>	Humérus		
	47,6-41,3 ka cal BP	<i>Falconiformes</i>	Ulna	Plumes	

Annexe 1 – Récapitulatif des sites moustériens, châtelperroniens et/ou uluzziens avec les différents éléments anatomiques des rapaces et leurs utilisations (données extraites de Gómez-Olivencia *et al.*, 2018 (Table S7) ; Peresani *et al.*, 2011 ; Tagliacozzo *et al.*, 2013 ; Mourer-Chauvrié, 2019).

	Spécimens	Anatomie	Stries de découpes	Localisation
E X P É R I M E N T A T I O N S	<i>Gyps fulvus</i> (n = 1)	Humérus	Transversales, obliques et longitudinales	Faces médiale et antérieure ; parties distales et corps
		Ulna	Principalement obliques	Faces postérieure et médiale ; toutes les parties
		Radius	Obliques	Faces antérieure ; parties proximales
		CMC	Longitudinales et obliques	Faces antérieure ; postérieure, toutes les parties
		Alula	Obliques	Face antérieure
		Radial	Obliques	Face postérieure
	<i>Circaetus gallicus</i> (n = 1)	Humérus	Transversales et obliques	Faces médiale et antérieure ; parties distales et corps
		Ulna	Longitudinales et obliques	Faces antérieure, postérieure et médiale ; toutes les parties
		Radius	Obliques	Face antérieure ; parties proximales et corps
		CMC	Obliques	Trochlées
		Radial	Obliques	Face postérieure
	<i>Gypaetus barbatus</i> (n = 1) <i>Bubo bubo</i> (n = 2) <i>Gyps fulvus</i> (n = 1)	Humérus	Transversales, obliques et longitudinales	Plutôt les parties distales
		Ulna	Longitudinales et obliques	Sur le corps
		Radius	Longitudinales et obliques	Centre du corps
		CMC	Obliques	Trochlées
	<i>Gyps fulvus</i> (n = 4)	Humérus	Transversales et obliques	Faces antérieure, postérieure et médiale ; sur le corps et les parties distales
		Ulna	Transversales, obliques et longitudinales	Faces postérieure, médiale et latérale ; toutes les parties
		Radius	Obliques	Face antérieure ; parties proximales
		CMC	Longitudinales et obliques	Faces médiale et latérale ; toutes les parties
		Radial	Obliques	Plutôt sur le proximal ; face postérieure
Alula		Obliques	Plutôt sur le proximal ; face postérieure	

Annexe 2 – Récapitulatif des expérimentations ayant déjà eu lieu (Perdegnana et Blasco, 2016 ; Romandini *et al.*, 2016 ; Blasco *et al.*, 2019).

Date : Noms :

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Nom vernaculaire : Numéro d'inventaire :
Sexe : mâle femelle inconnu
Âge :

OUTIL LITHIQUE :

Outil utilisés : CÔTÉ DROIT CÔTÉ GAUCHE

Matière première :

Type d'outils :

Dessin de l'outil : AVANT APRÈS

Observations de l'outil :

AILE DROITE ET OBSERVATIONS

Temps :
Main dominante : droitier gaucher

Position de la personne :

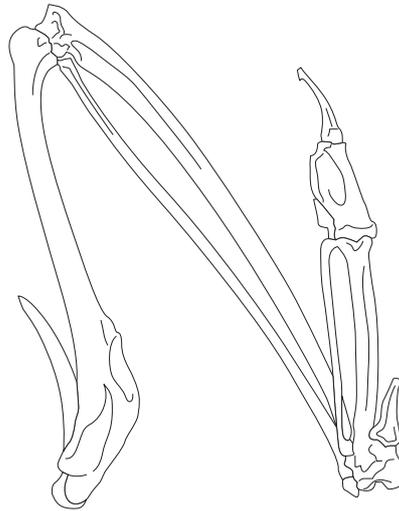
Angle de l'outil :

Direction de la découpe :

Type de mouvement :

Observations :

AILE DROITE ET OBSERVATIONS



Annexe 3 - Fiche type utilisé pour l'expérimentation.

VIII. BIBLIOGRAPHIE

BLASCO R., ROSELL J., SÁNCHEZ-MARCO A., GOPHER A., BARKAI R. (2019) – Feathers and food: Human-bird interactions at Middle Pleistocene Qesem Cave, Israel, *Journal of Human Evolution*, 136, p. 102653.

BOCHENSKI Z.M., TOMEK T. (2009) – *A key for the identification of domestic bird bones in Europe: Preliminary determination*, Institute of Systematics and Evolution of Animals, Polish Academy of Sciences, Krakow, p. 101.

COHEN A., SERJEANSTON D. (1996) – A manual for the identification of bird bones from archaeological sites, vol. I, London, p. 115.

COSTAMAGNO S., SOULIER M.-C., VAL A., CHONG S. (2019) – Le référentiel de stries de boucherie, *Palethnologie*, 10, pp. 195-291.

DELPECH F., GRAYSON D.K. (2007) – Chasse et subsistance aux temps de Neandertal, in *Les Néandertaliens. Biologie et cultures.*, Paris, pp. 181-198.

D'ERRICO F. (2003) – The invisible frontier. A multiple species model for the origin of behavioral modernity, *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 12, (4), pp. 188-202.

DIBBLE H., BERNA F., GOLDBERG P., MCPHERRON S., MENTZER S., NIVEN L., RICHTER D., SANDGATHE D., THÉRY-PARISOT I., TURQ A. (2009) – A Preliminary Report on Pech de l'Azé IV, Layer 8 (Middle Paleolithic, France), *Paleoanthropology*, 2009, pp. 182-219.

DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., YRAVEDRA J. (2009a) – Why are cut mark frequencies in

archaeofaunal assemblages so variable? A multivariate analysis, *Journal of Archaeological Science*, 36, (3), pp. 884-894.

DOMÍNGUEZ-RODRIGO M., DE JUANA S., GALÁN A.B., RODRÍGUEZ M. (2009b) – A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks, *Journal of Archaeological Science*, 36, (12), pp. 2643-2654.

D'ERRICO F., ZILHÃO J., JULIEN M., BAFFIER D., PELEGRIN J. (1998) – Neanderthal Acculturation in Western Europe? A Critical Review of the Evidence and Its Interpretation, *Current Anthropology*, 39, (S1), pp. S1-S44.

FINLAYSON C., BROWN K., BLASCO R., ROSELL J., NEGRO J.J., BORTOLOTTI G.R., FINLAYSON G., SÁNCHEZ MARCO A., GILES PACHECO F., RODRÍGUEZ VIDAL J., CARRIÓN J.S., FA D.A., RODRÍGUEZ LLANES J.M. (2012) – Birds of a Feather: Neanderthal Exploitation of Raptors and Corvids, *PLoS ONE*, 7, (9), e45927.

FIGLIORE I., GALA M., ROMANDINI M., COCCA E., TAGLIACOZZO A., PERESANI M. (2016) – From feathers to food: Reconstructing the complete exploitation of avifaunal resources by Neanderthals at Fumane cave, unit A9, *Quaternary International*, 421, pp. 134-153.

FIGLIORE I., GALA M., BOSCHIN F., CREZZINI J., TAGLIACOZZO A., MORONI A. (2019) – Archeozoology and taphonomy of bird remains from Grotta di Castelcivita (Salerno, Italy) and clues for human-bird interactions, *Quaternary International*, in press.

FRAIGNEAU C. (2017) – *Identifier les plumes des oiseaux d'Europe occidentale*, Delachaux et Niestlé, p. 400.

GERBE M., THIEBAUT C., MOURRE V., BRUXELLES L., COUDENNEAU A., JEANNET M., LAROULANDIE V. (2010) – Influence des facteurs environnementaux, économiques et culturels sur les modalités d'exploitation des ressources organiques et minérales par les Néandertaliens des Fieux (Miers, Lot), in *Transition, ruptures et continuité en Préhistoire*, XXVIIe congrès préhistorique de France - Bordeaux - Les Eyzies, pp. 257-279.

GEROUDET P. (2013) – *Les rapaces diurnes et nocturnes d'Europe*, vol. 1, Delachaux et Niestlé, p. 496

GÓMEZ-OLIVENCIA A., SALA N., NÚÑEZ-LAHUERTA C., SANCHIS A., ARLEGI M., RIOS-GARAIJAR J. (2018) – First data of Neandertal bird and carnivore exploitation in the Cantabrian Region (Axlor ; Barandiaran excavations; Dima, Biscay, Northern Iberian Peninsula), *Scientific Reports*, 8, (1), 10551.

GOURICHON L. (1994) – *Les Harfangs (Nyctea scandiaca L.) du gisement magdalénien du Morin (Gironde). Analyse taphonomique des restes d'un rapace nocturne chassé et exploité par les hommes préhistoriques*, Thèse, Lyon Lumière II, Lyon, 180 p.

LAROULANDIE V. (2000) – *Taphonomie et archéozoologie des oiseaux en grotte : applications aux sites paléolithiques du Bois-Ragot (Vienne), de Combe-Saunière (Dordogne) et de La Vache (Ariège)*, Thèse, Université de Bordeaux, 1 vol., 395 p.

LIVEZEY, ZUSI (2006) – Phylogeny of Neornithes, *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, 37, 544 p.

LYMAN R.L. (1994) – *Vertebrate taphonomy*, vol. XXVI, 524 p.

MCBREARTY S., BROOKS A.S. (2000) – The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior, *Journal of Human Evolution*, 39, (5), pp. 453-563.

MILNE EDWARDS A. (1867a) – *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France*, Paris, p. 492.

MILNE EDWARDS A. (1867b) – *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France*, Paris, p. 630.

MORIN E., LAROULANDIE V. (2012) – Presumed Symbolic Use of Diurnal Raptors by Neanderthals, *PLoS ONE*, 7, (3), e32856.

MOURER-CHAUVIRE (2019) – L'exploitation des oiseaux, in *Le Châtelperronien de la grotte du Renne (Arcy-sur-Cure, Yonne, France). Les fouilles d'André Leroi-Gourhan (1940-1963)*, p. 131-138.

OUALI A. (1991) – Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande, *INRA Productions Animales*, Paris, INRA, 4 (3), pp.195-208.

PEDERGNANA A., BLASCO R. (2016) – Characterising the exploitation of avian resources: An experimental combination of lithic use-wear, residue and taphonomic analyses, *Quaternary International*, 421, pp. 255-269.

PERESANI M., FIORE I., GALA M., ROMANDINI M., TAGLIACOZZO A. (2011) – Late Neandertals and the intentional removal of feathers as evidenced from bird bone taphonomy at Fumane Cave 44 ky B.P., Italy, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, (10), pp. 3888-3893.

RADOVČIĆ D., SRŠEN A.O., RADOVČIĆ J., FRAYER D.W. (2015) – Evidence for Neandertal Jewelry: Modified White-Tailed Eagle Claws at Krapina M. D. Petraglia (dir.), *PLOS ONE*, 10, (3), e0119802.

RODRÍGUEZ-HIDALGO A., MORALES J.I., CEBRIÀ A., COURTENAY L.A., FERNÁNDEZ-MARCHENA J.L., GARCÍA-ARGUDO G., MARÍN J., SALADIÉ P., SOTO M., TEJERO J.-M., FULLOLA J.-M. (2019) – The Châtelperronian Neanderthals of Cova Foradada (Calafell, Spain) used imperial eagle phalanges for symbolic purposes, *Science Advances*, 5, (11), eaax1984.

ROMANDINI M., PERESANI M., LAROULANDIE V., METZ L., PASTOORS A., VAQUERO M., SLIMAK L. (2014) – Convergent Evidence of Eagle Talons Used by Late Neanderthals in Europe: A Further Assessment on Symbolism, *PLoS ONE*, 9, 7, e101278.

ROMANDINI M., FIORE I., GALA M., CESTARI M., GUIDA G., TAGLIACOZZO A., PERESANI M. (2016) – Neanderthal scraping and manual handling of raptors wing bones: Evidence from Fumane Cave. Experimental activities and comparison, *Quaternary International*, 421, pp. 154-172.

SERJEANTSON D. (1991) – Rid grasse of bones : A taphonomic study of the bones from

midden deposits at the Netolithic and Bronze age sites of Runnymede, Surrey, England in *International Journal of Osteoarchaeology*, 1, (2), pp. 73-89

SERJEANTSON D. (2009) – *Birds*, Cambridge, Cambridge University press, p 514.

SHIPMAN P., ROSE J. (1983) – Early hominid hunting, butchering, and carcass-processing behaviors: Approaches to the fossil record, *Journal of Anthropological Archaeology*, 2, (1), pp. 57-98.

SORESSI M., RENDU W., TEXIER J.-P., CLAUD É., DAULNY L., D'ERRICO F., LAROULANDIE V., MAUREILLE B., NICLOT M., SCHWORTZ S., TILLIER A.-M. (2008) – Pech-de-l'Azé I (Dordogne, France) : nouveau regard sur un gisement moustérien de tradition acheuléenne connu depuis le XIXe siècle, in *Les sociétés du Paléolithique dans un Grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes*, Mémoire XLVII de la Société préhistorique française, pp. 96-132.

TAGLIACOZZO A., ROMANDINI M., FIORE I., GALA M., PERESANI M. (2013) – Animal Exploitation Strategies during the Uluzzian at Grotta di Fumane (Verona, Italy), in *Zooarchaeology and Modern Human Origins*, Dordrecht, Springer Netherlands, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology, pp. 129-150.

VILLA P., ROEBROEKS W. (2014) – Neandertal Demise: An Archaeological Analysis of the Modern Human Superiority Complex, *PLoS ONE*, 9, (4), e96424.

PRÉLÈVEMENT DES PLUMES DES GRANDS RAPACES PAR LES CHASSEURS-CUEILLEURS DU PALÉOLITHIQUE MOYEN À LA TRANSITION DU PALÉOLITHIQUE RÉCENT : APPROCHE EXPÉRIMENTALE

Les Oiseaux ne sont pas uniquement source d'alimentation, ils présentent d'autres ressources en matières premières tels que les plumes, les tendons ou encore les griffes. L'utilisation des grands rapaces par les Hommes préhistoriques du Paléolithique moyen et de la Transition est un sujet d'intérêt croissant depuis une dizaine d'années. Toutefois, les référentiels disponibles sont peu développés pour interpréter les modifications observées sur les ossements archéologiques. C'est le cas des traces résultant du prélèvement des plumes de l'aile. Une expérimentation a été menée avec dix spécimens (Accipitriformes et Strigiformes) et des outils lithiques non retouchés. Le but était de relever les stries de découpe et les gestes effectués sur les différents ossements (associer la strie au geste). Les études ont démontré qu'il pouvait y avoir une différence entre les différents oiseaux, entre les ossements touchés et entre leurs portions et faces.

Mots-clefs : plumes, prélèvement, expérimentation, référentiel, rapaces.

FEATHER EXTRACTION OF LARGE RAPTORS BY HUNTER-GATHERERS FROM THE MIDDLE PALEOLITHIC TO THE LATE PALEOLITHIC TRANSITION: EXPERIMENTAL APPROACH

Birds are not only a source of food, they also have other raw material resources such as feathers, tendons and claws. The use of large raptors by the Prehistoric population in the Middle Paleolithic and Transition periods has been a subject of growing interest over the last ten years. However, the available reference systems are poorly developed for interpreting the modifications observed on archaeological bones. This is the case of the traces resulting from the removal of wing feathers. An experiment was carried out with ten specimens (Accipitriformes and Strigiformes) and unretouched lithic tools. The aim was to record the cutting striations and the gestures made on the different bones (associating the striation with the gesture). Studies have shown that there could be a difference between the different birds, between the bones affected and between their portions and faces.

Key-words: feathers, extraction, experiment, referential, raptors.