

Université de Montréal

Corrélation entre le développement de pathologies métatarsiennes et le port de chaussures
chez des populations archéologiques Anglo-saxonnes et Euro-canadiennes

Par

Maëlys Crabouillet

Département d'anthropologie

Faculté des Arts et Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures et postdoctorales en vue de
l'obtention du grade de M.Sc. en Anthropologie

Décembre 2022

© Maëlys Crabouillet, 2022

Université de Montréal
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Ce mémoire intitulé :

Corrélation entre le développement de pathologies métatarsiennes et le port de chaussures
chez des populations archéologiques Anglo-saxonnes et Euro-canadiennes

Présenté par :
Maëlys Crabouillet

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Isabelle Ribot
président-rapporteur

Michelle Drapeau
directrice de mémoire

Iulia Badescu
membre du jury

RÉSUMÉ

L'impact du port de chaussures sur la morphologie du pied a déjà été démontré et on sait que le port d'une chaussure constrictive et rigide augmente la prévalence de pathologie osseuse au niveau du pied. Dans le cadre de cette recherche, nous examinerons dans quelle mesure la rigidité de la chaussure influence le développement de 20 pathologies métatarsiennes. L'échantillon est constitué de 128 individus provenant de cinq sites archéologiques d'origine Euro-canadienne et Anglo-saxonne, comprenant 60 femmes, 54 hommes et 14 individus de sexe indéterminé. L'échantillon a été séparé en deux groupes analytiques (trois populations par groupe), selon le type de chaussures portées. Les individus de Sainte-Marie-de-Beauce, de Saint-Antoine et les immigrants néerlandais de Black Gate forment le groupe nommé Rigide et les individus de Barbican, de Warwick, ainsi que le reste des individus de Black Gate forment le groupe nommé Souple. Les résultats ont démontré que la fréquence de chaque pathologie dans les populations est généralement similaire et varie peu, sauf pour six des pathologies à l'étude qui ont démontré des résultats significatifs : les lésions lytiques, les fractures, les cals osseux, l'arthrose, les ostéophytes sur la base métatarsienne et les lésions poreuses sur les épiphyses. Seule l'arthrose était plus présente dans les populations du groupe Rigide. Outre cela, la plupart des pathologies n'ont pas démontré de lien fort entre le niveau de rigidité de la chaussure et le développement de pathologie. Ces résultats viennent partiellement supporter l'hypothèse qu'une chaussure plus rigide est néfaste pour la santé osseuse au niveau du pied, car d'autres facteurs (ex. génétique, climat, alimentation) entrent aussi en jeu.

Mots clés : Anthropologie, Métatarses, Paléopathologie, Rigidité, Chaussures

ABSTRACT

The impact of shoes on foot morphology has already been demonstrated and we know that wearing constrictive and rigid shoes increase the prevalence of bone pathologies in the foot. In this study, we examine to what extent the rigidity of the shoe influences the development of 20 metatarsals pathologies. The sample for this study consists of 128 individuals from five archeological sites of Euro-Canadian and Anglo-Saxon descent, including 60 women, 54 men and 14 individuals of indetermined sex. The sample was separated into two analytical groups (three populations per group), depending on the type of shoes. Individuals from the population of Sainte-Marie-de-Beauce, Saint-Antoine and the Dutch immigrants from the population of Black Gate are considered to have worn rigid shoes. Individuals from the population of The Barbican and Warwick, as well as the reminder of the individuals from the population of Black Gate are considered to have worn soft shoes. The results demonstrate that the frequency of each pathology in the populations is similar and varies little, except for six pathologies that show significant differences: lytic lesions, fracture, bone callus, osteoarthritis, osteophytes of the base and porosity lesions of the head. Only osteoarthritis was most common in the populations forming the Rigid group. Besides this, most pathologies did not show a strong link between the rigidity of the shoes and the development of pathologies. These results partially support the hypothesis that a rigid shoe is harmful for bone health in the foot because other factors (ex. genetic, climate, alimentation) are also at play.

Keywords : Anthropology, Metatarsals, Paleopathology, Rigidity, Shoes

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT.....	iv
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES	ix
Remerciements.....	xi
Chapitre 1 : Introduction.....	11
Chapitre 2 : Cadre théorique.....	13
2.1) Le pied humain	13
2.1.1) La voûte plantaire	13
2.1.2) La morphologie des métatarses	14
2.2) Paléopathologie	15
2.3) Variation morphologique du pied.....	17
2.3.1) Morphologie de base	17
2.3.2) Adaptations culturelles	18
2.4) Liste de pathologies étudiées.....	19
2.5) Les pathologies non retenues.....	30
2.6) Problématique et hypothèses de recherche.....	32
2.6.1) Problématique.....	32
2.6.2) Hypothèses de recherche	32
Chapitre 3 : Matériels et méthodologie.....	33
3.1) Matériel de recherche	33
3.1.1) Sainte-Marie-de-Beauce CcEs-1	34
3.1.2) Saint-Antoine BiFj-37	35
3.1.3) Black Gate SD 73250 36179	35
3.1.4) Barbican SE 609 512	36
3.1.5) Warwick WS09.....	36
3.2) Contexte environnemental et culturel.....	36
3.2.1) Mode de vie et économie.....	37
3.2.2) Climat et topographie	37

3.3) Différences entre les sexes	39
3.4) La chaussure dans le passé	40
3.4.1) La chaussure en Nouvelle-France.....	40
3.4.2) La chaussure dans la région de York.....	42
3.5) Méthodes	45
3.5.1) Collecte de données	45
3.5.2) Traitement des données	46
Chapitre 4 : Résultats	50
4.1) Statistiques descriptives.....	50
4.2) Test U de Mann-Whitney et PERMANOVA	56
4.2.1) Pathologies analysées individuellement	56
4.2.2) Pathologies analysées par regroupement associé au type de chaussure	58
4.3) Résumé des résultats.....	59
Chapitre 5 : Discussion	62
5.1) Retour sur les hypothèses de recherche.....	62
5.2) Tendance générale sur les conditions pathologiques.....	63
5.3) Influence des facteurs environnementaux	63
5.5) Réflexions sur les résultats	66
Chapitre 6 : Conclusion	68
BIBLIOGRAPHIE	70
Annexe 1	78
Annexe 2	81
Annexe 3	84
Annexe 4	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I – Liste avec abréviations des pathologies à l'étude, catégorisée selon qu'elles soient reliées au port de chaussure rigide, souple ou non-reliées.....	20
Tableau II – Tests de normalité Kolmogorov - Smirnov pour le groupe Rigide et groupe Souple (Sig. Asymptomatique bilatérale pour les 20 pathologies.....)	47
Tableau III – Tests U de Mann-Whitney pour analyser la conservation différentielle entre les deux groupes analytiques (MT = métatarses; D=droit; G=gauche).....	48
Tableau IV – Statistiques descriptives pour tous les métatarses dans le groupe Rigide et Souple.....	50
Tableau V – Statistiques descriptives pour toutes les variables étudiées dans le groupe Rigide et Souple.....	51
Tableau VI – Statistiques descriptives pour les sexes (1=Femme, 2=Homme).....	51
Tableau VII – Statistiques descriptives des six populations formant l'échantillon Complet.....	52-53
Tableau VIII – Répartition des indices de pathologie par population, par groupe et par sexe, avec le nombre total et le pourcentage total. (Population 1 : Ste-Marie, 2 : St-Antoine, 3 : Black Gate, 4 : Barbican, 5 : Warwick, 6 : NL Black Gate et Sexe 1: Femme, 2: Homme, 3: Inconnu).....	54
Tableau IX – Pourcentage total dépendamment du type de chaussure portée (rigide ou souple) I-Rigide correspond aux pathologies reliées aux chaussures rigides, I-Souple aux pathologies reliées aux chaussures souples et I-Neutre correspond aux pathologies non reliées aux chaussures.....	55
Tableau X – Résultats des tests U de Wilcoxon-Mann-Whitney par population, pour chaque variable individuellement et pour les trois regroupements de pathologies (en gras les résultats significatifs et en italique les résultats presque significatifs).....	56
Tableau XI – Résultats détaillés des tests PERMANOVA comparant les populations entre elles pour l'arthrose, l'ostéochondrite disséquante et les ostéophytes sur la tête métatarsienne (Population 1=Sainte-Marie, 2=Saint-Antoine, 3=Black Gate, 4=Barbican et 6=NL Black Gate).....	57
Tableau XII - Résultats détaillés des tests PERMANOVA comparant les sexes entre eux (Sexe 1=Femme, 2=Homme et 3=Indéterminé).....	58

Tableau XIII - Résultats détaillés des tests PERMANOVA comparant les populations pour les regroupements de pathologies (Population 1=Sainte-Marie, 2=Saint-Antoine, 3=Black Gate, 4=Barbican et 6=NL Black Gate).....	58
Tableau XIV - Résultats détaillés des tests PERMANOVA comparant les sexes entre eux pour les regroupements de pathologies (Sexe 1=Femme, 2=Homme et 3=Indéterminé).....	59
Tableau XV - Synthèse de l'indice de conservation anatomique des métatarses de l'échantillon (Données brutes).....	78-80
Tableau XVI - Synthèse des pathologies observées dans l'échantillon - Données brutes (Population 1 : Sainte-Marie, 2 : Saint-Antoine, 3 : Black Gate, 4 : Barbican, 5 : Warwick et Sexe 1 : Femme, 2 : Homme, 3 : Inconnu) Les individus 280 - 88 - 343 - 594 correspondent aux individus formant la population de NL Black Gate.....	81-83
Tableau XVII – Synthèse des fréquences (en pourcentage) pour chaque pathologie, par métatarse, dans chaque population.....	84-87
Tableau XVIII – Synthèse des résultats des tests PERMANOVA Two-Way.....	88-89

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Courbure et fonction du pied. Modifiée de Platzer, 2014.....	13
Figure 2 - Métatarses droits, vue dorsale. Modifiée de White et Folkens, 2005.....	14
Figure 3 - Positions de la jambe pendant la phase d'appui (A) et la phase oscillante (B) Modifiée d'Hayot, 2010.....	17
Figure 4 - Pression plantaire moyenne entre le groupe pieds nus (BI) et le groupe occidental chaussé (W). La pression est exprimée en pourcentage par rapport aux zones du pied. Modifiée d'Août et al. 2009.....	19
Figure 5 – Premier métatarses gauche avec une lésion lytique sur le côté médial de la tête métatarsienne (No.3838 – The Barbican).....	21
Figure 6 – Indentation ressemblant à des trous dans la surface articulaire plus large à la base des premiers métatarses, indicatif d'ostéochondrite disséquante (No.599 – Black Gate).....	22
Figure 7 – Fracture à la base du 5 ^e métatarses droit avec traces de remodelage en vue dorsale (No.76i – Black Gate).....	23
Figure 8 – Col osseux sur toute la longueur de la diaphyse (No.2F5 – Saint-Antoine).....	23
Figure 9 - Arthrose visible délimitée par les lignes rouges sur la tête métatarsienne gauche en vue dorsale. Modifiée depuis Barlow, 2018.....	25
Figure 10 – Destruction et remodelage causés par la dégénération des articulations métatarsiennes sur les deux pieds, surtout sur les cinquièmes métatarses en vue latérale (No.559 – Black Gate).....	26
Figure 11 – Traces d'ostéomyélite visible sur la diaphyse des 5 métatarses, mais particulièrement visible sur MT4 et MT5 en vue dorsale (No.357 – Warwick).....	27
Figure 12 – Plaque plus pâle visible sur la diaphyse causée une inflammation du périoste sur MT4, vue latérale (No.4039-The Barbican).....	27
Figure 13 – Destruction du côté médial de la première tête métatarsienne (No.3313 – The Barbican).....	28
Figure 14 – Ostéophyte au niveau de la métaphyse proximale de MT3 gauche (No.588 – Black Gate).....	29
Figure 15 - Porosité (A) et éburnation (B) sur la tête métatarsienne. Modifiée depuis Vergara, 2019.....	30

Figure 16 - Reconstructions des températures de l'hémisphère nord depuis 2000 ans. Modifiée depuis Bradley, 2007 par GWart https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3061224	38
Figure 17 –A) Chaussure datant d'avant 1690, retrouvée dans l'épave du Mary & Elizabeth, B) Sabot de bois du diocèse de Saint-Hyacinthe. Modifiée depuis Répertoire du patrimoine culturel du Québec - https://www.patrimoineculturel.gouv.qc.ca/rpcq/rechercheMotCle.do?methode=rechercher&motCle=chaussure&type=REP&reset=1).....	41
Figure 18 - Illustration de plusieurs habits médiévaux anglais pour les hommes et les femmes . Modifiée depuis Peacock, 1994.....	43
Figure 19 – Souliers retrouvés lors des fouilles de Coppergate, présentant la méthode viking de confection de la « chaussure retournée » Modifiée depuis Musée Viking de Jorvik https://www.jorvikvikingcentre.co.uk/about/jorvik-artefact-gallery/ ...44	44
Figure 20 — Illustration de braies et de souliers anglais pendant la période médiévale de 900 à 1000. Modifiée depuis Brooke (1936).....	45
Figure 21 – Graphique comparant les moyennes des indices de pathologies dans la population de Sainte-Marie, Saint-Antoine et NL Black Gate.....	60
Figure 22 – Graphique comparant les moyennes des indices de pathologies dans la population de Warwick, Barbican et Black Gate.....	60
Figure 23 – Graphique comparant les moyennes de regroupement d'indices par type de chaussures portées (IRigide et ISouple) et non reliées aux chaussures (INeutre) pour les six populations.....	61
Figure 24 – Graphique comparant toutes les variables à l'étude entre les hommes et les Femmes.....	61
Figure 24 – Chaussure pour femme en cuir retrouvée dans des fouilles archéologiques de la ville de Montréal datant de 1879. Modifiée depuis Collections archéologiques – POINTE-À-CALLIÈRE https://pacmusee.qc.ca/fr/collections-et-recherches/collections/collections-archeologiques/	65
Figure 25 – Illustration et radiographie d'Hallux rigidus. Modifiée depuis Hallux Rigidus https://www.clinique-pied.com/en/the-foot/hallux-rigidus/	66

Remerciements

Cette recherche n'aurait pas été possible sans le support de différentes personnes que je souhaite remercier.

Je tiens d'abord à remercier ma directrice de recherche Michelle Drapeau pour m'avoir guidé dans ce projet et pour son enseignement tout au long de mes études. Ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour sans vos conseils, vos commentaires et votre patience.

Merci également au département d'archéologie de l'Université de Sheffield de m'avoir accueilli et de m'avoir donné l'autorisation de travailler sur ses collections ostéologiques, particulièrement pendant la période difficile de l'épidémie de Covid. Un merci particulier à Nina Maaranen de l'Université de Sheffield pour son aide et ses conseils durant mon séjour à Sheffield. Je voudrais aussi remercier Isabelle Ribot de m'avoir accueilli dans son laboratoire à l'Université de Montréal, de m'avoir encouragée et conseillée. Mes remerciements vont aussi à la Ville de Montréal et la paroisse de Sainte-Marie pour l'accès aux collections empruntées par le laboratoire de bioarchéologie humaine (permis d'éthique d'Isabelle Ribot, Université de Montréal).

Finalement, j'aimerais remercier ma famille. Merci pour votre support et vos encouragements, sans lesquels je ne serais pas ici. Merci de m'avoir toujours poussée à poursuivre mes études.

Chapitre 1 : Introduction

La morphologie du pied a évolué d'une multitude de manières et continue de changer de forme dépendant des conditions environnementales. D'abord, pour s'adapter à la transition vers la locomotion bipède, un raccourcissement des orteils, la perte de préhension, la création d'une arche plantaire, et une rigidification du pied sont apparues pour lui donner la capacité d'agir comme levier et support au corps en position érigée. Ensuite, avec l'invention de la chaussure qui deviendra de plus en plus rigide et constrictive dans certaines sociétés, l'avant du pied va devenir moins large, les orteils déformés et forcés vers l'intérieur (D'Août et al. 2009). Les contraintes imposées par le port de chaussure et leurs conséquences ont été étudiées. En médecine, la corrélation est clairement établie entre port de chaussures et développement de maux de pieds : on évalue qu'une majorité de la population souffre de problèmes aux pieds à cause du port de chaussure. Et encore plus chez les femmes contemporaines, dont les chaussures sont régulièrement moins larges et avec des talons plus hauts que celles des hommes (Balint et al. 2003). En paléopathologie, l'effet du port de chaussure sur les populations archéologiques a aussi été étudié. Le plus souvent en comparant des populations du passé n'ayant jamais porté de chaussure à des populations en ayant porté régulièrement (Proctor, 2010; Zipfel, 2004). D'autres recherches se sont plutôt concentrées sur les effets que certaines chaussures peu pratiques, produits de la mode de leur époque, ont eus sur l'incidence de pathologies osseuses dans les populations passées (Mays, 2005). Le port de poulaines, des chaussures au bout long et pointu, devenues populaires en milieu du 12^e siècle chez les hommes en est un bon exemple (Barlow, 2018; Dittmar et al. 2021) ou encore la pratique culturelle du pied lotus qui consistait à bander les pieds des femmes chinoises, déformant le pied au point d'atteindre les os du pied sous forme de fractures et d'érosions (Yong et Tambyah, 2018).

Si on sait que le port de certains types de chaussures cause le développement de lésions aux pieds, il existe néanmoins encore de l'ambiguïté sur l'impact de la rigidité de la chaussure. Peu d'études sur le sujet ont été faites et, car il existe une grande variété de chaussures qui diffèrent dans leur rigidité et étroitesse. En soi, on ne sait pas si la rigidité de la chaussure peut être corrélée aux pathologies et, plus précisément, aux pathologies

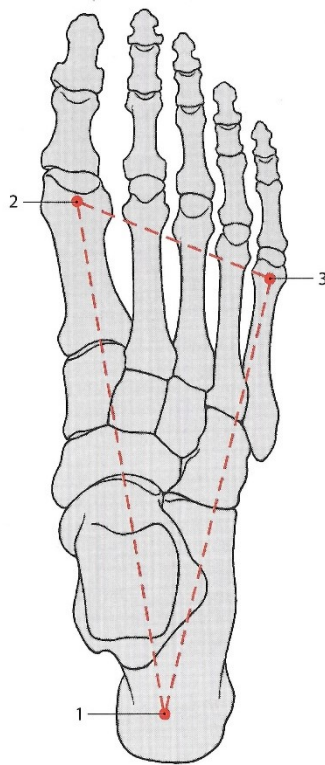
métatarsiennes. Le choix d'étudier les métatarses plutôt que d'autres os du pied est directement relié au fait que la plupart des pathologies osseuses sur l'avant-pied sont majoritairement des métatarsalgies (Ortner et Putschar, 1985).

Ce mémoire tentera d'évaluer dans quelle mesure la rigidité de la chaussure influence le développement de lésions osseuses au niveau des métatarses. Une comparaison de la prévalence des pathologies métatarsiennes observées par une prise de mesures non métriques entre les deux groupes analytiques, ainsi qu'entre les six populations sera analysée et discutée dans ce mémoire.

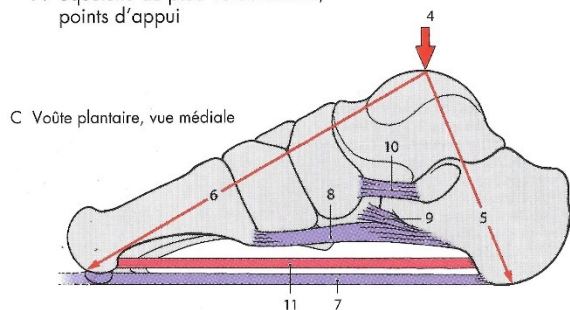
Chapitre 2 : Cadre théorique

2.1) Le pied humain

Le pied humain est composé de 28 os se divisant en trois portions. L'avant du pied comportant les 14 phalanges, le milieu du pied comportant les cinq métatarsiens, ainsi que les deux os sésamoïdes et la racine du pied comportant les os du tarse, soit le talus, le calcanéus, le naviculaire, le cuboïde et les trois cunéiformes. Les articulations du pied sont toutes de nature synoviale et possèdent des capsules articulaires fibreuses.



A Squelette du pied vu du dessus, points d'appui



C Voûte plantaire, vue médiale

Le mode de locomotion bipède de l'humain est directement relié à la morphologie et au fonctionnement biomécanique du pied. Lors de la marche, le pied tient un rôle d'amortisseur et de propulseur, mais permet aussi de garder le corps en équilibre en position verticale. L'acquisition de la bipédie s'est faite par un processus évolutif qui a résulté en un pied ayant perdu la capacité de préhension, qui est plus rigide et en forme de voûte, capable d'absorber les chocs.

2.1.1) La voûte plantaire

La voûte plantaire (Figure 1) permet de recevoir la charge du poids corporel en passant par la tubérosité calcanéenne (Figure 1, #1), la tête du premier métatarse (Figure 1, #2) et la tête du cinquième métatarse (Figure 1, #3). La pression qu'exerce la charge du corps passe par le tibia (Figure 1, #4), le talus, le calcanéus (Figure 1, #5), les métatarses (Figure 1, #6) et l'avant-pied, en écrasant la voûte plantaire. Cette dernière va

Figure 1 - Courbure et fonction du pied.
Modifiée de Platzer, 2014

s'adapter au terrain lors de la marche, en modifiant la courbure de ses arches longitudinale, latérale et transversale. Les ligaments (Figure 1, #7, #8, #9, #10) et les muscles plantaires (Figure 1, #11) s'opposent à cette tendance à l'écrasement, maintiennent la courbure longitudinale et transversale du pied, et vont aussi permettre une certaine mobilité du pied, par flexion dorsale et plantaire (Platzer, 2014; Hayot, 2010).

2.1.2) La morphologie des métatarses

Les métatarsiens (Figure 2) sont des petits os longs constitués d'os cortical au niveau de la diaphyse et d'os spongieux au niveau des épiphyses. Chaque métatarsaire possède une tête (Figure 2, #6) qui s'articule avec les phalanges et une base (Figure 2, #7) qui s'articule avec les tarses. Ils sont tous de formes tubuleuses, avec un corps (Figure 2, #8) légèrement convexe en face plantaire et légèrement convexe en face dorsale avec des surfaces articulaires rondes à leur tête et carrées à leurs bases (White et Folkens, 2005).

Métatarsaire I : Le premier métatarsaire (Figure 2, #1) se distingue des autres, car il est plus court et épais, mais aussi par les os sésamoïdes qui se trouvent régulièrement dans les deux sillons sésamoïdes se trouvant à l'extrémité antérieure sur la face plantaire de la tête. Il



Figure 2 - Métatarses droits, vue dorsale.
Modifiée de White et Folkens, 2005

vient s'articuler à sa base avec l'os cunéiforme médiale et, occasionnellement, latéralement avec la base du MT2 (Figure 2, #2). Son articulation avec le reste du pied est entre autres formée à sa base par le ligament tarso-métatarsien dorsal et les tendons du métatarsaire long fibulaire et du métatarsaire tibial antérieur.

Métatarsaire II : Le deuxième métatarsaire (Figure 2, #3) est le plus long et le plus mince. À sa base, il possède deux facettes latérales s'articulant à l'os cunéiforme latéral et au troisième métatarsaire. Il s'articule aussi sur sa

face proximale avec l'os cunéiforme intermédiaire et sur sa face médiale avec l'os

cunéiforme médial. Son articulation avec le reste du pied est formée entre autres du ligament métatarsien dorsal et du ligament tarso-métatarsien dorsal.

Métatarse III : Le troisième métatarse (Figure 2, #4) ressemble au deuxième métatarse, mais il possède à sa base deux facettes médiales plus petites, ainsi qu'une facette basale unique et de forme plus carrée que celle qui se trouve à la base du MT2. De plus, il possède un tubercule distal à sa base avec MT2 et MT4, ainsi qu'avec l'os cunéiforme latéral. Son articulation avec le reste du pied est formée entre autres du ligament tarso-métatarsien dorsal et du ligament métatarsien dorsal, ainsi que du ligament plantaire long.

Métatarse IV : Le quatrième métatarse (Figure 2, #5) est plus court que le MT2 et MT3. Il possède deux facettes latérale et médiale qui vont s'articuler avec MT3 et MT5. Il a aussi une facette proximale de forme ovale qui s'articule avec l'os cuboïde. Son articulation avec le reste du pied est formée entre autres du ligament métatarsien plantaire et du ligament plantaire long, ainsi que des ligaments métatarsiens dorsaux.

Métatarse V : Le cinquième métatarse (Figure 2, #5) se distingue par le fait que sa face latérale comporte un processus styloïde qui est non articulé. Il est placé latéralement, opposé à la facette du MT4 et est projeté proximale et latéralement. C'est là que vient s'insérer le tendon du métatarse court fibulaire. Le MT5 s'articule avec le MT4 et avec l'os cuboïde. Son articulation avec le reste du pied est formée entre autres des ligaments plantaires longs, métatarsien plantaire et métatarsien dorsal.

2.2) Paléopathologie

C'est en 1761 que les bases de l'anatomo-pathologie sont posées, avec la publication du livre de Giovanni Battista Morgagni, « *de Sedibus et Causis Morborum per Anatomen indagatis* » (en français, « Les sièges et les causes des maladies étudiées par l'anatomie »). On y présente une méthode de diagnostic différentiel grâce à la mise en place d'une méthode scientifique qui compare les lésions observées sur les cadavres aux désordres cliniques enregistrées sur les malades avant le décès. Ce moyen diagnostique sera ensuite repris en 1774, avec l'avènement de la discipline scientifique de la paléopathologie par le naturaliste Eugenius Johann Christoph Ester. La paléopathologie évolue

parallèlement avec l'ostéoarchéologie pour être finalement incluse par l'anthropologie et utilisée dans l'étude des ossements anciens (Thillaud, 1996). On note notamment les travaux d'Ortner et Putschar qui vont mettre en place un guide diagnostique de pathologies osseuses (1981, 1^{re} éd.) encore utilisé aujourd'hui. En règle générale, les pathologies osseuses pouvant atteindre le pied peuvent être organisées selon la classification suivante : traumatismes, troubles infectieux, troubles de circulations, troubles métaboliques, troubles articulaires et tumeurs (Aufderheide et Rodriguez-Martin, 1998).

Plusieurs facteurs peuvent influencer le développement des pathologies osseuses et il est virtuellement impossible de savoir l'ampleur de l'influence que chaque facteur a sur une pathologie (Buikstra, 2019). Elles peuvent être le reflet de facteurs environnementaux ou individuels. Les facteurs individuels sont le sexe, l'âge au décès, la génétique et l'état de santé de l'individu comme la présence d'une maladie congénitale qui peut créer un cas de comorbidité. Les facteurs environnementaux à prendre en compte sont la nutrition, le climat, le mode de vie, les activités et les adaptations culturelles. Il faut aussi mentionner les variations épigénétiques qui viennent encore plus complexifier l'examen d'une pathologie.

Les douleurs au niveau du pied sont communes chez les populations modernes et sont principalement corrélées au port de chaussure (Frey, 2000; Balint et al. 2003). Plusieurs études ont démontré des différences dans l'incidence de pathologies osseuses entre les populations n'ayant jamais porté de chaussures et celles portant des chaussures (Barnett, 1962; Ashizawa et al. 1997). On y note que le port de chaussure rigide et constrictif est le principal responsable de la formation de lésions aux pieds (D'Août et al. 2009; Proctor, 2010). Par exemple, chez les enfants de population portant des chaussures plus rigides, on voit une plus grande incidence de pied plat (Pothrat, 2015), caractérisé par un affaissement de la voûte plantaire et un plus grand degré de pronation du pied vers l'extérieur, provoquant d'autres troubles comme entre autres, *des hallux valgus* (déviation de la première tête métatarsienne vers l'extérieur) ou des fasciites plantaires (douleur au niveau de l'aponévrose plantaire). De plus, le port de chaussure habituel vient modifier le pied, à tel point qu'après seulement quelques mois à porter des chaussures, on voit des différences apparaître, tant au niveau de la morphologie (ex. la hauteur de l'arche

plantaire), que de la prise en charge du poids, moins uniforme chez les individus portant des chaussures par rapport aux personnes n'ayant jamais été chaussées (Hoffman, 1905; Sim-Fook et al. 1958).

Le type de chaussure va aussi inférer sur le développement possible de pathologie au pied. Par exemple, en Occident, la pratique culturelle pour les femmes de porter des talons hauts explique pourquoi les femmes sont neuf fois plus à risque que les hommes à développer des pathologies aux pieds (Opila-Correia, 1990; Frey, 2000; Manna et al. 2001). Cette pratique culturelle explique aussi que l'incidence de pathologie n'apparaît qu'à la fin de l'adolescence des filles, qui, avant ce moment-là, portent habituellement des chaussures à talons plats comme les garçons (Balint et al. 2003; Frey, 2000). Marcher avec des talons hauts engendre des changements puisque l'individu va marcher plus lentement et faire des plus petits pas. La flexion des genoux est augmentée lors de la phase d'appui (Figure 3A) et diminuée lors de la phase d'oscillante (Figure 3B) (Hayot, 2010; Opila-Correia, 1990).

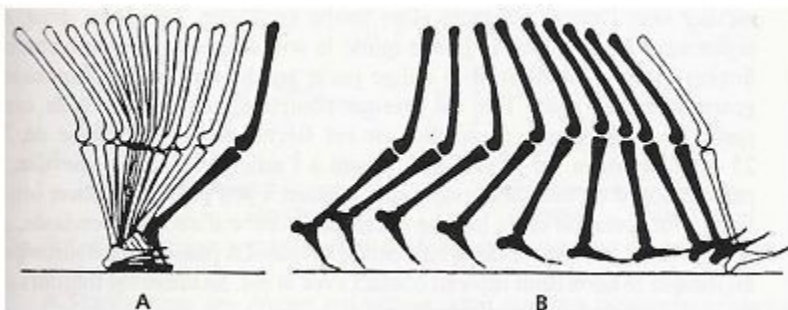


Figure 3 - Positions de la jambe pendant la phase d'appui (A) et la phase oscillante (B) Modifiée d'Hayot, 2010

2.3) Variation morphologique du pied

2.3.1) Morphologie de base

Il existe une variation normale dans la taille et la morphologie des métatarses. Par exemple, les métatarses présentent des différences de dimensions entre les hommes et les femmes, avec un dimorphisme variant entre 6.7% et 15% où les hommes présentent de plus grandes dimensions mesurées. Il y a un certain dimorphisme dans la robustesse des

métatarses, ce qui indiquerait que ce trait n'est pas seulement attribuable au stress induit par la locomotion, pareillement à ce qu'on peut observer habituellement sur les os des membres supérieurs (Mountrakis et al. 2010; Robling et Ubelaker, 1997). L'arche plantaire est aussi dimorphique chez les populations modernes portant des chaussures à semelles rigides. Elle est plus haute chez les femmes que chez les hommes (Mickle et al., 2010), ce qui implique aussi une arche longitudinale surélevée chez la femme et une modification des articulations tarso-métatarsiennes latérales plus importantes, créant une plus grande torsion sur les têtes métatarsiennes (Mickle et al. 2010). En soi, une différence en forme ou en taille des articulations métatarso-phalangiennes et tarso-métatarsiennes peut résulter en une position du pied différente, ce qui prédispose au développement de pathologie osseuse. Par exemple, les individus dont l'articulation proximale du premier métatarse est carrée plutôt qu'ovale vont augmenter l'angle de l'*Hallux abductus* (déviations excessive de la phalange proximale), ce qui prédispose au développement d'un *hallux valgus* (déviations excessive du premier métatarse) (La Porta, 1994). Une autre recherche a aussi corrélié l'*hallux valgus* à la largeur maximale de l'articulation proximale pouvant augmenter la protrusion de la première tête métatarsienne sur le plan médial (Bryant et al. 2020). Par conséquent, le dimorphisme sexuel est un facteur pertinent pouvant influencer le développement des pathologies, car la morphologie n'est pas identique chez les hommes et les femmes. De plus, les variations individuelles existantes, entre autres génétiques, peuvent aussi être impliquées dans le développement de pathologies.

2.3.2) Adaptations culturelles

À son origine, le soulier présente un aspect utilitaire pour protéger le pied contre les agressions extérieures lors de la marche causée par le terrain ou le climat. Le port de la chaussure permet aussi de prévenir contre certaines blessures et contre les infections. Les températures extrêmes, comme celles descendant en dessous du point de congélation présentent en Nouvelle-France, peuvent créer des engelures et la nécrose des tissus mous si le pied n'est pas bien isolé contre le froid. Le type de chaussure va par conséquent refléter le climat et les besoins spécifiques : la sandale pour les populations vivant dans des endroits chauds, le mukluk pour les Inuits du Nord canadien ou le soulier de cuir pour la majorité

des populations européennes, pour ne nommer que ces trois exemples. En résumé, la chaussure, à la base utilitaire, est éventuellement devenue un objet de culture complexe et diversifié avec de nombreuses spécialisations spécifique au développement technologique et culturel des différentes civilisations humaines. De plus, tel que mentionné précédemment, le port de chaussure va venir modifier la morphologie du pied. Chez les populations ne portant pas de chaussures, on dénote des pieds plus larges, avec une voûte plantaire plus basse. De plus, les individus non chaussés démontrent une répartition plus uniforme de la pression sur la plante du pied (Figure 4). Chez les individus chaussés, la pression est plus forte au niveau de l'hallux, de la tête des deuxièmes et troisièmes métatarsiens, ainsi que du talon (D'Août et al. 2009). De plus, d'autres recherches dénotent des changements reliés au type de chaussure, plus particulièrement au niveau de flexibilité de la semelle. Selon Arndt et collègues (2003), la pression plantaire imposée sur les métatarses change lorsque le sujet porte une botte avec une semelle très rigide ou plus flexible. Ils en viennent à la conclusion que les déformations osseuses au niveau des métatarses indiquent que la botte avec une semelle moins rigide augmente la tension dorsale sur les métatarses et par conséquent l'incidence de fracture de fatigue, particulièrement au niveau du deuxième métatarse.

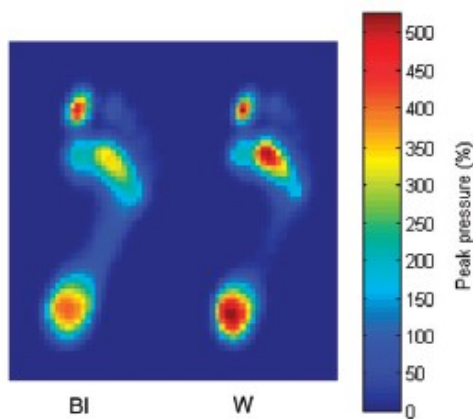


Figure 4 - Pression plantaire moyenne entre le groupe pieds nus (BI) et le groupe occidental chaussé (W). La pression est exprimée en pourcentage par rapport aux zones du pied. Modifiée d'Août et al. 2009

2.4) Liste de pathologies étudiées

L'impact néfaste du port de chaussure sur les métatarses peut s'analyser par l'observation de lésions pathologiques spécifiques. Ci-dessous est une liste des pathologies à l'étude dans la présente recherche avec leur lien au port de chaussure. Cette liste est non-

exhaustive en ce sens où elle ne comprend pas l'entièreté des lésions existantes pouvant être influencées par le port de chaussure, mais plutôt une liste de pathologies pouvant être analysée par des observations non métriques sur des métatarses dans un contexte archéologique.

Tableau I – Liste avec abréviations des pathologies à l'étude, catégorisée selon qu'elles soient reliées au port de chaussure rigide, souple ou non reliée.

Liste des pathologies avec abréviation					
Code	Rigide	Code	Souple	Code	Neutre
LLY	lésion lytique	FRC	fracture	OM	ostéomyélite
RMO	remodelage osseux	CO	cal osseux	DJD	maladie articulaire
OA	arthrose	PE	périostite	GT	goutte
LP	lipping	POE	porosité épiphysaire		
HTE	hypertrophie des épiphyses	POD	porosité diaphysaire		
HTD	hypertrophie de la diaphyse				
OCD	ostéochondrite disséquante				
AT	aplatissement de la tête				
OPT	ostéophyte sur la tête				
OPB	ostéophyte sur la base				
OPD	ostéophyte sur la diaphyse				
EBT	éburnation de la tête				

Lésion lytique (LLY)

Aspect : Perte de substance provoquant la disparition d'un bout de l'os, résultant en un trou qui peut varier en taille (Figure 5).

Étiologie : Peut être le résultat d'une maladie ou de forces mécaniques apposées sur l'os par des activités physiques ou par le port de chaussure.

Lien avec le port de chaussure : La compression d'une chaussure constrictive et rigide sur le pied peut causer la perte de masse osseuse résultant en un trou dans l'os. Cette lésion a aussi été ajoutée pour la différencier des trous sur l'os associés à l'érosion (lésions plus petites et nombreuses donnant un aspect d'une éponge) ou à l'ostéochondrite disséquante (trou plus large et moins profond sur la surface articulaire qu'une lésion lytique). (Note : une description détaillée des hypothèses se trouve au chapitre suivant)



Figure 5 – Premier métatarse gauche avec une lésion lytique sur le côté médial de la tête métatarsienne (No.3838 – The Barbican)

Ostéochondrite disséquante (OCD)

Aspect : Prends la forme de trou sur la surface articulaire des épiphyses, particulièrement au premier et deuxième métatarsien (Figure 6).

Étiologie : Reliée aux forces mécaniques imposées sur l'os lors de la croissance, par une activité physique ou par une chaussure empêchant le mouvement naturel du pied.

Lien avec le port de chaussure : Dans sa recherche sur la collection de Black Gate, Aimée Barlow (2018) a proposé que ce type de lésion est le résultat du port de sabot de bois par les immigrants néerlandais.



Figure 6 – Indentation ressemblant à des trous dans la surface articulaire plus large à la base des premiers métatarses, indicatif d'ostéochondrite disséquante (No.599 – Black Gate)

Fracture (FRC)

Aspect : Rupture de continuité de l'os, partielle (Figure 7) ou totale. Peut prendre plusieurs apparences dépendant de la nature de la fracture, soit transversale, longitudinale, oblique, spiroïde, en bois vert et comminutive.

Étiologie : Résulte, soit d'un choc ou d'une contusion appuyée. Dans le cas d'une fracture directe, elle se produit au point d'impact du traumatisme. Lors d'une fracture indirecte, c'est l'excès de force qui va forcer l'os à se briser à distance d'un point d'action du traumatisme. Les forces peuvent être l'expression d'une tension, d'une compression, d'une torsion, d'une flexion ou d'une section dont l'application sur l'os, dans certaines conditions anormales (ex : comorbidité fragilisant l'os), provoquera sa fracture.

Lien avec le port de chaussure : Les forces de compression, de flexion et tension imposées par le port de chaussure vont avoir une influence sur la présence de fracture chez les individus portant des chaussures plus souples. Suivant les résultats d'Arndt et collègues (2003), une chaussure plus flexible va imposer plus de stress sur les métatarses qui, à la longue, résultera en des fractures, versus une chaussure plus rigide qui protège contre l'excès de flexion et de tension. Le port de chaussure à semelle souple peut donc être particulièrement relié aux fractures de fatigue, qui sont dues à un stress excessif sur une longue période.



Figure 7 – Fracture à la base du 5^e métatarse droit avec traces de remodelage en vue dorsale (No.76i – Black Gate)

Callosité osseuse (CO)

Aspect : Néof ormation osseuse présente pendant et au terme de la guérison d'une fracture (le diagnostic différentiel des fractures est dominé par celui du cal osseux en l'absence de déviation axiale). La surface du cal osseux peut prendre l'aspect du tissu osseux normal, elle peut être percée d'orifice, criblée de fin pertuis ou être hétérogène avec plein d'exostoses (Figure 8).

Étiologie : Les callosités osseuses suivent la guérison d'une fracture, lorsque le tissu conjonctif permettant la consolidation de l'os fracturé va se durcir et s'ossifier.

Lien avec le port de chaussure : Relié à la guérison des fractures, donc les individus portant des chaussures flexibles développeront plus de fractures et conséquemment, plus de cals osseux (Hatch et al. 2007).



Figure 8 – Col osseux sur toute la longueur de la diaphyse (No.2F5 – Saint-Antoine)

Remodelage osseux (RMO)

Aspect : Modification de l'os, soit dans sa surface ou dans sa forme, souvent suivant la guérison d'une fracture au niveau des bords de la fracture (Figure 7) ou à la suite d'un traumatisme, d'une luxation, d'une ankylose, etc. et ne pouvant pas être associée à une pathologie spécifique (Ortner et Putschar, 1985).

Étiologie : Associé de manière secondaire à d'autres pathologies ou résultant de forces mécaniques appliquées sur l'os (Zipfel et Berger, 2007).

Lien avec le port de chaussure : À cause de son lien avec les forces mécaniques, je prévois que les individus portant des chaussures plus rigides, donc plus compressives présenteront plus de cas de remodelage osseux (Ortner et Putschar, 1985; Dastugue et Gervais, 1992).

Lipping (LP)

Aspect : Dépôt osseux au-delà de la surface articulaire (sur le pourtour).

Étiologie : Souvent associé de manière secondaire à une autre pathologie, comme l'arthrose par exemple.

Lien avec le port de chaussure : Il devrait y avoir plus de ce type de lésions chez les populations portant des chaussures restrictives, puisque mon hypothèse stipule qu'une chaussure serrée et rigide cause des forces mécaniques plus grandes (Balint et al. 2003; Ho et Baumhauer, 2017).

Hypertrophie au niveau des épiphyses et de la diaphyse (HTE et HTD)

Aspect : Production osseuse sur la surface de l'os au niveau des épiphyses et de la diaphyse de l'os.

Étiologie : Formation excessive de l'os résultant d'une condition préexistante, comme une maladie (ex. arthrite inflammatoire), une infection (ex. arthrite septique) ou un stress imposé sur l'os (ex. pression, torsion).

Lien avec le port de chaussure : Je m'attends à ce que les lésions hypertrophiques soient plus présentes chez les individus portant des chaussures à semelles restrictives, car selon Zipfel et Berger (2007), le port de chaussures modernes engendre plus de pathologies. Dans leur étude, l'hypertrophie était la lésion la plus présente chez le groupe européen moderne à cause de la pression que ce type de chaussure pose sur les métatarses.

Arthrose (OA)

Aspect : Peut prendre différentes formes. Celle d'encoches osseuses et d'élargissement du contour articulaire (Figure 9). Autrement, la surface articulaire peut avoir un aspect « ébouriffé », avec des géodes et de l'érosion. Les cas plus sévères présentent des ankyloses (soudure par ossification des extrémités) et un remodelage des articulations.

Étiologie : Peut-être une complication suite à une fracture. Si reliée au vieillissement, elle est alors dite primitive, polyarticulaire et bilatérale symétrique. L'arthrose peut aussi avoir une base génétique, car certains individus sont prédisposés à en développer plus que d'autres (Buikstra, 2019). L'arthrose secondaire qui peut être reliée au port de chaussures est généralement monoarticulaire et résulte d'un état pathologique.

Lien avec le port de chaussure : L'arthrose secondaire est plus susceptible d'être présente chez les individus portant des chaussures compressives et plus rigides forçant les métatarses dans la même position pendant de longues périodes (Balint et al. 2003).



Figure 9 - Arthrose visible délimitée par les lignes rouges sur la tête métatarsienne gauche en vue dorsale. Modifiée depuis Barlow, 2018

Maladie articulaire dégénérative (DJD)

Aspect : Prends l'aspect des cas d'arthrose les plus sévères, mais les lésions sont polyarticulaires et présentes sur tous les métatarses. Destruction de la surface osseuse accompagnée d'un remodelage important, particulièrement au niveau des épiphyses (Figure 10).

Étiologie : Regroupement de plusieurs maladies avec différentes étiologies. Relié le plus souvent au vieillissement, mais peut-être aussi présent chez des individus plus jeunes présentant une prédisposition génétique comme c'est le cas avec l'arthrite rhumatoïde.

Lien avec le port de chaussure : Ne résulte pas du port de chaussures en soi, mais peut être empirée par d'autres pathologies qui sont quant à elles, reliées aux ports de chaussures. Cette lésion a aussi été ajoutée pour faire la différence avec l'arthrose qui est plutôt monoarticulaire, alors que les maladies articulaires sont polyarticulaires et vont toucher les cinq métatarses.



Figure 10 – Destruction et remodelage causés par la dégénération des articulations métatarsiennes sur les deux pieds, surtout sur les cinquièmes métatarses en vue latérale (No.559 – Black Gate)

Ostéomyélite (OM)

Aspect : Modifie l'apparence de la surface de l'os au niveau de la diaphyse en créant un motif involucré, semblable à des écailles minces (Figure 11).

Étiologie : C'est un type d'infection non spécifique du tissu périostal qui va engendrer des modifications osseuses spécifiques. Peuvent aussi être causées par une infection des tissus mous adjacents. Lorsque la distinction entre périostite et ostéomyélite n'est pas possible, surtout dans le contexte d'observations sur os secs et abîmés, l'observation sera qualifiée d'ostéomyélite, du fait de son caractère non spécifique.

Lien avec le port de chaussure : Ne peut pas être corrélé au port de chaussure, mais nécessite d'être différencié des périostites pouvant quant à elles, être reliées au port de chaussure (Frey, 2000; Balint et al. 2003).



Figure 11 – Traces d'ostéomyélite visible sur la diaphyse des 5 métatarses, mais particulièrement visible sur MT4 et MT5 en vue dorsale (No.357 – Warwick)

Périostite (PE)

Aspect : Formation osseuse périphérique modifiant la morphologie normale de la surface de l'os. Crée des ostéoformations lamellaires superficielles qui ressemblent à des stries sur le long de l'os ou qui ressemblent à des plaques osseuses (Figure 12).

Étiologie : C'est une inflammation du périoste qui va créer des déformations osseuses pouvant être observées après un traumatisme qui va s'infecter, soit sur l'os, soit sur les tissus mous adjacents.

Lien avec le port de chaussure : Son développement secondaire aux traumatismes indique que son incidence devrait suivre celle des autres lésions traumatiques comme les fractures et cal osseux, donc devrait être plus présent chez les individus portant des chaussures souples.



Figure 12 – Plaque plus pâle visible sur la diaphyse causée une inflammation du périoste sur MT4, vue latérale (No.4039-The Barbican)

Goutte (GT)

Aspect : Prends la forme de géodes intraosseuses, de lacunes et d'encoches corticales voisines de l'articulation disséminée, rondes ou ovalaires, bien limitées comme taillée à l'emporte-pièce. Ressemble à une ostéophytose diffuse dite « hérissée » témoignant d'une réaction osseuse autour d'un tophus (dépôt d'acide urique entouré d'une réaction inflammatoire) (Figure 13).

Étiologie : Causé par l'accumulation d'acide urique qui va causer des inflammations. L'alimentation, le style de vie, la génétique et l'arthrite sont corrélés au développement de goutte. Le premier métatarse est le plus souvent atteint et est associé à une destruction partielle de l'articulation distale. C'est une pathologie commune chez les populations passées et plus présente chez les hommes que les femmes dans les populations occidentales (Thillaud, 1996).

Lien avec le port de chaussure : Je m'attends à la rencontrer à une plus haute fréquence sur les populations les plus anciennes, donc celles portant des chaussures souples. Ne peut pas être corrélée au port de chaussure, mais est nécessaire de la noter pour la différencier des maladies articulaires dégénératives pouvant être reliées au port de chaussures.



Figure 13 – Destruction du côté médial de la première tête métatarsienne (No.3313 – The Barbican)

Aplatissement de la tête (AP)

Aspect : L'épiphyse distale s'aplatit, soit en partie, soit entièrement, et peut parfois prendre l'aspect d'un creux (effondrement de la surface osseuse), sans pour autant qu'un trou soit formé. Le deuxième métatarse est le plus souvent touché.

Étiologie : Relié à l'affaiblissement du tissu osseux, au niveau de l'épiphyse distale suivant un stress imposé par une force mécanique de compression, causant des microtraumatismes ou la nécrose du tissu osseux.

Lien avec le port de chaussure : Plusieurs raisons expliquent l'aplatissement de la tête métatarsienne et le port de chaussure inadéquate, ou trop rigide, en sont une. L'incidence de cette pathologie devrait être plus importante chez les individus portant des chaussures rigides et trop étroites (Balint et al. 2003).

Ostéophyte ou crête osseuse sur la tête, la base ou la diaphyse (OPT, OPB et OPD)

Aspect : Production osseuse irrégulière sur l'épiphyse distale, proximale ou sur la diaphyse et localisée à la surface de l'os (Figure 14).

Étiologie : Les ostéophytoses peuvent être causées par une anomalie de croissance ou par un traumatisme au pied.

Lien avec le port de chaussure : Des études ont corrélé les ostéophytoses au port de chaussures trop petites ou inadéquates (Dastugue et Gervais, 1992; Balint et al. 2003). Ce type de lésion sera plus présente chez les individus aux chaussures rigides, car un soulier de cuir à semelle souple est moins susceptible d'être trop petit, le cuir pouvant se ramollir pour s'adapter au pied de l'individu.



Figure 14 – Ostéophyte au niveau de la métaphyse proximale de MT3 gauche (No.588 – Black Gate)

Porosité au niveau des épiphyses et de la diaphyse (POE et POD)

Aspect : Perte de substance superficielle au niveau de la corticale de l'os sur la tête, la base métatarsienne ou sur la longueur de l'os (Figure 15).

Étiologie : N'est pas une pathologie en soi, mais est un symptôme d'autres pathologies, comme l'ostéoporose par exemple. La résorption du tissu osseux est plus rapide que la formation de nouveaux tissus, ce qui entraîne une érosion de l'os.

Lien avec le port de chaussure : L'érosion osseuse peut être causée par des maladies articulaires comme l'arthrite ou par des microtraumatismes aux pieds, qui eux peuvent être corrélés au port de souliers. Certaines lésions érosives peuvent aussi être associées à d'autres maladies, telles les maladies goutteuses par exemple. (Blondiaux et al. 2007).



Figure 15 - Porosité (A) et éburnation (B) sur la tête métatarsienne. Modifiée depuis Vergara, 2019

Éburnation sur la tête (EBT)

Aspect : Augmentation de la densité d'un os, souvent sur la surface articulaire, dont une partie devient compacte comme de l'ivoire (Figure 15).

Étiologie : Symptôme d'arthropathie chronique au niveau de la zone de pression entre la tête métatarsienne et l'articulation proximale de la phalange. Peut-être causée après la destruction du cartilage et associée à des ostéophytoses (Thillaud, 1996).

Lien avec le port de chaussure : Je m'attends à ce que le port de chaussures rigides et constrictives augmente le développement d'éburnation, en exacerbant les symptômes des pathologies articulaires qui y sont associées (Vergara, 2019).

2.5) Les pathologies non retenues

D'autres pathologies, présentées ci-dessous, peuvent être reliées aux ports de chaussures, mais ne sont pas incluses dans la classification de la présente recherche. Deux

autres méthodologies (prise de mesure métrique nécessitant parfois tous les os de l'avant du pied et radiographie) auraient été nécessaires pour les identifier, car elles ne sont pas identifiables avec des observations non métriques comme c'est le cas pour les autres pathologies.

- *Hallux valgus*

Pour diagnostiquer cette pathologie, il faut soit prendre des photos, des radiographies ou des mesures métriques précises pour calculer l'angle du premier métatarse par rapport à la phalange. De plus, la plupart des recherches sur le sujet utilisent la première phalange proximale ou le deuxième métatarse pour faire l'identification d'un *hallux valgus* (Barnett, 1962; Bryant et al. 2000; Mays, 2005; Barlow, 2018; Dittmar et al. 2021). Une recherche sur cette pathologie est un sujet en soit que je ne voulais pas inclure dans mon projet, car cela nécessiterait une méthodologie différente. Néanmoins, il est important de mentionner que c'est une pathologie qui est fortement associée au port de chaussures inadéquates et trop serrées. On retrouve souvent l'*hallux valgus* chez les femmes portant des chaussures modernes et encore plus des talons hauts, forçant le premier métatarse à changer de position (Mays, 2005; Balint et al, 2003; Barlow, 2018).

- Ostéoporose

C'est un trouble métabolique qui peut être développé à la suite de plusieurs raisons, dont les stress mécaniques. Cependant, il n'est pas possible de savoir quel facteur exactement est responsable et le corréler au port de soulier. De plus, uniquement des radios permettent d'observer ses effets, dont les changements de la densité osseuse sous-chondrale (Thillaud, 1996).

- Arthrite rhumatoïde

C'est un trouble métabolique qui ne peut pas être corrélé au port de souliers. Même s'il est soupçonné que le port de chaussures inadéquates pourrait empirer les symptômes, il n'est pas possible de différencier l'arthrite de l'arthrose sur des os secs ou sur des collections archéologiques moins bien conservées. De plus, c'est une pathologie rare chez les populations d'avant le 20^e siècle (Robert et Manchester, 2007; Weiss, 2014).

2.6) Problématique et hypothèses de recherche

2.6.1) Problématique

Comme d'autres recherches ont déjà prouvé le rôle du port de chaussure sur le développement de pathologies osseuses sur les métatarses, cette recherche a pour but d'approfondir nos connaissances sur le degré d'influence que la rigidité de la chaussure a sur le développement de pathologies. Les résultats des études actuelles sur le développement de pathologies osseuses liées au port de chaussures sont ambigus, particulièrement quant aux effets de la rigidité de la chaussure sur le pied et il n'y a pas d'études sur les pathologies osseuses du pied liées au port de chaussures non rigides. Par conséquent, cette recherche a pour but d'étudier des pathologies osseuses présentes sur les métatarses de plusieurs populations archéologiques pouvant se séparer en deux groupes analytiques. Le premier, des populations portant des souliers avec une semelle flexible (Brooke, 1936, Corfe, 1973) et le deuxième, des populations portant des chaussures ou des bottes avec une semelle rigide ressemblant à la plupart des chaussures contemporaines (Gousse, 1995; Drapeau et Forgues-Marceau, 2019). L'objectif de ce mémoire étant de déterminer si la flexibilité de la chaussure modifie la prévalence de lésions pathologiques sur les métatarses.

2.6.2) Hypothèses de recherche

Note : pour les références justifiant la catégorisation de chaque pathologie, se référer à la partie 2.4) Liste des pathologies étudiées.

H_0

- Il n'y a aucune différence dans la prévalence des pathologies osseuses sur les métatarses entre les populations portant des chaussures constrictives à semelle rigides et celles portant des souliers flexibles à semelles molles.

H1a

- Les pathologies suivantes seront plus communes chez le groupe portant des chaussures rigides (Sainte-Marie, Saint-Antoine et NL Black Gate), car leur développement est relié aux forces de compression, de tension et de flexion imposées sur les métatarses par ce type de chaussures qui empêchent le mouvement naturel du pied : lésion lytique (LLY), remodelage osseux (RMO), arthrose (OA), lipping (LP), hypertrophie au niveau des épiphyses (HTE) et de la diaphyse (HTD), ostéochondrite disséquante (OCD), aplatissement de la tête (AT), ostéophyte ou crête osseuse sur la tête (OPT), la base (OPB) et sur la diaphyse (OPD) et éburnation de la tête (EBT).

H1b

- Les pathologies suivantes seront plus communes chez le groupe portant des chaussures souples (Black Gate, Barbican et Warwick), car leur développement est relié au manque de soutien plantaire et au manque de protection physique que ce type de chaussures impose au pied : fracture (FRC), callosité osseuse (CO), périostite (PE), porosité au niveau des épiphyses (POE) et de la diaphyse (POD).

H1c

- Les pathologies suivantes ne seront pas plus communes chez une population qu'une autre, car aucun lien n'est établi avec le port de chaussures et elles sont plutôt associées à des maladies : ostéomyélite (OM), maladie articulaire dégénérative (DJD) et goutte (GT).

Chapitre 3 : Matériels et méthodologie

3.1) Matériel de recherche

L'échantillon total est de 128 individus provenant de cinq cimetières différents, tous des sites archéologiques précédemment étudiés. Une partie de l'échantillon provient de Montréal et de la Beauce au Québec (Canada), alors que l'autre partie provient du comté de York en Angleterre. L'échantillon a été subdivisé par rapport au type de chaussure porté par les populations choisies. Les deux populations eurocanadiennes (Gousse, 1995; Drapeau et Forgues-Marceau, 2019), ainsi que les quelques immigrants néerlandais dans

la collection de Black Gate feront partie du groupe portant des chaussures rigides (Barlow, 2019). Les trois populations anglo-saxonnes feront partie du groupe portant des chaussures flexibles (Brooke, 1936, Corfe, 1973). Les cinq métatarses des deux pieds de chacun des individus ont été examinés dans la mesure du possible, dépendant du niveau de conservation des ossements.

Populations eurocanadiennes (N=39)

Collections entreposées dans le laboratoire de bioarchéologie du département d'anthropologie de l'Université de Montréal

1. Ancien cimetière de Sainte-Marie-de-Beauce (N=26)
 - 13 femmes, 10 hommes, 3 individus de sexe non estimé
2. Ancien cimetière de Saint-Antoine (N=13)
 - 4 femmes, 7 hommes, 2 individus de sexe non estimé

Population anglo-saxonne (N=89)

Collections entreposées dans le laboratoire d'archéologie du département d'archéologie de l'Université de Sheffield

1. Black Gate (N=35)
 - 17 femmes, 13 hommes, 5 individus de sexe non estimé
2. Barbican (N=37)
 - 21 femmes, 15 hommes, 1 individu de sexe non estimé
3. Warwick (N=17)
 - 5 femmes, 9 hommes, 3 individus de sexe non estimé

3.1.1) Sainte-Marie-de-Beauce CcEs-1

Le site archéologique était adjacent à la paroisse et comprend les vestiges du premier cimetière catholique de Sainte-Marie. Il a été en fonction de 1748 à 1879 et les

fouilles ont permis de retrouver soixante-deux sépultures, dont vingt-quatre sépultures d'adultes qui ont été utilisées dans la présente recherche (Ethnoscope, 2006). Cet ancien cimetière était réservé à la population paroissiale de la ville de Sainte-Marie. Les fouilles archéologiques du site (CcEs-1) se sont déroulées en 2003 et 2004, à l'occasion des travaux de réaménagement du stationnement de l'église. La collection ostéologique de Sainte-Marie a été examinée dans le laboratoire de bioarchéologie humaine de l'Université de Montréal, là où elle est entreposée temporairement.

3.1.2) Saint-Antoine BiFj-37

Situé dans le centre-ville de Montréal, le cimetière catholique de Saint-Antoine a été en fonction entre 1799 et 1854 (Ethnoscope, 2016). Plus de 50 000 personnes de toutes les classes sociales y furent inhumées, dont la plupart des patriotes (1837-1838) et les victimes des épidémies de choléra qui ont frappé Montréal en 1832. Plusieurs fouilles ont été faites sur le site (BiFj-37), la première en 2001 pour inventaire archéologique du Square Dorchester et de la Place du Canada, puis en 2012 lors de projet de réaménagement de la Place du Canada (Ethnoscope, 2016). Cette collection ostéologique a été examinée dans le laboratoire de bioarchéologie humaine de l'Université de Montréal, là où elle est entreposée aussi temporairement.

3.1.3) Black Gate SD 73250 36179

La collection du cimetière médiéval de Black Gate est un assemblage de 441 individus datant du 8^e au 13^e siècle. Le cimetière chrétien est daté du 9^e siècle jusqu'au 12^e siècle (Nolan, 2010). Les restes les plus anciens remontent à avant la construction de l'Église à New Castle-upon-Tyne en 1080 et sont d'origines inconnues. Les tombes les plus anciennes datent d'après la construction du donjon de New Castle qui force la taille du cimetière à être grandement réduite (Nolan, 2010). Les fouilles archéologiques ont été effectuées entre 1972 et 1993. La collection ostéologique est entreposée et a été examinée dans le laboratoire d'archéologie de l'Université de Sheffield.

3.1.4) Barbican SE 609 512

La collection The Barbican est formée de squelettes romains, médiévaux (11^e siècle-14^e siècle) et post-médiévaux issus des charniers de la guerre civile (17^e siècle). Les fouilles archéologiques du site de l'Église chrétienne de All Saint's à York ont été effectuées entre 2007 et 2008 (McIntyre et Bruce, 2010; McIntyre et al. 2013). La collection est entreposée et a été examinée dans le laboratoire d'archéologie de l'Université de Sheffield.

3.1.5) Warwick WS09

Le site médiéval de Warwick comprend le cimetière paroissial de l'Église de Saint-Lawrence avec approximativement 151 squelettes datant du 12^e siècle au 14^e siècle. Les excavations du site ont d'abord été effectuées en 2009 dans un but de récupération avant le début des travaux de réaménagement de la ville, puis d'autres fouilles plus poussées en 2015 (Newman, 2019). Semblablement à Black Gate et Barbican, la collection de Warwick est entreposée et a été examinée dans le laboratoire d'archéologie de l'Université de Sheffield.

3.2) Contexte environnemental et culturel

Dans le cadre de ce projet, l'échantillon de cette recherche est formé des six populations d'origines européennes préindustrielles pouvant se séparer en deux groupes, selon le niveau de flexibilité des chaussures portées. De nombreuses recherches ayant porté sur les différences de la morphologie du pied ont permis de noter une variation morphologique au niveau du pied que l'on peut associer aux différences génétiques entre certains groupes ethniques (Hawes et al. 1994, Hoey et al. 2023), ainsi qu'entre les individus d'un même groupe ethnique (Hoey et al. 2023). Cependant, les populations de l'étude étant toute d'origines européennes, il est assumé que les différences génétiques interpopulationnelles résultant en une morphologie du pied différente ne seront pas un facteur de variation trop important, bien que cela ne pas être exclu totalement. Cela dit, les

différences culturelles, soit le mode de vie, l'économie de subsistance et le type de chaussure seront aussi notables que la variation morphologique interpopulationnelle.

3.2.1) Mode de vie et économie

L'échantillon est formé de populations de classes sociales peu aisées, principalement provenant de milieux ruraux (Ethnoscope, 2006 et 2016, Nolan, 2010, Newman, 2016; McIntyre et al. 2013) dont le mode de subsistance est basé sur une économie agraire et pastorale, sauf pour le cimetière de Saint-Antoine comprenant des gens vivant dans un milieu urbain et provenant de milieux sociaux divers, dont l'économie est notamment plutôt formée de commerçants et d'artisans. De plus, un groupe anglo-saxon de la collection de Barbican a été identifié comme étant formé de soldats morts pendant le siège de York en 1644 (McIntyre et Bruce, 2010). Arndt et collègues (2003) remarquent que le nombre des fractures était augmenté par la durée et l'intensité des activités physiques chez les soldats portant des bottes militaires. En effet, la fatigue et le stress imposés sur les métatarses pendant les exercices militaires peuvent être corrélés au nombre de blessures. Cependant, comme Arndt et al (2003) ont aussi remarqué que la flexibilité accrue de la semelle augmente le niveau de fatigue et la pression imposée sur les métatarses, le type de chaussure est aussi un facteur important. En d'autres mots, les deux facteurs (stress imposé par une activité physique et flexibilité de la semelle) semblent contributives dans l'étiologie des fractures. Dans le cas de mon échantillon, cela veut dire qu'il est possible que la carrière militaire d'une petite partie de mon échantillon influence l'incidence de fracture, mais étant donné que les soldats du siège de York ne sont pas identifiés avec précision, ils ne sont pas isolés. Semblablement, même si la provenance urbaine d'une partie de l'échantillon pourrait avoir un impact, car le mode de vie diffère du milieu rural, les individus ne sont pas différenciables selon leur statut socio-économique.

3.2.2) Climat et topographie

Le climat incluant la température et la latitude ont déjà prouvé leurs effets sur l'incidence de certaines pathologies. Les populations autochtones d'Amérique du Nord présentent plus de pathologies articulaires que les populations nord-américaines de

descendances européennes (Robert et Manchester, 2005). Les climats arctiques ont été corrélés à une plus grande incidence de pathologies articulaires comme l'arthrite que les autres climats. Les températures très froides accélèrent le développement de traumatismes squelettiques à cause de la vasoconstriction des capillaires qui se produit quand l'organisme réagit au froid. Cela diminue l'apport en sang au périoste et avec le temps, va laisser l'os fragilisé (Hawkey et Merbs, 1995). De plus, le terrain, lorsqu'accidenté, peut aussi avoir un impact sur la morphologie des os du pied (Drapeau et Forgues-Marceau, 2019) et sur le développement de pathologie en imposant un stress excessif sur les articulations (Merbs, 1983; Hawkey et Merbs, 1995).

La région de York

Situé au nord de l'Angleterre, la température y est tempérée, quoiqu'un peu plus froide que le sud de l'Angleterre, mais moins que l'Écosse, en descendant parfois sous le zéro pendant l'hiver avec une couverture nuageuse et des précipitations régulières. Au début de l'an mil et jusqu'au 14^e siècle, l'Europe connaît un climat plus chaud qu'à l'habitude avec des moyennes de température plus haute (Pierre, 1990; Bradley et al. 2003).

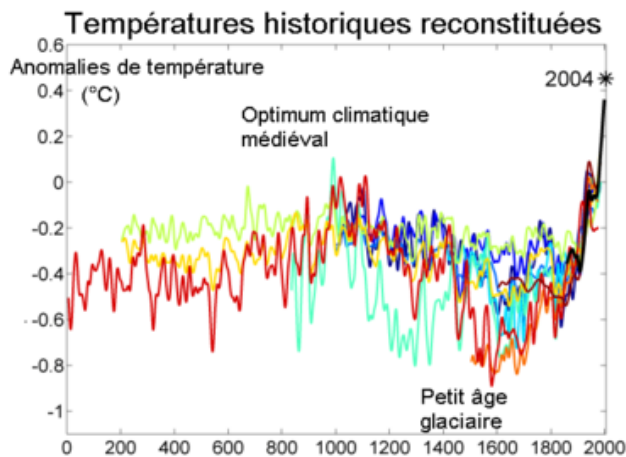


Figure 16 - Reconstructions des températures de l'hémisphère nord depuis 2000 ans. Modifiée depuis Bradley, 2007 par GWart <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3061224>

Ce n'est qu'à partir du 14^e siècle que le climat va changer en devenant plus froid et humide (Figure 16). Les trois populations anglo-saxonnes formant mon échantillon ont vécu entre le 8^e siècle et le 14^e siècle. On peut donc assumer qu'ils ont vécu à la période de l'optimum climatique médiéval. Le terrain du Yorkshire comprend beaucoup de relief, avec une élévation maximum de 889m et une moyenne de 126m. De plus, à l'époque où

vivaient les populations de mon échantillon, il n’y avait pas de routes pavées excepté les voies romaines et leur terrain était donc assez accidenté.

La région du sud du Québec (Montréal et Beauce)

Les deux populations eurocanadiennes formant mon échantillon ont vécu entre le 18^e et 19^e siècle. C’est une période connue pour son refroidissement global qui commence au 14^e siècle. Le climat est donc semblable à ce qu’on rencontre encore aujourd’hui (Bradley, 2003). Les températures varient beaucoup entre les saisons, avec des étés très chauds et des hivers très froids apportant beaucoup de neige jusqu’à tard dans le printemps. Cette variation importante explique que la majorité de la population canadienne portait des chaussures différentes en hiver que pendant le reste de l’année. De plus, la neige et la glace vont venir modifier le terrain. Bien qu’il n’y ait pas de corrélation directe entre un terrain glissant et des blessures, Merbs (1983) a postulé que le nombre élevé de fracture et de cas d’arthrose aux vertèbres chez les hommes Sadlermiut, pourrait être relié aux chutes à cause de la glace et que les mêmes pathologies sur les métatarses seraient reliées au terrain accidenté parcouru pendant les sorties de chasse. Néanmoins, étant donné que la présente recherche ne concerne pas le même environnement exactement, il est probable que le terrain accidenté ne soit pas un facteur important. À part les changements possibles reliés aux saisons, le relief du sud du Québec relativement peu dénivelé ne semble pas un facteur qui aurait influencé les chutes. Les rues de Montréal comprenaient les routes principales pavées et des chemins de terre pour le reste. Sainte-Marie-de-Beauce était une seigneurie formée de chemin de terre principalement où les premières routes pavées datent du 20^e siècle (BAnQ, 2022).

3.3) Différences entre les sexes

La littérature scientifique sur le dimorphisme sexuel mentionne qu’il existe une différence dans la taille générale des métatarses entre les hommes et les femmes (Mountrakis et al. 2010). Les hommes ayant proportionnellement des métatarses plus gros que les femmes. Ce n’est qu’avec l’apparition de chaussures différentes portées par les hommes et les femmes qu’on voit d’autres différences morphologiques apparaître au

niveau du pied (Wunderlich et Cavanagh, 2001). Dans le contexte de la présente étude, les fouilles archéologiques sur les populations anglo-saxonnes du Yorkshire formant mon échantillon n'ont pas découvert de différences dans le type de chaussures entre les hommes et les femmes. Néanmoins, les populations Eurocanadiennes formant l'autre partie de mon échantillon présentent des différences notables. En effet, les populations anglo-saxonnes de mon échantillon portaient des souliers de cuir de manufacture scandinave (Corfe, 1973; O'Rourke, 1991), mais les populations Eurocanadiennes de mon échantillon ne portaient pas nécessairement les mêmes chaussures dépendamment du sexe de l'individu, surtout au sein de la population citadine de Saint-Antoine (Wilson, 1969; Beaudoin-Ross, 2013). Les descriptions des types de chaussures portées par chaque groupe sont présentées ci-dessous.

3.4) La chaussure dans le passé

3.4.1) La chaussure en Nouvelle-France

La province de Québec au Canada, dont proviennent les populations Eurocanadiennes (Sainte-Marie et Saint-Antoine) formant l'autre partie de mon échantillon présentent des chaussures d'origines françaises, mais avec une influence amérindienne notable liées au climat plus froid de la région (Gousse, 1995; Beaudoin-Ross, 2013). Le port de bottes épaisses ou de mocassins est souvent privilégié par la population pendant les mois d'hiver, alors que le port de souliers de cuir à semelles rigides (Figure 17A) ou le port de sabots de bois, aussi appelée mule (Figure 17B) sont préférés pour le reste de l'année. Les socques de fer (sabots de bois avec anneaux métalliques attachés en bas) sont remplacés par des mocassins flexibles, car plus pratiques sur les chemins non pavés et sur la neige (Beaudoin-Ross, 2013). Le soulier de peau amérindien est traditionnellement fabriqué par les femmes. Il est fait de peau de chevreuil ou de daim et les bouts sont plissés et cousus par-dessus et par-derrière avec un rebord haut sur les deux côtés, lequel se rabat par-dessus le cordon qui noue le mocassin à la cheville (Gousse, 1995). Les plus riches colons pouvaient se permettre de chausser des chaussures de cuir fabriquées par un cordonnier, alors que le reste de la population, surtout dans les milieux plus ruraux comme la Beauce, doit se contenter de chausser des sabots ou des galoches, un genre de

« chaussure de cuir qui couvre le soulier, qui le tient propre & le pié-sec; c'est une espèce de sandale à semelle de bois » (Gousse, 1995). Ces chaussures de cuir possèdent une certaine flexibilité, mais sont formées d'une semelle dure et restent constrictives. Les sabots eux sont complètement rigides et ne vont jamais s'adapter au pied de l'individu. On attribue le lieu d'origine des sabots de bois à plusieurs pays européens, dont les Pays-Bas où le sabot, aussi appelé « klompen » est devenu un symbole culturel. Traditionnellement fabriqué à partir d'aulne (espèce de la famille du bouleau) ou de saule, le sabot de bois est porté depuis le Moyen-Âge par les paysans et les pêcheurs (Bossan, 2012). Au cours du temps, on note des différences dans le type de chaussure porté par les hommes et les femmes provenant de milieu plus aisé. Par exemple, le bottillon fait son apparition pour les femmes dès le 17^e siècle (Wilson, 1969). De plus, la mode pour les chaussures pour femmes privilégie un bout plus pointu et un talon plus haut. De ce fait, ce type de chaussures pour femmes devait être plus serré sur le pied et le poids du corps devait être plus concentré vers l'avant du pied par rapport à une chaussure avec un talon moins haut. Néanmoins, pour le paysan québécois, surtout les femmes, le port de mule ou de galoche reste la norme (Audet, 1980). Il est important de rappeler que même si les populations Eurocanadiennes portaient à l'occasion des chaussures souples comme des mocassins, la recherche de Hoffman (1905) a démontrée que le pied reste modifié par le port d'une chaussure rigide plus 'moderne' dès l'enfance, et que le fait de porter des chaussures rigides une partie de l'année est assez pour venir influencer le développement de pathologie au niveau du pied (Manna et al. 2001).

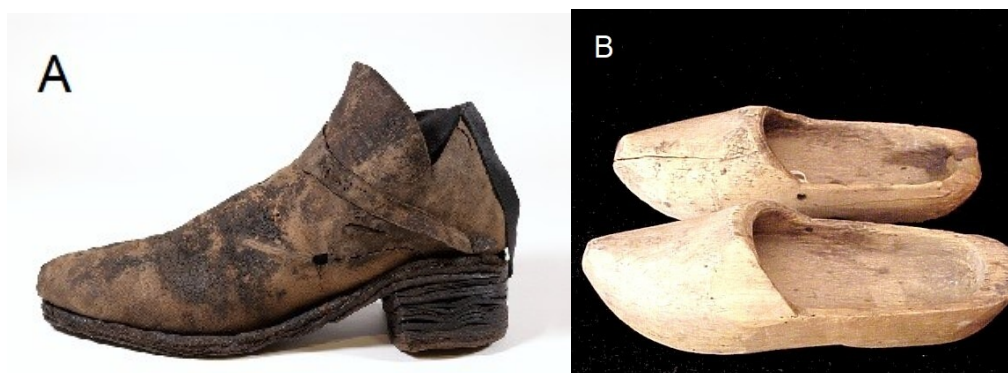


Figure 17 –A) Chaussure datant d'avant 1690, retrouvée dans l'épave du Mary & Elizabeth, B) Sabot de bois du diocèse de Saint-Hyacinthe. Modifiée depuis Répertoire du patrimoine culturel du Québec - <https://www.patrimoineculturel.gouv.qc.ca/rpcq/rechercheMotCle.do?methode=rechercher&motCle=chaussure&type=REP&reset=1>)

3.4.2) La chaussure dans la région de York

Au début du Moyen-Âge, la chaussure est un objet du quotidien à la fonction majoritairement utilitaire (voir Figure 18). Ce n'est qu'à partir de la conquête du Nouveau Monde (XVI^e siècle) que l'habit, incluant la chaussure, se diversifie de plus en plus et devient une forme d'expression (Brooke, 1936). Le comté de York en Angleterre, dont proviennent les populations anglo-saxonnes (Black Gate, Barbican et Warwick) formant une partie de l'échantillon, a été envahi par les Danois en 867, renommé alors Royaume de Jorvik (Townend, 2014). Il deviendra une plaque tournante du commerce viking pour le prochain siècle, particulièrement ce qui a trait le commerce de la tannerie entrant dans la confection de chaussure. C'est à partir de la fin du 10^e siècle que les Normands reprennent le contrôle et ceux jusqu'au 15^e siècle (Barlow, 2019).

WILLIAM I · 1066-87



Figure 18 - Illustration de plusieurs habits médiévaux anglais pour les hommes et les femmes . Modifiée depuis Peacock, 1994

Par conséquent les individus provenant des collections de Black Gate, Barbican et Warwick portaient des souliers faits de cuirs (Figure 19), avec des semelles flexibles faites soit d'une autre épaisseur de cuir, soit de paille de confection viking (Wilson, 1969; Corfe, 1973). La fabrication de la chaussure selon la technique de la « chaussure retournée » et de la botte de cuir qui s'entoure autour de la cheville se retrouve jusqu'au 11^e siècle partout sur le continent britannique, ainsi qu'en Irlande, sont soupçonnées d'être d'origine nordique (O'Rourke, 1991). Les individus les plus aisés portaient des souliers de cuirs plus travaillés et plus ornementés, parfois même portant des broderies dessus. Le soulier était rattaché à la cheville par un brin de cuirs remontant souvent jusqu'au genou appelé « braie » (voir Figure 20). Les plus pauvres cependant, allés pied-nus lorsque la température le permettait et sinon, ils portaient des chaussons fait de cuirs fins, seul ou dans le soulier (Brooke, 1936). L'apparition des semelles de bois ou de cuirs rigides n'apparaissant qu'à partir de l'époque normande. De plus, il est à noter qu'un groupe d'immigrants néerlandais (N=4) fait partie de la collection de Black Gate et que contrairement à leurs contemporains anglais, ils portaient des sabots de bois. De fait, ses individus seront analysés séparément sous le nom de population NL Black Gate.



Figure 19 – Souliers retrouvés lors des fouilles de Coppergate, présentant la méthode viking de confection de la « chaussure retournée » Modifiée depuis Musée Viking de Jorvik - <https://www.jorvikvikingcentre.co.uk/about/jorvik-artefact-gallery/>

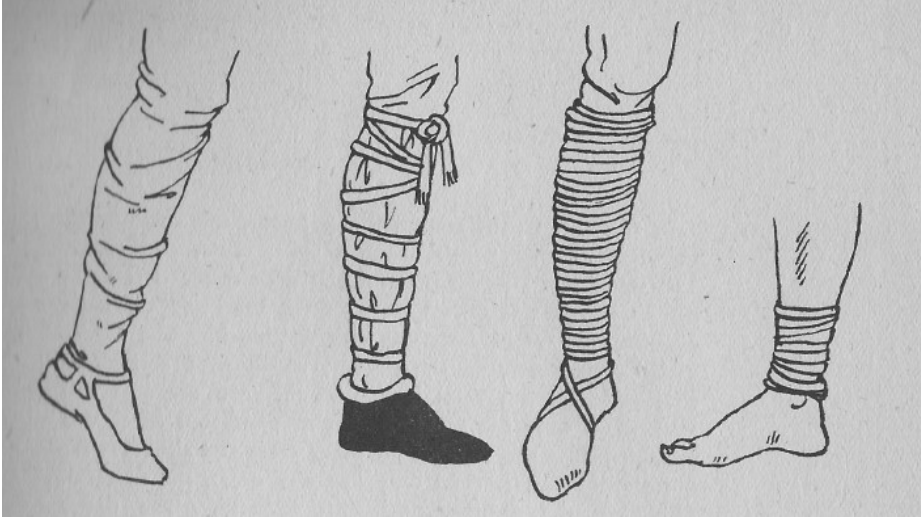


Figure 20 — Illustration de braies et de souliers anglais pendant la période médiévale de 900 à 1000. Modifiée depuis Brooke (1936)

3.5) Méthodes

3.5.1) Collecte de données

L'identification des métatarses a été faite selon la méthode de White et Folkens (2005), sauf pour les métatarses de la collection de Sainte-Marie dont l'identification avait déjà été faite par les étudiants et chercheurs (Crépin, 2017) de l'Université de Montréal ayant travaillé sur la collection précédemment. Ces identifications ont toutefois été confirmées lors de la prise de données. Le sexe des individus provient des archives et inventaires sur les collections utilisées et a été originalement obtenu par les chercheurs grâce à plusieurs méthodes d'estimations du sexe communément utilisées en ostéologie. Les variables morphologiques de cette recherche sont non-métriques, car l'étude de pathologies est basée sur l'analyse de traits, manifestations et changements observables, précédemment décrits et classifiés au chapitre 2.

La collecte des observations s'est faite en deux parties. La première partie à Montréal sur les populations de Sainte-Marie et de Saint-Antoine, entre autres pour tester la méthodologie et améliorer la classification. La classification des lésions a été adaptée l'état de conservation des ossements et aux nombres de métatarses disponibles à l'analyse lors de l'étude préliminaire (N=24, Sainte-Marie). La deuxième partie de ma collecte de

données s'est déroulée au Royaume-Uni pour faire l'analyse des populations anglo-saxonnes de Black Gate, Barbican et Warwick.

Ma méthode consiste en l'observation non métrique de lésions pathologiques sur les métatarses des deux pieds, dont le niveau de conservation dépasse 50% et dont les facettes articulaires sont assez visibles pour faire l'observation des lésions qui pourraient s'y trouver.

Le niveau de conservation des ossements provenant des populations de Sainte-Marie et Saint-Antoine été déjà présent dans le fichier d'inventaire. Pour les trois populations anglo-saxonnes, un indice de conservation anatomique (ICA) a été attribué aux ossements étudiés selon les scores d'ICA suivant (Dutour, 1989):

- 1 : os complet.
- 0.75 : trois quarts de l'os conservé
- 0.5 : moitié de l'os conservé
- 0.25 : un quart de l'os conservé
- 0 : os absent

Pour la collecte des données pathologiques listées au deuxième chapitre, la note de 1 = 'présence' et 0 = 'absence' sera marquée pour le pied gauche et droit, sur les métatarses disponibles, ainsi que leur niveau de conservation. Le tableau avec les données brutes est disponible dans l'annexe 2. Pour chaque pathologie, la fréquence de la pathologie est notée, soit minimalement zéro lorsqu'il y a absence de la pathologie et au maximum 10, lorsque tous les métatarses sont atteints. Le niveau de conservation prend en compte le fait qu'un individu peut avoir un maximum de 10 métatarses avec un score de conservation maximale de 1 par métatarses et minimale de zéro lorsqu'absent.

3.5.2) Traitement des données

À la base, les populations ont été regroupées par type de chaussure portée le plus probablement selon les sources historiques. Sainte-Marie, Saint-Antoine et NL Black Gate forment le groupe Rigide et Black Gate, Barbican et Warwick forment le groupe Souple. Ce regroupement a été utilisé pour la mise en place de l'indice de pathologie prenant en compte la conservation différentielle des différentes populations. Par la suite, l'échantillon

complet est séparé en six sous-échantillons, selon les populations d'origines. Les quatre individus identifiés comme faisant partie du groupe d'immigrant néerlandais provenant de Black Gate (Barlow, 2019) ont été séparés dans un groupe nommé NL Black Gate et seront analysés comme une population à part entière, car les deux ne portaient pas le même type de chaussure. Les deux populations Eurocanadiennes sont considérées comme portant des chaussures rigides, même si les archives historiques ont démontré que le port de mocassins était répandu pendant l'hiver. L'impact d'une chaussure rigide sur la morphologie du pied reste la même, malgré les variations dans le type de chaussure (Hoffman, 1905). Une première batterie de tests est faite avec SPSS 28 incluant les tests de normalité et les statistiques descriptives faits sur les regroupements Rigide et Souple, ainsi que sur les populations individuelles. Étant donné que les tests de normalité démontrent que les variables ne sont pas distribuées normalement, des tests non paramétriques ont été faits (voir Tableau II) avec SPSS 28 et PAST. Tous les résultats dont l'asymptote bilatérale est de $p < 0.05$ seront considérés comme significatifs.

Tableau II – Tests de normalité Kolmogorov - Smirnov pour le groupe Rigide et groupe Souple (Sig. Asymptomatique bilatérale pour les 20 pathologies)

Test Kolmogorov-Smirnov pour un échantillon (Groupe Rigide)																					
	LLY	FRC	CO	RMO	OA	LP	HTE	HTD	DJD	PE	@GT	OCD	OM	AT	OPT	OPB	OPD	POE	POD	EBT	
N	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	
Paramètres	Moyenne	0,07	0,23	0,07	0,67	3,40	0,49	0,00	0,05	0,28	0,07	0,16	0,21	0,00	0,14	0,02	0,05	0,07	0,63	0,02	0,49
normaux ^{a,b}	Ecart type	0,338	0,480	0,258	1,492	2,779	0,985	,000 ^e	0,213	1,054	0,338	0,615	0,600	,000 ^e	0,516	0,152	0,305	0,258	1,496	0,152	1,334
	Sig. asymptotique (bilatérale) ^c	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

a. La distribution du test est Normale.
b. Calculée à partir des données.
c. Correction de signification de Lilliefors.
e. La distribution n'a pas de variance pour cette variable. Le test de Kolmogorov-Smirnov à un échantillon ne peut pas être effectué.

Test Kolmogorov-Smirnov pour un échantillon (Groupe Souple)																					
	LLY	FRC	CO	RMO	OA	LP	HTE	HTD	DJD	PE	@GT	OCD	OM	AT	OPT	OPB	OPD	POE	POD	EBT	
N	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	
Paramètres	Moyenne	0,22	0,12	0,06	0,51	2,15	0,38	0,02	0,45	0,20	0,07	0,11	0,04	0,13	0,15	0,08	0,08	0,12	0,74	0,11	0,31
normaux ^{a,b}	Ecart type	0,697	0,498	0,357	1,076	2,353	0,756	0,152	1,899	1,213	0,402	0,437	0,241	1,089	0,627	0,317	0,317	0,359	1,977	0,598	0,939
	Sig. asymptotique (bilatérale) ^c	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

a. La distribution du test est Normale.
b. Calculée à partir des données.
c. Correction de signification de Lilliefors.
e. La distribution n'a pas de variance pour cette variable. Le test de Kolmogorov-Smirnov à un échantillon ne peut pas être effectué.

Un test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer le niveau de conservation des deux groupes analytiques (voir Tableaux III). On peut y observer des résultats significatifs pour chaque métatarse, indiquant qu'il y a des différences dans la préservation

des métatarses entre les deux groupes (voir Tableau IV). C'est cette conservation différentielle qui a motivé la mise en place de l'indice de pathologie, qui sera utilisé dans les analyses statistiques subséquentes.

Tableau III – Tests U de Mann-Whitney pour analyser la conservation différentielle entre les deux groupes analytiques (MT = métatarse; D=droit; G=gauche)

Tests statistiques ^a										
	MT1G	MT1D	MT2G	MT2D	MT3G	MT3D	MT4G	MT4D	MT5G	MT5D
U de Mann-Whitney	838,000	1095,000	831,000	886,500	770,500	1199,500	881,000	927,500	683,000	983,500
W de Wilcoxon	1784,000	2041,000	1777,000	1832,500	1716,500	2145,500	1827,000	1873,500	1629,000	1929,500
Z	-6,098	-4,678	-5,767	-5,844	-6,316	-3,496	-5,428	-5,127	-6,715	-4,774
Sig. asymptotique (bilatérale)	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001

a. Variable de regroupement : Groupe

Avant de pouvoir faire les tests statistiques avec des indices de pathologies prenant en compte les différences de taille d'échantillonnage et de conservation osseuse, deux calculs ont été faits. D'abord, un score de conservation va être calculé pour chaque individu en divisant l'indice de conservation anatomique (ICA) des métatarses de l'individu par 10 (ICA maximum possible pour un individu). Ensuite, un indice de pathologie pour chaque variable va être calculé pour chaque individu, en divisant le nombre total d'un type de pathologie observé chez un individu par son score de conservation, multiplié par 10 (le chiffre 10 a été choisi de manière arbitraire et aurait pu être remplacé par 100 pour créer un pourcentage si tel avait été nécessaire pour continuer l'analyse statistique). Ce produit croisé va permettre de donner un indice de pathologie qui prend en compte les différences entre les individus et c'est cette donnée qui sera utilisée pour faire les tests statistiques. Le calcul a été mis en place spécifiquement pour cette recherche et n'est pas basé sur d'autres méthodologies. De fait, dans la revue de littérature, les recherches similaires ne présentaient pas de calcul d'indice pour prendre en compte la conservation différentielle de l'échantillonnage dans un contexte archéologique. Soit parce que la méthodologie comprenait la prise de mesure métrique précise qui empêcher d'utiliser des ossements trop abîmés et variant dans leur niveau de conservation (Zipfel et Berger, 2007; Barlow, 2018). Soit, les ossements trop abîmés étaient rejetés et seuls ceux très bien conservés étaient gardés pour la prise de données (Vergara, 2019). Les collections ostéologiques utilisées pour cette recherche ne présentaient pas assez d'ossements suffisamment conservés pour

former un échantillon utilisable pour des analyses statistiques, donc le choix a été fait d'utiliser des ossements moins bien conservés et de mettre en place l'indice de pathologie pour ne pas fausser les analyses.

Exemple de calcul de l'indice pour la pathologie fracture (FRC) de l'individu X (IndX)

Étape 1 :

$$\frac{ICA \text{ des métatarses de IndX}}{10} = \text{ScoreICA de IndX}$$

Étape 2 :

$$\frac{Nb \text{ de FRC chez IndX}}{\text{ScoreICA de IndX}} \times 10 = \text{IndiceFRC de IndX}$$

De plus, un indice par regroupement de pathologie (Rigide, Souple ou Neutre) va être calculé en additionnant l'indice de chaque pathologie reliée au type de chaussure associé (le groupe neutre est formé par les pathologies n'étant pas reliées au port de chaussure). Cette donnée sera utilisée pour refaire les tests statistiques une nouvelle fois, de manière à analyser l'effet que le regroupement des pathologies par type de chaussure a sur la distribution des données et sur la présence potentielle de corrélation. Tous les tests statistiques faits dans cette recherche ont été faits à partir des données ajustées avec l'indice composite de pathologie. Néanmoins, dans l'annexe 3, on retrouve les données brutes avec la fréquence des lésions pour chaque métatarse dans chaque population. Le total en pourcentage pour l'échantillon complet de chaque regroupement de pathologie et de la fréquence pour chaque métatarse est présenté dans le tableau IX.

Tableau IV – Statistiques descriptives pour tous les métatarses dans le groupe Rigide et Souple

Statistiques descriptives (Groupe Rigide)						Statistiques descriptives (Groupe Souple)					
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
MT1G	43	,00	1,00	,8209	,30301	MT1G	85	,00	1,00	,9312	,23879
MT1D	43	,00	1,00	,9198	,17394	MT1D	85	,00	1,00	,9194	,25332
MT2G	43	,00	1,00	,7279	,35276	MT2G	85	,00	1,00	,9135	,24231
MT2D	43	,00	1,00	,8279	,27043	MT2D	85	,00	1,00	,9412	,19913
MT3G	43	,00	1,00	,7849	,31520	MT3G	85	,00	1,00	,9424	,19783
MT3D	43	,00	1,00	,8267	,26756	MT3D	85	,00	1,00	,8141	,35986
MT4G	43	,00	1,00	,7744	,29768	MT4G	85	,00	1,00	,9229	,20038
MT4D	43	,00	1,00	,8058	,26372	MT4D	85	,00	1,00	,8876	,27396
MT5G	43	,00	1,00	,7535	,31022	MT5G	85	,00	1,00	,9547	,13986
MT5D	43	,00	1,00	,7523	,27035	MT5D	85	,00	1,00	,8676	,29527
N valide (liste)	43					N valide (liste)	85				

Des tests U de Mann-Whitney à 2 échantillons indépendants ont été utilisés pour analyser la distribution des données entre les populations et sur l'échantillon complet, selon chaque pathologie et par la suite, sur le regroupement des pathologies selon le type de chaussure associé. C'est-à-dire, les pathologies reliées au port de chaussures rigides (I-Rigide), les pathologies reliées au port de chaussures souples (I-Souple) et les pathologies qui ne sont pas reliées au port de chaussures (I-Neutre). Les pathologies de l'hypothèse I-Rigide sont LLY, RMO, OA, LP, OCD, HTE, HTD, AT, OPT, OPB, OPD, et EBT. Les pathologies de l'hypothèse I-Souple sont FRC, CO, PE, POE et POD. Les pathologies de l'hypothèse I-Neutre sont DJD, GT et OM. Le test U de Mann-Whitney à deux échantillons indépendants a aussi été utilisé pour analyser les différences entre les sexes, dans l'échantillon complet, puis dans les regroupements de variables. Finalement, des analyses multivariées non paramétriques PERMANOVA ont permis de comparer les populations entre elles et les sexes entre eux, pour identifier si certains groupes sont plus différents que d'autres et dans quelle mesure. L'ensemble des résultats des PERMANOVA Two-Way sont présentés dans l'annexe 4 et uniquement le détail des PERMANOVA One-Way sont présentés dans le chapitre 4.

Chapitre 4 : Résultats

4.1) Statistiques descriptives

Les tableaux ci-dessous présentent les statistiques descriptives pour chacune des pathologies, selon les groupes analytiques (voir Tableau V) et selon les sexes (voir Tableau

VI). Les résultats varient entre les groupes et aucune tendance ne peut être observée au premier abord, à part que l'arthrose (IndiceOA) est la pathologie la plus présente dans chaque groupe. Les statistiques descriptives pour chaque population sont présentées dans le Tableau VII.

Tableau V – Statistiques descriptives pour toutes les variables étudiées dans le groupe Rigide et Souple

Statistiques descriptives (Groupe Rigide)					Statistiques descriptives (Groupe souple)						
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
IndiceLLY	43	,00	25,00	,8140	4,07230	IndiceLLY	128	,00	51,02	1,8866	6,43442
IndiceFRC	43	,00	23,26	2,8412	6,06872	IndiceFRC	128	,00	50,00	1,9656	6,26517
IndiceCO	43	,00	10,53	,7244	2,67649	IndiceCO	128	,00	37,50	,7532	4,02006
IndiceRMO	43	,00	70,59	7,4477	16,35855	IndiceRMO	128	,00	71,43	6,9604	15,59384
IndiceOA	43	,00	120,69	39,8623	35,43260	IndiceOA	128	,00	127,66	31,0319	32,43779
IndiceLP	43	,00	51,72	5,7861	11,94850	IndiceLP	128	,00	51,72	5,0060	10,28566
IndiceHTE	43	,00	,00	,0000	,00000	IndiceHTE	128	,00	16,67	,2083	1,71198
IndiceHTD	43	,00	13,33	,5549	2,56042	IndiceHTD	128	,00	125,00	3,4342	17,33934
IndiceDJD	43	,00	60,00	3,1275	11,30578	IndiceDJD	128	,00	100,00	2,4649	11,92827
IndicePE	43	,00	20,00	,7024	3,39084	IndicePE	128	,00	31,25	,8182	4,42998
IndiceGT	43	,00	35,29	1,7755	6,81967	IndiceGT	128	,00	35,29	1,3957	5,64464
IndiceOCD	43	,00	36,36	3,0000	8,61231	IndiceOCD	128	,00	36,36	1,2611	5,53912
IndiceOM	43	,00	,00	,0000	,00000	IndiceOM	128	,00	104,17	,9036	9,25505
IndiceAT	43	,00	30,61	1,4096	5,23648	IndiceAT	128	,00	55,56	1,5746	6,37948
IndiceOPT	43	,00	23,26	,5408	3,54648	IndiceOPT	128	,00	23,26	,8104	3,55058
IndiceOPB	43	,00	26,67	,6202	4,06663	IndiceOPB	128	,00	30,30	1,0282	4,60955
IndiceOPD	43	,00	23,26	1,0107	4,08549	IndiceOPD	128	,00	23,26	1,2698	4,20450
IndicePOE	43	,00	70,00	7,3202	17,58540	IndicePOE	128	,00	111,11	8,4021	21,10019
IndicePOD	43	,00	23,26	,5408	3,54648	IndicePOD	128	,00	55,56	,9501	5,73186
IndiceEBT	43	,00	70,00	4,9647	13,50764	IndiceEBT	128	,00	212,12	5,0487	20,78408
N valide (liste)	43					N valide (liste)	128				

Tableau VI – Statistiques descriptives pour les sexes (1=Femme, 2=Homme)

Statistiques descriptives Sexe 1 (Femme)					Statistiques descriptives Sexe 2 (Homme)						
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
IndiceLLY	60	,00	25,00	,7970	3,79842	IndiceLLY	54	,00	51,02	3,5864	8,82715
IndiceFRC	60	,00	17,24	1,1624	3,61834	IndiceFRC	54	,00	23,26	2,2528	5,74274
IndiceCO	60	,00	,00	,0000	,00000	IndiceCO	54	,00	16,13	,9019	3,28158
IndiceRMO	60	,00	60,61	4,7613	13,18736	IndiceRMO	54	,00	71,43	7,3055	15,15722
IndiceOA	60	,00	127,66	27,8148	36,84870	IndiceOA	54	,00	116,28	35,7820	28,84693
IndiceLP	60	,00	51,72	4,0685	10,27924	IndiceLP	54	,00	40,00	7,1276	11,10379
IndiceHTE	60	,00	10,00	,1667	1,29099	IndiceHTE	54	,00	16,67	,3086	2,26805
IndiceHTD	60	,00	40,00	,8333	5,30164	IndiceHTD	54	,00	106,38	4,6526	19,91527
IndiceDJD	60	,00	100,00	3,3139	15,02032	IndiceDJD	54	,00	60,00	2,1605	9,34226
IndicePE	60	,00	30,61	,8435	4,68394	IndicePE	54	,00	31,25	1,0021	4,73185
IndiceGT	60	,00	20,00	,8678	3,43959	IndiceGT	54	,00	30,30	1,6906	6,37302
IndiceOCD	60	,00	36,36	1,1465	5,58660	IndiceOCD	54	,00	23,26	,6158	3,42122
IndiceOM	60	,00	11,49	,1916	1,48390	IndiceOM	54	,00	104,17	1,9290	14,17529
IndiceAT	60	,00	22,22	,7222	3,40983	IndiceAT	54	,00	55,56	2,1778	8,09782
IndiceOPT	60	,00	14,29	,6241	2,77350	IndiceOPT	54	,00	23,26	1,2274	4,61034
IndiceOPB	60	,00	30,30	,5051	3,91210	IndiceOPB	54	,00	22,22	1,3821	4,55834
IndiceOPD	60	,00	22,22	,7507	3,50394	IndiceOPD	54	,00	23,26	1,9906	5,10143
IndicePOE	60	,00	60,61	5,1395	13,13292	IndicePOE	54	,00	111,11	12,6805	26,90066
IndicePOD	60	,00	10,75	,1792	1,38817	IndicePOD	54	,00	55,56	2,0530	8,62732
IndiceEBT	60	,00	212,12	5,1513	27,65419	IndiceEBT	54	,00	70,00	4,2694	11,54701
IRigide	60	,00	303,03	47,3415	61,14135	IRigide	54	,00	232,56	70,4260	51,87334
ISouple	60	,00	60,61	7,3247	14,76039	ISouple	54	,00	166,67	18,8901	35,12611
INeutre	60	,00	100,00	4,3733	15,80545	INeutre	54	,00	104,17	5,7801	17,50004
N valide (liste)	60					N valide (liste)	54				

Tableau VII – Statistiques descriptives des six populations formant l'échantillon complet

Statistiques descriptives - Sainte-Marie

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
IndiceLLY	26	,00	25,00	,9615	4,90290
IndiceFRC	26	,00	17,24	2,2176	4,80795
IndiceCO	26	,00	10,42	,4006	2,04288
IndiceRMO	26	,00	70,59	7,7385	17,84693
IndiceOA	26	,00	120,69	26,1668	29,65182
IndiceLP	26	,00	51,72	4,8131	12,12630
IndiceHTE	26	,00	,00	,0000	,00000
IndiceHTD	26	,00	,00	,0000	,00000
IndiceDJD	26	,00	60,00	2,3077	11,76697
IndicePE	26	,00	20,00	,7692	3,92232
IndiceGT	26	,00	35,29	1,3575	6,92175
IndiceOCD	26	,00	35,29	1,7421	7,11834
IndiceOM	26	,00	,00	,0000	,00000
IndiceAT	26	,00	30,61	1,5620	6,24075
IndiceOPT	26	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOPB	26	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOPD	26	,00	,00	,0000	,00000
IndicePOE	26	,00	70,00	5,9615	15,49317
IndicePOD	26	,00	,00	,0000	,00000
IndiceEBT	26	,00	70,00	4,6468	15,62634
IRigide	26	,00	172,41	47,6308	54,03498
ISouple	26	,00	70,00	9,3490	16,83304
INeutre	26	,00	60,00	3,6652	13,41105

Statistiques descriptives - Saint-Antoine

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
IndiceLLY	13	,00	10,00	,7692	2,77350
IndiceFRC	13	,00	21,05	3,1736	6,56001
IndiceCO	13	,00	10,53	1,5946	3,89304
IndiceRMO	13	,00	21,51	3,2332	6,69196
IndiceOA	13	20,41	120,69	61,6711	30,51032
IndiceLP	13	,00	40,00	7,7237	12,38605
IndiceHTE	13	,00	,00	,0000	,00000
IndiceHTD	13	,00	10,53	,8097	2,91947
IndiceDJD	13	,00	34,48	5,7294	12,11857
IndicePE	13	,00	10,20	,7849	2,83010
IndiceGT	13	,00	21,05	3,1579	7,71132
IndiceOCD	13	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOM	13	,00	,00	,0000	,00000
IndiceAT	13	,00	10,00	1,5385	3,75534
IndiceOPT	13	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOPB	13	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOPD	13	,00	10,20	1,5542	3,79389
IndicePOE	13	,00	50,00	6,9231	15,48366
IndicePOD	13	,00	,00	,0000	,00000
IndiceEBT	13	,00	20,41	4,6468	7,83044
IRigide	13	30,61	132,65	81,9464	34,41640
ISouple	13	,00	50,00	12,4762	16,05799
INeutre	13	,00	34,48	8,8873	12,92759

Statistiques descriptives - NL Black Gate

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
IndiceLLY	4	,00	,00	,0000	,00000
IndiceFRC	4	,00	23,26	5,8140	11,62791
IndiceCO	4	,00	,00	,0000	,00000
IndiceRMO	4	,00	53,76	19,2548	25,48430
IndiceOA	4	,00	116,28	58,0043	48,99667
IndiceLP	4	,00	23,26	5,8140	11,62791
IndiceHTE	4	,00	,00	,0000	,00000
IndiceHTD	4	,00	13,33	3,3333	6,66667
IndiceDJD	4	,00	,00	,0000	,00000
IndicePE	4	,00	,00	,0000	,00000
IndiceGT	4	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOCD	4	10,75	36,36	20,9264	11,61742
IndiceOM	4	,00	,00	,0000	,00000
IndiceAT	4	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOPT	4	,00	23,26	5,8140	11,62791
IndiceOPB	4	,00	26,67	6,6667	13,33333
IndiceOPD	4	,00	23,26	5,8140	11,62791
IndicePOE	4	,00	69,77	17,4419	34,88372
IndicePOD	4	,00	23,26	5,8140	11,62791
IndiceEBT	4	,00	32,26	8,0645	16,12903
IRigide	4	53,33	232,56	133,6918	74,99859
ISouple	4	,00	116,28	29,0698	58,13953
INeutre	4	,00	,00	,0000	,00000

Statistiques descriptives - Black Gate

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
IndiceLLY	31	,00	20,00	2,2907	5,47537
IndiceFRC	31	,00	16,67	1,6385	4,41968
IndiceCO	31	,00	11,63	,3751	2,08843
IndiceRMO	31	,00	60,61	7,5428	14,55439
IndiceOA	31	,00	127,66	29,5409	26,68489
IndiceLP	31	,00	30,00	4,5742	8,75959
IndiceHTE	31	,00	16,67	,8602	3,43918
IndiceHTD	31	,00	11,76	,7191	2,78797
IndiceDJD	31	,00	100,00	4,1935	18,17544
IndicePE	31	,00	,00	,0000	,00000
IndiceGT	31	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOCD	31	,00	22,22	,7168	3,99123
IndiceOM	31	,00	,00	,0000	,00000
IndiceAT	31	,00	11,11	1,3262	3,50683
IndiceOPT	31	,00	14,29	1,5474	4,13838
IndiceOPB	31	,00	30,30	1,9570	6,49352
IndiceOPD	31	,00	16,67	2,1037	4,97069
IndicePOE	31	,00	82,35	11,2572	22,17334
IndicePOD	31	,00	,00	,0000	,00000
IndiceEBT	31	,00	212,12	12,2636	38,37702
IRigide	31	,00	303,03	65,4427	57,74669
ISouple	31	,00	82,35	13,2708	23,91662
INeutre	31	,00	100,00	4,1935	18,17544

Statistiques descriptives - Barbican						Statistiques descriptives - Warwick					
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type		N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
IndiceLLY	37	,00	20,00	,8108	3,63500	IndiceLLY	17	,00	51,02	6,2043	13,16282
IndiceFRC	37	,00	50,00	1,3514	8,21995	IndiceFRC	17	,00	16,13	1,6841	4,79702
IndiceCO	37	,00	37,50	1,0135	6,16496	IndiceCO	17	,00	16,13	,9488	3,91186
IndiceRMO	37	,00	71,43	7,4352	17,16572	IndiceRMO	17	,00	50,63	3,6320	12,40689
IndiceOA	37	,00	120,00	24,0031	33,70222	IndiceOA	17	,00	101,27	26,7134	28,59348
IndiceLP	37	,00	40,00	6,3251	11,20121	IndiceLP	17	,00	16,13	,9488	3,91186
IndiceHTE	37	,00	,00	,0000	,00000	IndiceHTE	17	,00	,00	,0000	,00000
IndiceHTD	37	,00	125,00	5,0000	21,40872	IndiceHTD	17	,00	106,38	12,2602	34,61786
IndiceDJD	37	,00	51,02	1,3789	8,38770	IndiceDJD	17	,00	,00	,0000	,00000
IndicePE	37	,00	30,61	,8274	5,03262	IndicePE	17	,00	31,25	2,5828	7,99760
IndiceGT	37	,00	28,57	1,9460	5,64835	IndiceGT	17	,00	30,30	1,7825	7,34956
IndiceOCD	37	,00	10,20	,2758	1,67754	IndiceOCD	17	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOM	37	,00	11,49	,3107	1,88964	IndiceOM	17	,00	104,17	6,1275	25,26413
IndiceAT	37	,00	55,56	2,6980	9,93881	IndiceAT	17	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOPT	37	,00	20,00	,5405	3,28798	IndiceOPT	17	,00	12,50	,7353	3,03170
IndiceOPB	37	,00	22,22	1,1965	4,36532	IndiceOPB	17	,00	,00	,0000	,00000
IndiceOPD	37	,00	22,22	1,4557	4,56340	IndiceOPD	17	,00	,00	,0000	,00000
IndicePOE	37	,00	111,11	9,8892	27,24504	IndicePOE	17	,00	33,33	2,6961	8,45499
IndicePOD	37	,00	55,56	2,6583	9,84003	IndicePOD	17	,00	,00	,0000	,00000
IndiceEBT	37	,00	11,36	1,1480	3,34925	IndiceEBT	17	,00	10,10	,5942	2,44985
IRigide	37	,00	220,00	50,8887	60,18085	IRigide	17	,00	164,56	51,0881	50,96683
ISouple	37	,00	166,67	15,7397	37,96802	ISouple	17	,00	33,33	7,9117	13,34485
INeutre	37	,00	61,22	3,6356	11,27440	INeutre	17	,00	104,17	7,9100	25,86662

Quand on analyse le pourcentage de chaque pathologie dans les deux groupes, on peut observer des différences (voir Tableau VIII). Les pathologies suivantes représentent une plus grande partie du groupe Rigide : remodelage osseux (RMO), arthrose (OA), fracture (FRC), éburnation de la tête (EBT) et l'ostéochondrite disséquante (OCC). Dans le groupe Souple, les pathologies suivantes sont plus présentes : lésion lytique (LLY), hypertrophie diaphysaire (HTD), ostéomyélite (OM), ostéophyte sur la tête, base et diaphyse (OPT, OPB et OPD) et lésions poreuses (POE et POD). Les pathologies suivantes avec des scores similaires : lipping (LP), callosité osseuse (CO), hypertrophie des épiphyses (HTD), maladie articulaire dégénérative (DJD), périostite (PE), goutte (GT) et aplatissement de la tête (AT). On remarque beaucoup de variation entre les sexes parmi les pathologies analysées individuellement, mais lorsqu'elles sont regroupées par type de chaussure portée, ce sont les hommes qui sont plus fortement pathologiques. Ci-dessous sont présentées les statistiques pour les six populations séparément. Similairement, l'arthrose est la pathologie la plus présente dans chacune des populations. En revanche, les ostéophytes (OPT, OPD, OPB) sont beaucoup plus présents dans les populations anglo-saxonnes, soit NL Black Gate, Black Gate, Barbican et Warwick. De plus, le regroupement I-Neutre formé des pathologies n'étant pas associé au port de chaussure est plus présent que le I-Souple dans la population de Black Gate et Warwick. Autrement, la dominance de

la présence des regroupements de pathologie dans les quatre autres populations s'exprime comme suit : I-Rigide>I-Souple>I-Neutre. Le pourcentage total pour chaque pathologie correspond à sa proportion par rapport au N total de toutes les pathologies additionnées.

Tableau VIII – Répartition des indices de pathologie par population, par groupe et par sexe, avec le nombre total et le pourcentage total. (Population 1 : Ste-Marie, 2 : St-Antoine, 3 : Black Gate, 4 : Barbican, 5 : Warwick, 6 : NL Black Gate et Sexe 1: Femme, 2: Homme, 3: Inconnu)

Groupe Rigide											
Population	1			2			6			N total	% total
Sexe	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
IndiceLLY	0	0	0	0	25	0	0	0	0	25	0,72%
IndiceFRC	10	20,42	0	10	17,24	0	0	23,26	0	80,92	2,32%
IndiceCO	0	10,42	0	0	0	0	0	0	0	10,42	0,30%
IndiceRMO	151,43	22,5	101,2	31,51	0	0	20	23,26	53,76	403,66	11,58%
IndiceOA	379,99	238,58	51,02	204,45	420,64	40	70	116,28	43,01	1563,97	44,85%
IndiceLP	80,06	31,93	0	0	122,13	0	0	23,26	0	257,38	7,40%
IndiceHTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
IndiceHTD	10	0	0	0	0	0	10	0	13,33	33,33	0,96%
IndiceDJD	60	0	0	34,48	10	0	0	0	0	104,48	2,99%
IndicePE	0	20	0	0	10,2	0	0	0	0	30,2	0,87%
IndiceGT	28,57	21,86	35,29	0	20	0	0	0	0	105,72	3,03%
IndiceOCD	46,36	0	35,29	0	0	0	0	23,26	24,08	128,99	3,70%
IndiceOM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
IndiceAT	20	22,22	30,61	0	0	0	0	0	0	72,83	2,09%
IndiceOPT	20	0	0	0	0	0	0	23,26	0	43,26	1,24%
IndiceOPB	0	0	0	0	0	0	0	0	26,67	26,67	0,76%
IndiceOPD	0	22,22	0	0	20,2	0	0	23,26	0	65,68	1,88%
IndicePOE	40	32,26	0	20	125	0	0	69,77	0	287,03	8,23%
IndicePOD	0	10,75	0	0	0	0	0	23,26	0	34,01	0,98%
IndiceEBT	70	11,11	40,82	23,16	20,41	0	10	0	32,26	207,76	5,96%

Groupe Souple											
Population	3			4			5			N total	% total
Sexe	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
IndiceLLY	12,82	58,19	0	20	20	0	0	105,48	0	216,49	3,62%
IndiceFRC	21,05	50,8	0	10,2	10	50	12,5	16,13	0	170,68	2,86%
IndiceCO	10,53	11,63	0	10,2	0	37,5	0	16,13	0	85,89	1,44%
IndiceRMO	91,14	107,43	55,79	92,46	78,72	0	11,11	50,63	0	487,28	8,16%
IndiceOA	479,74	368,39	140,56	538,79	426,49	0	79,34	309,04	65,77	1981,63	33,18%
IndiceLP	46,11	83,93	11,76	124,78	100,69	0	0	16,13	0	383,4	6,42%
IndiceHTE	10	16,67	0	0	0	0	0	0	0	26,67	0,45%
IndiceHTD	10,53	22,29	0	40	0	125	0	208,42	0	406,24	6,80%
IndiceDJD	113,33	16,67	0	81,02	0	0	0	0	0	211,02	3,53%
IndicePE	0	0	0	30,61	0	0	0	43,91	0	74,52	1,25%
IndiceGT	21,05	0	0	10,2	11,36	0	0	30,3	0	72,91	1,22%
IndiceOCD	22,22	0	0	10,2	0	0	0	0	0	32,42	0,54%
IndiceOM	0	0	0	0	11,49	0	0	104,17	0	115,66	1,94%
IndiceAT	21,11	10	10	20	67,61	0	0	0	0	128,72	2,16%
IndiceOPT	37,45	10,53	0	0	0	0	0	12,5	0	60,48	1,01%
IndiceOPB	30,3	30,37	0	0	44,27	0	0	0	0	104,94	1,76%
IndiceOPD	12,82	42,4	10	0	31,64	0	0	0	0	96,86	1,62%
IndicePOE	125,05	151,58	82,35	110,24	273,4	0	45,83	0	0	788,45	13,20%
IndicePOD	0	0	0	0	87,61	0	0	0	0	87,61	1,47%
IndiceEBT	254,81	88,68	23,53	30	31,36	0	0	10,1	0	440,48	7,38%

Tableau IX – Pourcentage total dépendamment du type de chaussure portée (rigide ou souple) I-Rigide correspond aux pathologies reliées aux chaussures rigides, I-Souple aux pathologies reliées aux chaussures souples et I-Neutre correspond aux pathologies non reliées aux chaussures

	Rigide	Souple
I-Rigide	81,25%	74,87%
I-Souple	12,71%	18,87%
I-Neutre	6,04%	6,25%

MT1	MT2	MT3	MT4	MT5
29,37%	19,21%	11,90%	17,61%	21,90%

La prépondérance des fréquences de lésions sur chaque métatarse dans l'échantillon complet s'exprime comme suit 1>5>2>4>3 (voir Tableau IX). Les individus des populations Black Gate, Barbican et Warwick semblent démontrer plus de pathologies reliées au port de chaussures souples et ont aussi légèrement tendance à avoir plus de pathologies non reliées au port de chaussures (différence de 0,20% entre le groupe souple et rigide). L'indice composite I-Rigide comprenant les pathologies reliées au port de chaussures rigides reste néanmoins le plus présent dans les deux regroupements de population, même s'il est légèrement plus fort (81.25%) dans les populations de Sainte-Marie, Saint-Antoine et NL Black Gate qui forment le groupe Rigide (voir Tableau IX). En résumé, ce sont donc les pathologies du groupe I-rigide qui sont les plus présentes dans l'échantillon complet, suivi par les pathologies du groupe I-Souple et finalement, celles du groupe I-Neutre.

4.2) Test U de Mann-Whitney et PERMANOVA

4.2.1) Pathologies analysées individuellement

Tableau X – Résultats des tests U de Wilcoxon-Mann-Whitney par population, pour chaque variable individuellement et pour les trois regroupements de pathologies (en gras les résultats significatifs et en italique les résultats presque significatifs)

Test Wilcoxon-Mann-Whitney							
	Échantillon complet	Sainte-Marie	Saint-Antoine	NL Black Gate	Black Gate	Barbican	Warwick
	Sig. asymptotique	Sig. asymptotique	Sig. asymptotique	Sig. asymptotique	Sig. asymptotique	Sig. asymptotique	Sig. asymptotique
IndiceLLY	0,013	0,380	0,450	1,000	0,061	0,777	0,052
IndiceFRC	0,368	0,282	0,779	0,317	0,015	1,000	0,743
IndiceCO	0,033	0,254	0,450	1,000	0,248	1,000	0,456
IndiceRMO	0,211	0,453	0,904	0,317	0,093	0,353	0,743
IndiceOA	0,021	0,428	0,444	0,317	0,208	0,111	0,306
IndiceLP	0,050	0,731	0,215	0,317	0,329	0,107	0,456
IndiceHTE	0,930	1,000	1,000	1,000	0,795	1,000	1,000
IndiceHTD	0,102	1,000	0,450	1,000	0,096	0,738	0,274
IndiceDJD	0,908	0,254	0,904	1,000	0,730	0,398	1,000
IndicePE	0,576	0,380	0,450	1,000	1,000	0,398	0,274
IndiceGT	0,808	1,000	0,779	1,000	1,000	0,936	0,456
IndiceOCD	0,725	0,254	1,000	0,317	0,386	0,398	1,000
IndiceOM	0,930	1,000	1,000	1,000	1,000	0,398	0,456
IndiceAT	0,145	0,254	0,260	1,000	0,697	0,167	1,000
IndiceOPT	0,576	1,000	1,000	0,317	0,423	0,237	0,456
IndiceOPB	0,077	1,000	1,000	1,000	0,437	0,035	1,000
IndiceOPD	0,079	1,000	0,779	0,317	0,158	0,186	1,000
IndicePOE	0,318	0,932	0,149	0,317	0,600	0,298	0,049
IndicePOD	0,129	1,000	1,000	0,317	1,000	0,134	1,000
IndiceEBT	0,388	0,800	0,718	1,000	0,641	0,702	0,456
I-Rigide	0,002	0,571	1,000	0,317	0,109	0,087	0,019
I-Souple	0,071	0,884	0,091	0,317	0,159	0,505	0,698
I-Neutre	0,595	0,254	0,680	1,000	0,730	0,693	0,274

Les tests U de Mann-Whitney (voir Tableau X) analysant les populations individuellement présentent quatre résultats significatifs ($p < 0.05$) dans les trois populations anglo-saxonnes. Dans la population de Black Gate, I-FRC (fracture) $p=0.015$; dans la population de Barbican, I-OPB (ostéophyte à la base métatarsienne) $p=0.035$ et dans la population de Warwick I-LLY (lésion lytique) $p=0.052$ et I-POE (porosité épiphysaire) $p=0.049$. Lorsque l'échantillon complet est analysé, il y a trois résultats significatifs et un quasi significatif. I-LLY $p=0.013$, I-CO (cal osseux) $p=0.033$, I-OA (arthrose) $p=0.031$ et I-LP (lipping) $p=0.05$.

Les analyses multivariées PERMANOVA (voir Tableau XI) ont identifié des différences entre les populations pour trois variables; I-OA (p=0.0462), I-OCD (p=0.0001) et I-OPT (p=0.0405). Pour I-OA (arthrose), Saint-Antoine est presque différente de NL-Black Gate p=0.0521 et diffère avec Sainte-Marie p=0.0114. Ensuite, Sainte-Marie est différente avec Black Gate p=0.0486, avec Barbican p=0.0221 et avec Warwick p=0.0435. Pour I-OCD (ostéochondrite disséquante), NL Black Gate est différente de Saint-Antoine p=0.0031, de Sainte-Marie p=0.0002, de Black Gate p=0.0002, de Barbican p=0.0001 et de Warwick p=0.0003. Pour I-OPT (ostéophyte sur la tête métatarsienne), Black Gate et Barbican sont différente p=0.0212.

Tableau XI – Résultats détaillés des tests PERMANOVA comparant les populations entre elles pour l’arthrose, l’ostéochondrite disséquante et les ostéophytes sur la tête métatarsienne (Population 1=Sainte-Marie, 2=Saint-Antoine, 3=Black Gate, 4=Barbican et 6=NL Black Gate)

Pairwise: I-OA & Population PERMANOVA						
	1	2	3	4	5	6
1		0,0114	0,3295	0,8518	0,7954	0,0521
2	0,0114		0,0486	0,0221	0,0435	0,8155
3	0,3295	0,0486		0,4497	0,5506	0,0983
4	0,8518	0,0221	0,4497		0,9458	0,1001
5	0,7954	0,0435	0,5506	0,9458		0,0951
6	0,0521	0,8155	0,0983	0,1001	0,0951	

Pairwise: I-OCD & Population PERMANOVA						
	1	2	3	4	5	6
1		0,7595	0,6138	0,2504	0,4972	0,0031
2	0,7595		1	1	1	0,0002
3	0,6138	1		0,6846	1	0,0002
4	0,2504	1	0,6846		1	0,0001
5	0,4972	1	1	1		0,0003
6	0,0031	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	

Pairwise: I-OPT & Population PERMANOVA						
	1	2	3	4	5	6
1		1	0,5014	0,3999	0,8812	0,1244
2	1		0,2923	1	1	0,2308
3	0,5014	0,2923		0,0212	0,519	0,1528
4	0,3999	1	0,0212		0,319	0,0946
5	0,8812	1	0,519	0,319		0,095
6	0,1244	0,2308	0,1528	0,0946	0,095	

Finalement, les analyses multivariées PERMANOVA ont aussi identifié des différences entre les hommes et les femmes pour deux variables, I-LLY (lésion lytique) $p=0.0032$ et I-OPD (ostéophyte sur la diaphyse) $p=0.0023$ (voir Tableau XII).

Tableau XII - Résultats détaillés des tests PERMANOVA comparant les sexes entre eux (Sexe 1=Femme, 2=Homme et 3=Indéterminé)

Pairwise: I-LLY & Sexe PERMANOVA				Pairwise: I-OPD & Sexe PERMANOVA			
	1	3	2		1	3	2
1		0,7383	0,0032	1		0,2761	0,0023
3	0,7383		0,1344	3	0,2761		0,2231
2	0,0032	0,1344		2	0,0023	0,2231	

4.2.2) Pathologies analysées par regroupement associé au type de chaussure

Lorsque les populations sont analysées avec un test U de Mann-Whitney, I-Rigide ressort dans Warwick, $p=0.19$ et dans l'échantillon complet $p=0.002$. Lorsque les populations sont comparées les unes aux autres avec des analyses multivariées PERMANOVA, le groupe de pathologies I-Rigide présente un résultat presque significatif ($p=0.0634$), mais plus spécifiquement, il apparaît que seule la population de Saint-Antoine n'est pas différente des autres populations, alors que Sainte-Marie est différente avec Black Gate $p=0.0477$, avec NL Black Gate $p=0.0145$, avec Barbican $p=0.0099$ et avec Warwick $p=0.0164$ (voir Tableau XIII). Finalement, lorsque ce sont les sexes qui sont comparés, le groupe de pathologies I-Souple démontre des différences entre les hommes et les femmes ($p=0.0234$) (voir Tableau XIV).

Tableau XIII - Résultats détaillés des tests PERMANOVA comparant les populations pour les regroupements de pathologies (Population 1=Sainte-Marie, 2=Saint-Antoine, 3=Black Gate, 4=Barbican et 6=NL Black Gate)

Pairwise: I-Rigide & Population PERMANOVA						
	1	2	3	4	5	6
1		0,2794	0,3227	0,7834	0,9224	0,0145
2	0,2794		0,8129	0,1717	0,2413	0,0717
3	0,3227	0,8129		0,1611	0,319	0,0477
4	0,7834	0,1717	0,1611		0,8846	0,0099
5	0,9224	0,2413	0,319	0,8846		0,0164
6	0,0145	0,0717	0,0477	0,0099	0,0164	

Tableau XIV - Résultats détaillés des tests PERMANOVA comparant les sexes entre eux pour les regroupements de pathologies (Sexe 1=Femme, 2=Homme et 3=Indéterminé)

Pairwise: I-Souple & Sexe PERMANOVA			
	1	3	2
1		0,4681	0,0234
3	0,4681		0,5274
2	0,0234	0,5274	

4.3) Résumé des résultats

Dans cette recherche, l'observation des lésions osseuses s'est faite avec une méthode non métrique, selon un guide (Aufderheide, 1998; Buikstra, 2019; Ortner, 1985, 2003; Robert 2004, 2007) rassemblant des descriptions des pathologies observables sur les métatarses, dont l'étiologie peut être possiblement reliée au port de chaussures. L'échantillon était formé de six populations pouvant être séparé en deux groupes selon le degré de rigidité des chaussures portées. Le groupe Rigide et le groupe Souple, provenant respectivement des populations Sainte-Marie, Saint-Antoine, NL Black Gate et des populations Black Gate, Barbican et Warwick. Un indice de pathologie a été calculé et a été utilisé lors des manipulations statistiques pour permettre de prendre en compte la différence de taille entre les deux échantillons et les différences de conservation osseuse entre les individus.

Dans l'échantillon complet, les lésions lytiques, les callosités osseuses et le regroupement de pathologie I-Rigide sont significatifs. Dans la population de Black Gate, les fractures sont significatives, alors que dans la population de Barbican, ce sont les ostéophytes au niveau de la base métatarsienne qui sont significatifs (voir Figure 22). Finalement, dans la population de Warwick, la porosité épiphysaire (voir Figure 22) et le regroupement I-Rigide sont significatifs (voir Figure 23). De plus, des différences entre les populations existent pour les pathologies suivantes : arthrose, ostéochondrite disséquante, les ostéophytes au niveau des têtes métatarsiennes (voir Figure 21 et 22) et le groupe I-Rigide (Figure 23). Similairement, des différences entre les sexes existent pour les lésions

lytiques, les ostéophytes sur la diaphyse et le groupe I-Souple (Figure 24). De plus, en général, les hommes semblent majoritairement plus pathologiques que les femmes.

Comparaison des moyennes des indices de pathologies, entre les populations de Sainte-Marie, Saint-Antoine et NL Black Gate

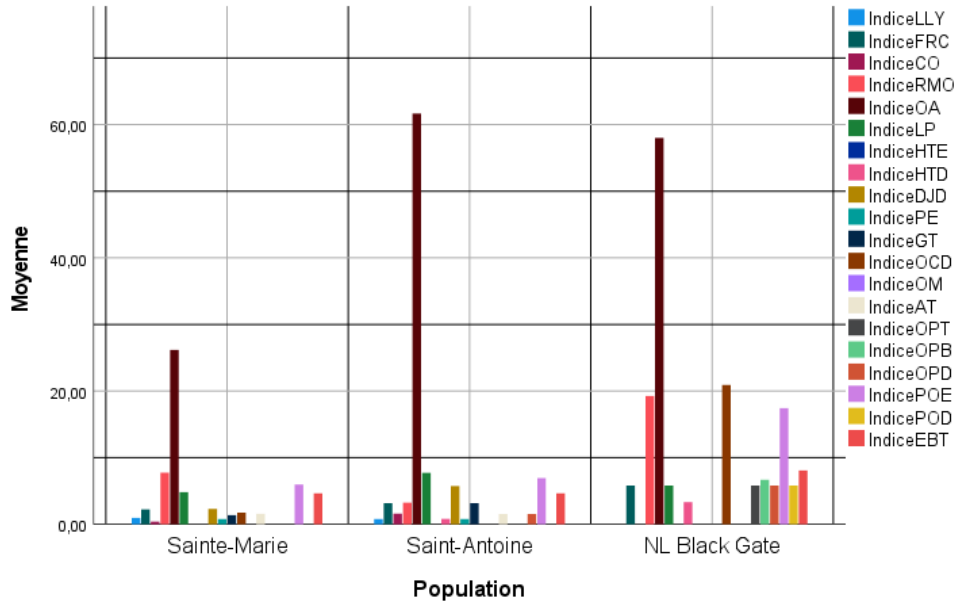


Figure 21 – Graphique comparant les moyennes des indices de pathologies dans la population de Sainte-Marie, Saint-Antoine et NL Black Gate

Comparaison des moyennes des indices de pathologies, entre les populations de Warwick, Barbican et Black Gate

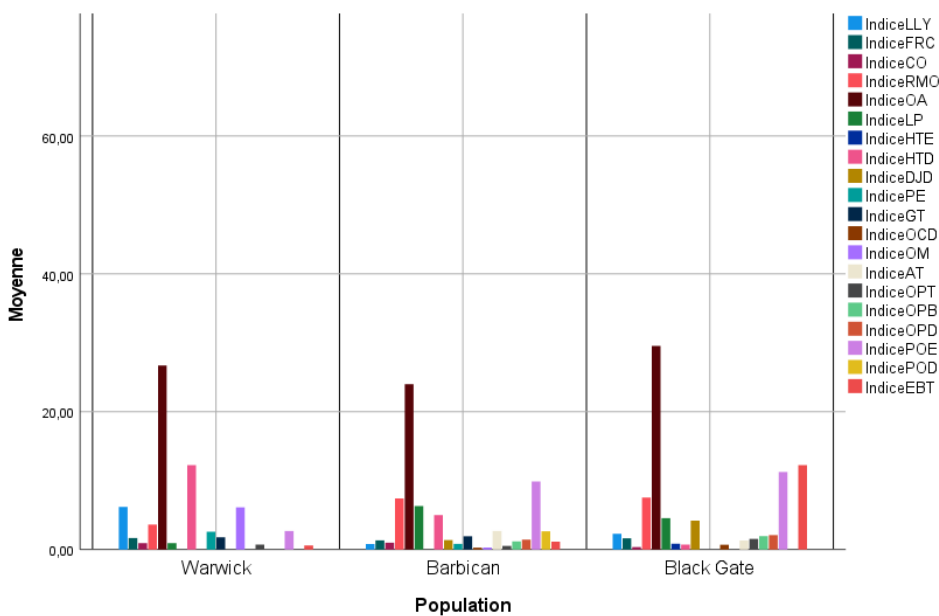


Figure 22 – Graphique comparant les moyennes des indices de pathologies dans la population de Warwick, Barbican et Black Gate

Comparaison des moyennes des indices de I-Rigide, I-Souple et I-Neutre, entre les six populations formant l'échantillon

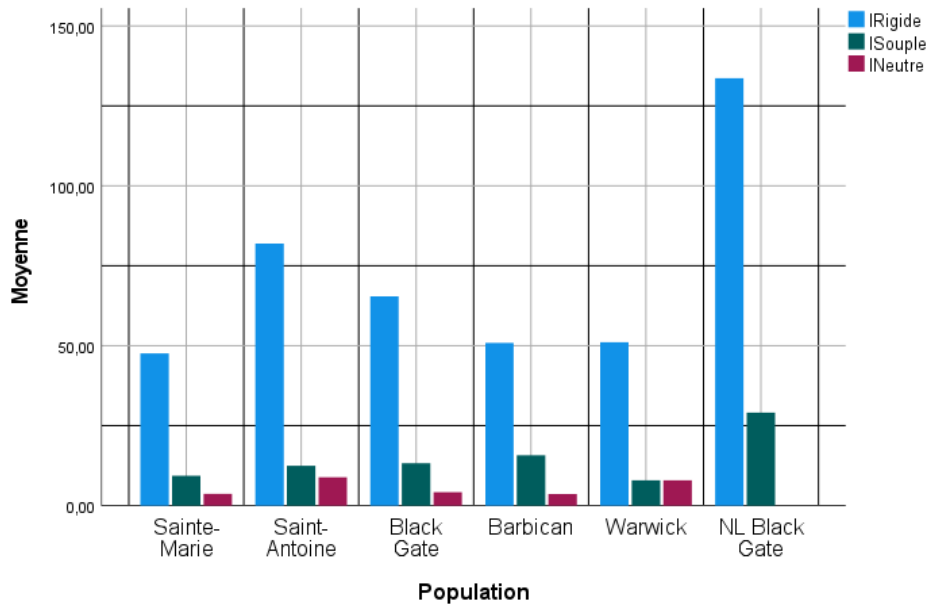


Figure 23 – Graphique comparant les moyennes de regroupement d'indices par type de chaussures portées (IRigide et ISouple) et non reliées aux chaussures (INeutre) pour les six populations

Comparaison des moyennes des indices de I-Rigide, I-Souple et I-Neutre, entre les six populations formant l'échantillon

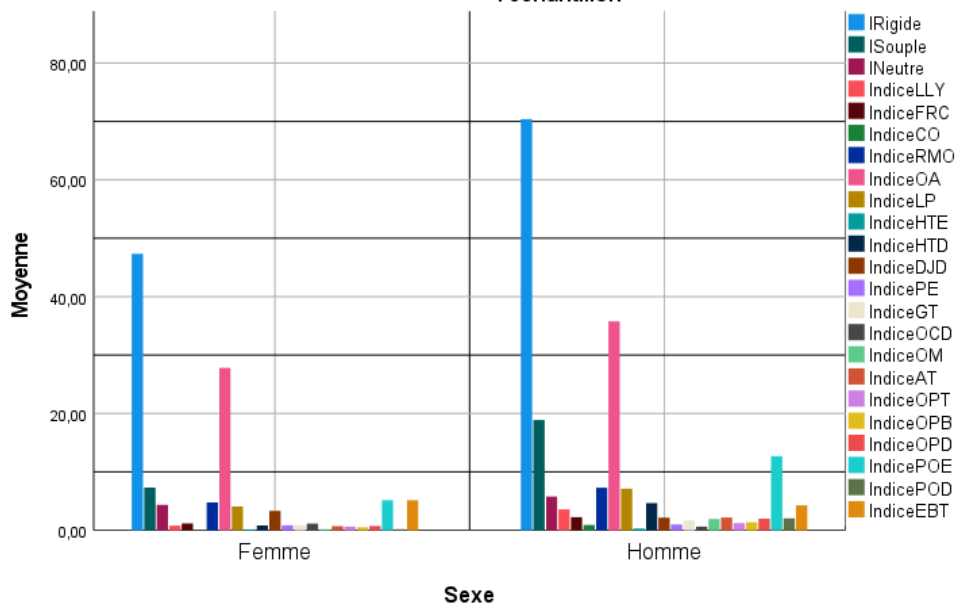


Figure 24 – Graphique comparant toutes les variables à l'étude entre les hommes et les femmes

Chapitre 5 : Discussion

5.1) Retour sur les hypothèses de recherche

Les résultats ne supportent qu'en partie l'hypothèse H1a. L'on s'attendait à ce qu'une partie des pathologies faisant l'objet de cette étude soit plus présente dépendamment qu'elles soient reliées au port de chaussures rigides, souples ou qu'elles ne soient pas reliées au port de chaussures du tout. De fait, les résultats ont confirmé que l'arthrose ainsi que l'ostéochondrite disséquante étaient significativement plus présentes dans le groupe Rigide, ce qui était attendu, car selon la littérature actuelle, leur incidence augmente avec le port d'une chaussure à la semelle rigide et constrictive, empêchant le mouvement naturel du pied (Balint et al.2003; Vikatou et al. 2017; Dittmar J. et al. 2021). Similairement, les callosités osseuses et fractures sont plus présentes dans les populations formant le groupe Souple, ce qui confirme en partie l'hypothèse H1b. Ce résultat vient aussi confirmer les résultats perçus dans la recherche d'Ardnt et collègues (2003) qui associe une semelle trop souple à un stress excessif sur les métatarses causant des fractures et donc, potentiellement des cal osseux résultant de la guérison de la fracture. De plus, les lésions poreuses au niveau des épiphyses avaient des résultats significatifs dans la population de Warwick, ce qui était attendu chez les populations portant des chaussures à semelles souples. Cependant, il y a aussi trop de résultats venant contredire l'hypothèse H1a, comme les résultats sur les lésions lytiques, les ostéophytes au niveau de la base métatarsienne, ainsi que le regroupement composite I-Rigide qui ont démontré des résultats significatifs seulement dans des populations du groupe Souple, soit Black Gate, Barbican et Warwick. Alors que les hypothèses H1a et H1b sont falsifiées pour certaines des pathologies et vérifiées pour d'autres des pathologies, l'hypothèse H1c concernant les pathologies non reliées au port de chaussure, se vérifie, car, elles sont présentées dans des proportions similaires dans le groupe Rigide et Souple.

5.2) Tendance générale sur les conditions pathologiques

Somme toute, les résultats n'ont pas démontré de lien fort entre le niveau de rigidité de la chaussure et le développement de pathologie. Les résultats significatifs sont peu nombreux et de faible corrélation. On peut aussi noter que la fréquence de chaque pathologie dans les groupes est généralement similaire et varie peu. De plus, le type de lésions les plus présentes dans les populations portant des chaussures à semelles rigides concorde avec la littérature portant sur des recherches similaires. Par exemple, les ostéophytes et la répartition des fréquences de lésions entre les cinq métatarses présentent des valeurs similaires à ce que Zipfel et Berger (2007) ont pu observer dans leur étude. De plus, comme dans cette recherche, la variation dans les pathologies et leurs fréquences laisse croire qu'elles auraient pu être influencées par le port de chaussures plus rigide, car le groupe moderne présentait des résultats comparables à ce qui a été observé ici. La plupart des pathologies se retrouvent sur le premier métatarse. Cela s'explique probablement par le fait que lors de la marche, le poids passe du talon par la tête du 5^e métatarse latéralement vers la première tête métatarsienne du côté médial. De plus, dans un contexte où le pied est écrasé par une chaussure constrictive, on s'attend à ce que les ossements (c.-à-d. MT1 et MT5) qui 'dépassent' le plus sur les côtés soit aussi ceux présentant le plus de dommage. Les pathologies ayant présenté des résultats significatifs aux analyses statistiques nécessiteraient néanmoins une analyse plus détaillée pour comprendre le lien avec le port de chaussure.

5.3) Influence des facteurs environnementaux

Plusieurs facteurs peuvent avoir eu un impact sur les résultats observés. Cependant, ces différences ne peuvent être seulement le résultat de l'influence du port de chaussure. On peut observer une différence marquée entre les hommes et les femmes dans la fréquence de la majorité des pathologies étudiées. Dans le groupe souple formée des populations de Black Gate, Barbican et Warwick, des différences entre les hommes et les femmes existent pour les lésions lytiques et un type d'ostéophyte. Spécifiquement, dans la population de Barbican, seuls les hommes présentaient des ostéophytes au niveau de la base

métatarsienne, alors que dans la population de Warwick, seules les femmes présentaient des lésions poreuses au niveau des épiphyses. Si les recherches faites auparavant ont pu démontrer des différences entre les sexes dans le type de chaussures portées par les populations Eurocanadiennes dont proviennent le groupe Rigide (Bossan, 2012; Beaudoin-Ross, 2013), elles n'en ont néanmoins pas trouvé pour les populations formant le groupe Souple (Brooke, 1936; Peacock, 1994). Les archives et les fouilles archéologiques sur les populations Eurocanadiennes du Québec ont démontré que la mode pour les femmes est aux chaussures à bout plus pointu et aux talons plus hauts dès le 17^e siècle (Frey, 2000; Beaudoin-Ross, 2013). Alors que pour dans les populations de la première partie du Moyen-Âge jusqu'au 15^e siècle, les chaussures étaient similaires pour les hommes et les femmes (Brooke, 1936). Le fait que des différences soient significatives dans les populations anglo-saxonnes laisse croire que ce n'est pas la chaussure la responsable des différences, mais plutôt causée par le dimorphisme sexuel existant de base entre le pied des hommes et des femmes.

Par la suite, le mode de vie est probablement le facteur le plus corréléable aux résultats obtenus. Par exemple, étant donné le mode de vie rural d'une grande majorité des populations à l'étude, ajoutée au port constant d'une chaussure rigide, voir complètement rigide dans le cas du sabot de bois, pour deux des populations, il n'est pas étonnant de voir certaine pathologie, telle que l'ostéochondrite disséquante, plus présente dans le groupe Rigide. De ce fait, il est possible que l'aspect socio-économique soit d'égale importance avec le type de chaussure portée, car les deux sont liés. Et par conséquent, il est probable que le facteur du mode de vie va venir grandement influencer le développement de pathologies métatarsiennes.

5.4) Retour sur les variations entre sites archéologiques

La population NL Black Gate formée des immigrants néerlandais au Royaume-Uni a démontré beaucoup de différence avec les autres populations. Particulièrement concernant l'ostéochondrite disséquante qui est une pathologie souvent reliée à un traumatisme ou à un stress mécanique répété sur la surface de l'épiphyse causant une petite cavité peu profonde. De ce fait, les résultats s'accordent avec une corrélation au port de

chaussures rigides. Le port d'une chaussure inadéquate, trop rigide et contraignante, combiné avec un travail manuel intense explique sa prévalence plus importante dans le groupe Rigide et encore plus fortement chez NL Black Gate. De plus, on rappelle que les populations NL Black Gate et Sainte-Marie-de-Beauce étaient formées principalement de paysans et d'artisans (Crépin, 2017) portant probablement des sabots de bois. Cela viendrait expliquer pourquoi le groupe d'immigrant néerlandais se distingue plus fortement de toutes les autres populations exceptées Sainte-Marie. Deux recherches avaient d'ailleurs fait le lien entre le port de sabot, le travail de la terre et le développement d'ostéochondrite disséquante (Vikatou et al. 2017 & Barlow, 2018). Elles suggèrent qu'une chaussure aussi rigide ne protège pas le pied contre les chocs répétés et l'empêche de bouger naturellement, causant un stress répétitif et des lésions aux os du pied.



Figure 24 – Chaussure pour femme en cuir retrouvée dans des fouilles archéologiques de la ville de Montréal datant de 1879. Modifiée depuis Collections archéologiques – POINTE-À-CALLIÈRE <https://pacmusee.qc.ca/fr/collections-et-recherches/collections/collections-archeologiques/>

L'arthrose est hautement reliée au port de chaussures étroites et rigides, ce qui explique la présence plus importante de cette pathologie dans les populations de Saint-Antoine, Sainte-Marie-de-Beauce et NL Black Gate. De plus, les individus de Saint-Antoine présentaient la plus haute fréquence d'arthrose lorsqu'on contrôle pour la fragmentation et différaient le plus des autres populations. Cela peut s'expliquer par le contexte urbain de cette population où la mode influence le type de chaussures portées. Les

bottines avec un talon et un bout étroit portées par les familles montréalaises les plus aisées en sont un bon exemple (voir figure 24). Une chaussure avec une semelle rigide et une chausse serrée compressent les métatarses médiolatralement et les empêchent de s'articuler naturellement avec les os voisins. Le cartilage entre les articulations va s'abîmer progressivement jusqu'à ce que des lésions apparaissent sur les épiphyses de l'os. Dans le cas des métatarses, le cartilage arthrosique apparaît principalement à la jointure entre la première phalange et la tête métatarsienne (Figure 25 – deux premières images). Les cas les plus sévères présentant des lésions arthrosiques étaient régulièrement associés à d'autres lésions poreuses sur les épiphyses ou à la formation d'un ostéophyte dorsal (Figure 25 – dernière image). Le premier métatarse était le plus souvent touché dans l'échantillon et on parle alors d'Hallux rigidus.

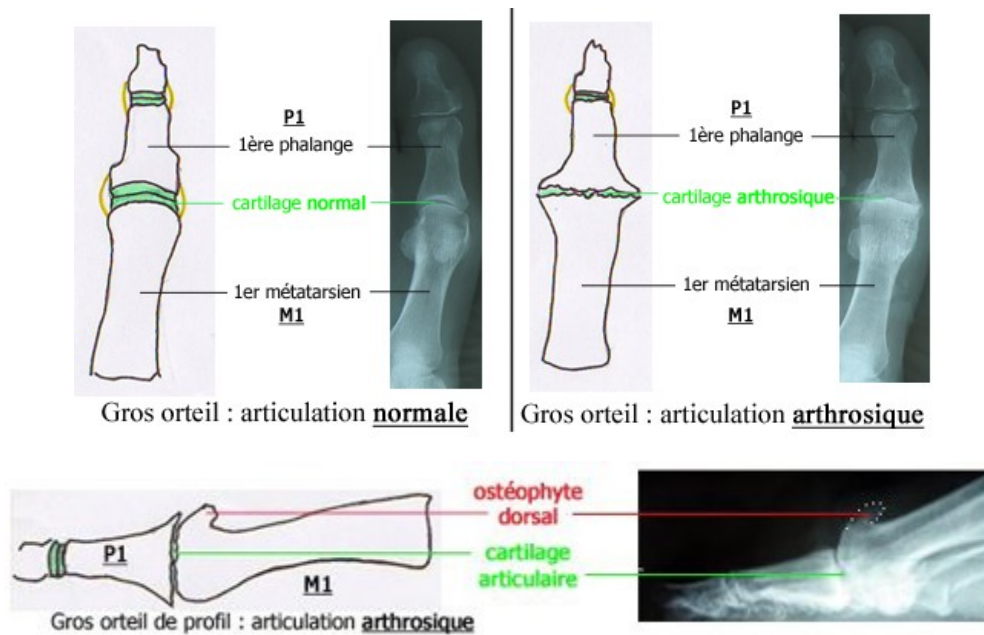


Figure 25 – Illustration et radiographie d'Hallux rigidus. Modifiée depuis Hallux Rigidus <https://www.clinique-pied.com/en/the-foot/hallux-rigidus/>

5.5) Réflexions sur les résultats

Les résultats sont ambigus, car les différences entre les populations sont minimes et seules quelques pathologies peuvent être reliées au port de chaussures rigides. La principale tendance qu'on peut en tirer est que le modèle d'apparition des pathologies est

semblable dans les deux groupes. La corrélation entre le niveau de rigidité de la chaussure et le développement de pathologies reste donc ambiguë. Les résultats démontrent que le groupe Rigide est légèrement plus pathologique que le groupe Souple, comme attendu. Malgré ces résultats, il est important de mentionner que la vaste majorité des pathologies, n'ont pas démontré de résultats significatifs lorsqu'une pathologie était analysée séparément. Les différences entre les populations quant à elles sont peut-être causées par le débalancement de l'âge moyen dans chacune des six populations formant l'échantillon. Une population comprenant des individus plus âgés sera probablement plus pathologique qu'une autre. Il est aussi possible que l'ensemble de ces résultats soient dus au lien, finalement faible, entre la rigidité de la chaussure et l'incidence des pathologies à l'étude. Il est aussi possible que les facteurs environnementaux soient reliés plus étroitement au développement de pathologies métatarsiennes pour pouvoir distinguer si c'est la rigidité de la chaussure qui est en cause, plutôt que des facteurs comme le climat, l'alimentation ou le niveau d'activité physique. Ou simplement, la différence est trop subtile pour être perceptible dans cette étude. De plus, la méthode utilisée dans cette recherche ne permettait peut-être pas de distinguer des différences plus subtiles entre les groupes. Par exemple, on sait que la torsion des métatarses varie légèrement entre les populations en fonction de la rigidité de la chaussure (voir Drapeau et Forgues-Marceau, 2019). On sait aussi que la morphologie osseuse du pied change dès le port d'une chaussure, peu importe que la semelle soit rigide ou souple (Hoffman, 1905; Zipfel, 2004). Finalement, il faut garder en tête que dans un contexte archéologique, on ne peut pas contrôler pour toutes les variables pouvant influencer le développement de pathologies, car il nous manque une partie des informations sur les individus formant l'échantillon.

Une méthode d'analyse métrique associée à la prise de radiographie permettant d'observer des différences subtiles permettrait certainement d'observer des tendances plus précises entre le niveau de rigidité de la chaussure et le développement de pathologies métatarsiennes. De plus, les pathologies mises de côté dans cette recherche pourraient y être ajoutées (*Hallux valgus*, ostéoporose et arthrite), pour obtenir un portrait plus large sur les métatarsalgies. Enfin, pour tenter à une nouvelle fois de tester l'importance de la rigidité de la chaussure, une recherche contrôlant exactement le type de chaussure pourrait être faite. Par exemple, en se concentrant uniquement sur la comparaison entre le sabot de bois

des paysans et le mocassin traditionnel des premières nations, car le premier est une chaussure complètement rigide et l'autre est une chaussure très souple, mais les deux sont portés sans distinction par les hommes et les femmes, avec en plus un groupe « contrôle » formé d'individus n'ayant jamais porté de chaussure. Cela permettrait du même coup de voir si c'est réellement le port de la chaussure qui est problématique ou un type de chaussure en particulier.

Chapitre 6 : Conclusion

Les pathologies métatarsiennes sont nombreuses et peuvent être reliées à de tout aussi nombreux facteurs. Des études avaient par le passé démontré qu'un facteur de risque important était le type de chaussures portées (Manna et al. 2011; Zipfel et Berger, 2007); Dittmar et al. 2021). La capacité d'adaptation du pied ayant ses limites, ce dernier se retrouve déformé lors du port de chaussures et des pathologies peuvent apparaître dans certains cas (Hoffman, 1905; Ashizawa et al. 1997, D'Août et al. 2009, Drapeau et Forgues-Marceau, 2019). Mon étude visait à analyser l'impact de la rigidité de la chaussure sur la fréquence de 20 pathologies métatarsiennes, chez des populations archéologiques. Si un lien a peut-être été trouvé, il est difficile de dire avec précision quelles pathologies sont le plus concernées par quel type de chaussures, excepté l'arthrose et l'ostéochondrite disséquante. La tendance générale étant qu'en effet, une chaussure rigide soit néfaste pour la santé osseuse, car il y avait une prévalence de pathologies plus importantes dans le groupe de populations portant des chaussures rigides.

Quelques pathologies ont démontré des résultats plus précis. L'arthrose (OA) est de loin la pathologie la plus présente dans les populations étudiées, mais particulièrement dans les populations portant des chaussures rigides. Son étiologie est multiple, mais le travail manuel et la chaussure de chaussures inadéquates y sont grandement reliés. Semblablement, l'ostéochondrite disséquante (OCD) était particulièrement présente dans le groupe Rigide, ce qui en fait la deuxième pathologie la plus liée au port de chaussures rigides. Il est présumé que la plus haute incidence d'ostéochondrite dans le groupe Rigide soit reliée au fait que les populations Eurocanadiennes, particulièrement celles provenant

de milieux ruraux, portaient des sabots. Les résultats viendraient alors appuyer ceux de Vikatou et collègues (2017) et de Barlow (2018), corrélant l'OCD au port de sabot de bois par les populations rurales du passé.

Il est intéressant de remarquer qu'actuellement, les chaussures rigides sont beaucoup plus répandues que les chaussures souples. Ce choix s'explique probablement par le besoin de protéger le pied des environnements sévères lors de la marche et lors de certains emplois. De plus, la chaussure prend aussi un aspect culturel, car les individus choisissent aussi les chaussures qu'ils portent comme moyen d'exprimer leur identité (ex. les talons hauts portés par beaucoup de femmes malgré ses inconvénients). On peut donc imaginer que dans le contexte actuel, porter des chaussures rigides et contraignantes a plus d'avantages que de coûts et que cela a probablement agi comme pression sélective. Dans les populations occidentales, on note une augmentation d'individus souffrant de pied plat, c'est-à-dire l'affaissement de la voûte plantaire (Pothrat, 2015). Un des traitements possibles est d'éviter de porter des chaussures manquant de soutien, soit les chaussures à semelle plate et mince et d'éviter les chaussures trop serrées.

La méthodologie utilisée dans cette étude avait pour but de démontrer qu'une méthode simple à utiliser est efficace pour des recherches en paléopathologie. Les résultats ambigus laissent penser que la méthodologie devrait comprendre un volet comprenant des radiographies ou des scans permettant d'obtenir des résultats plus complets. La collecte de données non métriques permet d'observer l'os de l'extérieur, alors que la radiographie ou le scan permettrait l'observation de l'intérieur de l'os. De plus, il serait pertinent de refaire une étude semblable, mais en séparant les groupes analytiques par groupe d'âge plutôt que de regrouper tous les adultes (18 à 50 ans) en un groupe pour pouvoir évaluer ce facteur dans le développement de métatarsalgies.

Cette recherche se conclut avec des résultats préliminaires sur notre compréhension de la vie des populations passées, voire de leur état de santé. Le développement de la chaussure est inévitablement relié à la santé des os du pied, ce qui est toujours une question d'intérêt pour les populations actuelles. La présence de pathologies et son lien avec le type de chaussures nécessitent des recherches plus approfondies sur le sujet pour proposer un portrait plus complet de nos connaissances sur les sociétés qui nous ont précédées.

BIBLIOGRAPHIE

- Alexandre P. 1990. Le climat en Europe au Moyen Âge : contribution à l'histoire des variations climatiques de 1000 à 1425, d'après les sources narratives de l'Europe occidentale. *Revue belge de philologie et d'histoire*. 68, No.2: 476-479
- Arndt A. et al. 2003. A comparison of external plantar loading and in vivo local metatarsal deformation wearing two different military boots. *Gait and Posture*. No.18: 20-26
- Ashizawa K. et al. 1997. Relative foot size and shape to general body size in Javanese, Filipinas and Japanese with special reference to habitual footwear types. *Ann Hum Biol*. 24, No.2: 117-129
- Audet, Bernard (1980) *Le costume paysan dans la région de Québec au XVIIIe siècle – Île d'Orléans*. Les Éditions Leméac Inc, Bibliothèque nationale du Québec. 214p.
- Aufderheide A. et Rodriguez-Martin, C. 1998. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge University Press. 478 p.
- Balint G. et al. 2003. Foot and Ankle Disorders. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. No.17: 87-111
- Barnett CH. 1962. The normal orientation of the human hallux and the effect of footwear. In *J Anat*, Vol.96, No.4, pp.489-494
- Beaudoin-Ross, J. (2013) *L'habillement à l'époque coloniale*. L'encyclopédie canadienne. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/lhabillement-a-lepoque-coloniale>

- Blondiaux, J. et al. (2007) Maladie hyperostotique et maladie goutteuse, une diathèse familiale en Normandie: Thaon, Calvados. Bulletins et Mémoires de la société d'Anthropologie de Paris. Vol.19 (1-2)
<https://journals.openedition.org/bmsap/2472>
- Bossan, M-J. (2012) The Art of the Shoe, Traduit par Rebecca Brimacombe, Parkstone Press Ltd. New York, USA. 272 p.
- Bradley R.S, Hughes M.K, Diaz H.F, 2003. Climate in Medieval Time. Science. 302, No.5644: 404-405
- Bradley R.S. et al. 2003. Climate of the Last Millennium. Paleoclimate, Global Change and the future. Springer : 105-141
- Brooke, I. (1936) English Costume of the Early Middle Ages – The tenth to the Thirteenth Centuries. A. & C. Black, Ltd, Londres. 87p.
- Bryant A. et al. 2000. A comparison of radiographic measurements in normal, hallux valgus, and hallux limitus feet. The Journal of Foot and Ankle Surgery. 39, No.1: 39-43
- Buikstra J.E. 2019. Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal remains. Academic Press. 839p.
- Cakir H, Van Vliet-Koppert ST, Van Lieshout EM, De Vries MR, Van Der Elst M, Schepers T. 2011. Demographics and outcome of metatarsal fractures. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 131: 241-245
- Corfe T. 1973. History of Sunderland. Gateshead: Northumberland press Limited. 131 p.

- Crépin, M. (2017). Étude de «marqueurs d'activités» au sein de deux populations historiques de la Vallée du Saint Laurent: analyses des observations macroscopiques et essais d'interprétations en lien avec des milieux contrastés (urbain versus rural). Mémoire de maîtrise, Université de Montreal.
- D'Août K. et al. 2009. The effects of habitual footwear use: foot shape and function in native barefoot walkers. *Footwear Science*. 1, No.2: 81-94
- Dastugue J. Gervais V. 1992. Paléopathologie du squelette humain. Paris: Boubée. 253p.
- Desmarais Y. 1986. Lésions articulaires micro-traumatiques du pied chez le danseur. *Science & Sports*. 1: 331-336
- Dittmar J. et al. 2021. Fancy shoes and painful feet: Hallux valgus and fracture risk in medieval Cambridge, England. *International Journal of Paleopathology*. No.35: 90-100
- Drapeau M. Forgues-Marceau J. 2019. Metatarsal torsion in humans and footwear type. *International Journal of Osteoarchaeology*: 1-10
- Dutour, O. (1989) Hommes fossiles du Sahara : peuplements holocènes du Mali septentrional. Centre national de la recherche scientifique
- Ethnoscop (2006) Site du premier cimetière de Sainte-Marie, CcEs-1. Inventaire et fouilles archéologiques 2003-2004. Rapport interne. Ministère des Transports du Québec
- Ethnoscop. (2016b). Projet de réaménagement de la place du Canada. Site archéologique du cimetière Saint-Antoine (1799–1854), BiFj-37, Montréal. Fouille et supervision archéologique (2014). Rapport interne. Ville de Montréal.

- Frey C. 2000. Foot health and footwear for women. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 372: 32–44
- Gousse, S. et Gousse, A. (1995) *Lexique illustré du costume en Nouvelle-France 1740-1760*. La Fleur de Lyse, Chambly. 62p.
- Hawes MR, Sovak D, Miyashita M, Kang SJ, Yoshihuku Y, Tanaka S. 1994. Ethnic differences in forefoot shape and the determination of shoe comfort. *Ergonomics*. 37: 187-196
- Hatch R.L. et al. 2007. Diagnosis and Management of Metatarsal Fractures. *Am Fam Physician*, Vol.76, No.6, pp.817-826
- Hawkey D. Merbs, C. 1995. Activity-induced Musculoskeletal Stress Markers (MSM) and Subsistence Strategy Changes among Ancient Hudson Bay Eskimos. *International Journal of Osteoarchaeology*. 5: 324-338
- Hayot C. 2010. Analyse biomécanique 3D de la marche humaine : Comparaison des modèles mécaniques. Thèse de doctorat. Université de Poitiers
- Ho, B. et Baumhauer, J. (2017) Hallux rigidus. *EFORT Open Rev. National Library of Medicine*. Vol 2, No.1, p.13 à 20
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5444234/>
- Hoey, C. et al. (2023) Foot morphological variations between different ethnicities and sex: a systematic review. *Footwear Science*, 1-17
- Hoffman P. 1905. Conclusions drawn from a comparative study of the feet of barefooted and shoe-wearing peoples. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 3, No.2: 105-136

- LaPorta, D. et al. 1994. Preoperative Assessment in Hallux Valgus. Hallux Valgus and Forefoot Surgery. Chapitre 6: 107-123
- Manna I et al. 2001. A Comparative Study of Foot Dimension between Adult Male and Female and Evaluation of Foot Hazards due to Using of Footwear. Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science: 241-246
- Mays S.A. 2005. Paleopathological Study of Hallux Valgus. American Journal of Physical Anthropology. 126: 139-149
- McIntyre, B. 2010. Excavating All Saint's – a Medieval church rediscovered. Current Archaeology. 242: 30-37
- McIntyre, L. M., Bruce, G., & Chamberlain, A. T. (2013). The Cemetery of All Saints, Fishergate, York. Archaeological Investigations at the Barbican Site. On-Site Archaeology Monograph, (3).
- Merbs C. 1983. Activity-Pathology correlates and their significance. University of Ottawa Press: 158-179
- Merbs C. 1983. Patterns of activity-Induced pathology in a Canadian Inuit population. Commission archéologique du Canada. Ottawa: National Museums of Canada. No.119. 200 pp.
- Mickle K. et al. 2010. Foot shape of older people: Implications for shoe design. Footwear Science. 2: 131-139
- Mountrakis C. et al. 2010. Sex determination using metatarsal osteometrics from the Athens collection. Forensic Science International. 200. 7p.

- Newman, S. (2019) St Lawrence's Church, Warwick (WS09): Human Osteological Assessment. Rapport interne. Department of Archaeology, University of Sheffield, 22 p.
- Nolan, J. (2010) The Early Medieval cemetery at the Castle, Newcastle upon Tyne. *Archeologia Aeliana*, XXXIX. p.147-287
- Opila-Correia KA. 1990. Kinematics of high-heeled gait. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 71: 304–309
- O'Rourke D. 1991. First Steps In Medieval Footwear. *Archaeology Ireland*. 5, No.1: 22-23
- Ortner DJ. Aufderheide AC. 2003. Human paleopathology, current syntheses and future options. Washington: Smithsonian Institution Press. 311p.
- Ortner, DJ. et Putschar, W. (1985) Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Smithsonian Institution Press.
<https://doi.org/10.5479/si.00810223.28.1>
- Peacock, J. (1994) Costume 1066-1990s – A Complete guide to English Costume Design and History. Thames and Hudson Ltd, Londres. 135p.
- Pothrat, C. (2015) Effet d'une déformation biomécanique du pied sur la marche : le cas du pied plat dynamique idiopathique de l'enfant. Thèse de doctorat. École doctorale Sciences du Mouvement Humain, Marseille

- Proctor D. 2010. Brief Communication: Shape Analysis of the MT1 Proximal Articular Surface in Fossil Hominins and Shod and Unshod Homo. *American Journal of Physical Anthropology*. No.143: 631-637
- Robert C. Manchester K. 2007. *The archaeology of disease*. Cornell University Press. 352 p.
- Roberts C. Connell B. 2004. Guidance on recording paleopathology - Guidelines to the Standards for Recording Human Remains. Editions Brickley M et Mckinley J.I. *Institute of Field Archaeologists Paper*. No.7: 34-40
- Robert F. 1958. Étude sur des chaussures indiennes d'Amérique du Nord : Collection du Musée de l'Homme. *Journal de la Société des américanistes*. 47: 67-110
- Robling AG, Ubelaker DH. 1997. Sex estimation from the metatarsals. *Journal of Forensic Science*. 42: 1062-1069
- Saldias E.V. 2019. Normal and pathological foot bones variability in historical and modern series. Thèse de doctorat. Universitat Autònoma de Barcelona
- Sim-Fook L. et al. 1958. A Comparison of Foot Forms Among the Non-Shoe and Shoe-Wearing Chinese Population. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 40, No.5: 1058-1062
- Townend, M. (2014) *Viking Age Yorkshire*, Blackthorn Press Pickering, 337 p
- Ullmann H.F. 2014. *Atlas d'anatomie – Musculature, os, articulations*. Elsevier: 100-125
- Van Driel-Murray C. 2016. Fashionable Footwear: Craftsmen and Consumers in the North-West Provinces of the Roman Empire. *Urban Craftsmen and Traders in the Roman World*. Wilson, A. & Flohr, M. Oxford University Press: 132-152

Weiss E. 2014. *Paleopathology in Perspective – Bone-Health and Disease through Time*. Rowman & Littlefield Publishers. 266p.

White T. et Folkens P. 2005. *The Human Bone Manual*. Academic Press: 287-308

Wilson E. 1969. *A history of shoe fashions*. London: Pitman. 334 p.

Yong, A, Tambyah, P. 2018. Case 225: Foot Binding. In *Radiology*. 288: 312-315

Zipfel B. 2004. *Morphological variation in the metatarsal bones of recent and pre-pastoral humans from South Africa*. Thèse de doctorat. University of the Witwatersrand

Zipfel B. Berger L.R. 2007. Shod versus unshod: The emergence of forefoot pathology in modern humans? In *The Foot*. No.17: 205-213

Annexe 1

Tableau XV - Synthèse de l'indice de conservation anatomique des métatarses de l'échantillon (Données brutes)

Groupe	Individu	Sexe	Population	MT1G	MT1D	MT2G	MT2D	MT3G	MT3D	MT4G	MT4D	MT5G	MT5D
Rigide	1G	Inconnu	Sainte-Marie	0,75	0,5	0,75	0,95	0,75	0,95	0,75	0,95	0,5	0,75
Rigide	1G8	Inconnu	Sainte-Marie	0,5	0,75	0	0,25	0	0,5	0	0,5	0	0,75
Rigide	1G7	Femme	Sainte-Marie	0	0,95	0	0,75	0	0,95	0	0,95	0	0,75
Rigide	1H2	Inconnu	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,25	1	0,75	1	0,5	0,95	0,95	0,5
Rigide	2A14	Femme	Sainte-Marie	0,75	0	0,95	0	0,95	0	0,95	0,5	0,95	0,5
Rigide	2B3	Femme	Sainte-Marie	0,75	0,95	0,75	0	0,75	0	0,5	0	0,75	0
Rigide	2B4	Homme	Sainte-Marie	0,5	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5	0,95	0,25	0,75	0,5
Rigide	2B5	Homme	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,95	0,95	0,75	0,95	0,95	0,95	0,95	0,75
Rigide	2B7	Homme	Sainte-Marie	1	1	0,95	1	0,95	1	0,95	1	0,95	1
Rigide	2B8	Homme	Sainte-Marie	0,5	0,95	0	0,75	0	0,95	0	0,75	0	0,75
Rigide	2B14	Femme	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,5	0,95	0,5	0,95	0,75	0,95	0,75	0
Rigide	2B15	Homme	Sainte-Marie	1	1	1	1	1	0,95	1	0,95	1	0,95
Rigide	2E6	Femme	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,75	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1
Rigide	2E8	Homme	Sainte-Marie	1	0,95	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Rigide	2E9	Femme	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,95	0,75	0,95	0,95	0,95	1	0,95	1
Rigide	2E11	Femme	Sainte-Marie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rigide	2E12	Femme	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5
Rigide	2E13	Femme	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,95	0,95	0,75	0,95	0,75	0,95	0,75	0,95
Rigide	2E14	Femme	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5
Rigide	2F1	Homme	Sainte-Marie	0,95	0,75	0,95	0,75	0,95	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5
Rigide	2F4	Homme	Sainte-Marie	1	1	0,95	0,95	1	0,95	0,95	0,95	0,75	0,75
Rigide	2F5	Femme	Sainte-Marie	0,95	0,75	0,75	0,75	0,95	0,95	0,95	0,75	0,75	0,95
Rigide	2G2	Femme	Sainte-Marie	0,95	0,95	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Rigide	2G6	Femme	Sainte-Marie	0,5	0,95	0,25	1	0	0,75	0,5	0,95	0,75	0,75
Rigide	2G12	Femme	Sainte-Marie	0	0,95	0	1	0	1	0	0,95	0	0,75
Rigide	2G4	Homme	Sainte-Marie	0,95	1	0,5	0,75	0,5	0,95	0,5	0,95	0,75	0,75

Groupe	Individu	Sexe	Population	MT1G	MT1D	MT2G	MT2D	MT3G	MT3D	MT4G	MT4D	MT5G	MT5D
Rigide	16A-S2	Femme	Saint-Antoine	0,95	0,95	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Rigide	17Z-S4(1)	Femme	Saint-Antoine	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,25	0,95	0,75
Rigide	9M-S4	Homme	Saint-Antoine	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Rigide	11F-S9	Homme	Saint-Antoine	0,95	0,95	0,95	0,75	0,95	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Rigide	20B-S1	Inconnu	Saint-Antoine	0,95	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Rigide	20D-S4	Homme	Saint-Antoine	0,95	0,95	0,75	1	0,75	0,95	0,75	0,75	0,75	0,75
Rigide	20D-S5	Femme	Saint-Antoine	1	1	1	0	0,95	0,75	0,75	0,75	0,75	0
Rigide	20F-S31	Homme	Saint-Antoine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rigide	20F-S42(1)	Homme	Saint-Antoine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rigide	23E-S3(3)	Homme	Saint-Antoine	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0,5
Rigide	25C-S26	Femme	Saint-Antoine	0,95	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Rigide	20F-S35	Inconnu	Saint-Antoine	0,95	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Rigide	25C-S5	Homme	Saint-Antoine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rigide	280	Femme	Saint-Antoine	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Rigide	188	Homme	Saint-Antoine	1	1	1	1	1	0,75	1	0,75	0	1
Rigide	594	Inconnu	Saint-Antoine	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0,75
Rigide	343	Inconnu	Saint-Antoine	0	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1

Groupe	Individu	Sexe	Population	MT1G	MT1D	MT2G	MT2D	MT3G	MT3D	MT4G	MT4D	MT5G	MT5D
Souple	448	Femme	Black Gate	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Souple	530	Femme	Black Gate	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
Souple	513	Femme	Black Gate	1	0,5	0	1	1	0	1	1	1	1
Souple	599	Femme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
Souple	568	Femme	Black Gate	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Souple	553	Femme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	559	Femme	Black Gate	1	1	1	1	0,95	1	0,95	1	1	1
Souple	333	Femme	Black Gate	1	0	1	0,75	1	0,95	0,75	0,75	1	0,75
Souple	555	Femme	Black Gate	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1	1	1
Souple	23	Femme	Black Gate	1	1	0	1	1	1	0,75	1	0,95	1
Souple	157i	Femme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	173	Femme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	246	Femme	Black Gate	1	0,75	1	1	1	0,75	1	1	1	1
Souple	375	Femme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	420	Femme	Black Gate	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
Souple	549	Femme	Black Gate	1	0,75	1	1	1	1	1	0,75	1	0,75
Souple	457	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	334	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
Souple	427	Homme	Black Gate	1	1	1	1	0,75	0,75	1	1	0,75	0,75
Souple	377	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	481	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	603	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	0,75	0	1	1
Souple	588	Homme	Black Gate	1	1	1	0,75	1	0,75	1	0,75	1	0
Souple	404	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	0	0,75	1	0	0
Souple	76i	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	400	Homme	Black Gate	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Souple	499	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Souple	547	Homme	Black Gate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	561	Inconnu	Black Gate	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1
Souple	421	Inconnu	Black Gate	1	1	0,75	1	0	1	1	0,75	0,75	0,75
Souple	540	Inconnu	Black Gate	1	1	1	1	1	1	0,75	1	0,75	1

Groupe	Individu	Sexe	Population	MT1G	MT1D	MT2G	MT2D	MT3G	MT3D	MT4G	MT4D	MT5G	MT5D
Souple	325	Femme	Warwick	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Souple	559	Femme	Warwick	1	1	1	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	1
Souple	584	Femme	Warwick	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	459	Femme	Warwick	1	0,25	1	0,75	0	0	0,75	0,25	1	0,75
Souple	623	Femme	Warwick	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	1
Souple	317	Homme	Warwick	1	1	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,75	0,75	0
Souple	324	Homme	Warwick	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	329	Homme	Warwick	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	341	Homme	Warwick	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	465	Homme	Warwick	0,75	1	0,75	1	0,75	1	1	1	1	1
Souple	452	Homme	Warwick	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	596	Homme	Warwick	0,95	0,95	0	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Souple	357	Homme	Warwick	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
Souple	364	Homme	Warwick	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1
Souple	569	Inconnu	Warwick	0,95	1	0,75	1	0,75	1	0,75	1	0,75	0,75
Souple	488	Inconnu	Warwick	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	485	Inconnu	Warwick	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75

Groupe	Individu	Sexe	Population	MT1G	MT1D	MT2G	MT2D	MT3G	MT3D	MT4G	MT4D	MT5G	MT5D
Souple	3389	Femme	Barbican	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	3456	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	0	1	0,75	1	1
Souple	3551	Femme	Barbican	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Souple	3112	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2972	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75
Souple	2659	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2589	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	0	1	0,95	1	1
Souple	2583	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2573	Femme	Barbican	0	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2140	Femme	Barbican	0	1	0,75	1	1	1	1	0,75	1	0,75
Souple	2125	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2562	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0,75
Souple	3817	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1
Souple	3826	Femme	Barbican	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1
Souple	3838	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	3873	Femme	Barbican	0,75	1	0,95	1	0,95	1	0,75	1	0,95	1
Souple	3882	Femme	Barbican	0	0	0,75	1	0	1	1	0	1	1
Souple	3888	Femme	Barbican	0	1	1	0,75	1	1	1	1	0,75	1
Souple	4024	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	4033	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	4039	Femme	Barbican	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1
Souple	3313	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1
Souple	3354	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	3416	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	3485	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	0,75
Souple	3534	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	3607	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	3650	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	3141	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2886	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2815	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2647	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	2617	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Souple	3814	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1
Souple	3823	Homme	Barbican	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	0,75
Souple	3879	Homme	Barbican	1	1	1	0	1	0,75	1	1	0,75	1
Souple	3595	Inconnu	Barbican	0,75	0,95	0,95	1	0,95	1	1	1	1	1

Annexe 2

Tableau XVI - Synthèse des pathologies observées dans l'échantillon - Données brutes
(Population 1 : Sainte-Marie, 2 : Saint-Antoine, 3 : Black Gate, 4 : Barbican, 5 : Warwick
et Sexe 1 : Femme, 2 : Homme, 3 : Inconnu) Les individus 280 - 88 - 343 - 594
correspondent aux individus formant la population de NL Black Gate

Individu	Population	Sexe	LLY	FRC	CO	RMO	OA	LP	HTE	HTD	DJD	PE	GT	OCD	OM	AT	OPT	OPB	OPD	POE	POD	EBT
1G	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1G7	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1G8	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1H2	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	3,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00
2A14	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2B14	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2B15	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	7,00
2B3	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2B4	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2B5	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2B7	1,00	2,00	0,00	1,00	1,00	0,00	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2B8	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2E11	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
2E12	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2E13	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	7,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2E14	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2E6	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2E8	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00
2E9	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00
2F1	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2F4	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2F5	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	5,00	6,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
2G12	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2G2	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2G4	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2G6	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Individu	Population	Sexe	LLY	FRC	CO	RMO	OA	LP	HTE	HTD	DJD	PE	GT	OCD	OM	AT	OPT	OPB	OPD	POE	POD	EBT
16A-S2	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17Z-S4(1)	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20D-S5	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
25C-S26	2,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
9M-S4	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11F-S9	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00
20D-S4	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
20F-S31	2,00	2,00	0,00	2,00	1,00	1,00	8,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20F-S42(1)	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	2,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23E-S3(3)	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	4,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
25C-S5	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	7,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	2,00
20B-S1	2,00	3,00	0,00	1,00	1,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20F-S35	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
280	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
188	2,00	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	5,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	3,00	1,00	0,00
343	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
594	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Individu	Population	Sexe	LLY	FRC	CO	RMO	OA	LP	HTE	HTD	DJD	PE	GT	OCD	OM	AT	OPT	OPB	OPD	POE	POD	EBT
448	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
530	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
513	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
599	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
568	3,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
553	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
559	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	1,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
333	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
555	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
23	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
157i	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
173	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	7,00
246	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
375	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
420	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
549	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
457	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
334	3,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00
427	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
377	3,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
481	3,00	2,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
603	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
588	3,00	2,00	0,00	1,00	0,00	2,00	3,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	3,00	0,00	0,00
404	3,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
76i	3,00	2,00	1,00	1,00	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00	2,00
400	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
499	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
547	3,00	2,00	2,00	0,00	0,00	1,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
561	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	2,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	2,00
421	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	3,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
540	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00

Individu	Population	Sexe	LLY	FRC	CO	RMO	OA	LP	HTE	HTD	DJD	PE	GT	OCD	OM	AT	OPT	OPB	OPD	POE	POD	EBT
325	5,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
559	5,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
584	5,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
459	5,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
623	5,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
317	5,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
324	5,00	2,00	0,00	1,00	1,00	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
329	5,00	2,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
341	5,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
465	5,00	2,00	1,00	0,00	0,00	4,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
452	5,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
596	5,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
357	5,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
364	5,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
569	5,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
488	5,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
485	5,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Individu	Population	Sexe	LLY	FRC	CO	RMO	OA	LP	HTE	HTD	DJD	PE	GT	OCD	OM	AT	OPT	OPB	OPD	POE	POD	EBT
3389	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3456	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3551	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3112	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	2,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2972	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00
2659	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	1,00	0,00
2589	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2583	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	7,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
2573	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2140	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2125	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2562	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3817	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3,00	6,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3826	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3838	4,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3873	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3882	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3888	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
4024	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4033	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4039	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3313	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
3354	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	4,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	6,00	1,00	0,00
3416	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3485	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00
3534	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
3607	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
3650	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	10,00	5,00	0,00
3141	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
2886	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2815	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2647	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	5,00	6,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2617	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3814	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3823	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3879	4,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	2,00	0,00
3595	4,00	3,00	0,00	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Annexe 3

Tableau XVII – Synthèse des fréquences (en pourcentage) pour chaque pathologie, par métatarse, dans chaque population

Fréquence des pathologies en pourcentage par population , selon les métatarses					
	LLY MT1	LLY MT2	LLY MT3	LLY MT4	LLY MT5
Sainte-Marie	0,00	0,70	0,00	0,70	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	1,03	0,00	0,52	0,00	1,55
Barbican	0,44	0,44	0,44	0,00	0,44
Warwick	4,17	2,08	2,08	1,04	1,04
	FRC MT1	FRC MT2	FRC MT3	FRC MT4	FRC MT5
Sainte-Marie	0,00	0,70	0,00	2,81	0,00
Saint-Antoine	0,00	1,60	0,00	0,80	0,80
NL Black Gate	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,52	0,52	0,00	0,00	1,03
Barbican	0,00	0,44	0,44	0,88	0,00
Warwick	0,00	1,04	0,00	0,00	1,04
	CO MT1	CO MT2	CO MT3	CO MT4	CO MT5
Sainte-Marie	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52
Barbican	0,00	0,00	0,44	0,88	0,00
Warwick	0,00	1,04	0,00	0,00	0,00
	RMO MT1	RMO MT2	RMO MT3	RMO MT4	RMO MT5
Sainte-Marie	1,40	2,10	2,80	4,91	2,10
Saint-Antoine	0,00	1,60	0,00	0,80	0,80
NL Black Gate	0,00	2,63	0,00	7,89	5,26
Black Gate	0,52	4,12	0,52	2,58	1,04
Barbican	3,10	0,00	0,00	3,10	3,10
Warwick	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
	OA MT1	OA MT2	OA MT3	OA MT4	OA MT5
Sainte-Marie	11,97	5,63	3,60	7,04	11,26
Saint-Antoine	10,31	11,11	11,10	11,90	14,28
NL Black Gate	10,52	5,26	5,26	7,89	5,26
Black Gate	13,92	5,15	4,12	3,61	10,82
Barbican	11,10	1,10	2,21	5,32	11,99
Warwick	9,37	4,17	3,12	7,29	11,46

	LP MT1	LP MT2	LP MT3	LP MT4	LP MT5
Sainte-Marie	4,22	0,00	0,70	0,70	1,40
Saint-Antoine	0,00	2,40	1,60	1,60	2,40
NL Black Gate	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00
Black Gate	4,13	0,52	0,00	0,00	1,55
Barbican	4,43	0,00	0,44	0,88	2,66
Warwick	1,04	0,00	0,00	0,00	1,04
	HTE MT1	HTE MT2	HTE MT3	HTE MT4	HTE MT5
Sainte-Marie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,00	0,00	0,52	0,52	0,00
Barbican	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Warwick	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HTD MT1	HTD MT2	HTD MT3	HTD MT4	HTD MT5
Sainte-Marie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,52	0,52	0,00	0,00	0,00
Barbican	0,00	0,44	0,44	1,32	0,44
Warwick	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	DJD MT1	DJD MT2	DJD MT3	DJD MT4	DJD MT5
Sainte-Marie	1,40	0,70	0,70	0,70	0,70
Saint-Antoine	2,40	0,00	0,00	0,00	2,40
NL Black Gate	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	2,07	1,04	1,04	1,04	1,04
Barbican	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Warwick	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16
	PE MT1	PE MT2	PE MT3	PE MT4	PE MT5
Sainte-Marie	0,00	0,70	0,70	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Barbican	0,00	0,44	0,44	0,44	0,00
Warwick	0,00	0,00	2,01	1,04	0,00
	GT MT1	GT MT2	GT MT3	GT MT4	GT MT5
Sainte-Marie	0,00	0,70	0,70	0,70	0,00
Saint-Antoine	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Barbican	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00

Warwick	2,08	0,00	0,00	0,00	1,04
	OCD MT1	OCD MT2	OCD MT3	OCD MT4	OCD MT5
Sainte-Marie	0,70	0,70	0,70	0,70	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	13,16	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Barbican	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00
Warwick	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	OM MT1	OM MT2	OM MT3	OM MT4	OM MT5
Sainte-Marie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Barbican	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00
Warwick	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
	AT MT1	AT MT2	AT MT3	AT MT4	AT MT5
Sainte-Marie	0,70	0,70	0,70	0,70	0,00
Saint-Antoine	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Barbican	1,32	1,76	0,00	0,00	0,88
Warwick	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	OPT MT1	OPT MT2	OPT MT3	OPT MT4	OPT MT5
Sainte-Marie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00
Black Gate	1,04	0,52	0,52	0,00	0,00
Barbican	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Warwick	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00
	OPB MT1	OPB MT2	OPB MT3	OPB MT4	OPB MT5
Sainte-Marie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	0,00	0,00	2,63	2,63
Black Gate	0,00	0,00	0,52	0,00	1,03
Barbican	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00
Warwick	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	OPD MT1	OPD MT2	OPD MT3	OPD MT4	OPD MT5
Sainte-Marie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,80	0,00	0,80	0,00
NL Black Gate	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,52	0,52	1,03	0,52	0,00

Barbican	1,33	0,44	0,00	0,00	0,44
Warwick	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	POE MT1	POE MT2	POE MT3	POE MT4	POE MT5
Sainte-Marie	1,40	0,70	1,40	2,51	3,51
Saint-Antoine	0,80	2,40	1,60	0,80	1,60
NL Black Gate	2,63	5,26	0,00	0,00	0,00
Black Gate	2,07	3,61	2,07	2,58	3,10
Barbican	3,10	1,77	2,21	3,10	4,44
Warwick	0,00	1,04	2,08	1,04	0,00
	POD MT1	POD MT2	POD MT3	POD MT4	POD MT5
Sainte-Marie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Saint-Antoine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	0,00	2,63	0,00	0,00	0,00
Black Gate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Barbican	1,32	0,44	0,44	0,00	1,77
Warwick	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	EBT MT1	EBT MT2	EBT MT3	EBT MT4	EBT MT5
Sainte-Marie	2,80	2,10	1,40	1,40	0,70
Saint-Antoine	3,97	0,80	0,00	0,00	0,00
NL Black Gate	2,63	5,26	0,00	0,00	0,00
Black Gate	5,16	1,04	1,55	0,52	2,58
Barbican	1,32	0,00	0,00	0,00	0,44
Warwick	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	174,60	114,17	70,76	104,72	130,18
Total%	29,37%	19,21%	11,90%	17,61%	21,90%

Annexe 4

Tableau XVIII – Synthèse des résultats des tests PERMANOVA Two-Way

Two-way PERMANOVA I-LLY						Two-way PERMANOVA I-GT					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	445,825	5	89,165	2,3997	0,0599	Population	164,347	5	32,869	1,0071	0,3915
Sexe	365,42	2	182,71	4,9173	0,0185	Sexe	27,5356	2	13,768	0,42185	0,7401
Interaction	393,234	10	39,323	1,0583	0,3104	Interaction	294,39	10	29,439	0,90203	0,4334
Residual	4050,07	109	37,157			Residual	3557,38	109	32,637		
Total	5254,6	126				Total	4043,7	126			
Two-way PERMANOVA I-FRC						Two-way PERMANOVA I-OC					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	76,3065	5	15,261	0,8272	0,4956	Population	1650,48	5	330,1	24,206	0,0001
Sexe	100,909	2	50,454	2,7347	0,0733	Sexe	161,838	2	80,919	5,9337	0,0113
Interaction	2793,14	10	279,31	15,139	0,0002	Interaction	595,566	10	59,557	4,3672	0,0418
Residual	2010,98	109	18,449			Residual	1486,45	109	13,637		
Total	4981,3	126				Total	3894,3	126			
Two-way PERMANOVA I-CO						Two-way PERMANOVA I-OM					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	23,9756	5	4,7951	0,79674	0,4926	Population	536,553	5	107,31	1,1974	0,2671
Sexe	61,5366	2	30,768	5,1123	0,0262	Sexe	142,394	2	71,197	0,79441	0,1838
Interaction	1310,47	10	131,05	21,774	0,0084	Interaction	430,232	10	43,023	0,48005	0,5001
Residual	656,009	109	6,0184			Residual	9768,9	109	89,623		
Total	2052	126				Total	10878	126			
Two-way PERMANOVA I-RMO						Two-way PERMANOVA I-AT					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	1679,62	5	335,92	1,4433	0,2053	Population	163,111	5	32,622	0,75738	0,5371
Sexe	1080,76	2	540,38	2,3217	0,0973	Sexe	45,7881	2	22,894	0,53153	0,5895
Interaction	2703,41	10	270,34	1,1615	0,3185	Interaction	262,607	10	26,261	0,60969	0,5479
Residual	25369,9	109	232,75			Residual	4694,88	109	43,072		
Total	30834	126				Total	5166,4	126			
Two-way PERMANOVA I-OA						Two-way PERMANOVA I-OPT					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	11648,5	5	2329,7	2,313	0,0482	Population	150,635	5	30,127	3,304	0,021
Sexe	1530,84	2	765,42	0,75992	0,4709	Sexe	10,8815	2	5,4407	0,59668	0,5408
Interaction	10226,4	10	1022,6	1,0153	0,4466	Interaction	445,392	10	44,539	4,8846	0,0217
Residual	109789	109	1007,2			Residual	993,899	109	9,1183		
Total	1,33E+05	126				Total	1600,8	126			
Two-way PERMANOVA I-LP						Two-way PERMANOVA I-OPB					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	528,068	5	105,61	1,0394	0,3918	Population	213,14	5	42,628	2,0993	0,0914
Sexe	491,184	2	245,59	2,4171	0,0923	Sexe	33,1489	2	16,574	0,81624	0,417
Interaction	1316,42	10	131,64	1,2956	0,2536	Interaction	237,865	10	23,787	1,1714	0,2912
Residual	11075,3	109	101,61			Residual	2213,35	109	20,306		
Total	13411	126				Total	2697,5	126			

Two-way PERMANOVA I-HTE						Two-way PERMANOVA I-OPD					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	17,3441	5	3,4688	1,085	0,3092	Population	141,22	5	28,244	1,9955	0,0854
Sexe	1,24031	2	0,62015	0,19397	0,7492	Sexe	163,415	2	81,708	5,7727	0,0075
Interaction	5,2223	10	0,52223	0,16335	0,8741	Interaction	396,189	10	39,619	2,7991	0,0547
Residual	348,481	109	3,1971			Residual	1542,8	109	14,154		
Total	372,29	126				Total	2243,6	126			
Two-way PERMANOVA I-HTD						Two-way PERMANOVA I-POE					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	1860,09	5	372,02	2,1345	0,1086	Population	2087,14	5	417,43	0,96777	0,4264
Sexe	915,368	2	457,68	2,626	0,0517	Sexe	1221,65	2	610,82	1,4161	0,2344
Interaction	16397,1	10	1639,7	9,408	0,003	Interaction	6147,71	10	614,77	1,4253	0,2152
Residual	18997,6	109	174,29			Residual	47015,2	109	431,33		
Total	38170	126				Total	56472	126			
Two-way PERMANOVA I-DJD						Two-way PERMANOVA I-POD					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	230,111	5	46,022	0,29285	0,9318	Population	231,05	5	46,21	1,5621	0,1417
Sexe	643,336	2	321,67	2,0468	0,1306	Sexe	157,447	2	78,724	2,6612	0,0916
Interaction	60,5751	10	6,0575	0,038545	0,9924	Interaction	559,319	10	55,932	1,8908	0,151
Residual	17129,7	109	157,15			Residual	3224,42	109	29,582		
Total	18064	126				Total	4172,2	126			
Two-way PERMANOVA I-PE						Two-way PERMANOVA I-EBT					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	76,49	5	15,298	0,73648	0,5323	Population	2249,26	5	449,85	0,95595	0,37
Sexe	31,2413	2	15,621	0,75201	0,4817	Sexe	413,444	2	206,72	0,43929	0,6727
Interaction	119,633	10	11,963	0,57593	0,5841	Interaction	879,568	10	87,957	0,18691	0,9282
Residual	2264,14	109	20,772			Residual	51293,4	109	470,58		
Total	2491,5	126				Total	54836	126			
Two-way PERMANOVA I-RIGIDE						Two-way PERMANOVA I-NEUTRE					
Permutation	9999					Permutation	9999				
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p	Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p
Population	33476	5	6695,2	2,2325	0,0561	Population	405,171	5	81,034	0,29411	0,9207
Sexe	5133,43	2	2566,7	0,85586	0,4341	Sexe	165,934	2	82,967	0,30112	0,7805
Interaction	45385,3	10	4538,5	1,5134	0,1536	Interaction	1635,36	10	163,54	0,59354	0,628
Residual	326890	109	2999			Residual	30032,2	109	275,53		
Total	4,11E+05	126				Total	32239	126			
Two-way PERMANOVA I-SOUPLE											
Permutation	9999										
Source	Sum of sqrs	df	Mean sqr	F	p						
Population	3252,43	5	650,49	1,0063	0,3995						
Sexe	3564,65	2	1782,3	2,7573	0,0694						
Interaction	16886	10	1688,6	2,6123	0,0459						
Residual	70457,7	109	646,4								
Total	94161	126									