

Université de Montréal

Analyse de la variation inter-populationnelle du canal obstétrique au sein de trois  
populations génétiquement différentes

par

Rajit Kaur Singh

Département d'Anthropologie

Faculté des Arts et des Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures

en vue de l'obtention du grade de Maîtrise

en Anthropologie

Avril, 2010

© Rajit Kaur Singh, 2010

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :  
Analyse de la variation inter-populationnelle du canal obstétrique au sein de trois  
populations génétiquement différentes

présenté par :  
Rajit Kaur Singh

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Dr. Isabelle Ribot  
membre du jury

Dr. Michelle Drapeau  
directrice de recherche

Dr. Bernard Chapais  
président-rapporteur

## RÉSUMÉ

La dystocie représente une des causes principales de la mortalité maternelle et fœtale lors de l'accouchement. Une relation trop étroite entre les dimensions maternelles et fœtales résultent souvent en une césarienne d'urgence. Les manuels obstétricaux actuels proposent qu'une forme gynoïde de la cavité obstétricale est normale car elle favorise une descente fœtale sans difficulté lors de la parturition parce qu'elle est arrondie. Ce mémoire de maîtrise porte sur l'étude de la variation inter-populationnelle de la forme du canal obstétrique chez trois populations génétiquement différentes pour tester si ces populations ont toutes une forme gynoïde ou si elles sont variables morphologiquement. Les cavités pelviennes analysées sont constituées de 59 bassins d'Américaines d'origine européenne, 74 bassins d'Américaines d'origine africaine et 19 bassins de Sadlermiuts. Vingt points anatomiques sur la cavité pelvienne ont été digitalisés à partir du bassin articulé pour permettre une visualisation tridimensionnelle de la forme du canal obstétrique. Une analyse Procrustes suivie d'une analyse en composantes principales ont été faites pour faire ressortir les composantes qui permettent de faire des distinctions entre les trois populations. L'existence d'une relation d'une part entre la taille et/ou la masse et d'autre part la morphologie du canal obstétrique a aussi été explorée. **Résultats :** La morphologie qui décrit les Sadlermiuts est la forme platypelloïde, soit un diamètre médio-latéral plus grand que le diamètre antéro-postérieur, et ce à tous les détroits. Les Américaines africaines présentent une morphologie qui tend vers une forme gynoïde aux détroits supérieur et moyen, et les Américaines européennes démontrent une morphologie intermédiaire entre les formes gynoïde et androïde au détroit supérieur. Seule la taille du bassin (taille centroïde) est corrélée à des changements de la forme du canal obstétrique pour les détroits supérieur et moyen. **Discussion:** La forme gynoïde n'est pas représentative de la cavité obstétricale chez les trois populations. Il est possible que la forme platypelloïde des Sadlermiuts soit une conséquence de comportements induisant des changements morphologiques lors du développement squelettique. D'autres études sont requises pour évaluer cette hypothèse.

**Mots-clés :** Anthropologie; Canal obstétrique; Variation inter-populationnelle; Morphologie; Analyse Procrustes.

## ABSTRACT

Dystocia, the tightness of fit between the maternal and fetal dimensions within the birth canal, is one of the main causes of mortality during birthing. A majority of obstetrical manuals postulate that a gynecoid (round) form of the pelvic inlet is generally associated with birthing ease and that it is the normal form of the obstetrical canal. This memoir focuses on the analysis of the variation of the obstetrical canal within three genetically different populations and their possible relationship with size. The skeletal sample consists of the pelves of 74 African Americans, 59 Americans of European descent, and 19 Sadlermiuts. Twenty anatomical points have been digitized in three dimensions on the articulated pelvis defining the birth canal. A Generalized Procrustes Analysis followed by a Principal Component Analysis allowed the visualization of the morphological variations of the birth canal among the three populations. The possible relationship between size and canal form have been explored. **Results:** The Sadlermiuts have a birth canal that is platypelloid, i.e. wide mediolaterally and contracted anteroposteriorly, at all pelvic planes. The African Americans demonstrate a tendency for a gynecoid (round) pelvic inlet and the European Americans seem to possess an intermediate form between a gynecoid and an android morphology of the pelvic inlet. Only pelvic size (centroid size) was correlated with changes in the pelvic morphology of the pelvic inlet and midplane. **Discussion:** The gynecoid morphology is not the most common shape in the populations included in this study. One possible explanation for the platypelloid shape of the Sadlermiut population may be a result of behavioral activities that induce morphological changes during growth. Further studies are needed to confirm this hypothesis.

**Keywords:** Anthropology; Pelvic morphology; Interpopulational variation; Birth canal; Generalized Procrustes Analysis

## TABLE DES MATIÈRES

<b>PAGE TITRE.....</b>	<b>i</b>
<b>IDENTIFICATION DU JURY.....</b>	<b>ii</b>
<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>TABLE DES MATIÈRE.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>xiii</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>xv</b>
<b>CHAPITRE 1 : INTRODUCTION ET QUESTIONS DE RECHERCHE.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introduction.....	1
1.2 La variation intra et inter-populationnelle du canal obstétrique.....	2
1.3 Le bassin.....	5
1.4 Les structures du bassin et le canal obstétrique.....	6
1.5 Questions de recherche.....	10

<b>CHAPITRE 2 : MATÉRIEL ET MÉTHODES.....</b>	<b>12</b>
2.1 Matériel.....	12
2.1.1 Collection du Nunavut.....	12
2.1.2 Collection Hamann-Todd.....	13
2.2 Méthodes.....	14
2.2.1 Définition et saisie des points de repères et des mesures.....	14
2.2.1.1 Erreurs intra-observateur.....	15
2.2.2 Analyse Procrustes.....	18
2.2.3 Analyse en composantes principales.....	18
2.2.4 Détermination de la variation inter-populationnelle.....	19
2.2.4.1 ANOVA et Tests post-hoc.....	19
2.2.5 Détermination de la variation due à la taille ou la masse.....	19
2.2.5.1 ANOVA, Tests post-hoc, test t et régressions linéaires.....	19
2.2.6 Résumé des étapes de la collecte des données aux analyses.....	20
<b>CHAPITRE 3 : RÉSULTATS.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Détroit supérieur.....</b>	<b>21</b>

3.1.1 Détermination de la variation inter-populationnelle du détroit supérieur.....	21
3.1.1.1 Analyse en composantes principales du détroit supérieur.....	21
3.1.1.2 ANOVA et test post-hoc du détroit supérieur.....	21
3.1.2 Influence de la masse et de la taille sur la morphologie.....	27
3.1.2.1 Détermination de la variation de taille et de masse.....	27
3.1.2.2 Influence de la taille sur la morphologie.....	28
3.1.3 Résumé.....	30
<b>3.2 Détroit moyen.....</b>	<b>30</b>
3.2.1 Détermination de la variation inter-populationnelle.....	30
3.2.1.1 Analyse en composantes principales.....	30
3.2.1.2 ANOVA et Test post-hoc.....	31
3.2.2 Influence de la masse et de la taille sur la morphologie.....	39
3.2.2.1 Détermination de la variation de taille et de masse .....	39
3.2.2.2 Influence de la taille sur la morphologie.....	40
3.2.3 Résumé.....	42
<b>3.3 Détroit inférieur.....</b>	<b>42</b>

3.3.1 Détermination de la variation inter-populationnelle.....	42
3.3.1.1 Analyse en composantes principales.....	42
3.3.1.2 ANOVA et Test post-hoc.....	43
3.3.2 Influence de la masse et de la taille sur la morphologie parmi deux populations différentes.....	45
3.3.2.1 Détermination de la variation de taille et de masse.....	45
3.3.2.2 Influence de la taille sur la morphologie.....	46
3.3.3 Résumé.....	49
<b>3.4 Tous les détroits.....</b>	<b>49</b>
3.4.1 Détermination de la variation inter-populationnelle.....	49
3.4.1.1 Analyse en composantes principales.....	49
3.4.1.2 ANOVA et Test post-hoc.....	50
3.4.2 Influence de la masse et de la taille sur la morphologie.....	53
3.4.2.1 Influence de la taille sur la morphologie.....	53
3.4.3 Résumé de la morphologie des 3 populations à l'étude.....	58
<b>CHAPITRE 4 : DISCUSSION.....</b>	<b>59</b>
4.1 Variation de la forme du canal obstétrique.....	59

4.2 Variation de la forme relative à la taille et la masse.....	64
4.3 Résumé.....	67
<b>CHAPITRE 5 : CONCLUSION.....</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>71</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 Bassin osseux humain vue de face.....	6
Figure 1.2 Typologie de la forme du canal obstétrique en vue supérieure selon Caldwell et Moloy (1933).....	7
Figure 1.3 Diamètres antéro-postérieurs des trois détroits qui forment le canal obstétrique en vue latérale droite.....	8
Figure 1.4 Diamètre médio-latéral du détroit supérieur en vue supérieure.....	8
Figure 1.5 Diamètre médio-latéral du détroit inférieur en vue inférieure.....	9
Figure 2.1 Carte géographique de villages inuits au Nunavut.....	14
Figure 2.2 Repères des 22 points anatomiques du canal obstétrique.....	17
Figure 2.3 Analyse de l'erreur intra-observateur.....	17
Figure 2.4 Résumé de la collecte des données aux analyses.....	20
Figure 3.1 Analyse des trois populations, détroit supérieur : CP1 vs Taille centroïde.....	24
Figure 3.2 Analyse des trois populations, détroit supérieur : CP2 vs Taille centroïde.....	25
Figure 3.3 Analyse des trois populations, détroit supérieur : CP5 vs Taille centroïde.....	26
Figure 3.4 Analyse des trois populations, détroit moyen : CP1 vs Taille centroïde.....	35
Figure 3.5 Analyse des trois populations, détroit moyen : CP2 vs Taille centroïde.....	36
Figure 3.6 Analyse des trois populations, détroit moyen : CP3 vs Taille centroïde.....	37
Figure 3.7 Analyse des trois populations, détroit moyen : CP4 vs Taille centroïde.....	38
Figure 3.8 Analyse des trois populations, détroit moyen : CP5 vs Taille centroïde.....	39
Figure 3.9 Analyse des trois populations, détroit inférieur : CP1 vs Taille centroïde.....	47
Figure 3.10 Analyse des trois populations, détroit inférieur : CP2 vs Taille centroïde.....	48
Figure 3.11 Analyse des trois populations, tous les détroits ensembles : CP1 vs Taille centroïde.....	55

Figure 3.12 Analyse des trois populations, tous les détroits ensembles : CP2 vs Taille centroïde.....56

Figure 3.13 Analyse des trois populations, tous les détroits ensembles : CP5 vs Taille centroïde.....57

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 Définition de 22 points anatomiques dans la cavité obstétricale .....	16
Tableau 3.1 Variance expliquée et cumulative des 5 premières composantes principales du détroit supérieur.....	21
Tableau 3.2 Résultats de l'ANOVA sur les 5 premières composantes principales du détroit supérieur.....	22
Tableau 3.3 Résultats du test post-hoc Bonferroni sur les composantes significatives de l'ANOVA du détroit supérieur.....	22
Tableau 3.4 Résultats de l'ANOVA sur la longueur fémorale, la masse (test de t) sur les Américaines européennes et africaines, la tête fémorale (régression linéaire simple sur les Sadlermiuts) et la taille centroïde.....	27
Tableau 3.5 Résultats du test post-hoc de l'ANOVA sur la taille des trois populations.....	28
Tableau 3.6 Résultats des régressions linéaires de la longueur fémorale et de la taille centroïde versus les trois composantes principales significatives du détroit supérieur.....	29
Tableau 3.7 Variance expliquée et cumulative des cinq premières composantes principales du détroit moyen.....	31
Tableau 3.8 Résultats de l'ANOVA sur les 5 premières composantes principales du détroit moyen.....	31
Tableau 3.9 Résultats du test post-hoc Bonferroni et Tamhane sur les composantes significatives de l'ANOVA du détroit moyen.....	33
Tableau 3.10 Résultats des régressions linéaires de la longueur fémorale et de la taille centroïde en fonction des trois composantes principales significatives du détroit moyen...	41
Tableau 3.11 Variance expliquée et cumulative des cinq premières composantes principales du détroit inférieur.....	43
Tableau 3.12 Résultats de l'ANOVA sur les 5 premières composantes principales du détroit inférieur.....	44

Tableau 3.13 Résultats du test post-hoc Bonferroni et Tamhane sur les composantes significatives de l'ANOVA du détroit inférieur.....	44
Tableau 3.14 Résultats des régressions linéaires de la longueur fémorale et de la taille centroïde en fonction des deux composantes principales significatives du détroit inférieur.....	46
Tableau 3.15 Variance expliquée et cumulative des cinq premières composantes principales de tous les détroits ensembles .....	50
Tableau 3.16 Résultats de l'ANOVA sur les 5 premières composantes principales de tous les détroits ensembles.....	50
Tableau 3.17 Résultats du test post-hoc Bonferroni sur les composantes significatives de l'ANOVA de tous les détroits ensembles.....	51
Tableau 3.18 Résultats des régressions linéaires de la longueur fémorale et de la taille centroïde en fonction des deux composantes principales significatives de tous les détroits ensembles.....	54

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier ma directrice de recherche, Dr. Michelle Drapeau, pour son support, ses encouragements, ses commentaires critiques et surtout pour ses suggestions. Sous sa supervision, j'ai énormément appris la rigueur qui est demandée lors de la rédaction de ce mémoire.

Je voudrais également remercier The Inuit Heritage Trust du Nunavut, le Musée canadien des civilisations ainsi que le Cleveland Museum of Natural History pour m'avoir accordé l'accès à leurs collections ostéologiques. Merci particulièrement à Dr. Jerome Cybulski, Mme. Janet Young, Mlle. Sabrina Gloux, Dr. Lyman Jellema, Mlle. Phyllis Evey, Mlle. Lilian Rubin ainsi que Dr. Yohannes Hailie-Selassie qui ont pris le temps de s'assurer que j'avais toutes les informations relatives aux populations étudiées.

Enfin, je voudrais remercier Dr. Isabelle Ribot et Dr. Bernard Chapais pour leurs critiques qui ont été d'une grande aide pour cette rédaction. J'aimerais aussi remercier ma famille pour leur aide et encouragement, puis un remerciement spécial à Pascal pour son support moral (et musical) lors des périodes creuses.

Je n'aurais jamais été capable de surmonter les obstacles sans l'aide de toutes ces personnes. Un gros merci.

## CHAPITRE 1

### INTRODUCTION ET QUESTIONS DE RECHERCHE

#### 1.1 Introduction

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) recense qu'à chaque année, il y a 210 millions de femmes qui sont enceintes (Neilson et al., 2003). De ces 210 millions, 500,000 d'entre elles meurent suite à des complications liées à la grossesse ou à l'accouchement (McCarthy, 2002). En 1999, l'OMS a rapporté que 50,000 de ces décès sont dus à une dystocie qui est une des causes importantes de décès maternel ainsi que fœtal (OMS 1999, citée dans Mc Carthy, 2002). La dystocie est l'incapacité de progresser lors de la parturition (ou l'accouchement) en raison de problèmes d'ordre mécanique (Allbrook 1962, Abitbol et al. 1999, Adhikari et al. 2005, Marieb 2005). Plus précisément, elle se définit comme étant l'existence d'une relation trop étroite entre les dimensions fœtales et maternelles (Abitbol et al. 1999, Neilson et al. 2003, Correira et al. 2005, Marieb 2005).

Lorsque les dimensions de la filière pelvi-génitale épousent de trop près les dimensions fœtales, il y a une réduction de l'espace disponible puis une diminution et même un arrêt de la progression fœtale dans le canal (Abitbol et al., 1999). Même dans les cas où des interventions médicales et chirurgicales sont possibles, les interventions peuvent entraîner des complications post-partum (suite à l'accouchement) telles que des hémorragies, des infections utérines voire même la mort de la mère et du fœtus, sinon des difficultés à la prochaine grossesse (Abitbol et al. 1999, Langli Ersdal et al. 2008).

Une des étapes préliminaires pour mieux comprendre la variation morpho-pelvienne et diagnostiquer les accouchements problématiques est de déterminer si la forme du canal obstétrique permet de prévoir les problèmes liés à la dystocie. Il est d'abord nécessaire de documenter la variation et éventuellement de voir si cette variation est reliée avec les problèmes d'ordre morphologique qui entravent l'expulsion du fœtus. Dans l'optique de mieux comprendre la variation actuelle du canal obstétrique dans les populations humaines, cette recherche a pour objectif spécifique d'évaluer s'il existe une variation inter-populationnelle de cette structure.

## **1.2 La variation intra et inter-populationnelle du canal obstétrique**

Une grande partie de la littérature qui aborde le sujet de la variation intra-populationnelle du canal obstétrique s'accorde sur l'idée qu'il existe deux variables principales qui sont en mesure de l'influencer. La première est une meilleure alimentation (Heyns 1938, Greulich et Thoms 1938, Nicholson 1945, Torpin 1951, Işcan 1983, Stewart 1984, Suonio et al. 1986, Abitbol et al. 1999) et la seconde a trait aux activités physiques pratiquées lors du développement squelettique (Emmons 1913, Trotter 1967 citée dans Işcan et Cotton 1984). Il semble qu'une alimentation riche en protéines, lors du développement morphologique, favorise l'atteinte des dimensions maximales du canal obstétrique, qui elles sont déterminées génétiquement. Étonnamment, Greulich et Thoms (1938) ont cependant observé qu'une meilleure alimentation favorisait le développement de formes autres que celle qui est considérée comme favorable à l'accouchement. Leur étude a démontré que ces formes «anormales», selon les manuels obstétriques, sont moins susceptibles d'un accouchement nécessitant une intervention chirurgicale comparée à la

forme dite «normale». En ce qui concerne les activités physiques, il est probable que lors du développement morphologique, les activités telles que s'asseoir sur de longues périodes en position indienne ainsi que le transport de lourdes charges peuvent bloquer le développement normal des os coxaux et ainsi modifier la forme du canal obstétrique (Emmons 1913, Trotter 1967 citée dans Işcan et Cotton 1984).

Les études qui portent sur la variation inter-populationnelle sont peu nombreuses. Cependant, elles proposent un plus grand éventail de causes pour expliquer la modification des dimensions pelviennes. Nombreuses d'entre elles concluent qu'une meilleure alimentation lors du développement permet d'atteindre les dimensions maximales du canal obstétrique (Allbrook 1962, Işcan et Cotton 1984, Abitbol 1987). D'autres études rapportent que la taille du canal obstétrique est associée avec la masse corporelle (Tague 2000, Rizk et al. 2005), et que la masse est une conséquence d'une adaptation morphologique au climat (Weaver, 2003). Weaver (2003) a observé que la largeur des corps adaptés au froid (sphérique) ou au chaud (longiligne) entraîne des modifications de la morphologie pelvienne, produisant des bassins plus étroits dans les régions chaudes. Cependant, l'étude de Baragi et al. (2002) démontre que la masse ou la taille ne sont pas associées aux dimensions du canal obstétrique. Une étude effectuée par Kurki (2007) parvient aux mêmes conclusions que Baragi et al. (2002). Les dimensions de la cavité pelvi-génitale sont seulement déterminées par les pressions obstétricales et ce même si la morphologie corporelle est influencée par des facteurs écogéographiques (Kurki, 2007). Kurki (2007) propose alors qu'une allométrie adaptative peut avoir lieu au sein des populations ayant une petite stature corporelle. Plus spécifiquement, dans les régions qui

favorisent une petite taille corporelle, il existe des pressions obstétricales qui restreignent l'adaptation climatique sur la morphologie de la cavité obstétricale. Ce phénomène permettrait ainsi de maintenir la taille des dimensions pelviennes pour un accouchement adéquat. Chun (1964) est parvenue aux mêmes conclusions lorsqu'elle a comparé les populations chinoise et anglaise. Les Chinoises, même si plus petites que les Anglaises en moyenne, ont un canal obstétrique aussi spacieux que ces dernières. Cependant, d'autres études (Baragi et al. 2002, Patriquin et al. 2003, Hoyte et al. 2005, Handa et al. 2008) démontrent que les Américaines d'origine africaine ont un canal obstétrique plus petit que celui des Américaines d'origine européenne, possiblement en raison de la plus petite taille de ces dernières.

En résumé, les études sur la variation intra-populationnelle du canal obstétrique suggèrent qu'il existe deux facteurs qui peuvent influencer sa forme : l'alimentation et les activités physiques. Les études portant sur la variation inter-populationnelle avancent des facteurs autres que l'alimentation, tels que la masse corporelle, le climat, ou une combinaison des deux par allométrie adaptative. À la lumière de ces observations, il serait intéressant de vérifier si la forme du canal obstétrique est variable entre les différentes populations et de voir s'il existe un lien entre la taille corporelle et la forme du canal.

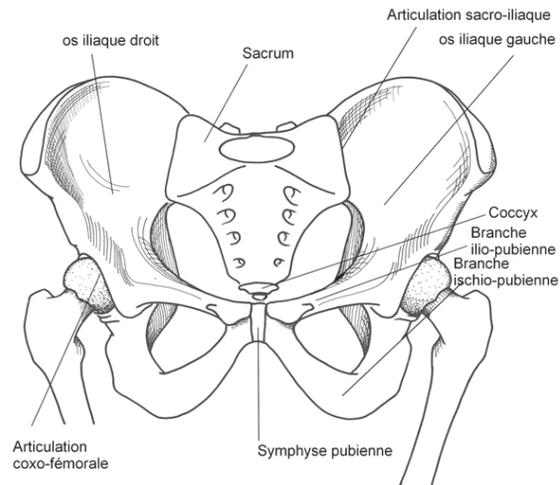
Cette recherche a donc pour objectif de comparer la forme du canal obstétrique chez trois populations génétiquement différentes au moyen d'une méthode tridimensionnelle et de confronter cette variation aux variations de taille.

### 1.3 Le bassin

Le bassin est formé par deux os coxaux symétriques qui s'articulent antérieurement l'un à l'autre au niveau de la symphyse pubienne et postérieurement aux ailes du sacrum (Figure 1). Chaque os coxal est composé de trois ossements distincts qui se fusionnent à la puberté : l'ilion, l'ischion et l'os pubien.

L'ilion est un grand os évasé qui constitue la partie supérieure de l'os coxal (Figure 1). Il se divise en un corps et une partie supérieure en forme d'aile, appelée aile iliaque (Platzer, 2001). L'os ischion constitue la partie postéro-inférieure de l'os coxal (Figure 1). Il se divise en un corps, dans sa partie supérieure, et d'une branche ischiatique, dans sa partie inférieure, qui parvient à rejoindre l'os pubien antérieurement (Platzer, 2001). Cet os présente trois repères importants. L'épine ischiatique est une saillie osseuse qui pénètre dans la cavité pelvienne et sert de point d'attache au ligament sacro-épineux, qui relie cette structure au sacrum (Marieb, 2005). La face inférieure s'épaissit pour donner la tubérosité ischiatique. Ces deux tubérosités ischiatiques sont les parties les plus solides des hanches et supportent entièrement le poids du corps en position assise (Marieb, 2005). L'os pubien constitue la partie antérieure de l'os coxal (Figure 1). Il se divise en un corps, une branche supérieure et une branche inférieure (Platzer, 2001). Le corps du pubis est central, avec un bord antérieur épaissi appelé crête pubienne. Les deux branches pubiennes s'étalent latéralement pour rejoindre le corps et la branche de l'ischion; elles relient et délimitent ainsi dans l'os coxal une grande ouverture appelée foramen obturé (Marieb, 2005). La symphyse pubienne constitue l'articulation antérieure des deux os coxaux. Elle consiste en

un disque de cartilage fibreux qui relie la surface symphysaire de ces os. En dessous, les branches inférieures des os pubiens forment une arcade en V inversée (Marieb, 2005).



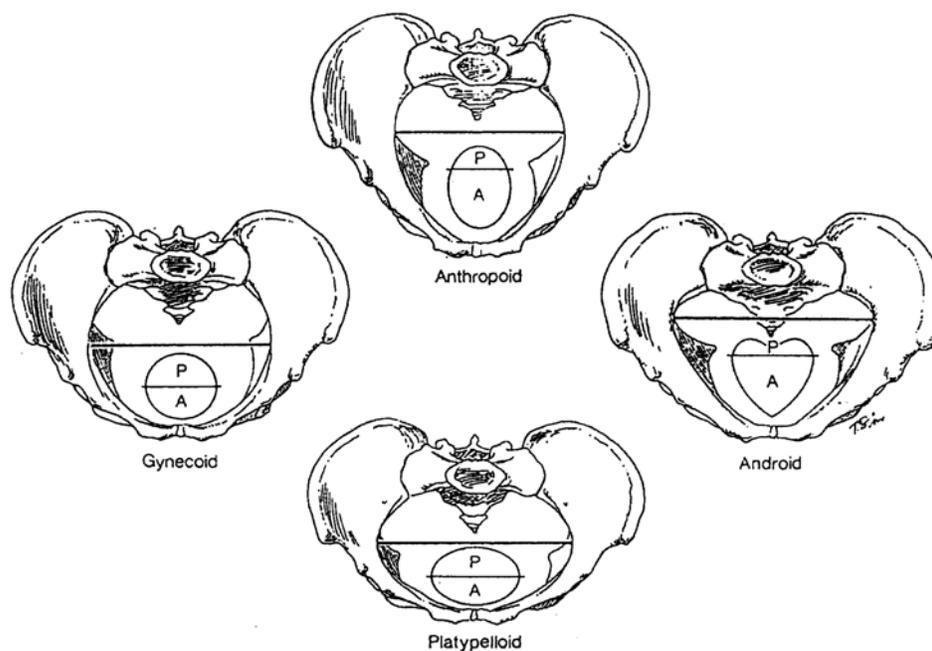
**Figure 1.1** Bassin osseux humain vue de face. Tiré de <http://radionat.free.fr/document/PDF/pelvis%>

#### 1.4 Les structures du bassin et le canal obstétrique

Le bassin féminin est adapté à la grossesse. Il est plus large, moins profond, plus léger et plus arrondi que celui de l'homme. Il doit s'ajuster à la croissance fœtale ainsi qu'être suffisamment large pour permettre la descente du fœtus lors de l'accouchement (Marieb, 2005).

Les formes que prennent le canal obstétrique ont été catégorisées (Caldwell et Moley 1933, Cunningham et al. 2001). La forme la plus fréquemment rencontrée est gynoïde (ronde), mais on observe aussi d'autres formes telles que androïde (triangulaire ou

de type mâle), platypelloïde (ovale avec un élargissement du diamètre médio-latéral) et anthropoïde (longue antéro-postérieurement et étroite medio-latéralement ou de type grand singe) (Figure 2) (Caldwell et Moloy 1933, Cunningham et al. 2001, Platzer 2001). Cette typologie sera employée au cours de cette recherche pour faire la distinction entre les formes générales de canal obstétrique rencontrées.



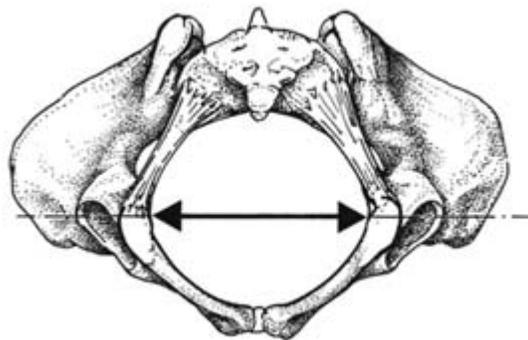
**Figure 1.2** Typologie de la forme du canal obstétrique en vue supérieure selon Caldwell et Moloy (1933). Tiré de Walrath (2003).

La cavité pelvienne est composée de trois détroits : supérieur, moyen et inférieur. Le détroit supérieur représente le lieu dans lequel le fœtus pénètre d'abord dans le canal obstétrique. Il est circonscrit par une ligne continue qui s'étend, de chaque côté, de la crête pubienne au promontoire du sacrum en passant par la ligne arquée de l'ilion (Figures 1.3 et



Le détroit moyen est délimité au niveau antérieur par la partie postérieure de la symphyse pubienne, et postérieurement par le sacrum au niveau de la troisième vertèbre sacrale, puis latéralement par les épines ischiatiques (Figure 1.3) (Cunningham et al., 2001). Le diamètre le plus spacieux de ce détroit est antéro-postérieur. Ce détroit représente une résistance osseuse continue lors de la descente fœtale, car il est assez « épais » supéro-inférieurement (c'est-à-dire, il est tubulaire). Ce détroit se termine aux proéminences des épines ischiatiques dans la cavité obstétricale (Cunningham et al., 2001).

Le détroit inférieur représente le lieu par lequel le fœtus émerge de la cavité pelvienne. Il est circonscrit antérieurement par l'arcade pubienne, latéralement par les ischions, puis postérieurement par l'extrémité sacrale (Figure 1.3) (Cunningham et al., 2001). Sa dimension la plus spacieuse est le diamètre médio-latéral (Figure 1.5) (Walrath, 2003).



**Figure 1.5** Diamètre médio-latéral du détroit inférieur en vue inférieure. Tiré de <http://radionat.free.fr/document/PDF/pelvim%>

Lors de la descente fœtale, le fœtus épouse les diamètres les plus spacieux à chaque détroit pour ainsi suivre une trajectoire incurvée jusqu'à son expulsion et non une trajectoire en ligne droite (Bouhallier et al., 2004). Il faut souligner que ce sont les dimensions des détroits supérieur et inférieur qui sont les plus importantes lors de la descente fœtale, car elles sont généralement les plus étroites (Ince et Young 1940, Borell et Fernström 1957, Marieb 2005).

### **1.5 Questions de recherche**

Ce mémoire de maîtrise a comme objectif de comparer la forme de la cavité obstétricale au sein de trois populations, toutes nord-américaines, et «relativement» génétiquement différentes. Plus précisément, la question principale se porte sur l'existence d'une variation inter-populationnelle, et sur l'influence possible des différences de taille et/ou de masse entre les populations.

Les questions de recherche sont les suivantes :

1. Existe-t'il une variation inter-populationnelle de la forme du canal obstétrique sur plusieurs niveaux tels que :
  - a) le détroit supérieur?
  - b) le détroit moyen?
  - c) le détroit inférieur?
  - d) tous les détroits ensembles?
2. S'il existe une variation inter-populationnelle, est-elle liée à la taille et/ou à la masse corporelle?

3. Quelle forme tend à caractériser la cavité pelvi-génitale de chacun des échantillons de populations à l'étude?

Les questions servent de pistes de recherche pour explorer la variation de la forme du canal obstétrique dans les trois populations étudiées. De plus, elles pourraient permettre d'explorer si ces mesures corporelles (taille ou masse) peuvent influencer la forme de ce canal.

## CHAPITRE 2

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### 2.1 Matériel

Le matériel ostéologique utilisé est constitué d'une collection du Nunavut et de la collection Hamann-Todd, correspondant toutes à des échantillons de populations nord-américaines datant dans les deux derniers siècles.

##### 2.1.1 Collection du Nunavut

La collection du Nunavut est de nature archéologique et provient de 2 sites de sépultures archéologiques Native Point et Prairies Point sur l'île de Southampton dans la Baie d'Hudson (Figure 2.1) (Merbs, 1983). Elle est composée de la population Sadlermiut qui est maintenant éteinte depuis l'hiver de 1902-1903 dû à une épidémie (Merbs 1983, 1996, Coltrain et al. 2004). Cette collection se trouve au Musée canadien des civilisations à Gatineau, Québec.

Seuls les fémurs droits et les bassins complets et non pathologiques ont été utilisés, et un total de 19 bassins et 11 fémurs ont été mesurés. La détermination du sexe a été faite de façon indépendante (données provenant du Musée canadien des civilisations selon les standards de Buikstra et Ubelaker, 1994). La collection dans son ensemble est bien préservée.

### 2.1.2 Collection Hamann-Todd

La collection ostéologique humaine Hamann-Todd est située dans le Cleveland Museum of Natural History aux États-Unis. Dr. Carl Augustus Hamann, professeur d'anatomie à la Case Western University Medical School à Cleveland, a commencé la collection en 1893. Le nouveau doyen de la Western Reserve Medical School, Thomas Wingate Todd, a continué la collecte en 1912 (de la Cova, 2008). Cette collection comprend environ 3, 100 restes d'américains d'origine européenne et africaine qui sont nés entre 1825 et 1910. Les squelettes humains sont des individus n'ayant pas été réclamés par leurs familles lors du décès et qui ont été amenés à la classe de dissection de la Western Reserve University. Suite à la dissection, les squelettes ont été préservés au sein de la Collection Hamann-Todd. Il faut souligner que ces ossements ne sont pas représentatifs de la population au sens large du terme dans la mesure où les corps proviennent d'individus dont le niveau socioéconomique était relativement bas (de la Cova, 2008). Cependant, c'est une collection ostéologique qui est très bien documentée : âge, sexe, ethnicité et cause du décès sont connus (de la Cova, 2008).

Un total de 59 bassins et 40 fémurs droits d'Américaines d'origine européenne ainsi que 74 bassins et 40 fémurs droits d'origine africaine ont été mesurés. Aucun des spécimens utilisés ne souffrait d'une pathologie évidente. La collection dans son ensemble est très bien préservée.



**Figure 2.1** Carte géographique de villages inuits au Nunavut. Figure tirée de Coltrain et al. 2004 et modifiée par l'auteure.

## 2.2 Méthodes

### 2.2.1 Définition et saisie des points de repères et des mesures

En premier lieu, pour permettre l'acquisition des points de repères anatomiques en trois dimensions, les os qui composent le bassin furent articulés selon la méthode de Tague (1989). Des rubans élastiques en caoutchouc ont servi pour articuler les deux os coxaux avec le sacrum puis de la pâte à modeler a été utilisée pour remplacer le ligament interpubien. En second lieu, vingt-deux points ont été définis sur la paroi interne du canal obstétrique des bassins selon la méthode de Bouhallier et al. (2004) (Tableau 2.1 et Figure 2.2). Ces 22 points anatomiques ont été digitalisés sur les bassins avec un digitaliseur

portable Microscribe 3DX avec une précision de 0,23 mm. Le Microscribe est un appareil qui permet d'effectuer la saisie des points de repères anatomiques en trois dimensions. Il faut toutefois souligner que les points de repères 16 et 21 du détroit inférieur (Tableau 2.1) ont été omis de l'analyse parce que ces structures pelviennes étaient endommagées sur plusieurs des bassins à l'étude.

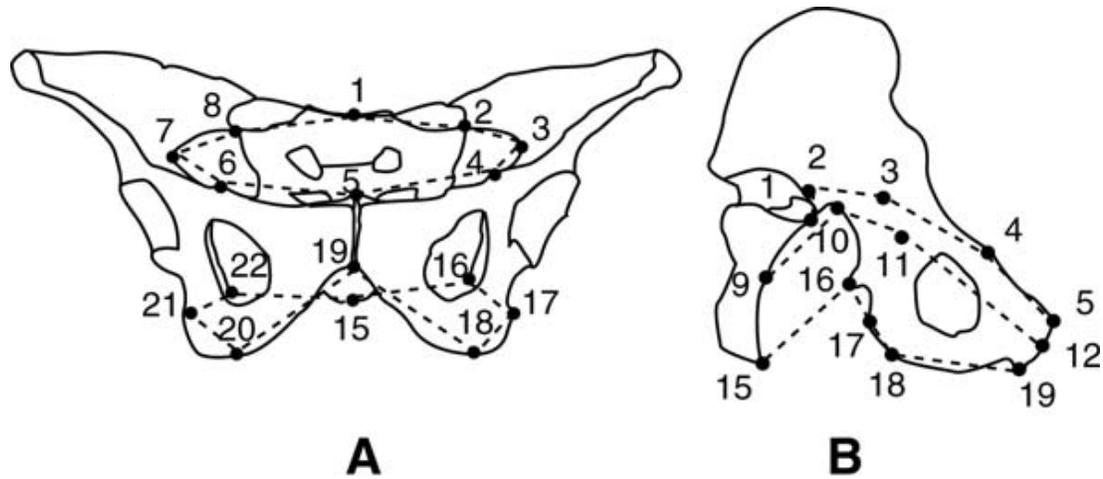
La longueur fémorale, qui est utilisée comme approximation de la taille de l'individu, a été mesurée au millimètre près à l'aide d'une planche ostéométrique. La masse pour la collection Hamann-Todd a été obtenue par pesée avant dissection(<http://www.cmnh.org/site/ResearchandCollections/PhysicalAnthropology/Collections/Hamann-ToddCollection/Databases.aspx>). La taille centroïde du bassin est obtenue lors de l'analyse Procrustes (voir section 2.2.2).

#### 2.2.1.1 Erreur intra-observateur

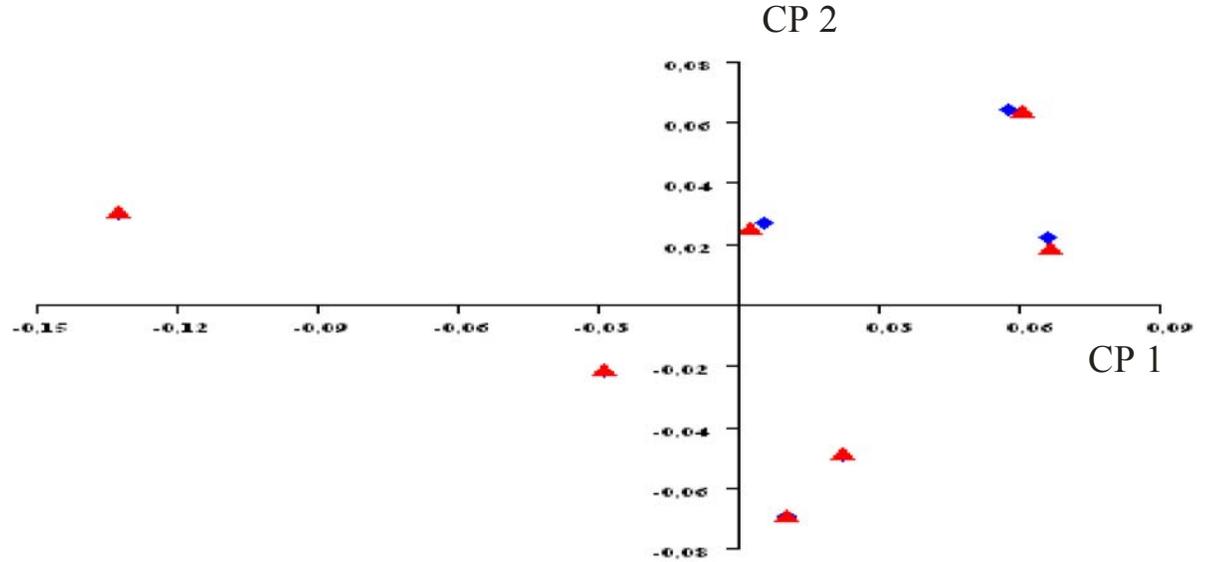
Avant de procéder à l'enregistrement des données brutes, une analyse du degré d'erreur intra-observateur a été effectuée selon la méthode de O'Higgins et Jones (1998). Vingt-deux points anatomiques ont été numérisés sur sept bassins et ce, à deux reprises. Une analyse Procrustes ainsi qu'une analyse en composantes principales ont été effectuées grâce au logiciel *Morphologika*. La figure 2.3 représente les deux premières composantes principales qui expliquent respectivement 44,6 % et 22,8 % de la variance totale. Les deux observations faites sur chaque individu sont près l'une de l'autre, ce qui indique que les erreurs de précision sont petites. Cette observation mène à constater que les erreurs intra-observateur sont petites.

**Tableau 2.1** Définition des 22 points anatomiques dans la cavité obstétricale. Tiré de Bouhallier et al., 2004.

Détroits	n°	Définition
Supérieur	1	Point antérieur du promontoire sacral (médian)
	2	Point de contact sacro-iliaque (coxal gauche)
	3	Extrémité du diamètre médio-latéral (coxal gauche)
	4	Sommet de la tubérosité pectinée (coxal gauche)
	5	Point supérieur de la symphyse pubienne (médian)
	6	Sommet de la tubérosité pectinée (coxal droit)
	7	Extrémité du diamètre médio-latéral (coxal droit)
	8	Point de contact sacro-iliaque (coxal droit)
Moyen	9	Point de contact sacral S2-S3 (médian)
	10	Point supérieur de la grande incisure ischiatique (coxal gauche)
	11	Centre de l'acétabulum côté interne (coxal gauche)
	12	Point à la mi-hauteur de la symphyse pubienne (médian)
	13	Centre de l'acétabulum côté interne (coxal droit)
	14	Point supérieur de la grande incisure ischiatique (coxal droit)
Inférieur	15	Extrémité du sacrum (médian)
	16	Extrémité de l'épine ischiatique (coxal gauche)
	17	Point supérieur de la tubérosité ischiatique (coxal gauche)
	18	Point antérieur de la tubérosité ischiatique (coxal gauche)
	19	Point inférieur de la symphyse pubienne (médian)
	20	Point supérieur de la tubérosité ischiatique (coxal droit)
	21	Point antérieur de la tubérosité ischiatique (coxal droit)
	22	Extrémité de l'épine ischiatique (coxal droit)



**Figure 2.2** Repère des 22 points anatomiques du canal obstétrique. (A) Vue antérieure : détroit supérieur (points 1 à 8); détroit inférieur (points 15 à 22). (B) Vue latérale interne (seul le côté gauche est représenté) : détroit supérieur (points 1 à 5), détroit moyen (points 9 à 12), détroit inférieur (points 15 à 19). Voir la définition des points au Tableau 2.1. Figure tirée de Bouhallier et al., 2004.



**Figure 2.3** Analyse de l'erreur intra-observateur. CP1 vs CP2.  $\diamond$ , première numérisation;  $\triangle$ , seconde numérisation.

### 2.2.2 Analyse Procrustes

Suite à la saisie des points de repère avec le Microscribe, une superposition Procrustes a été faite de ces points anatomiques avec le programme *Morphologika* (O'Higgins et Jones, 2006). La superposition Procrustes réalise une mise à l'échelle, la translation puis la rotation des spécimens définis par leurs points en trois dimensions afin de minimiser les différences entre les spécimens. Ce programme calcule une forme consensus (l'équivalent d'un individu moyen) ainsi que, pour chacun des points, les écarts de chacun des spécimens par rapport au consensus, appelés résidus Procrustes. Avant une mise à l'échelle de tous les individus, cette analyse enregistre aussi une taille centroïde pour chaque individus, qui est la distance entre chacun des points tridimensionnels et un point imaginaire central à tous ces autres points; une valeur plus grande reflète un bassin qui est plus grand. Le logiciel *Morphologika* permet de visualiser tridimensionnellement les différences morphologiques entre individus.

### 2.2.3 Analyse en composantes principales

Les résidus Procrustes pour chaque individus sont les données initiales de l'Analyse en composantes principales (ACP). L'ACP génère un grand nombre de composantes, mais seules les composantes principales expliquant plus de 5 % de la variation sont retenues pour les analyses (Zeldicht et al., 2004).

## 2.2.4 Détermination de la variation inter-populationnelle

### 2.2.4.1 ANOVA et Tests post-hoc

L'analyse de variance (ANOVA) est une analyse multivariée qui permet de comparer la variation entre des groupes et détermine si cette variation sépare les groupes les uns des autres. L'ANOVA est faite sur chacune des composantes principales retenues. Pour les composantes principales qui parviennent à différencier les populations entre elles, un test post-hoc est effectué pour déterminer quels groupes se distinguent des autres. Si la variance entre les groupes est homogène, selon le test de Levene, le test post-hoc employé sera Bonferroni. Si la variance est hétérogène, le test post-hoc de Tamhane est alors utilisé.

Les différences morphologiques entre populations sont explorées visuellement avec le logiciel Morphologika.

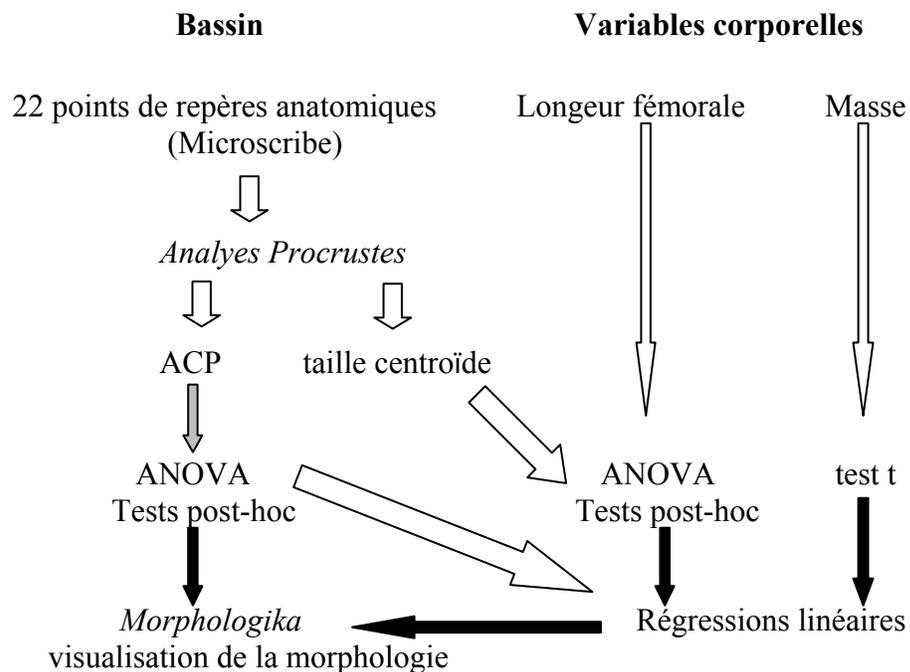
## 2.2.5 Détermination de la variation due à la taille ou la masse

### 2.2.5.1 ANOVA, Tests post-hoc, Test t et régressions linéaires

Une ANOVA a été utilisée sur les mesures de la longueur fémorale et la taille centroïde pour déterminer s'il y a une différence de taille entre les populations à l'étude et, dans les cas où les tests sont significatifs, un test post-hoc a été effectué suivant les mêmes règles détaillées à la section 2.2.4.1. Comme la masse est une variable qui est seulement disponible pour les populations Américaines européennes et africaines, soit celles de la collection Hamann-Todd, un test T a été effectué pour déterminer si les deux populations

avaient une masse différente. Finalement, pour les variables corporelles (longueur fémorale, masse et taille centroïde) qui ont des valeurs différentes entre populations (tel que déterminé par l'ANOVA, les tests post-hoc et le test de T), des régressions linéaires ont été faites avec les composantes principales significatives de la section 2.2.4.1. Ces régressions permettent alors d'explorer la relation entre les variables corporelles (taille et masse) et la morphologie du canal obstétrique (composantes principales significatives).

## 2.2.6 Résumé des étapes de la collecte des données et des analyses



**Figure 2.4** Résumé des étapes de la collecte des données et des analyses. Les flèches blanches représentent la prise et le traitement des données. La flèche gris pâle représente les composantes principales qui sont retenues (5 % ou plus de la variance totale). Les flèches noires indiquent que seules les variables qui séparent les populations sont retenues à l'étape suivante.

## CHAPITRE 3

### RÉSULTATS

#### 3.1 Déroit supérieur

##### 3.1.1 Détermination de la variation inter-populationnelle

###### 3.1.1.1 Analyse en composantes principales

L'Analyse en composantes principales a généré 17 composantes dont seules les 5 premières ont été retenues. Elles expliquent 78,1 % de la variance cumulée. Le tableau 3.1 présente la proportion de la variance expliquée et la proportion cumulative des 5 premières composantes principales.

**Tableau 3.1** Variance expliquée et cumulative des 5 premières composantes principales du déroit supérieur.

CP	Proportion (%)	Proportion cumulative (%)
1	34,259	34,259
2	21,484	55,743
3	9,691	65,434
4	7,250	72,684
5	5,368	78,052

###### 3.1.1.2 ANOVA et test post-hoc

Une ANOVA a été exécutée sur les 5 premières composantes principales. Le tableau 3.2 présente les résultats de l'ANOVA. Seules les composantes 1, 2 et 5 sont significatives ( $P < 0,0005$ ). Le tableau 3.3 donne les résultats du test post-hoc de l'ANOVA sur les composantes significatives.

**Tableau 3.2** Résultats de l'ANOVA sur les 5 premières composantes principales du détroit supérieur.

CP	F	Sig.
1	14,963	P < 0,0005
2	11,828	P < 0,0005
3	1,295	P = 0,277
4	0,816	P = 0,444
5	8,643	P < 0,0005

**Tableau 3.3** Résultats du test post-hoc Bonferroni sur les composantes significatives de l'ANOVA du détroit supérieur.

		Américaines européennes	Américaines africaines	Saldermiuts
CP1	Américaines européennes	0,003	0,014	-0,035
	Américaines africaines	P = 0,258	-0,011	-0,049
	Sadlermiuts	P < 0,05	P < 0,05	0,039
CP2	Américaines européennes	-0,015	-0,166	-0,626
	Américaines africaines	P < 0,05	0,001	-0,461
	Sadlermiuts	P < 0,0005	P < 0,0005	0,048
CP5	Américaines européennes	0,003	0,008	-0,005
	Américaines africaines	P = 0,064	-0,004	-0,013
	Sadlermiuts	P = 1	P < 0,05	0,008

Les boîtes encadrées représentent les moyennes de chacune des populations.

Les boîtes à la droite des encadrées représentent la différence entre les rangs et les colonnes.

Les boîtes à la gauche sont les niveaux de confiance dans les tests que les populations soient différentes.

## (i) Composante principale 1

La composante principale 1 explique 34,3 % de la variance et permet de différencier les Sadlermiuts des deux populations américaines. Les Sadlermiuts possèdent des valeurs plus grandes que les Américaines européennes et africaines (Tableau 3.3).

Les Sadlermiuts présentent un promontoire sacral situé plus antérieurement ce qui réduit le diamètre antéro-postérieur, un élargissement du diamètre médio-latéral, ainsi qu'une symphyse pubienne qui est située supérieurement (Figure 3.1; images A, B et C).

## (ii) Composante principale 2

La deuxième composante principale explique 21,5 % de la variance. Cette composante permet de distinguer les Sadlermiuts des populations américaines et ces dernières entre elles. Les Sadlermiuts possédant les valeurs les plus grandes, les Américaines européennes possèdent les valeurs plus petites, et les africaines ont des valeurs intermédiaires (Tableau 3.3).

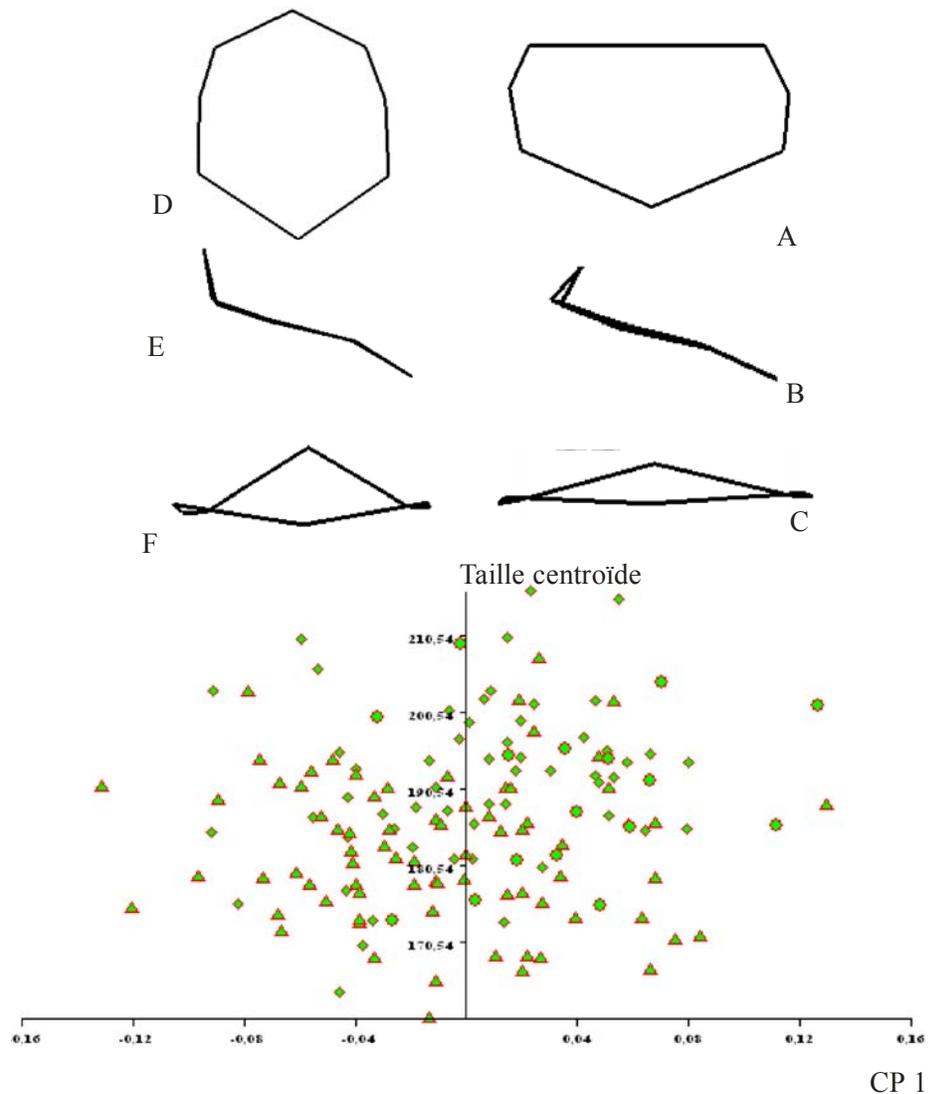
Les Sadlermiuts (Figure 3.2; images B et C) semblent avoir un promontoire plus bas et situé plus antérieurement par rapport aux autres points de ce détroit. Les Américaines européennes présentent un promontoire qui est plus haut et situé plus postérieurement par rapport aux autres points pour ce détroit (images E et F). Les Américaines africaines possèdent une morphologie intermédiaire entre ces deux populations.

## (iii) Composante principale 5

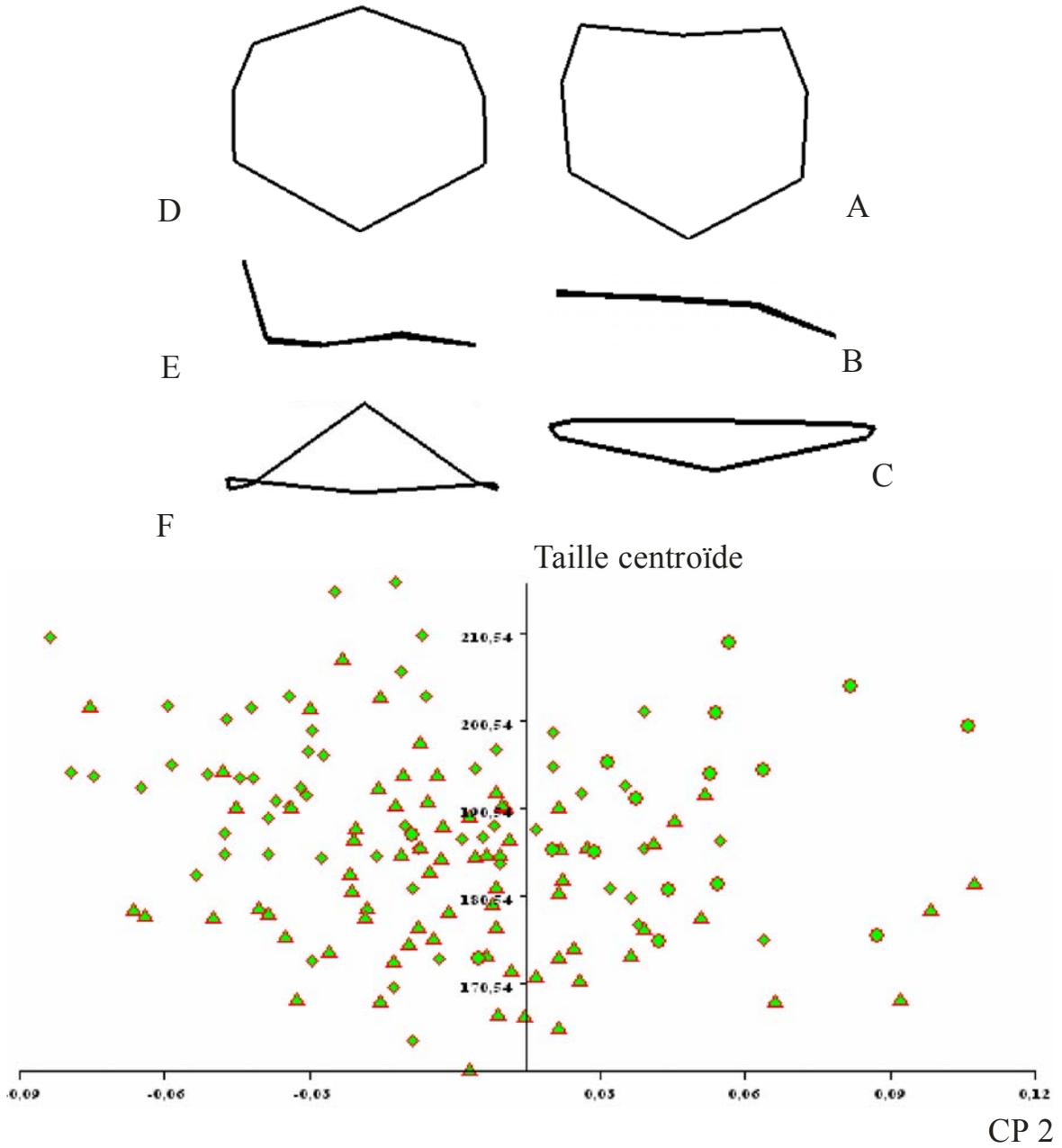
La cinquième composante permet d'expliquer 5,4 % de la variance. Cette composante parvient à différencier les Américaines africaines des Sadlermiuts, ces dernières possédant des valeurs supérieures aux Américaines africaines (Tableau 3.3), mais

aussi à un niveau de confiance presque significatif entre les Américaines européennes et africaines.

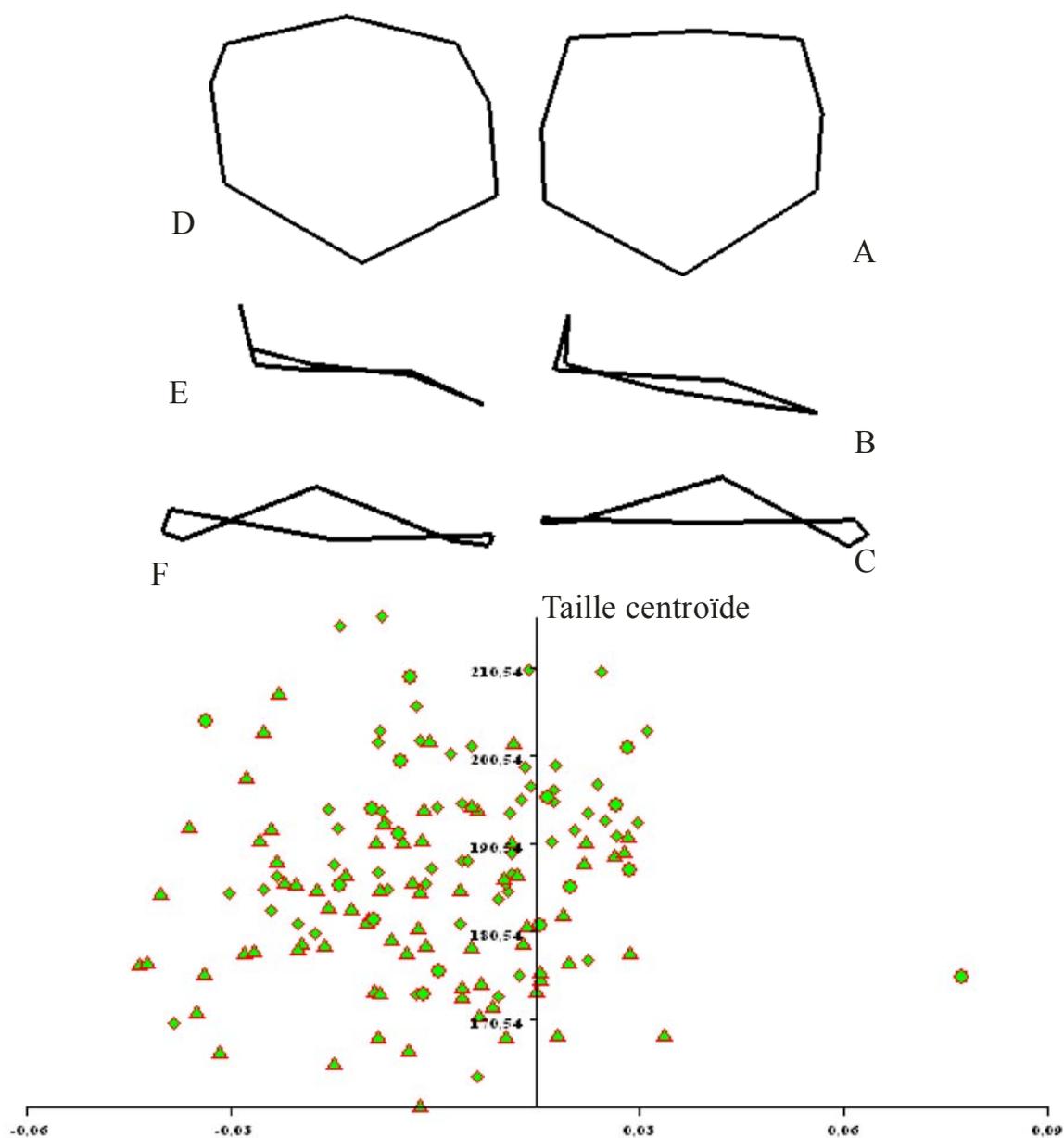
Les Américaines africaines présentent une articulation sacro-iliaque légèrement avancée pour ce détroit (Figure 3.3, images D et E).



**Figure 3.1** Analyse des trois populations, détroit supérieur : CP1 vs la taille centroïde. Légende : A, B et C représentent la morphologie correspondant à des valeurs positives et D, E et F représentent la morphologie correspondant à des valeurs négatives. A et D présentent le détroit en vue supérieure, B et E en vue latérale droite (postérieure à gauche), C et F en vue antérieure.  $\circ$ , Sadlermiuts;  $\triangle$ , Américaines africaines;  $\diamond$ , Américaines européennes. Les valeurs positives sont plus typiques des Saldemiuts, les valeurs négatives sont plus typiques des Américaines européennes et africaines.



**Figure 3.2** Analyse des trois populations, détroit supérieur. CP2 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Sadlermiuts et les valeurs négatives sont plus typiques des Américaines européennes et les Américaines africaines possèdent des valeurs intermédiaires.



CP 5

**Figure 3.3** Analyse des trois populations, détroit supérieur. CP5 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Sadlermiuts et les valeurs négatives sont plus typiques des Américaines africaines.

### 3.1.2 Influence de la masse et de la taille sur la morphologie

#### 3.1.2.1 Détermination de la variation de taille et de masse parmi deux populations différentes

Le tableau 3.4 présente les résultats de l'ANOVA sur la longueur fémorale et la taille centroïde et d'un test t sur la masse. Ce tableau ne sera présenté qu'ici puis sera mentionné dans les autres sections pour ne pas répéter inutilement les mêmes résultats. On constate que seules la longueur fémorale et la taille centroïde sont différentes entre les trois populations.

**Tableau 3.4** Résultats de l'ANOVA sur la longueur fémorale, la masse (test t sur les Américaines européennes et africaines), la tête fémorale (régression linéaire simple sur les Sadlermiuts) et la taille centroïde.

Variables corporelles	F	Sig.
Longueur fémorale	8,411	P < 0,0005
Masse*	0,21	P = 0,884
Taille centroïde pour le bassin	16,166	P < 0,0005

\* Américaines européennes et africaines seulement et obtenue sur le corps des individus.

Le tableau 3.5 présente les résultats du test post-hoc de l'ANOVA sur les variables significatives. Les Américaines européennes possèdent des fémurs plus courts que les Américaines africaines. Aucune autre population n'est différente pour cette valeur. En ce qui a trait à la taille centroïde, les Américaines africaines ont des valeurs plus petites que les Américaines européennes et les Sadlermiuts, et ces deux dernières populations ne sont pas significativement différentes.

Comme un des objectifs de ce mémoire est de déterminer si la variation inter-populationnelle du canal obstétrique est le résultat d'une variation de taille ou de masse, seules les variables qui présentent une variation inter-populationnelle sont retenues pour analyse, c'est-à-dire la longueur fémorale et la taille centroïde.

**Tableau 3.5** Résultats du test post-hoc de l'ANOVA sur les variables de taille des trois populations.

		Américaines européennes	Américaines africaines	Sadlermiuts
Longueur fémorale	Américaines européennes	418,53	-20,79	-10,02
	Américaines africaines	P < 0,0005	439,33	10,78
	Sadlermiuts	P = 0,765	P = 0,59	428,55
Taille centroïde	Américaines européennes	331,82	11,72	-8,07
	Américaines africaines	P < 0,0005	320,01	-19,79
	Sadlermiuts	P = 0,19	P < 0,0005	339,89

Les boîtes encadrées représentent les moyennes de chacune des populations.

Les boîtes à la droite des encadrées représentent la différence entre les rangs et les colonnes.

Les boîtes à la gauche des encadrées sont les niveaux de confiance dans les tests que les populations soient différentes.

### 3.1.2.2 Influence de la taille sur la morphologie

Le tableau 3.6 présente les résultats des régressions linéaires effectuées sur les 3 composantes principales retenues en fonction de la longueur fémorale et de la taille centroïde. La longueur fémorale n'est pas corrélée avec aucune des composantes retenues. Cependant, la composante 2 est significativement corrélée avec la taille centroïde ( $P >$

0,05). Lorsque la taille centroïde augmente, les valeurs de la composante diminuent donc signifient une corrélation négative.

**Tableau 3.6** Résultats des régressions linéaires de la longueur fémorale et la taille centroïde versus les 3 composantes principales significatives du détroit supérieur.

CP	Longueur fémorale			Taille centroïde		
	Coeff.	F	Sig.	Coeff.	F	Sig.
1	-191,813	0,468	P = 0,497	29,917	2,554	P = 0,112
2	-102,523	0,083	P = 0,774	-56,984	5,944	<b>P &lt; 0,05</b>
5	102,364	0,021	P = 0,886	47,356	0,992	P = 0,321

(i) Composante principale 2 et taille centroïde

Telle qu'observée à la figure 3.2, la morphologie qui correspond à une petite taille centroïde, soit celle des Américaines africaines, est de présenter un promontoire sacral qui est plus haut et situé plus postérieurement par rapport aux autres points anatomiques pour ce détroit (images E et F). De l'autre côté, les Saldermiuts et Américaines européennes, ayant une grande taille centroïde, présentent un promontoire sacral situé plus bas et positionné plus antérieurement (images B et C). Il faut souligner ici que ces différences entre populations reflètent possiblement seulement des différences de taille pour ce détroit

(taille centroïde) et que si on avait des individus de taille semblable, il n'y aurait possiblement pas de différence de morphologie.

### 3.1.3 Résumé

La population des Sadlermiuts semble posséder un promontoire sacral bas, situé plus antérieurement dans la cavité pelvienne avec un léger élargissement du diamètre médio-latéral, ce qui correspond à une forme platypelloïde pour ce détroit. Les deux populations américaines présentent un diamètre antéro-postérieur relativement plus spacieux pour ce détroit en raison d'un promontoire sacral qui est positionné postérieurement par rapport aux autres points anatomiques, ce qui résulte en une morphologie qui tend vers une forme plus gynoïde pour ce détroit. Il est possible que cette forme soit, du moins en partie, une fonction de la taille du bassin qui est différente parmi les populations.

## 3.2 Détroit moyen

### 3.2.1 Détermination de la variation inter-populationnelle

#### 3.2.1.1 Analyse en composantes principales

L'Analyse en composantes principales a généré 11 composantes dont seules les 5 premières ont été retenues et celles-ci expliquent 86,6 % de la variance totale. Le tableau 3.7 présente la proportion de la variance expliquée et la proportion cumulative des 5 premières composantes principales.

**Tableau 3.7** Variance expliquée et cumulative des 5 premières composantes principales du détroit moyen.

CP	Proportion (%)	Proportion cumulative (%)
1	37,149	37,149
2	20,745	57,894
3	13,116	71,010
4	9,126	80,136
5	6,140	86,546

### 3.2.1.2 ANOVA et Tests post-hoc

Telle qu'employée dans l'analyse du détroit supérieur pour la détermination de la variation inter-populationnelle, une ANOVA a permis d'identifier les composantes principales significatives qui permettent de distinguer les populations des 5 premières composantes principales. Le tableau 3.8 présente les résultats de l'ANOVA. Toutes les composantes sont significatives pour ce détroit ( $P < 0,05$  et  $P < 0,0005$ ). Le tableau 3.9 présente les résultats des tests post-hoc de l'ANOVA sur toutes les composantes principales.

**Tableau 3.8** Résultats de l'ANOVA sur les 5 premières composantes principales du détroit moyen.

CP	F	Sig.
1	7,607	$P < 0,05$
2	14,598	$P < 0,0005$
3	8,579	$P < 0,0005$
4	6,597	$P < 0,05$
5	3,701	$P < 0,05$

(i) Composante principale 1

La première composante principale explique 37,2% de la variance entre les populations à l'étude. Elle permet de distinguer les Sadlermiuts des Américaines africaines, ces dernières possédant des valeurs supérieures (Tableau 3.9).

Les images démontrant la morphologie de type Sadlermiut (Figure 3.4; images D, E et F) présentent un point de contact entre la S2-S3 du sacrum qui est situé plus antérieurement et qui se traduit par une réduction du diamètre antéro-postérieur parallèlement à un léger élargissement du diamètre médio-latéral. Les Américaines africaines démontrent un point de contact sacral entre la S2-S3 qui est situé plus postérieurement par rapport aux autres points anatomiques pour ce détroit (images A et B).

(ii) Composante principale 2

La deuxième composante permet d'expliquer 20,8 % de la variance totale. Elle parvient à différencier toutes les populations. Les Sadlermiuts ont les valeurs les plus grandes, les Américaines africaines ont les valeurs les plus petites, et les Américaines européennes sont intermédiaires (Tableau 3.9).

La figure 3.5 présente un point de contact sacral entre la S2-S3 qui est situé plus bas chez les Sadlermiuts dans l'axe supéro-inférieur avec un point supérieur de la grande incisure ischiatique plus haut (images B et C). Les Américaines africaines présentent une même hauteur entre le point de contact sacral entre la S2-S3 et la symphyse pubienne (images E et F). Les Américaines européennes possèdent une morphologie intermédiaire.

**Tableau 3.9** Résultats des tests post-hoc Bonferonni et Tamhane (\*) sur les composantes significatives de l'ANOVA du détroit moyen.

		Américaines européennes	Américaines africaines	Sadlermiuts
CP 1	Am. eur.	-0,005	-0,016	0,030
	Am. afric.	P = 0,131	0,113	0,046
	Sadlermiuts	P = 0,051	P < 0,05	-0,035
CP 2*	Am. eur.	0,005	0,017	-0,029
	Am. afric.	P < 0,05	-0,012	-0,045
	Sadlermiuts	P < 0,0005	P < 0,0005	0,034
CP 3	Am. eur.	-0,001	0,004	-0,026
	Am. afric.	P = 1	-0,005	-0,030
	Sadlermiuts	P < 0,05	P < 0,0005	0,025
CP 4	Am. eur.	-0,007	-0,014	-0,003
	Am. afric.	P < 0,05	0,007	0,011
	Sadlermiuts	P = 1	P = 0,265	-0,004
CP 5*	Am. eur.	-0,004	-0,008	0,001
	Am. afric.	P < 0,05	0,004	0,009
	Sadlermiuts	P = 0,999	P < 0,05	-0,004

Les boîtes encadrées représentent les moyennes de chacune des populations.

Les boîtes à la droite des encadrées représentent la différence entre les rangs et les colonnes.

Les boîtes à la gauche des encadrées sont les niveaux de confiance dans les tests que les populations soient différentes.

(iii) Composante principale 3

La troisième composante explique 13,1 % de la variance cumulée. Elle permet de séparer les Sadlermiuts des deux populations Américaines, les secondes obtenant des valeurs inférieures aux premières (Tableau 3.9).

Il semble que cette composante fait varier la position de la symphyse pubienne (Figure 3.6). Chez les Américaines (images D, E et F), elle se situe plus postérieurement relative aux autres points de ce détroit réduisant ainsi le diamètre antéro-postérieur.

(i) Composante principale 4

La quatrième composante parvient à expliquer 9,1 % de la variance totale. Elle permet de distinguer les Américaines européennes des africaines (Tableau 3.9). Les Américaines européennes possèdent des valeurs supérieures aux africaines.

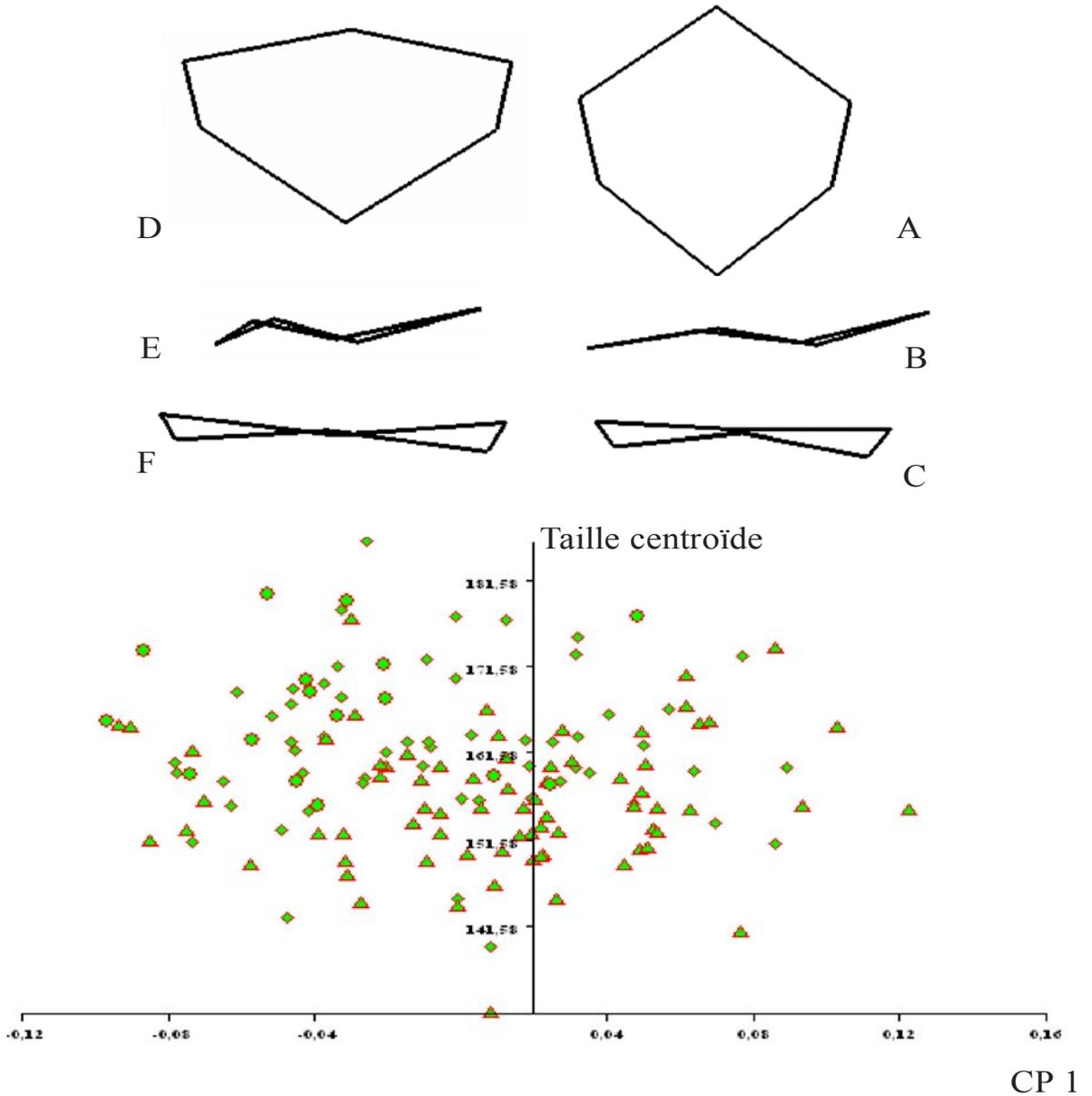
Les Américaines européennes (Figure 3.7) possèdent un point supérieur de la grande incisure ischiatique plus haut par rapport aux autres points anatomiques pour ce détroit (image B). De plus, il est intéressant de noter que la population africaine se situe aux deux extrêmes de l'axe de cette composante.

(ii) Composante principale 5

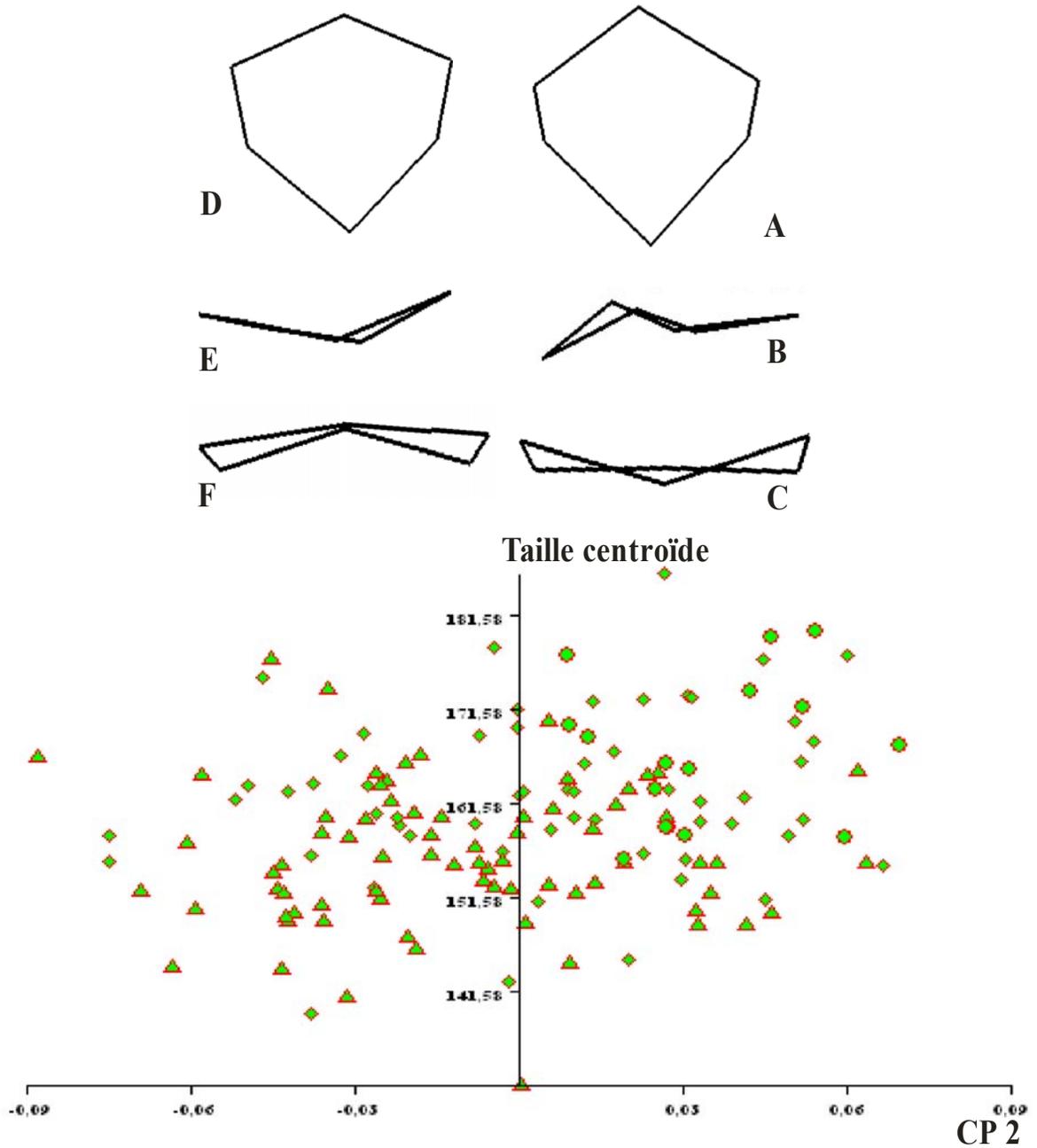
La cinquième composante explique 6,4 % de la variance totale. Elle parvient à différencier les Américaines africaines des deux autres populations, ces dernières ayant des valeurs inférieures (Tableau 3.9).

Les Américaines africaines (Figure 3.8; images B et C) démontrent un centre de l'acétabulum au niveau endo-pelvien plus bas ainsi qu'un point supérieur de la grande incisure ischiatique qui est au même niveau (hauteur) que le centre de l'acétabulum côté

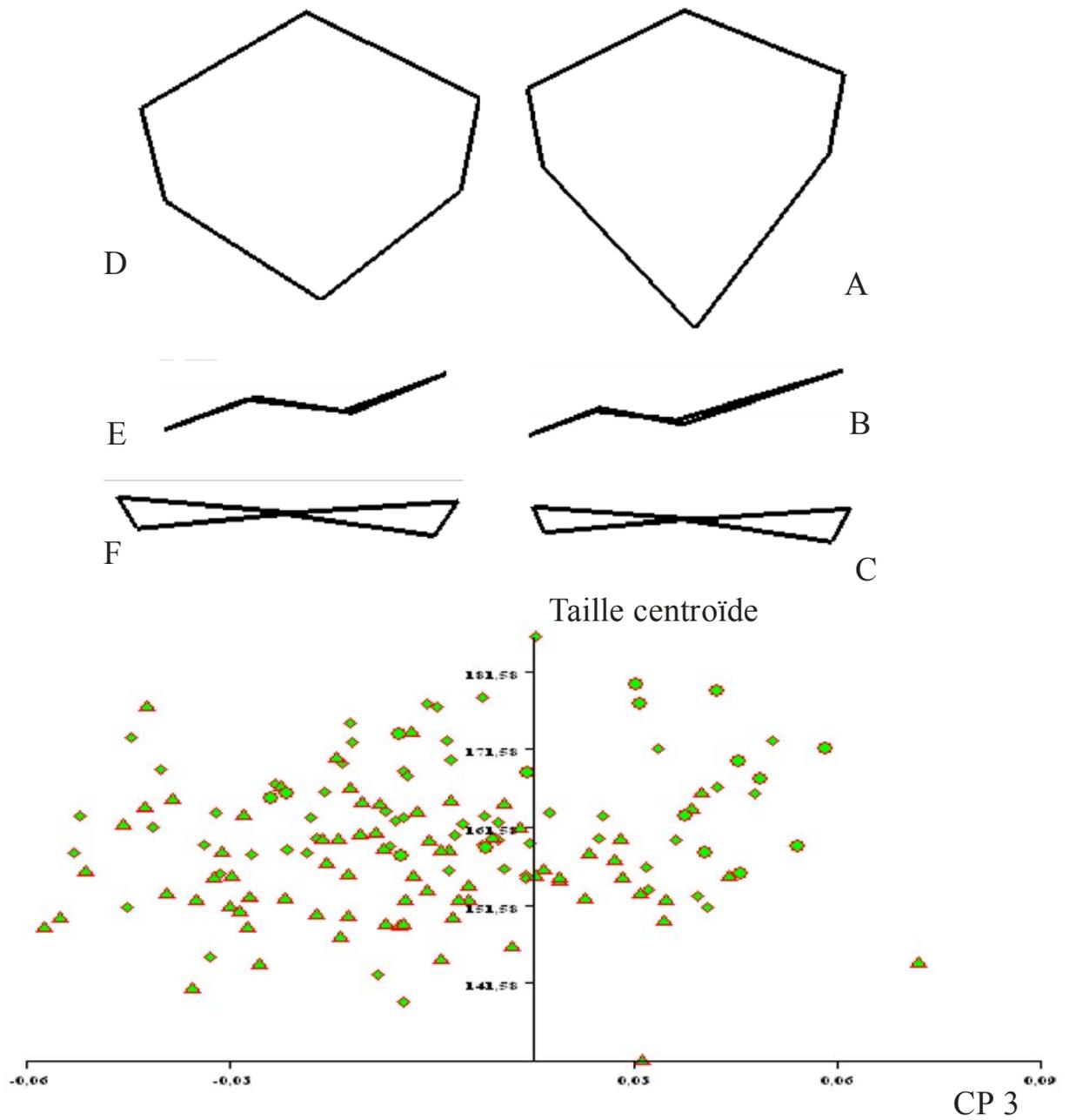
interne. De plus, il faut souligner que cette population tend à se situer aux deux extrêmes de l'axe de cette composante.



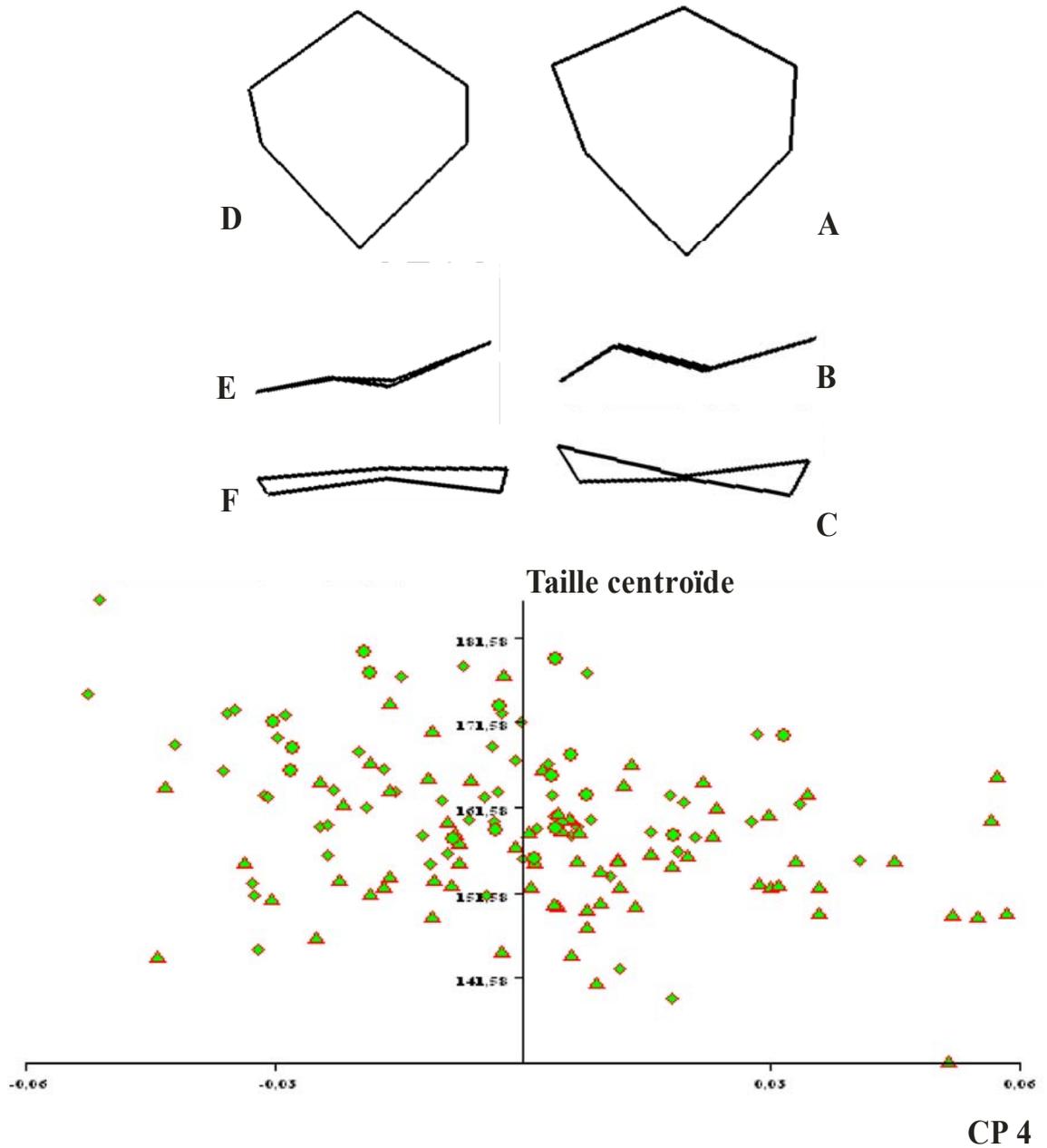
**Figure 3.4** Analyse des trois populations, détroit moyen. CP1 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Américaines africaines et les valeurs négatives sont plus typiques des Sadlermiuts.



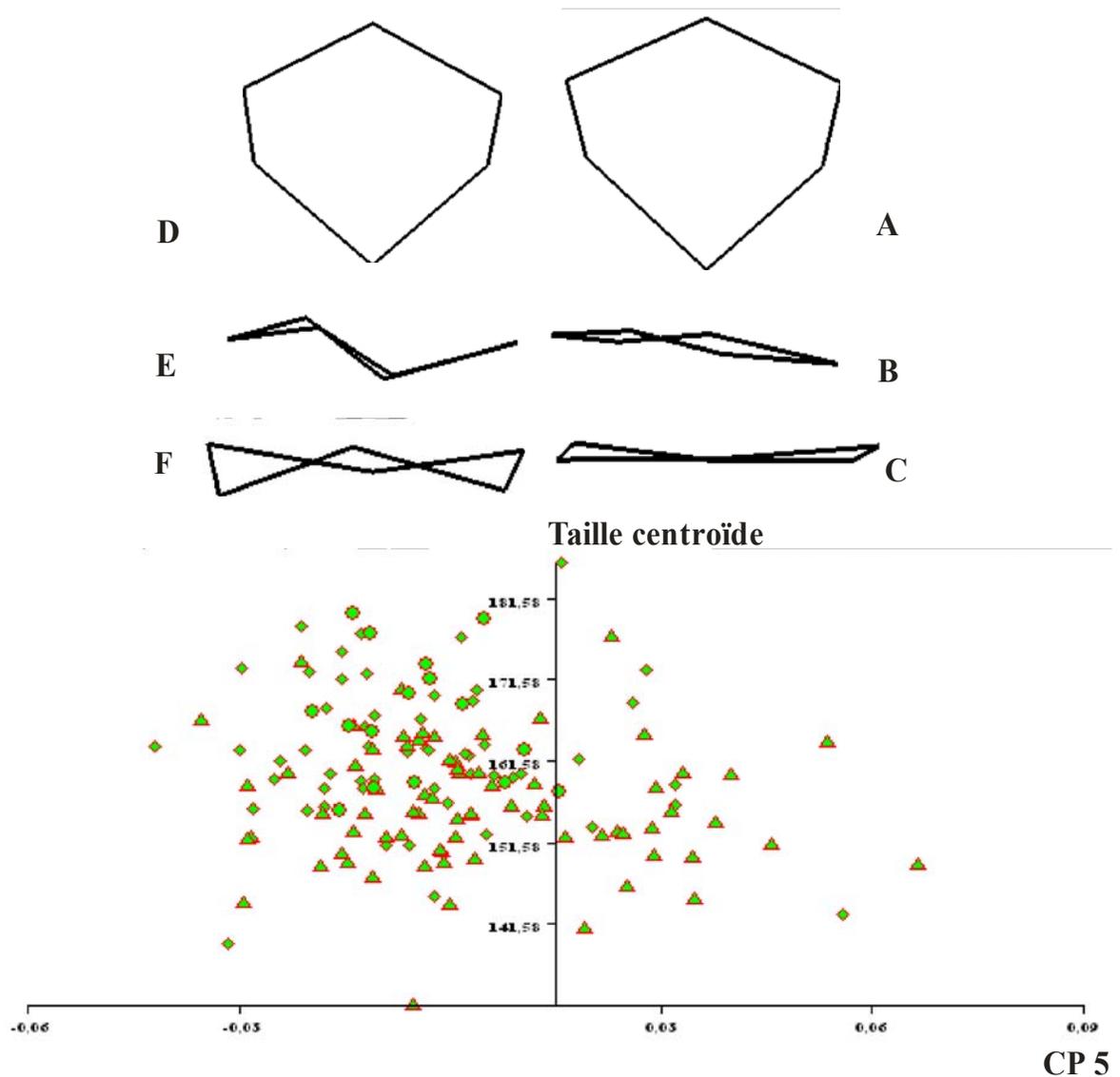
**Figure 3.5** Analyse des trois populations, détroit moyen. CP2 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Sadlermiuts, les valeurs négatives sont plus typiques des Américaines africaines et les Américaines européennes possèdent des valeurs intermédiaires.



**Figure 3.6** Analyse des trois populations détroit moyen. CP3 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Sadlemriuts, les valeurs négatives sont plus typiques des Américaines européennes et africaines.



**Figure 3.7** Analyse des trois populations, détroit moyen. CP4 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Américaines européennes, les valeurs négatives sont plus typiques des Américaines africaines.



**Figure 3.8** Analyse des trois populations, détroit moyen. CP5 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Américaines africaines, les valeurs négatives sont plus typiques des Sadlermiuts et des Américaines européennes.

### 3.2.2 Influence de la masse et de la taille sur la morphologie

#### 3.2.2.1 Détermination de la variation de taille et de masse

Les tableaux 3.4 et 3.5, présentés à la section 3.1.2 démontrent les résultats de l'ANOVA sur la longueur fémorale et la taille centroïde et du Test t sur la masse ainsi que

les résultats du test post-hoc de l'ANOVA sur la taille de ces trois populations. Comme noté à cette section, seules la longueur fémorale et la taille centroïde sont différentes entre les trois populations à l'étude. Les Américaines européennes possèdent des fémurs plus courts donc des proportions corporelles différentes que les Américaines africaines, mais ces dernières possèdent des plus petits bassins par rapport à la taille corporelle globale (stature). Aucune autre population n'est différente pour cette valeur. En ce qui concerne la taille centroïde, les Américaines africaines possèdent des valeurs plus petites que les Américaines européennes et les Sadlermiuts.

#### 3.3.2.2 Influence de la taille sur la morphologie

Le tableau 3.10 présente les résultats des régressions linéaires faites sur les 5 composantes principales retenues en fonction de la longueur fémorale et de la taille centroïde. La longueur fémorale n'est pas corrélée avec aucune des composantes retenues. La composante 2 est positivement corrélée avec la taille centroïde tandis que les composantes 4 et 5 sont négativement corrélées avec la taille centroïde.

**Tableau 3.10** Résultats des régressions linéaires de la longueur fémorale et de la taille centroïde en fonction des 5 composantes principales significatives du détroit moyen.

CP	Longueur fémorale			Taille centroïde		
	Coeff.	F	Sig.	Coeff.	F	Sig.
1	128,945	0,191	P = 0,663	-17,998	1,271	P = 0,262
2	-622,162	2,258	P = 0,114	63,638	9,361	<b>P &lt; 0,05</b>
3	-754,702	2,349	P = 0,128	32,945	1,505	P = 0,222
4	888,052	2,261	P = 0,135	-125,326	16,734	<b>P &lt; 0,0005</b>
5	-320,041	0,203	P = 0,653	-83,747	4,864	<b>P &lt; 0,05</b>

(i) Composantes principales 2, 4 et 5 et la taille centroïde des trois populations

La morphologie du détroit moyen qui ressort lorsque des individus possèdent de petites tailles centroïdes est un point de contact sacral entre la S2-S3 situé à la même hauteur que la symphyse pubienne (Figure 3.5; images E et F). Lorsque les individus possèdent une grande taille centroïde, la morphologie présente un point de contact sacral entre la S2-S3, qui est situé plus bas (Figure 3.5; image B); un point supérieur de la grande incisure ischiatique, situé plus haut par rapport aux autres points pour ce détroit (Figure 3.5, image B; Figure 3.7, image B; Figure 3.8, image E); ainsi qu'un centre de l'acétabulum au niveau endo-pelvien, situé plus bas par rapport aux autres points pour ce détroit (Figure 3.8, image B). Il faut mentionner que ces différences entre populations reflètent possiblement seulement des différences de taille pour ce détroit (taille centroïde) et que si on possédait

des individus de ces populations mais de taille similaire, il n'y aurait possiblement pas de différence de morphologie.

### 3.2.3 Résumé

Les Sadlermiuts présentent un détroit moyen ayant un point de contact sacral entre la S2-S3 plus antérieur ainsi qu'une symphyse pubienne située plus postérieurement par rapport aux autres points pour ce détroit, ce qui diminue le diamètre antéro-postérieur et présente un léger élargissement du diamètre médio-latéral, ce qui se traduit en une forme platypelloïde pour ce détroit. Les Américaines européennes démontrent un point supérieur de la grande incisure ischiatique plus haute par rapport aux autres points pour ce détroit et un centre de l'acétabulum au niveau endo-pelvien plus haut. Finalement, les Américaines africaines ont un diamètre antéro-postérieur relativement plus spacieux que le diamètre médio-latéral à cause de la position du point sacral entre la S2-S3 qui est situé plus postérieurement aux autres points; un centre de l'acétabulum endo-pelvien qui est situé plus bas en relation aux autres points anatomiques pour ce détroit, ce qui démontre une morphologie qui tend vers une forme gynoïde.

## 3.3 Détroit inférieur

### 3.3.1 Détermination de la variation inter-populationnelle

#### 3.3.1.1 Analyse en composantes principales

L'Analyse en composantes principales a généré 11 composantes principales dont seules les 5 premières ont été retenues et elles expliquent 88,8 % de la variance totale. Le

tableau 3.11 présente la proportion de la variance expliquée ainsi que la proportion cumulative des 5 composantes principales retenues.

### 3.3.1.2 ANOVA et Tests post-hoc

Telle qu'utilisée pour les détroits supérieur et moyen pour la détermination de la variation inter-populationnelle, une ANOVA a permis d'identifier les composantes principales significatives qui parviennent à différencier les 3 populations à l'étude (Tableau 3.12). Les composantes 1 et 2 sont significatives ( $P < 0,0005$  et  $P < 0,05$  respectivement). Le tableau 3.13 présente les résultats des tests post-hoc de l'ANOVA sur ces composantes principales.

**Tableau 3.11** Variance expliquée et cumulative des 5 premières composantes principales du détroit inférieur.

CP	Proportion (%)	Proportion cumulative (%)
1	37,652	37,652
2	19,235	56,887
3	15,013	71,901
4	9,176	81,076
5	7,676	88,752

**Tableau 3.12** Résultats de l'ANOVA sur les 5 premières composantes principales du détroit inférieur.

CP	F	Sig.
1	10,051	P < 0,0005
2	3,536	P < 0,05
3	1,659	P = 0,194
4	2,870	P = 0,060
5	2,967	P = 0,055

**Tableau 3.13** Résultats des tests post-hoc Bonferonni et Tamhane (\*) sur les composantes principales significatives de l'ANOVA du détroit inférieur.

		Américaines européennes	Américaines africaines	Sadlermiuts
CP 1*	Américaines européennes	0,028	0,048	0,035
	Américaines africaines	P < 0,0005	-0,021	-0,013
	Sadlermiuts	P < 0,05	P = 0,655	-0,008
CP 2	Américaines européennes	0,009	0,011	0,035
	Américaines africaines	P = 0,544	-0,002	0,024
	Sadlermiuts	P < 0,05	P = 0,206	-0,026

Les boîtes encadrées représentent les moyennes de chacune des populations.

Les boîtes à la droite des encadrées représentent la différence entre les rangs et les colonnes.

Les boîtes à la gauche des encadrées sont les niveaux de confiance dans les tests que les populations soient différentes.

(i) Composante principale 1

La première composante permet d'expliquer 37,7 % de la variance totale. Elle parvient à différencier les Américaines européennes des deux autres populations (Tableau 3.13). Les Américaines européennes possèdent des valeurs supérieures aux deux autres populations.

Les Américaines européennes (Figure 3.9, images A, B et C) présentent une extrémité sacrale qui a tendance à être plus inférieure et située plus antérieurement, ce qui réduit le diamètre antéro-postérieur, et un léger élargissement du diamètre médio-latéral.

(ii) Composante principale 2

La deuxième composante principale parvient à expliquer 19,2 % de la variance totale et permet de distinguer les Sadlermiuts des Américaines européennes, les dernières possédant des valeurs supérieures (Tableau 3.13).

La population des Sadlermiuts (Figure 3.10, images D, E et F) présentent une symphyse pubienne qui est plus reculée et plus basse ce qui démontre un diamètre antéro-postérieur plus court ainsi que des tubérosités ischiatiques plus avancées par rapport aux autres points anatomiques pour ce détroit.

### 3.3.2 Influence de la masse et de la taille sur la morphologie

#### 3.3.2.1 Détermination de la variation de la taille et la masse

Telle qu'observée au tableau 3.4 de la section 3.1.2, seules la longueur fémorale et la taille centroïde sont significatives pour l'ANOVA. De plus, le tableau 3.5, de la même section, démontre que les Américaines européennes possèdent des fémurs plus courts que

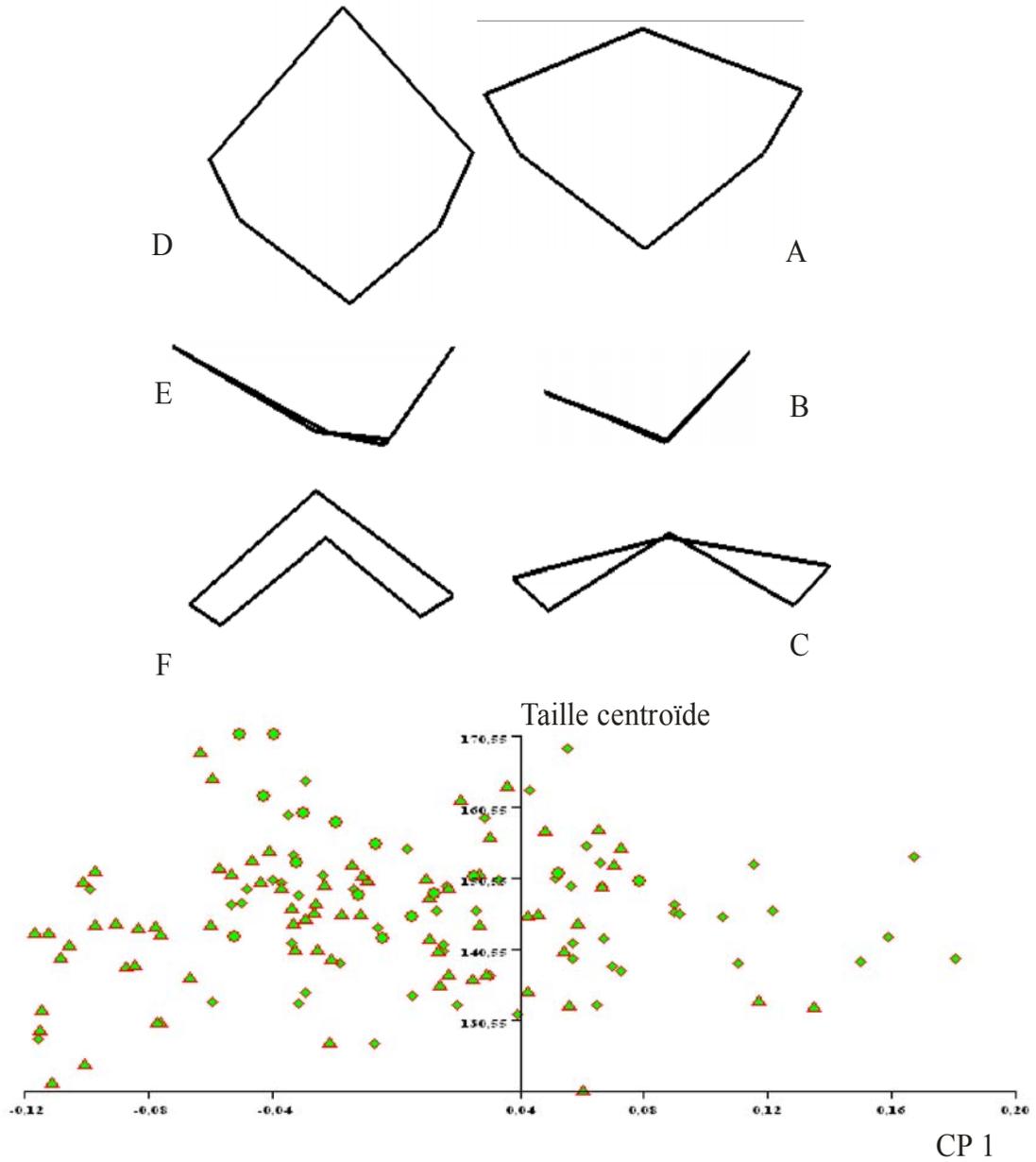
les Américaines africaines et ces dernières possèdent des valeurs plus petites que les Américaines européennes et les Sadlermiuts pour la taille centroïde.

### 3.3.2.2 Influence de la taille sur la morphologie

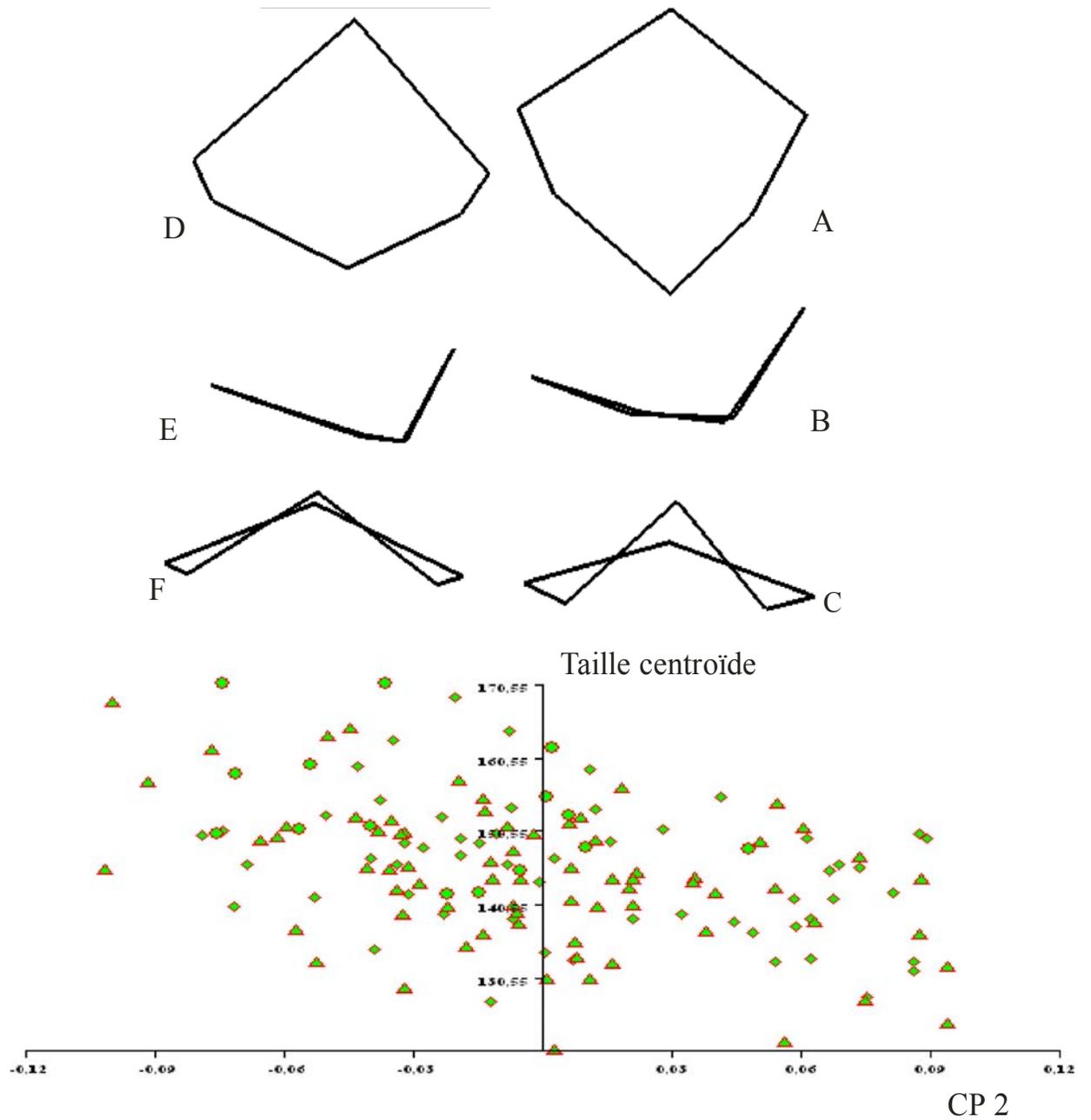
Le tableau 3.14 présente les résultats des régressions linéaires faites sur les 2 composantes principales retenues en fonction de la longueur fémorale et la taille centroïde. Il semble que la longueur fémorale ainsi que la taille centroïde ne soient pas corrélées avec aucune des composantes retenues. Les différences observées entre les populations ne semblent donc pas être une fonction de leur taille différente.

**Tableau 3.14** Résultats des régressions linéaires de la longueur fémorale et de la taille centroïde en fonction des 2 composantes principales significatives du déterminant inférieur.

CP	Longueur fémorale			Taille centroïde		
	Coeff.	F	Sig.	Coeff.	F	Sig.
1	-226,515	1,162	P = 0,283	8,756	0,488	P = 0,486
2	-209,774	0,507	P = 0,478	-88,239	30,662	P = 1.441



**Figure 3.9** Analyse des trois populations, détroit inférieur. CP1 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Américaines européennes, les valeurs négatives sont plus typiques des Sadlermiuts et des Américaines africaines.



**Figure 3.10** Analyse des trois populations, détroit inférieur. CP2 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Américaines européennes, les valeurs négatives sont plus typiques des Sadlermiuts.

### 3.3.3 Résumé

La population des Américaines européennes présentent une morphologie du détroit inférieur ayant une extrémité sacrale qui est située plus antérieurement et plus inférieurement par rapport aux autres points anatomiques pour ce détroit, ce qui réduit le diamètre antéro-postérieur, et elles présentent un léger élargissement du diamètre médio-latéral. Cette morphologie se traduit par une forme qui tend vers une forme gynoïde. Les Sadlermiuts démontrent une symphyse pubienne qui est plus reculée et basse par rapport aux autres points anatomiques pour ce détroit, ce qui rend le diamètre antéro-postérieur plus court ainsi que des tubérosités ischiatiques plus avancées par rapport aux autres points du détroit. La variation morphologique inter-populationnelle ne semble pas être due à une variable de taille.

## 3.4 Tous les détroits

### 3.4.1 Détermination de la variation inter-populationnelle

#### 3.4.1.1 Analyse en composantes principales

L'Analyse en composantes principales a généré 53 composantes principales. Les 5 premières composantes principales ont été retenues et elles expliquent 58,4% de la variance expliquée entre les populations. Le tableau 3.15 présente la proportion de la variance expliquée ainsi que la proportion cumulative des 5 premières composantes principales.

**Tableau 3.15** Variance expliquée et cumulative des 5 premières composantes principales de tous les détroits ensembles.

CP	Proportion (%)	Proportion cumulative (%)
1	17,479	17,479
2	15,486	32,965
3	9,476	42,441
4	8,661	51,102
5	7,273	58,375

#### 3.4.1.2 ANOVA et Test post-hoc

Une ANOVA a été effectuée sur les 5 premières composantes principales pour déterminer si elles séparent les populations (Tableau 3.16). Nous remarquons que seules les composantes 1, 2 et 5 sont significatives ( $P < 0,0005$ ). Le tableau 3.17 présente les résultats du test post-hoc de l'ANOVA sur les composantes principales significatives.

**Tableau 3.16** Résultats de l'ANOVA sur les 5 premières composantes principales de tous les détroits ensembles.

CP	F	Sig.
1	14,963	$P < 0,0005$
2	11,828	$P < 0,0005$
3	1,295	$P = 0,277$
4	0,816	$P = 0,444$
5	8,643	$P < 0,0005$

**Tableau 3.17** Résultats du test post-hoc Bonferonni sur les composantes significatives de l'ANOVA de tous les détroits ensembles.

		Américaines européennes	Américaines africaines	Sadlermiuts
CP 1	Américaines européennes	0,002	-0,006	0,048
	Américaines africaines	P = 1	0,008	0,054
	Sadlermiuts	P < 0,0005	P < 0,0005	-0,054
<hr/>				
CP 2	Américaines européennes	0,164	0,024	0,039
	Américaines africaines	P < 0,0005	-0,008	0,015
	Sadlermiuts	P < 0,0005	P = 0,357	-0,023
<hr/>				
CP 5	Américaines européennes	0,01	0,17	0,016
	Américaines africaines	P < 0,0005	-0,007	-0,001
	Sadlermiuts	P = 0,065	P = 1	-0,005

Les boîtes encadrées représentent les moyennes de chacune des populations.

Les boîtes à la droite des encadrées représentent la différence entre les rangs et les colonnes.

Les boîtes à la gauche des encadrées sont les niveaux de confiance dans les tests que les populations soient différentes.

(i) La Composante principale 1

La composante principale 1, qui explique 17,5% de la variance, permet de différencier les Sadlermiuts qui possèdent des valeurs plus petites que les deux autres populations (Tableau 3.17).

Les images présentant la morphologie négative (Figure 3.11, images D, E et F), qui représente la morphologie de type Sadlermiut, démontrent un diamètre médio-latéral plus

spacieux que le diamètre antéro-postérieur, un sacrum plus court. Le canal obstétrique de cette population est plus court dans l'axe supéro-inférieur.

(ii) Composante principale 2

La seconde composante, qui explique 15,5% de la variance totale, parvient à différencier les Américaines européennes des Américaines africaines et des Sadlermiuts (Tableau 3.17). Cette première population possède des valeurs plus grandes que les deux autres.

La figure 3.12 démontre que les Américaines européennes (images A, B et C) se distinguent des deux autres populations par des points sacraux qui sont situés plus antérieurement au niveau des détroits moyen et inférieur, ce qui se traduit par un sacrum ayant un aspect vertical (les autres populations ayant un sacrum dont la partie inférieure est basculée vers l'arrière), et d'un promontoire situé plus haut. De plus, la cavité obstétricale des Américaines européennes se caractérise par des diamètres médio-latéraux plus spacieux que les antéro-postérieurs. Toutefois, il semble que cette morphologie ne pas soit pas due à un changement du diamètre médio-latéral, mais bien celui du diamètre antéro-postérieur qui devient plus étroit.

(iii) Composante principale 5

En ce qui concerne la cinquième composante, qui explique 7,3% de la variance totale, les Américaines européennes se distinguent des Américaines africaines; les européennes ayant des valeurs plus grandes (Tableau 3.17).

Les Américaines africaines (Figure 3.13, images D, E et F) possèdent un canal plus tubulaire avec une extrémité sacrale située plus basse. Les Américaines européennes

(Figure 3.13, images A, B et C) possèdent un détroit inférieur ayant un diamètre antéro-postérieur étroit puis une extrémité sacrale qui se déplace antérieurement donnant au canal obstétrique une forme plus conique que les africaines.

### 3.4.2. Influence de la masse et de la taille sur la morphologie

#### 3.4.2.1 Influence de la taille sur la morphologie

Le tableau 3.18 présente les résultats des régressions linéaires effectuées sur les 3 composantes principales retenues en fonction de la longueur fémorale et de la taille centroïde. La longueur fémorale n'est pas corrélée avec aucune des composantes retenues. Cependant, la composante 5 est positivement corrélée avec la taille centroïde ( $P > 0,0005$ ). Lorsque la taille centroïde augmente, les valeurs de la composante augmentent.

##### (i) Composante principale 5 et la taille centroïde des trois populations

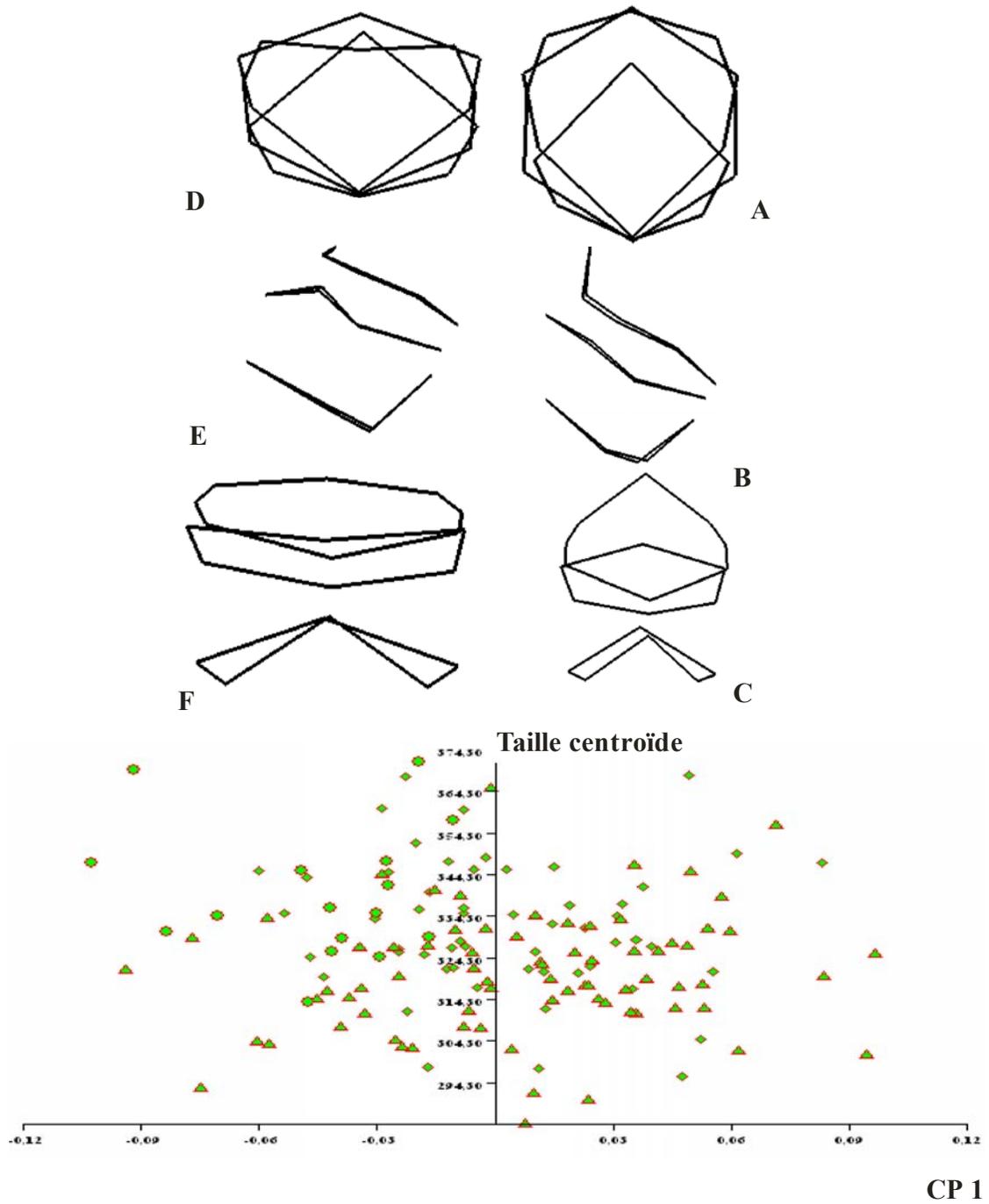
Les Américaines africaines ont une taille centroïde plus petite que les Américaines européennes et les Saldermiuts. Le tableau 3.18 montre que lorsque la taille centroïde augmente, les valeurs de la CP5 augmentent.

Telles que notées à la figure 3.13, la cinquième composante présente la morphologie du canal obstétrique entre deux extrêmes : la plus typique chez les Américaines africaines (images D, E et F) et celle plus typique des Américaines européennes (A, B et C). Ces morphologies résultent en partie d'une variation de la taille centroïde. C'est alors que les petites valeurs de la taille centroïde, représentées par les Américaines africaines, démontrent une morphologie de type tubulaire et les grandes valeurs de la taille centroïde, représentées par les Américaines européennes, dévoilent un détroit inférieur étroit avec une

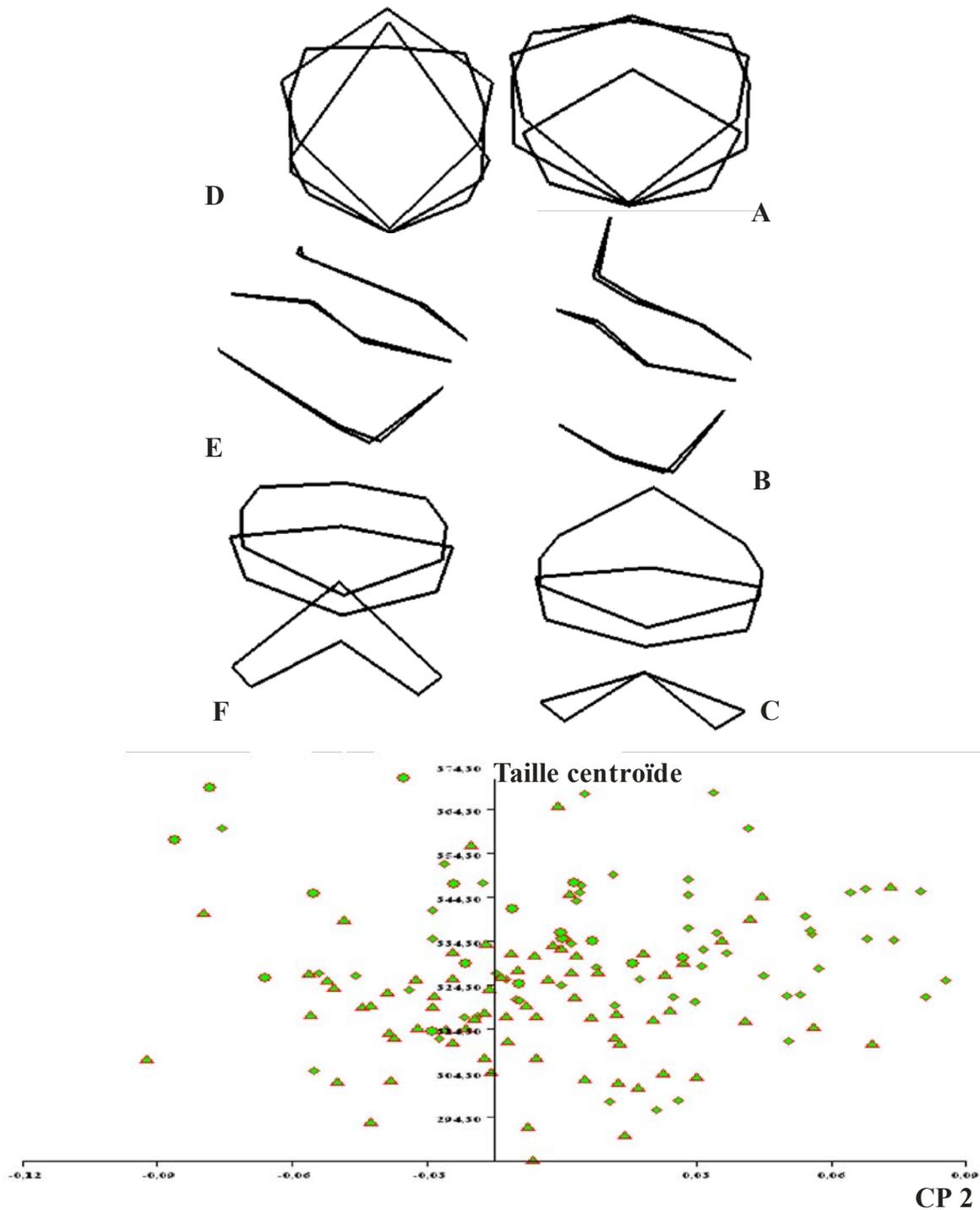
extrémité sacrale située plus antérieurement. Il est donc possible que ces différences entre populations reflètent seulement des différences de taille du canal obstétrique (taille centroïde) et que si on avait des individus de ces populations mais de taille semblable, il n'y aurait possiblement pas de différence de morphologie.

**Tableau 3.18** Résultats des régressions linéaires de la longueur fémorale et la taille centroïde en fonction aux 3 composantes principales significatives de tous les détroits ensembles.

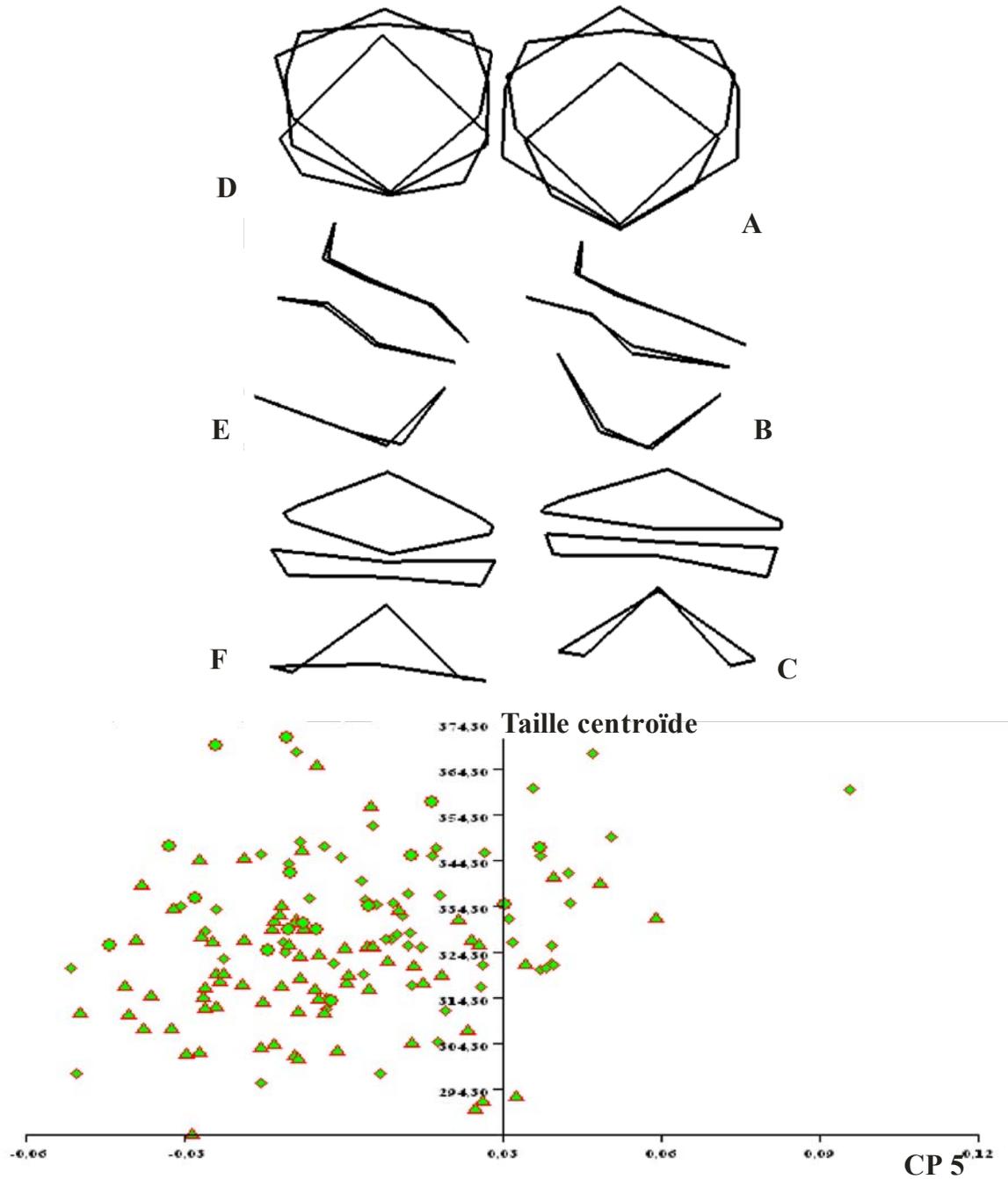
CP	Longueur fémorale			Taille centroïde		
	Coeff.	F	Sig.	Coeff.	F	Sig.
1	-45,991	0,017	P = 0,896	-45,415	1,648	P = 0,201
2	-193,376	0,271	P = 0,603	25,699	0,464	P = 0,497
5	-992,287	3,427	P = 0,066	151,855	8,001	<b>P &lt; 0,0005</b>



**Figure 3.11** Analyse des trois populations, tous les détroits ensemble. CP 1 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Américaines européennes et africaines, les valeurs négatives sont plus typiques des Sadlermiuts.



**Figure 3.12** Analyse des trois populations, tous les détroits ensemble. CP 2 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Américaines européennes, les valeurs négatives sont plus typiques des Américaines africaines et les Sadlermiuts.



**Figure 3.13** Analyse des trois populations, tous les détroits ensemble. CP 5 vs la taille centroïde. Légende comme pour la Figure 3.1 (p.24). Les valeurs positives sont plus typiques des Américaines européennes, les valeurs négatives sont plus typiques des Américaines africaines.

### 3.4.3 Résumé de la morphologie des 3 populations à l'étude

La morphologie du canal obstétrique des Sadlermiuts présente une cavité obstétricale plus courte dans l'axe supéro-inférieur. Les Américaines européennes possèdent un canal obstétrique de forme conique et les Américaines africaines démontrent une cavité obstétricale de forme plus tubulaire. Il faut souligner ces tendances morphologiques chez ces deux populations, car elles dénotent une grande variation de la cavité pelvi-génitale.

## CHAPITRE 4

### DISCUSSION

Ce mémoire avait donc pour objectif de vérifier s'il existe une variation de la forme de la cavité obstétricale au sein de trois populations ostéologiques puis de déterminer si elle semble changer en fonction de la taille ou de la masse. L'une des causes importantes de décès maternels et fœtaux est la dystocie, une relation trop étroite entre les dimensions maternelles et fœtales (OMS 1999, cité dans McCarthy 2002). Malgré cette statistique témoignant de problèmes réels lors de l'accouchement, peu d'études ont été faites sur la variation de la forme du canal obstétrique afin de mieux comprendre et prévenir la dystocie.

#### 4.1 Variation de la forme du canal obstétrique

Caldwell et Moloy (1933) ont été les premiers à se pencher sur la variation de la forme de la cavité obstétricale chez les femmes humaines, et ce de façon radiologique. L'objectif de leur étude était d'élaborer une classification des bassins selon le type d'accouchement et les interventions à effectuer. Toutefois, cette étude n'a analysé que la morphologie du détroit supérieur. Les auteurs ont noté qu'il existe quatre grands types de bassins : la gynoïde, l'anthropoïde, l'androïde, puis la platypelloïde, classification encore utilisée dans les manuels obstétricaux (Cunningham et al., 2001). La forme qui est considérée comme étant la «norme» obstétricale est la gynoïde (ronde); les autres étant perçues comme étant pathologiques. Selon mes résultats, il semble que la forme gynoïde n'est pas nécessairement la norme dans les populations que j'ai étudiées. Mes résultats

démontrent que les trois populations diffèrent dans les formes de la cavité obstétricale. Les Sadlermiuts présentent une forme platypelloïde, et ce pour l'ensemble de la cavité pelvienne, les américaines africaines présentent plutôt une morphologie qui tend vers une forme gynoïde au détroit supérieur alors que les américaines européennes démontrent une forme intermédiaire entre la forme gynoïde et la forme androïde.

Les résultats de ce mémoire montrent que : (1) les Sadlermiuts possèdent une cavité pelvienne courte dans l'axe supéro-inférieur avec un diamètre médio-latéral plus grand que le diamètre antéro-postérieur à tous les détroits par comparaison aux deux autres populations; (2) les Américaines européennes possèdent une forme conique du canal obstétrique et ont, au détroit supérieur, un diamètre antéro-postérieur relativement plus grand que le médio-latéral tandis que le détroit inférieur présente des diamètres presque équivalents; (3) les Américaines africaines ont une cavité pelvienne de forme tubulaire, soit des diamètres antéro-postérieurs presque équivalents aux diamètres médio-latéraux pour tous les détroits.

Le diamètre antéro-postérieur est celui qui est le plus variable d'un détroit à l'autre chez les Américaines européennes et africaines tandis que le diamètre médio-latéral varie peu d'un détroit à l'autre. Les Américaines européennes démontrent des diamètres antéro-postérieurs qui varient à chaque détroit. Au détroit supérieur, il est relativement plus grand, puis aux détroits moyen et inférieur il devient plus étroit. En ce qui concerne les Américaines africaines, elles présentent un détroit supérieur avec un diamètre antéro-postérieur quelque peu plus grand que le diamètre médio-latéral, alors qu'aux détroits moyen et inférieur ce diamètre est presque équivalent au diamètre médio-latéral.

Mes analyses m'ont permis d'observer que les Américaines européennes présentent des points anatomiques sacraux qui diffèrent des autres populations. Il semble que les points de repère sur le sacrum aux détroits supérieur et moyen sont situés plus haut et postérieurement, puis plus antérieurement au détroit inférieur par rapport aux autres points anatomiques. De plus, j'ai remarqué que cette population possède une forme intermédiaire entre la gynoïde et l'androïde au détroit supérieur. Ces observations contredisent les études de Caldwell et Moloy (1933) dans la mesure où la forme gynoïde n'est pas représentative de cette population. D'autres études ont obtenu des résultats suggérant une forme différente de celle proposée par Caldwell et Moloy. Par exemple, une étude de Greulich et Thoms (1938) sur des Américaines d'origine européenne rapporte que la forme qui caractérise le détroit supérieur est la forme platypelloïde présente dans 37 % des cas contre 17 % pour la forme gynoïde. Rizk et al. (2004) ont observé que les Britanniques possèdent un détroit supérieur médiolatralement long par rapport au diamètre antéro-postérieur. Ces deux études démontrent que les femmes d'origine européenne présentent une forme plutôt platypelloïde au détroit supérieur. Mes résultats démontrent que cette forme n'est pas représentée sur aucun des détroits. Toutefois, les études mentionnées ci-haut ainsi que mes résultats démontrent qu'il existe une grande variation au sein des populations européennes.

En ce qui concerne les Américaines d'origine africaine, mes résultats indiquent que cette population présente des repères anatomiques sacraux semblables aux européennes dans la mesure où ils sont situés plus haut et postérieurement aux détroits supérieur et moyen, mais contrairement aux européennes, ils demeurent dans une telle position par rapport aux autres points anatomiques au détroit inférieur. La forme qui représente cette

population est possiblement la gynoïde, soit un diamètre antéro-postérieur presque équivalent au diamètre médio-latéral, et ce pour tous les détroits. Cette description morphologique est partiellement confirmée par les données de Caldwell et Moley (1933) dans la mesure où leurs résultats démontrent que cette population présente une haute fréquence pour cette morphologie au détroit supérieur. De plus, Baragi et al. (2002) ont observé que les populations africaines possèdent un détroit supérieur plus étroit médiolatralement relativement au diamètre antéro-postérieur relativement aux populations européennes, possiblement en raison d'un sacrum qui est plus court et possède une «courbe moyenne», c'est-à-dire un sacrum situé plus postérieurement dans la cavité pelvienne. Cette observation caractérise aussi mes résultats, mais l'angle sacral est une variable qui n'a pas été analysée dans ce mémoire. Toutefois, Allbrook (1962) rapporte que les femmes de l'Afrique de l'Est présentent plutôt une forme gynoïde aux détroits supérieur et inférieur lorsque comparées aux Britanniques. Ces études suggèrent qu'il y a une certaine variation intra-africaine.

Finalement, mes résultats démontrent que les Sadlermiuts présentent des points anatomiques sacraux qui sont situées plus bas et antérieurement pour l'ensemble des détroits ainsi qu'une forme platypelloïde pour tous les détroits, tout en ayant un canal court dans l'axe supéro-inférieur. Il est intéressant de noter qu'une étude de Trotter (1967) citée dans Işcan et Cotton (1984), sur la détermination sexuelle du bassin chez des populations amérindiennes, avance que des charges dorsales quotidiennes sur les épaules peuvent possiblement causer une forme platypelloïde ainsi qu'une diminution de l'axe supéro-inférieur de la cavité pelvienne. Il est possible que la morphologie des femmes Sadlermiuts

soit une conséquence de comportements induisant de fortes charges dorsales tels que la boucherie des proies et leur transport au campement (Collier 1993, Lazenby et Smashnuk 1999, Whitridge 1999). Une étude de Kendall Stone (2000) sur la paléo-obstétrique chez des femmes pueblos ancestrales rapporte que les activités quotidiennes de ces femmes, telle que le transport des enfants et de l'eau sur le dos ainsi que la cueillette et la préparation alimentaire, soit des activités pratiquées par ces femmes à un très jeune âge, placent un stress sur le bas du dos et le bassin (les articulations sacro-iliaques) et se traduisent par une platypelloïdie du détroit supérieur lors des périodes critiques du développement squelettique. Ceci supporte l'hypothèse que la forme des Saldlermiuts soit de nature environnementale, mais c'est une hypothèse qui reste à explorer plus en profondeur.

Il est important de signaler que les points de repères anatomiques qui se rapportent aux épines ischiatiques au détroit moyen n'ont pas pu être digitalisés. Cette structure pelvienne est d'une importance capitale lors de la parturition. Selon Torpin (1951) et Abitbol et al. (1999), l'angle et la longueur de cette structure osseuse dans la cavité obstétricale peuvent obstruer le détroit moyen et ainsi causer un arrêt de la descente fœtale. De plus, elles sont les structures osseuses utilisées pour déterminer le diamètre médio-latéral pour ce détroit. Mes mesures des diamètres médio-latéraux du détroit moyen ne sont donc pas directement comparables à celles des études qui incluent généralement les épines ischiatiques. Un autre aspect à souligner est la petitesse et la taille variable des échantillons des populations de cette étude. Les conclusions tirées de cette étude ne sont donc pas définitives et l'on se doit d'être très prudent lors de généralisations des différences de formes parmi ces trois populations à l'étude.

## 4.2 Variation de la forme relative à la taille et la masse

Une grande proportion d'études obstétricales affirment qu'il existe une multitude de facteurs qui peuvent possiblement faire varier la forme de la cavité obstétricale (Angel 1978, Tague 1994, Kendall Stone 2000). L'alimentation (Emmons 1913, Greulich et Thoms 1938, Heynes 1938, Nicholson 1945, Allbrook 1962, Işcan 1983, Işcan et Cotton 1984, Stewart 1984, Suonio et al. 1986, Sibley et al. 1992, Abitbol et al. 1997), les activités occupationnelles (Emmons 1913, Collier 1993, Lazenby et Smashnuk 1999, Kendall Stone 2000, Cissé et al. 2004), l'hérédité (Chun 1964, Kennedy et Greenwald 1981, Frame et al. 1983, Awonuga et al. 1997, Van Bogaert 1997), ainsi que la taille et la masse (Kennedy et Greenwald 1981, Frame et al. 1985, Tague 1994, Van Bogaert 1999, Awonuga et al. 2002) sont quelques uns de ces facteurs.

Dans la majorité des unités obstétricales, les professionnels de la santé mesurent la taille corporelle et la masse chez les parturientes lors de leur accouchement, car certaines études rapportent qu'il existe une corrélation positive entre la taille corporelle et la capacité obstétricale, bien que la même relation n'est pas observée relativement à la masse (Kennedy et Greenwald 1981, Frame et al. 1985). Selon ces études, plus la stature de la femme est grande, plus sa taille pelvienne est grande donc moindres seront les difficultés lors de l'accouchement. Frame et al. (1985) rapportent que les femmes ayant de petites tailles corporelles présentent un plus haut taux de complications obstétricales lors de l'accouchement, possiblement dû à un bassin étroit antéropostérieurement. En revanche, d'autres études affirment plutôt qu'il n'existe aucune relation entre la taille, la masse et la capacité pelvienne (Johanson-Unnéus 1957, Chun 1964, Tague 1994, Van Bogaert 1999,

Awonuga et al. 2002). Kurki (2007, 2008), en se basant sur une comparaison des populations africaines de l'Holocène ayant de petites tailles corporelles à des populations américaines et européennes actuelles, a démontré que les dimensions pelviennes ne sont pas différentes, et suggère qu'il s'agit d'une allométrie adaptative, c'est-à-dire que les dimensions pelviennes conservent des dimensions adéquates pour l'accouchement, et ce même si la taille corporelle est petite. Seulement deux études (Chun 1964, Bernard 1952, cité dans Stewart 1984) se sont penchées sur la relation entre la forme du détroit supérieur et la taille corporelle. Chun (1964) rapporte que malgré les différences de taille qui existe entre les Chinoises et les Britanniques, il n'y a pas de changement dans la forme du détroit supérieur, les deux populations possédant la forme gynoïde à ce détroit. En revanche, Bernard (1952, cité dans Stewart, 1984) a observé que plus la taille corporelle est grande, soit plus de 176 cm, plus le détroit supérieur prend une forme gynoïde; les femmes ayant une stature corporelle de 152,5 cm et moins présentent plus souvent une forme platypelloïde à ce détroit. Mes résultats supportent les données de Chun (1964). Il semble que la taille corporelle ne soit pas corrélée à des changements de la forme du canal obstétrique. Telle qu'observé par Kurki (2007, 2008), il est possible que la forme du canal obstétrique soit sous l'influence d'une allométrie adaptative. Il serait fort intéressant de poursuivre cette avenue de recherche chez des parturientes provenant de diverses latitudes pour connaître l'influence de l'allométrie adaptative sur la forme du canal obstétrique.

Van Bogaert (1999) et Awonuga et al. (2007) ont proposé que la taille corporelle (estimée par la longueur fémorale) et la masse permettent très peu de prévoir la capacité pelvienne lors de l'accouchement, car d'autres facteurs importants jouent un rôle

prépondérant lors de la phase d'expulsion du fœtus tels que la parité et les hormones. Johanson-Unnéus (1957) rapporte qu'une augmentation du nombre d'accouchements est associée à des changements morphologiques du détroit supérieur dans la mesure où ce dernier présente un aplatissement antéro-postérieur et un élargissement médio-latéral. De plus, Johanson-Unnéus a observé qu'une augmentation de la parité couplée à la production hormonale (relaxin) lors de la parturition, permettent un plus grand relâchement des ligaments pelviens, ce qui augmente les diamètres obstétricaux (Johanson-Unnéus, 1957) et que cette production hormonale est variable chez les femmes (Marieb, 2005).

Mes résultats suggèrent que la masse corporelle et la taille corporelle influencent peu la morphologie de la cavité obstétricale. Cependant, il est possible que la taille centroïde (une estimation de la taille pelvienne) soit en relation avec la variation de la morphologie du canal obstétrique sauf en ce qui concerne le détroit inférieur. Une femme qui possède une petite taille centroïde (petites valeurs) possède un canal de forme tubulaire marqué par un sacrum situé plus haut et postérieurement au détroit supérieur, plus antérieurement au détroit moyen avec un léger élargissement du diamètre médio-latéral à ce détroit. Les femmes qui possèdent une grande taille centroïde présentent plutôt un canal obstétrique marqué par un sacrum situé plus bas et antérieurement aux détroits supérieur et moyen. Il est intéressant d'observer que la taille centroïde est corrélée avec des différences de formes des détroits supérieur et moyen et non du détroit inférieur. Dans une certaine mesure, mes résultats me permettent d'avancer que le détroit inférieur est possiblement indépendant de la taille, mais que les deux autres ne le sont possiblement pas.

Comme il a déjà été mentionné, la taille des échantillons des trois populations est petite et inégale, surtout en ce qui concerne les Sadlermiuts, et il faut souligner que les deux populations américaines sont sous l'influence de flux génique ce qui a pour conséquence d'augmenter la variation. Ces conclusions sont donc préliminaires et devront être confirmées par d'autres études.

### **4.3 Résumé**

Mes résultats suggèrent qu'il existe une variation inter-populationnelle de la forme du canal obstétrique. Les Sadlermiuts se distinguent des populations américaines par une forme platypelloïde à tous les détroits ainsi qu'une cavité obstétricale plus courte dans l'axe supéro-inférieur. Lorsque les populations américaines sont observées, il semble que la forme des détroits n'est pas si variable entre eux, sauf si l'on considère la forme générale du canal obstétrique. De plus, mes résultats démontrent que les changements de forme de la cavité pelvi-génitale entre les populations sont seulement corrélés à la taille pelvienne (taille centroïde) aux détroits supérieur et moyen.

## CHAPITRE 5

### CONCLUSION

L'objectif de ce mémoire était d'explorer la variation de la cavité obstétricale au sein de trois populations génétiquement différentes et de savoir si celle-ci était en relation avec la taille corporelle, la masse ou la taille pelvienne (taille centroïde). Caldwell et Moloy (1933) affirmaient que la forme «idéale» est la gynoïde au détroit supérieur parce que ses dimensions pelviennes (ronde) permettent un accouchement sans difficulté. Lorsque Caldwell et Moloy (1933) comparent cette forme aux morphologies platypelloïde ou anthropoïde, ils constataient que les réductions des diamètres antéro-postérieur ou médio-latéral inhibent la descente fœtale. Ils rapportaient donc qu'une très haute fréquence de ces bassins est souvent associée à des difficultés lors de la parturition.

Mes résultats démontrent clairement qu'il existe une variation de la cavité pelvienne entre les trois populations à l'étude, et ce tant au niveau de chacun des détroits analysés individuellement, que l'ensemble du canal obstétrique est observé. Mes analyses ne me permettent pas de confirmer ni d'infirmer l'hypothèse selon laquelle la dystocie est associée à une forme particulière des détroits, mais mes résultats démontrent que les Américaines africaines, avec un forme gynoïde, auraient possiblement moins de difficulté lors de la parturition que les Américaines européennes présentant une forme quelque peu androïde. La population des Sadlermiuts, avec sa forme platypelloïde, pourrait présenter certaines difficultés lors de l'accouchement si l'on considère le type de présentation fœtale dans le canal obstétrique. Cependant, une recherche combinant l'étude de la variation de la forme

du bassin avec les difficultés lors de l'accouchement serait nécessaire pour établir un lien ferme entre forme obstétricale et problèmes obstétriques.

La méthodologie utilisée dans ce mémoire m'a permis non seulement de visualiser chaque détroit individuellement, mais aussi de faire une observation de tous les détroits ensemble. Cette dernière m'a permis d'observer les variations sur toute la cavité pelvi-génitale, soit sa forme et sa longueur. Il est possible que la longueur du canal obstétrique soit aussi un facteur qui contribue aux problèmes liés à la parturition. La longueur du trajet fœtal dans la cavité peut, dans une certaine mesure, nuire à la descente fœtale; un canal court permet peut-être un accouchement moins long tandis qu'un canal plus long peut possiblement induire un temps d'accouchement plus long. Mes résultats démontrent que les Sadlermiuts possèdent une cavité pelvienne plus courte dans l'axe supéro-inférieur lorsque comparée aux deux populations américaines. Il est possible qu'une forme platypelloïde couplée à une telle longueur puisse être favorable lors de l'accouchement dans la mesure où il y a une compensation entre une forme «inadéquate» des détroits et une réduction du trajet fœtal dans le canal obstétrique. Une étude entre la forme et la longueur du canal serait donc fort pertinente avec un plus grand échantillon.

Une autre avenue de recherche serait la relation entre les mesures fœtales (céphalo-abdominales) associées à la forme du canal obstétrique. Caldwell et Moloy (1933) ont tenté une telle étude sur des bassins osseux et des nouveau-nés, mais ils n'ont pas pu approfondir leur discussion à cause d'un matériel inadéquat pour faire des interprétations plus poussées. Toutefois, en utilisant une méthodologie tridimensionnelle pour observer la forme de la cavité pelvi-génitale couplée aux mesures fœtales chez des parturientes et les bébés

pourraient, dans une certaine mesure, aider à mieux comprendre la relation entre ces deux facteurs et, voir comment leur variation influence la qualité de l'accouchement.

## BIBLIOGRAPHIE

ABITBOL, M.M. 1987. Obstetrics and posture in pelvic anatomy. *Journal of Human Evolution*. 16: 243-255.

ABITBOL, M.M., TAYLOR-RANDAL, U.B., BARTON, P.T. et THOMPSON, E. 1997. Effect of modern obstetrics on mothers from third-world countries. *The Journal of Maternal-Fetal Medicine*. 6: 276-280.

ABITBOL. M., BOWEN-ERICKSEN, M., CASTILLO, I. et PUSHCHIN, A. 1999. Prediction of difficult vaginal birth and of caesarean section for the cephalopelvic disproportion in early labor. *The Journal of Maternal-Fetal Medicine*. 8: 51-56.

ADHIKARI, S., DASGUPTA, M., et SANGHAMITA, M. 2005. Management of obstructed labour : A retrospective study. *The Journal of Obstetrics and Gynecology of India*. 55: 48-51.

ALLBROOK, D. 1962. Some problems associated with pelvic form and size in the Ganda East Africa. *The Journal of Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*. 92: 102-114.

ANGEL, J.L. 1978. Pelvic inlet form: A neglected index of nutritional status. *American Journal of Physical Anthropology*. 48: 378 (abstract).

AWONUGA, A.O., MEHRI, Z., AWONUGA, M.T., SAMUELS, T-A., WALLER, J. et PRING, D. 2007. Anthropometric measurements in the diagnosis of pelvic size: An analysis of maternal height and show size and computed tomography pelvimetric data. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. 276: 525-528.

ARRIAZA, B., ALLISON, M. et GERSZTEN, E. 1988. Maternal mortality in Pre-Columbian Indians of Arica, Chile. *American Journal of Physical Anthropology*. 77: 35-41.

BARAGI, R.V., DELANCEY, J.O.L., HOWARD, D.H. et ASHTON-MILLER, J.A. 2002. Differences in pelvic floor area between African American and European American women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 187: 111-115.

BORELL, U. et FERNSTRÖM, I. 1957. Shape and course of the birth canal: A radiographic study in the human. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. 32: 166-178.

BOUHALLIER, J., BERGE, C. et PENIN, X. 2004. Analyse Procrustes de la cavité pelvienne des australopithèques (AL 288, Sts 14), des humains et des chimpanzés : conséquences obstétricales. *Comptes Rendus Palévol*. 3: 295-304.

CALDWELL, C.W. et MOLOY, H.C. 1933. Anatomical variations in the female pelvis and their effect in labor with a suggested classification. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 26: 479-505.

CHUN, D. 1964. The Hong Kong chinese female bony pelvis. *Journal of Obstetrics and Gynaecology of the British Commonwealth*. 71: 556-563.

CISSÉ, C.T., KOKAINA, C., NDIAYE, O. et MOREAU, J.C. 2004. Épreuve du travail dans les dystocies osseuses modérées au CHU de Dakar. *Journal of Gynecology, Obstetrics and Biological Reproduction*. 33 : 312-318.

COLLIER, S. 1993. Sexual dimorphism in relation to big-game hunting and economy in modern human populations. *American Journal of Physical Anthropology*. 91: 485-505.

COLTRAIN, J.B. 2004. Sealing, whaling and caribou: the skeletal isotope chemistry of Eastern Arctic foragers. *Journal of Archaeological Science*. 31: 39-57.

CORREIRA, H., BALSEIRO, S. et DE AREIA, M.D. 2005. Sexual dimorphism in the human pelvis: Testing a new hypothesis. *Journal of Comparative Human Biology*. 56: 153-160.

CUNNINGHAM, F.G., LEVENO, K., BLOOM, S.L., HAUTH, J.C., GILSTRAP, L.C. et WENSTON, K.D. 2001. *Williams Obstetrics*, 22<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill, Medical Publishing Division, USA.

DAIFALAH, I., SANTAVY, J. et FINGEROVA, H. 2006. Uterine rupture during pregnancy and delivery among women attending the Al-Tthawra Hospital in Sana'a City Yemen Republic. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc, Czech Republic*. 150: 279-283.

DE LA COVA, C. 2008. *Silent voices of the destitute: An analysis of African American and Euro-American health during the 19<sup>th</sup> century*. PhD Thesis. Indiana University. 562p.

EMMONS, A.B. 1913. A study of the variations in the female pelvis, based on observations made on 217 specimens of the American Indian Squaw. *Biometrika*. 9: 34-57.

EXCEL. 2007. Microsoft Office inc. USA.

FRAME, S., MOORE, J., PETERS, A., et HALL, D. 1985. Maternal height and shoe size predictors of pelvic disproportion: an assessment. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 92: 1239-1245.

FRANKLIN, D., FREEDMAN, L., MILNE, N. et OXNARD, C.E. 2006. A geometric morphometric study of sexual dimorphism in the crania of indigenous southern Africans. *South African Journal of Science*. 102: 229-238.

GREULICH, W.W. et THOMS, H. 1938. The dimensions of the pelvic inlet of 789 white females. *The Anatomical Record*. 72: 45-51.

HASTINGS, J.G. 1940. The bony pelvis and its influence on labour: A radiological and clinical study of 500 women. *Journal of Obstetrics and Gynaecology of the British Empire*. 47: 130-190.

HOYTE, L., THOMAS, J., FOSTER, R.T., SHOTT, S., JAKAB, M. et WEIDNER, A.C. 2005. Racial differences in pelvic morphology among asymptomatic nulliparous women as seen on three-dimensional magnetic resonance images. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 193: 2035-2040.

IŞCAN, M.Y. 1983. Assessment of race from the pelvis. *American Journal of Physical Anthropology*. 62: 205-208.

IŞCAN, Y. et COTTON, T.S. 1984. The effects of age and the determination of race from the pelvis. *Journal of Human Evolution*. 14: 275-282.

JOHANSON-UNNÉRUS, C.E. 1957. A radiological and obstetrical survey of the female pelvis. *Acta Obstetrica et Gynecologia Scandinavica*. 36: 84-87.

KENDALL STONE, P. 2000. *Paleoobstetrics, reproduction, workload and mortality for ancestral Pueblo women*. PhD Thesis, University of Massachusetts Amherst.

KENNEDY, J.L. et GREENWALD, E. 1981. Correlation of shoe size and obstetric outcome: An anthropometric study. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 40: 466-467.

KURKI, H.K. 2007. Protection of obstetric dimensions in a small-bodied human sample. *American Journal of Physical Anthropology*. 133: 1152-1165.

KURKI, H.K., GINTER, J.K., STOCK, J.T. et PFEIFFER, S. 2008. Adult proportionality in small-bodied foragers: A test of ecogeographic expectations. *American Journal of Physical Anthropology*. 136: 28-38.

LANGLI ERSDAL, H., VERKUYL, D.A.A., BJÖRKLUND, K. et BERGSTRÖM, S. 2008. Symphysiotomy in Zimbabwe; Postoperative outcome, width of the symphysis joint, and knowledge, attitudes and practice among doctors and midwives. *PLoS One*. 3: 1-6.

LAZEMBY, R. et SMASHNUK, A. 1999. Osteometric variation in the Inuit second metacarpal: A test of Allen's rule. *International Journal of Osteoarchaeology*. 9: 182-188.

MCCARTHY, M. 2002. What's going on at the World Health Organization? *Lancet*. 360: 1108-1110.

MARIEB, E. N. 2005. *Anatomie et Physiologie humaines*. 3<sup>ième</sup> Édition. Édition du Renouveau Pédagogique inc. Québec.

MERBS, C.F. 1983. Patterns of activity-induced pathology in a Canadian Inuit population. *National Museum of Man Mercury Series, Archaeological Survey of Canada*. Paper No. 119. Ottawa.

MERBS, C.F. 2002. Spondylosis in Inuit skeleton from Arctic Canada. *International Journal of Osteoarchaeology*. 12: 279-290.

NEILSON, J.P., LAVENDER, T., QUENBY, S. et WRAY, S. 2003. Obstructed labour. *British Medical Bulletin*. 67: 191-204.

NICHOLSON, C. 1945. The two main diameters at the brim of the female pelvis. *American Journal of Anatomy*. 79: 131-135.

O'HIGGINS, P. et JONES, N. 1998. Facial growth in *Cercocebus torquatus*: An application of three dimensional geometric morphometric techniques to the study of morphological variation. *Journal of Anatomy*. 193: 251-272.

PATRIQUIN, M.L., LOTH, S.R. et STEYN, M. 2003. Sexually dimorphic pelvic morphology in South African whites and blacks. *Homo*. 53: 255-263.

PLATZER, W. 2001. *Atlas de poche d'anatomie: Appareil locomoteur*. Médecine-Sciences Flammarion, France. 461p.

RIDGEWAY, B.M., ARIAS, B.E. et BARBER, M. 2008. Variation of the obturator foramen and pubic arch of the female bony pelvis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 198: 546-546.

RIZK, D.E.E., CZECHOWSKI, J. et EKELUND, L. 2004. Dynamic assessment of pelvic floor and bony pelvis morphologic condition with the use of magnetic resonance imaging in a multiethnic, nulliparous, and healthy female population. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 191: 83-89.

ROSENBERG, K. 1992. The evolution of modern human childbirth. *Yearbook of Physical Anthropology*. 35: 89-124.

SIBLEY, L.M., ARMELAGOS, G.J. et VAN GERVEN, D.P. 1992. Obstetric dimensions of the true pelvis in a medieval population from Sudanese Nubia. *American Journal of Physical Anthropology*. 89: 421-430.

SPSS. 2007. SPSS pour Windows, version 17.0. Chicago: SPSS.

STEWART, D.B. 1984. The pelvis as a passage way. II. The modern human pelvis. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*. 91: 618-623.

STEYN, M. et IŞCAN M.Y. 2008. Metric sex determination from the pelvis in modern Greeks. *Forensic Science International*. 179: 86-91.

SUONIO, S., SAARIKOSKI, S., RÄTY, E. et VOHLONEN, I. 1986. Clinical assessment of the pelvic cavity and outlet. *Archives of Gynecology*. 239: 11-16.

TAGUE, R.G. 1989. Variation in pelvic size between males and females. *American Journal of Physical Anthropology*. 80: 59-71.

TAGUE, R.G. 1994. Maternal mortality or prolonged growth: Age at death and pelvic size in three Prehistoric Amerindian populations. *American Journal of Physical Anthropology*. 95: 27-40.

TAGUE, R.G. 2000. Do big females have big pelves? *American Journal of Physical Anthropology*. 112: 377-393.

TORPIN, T.W. 1951. Roentgenpelvicmetric measurements of 3604 female pelves, White, Negroes and Mexicans compared with measurements of Todd anatomy collections. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 62: 279-293.

VAN BOGAERT, L.J. 1999. The relation between height, foot length, pelvic adequacy and mode of delivery. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*. 82: 195-199.

WALRATH, D. 2003. Rethinking pelvic typologies and the human birth mechanism. *Current Anthropology*. 44: 5-31.

WEAVER, T.D. 2003. *A multi-causal functional analysis of hominid hip morphology*. PhD Thesis, Stanford University. 221p.

WHITRIDGE, P.J. 1999. *The construction of social difference in a Prehistoric Inuit whaling community*. PhD Thesis. Arizona State University.

ZELDITCH, M.L., SWIDERSKI, D.L., SHEETS, H.D. et FINK, W.L. 2004. *Geometric Morphometric for Biologists: A Primer*. Elsevier Academic Press. USA.