



**HAL**  
open science

# Application de la méthode de Trotter et Gleser à une population contemporaine de corps médico-légaux français sur la base de mesures scanographiques : étude préliminaire

J.-B. Ballot-Ragaru, C. Rougé-Maillart, P. Saint-Martin, C. Rérolle

► **To cite this version:**

J.-B. Ballot-Ragaru, C. Rougé-Maillart, P. Saint-Martin, C. Rérolle. Application de la méthode de Trotter et Gleser à une population contemporaine de corps médico-légaux français sur la base de mesures scanographiques : étude préliminaire. *La Revue de Médecine Légale*, 2019, 10, pp.70 - 81. 10.1016/j.medleg.2019.04.003 . hal-03486493

**HAL Id: hal-03486493**

**<https://hal.science/hal-03486493>**

Submitted on 20 Dec 2021

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

**Titre :** Application de la méthode de Trotter et Gleser à une population contemporaine de corps médico-légaux français sur la base de mesures scanographiques : étude préliminaire.

**Title:** Trotter and Gleser stature estimation methodology applied in a French forensic population : a computed tomography preliminary study

**Auteurs :** Jean-Baptiste Ballot-Ragaru<sup>1,2</sup>, Ms, Clotilde Rougé-Maillart<sup>2,3</sup>, MD PhD, Pauline Saint-Martin<sup>1,4</sup>, MD PhD, Camille Rérolle\*<sup>1,4</sup>, MD

<sup>1</sup> : Institut Médico-Légal, CHRU de Tours, 37044 Tours cedex 9, France

<sup>2</sup> : UNAM, service de médecine légale, CHU 4 rue Larrey, 49933 Angers cedex 09 France

<sup>3</sup> : GEROM-LHEA, IRIS-IBS Institut de Biologie en santé, CHU Angers, 49933 Angers, France

<sup>4</sup> : Laboratoire d'anthropologie moléculaire et imagerie de synthèse (AMIS), UMR 5288, CNRS, 37, allées Jules-Guesde, 31073 Toulouse cedex, France

**\*Auteur correspondant**

Camille Rérolle

Institut Médico-légal du CHRU de TOURS

Hôpital TROUSSEAU

37044 TOURS Cedex 9

Tél: 02 47 47 75 55

Fax: 02 47 47 75 55

Mél: [camille.rerolle@gmail.com](mailto:camille.rerolle@gmail.com)

## **Résumé**

Introduction : La taille est l'un des éléments d'identification en médecine légale qui doit être estimé lorsque l'état du corps n'en permet pas la mesure. La plupart du temps, cette estimation s'appuie sur les équations de Trotter et Gleser (ETG) établies il y a 70 ans sur une population américaine à partir de la mesure d'os longs d'individus de taille connue. L'objectif principal de notre étude était de comparer des mesures scanographiques d'os longs effectuées sur des corps d'individus français autopsiés au modèle issu des ETG puis de comparer la taille estimée par ces équations à la taille réelle. Matériel et méthode : Nous avons inclus l'ensemble des corps ayant bénéficié d'une autopsie et d'un scanner à l'institut médico-légal de Tours en 2017. Nous avons mesuré les os longs sur les scanners et les avons comparés au modèle des ETG. La taille estimée a ensuite été comparée à la taille mesurée. Résultats : 99 hommes et 43 femmes ont été inclus. Les longueurs effectuées sur le fémur étaient à 95,96% (chez l'homme) et à 100% (chez la femme) incluses dans l'intervalle de confiance à 95% de l'ETG. L'estimation de la taille par les ETG tendait à sous-estimer la taille des individus les plus grands et à surestimer la taille des individus les plus petits. Conclusion : Ce travail a confirmé le fémur comme l'os long le plus utile pour estimer la taille. Une étude sur un nombre plus important d'individus permettrait d'adapter les ETG à notre population.

## **Mots clefs**

Anthropologie médico-légale, estimation de la taille, profil d'identification, longueur osseuse, population française, scanner, Trotter et Gleser

## **Abstract**

Introduction: An identification profile must be established when a corpse is decomposed or altered by scavengers. The stature must be estimated in this context. Nowadays, it is based on the Trotter and Gleser equations (TGE) which estimate the stature from long bone measurements established seventy years ago in an American population. The main purpose of our study was to compare measurements of long bones performed on computed tomography scan (CTS) of French forensic cadavers to the TGE. Secondly, we compare the true stature to the stature estimated by the TGE. Material and Methods: All the corpses which had a CTS previously to the autopsy were included during the year 2017. We measured the length of long bones and compared them to the TGE. The estimated stature was calculated (with the TGE) and compared to the true stature. Results: 99 males and 43 females were included. The measured length performed on the femur were included in the 95% confidence interval of the TGE for 95.96% (males) and 100% (females). Stature estimation seemed to underestimate the stature for the tallest individuals and overestimate the stature for the smallest individuals in our population. Conclusion: This retrospective study confirmed that femur seemed to be the best estimator. A study on a larger sample should allow us to adapt the ETG to our specific population.

## **Keywords**

Computed tomography scanner, french population, forensic anthropology, identification profile, long bone length, stature estimation, Trotter and Gleser

## INTRODUCTION

La taille, ou stature, est un élément du profil d'identification établi à partir de restes osseux en anthropologie médico-légale, quelle que soit l'estimation du délai *post mortem* de ces restes [1–3]. L'établissement d'un profil d'identification est une des indications à la réalisation d'une autopsie médico-légale. Les phénomènes cadavériques tardifs (putréfaction, momification, squelettisation) ou l'action d'animaux (rongeurs, carnivores) peuvent altérer le corps et le rendre non identifiable [4–6]. Dans ces contextes, la taille ne peut être mesurée, ce qui impose de l'estimer. De manière générale en anthropologie médico-légale, l'estimation de la taille s'appuie principalement sur des méthodes de mesures manuelles des os longs et l'utilisation d'équations de régression qui permettent son approximation même à partir d'un seul os long [7–9]. Elle est d'autant plus précise lorsque l'on étudie les os longs des membres inférieurs [10,11]. L'intérêt de l'utilisation des os longs tient au fait que ce sont les éléments du squelette qui résistent aux phénomènes taphonomiques [2,3].

Les tables de référence toujours utilisées à ce jour dans l'estimation de la taille à partir de la mesure d'os longs ont été développées par deux anthropologues américains, Mildred Trotter et Goldine Gleser (TG) en 1952. La population étudiée était constituée de militaires américains décédés pendant la seconde Guerre Mondiale (Terry Collection) [12]. L'étude de cette population aboutit à l'établissement d'équations de régression linéaire permettant d'estimer la taille à partir de la mesure d'os longs. Cette méthode a été réévaluée en 1958 à partir des militaires décédés pendant la guerre de Corée permettant d'établir des équations de régression adaptées à des populations d'appartenance biogéographique différente [13]. A noter qu'il existe également d'autres équations de référence qui concerne des groupes populationnelles différents : sexe féminin et population européenne [14,15]. Cependant d'une manière plus générale, la méthode de 1952 de TG fait consensus de nos jours dans l'estimation de la taille en anthropologie médico-légale [5].

La population mondiale tend à grandir avec une certaine hétérogénéité géographique et temporelle dans l'augmentation de la taille moyenne [16]. Cette évolution séculaire de la stature est un caractère biologique héréditaire constant malgré cette hétérogénéité géographique [17,18]. La modification de cette caractéristique biologique s'effectue sous l'influence de nombreux facteurs étudiés dans la littérature (conditions socio-économiques, nutrition, infections pendant l'enfance ou l'adolescence, etc) [19–28]. Pour tenir compte des facteurs environnementaux et géographiques, de nouvelles équations ont été établies pour des populations portugaise [2,29], bulgare [30], thaïlandaise [10] et bosniaque [31]. Concernant la

population bosniaque, ces nouvelles équations de régression ont été établies en se basant sur des mesures réalisées sur des données radiologiques de cinquante cadavres [31]. Cette méthodologie a l'avantage de permettre l'acquisition rapide de données facilement traçables sans altérer le corps ou les restes osseux avec une irradiation de dose acceptable [32]. La population médico-légale, c'est à dire plutôt des adultes jeunes de sexe masculin (même si les deux sexes sont représentés), est au cœur de l'utilisation de cette méthode d'estimation de la taille. Le modèle de référence établi il y a 70 ans pourrait ne plus correspondre à cette population contemporaine compte-tenu de ses caractéristiques et des facteurs précédemment évoqués.

L'objectif principal de notre étude était de comparer des mesures scanographiques d'os longs effectuées sur des corps autopsiés dans un institut médico-légal français au modèle de l'équation de régression établie par TG. Secondairement nous avons comparé la taille estimée par la méthode de TG à la taille réelle.

## **MATERIEL ET MÉTHODES**

### *Matériel*

Nous avons inclus dans la population étudiée l'ensemble des corps ayant bénéficié de la réalisation d'une autopsie médico-légale à l'Institut Médico-Légal du CHRU de Tours et ayant eu un scanner corps entier au préalable à l'arrivée du corps alors qu'il est placé dans la housse mortuaire. Les critères d'exclusion étaient : un âge inférieur à 18 ans (de la même manière que dans l'article de TG), la présence de traumatisme ou de pathologie empêchant la réalisation de la mesure de la taille réelle ou des longueurs des os longs sur le scanner (fracture de l'extrémité céphalique, fractures des membres, fractures du rachis et du bassin, présence de matériel d'ostéosynthèse), ainsi que les corps n'ayant pas bénéficié de la réalisation d'un scanner avant l'autopsie (putréfaction avancée, poids supérieur à 150 kg). A noter que le diamètre du champ d'acquisition du scanner ne permettant pas l'analyse scanographique des membres supérieurs de certains individus, les mesures des os longs sur ces corps ont été effectuées sur les segments de membres accessibles. L'acquisition des images a été réalisée sur un scanner Siemens SOMATOM AS128 (Siemens Healthcare, Erlangen, Germany), en séquence hélicoïdale. Les paramètres correspondaient à une acquisition en filtre dur en coupe fine : 120 kV, 230 mA.s-1, coupe d'un millimètre d'épaisseur avec un pas d'un millimètre.

## *Méthode*

### Mesure scanographique

Les os longs suivants ont été utilisés pour les mesures scanographiques : fémur, tibia, fibula, humérus, radius et ulna. Après avoir confirmé les données de la littérature, c'est à dire l'absence de différence entre les mesures des os longs de l'hémicorps droit et gauche, nous avons effectué par convention les mesures de longueur du côté gauche [10,12,13,31,33]. Lorsque la mesure du côté gauche n'était pas réalisable (partie du membre hors champ, présence de fracture ou de matériel d'ostéosynthèse sur l'hémicorps gauche), la mesure a été réalisée à droite lorsque c'était possible. Ces mesures ont toutes été effectuées sur des coupes coronales selon le plan anatomique de référence, à l'aide du mode de reconstruction multiplanaire (MPR), par un opérateur formé à la méthode (JBBR). Cette méthode est une transposition de la méthode de mesure de référence sur table ostéométrique [7,12,34–36]. La longueur maximale dans le plan coronal de l'os est recherchée à l'aide de la MPR. Quel que soit l'os mesuré, deux plans parallèles entre eux ont été individualisés à l'extrémité supérieure et à l'extrémité inférieure de l'os. Ces plans correspondaient aux points anatomiquement le plus haut et le plus bas des os mesurés. La distance mesurée orthogonalement entre ces deux plans était la longueur maximale de l'os ou longueur mesurée ( $L_m$ ) (Figure 1).

**Figure 1** : Mesure de la longueur maximale des os long : exemple du fémur en coupe coronale après reconstruction multiplanaire. 1 : droite passant par le point le plus bas (condyle fémoral médial) dans un plan transversal en position anatomique de référence ; 2 : droite passant par le point le plus haut (tête fémorale) dans un plan transversal en position anatomique de référence ; 3 : mesure de la longueur fémorale perpendiculairement aux droites 1 et 2.

### Recueil des tailles mesurées et estimées

Pour chaque individu nous avons récupéré la taille mesurée ( $T_m$ ) lors de l'autopsie dans le dossier de l'IML. La taille est mesurée du vertex au plan des talons sur un corps en décubitus dorsal reposant sur la table d'autopsie. Pour chaque os long mesuré, nous avons ensuite calculé les tailles estimées ( $T_e$ ) sur la base des  $L_m$  à l'aide des équations de régression linéaires de la méthode de Trotter et Gleser [5]. Les équations utilisées sont rappelées dans le tableau 1.

**Tableau 1** : synthèse des équations de Trotter et Gleser utilisés pour estimer la taille ( $T_e$ ) des individus à partir de la longueur mesurée des os longs ( $L_m$ ).

### Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R 3.4.3 software [37].

#### Étude de la reproductibilité

En premier lieu, nous avons vérifié s'il existait une reproductibilité entre les mesures effectuées en fonction de la latéralité. Des mesures appariées (gauche et droite) ont été effectuées sur 30 scanners par un opérateur à trois semaines d'intervalle (JBBR) afin de limiter tout biais de mémorisation. Ces mesures ont ensuite été comparées de manière appariée à l'aide de la mesure du coefficient de corrélation intraclass [38]. Puis, deux séries de 30 mesures ont été effectuées par un opérateur (JBBR) à trois semaines d'intervalle pour évaluer la reproductibilité intra-observateur. Enfin concernant la reproductibilité inter-observateur, deux séries de mesures sur 30 scanners ont été effectuées par deux opérateurs (JBBR et CR). Ces reproductibilités ont également été étudiées à l'aide de la mesure du coefficient de corrélation intraclass [38].

#### Comparaison des tailles dans la population

Nous avons comparé les tailles mesurées et les tailles estimées à l'aide d'un test de Student apparié afin de vérifier s'il existait une différence entre ces tailles au sein de notre population. Un test a été effectué par os long et par sexe.

#### Comparaison des mesures à l'équation de Trotter et Glezer

La même méthodologie que dans l'article de TG a été appliquée, particulièrement en ce qui concerne la représentation graphique des résultats [12]. La droite de régression linéaire de l'équation de TG ainsi que l'intervalle de confiance à 95% ont été tracés ainsi que les points qui correspondaient aux données de chaque individu de notre population (en abscisse la  $L_m$  et en ordonnée la  $T_m$ ). Le nombre d'individus en dehors de l'intervalle de confiance à 95% a été calculé ainsi que la proportion qu'ils représentaient dans la population. Si cette proportion était inférieure à 5% alors la population avait le même profil que la population de TG. Si cette proportion était supérieure à 5% alors notre population n'avait pas le même profil que celle de TG.

#### Comparaison des tailles estimées et des tailles mesurées

L'objectif de l'utilisation des équations de TG est d'estimer une taille la plus proche possible de la taille réelle. Nous avons voulu observer s'il existait un écart entre le modèle idéal  $T_e = T_m$  et les valeurs que nous avons recueillies pour chaque individu. Pour chaque os long et

par sexe, nous avons tracé un graphique correspondant à  $T_m$  en fonction de  $T_e$ . Chaque individu de notre population est représenté par un point sur le graphique, sur lequel est tracée la droite de régression linéaire correspondant à cette population ainsi que l'intervalle de confiance à 95% et l'intervalle de prévision à 95%. Nous avons ensuite observé si le modèle idéal ( $T_m=T_e$ ) était inclus dans ces intervalles de confiance et de prévision.

L'intervalle de prévision est une notion statistique principalement utilisée en économie et en météorologie. Il correspond à un intervalle associé à une variable aléatoire qui reste à observer (dans notre cas la taille réelle en fonction de  $T_e$ ), avec une probabilité que cette variable aléatoire soit dans l'intervalle (dans notre cas 95%). Cette notion statistique découle des statistiques bayésiennes, méthode statistique qui permet d'estimer la probabilité d'un événement futur (dans notre cas l'estimation de la taille réelle) à partir d'autres événements connus (dans notre cas le modèle de TG) [39].

## RÉSULTATS

Il a été réalisé 193 autopsies à l'Institut Médico-Légal du CHRU de Tours entre le 1er Janvier 2017 et le 31 décembre 2017 dont 142 individus avaient bénéficié d'un scanner pré-autopsiques et ont été inclus pour la réalisation des mesures sur les os longs visibles. Il y avait 99 individus de sexe masculin et 43 individus de sexe féminin. Le détail des caractéristiques de la population est indiqué dans le Tableau 2. Les  $L_m$  ont été mesurées sur 142 fémurs (99 masculins, 43 féminins), 136 tibias et fibulas (96 masculins, 40 féminins), 50 humérus (27 masculins et 23 féminins), 30 radius (16 masculins et 14 féminins) et 20 ulnas (13 masculins et 7 féminins). Cette différence de nombre de mesures entre les membres inférieurs et supérieurs s'explique par le fait que les coudes sont fréquemment en dehors du diamètre du champs d'acquisition du scanner, ce qui empêche une mesure complète de la longueur des os.

**Tableau 2** : Résumé des caractéristiques de la population étudiée. Statistique descriptive par sexe concernant l'âge et la taille (Q1 : premier quartile ; Q3 : troisième quartile).

### *Étude de la reproductibilité*

Concernant la reproductibilité en fonction de la latéralité, le coefficient de corrélation intraclasse a été calculé à 0,99 (IC 95% : [0,97 - 0,99]) et est excellent. L'étude de la reproductibilité intra et inter-observateurs retrouvait des coefficients de corrélation intraclasse respectivement calculé à 0,99 (IC 95% : [0,97 - 1]) et 0,98 (IC 95% : [0,96 - 0,99]), attestant d'une excellente reproductibilité des mesures.

### *Étude des tailles des populations*

Les résultats de la comparaison des Te et Tm au sein de la population sont présentés dans le Tableau 3. Pour les individus de sexe masculin, il a été mis en évidence une différence significative entre les Tm et les Te pour les mesures effectuées sur le tibia et la fibula. Pour les individus de sexe féminin, nous avons mis en évidence une différence significative pour les mesures effectuées sur le tibia, la fibula et le radius.

**Tableau 3** : Résultats des tests de Student appariés en fonction du sexe et du type d'os sur lequel a été effectué la mesure. t : valeur du t de Student; p : p valeur correspondante au test, seuil de significativité de 5%; moy  $\neq$  : moyenne des différences entre la Tm et la Te en centimètre.

### *Comparaison des mesures à l'équation de Trotter et Gleser*

L'étude de l'application de l'équation de TG aux mesures scanographiques est présentée dans la Figure 2 pour les hommes et la Figure 3 pour les femmes. Les proportions d'individus en dehors de l'intervalle de confiance à 95% sont présentées dans le tableau 4. La proportion d'individus en dehors de l'intervalle de confiance était inférieure à 5% pour le fémur ainsi que les os longs des membres supérieurs, quel que soit le sexe. Il en est de même pour la fibula chez la femme. Concernant le tibia et la fibula chez l'homme ainsi que le tibia chez la femme, cette proportion était supérieure à 5%.

**Tableau 4** : Proportion d'individus en dehors de l'intervalle de confiance à 95% après application de la méthode de TG à notre échantillon ; n (%) : nombre d'individus en dehors de l'intervalle de confiance à 95% de l'équation de Trotter et Gleser (pourcentage correspondant ; les pourcentages en gras sont inférieurs à 5%).

**Figure 2** : Taille mesurée en fonction de la longueur mesurée de la population : comparaison avec le modèle de l'équation de Trotter et Gleser chez l'homme.

**Figure 3** : Taille mesurée en fonction de la longueur mesurée de la population : comparaison avec le modèle de l'équation de Trotter et Gleser chez la femme.

### *Comparaison des tailles estimées et des tailles mesurées*

La comparaison entre taille estimée (Te) et taille mesurée (Tm) est présentée dans la Figure 4 pour les hommes, et la Figure 5 pour les femmes. De manière générale, les résultats étaient difficiles à exploiter lorsque le nombre d'individus était faible : chez les hommes pour le radius (n=16) et l'ulna (n=13) ; chez les femmes pour l'humérus (n=23), le radius (n=14) et

l'ulna (n=7). Le nombre d'individus est, pour ces os respectifs, une limite statistique et ne permet pas de visualiser de tendance. Concernant les autres mesures effectuées (chez l'homme sur le fémur, le tibia et la fibula ; chez la femme sur le fémur, le tibia et la fibula), nous pouvons voir que plus un individu est petit, plus sa taille estimée est majorée. A l'inverse, plus un individu est réellement grand, plus la taille estimée est minorée. C'est particulièrement vrai dans le cas du fémur chez l'homme où le nombre d'individus permet clairement de voir la tendance (Figure 4).

Le modèle idéal ( $T_m = T_e$ ) est toujours inclus dans l'intervalle de prévision quel que soit le sexe ou l'os étudié. Concernant l'intervalle de confiance à 95%, le modèle idéal est inclus dans celui-ci chez l'homme pour le fémur, l'humérus et le radius ; chez la femme pour le fémur, l'humérus et l'ulna.

**Figure 4** : Taille mesurée ( $T_m$ ) en fonction de la taille estimée ( $T_e$ ).  $T_e$  est calculée à partir de la mesure de la longueur des différents os longs chez l'homme

**Figure 5** : Taille mesurée ( $T_m$ ) en fonction de la taille estimée ( $T_e$ ).  $T_e$  est calculée à partir de la mesure de la longueur des différents os longs chez la femme

De manière synthétique, le fémur est le meilleur os long pour estimer la taille d'un individu. L'utilisation de la méthode de TG appliquée au fémur permettrait d'avoir une taille estimée en moyenne plus petite de 0,25 cm pour 95% des individus de sexe masculin. Chez les individus de sexe féminin, l'utilisation de la méthode de TG appliquée au fémur permettrait d'avoir une taille estimée en moyenne plus grande de 0,49 cm pour 95% des individus. Cet élément doit être pondéré par le fait que les individus petits sont estimés plus grand qu'ils ne le sont réellement et inversement pour les individus grands.

## DISCUSSION

### *Méthode de Trotter et Gleser et méthode d'Olivier*

Comme nous l'avons présenté dans l'introduction, plusieurs séries d'équations ont été établies dont celle de TG et celle d'Olivier en 1963 [15]. Nous avons fait le choix d'étudier les équations de TG plutôt que celle d'Olivier car il existe plusieurs biais populationnels dans le travail d'Olivier : Tout d'abord, Olivier n'a étudié qu'une population masculine et donc il n'a établi aucune équation pour les individus de sexe féminin. Ensuite, il n'a pas effectué directement les mesures mais il a repris les données de deux précédentes études [40,41]. Ces

études concernaient une population de la seconde guerre mondiale de squelettes retrouvés dans des cimetières du camp de concentration de Mauthausen. L'identification de ces squelettes a été effectuée sur la base des registres et plaques d'identification du camp. Après soixante ans d'étude de la Shoah, les historiens ont établi que les numéros sur les plaques d'identification des morts étaient réattribués aux nouveaux arrivants du camp et qu'une partie des archives ont été détruite à la libération, ce qui induit un biais [42]. De plus, les mesures biométriques qui ont permis l'établissement des équations sont les mesures anthropométriques établis en grande partie par l'administration SS du camp. La rigueur méthodologique de ces prises de mesures peut être mise en cause. Enfin, le caractère extrême des conditions de vie dans ces camps a été source d'altération des processus physiologiques et il apparaît difficile d'estimer la taille d'une population contemporaine sur la base d'une population de prisonnier d'un camp de concentration de la seconde guerre mondiale. Certes, TG ont étudié une population de soldats américains (et donc non-européens) plutôt jeune et en bonne santé mais le type de population étudiée par Olivier paraît plus sensible à l'induction de biais de par sa nature intrinsèque. L'ensemble de ces éléments explique la raison pour laquelle nous avons choisi d'étudier les équations de TG plutôt que celle d'Olivier.

### *Critique des résultats*

La méthode de TG a environ 70 ans et les caractéristiques anthropologiques d'identification ont évolué durant cette période [16,18]. Ces changements sont survenus sous l'influence de nombreux facteurs [19–28] sur laquelle la communauté d'anthropologues médico-légaux débat, comme par exemple pour les facteurs socioéconomiques dans la maturation osseuse face à la problématique d'estimation de l'âge [43–46]. Devant ces changements constatés et quelle qu'en soit l'origine, il apparaît légitime de se poser la question de la validité des méthodes utilisées pour estimer ces caractéristiques. Nous avons tout d'abord comparé les  $T_m$  et les  $T_e$  à l'échelle de la population. Malgré le fait que le test de Student effectué soit apparié, nous avons comparé deux groupes d'une population et c'est finalement l'ensemble des individus que nous évaluons et non le comportement intrinsèque de chaque individu au sein de la population. L'absence de différence significative constatée entre les  $T_m$  et les  $T_e$  ne permet pas d'avoir d'idée sur le comportement des individus extrêmes. Malgré l'absence de description précise de la population, ces tests nous apportent des informations intéressantes lorsque l'on analyse la moyenne des différences entre les  $T_m$  et les  $T_e$  au regard du  $p$ . En effet, nous avons constaté que lorsqu'il existe une différence significative entre les deux groupes, une moyenne des différences importante est observée dans certains cas : le tibia (-

3,43 cm), la fibula (-3,43 cm) et le radius (-4,09 cm) chez la femme. A l'inverse, cette moyenne des différences peut être quasiment nulle lorsqu'il n'y pas de différence significative entre la  $T_m$  et la  $T_e$  : le fémur chez l'homme (-0,25 cm) et chez la femme (0,49 cm). Ces résultats sont à prendre avec précaution car nous manquons de puissance dans certains groupes particulièrement chez les femmes, ce qui induit un biais. En tenant compte de l'ensemble des paramètres d'interprétation, les mesures effectuées sur le fémur sont celles permettant de calculer une  $T_e$  la plus proche possible de la  $T_m$  à l'échelle de la population. Ces résultats rejoignent les résultats de l'étude princeps et d'autres études [10,12,16,47].

Concernant les figures 2 et 3 présentant les résultats de l'application de la méthode de TG à notre échantillon, nous avons voulu être le plus proche de la manière dont TG ont présenté les résultats dans leur étude initiale, afin de les confronter (Annexe 2). C'est l'objectif de la présentation graphique des figures 2 et 3. Les résultats indiquent que notre population n'a pas exactement le même profil que la population de TG pour le tibia, quel que soit le sexe, ainsi que pour la fibula chez l'homme. La répartition est en revanche différente pour les mesures effectuées sur le fémur, quel que soit le sexe, et sur la fibula chez la femme, pour lesquels notre population suit la même répartition que la population de TG. La répartition des individus sur les graphiques qui concernent les membres supérieurs sont à interpréter avec prudence du fait du manque de puissance que nous avons déjà exposé. La répartition des individus sur les graphiques montre que plus les  $L_m$  sont grandes, plus la dispersion concernant la  $T_m$  est importante. Ces résultats sont en accord avec les résultats de l'étude princeps de TG et les résultats des études évaluant l'applicabilité sur différentes populations [10–12,29]. Le fémur reste le meilleur indicateur permettant d'estimer la taille réelle d'un individu y compris dans un échantillon médico-légal français.

Un des objectifs de ce travail était d'observer une éventuelle différence entre la  $T_e$  et la  $T_m$ . Nous avons voulu observer le lien entre la  $T_e$  et la  $T_m$  en le comparant au modèle idéal duquel nous essayons de nous rapprocher ( $T_e=T_m$ ). Cela a permis de mettre en évidence un biais statistique pour les tailles extrêmes. En effet, pour les valeurs extrêmes (< 160 cm et > 180 cm), notre population a tendance à s'éloigner du modèle idéal, conduisant à une surestimation de la taille des individus petits et à une sous-estimation de celle des individus grands. Ce biais est lié à l'estimateur utilisé dans la méthode de calcul. L'estimateur (la  $L_m$  des os) a permis à TG d'établir des équations de régression linéaire pour estimer la variable taille réelle ( $T_m$ ). Statistiquement, une variable aléatoire, comme la taille d'un individu dans une population, fluctue autour de la moyenne. Idéalement, lorsque l'on étudie un échantillon

d'une population, les données fluctuent également autour de cette moyenne. Cependant, il y a une légère différence liée à la sélection au hasard des individus. C'est l'écart à la moyenne de la taille de l'individu qui constitue le biais à l'estimation. De ce fait, plus un individu est éloigné de la moyenne, plus l'estimation sera biaisée et le modèle estimera la taille plus proche de la moyenne qu'elle ne l'est réellement. Concernant le fémur, en observant les figures 4 et 5, on peut considérer que pour un échantillon de la population médico-légale française, l'équation de TG à partir de la Lm est un bon estimateur de la taille réelle plus particulièrement entre 160 cm et 180 cm de Te. La littérature montre que ce phénomène se retrouve également dans des études contemporaines, même en appliquant une équation de régression adaptée à des populations précises [10,30,31,33,48,49].

#### *Variabilité populationnelle*

Plusieurs auteurs ont proposé des équations de régression visant à estimer la stature par la mesure d'os longs dans des populations particulières, présentant des différences entre elles qui les rendent spécifiques d'une population donnée [10,12,13,29–31,33]. Il a également été mis en évidence une variabilité temporelle de la taille pour une même population au fil des générations successives depuis l'étude princeps d'il y a 70 ans, imposant une certaine prudence dans l'utilisation de ces équations [29,33,50,51]. Cette variabilité, qu'elle soit temporelle ou spatiale, justifie non seulement ce travail préliminaire, mais a une incidence sur la rédaction des conclusions de rapports d'anthropologie médico-légale [5]. En effet, il s'agit d'un élément de discussion à mettre en parallèle d'une autre variable étudiée dans le profil d'identification de restes osseux : l'estimation du délai post-mortem en anthropologie [4]. La variabilité temporelle aura nécessairement une incidence sur la discussion médico-légale en fonction du délai post-mortem estimé : si celui-ci est court, des équations récentes pourront être utilisées, mais s'il est long les équations de TG seront peut-être plus contributives [5,12,13].

#### *Variabilité de la taille chez le cadavre et chez le vivant*

L'estimation de la taille à partir de la mesure des os longs a principalement été étudiée sur des cadavres [10,12,13,29–31,47,52] ou sur des squelettes [53,54]. La littérature met en évidence une différence de mesure de la taille après le décès d'environ 2 cm qui serait liée aux phénomènes *post mortem* [9,12,29,53]. Nous avons réalisé cette étude de manière rétrospective et cette variation est une limite à notre étude. Cependant, il faut garder à l'esprit que face à une problématique d'identification, la taille de comparaison reste celle qui est alléguée sur les documents administratifs. Au cours de la vie adulte, la taille est susceptible de

varier sous l'influence des processus en lien avec le vieillissement [55]. Physiologiquement, l'andropause et la ménopause sont responsables d'une fragilisation osseuse favorisant les tassements vertébraux [56–58]. De manière physiopathologique, les traumatismes rachidiens sont responsables de tassements traumatiques, tout comme la pose de prothèse de hanche à la suite d'une fracture peut être responsable d'un raccourcissement de membre [59–62]. L'ensemble de ces phénomènes physiologiques et physiopathologiques sont responsables d'une diminution de la taille rendant la taille réelle (déclarée sur les documents d'identité officiels) difficile à interpréter. En effet, la mesure de la taille doit être effectuée selon des critères établis (orthogonalement au plan de francfort, pieds joints et talons collés au plan de mesure). On peut aisément douter du fait que la taille (lorsqu'elle est présente sur les documents administratifs) soit prise selon ces critères précis.

### *Mesures scanographiques*

Les mesures des différents os longs ont été réalisées à partir de scanners de corps médico-légaux. Il ne semble pas exister de différence significative entre une mesure scanographique et une mesure réalisée manuellement sur un os sec dans la littérature [63–66]. Malgré cela, l'existence d'une éventuelle différence entre la longueur mesurée sur un scanner d'un os long et sa longueur réelle ne peut être totalement écartée pour différentes raisons méthodologiques et techniques : méthode d'acquisition, protocole d'acquisition, post-traitement, méthode de mesure [67–69]. Dans un souci de rigueur méthodologique nous avons donc étudié la variabilité inter-observateur, intra-observateur et la variabilité en fonction de la latéralité. Il s'agit d'une pratique fréquente en anthropologie médico-légale [70–73]. Ce type de prérequis méthodologique est indispensable et fait même partie des critères de validation méthodologique pour l'inclusion d'articles dans le cadre de méta-analyse ou de revue systématique [74,75]. Ainsi, cette étude possède des critères de réalisation méthodologique respectant les standards internationaux permettant de reprendre la méthodologie dans l'objectif de poursuivre ce travail en augmentant le nombre d'individus [76].

### *Equation de régression linéaire*

Compte tenu d'un manque de puissance de notre étude du fait d'un faible nombre d'individus au sein de notre échantillon, nous avons décidé de présenter les résultats principalement sous forme descriptive. Ce choix est motivé par l'absence de pertinence de l'établissement d'une équation de régression linéaire à partir d'un si petit nombre d'individus pour deux raisons : 1) plus l'échantillon est petit, plus il est susceptible de différer de la population qu'il est censé représenter ; 2) statistiquement, le faible effectif rend les individus éloignés du modèle plus

influent dans le calcul de l'équation de régression linéaire. Pour ces raisons, le calcul d'une nouvelle équation de régression linéaire pour l'estimation de la taille d'individus issue d'une population médico-légale française ne pourra être effectué que lorsque la taille de l'échantillon aura été augmentée.

## **CONCLUSION**

L'identification des restes osseux et des corps altérés est une part importante de l'activité de thanatologie au sein des instituts médico-légaux français [55,77]. Les résultats de ce travail rétrospectif ont confirmé la plus grande fiabilité des mesures effectuées sur le fémur que sur les autres os longs du corps humain. Il n'existe à priori pas de différence entre les mesures sur os sec et au scanner mais il faut toujours faire preuve de prudence lorsque les résultats d'un profil d'identification sont présentés. L'utilisation de la méthode de TG appliquée au fémur permettrait d'avoir une taille estimée en moyenne plus petite de 0,25 cm pour 95% des individus de sexe masculin. Chez les individus de sexe féminin, la taille est estimée en moyenne plus grande de 0,49 cm pour 95% des individus. Il existe une tendance à majorer les tailles des individus petits (< 160 cm) et à minorer les tailles des individus grands (> 180 cm). Ces éléments nouveaux doivent être pris en compte dans l'établissement d'un profil d'identification médico-légale tel que la littérature le définit [1,5,6]. Une étude sur un nombre plus important d'individus pourrait permettre d'établir une équation de régression plus précise pour la population médico-légale française afin d'estimer la taille le plus précisément possible.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Snow CC. Forensic Anthropology. *Annual Review of Anthropology* 1982;11:97–131.
- [2] Cordeiro C, Munoz-Barùs JI. Predicting adult stature from metatarsal length in a Portuguese population. *Forensic Sci Int* 2009;193:131.e1-131.e4.
- [3] Knussmann R, Sperwien A. Relations between anthropometric characteristics and androgen hormone levels in healthy young men. *Ann Hum Biol* 1998;15:131–142.
- [4] Beauthier JP. *Traité de Médecine Légale*. vol. 2. 2nd ed. Ch; 2011.
- [5] Quatrehomme G. *Traité d'anthropologie médico-légale*. De Boeck; 2015.

- [6] Comité des Ministres. Recommandation N°R (99) 3 du Comité des Ministres aux Etats Membres relative à l'harmonisation des règles en matière d'autopsie médico-légale. 1999.
- [7] Manouvrier L. Détermination de la taille d'après les grands os des membres. Rev l'Ecole Anthropol. vol. 2. 1892.
- [8] Holland T. Estimation of adult stature from fragmentary tibias. *Journal of Forensic Sciences* 1992;1223–9.
- [9] Telkka A. On the prediction of human stature from the long bones. *Acta Anat* 1950;9:103–117.
- [10] Mahakkanukrauh P, Khanpetch P, Prasitwattanseree S, Vichairat K, Case DT. Stature estimation from long bone lengths in a Thai population. *Forensic Science International* 2011;210:279.e1-279.e7.
- [11] Giurazza F, Del Vescovo R, Schena E, Battisti S. Determination of stature from skeletal and skull measurements by CT scan evaluation. *Forensic Science International* 2012;222:398.e1-398.e9.
- [12] Trotter M, Gleser G. Estimation of stature from long bones of American whites and Negroes. *American Journal of Physical Anthropology* 1952:463–514.
- [13] Trotter M, Gleser G. A re-evaluation of estimation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death. *American Journal of Physical Anthropology* 1958:79–123.
- [14] Jantz RL. Modification of the Trotter and Gleser female stature estimation formulae. *J Forensic Sci* 1992;37:1230–5.
- [15] Olivier G. L'estimation de la stature par les os longs des membres. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 1963;4:433–49. doi:10.3406/bmsap.1963.1262.
- [16] NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). A century of trends in adult human height. *Elife* 2016;5. doi:10.7554/eLife.13410.
- [17] Fisher RA. The Correlation between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 1919:399–433.
- [18] Lettre G. Recent progress in the study of the genetics of height. *Human Genetics* 2011;129:465–472.
- [19] Cole TJ. Secular trends in growth. *The Proceedings of the Nutrition Society* 59, 2000, p. 317–324.

- [20] Silventoinen K, Kaprio J, Lahelma E, Koskenvuo M. Relative effect of genetic and environmental factors on body height : differences across birth cohorts among Finish men and women. *American Journal of Public Health* 2000:627–630.
- [21] Dubois L, Ohm Kyvik K, Girard M, Tatone-Tokuda F, Pérusse D, Hjelmborg J, et al. Genetic and environmental contributions to weight, height, and BMI from birth to 19 years of age : an international study of over 12,000 twin pairs. *PLoS One* 2012;7:e30153.
- [22] Haeffner LS, Barbieri MA, Rona RJ, Bettiol H, Silva AA. The relative strength of weight and length at birth in contrast to social factors as determinants of height at 18 years in Brazil. *Annals of Human Biology* 2002:627–40.
- [23] Sorensen HT, Sabroe S, Rothman KJ, Gillman M, Steffensen FH, Fischer P, et al. Birth weight and length as predictors for adult height. *American Journal of Epidemiology* 1999;149:726–729.
- [24] Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition : consequences for adult health and human capital. 2008:340–57.
- [25] Eveleth PB, Tanner JM. *Worldwide Variation in Human Growth*. 2nd ed. Cambridge University Press; 1990.
- [26] Tanner JM. *Growth at Adolescence*. Oxford : Blackwell Scientific Publications; 1962.
- [27] Tanner JM. Growth as a measure of the nutritional and hygienic status of a population. *Hormone Research* 1992;38:106–115.
- [28] Bogin B. Secular changes in childhood, adolescent and adult stature. vol. 71, 2013, p. 115–126.
- [29] De Mendonça M. Estimation of height from the length of long bones in Portuguese adult population. *American Journal of Physical Anthropology* 2000;112:39–48.
- [30] Radoinova D, Tenekedjiev K, Yordanov Y. Stature estimation from long bone lengths in Bulgarians 2002:221–32.
- [31] Sarajlic N, Cihlar Z, E.E K, Selak I. Stature estimation for Bosnian male population. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences* 2006;6:62–67.
- [32] Immel A, Le Cabec A, Bonazzi M, Herbig A, Temming H, Schuenemann VJ, et al. Effect of X-ray irradiation on ancient DNA in sub-fossil bones – Guidelines for safe X-ray imaging. *Sci Rep* 2016. doi:10.1038/srep32969.
- [33] Hasegawa I, Uenishi K, Fukunaga T, Kimura R, Osawa M. Stature estimation formulae from radiographically determined limb bone length in a modern Japanese population. *Legal Medicine (Tokyo)* 2009;11:260–266.

- [34] Rollet E. De la mensuration des os longs des membres. Thèse pour le doc. en méd., 1st series. Lyon: 1888.
- [35] Hrdlicka A. Practical Anthropometry. Third Edition. Wistar Institute, Philadelphia: 1947.
- [36] Bass WM. Human osteology: a laboratory and field manual. 4th ed. Columbia: Missouri Archaeological Society; 1995.
- [37] Team RC. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: 2013.
- [38] Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull* 1979;86:420–8.
- [39] Hyndman RJ, Khandakar Y. Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R. *Journal of Statistical Software* 2008;27:1–22. doi:10.18637/jss.v027.i03.
- [40] Fully G. Une nouvelle méthode de détermination de la taille. *Ann de Méd Lég* 1956;XXXVI:266–73.
- [41] Fully G, Pineau H. Détermination de la stature au moyen du squelette. *Ann de Méd Lég* 1960;XL:3–11.
- [42] Abzug RH. Inside the Vicious Heart: Americans and the Liberation of Nazi Concentration Camps. Oxford University Press; 1987.
- [43] Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G. Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. *International Journal of Legal Medicine* 2000;113:253–8. doi:10.1007/s004149900102.
- [44] Schmeling A, Schulz R, Danner B, Rösing FW. The impact of economic progress and modernization in medicine on the ossification of hand and wrist. *International Journal of Legal Medicine* 2006;120:121–6. doi:10.1007/s00414-005-0007-4.
- [45] Savall F, Rérolle C, Héryn F, Dédouit F, Rougé D, Telmon N, et al. Reliability of the Suchey-Brooks method for a French contemporary population. *Forensic Science International* 2016;266:586.e1-586.e5.
- [46] Spake L, Cardoso H. Are we using the appropriate reference samples to develop juvenile age estimation methods based on bone size? An exploration of growth differences between average children and those who become victims of homicide. *Forensic Science International* 2018;282:1–12. doi:10.1016/j.forsciint.2017.10.041.
- [47] Munoz J, Linares-Iglesias M, Suarez-Penaranda J. Stature estimation from radiographically determined long bone length in a Spanish population sample. *Journal of Forensic Sciences* 2001;46:363–366.

- [48] Formicola V, Franceschi M. Regression equations for estimating stature from long bones of early Holocene European samples. *Am J Phys Anthropol* 1996;100:83–88.
- [49] Duyar I, Pelin C. Estimation Based on Tibia Length in Different Stature Groups. *American Journal of Physical Anthropology* 2003;122:23–27.
- [50] Tanner JM, Hayashi T, Preece MA, Cameron N. Increase in length of leg relative to trunk in Japanese children and adults from 1957 to 1977: comparison with British and with Japanese Americans. *Ann Hum Biol* 1982;9:411–23.
- [51] Cole TJ, Mori H. Fifty years of child height and weight in Japan and South Korea: Contrasting secular trend patterns analyzed by SITAR. *American Journal of Human Biology* 2018;30:e23054. doi:10.1002/ajhb.23054.
- [52] Petrovecki V, Mayer D, Slaus M. Prediction of stature based on radiographic measurements of cadaver long bones : a study of the croatian population. *Journal of Forensic Sciences* 2007;52:547–552.
- [53] Terry RJ. On measuring and photographing the cadaver. *Am J Phys Anthropol* 1940:26.
- [54] Krishan K, Kumar R. Determination of stature from cephalo-facial dimensions in a North Indian population. *Leg Med* 2007;9:128–133.
- [55] Baccino E, Martrille L. Techniques et méthodes pour l'identification des cadavres. *Principes de médecine légale*. 2ème, Arnette; 2010, p. 277–84.
- [56] Melton LJ, Lane AW, Cooper C, Eastell R, O'Fallon WM, Riggs BL. Prevalence and incidence of vertebral deformities. *Osteoporos Int* 1993;3:113–9.
- [57] O'Neill TW, Felsenberg D, Varlow J, Cooper C, Kanis JA, Silman AJ. The prevalence of vertebral deformity in European men and women: The european vertebral osteoporosis study. *Journal of Bone and Mineral Research* 1996;11:1010–8. doi:10.1002/jbmr.5650110719.
- [58] Pluijm SMF, Tromp AM, Smit JH, Deeg DJH, Lips P. Consequences of Vertebral Deformities in Older Men and Women. *Journal of Bone and Mineral Research* 2000;15:1564–72. doi:10.1359/jbmr.2000.15.8.1564.
- [59] Yoh K, Kuwabara A, Tanaka K. Detective value of historical height loss and current height/knee height ratio for prevalent vertebral fracture in Japanese postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Metabolism* 2014;32:533–8. doi:10.1007/s00774-013-0525-y.
- [60] Herrera A, Mateo J, Gil-Albarova J, Lobo-Escolar A, Artigas JM, López-Prats F, et al. Prevalence of osteoporotic vertebral fracture in Spanish women over age 45. *Maturitas* 2015;80:288–95. doi:10.1016/j.maturitas.2014.12.004.

- [61] Edeen J, Sharkey PF, Alexander AH. Clinical significance of leg-length inequality after total hip arthroplasty. *Am J Orthop* 1995;24:347–51.
- [62] Goldstein WM, Gordon A, Branson JJ. Leg length inequality in total hip arthroplasty. *Orthopedics* 2005;28:1037–40.
- [63] Verhoff MA, Ramsthaler F, Krähahn J, Deml U, Gille RJ, Grabherr S, et al. Digital forensic osteology--possibilities in cooperation with the Virtopsy project. *Forensic Sci Int* 2008;174:152–6. doi:10.1016/j.forsciint.2007.03.017.
- [64] Robinson C, Eisma R, Morgan B, Jeffery A, Graham EAM, Black S, et al. Anthropological Measurement of Lower Limb and Foot Bones Using Multi-Detector Computed Tomography. *Journal of Forensic Sciences* 2008;53:1289–95. doi:10.1111/j.1556-4029.2008.00875.x.
- [65] Brough AL, Bennett J, Morgan B, Black S, Ritty GN. Anthropological Measurement of the Juvenile Clavicle Using Multi-Detector Computed Tomography—Affirming Reliability. *Journal of Forensic Sciences* 2013;58:946–51. doi:10.1111/1556-4029.12126.
- [66] Lottering N, MacGregor DM, Barry MD, Reynolds MS, Gregory LS. Introducing standardized protocols for anthropological measurement of virtual subadult crania using computed tomography. *Journal of Forensic Radiology and Imaging* 2014;2:34–8. doi:10.1016/j.jofri.2013.11.005.
- [67] Uffmann M, Schaefer-Prokop C. Digital radiography: The balance between image quality and required radiation dose. *European Journal of Radiology* 2009;72:202–8. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.05.060>.
- [68] Dedouit F, Savall F, Mokrane F-Z, Rousseau H, Crubézy E, Rougé D, et al. Virtual anthropology and forensic identification using multidetector CT. *BJR* 2014;87:20130468. doi:10.1259/bjr.20130468.
- [69] Dedouit F, Saint-Martin P, Mokrane F-Z, Savall F, Rousseau H, Crubézy E, et al. Virtual anthropology: useful radiological tools for age assessment in clinical forensic medicine and thanatology. *La Radiologia Medica* 2015;120:874–86. doi:10.1007/s11547-015-0525-1.
- [70] Faisant M, Rerolle C, Faber C, Dedouit F, Telmon N, Saint-Martin P. Is the persistence of an epiphyseal scar of the knee a reliable marker of biological age? *International Journal of Legal Medicine* 2015;129:603–8. doi:10.1007/s00414-014-1130-x.
- [71] Saint-Martin P, Rérolle C, Pucheux J, Dedouit F, Telmon N. Contribution of distal femur MRI to the determination of the 18-year limit in forensic age estimation.

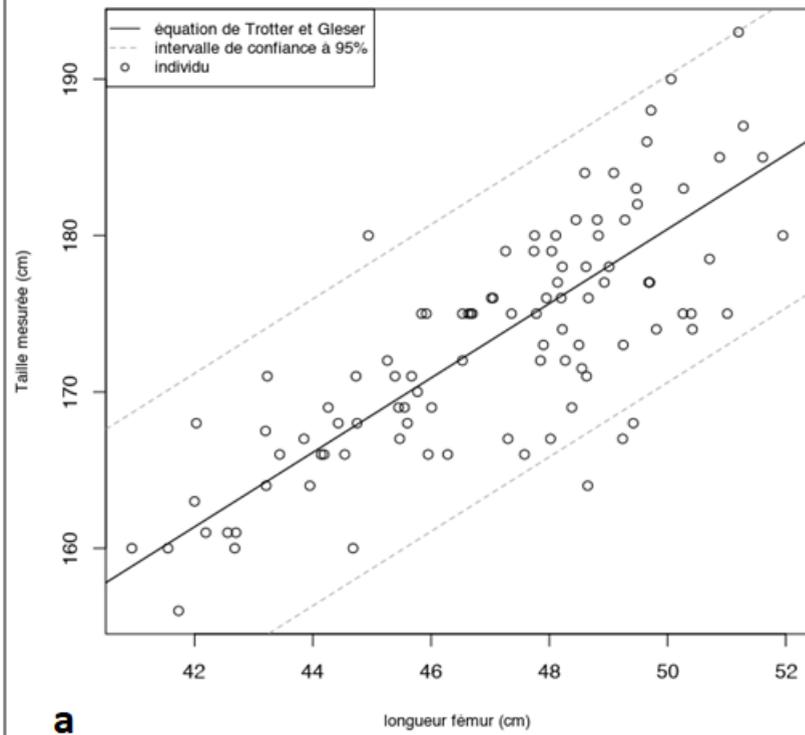
- International Journal of Legal Medicine 2015;129:619–20. doi:10.1007/s00414-014-1020-2.
- [72] Serin J, Rérolle C, Pucheux J, Dedouit F, Telmon N, Savall F, et al. Contribution of magnetic resonance imaging of the wrist and hand to forensic age assessment. International Journal of Legal Medicine 2016;130:1121–8. doi:10.1007/s00414-016-1362-z.
- [73] Ferrant O, Rougé-Maillart C, Guittet L, Papin F, Clin B, Fau G, et al. Age at death estimation of adult males using coxal bone and CT scan: A preliminary study. Forensic Science International 2009;186:14–21. doi:10.1016/j.forsciint.2008.12.024.
- [74] Watine J. [Systematic reviews and meta-analysis in laboratory medicine: principles and methods]. Ann Biol Clin (Paris) 2004;62:611–27.
- [75] Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions n.d. <http://handbook-5-1.cochrane.org/> (accessed August 3, 2017).
- [76] Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. Ann Intern Med 2009;151:W65-94.
- [77] Coty JB, Nedelcu C, Yahya S, Dupont V, Rougé-Maillart C, Verschoore M, et al. Burned bodies: post-mortem computed tomography, an essential tool for modern forensic medicine. Insights Imaging 2018. doi:10.1007/s13244-018-0633-2.

### **Conflit d'intérêt**

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

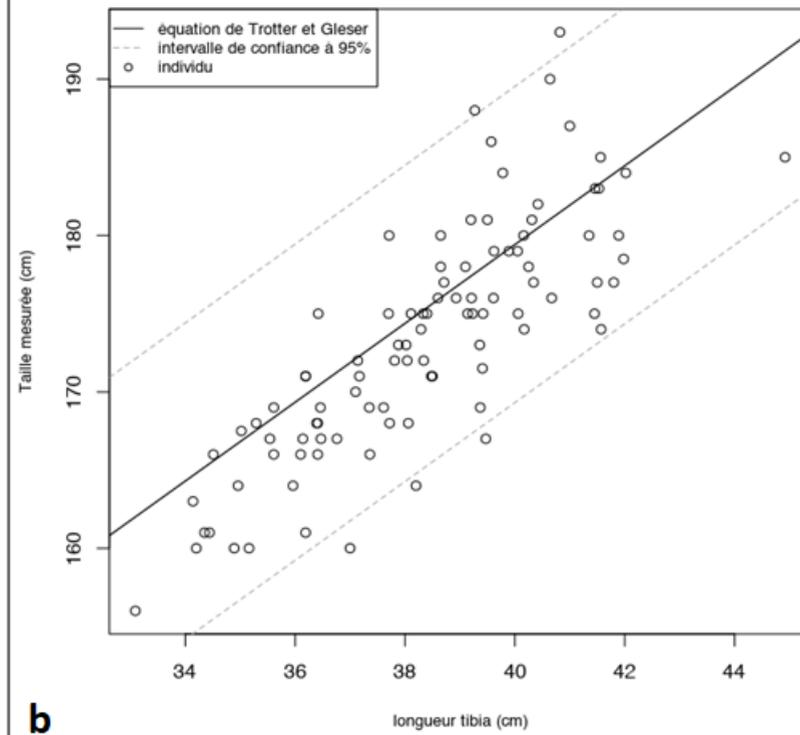


**Fémur (homme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



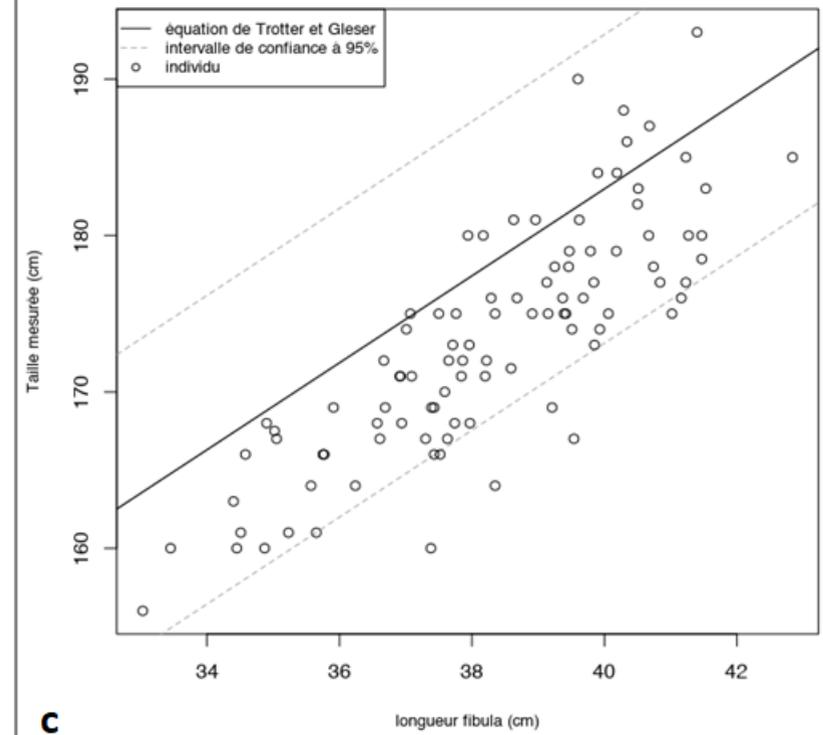
**a**

**Tibia (homme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



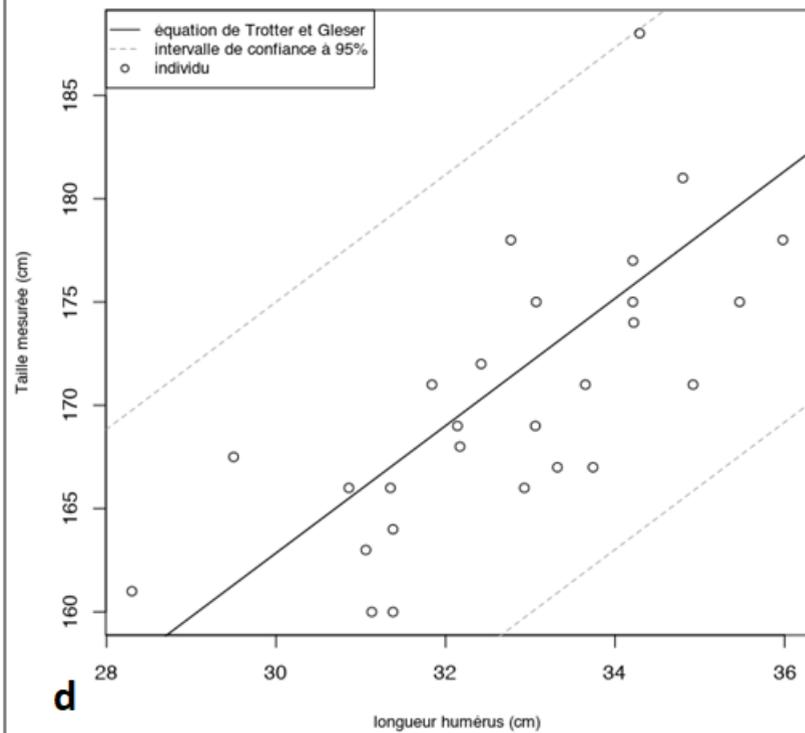
**b**

**Fibula (homme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



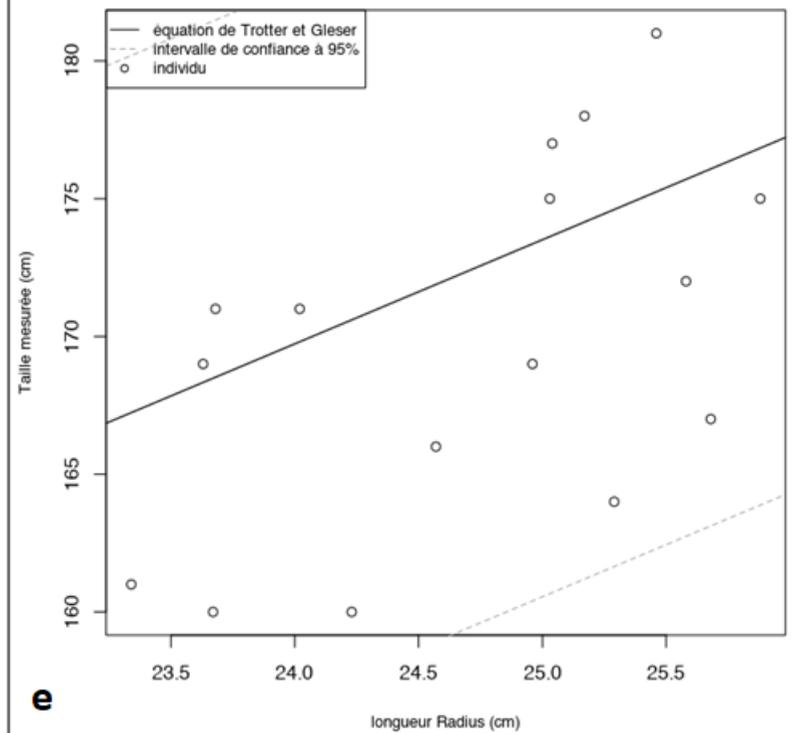
**c**

**Humérus (homme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



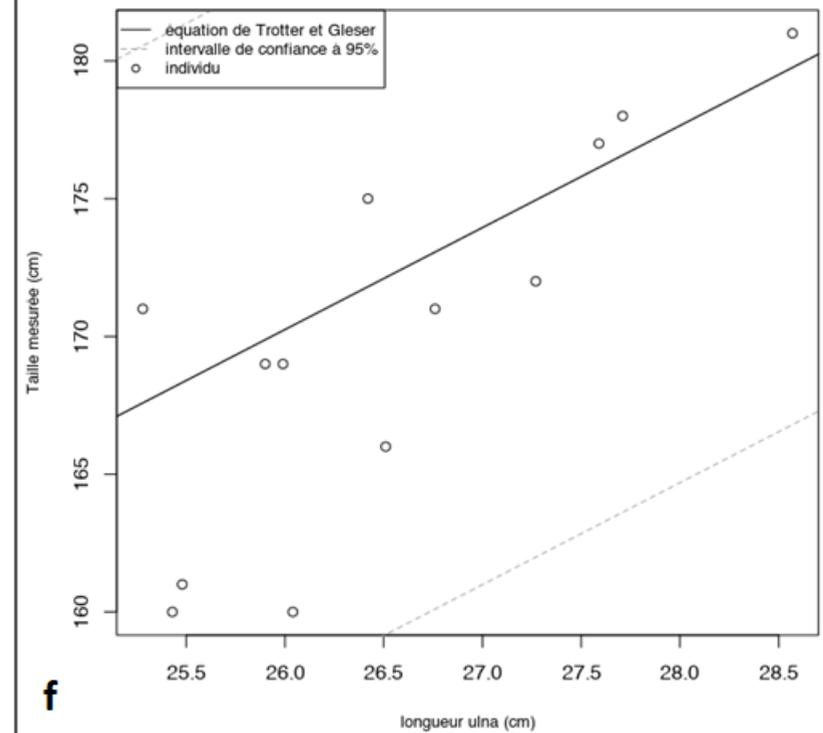
**d**

**Radius (homme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



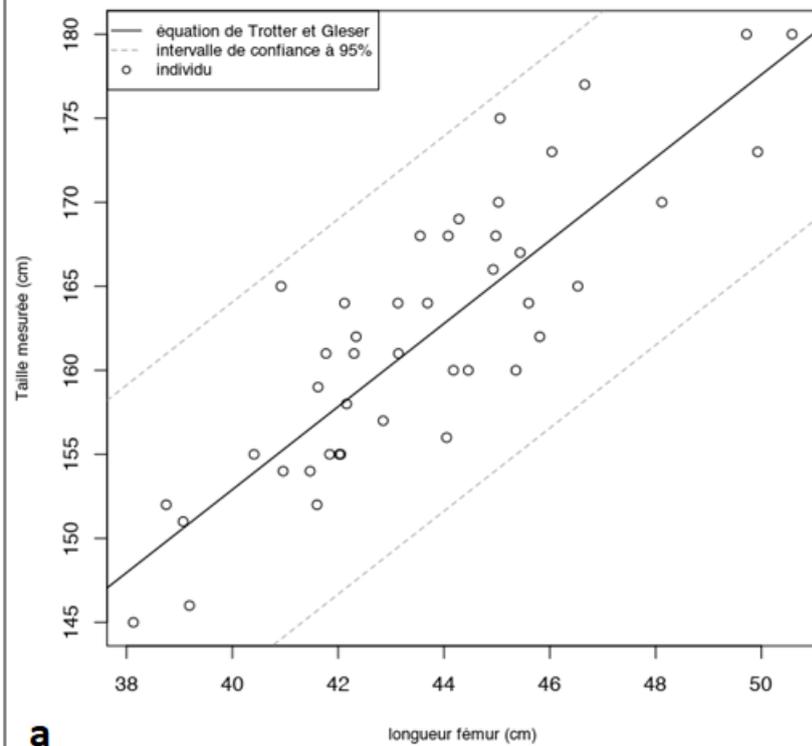
**e**

**Ulna (homme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**

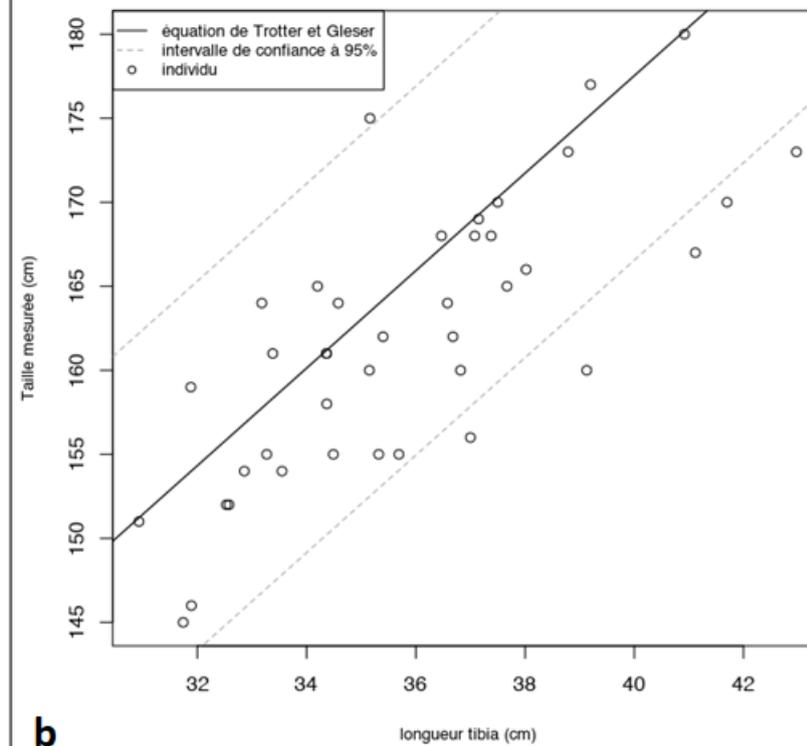


**f**

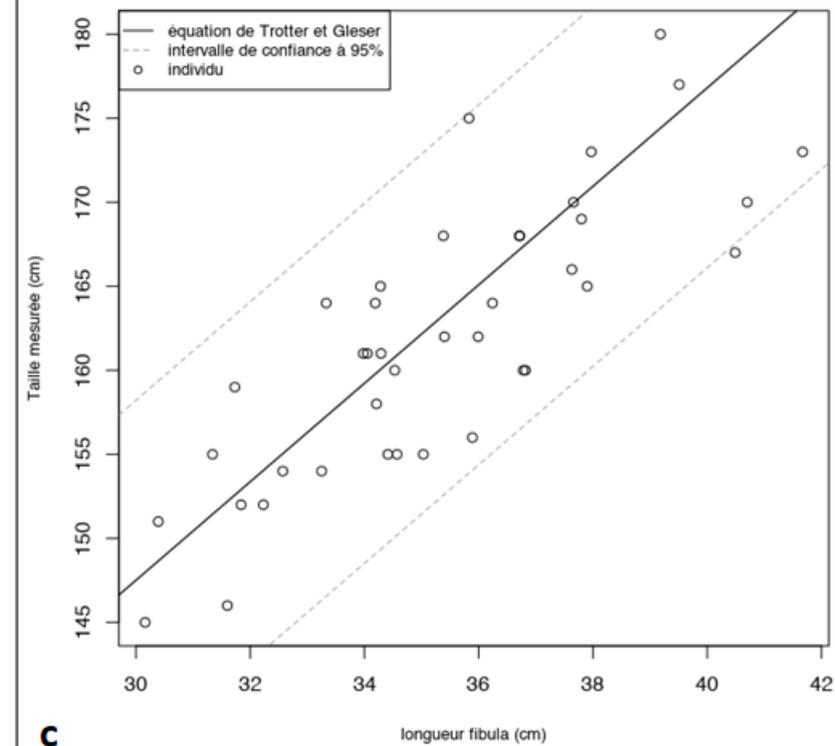
**Fémur (femme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



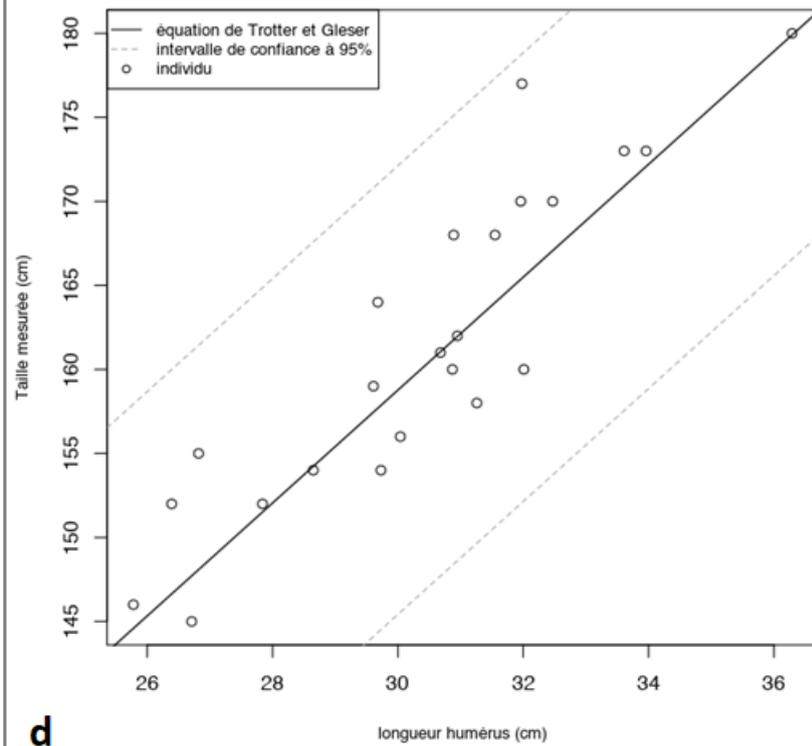
**Tibia (femme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



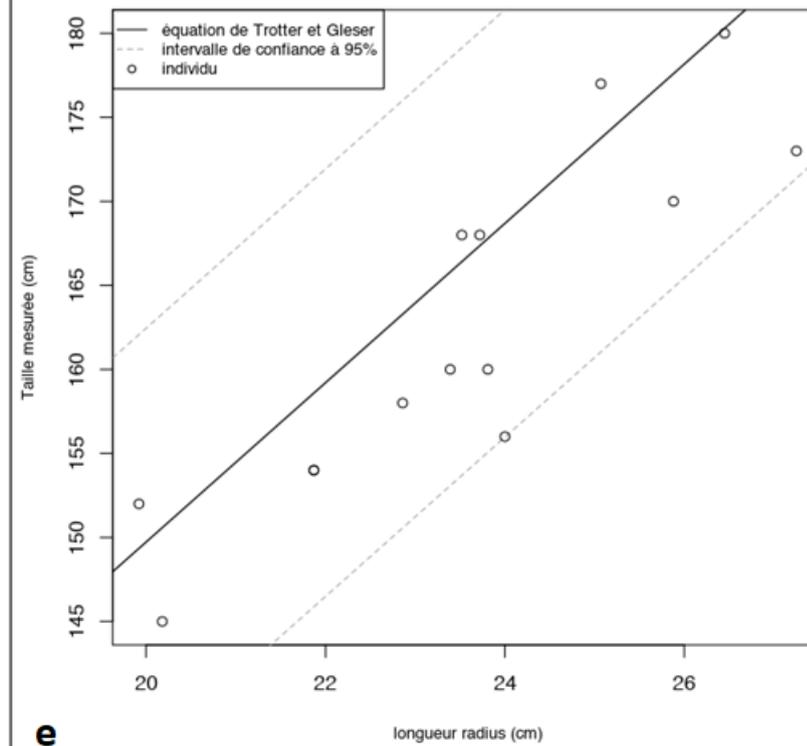
**Fibula (femme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



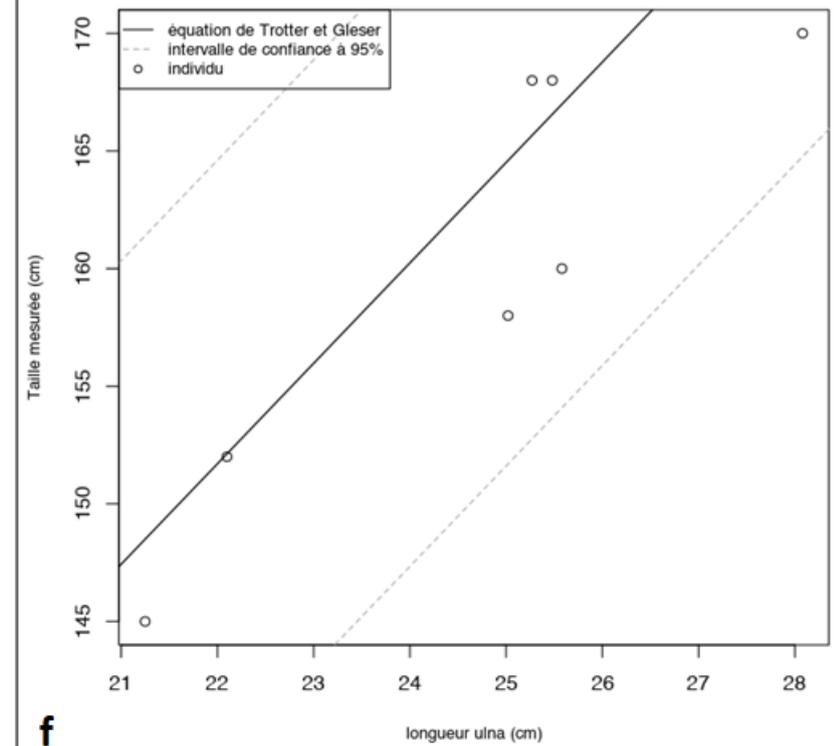
**Humérus (femme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



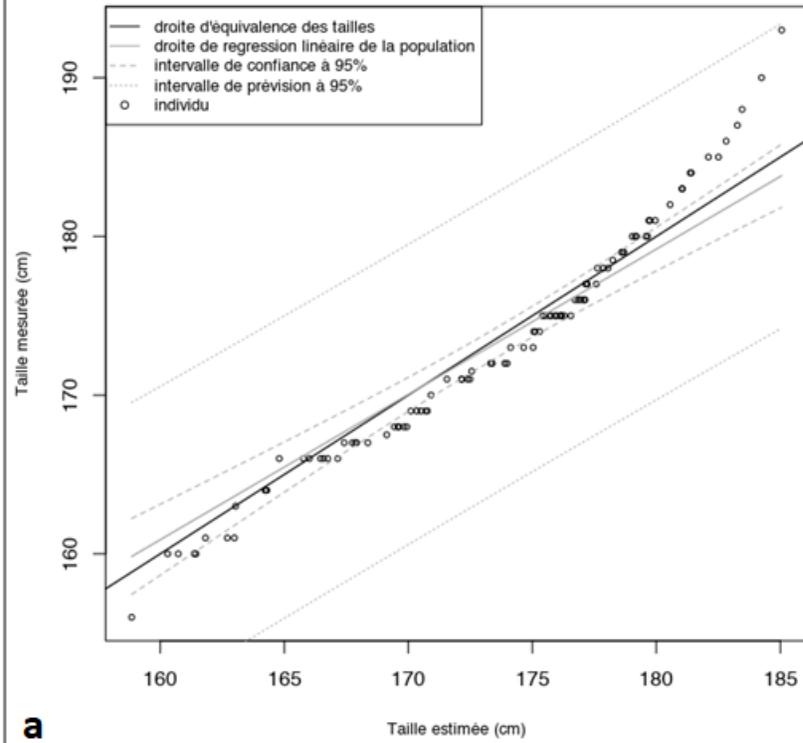
**Radius (femme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



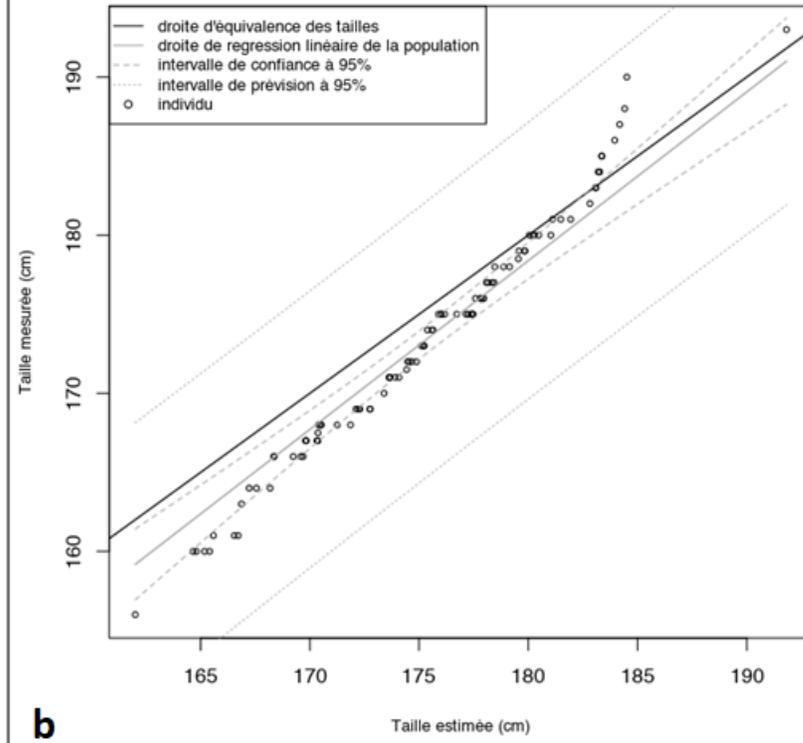
**Ulna (femme): comparaison avec l'équation de Trotter et Gleser**



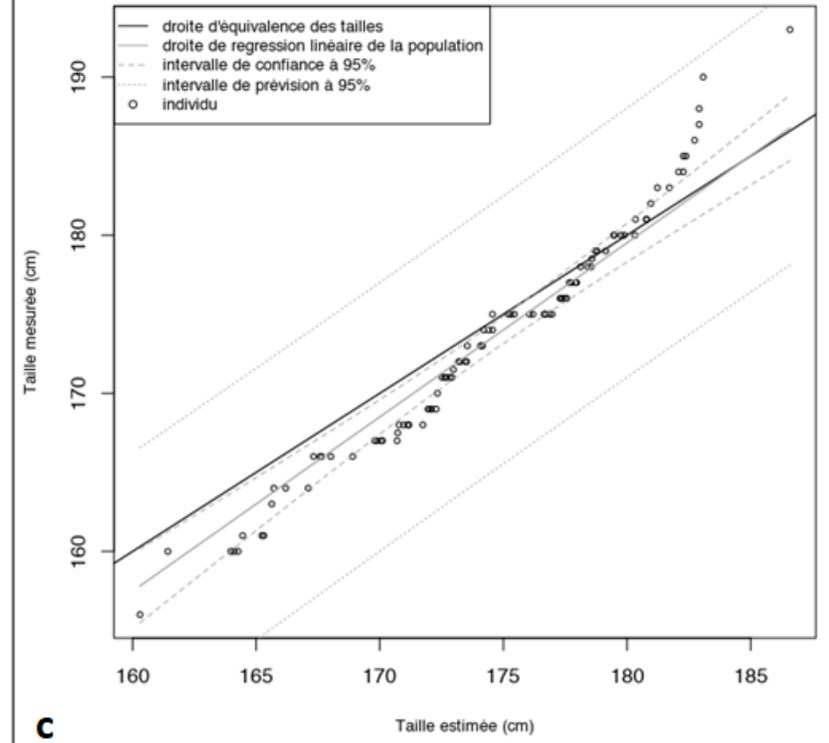
**Fémur (homme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



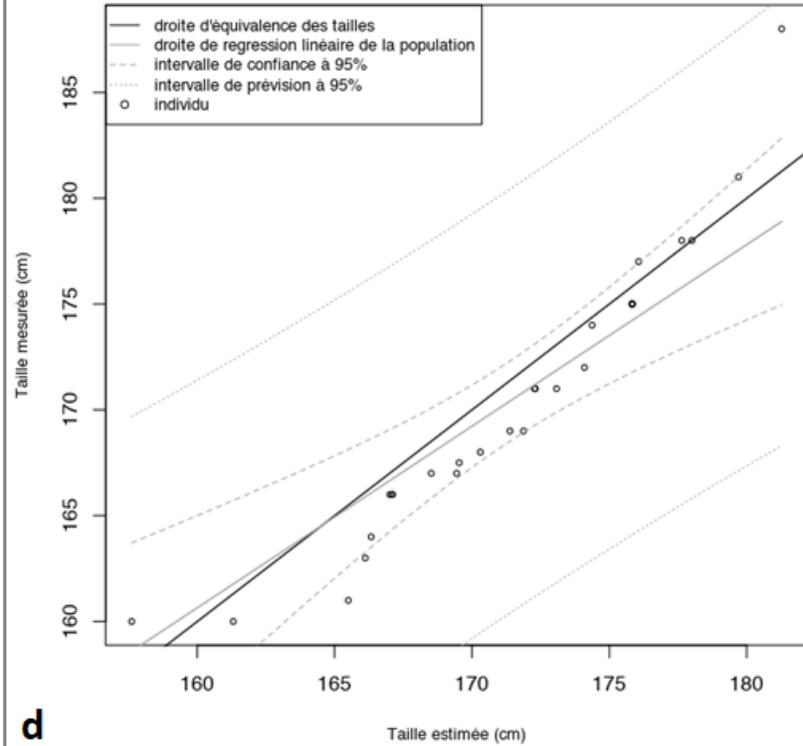
**Tibia (homme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



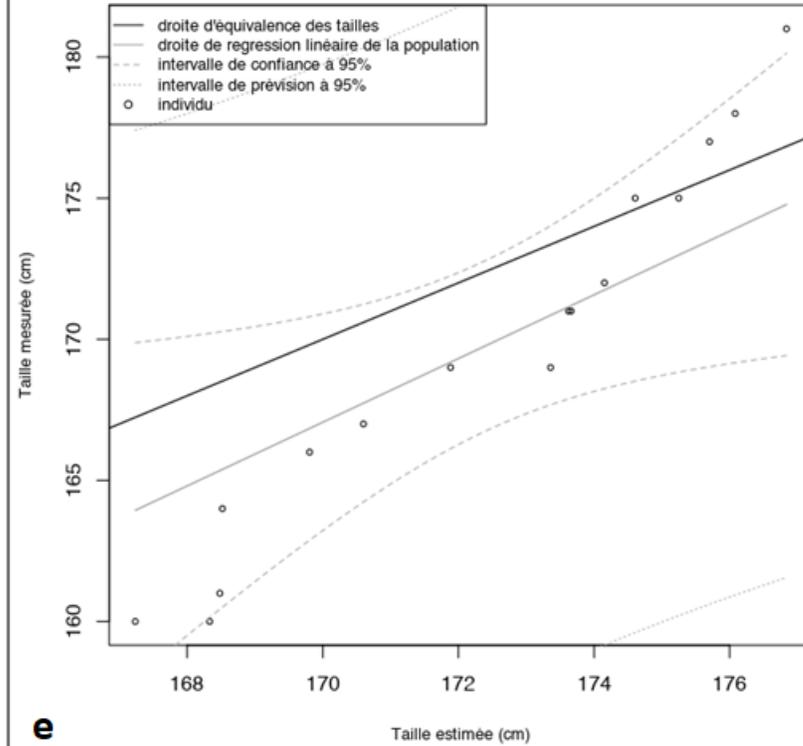
**Fibula (homme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



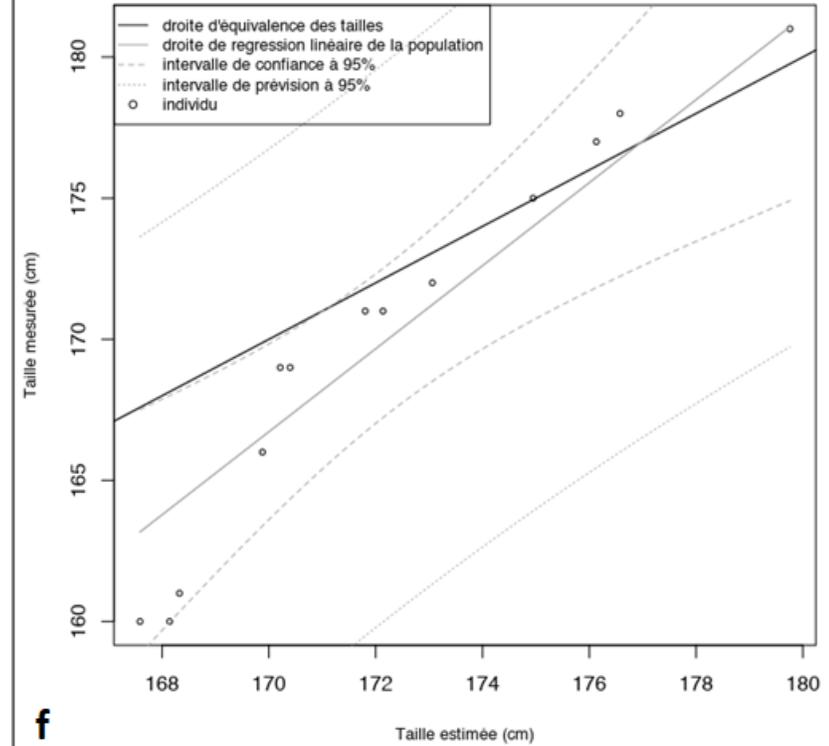
**Humérus (homme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



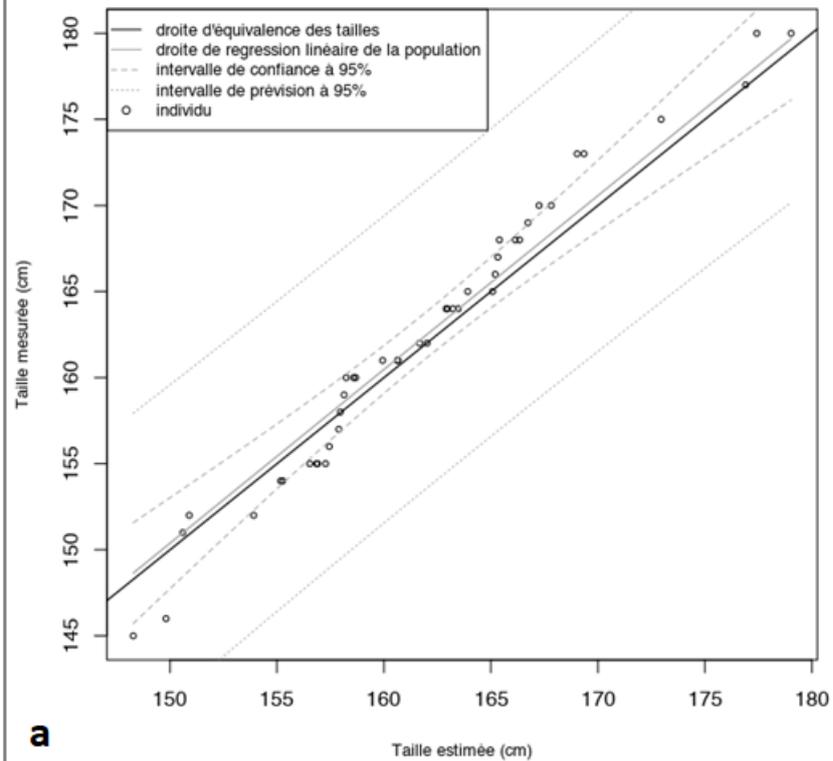
**Radius (homme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



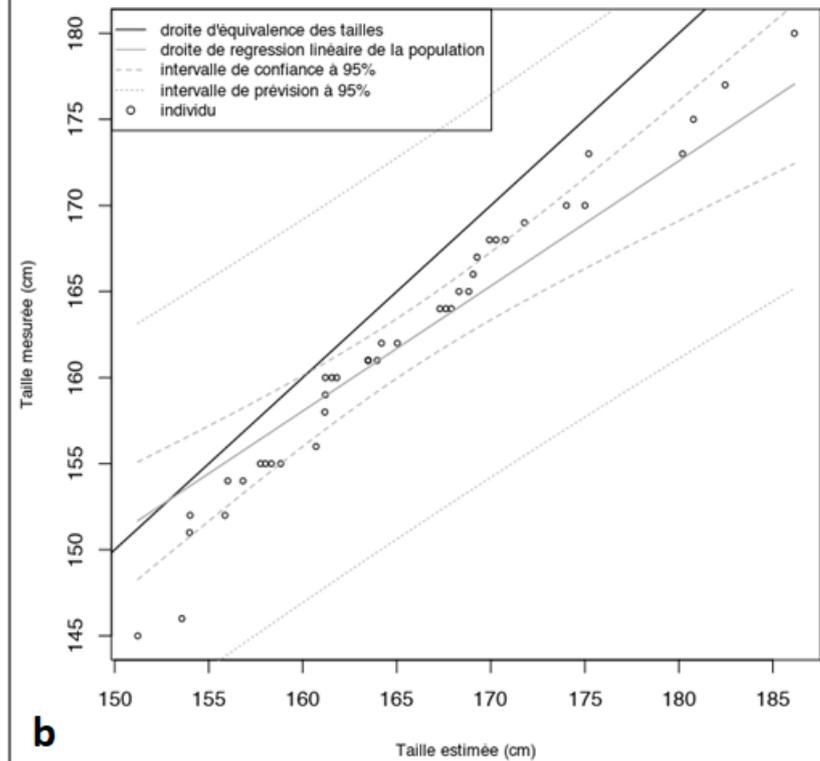
**Ulna (homme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



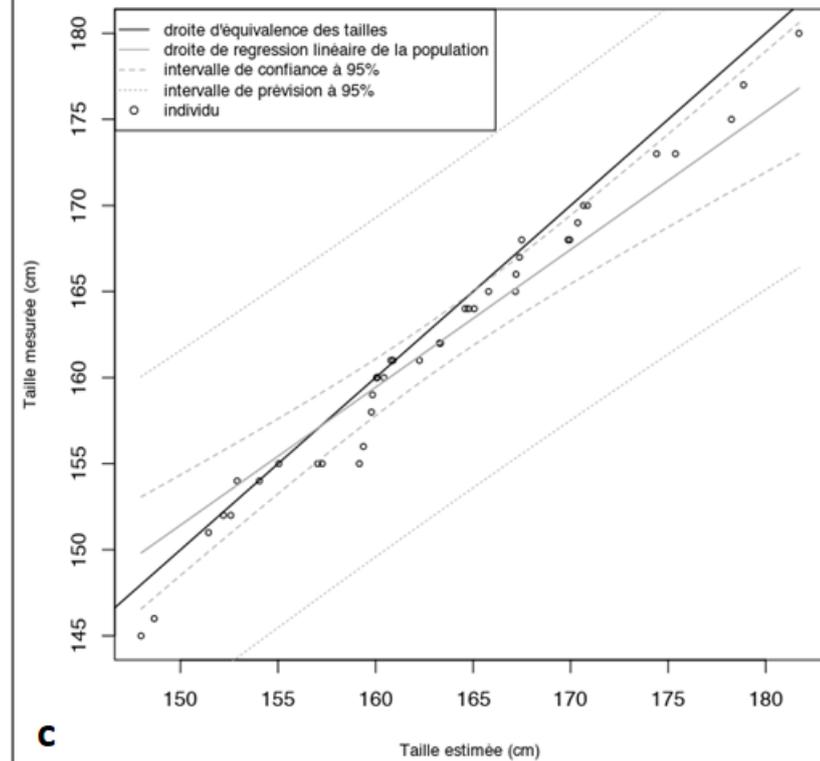
**Fémur (femme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



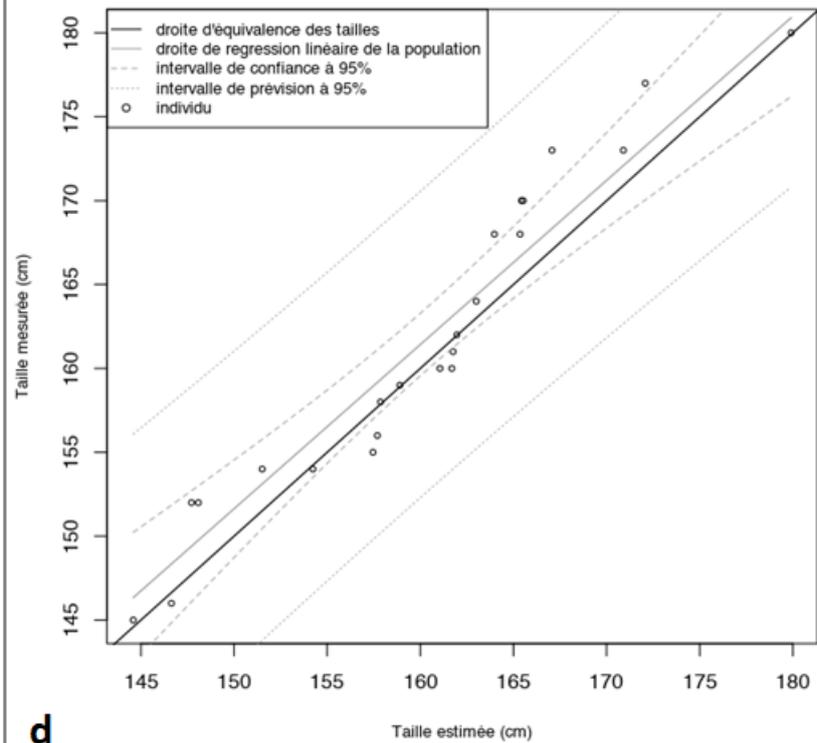
**Tibia (femme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



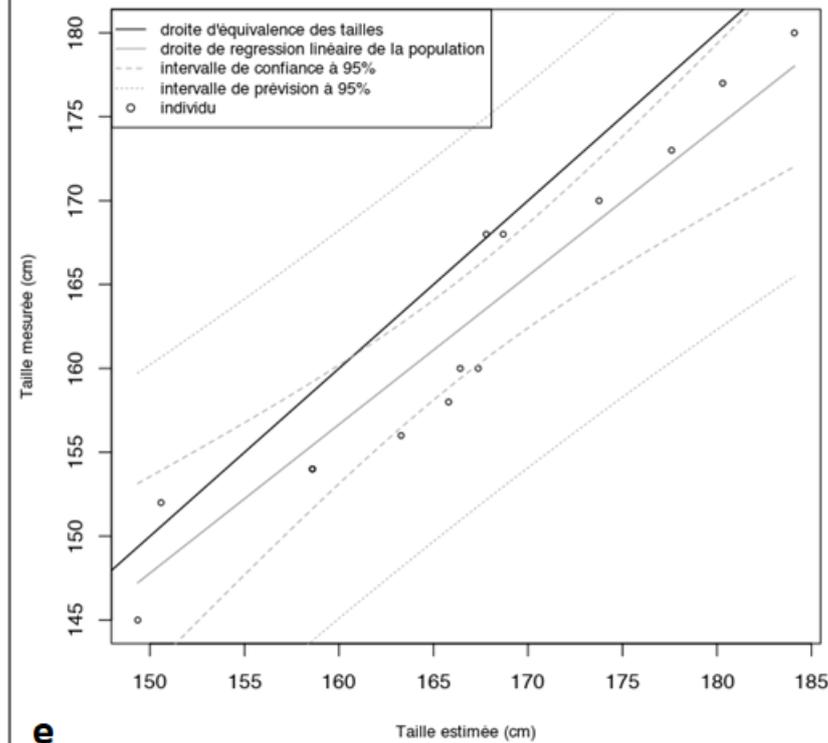
**Fibula (femme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



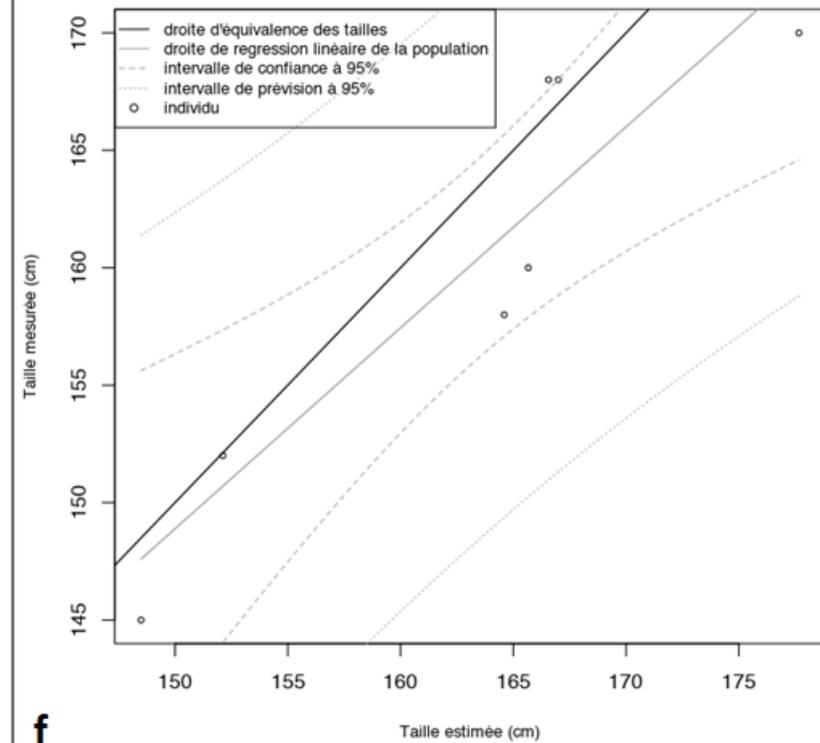
**Humérus (femme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



**Radius (femme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



**Ulna (femme): taille mesurée en fonction de la taille estimée**



Os long            équations de Trotter et Gleser correspondantes utilisées

	Homme	Femme
fémur	$2,38 * Lm + 61,41 \pm 3,27$	$2,47 * Lm + 54,10 \pm 3,72$
tibia	$2,52 * Lm + 78,62 \pm 3,37$	$2,90 * Lm + 61,53 \pm 3,66$
fibula	$2,68 * Lm + 71,78 \pm 3,29$	$2,93 * Lm + 59,61 \pm 3,57$
humérus	$3,08 * Lm + 70,45 \pm 4,05$	$3,36 * Lm + 57,97 \pm 4,45$
radius	$3,78 * Lm + 79,01 \pm 4,32$	$4,74 * Lm + 54,93 \pm 4,24$
ulna	$3,70 * Lm + 74,05 \pm 4,32$	$4,27 * Lm + 57,76 \pm 4,30$

	Homme		Femmes	
	Âge (années)	Taille (cm)	Âge (années)	Taille (cm)
Moyenn	49.91	173.18	50.05	162.35
Ecart- type	18.95	7.44	17.53	8.35
min	19	156	21	145
Q1	35	167.75	37	155.5
Médiane	47	174	50	162
Q3	63	178	57.5	168
max	91	193	96	180
n	99	99	43	43

	Homme			Femme		
	t	p	moy ≠	t	p	moy ≠
Femur	-0.52	0.61	-0.25	0.75	0.46	0.49
Tibia	-4.34	<0.01	-1.93	-3.73	<0.01	-3.43
Fibula	-2.42	0.02	-1.05	-3.73	<0.01	-3.43
Humérus	-1.05	0.30	-0.96	1.62	0.12	1.42
Radius	-1.93	0.07	-2.63	-3.06	0.01	-4.09
Ulna	-1.79	0.10	-2.23	-1.89	0.11	-3.01

Os	Masculin		Féminin	
	n (%)	total	n (%)	total
Femur	4 (4.94)	99	0 (0)	43
Tibia	8 (5.21)	96	6 (15)	40
Fibula	8 (8.22)	96	1 (2.5)	40
Humérus	0 (0)	27	0 (0)	23
Radius	0 (0)	16	0 (0)	14
Ulna	0 (0)	13	0 (0)	7