

# IUT Grand Ouest Normandie

Bachelor Universitaire de Technologie  
**Science des Données**  
Campus de Lisieux

**Science des Données 1 - SAE 2.03**  
**Régression sur données réelles**

---

## Thématique

**Étude de données morphologiques - ANSUR II**

---



### Auteurs

DEMBELE Salimata  
DIALLO Penda  
GBAYE Boukola  
VIALAT Élisa

Année universitaire 2024-2025

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1 Analyse des associations avec le poids chez les hommes.</b>	<b>5</b>
1.1 Évaluation des associations avec le poids chez les hommes . . . . .	5
1.2 Top 3 des variables les plus associées au poids chez les hommes . . . . .	6
1.2.1 Association entre le poids et la circonférence de la poitrine . . . . .	6
1.2.2 Association entre le poids et la circonférence de la cuisse . . . . .	7
1.2.3 Association entre le poids et la circonférence de la taille . . . . .	9
<b>2 Analyse des associations avec le poids chez les femmes.</b>	<b>11</b>
2.1 Évaluation des associations avec le poids chez les femmes . . . . .	11
2.2 Top 3 des variables les plus associées au poids chez les femmes . . . . .	11
2.2.1 Association entre le poids la circonférence de la cuisse chez les femmes . . . . .	12
2.2.2 Association entre le poids et la circonférence de la taille chez les femmes . . . . .	13
2.2.3 Association entre le poids et la circonférence de la poitrine chez les femmes . . . . .	14
<b>3 Bilan comparatif hommes - femmes pour le poids</b>	<b>16</b>
<b>4 Analyse des associations avec la taille chez les hommes.</b>	<b>17</b>
4.1 Évaluation des associations avec la taille chez les hommes . . . . .	17
4.2 Top 3 des variables les plus prédictives de la tailles chez les hommes . . . . .	18
4.2.1 Association entre la taille et la hauteur tibiale chez les hommes . . . . .	18
4.2.2 Association entre la taille et la longueur du pied chez les hommes . . . . .	19
4.2.3 Association entre la taille et la circonférence du poignet chez les hommes . . . . .	20
<b>5 Analyse des associations avec la taille chez les femmes.</b>	<b>22</b>
5.1 Évaluation des associations avec la taille chez les femmes . . . . .	22
5.2 Top3 des variables les plus associées à la taille chez les femmes . . . . .	23
5.2.1 Association entre la taille et la hauteur tibiale chez les femmes . . . . .	23
5.2.2 Association entre la taille et la longueur du pied chez les femmes . . . . .	25
5.2.3 Association entre la taille et la circonférence du poignet chez les femmes . . . . .	26
<b>6 Bilan comparatif hommes - femmes pour la taille</b>	<b>28</b>
<b>Conclusion</b>	<b>29</b>
<b>Annexe 1</b>	<b>30</b>
<b>Annexe 2</b>	<b>31</b>
<b>Annexe 3</b>	<b>32</b>
<b>Annexe 4</b>	<b>33</b>
<b>Table des figures</b>	<b>34</b>

# Introduction

Les données anthropométriques jouent un rôle essentiel dans des domaines tels que la conception d'équipements ergonomiques, la prévention des blessures et l'optimisation des performances physiques. La base de données ANSUR II, collectée auprès de soldats de l'US Army, constitue une ressource précieuse pour explorer ces relations. Avec ses nombreuses mesures morphologiques, cette base offre une vue détaillée des caractéristiques physiques des militaires, permettant d'étudier les associations entre différentes variables morphologiques. Les données brutes sont réparties dans deux fichiers distincts selon le sexe, et sont disponibles sur Kaggle, accompagnées d'un dictionnaire des variables.

## [ANSUR II Database Overview](#)

Dans le cadre de ce projet, nous avons choisi d'examiner les relations entre certaines variables morphologiques et deux variables fondamentales : la taille et le poids des soldats. Ces analyses sont essentielles pour mieux comprendre les facteurs déterminants de ces caractéristiques physiques, avec des applications concrètes dans la conception d'équipements adaptés et la modélisation biométrique.

Pour répondre à nos objectifs, nous avons identifié plusieurs variables auxiliaires susceptibles de jouer un rôle clé dans ces associations. Parmi celles-ci figurent (cf. Fig. 1) :

- L'âge (Age)
- La circonférence de la main (handcircumference)
- La circonférence du cou (neckcircumference)
- La longueur d'épaule (shoulderlength)
- La circonférence du poignet (wristcircumference)
- La circonférence de la taille (waistcircumference)
- La circonférence de la cheville(anklecircumference)
- La circonférence de la poitrine (chestcircumference)
- La longueur du pied (footlength)
- La circonférence de la tête (headcircumference)
- La circonférence de la cuisse (thighcircumference)
- La hauteur tibiale (tibialheight)

**Remarque :** Pour une meilleure visualisation, nous convertirons le poids (Weightlbs en livres) en kg (weight) et la taille (Heightlbs en pouces) en mètres (height).

Gender	Age	handcircumference	neckcircumference	shoulderlength	wristcircumference	waistcircumference	anklecircumference	chestcircumference	footlength	headcircumference	thighcircumference	tibialheight	Weight	Height
1 Female	26	182	335	148	152	850	204	922	246	548	622	430	64.41019	1.5494
2 Female	21	187	302	142	155	708	207	839	249	535	524	475	54.43115	1.6256
3 Female	23	198	325	164	162	727	233	674	265	588	577	458	66.67816	1.7272
4 Female	22	192	357	157	173	923	214	1008	265	593	679	463	79.37876	1.6764
7 Female	21	183	338	141	154	964	223	988	241	582	650	443	74.84283	1.6510
8 Female	23	192	349	136	155	914	205	968	255	551	675	464	76.20361	1.6764
9 Female	24	177	318	144	143	755	193	831	234	562	592	419	53.52396	1.4986
10 Female	37	195	341	125	151	944	208	1010	245	528	604	421	68.03894	1.6002
11 Female	33	208	378	161	180	935	245	1065	270	614	740	470	96.16170	1.7526
12 Female	36	185	378	146	160	942	220	1034	260	598	600	464	68.03894	1.6764
13 Female	40	180	346	140	159	995	206	1063	234	540	623	451	76.65720	1.6510
14 Female	24	203	366	166	167	848	220	937	263	553	606	451	71.66768	1.6764
15 Female	30	190	354	142	150	929	194	989	238	586	639	450	72.57487	1.6256
16 Female	36	193	337	133	162	835	223	940	249	572	619	448	65.77097	1.6764
17 Female	19	192	331	149	162	772	218	835	257	568	564	434	62.14223	1.6510
18 Female	19	178	315	132	149	805	197	897	256	568	569	470	58.96708	1.7018
19 Female	33	188	335	148	155	868	211	979	253	592	647	473	72.57487	1.6764
20 Female	34	171	317	141	150	792	209	853	235	532	615	424	58.96708	1.6256
21 Female	31	180	341	133	160	1137	217	1090	233	560	695	385	78.01798	1.5240
22 Female	29	185	324	154	155	881	218	941	250	554	677	461	74.84283	1.6764
23 Female	31	177	303	132	146	702	201	857	231	536	492	441	49.89522	1.6256
24 Female	33	182	340	142	152	954	212	973	251	572	614	454	68.03894	1.6764
25 Female	19	191	324	143	151	796	213	975	258	576	603	470	68.03894	1.6510
26 Female	23	190	349	156	158	1000	195	1026	242	562	630	443	72.12127	1.6002
27 Female	23	176	309	128	145	742	205	832	223	544	529	349	48.53444	1.4224
28 Female	21	185	332	146	155	912	231	921	236	550	643	441	69.85331	1.6256
29 Female	24	187	320	147	160	913	215	1032	251	547	639	465	72.57487	1.7018
30 Female	30	183	318	142	154	821	207	904	258	525	565	458	62.14223	1.6256
31 Female	30	180	330	140	153	930	213	951	246	545	611	434	65.77097	1.6002
32 Female	28	193	335	118	160	901	217	950	252	550	625	433	70.30690	1.6764
33 Female	22	183	325	145	160	935	234	965	269	573	601	466	70.30690	1.7526
34 Female	40	188	350	146	150	1077	207	1115	245	564	702	465	83.91469	1.6764
36 Female	26	180	307	144	147	812	207	895	238	538	621	450	60.78145	1.6510
37 Female	40	168	323	150	141	869	191	944	251	553	546	495	57.60630	1.7018
38 Female	29	204	336	140	148	712	188	833	234	577	541	418	54.43115	1.5494
39 Female	37	187	334	131	159	1057	226	1025	237	533	616	458	75.29642	1.6256
40 Female	26	197	371	117	169	964	240	982	249	550	727	425	79.37876	1.6002

Fig. 1. Extrait des données

Deux questions principales ont guidé notre étude :

- Quelles sont les trois variables morphologiques, classées par ordre décroissant d'importance, les plus associées à la taille d'un soldat de l'US Army ?
- Quelles sont les trois variables morphologiques, classées par ordre décroissant d'importance, les plus associées au poids d'un soldat de l'US Army ?

Pour répondre à ces problématiques, nous avons utilisé le logiciel RStudio et le langage R pour mener des analyses statistiques approfondies sur les données ANSUR II. Ce rapport est structuré en deux parties :

- Première partie : Analyse des variables morphologiques associées au poids. Cette section se concentre sur l'identification des trois variables morphologiques les plus étroitement liées au poids des soldats.
- Deuxième partie : Analyse des variables morphologiques associées à la taille. Cette section présente les résultats de l'analyse statistique visant à identifier les trois variables morphologiques les plus fortement associées à la taille des soldats.

Nous ferons une analyse selon le sexe et restreindrons l'âge entre 18 ans et 40 ans compris des soldats.

# I - Analyse des corrélations morphologiques avec le poids

Dans cette partie, nous examinons la possible association entre le poids et les treize variables morphologiques, en distinguant le sexe. L'objectif est d'identifier, pour chaque sexe, les trois variables les plus fortement liées au poids et à évaluer dans quelle mesure ces variables peuvent permettre de prédire le poids d'un individu. Cette analyse permettra également d'observer d'éventuelles différences entre les sexes dans ces relations, en considérant que certaines variables peuvent présenter des niveaux distincts chez les hommes et chez les femmes.

Pour cela, nous avons utilisé des représentations visuelles, notamment des **nuages de dispersion** et des **courbes de régression lissées**. Les **coefficients de corrélation linéaire de Pearson** ont permis de valider ou d'infirmier la significativité des associations observées. Enfin, le **coefficient de détermination ( $R^2$ )** a été calculé pour mesurer la force des relations et établir un classement des variables. En effet, cet indicateur exprime la part de variabilité d'une variable cible expliquée par une variable explicative. Il permet donc d'identifier les variables les plus pertinentes pour expliquer ou prédire la variable cible.

## 1 Analyse des associations avec le poids chez les hommes.

### 1.1 Évaluation des associations avec le poids chez les hommes

Voici un tableau récapitulatif des observations issues du croisement de chacune des variables morphologiques avec le poids chez les soldats de sexe masculin.

Variable	Association	Type	Observations clés	Pearson (%)	$R^2$ (%)
Taille	Oui	Linéaire	Association linéaire modérée avec points atypiques à exclure (tailles > 2 m).	46.33 %	21.46 %
Hauteur tibiale	Oui	Linéaire	Association linéaire modérée et positive observée.	42.25 %	17.85 %
Circonférence de la cuisse	Oui	Linéaire	Très forte corrélation linéaire.	87.90 %	77.27 %
Circonférence de la tête	Oui	Linéaire	Association linéaire modérée.	51.06 %	26.07 %
Longueur du pied	Oui	Linéaire	Association linéaire modérée. Courbe proche d'une forme exponentielle.	50.96 %	25.97 %
Circonférence de la poitrine	Oui	Linéaire	Très forte corrélation linéaire.	88.52 %	78.36 %
Circonférence de la cheville	Oui	Linéaire	Forte association linéaire.	72.51 %	52.57 %
Circonférence de la taille	Oui	Linéaire	Très forte corrélation.	86.25 %	74.40 %
Circonférence du poignet	Oui	Linéaire	Forte association linéaire.	71.50 %	51.13 %
Longueur d'épaule	Non	Aucune	Pas d'association détectée.	21.58 %	4.66 %
Circonférence du cou	Oui	Linéaire	Association significative, mais présence de points atypiques.	77.29 %	59.73 %
Circonférence de la main	Oui	Linéaire	Association linéaire modérée.	59.63 %	35.55 %
Âge	Non	Aucune	Pas d'association détectée.	23.59 %	5.57 %

TABLE 1 – Synthèse des associations entre les variables morphologiques et la taille chez les hommes

## 1.2 Top 3 des variables les plus associées au poids chez les hommes

Grâce à ce tableau de synthèse (cf. Table. 1) nous pouvons identifier les trois variables morphologiques les plus associées au poids chez les hommes de l'US Army.

Les trois variables les plus pertinentes sur la base du coefficient de détermination sont :

- Circonférence de la poitrine ( $R^2 = 78.36\%$ )
- Circonférence de la cuisse ( $R^2 = 77.27\%$ )
- Circonférence de la taille ( $R^2 = 74.40\%$ )

Les graphiques associés aux autres variables ne seront pas détaillés mais sont disponibles en [annexe](#)

### 1.2.1 Association entre le poids et la circonférence de la poitrine

La circonférence de la poitrine présente une association positive avec le poids : les hommes avec une plus grande circonférence de la poitrine tendent à peser plus. Cette relation est linéaire, comme le montre la courbe de régression lissée, qui est très proche d'une droite (cf. Fig. 2). Cette linéarité est confirmée par un coefficient de Pearson de 88.52%.

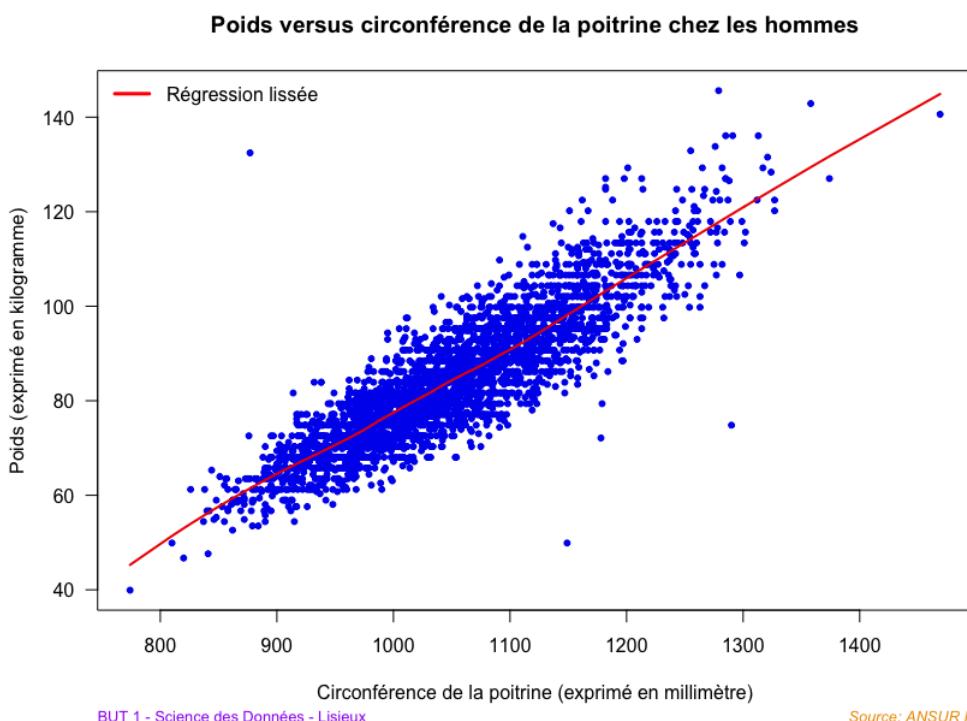


Fig. 2. Poids vs circonférence de la poitrine : tendance générale chez les hommes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) -61.212014   1.311158 -46.69 <2e-16 ***
workset_g[[varx]]  0.138728   0.001243 111.58 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.358 on 3439 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7836,    Adjusted R-squared:  0.7835 
F-statistic: 1.245e+04 on 1 and 3439 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Fig. 3. Poids vs circonférence de la poitrine : modélisation chez les hommes

À partir des résultats du modèle de régression linéaire (cf. Fig. 3), les coefficients estimés sont :  $\hat{\beta}_0 = -61.21$  et  $\hat{\beta}_1 = 0.14$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit ainsi :

$$\hat{m}(\text{Circonférence de la poitrine}) = -61.21 + 0.14 * \text{Circonférence de la poitrine}$$

où  $\hat{m}$  (Circonférence de la poitrine) représente le comportement moyen de la variable Poids sachant la valeur de la variable Circonférence de la poitrine. Ainsi, on peut proposer une interprétation du coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.14$  : pour une augmentation de 1 millimètre de la circonférence de la poitrine, on s'attend à une augmentation moyenne de 0.14 unités pour le poids chez les hommes.

Le coefficient de détermination, appelé "Multiple R-squared", est égal à 78.35 %. Ce coefficient traduit la part de variabilité de la variable poids expliquée par la variable circonférence de la poitrine. Cela signifie que la circonférence de la poitrine explique plus des trois quarts des variations du poids des soldats masculins, ce qui témoigne de la qualité du modèle de régression.

Enfin, le tracé de la droite de régression montre une excellente correspondance entre les données observées et le modèle ajusté (cf. Fig. 4).

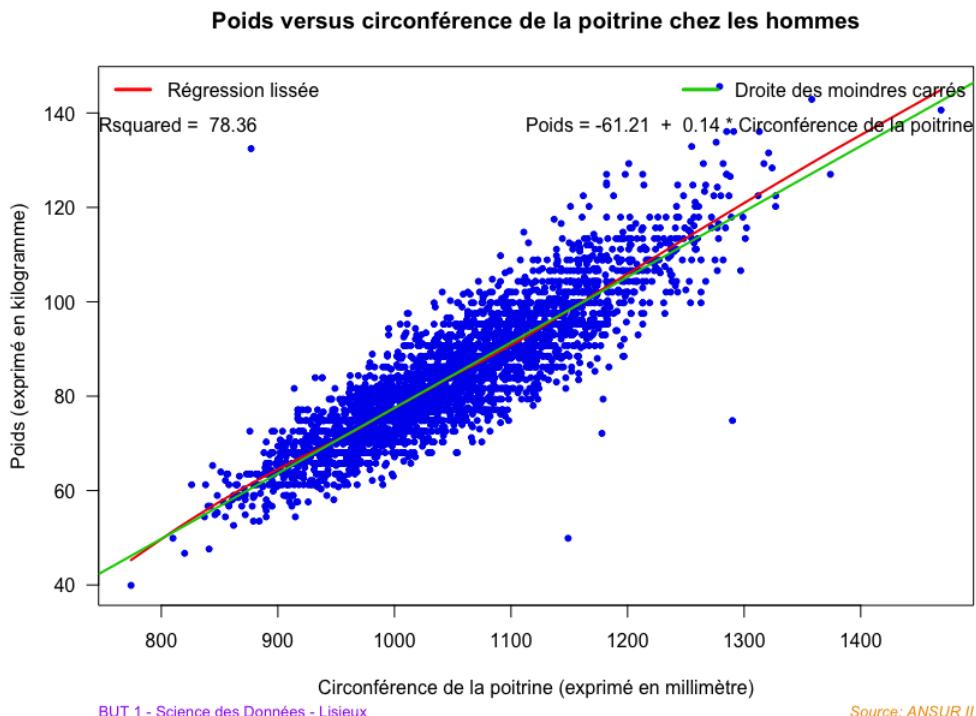


Fig. 4. Poids vs circonférence de la poitrine : droite des moindres carrés chez les hommes

La droite des moindres carrés se confond quasiment à la courbe de régression lissée témoignant d'une très bonne modélisation.

### 1.2.2 Association entre le poids et la circonférence de la cuisse

On note également une association positive entre le poids et la circonférence de la cuisse. En effet, une augmentation de la circonférence de la cuisse s'accompagne d'une augmentation du poids. Cette relation est linéaire, comme le montre la courbe de régression lissée, qui est proche d'une droite (cf. Fig. 5), avec un coefficient de corrélation linéaire de 87.90%.

### Poids versus circonférence de la cuisse chez les hommes

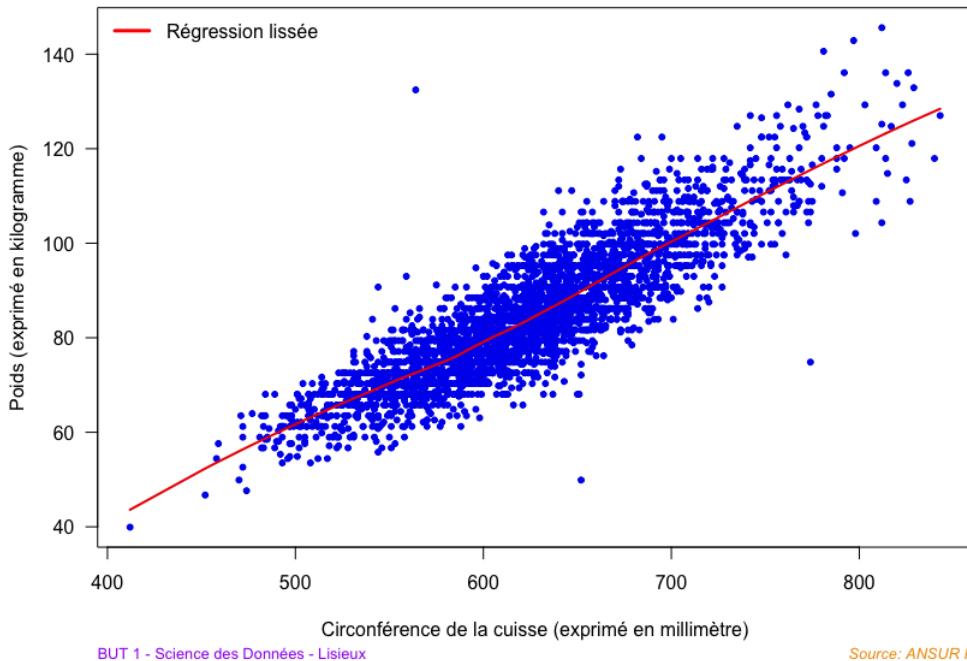


Fig. 5. Poids vs circonférence de la cuisse : tendance générale chez les hommes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -40.180229  1.159251 -34.66 <2e-16 ***
workset_g[[varx]]  0.199819  0.001848 108.13 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 6.516 on 3439 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7727,    Adjusted R-squared:  0.7727
F-statistic: 1.169e+04 on 1 and 3439 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Fig. 6. Poids vs circonférence de la cuisse : modélisation chez les hommes

Au travers de cette sortie, on a une estimation des paramètres  $\hat{\beta}_0$  et  $\hat{\beta}_1$  :  $\hat{\beta}_0 = -40.18$  et  $\hat{\beta}_1 = 0.2$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit alors :

$$\hat{m}(\text{Circonférence de la cuisse}) = -40.18 + 0.2 * \text{Circonférence de la cuisse}$$

où  $\hat{m}$  (Circonférence de la cuisse) représente le comportement moyen de la variable poids connaissant la valeur de la variable circonférence de la cuisse. Le coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.2$  indique que pour une augmentation de 1 millimètre de la circonférence de la cuisse, on s'attend à une augmentation moyenne de 0.2 kilogramme pour le poids chez les hommes.

Le coefficient de détermination est égal à 77.27 %. Cela signifie que la variable circonférence de la cuisse explique plus des trois quarts de la variable poids chez les hommes de l'US Army, rendant compte de la qualité du modèle de régression.

Enfin, le tracé de la droite de régression montre une très bonne correspondance entre les données observées et le modèle ajusté (cf. Fig. 7).

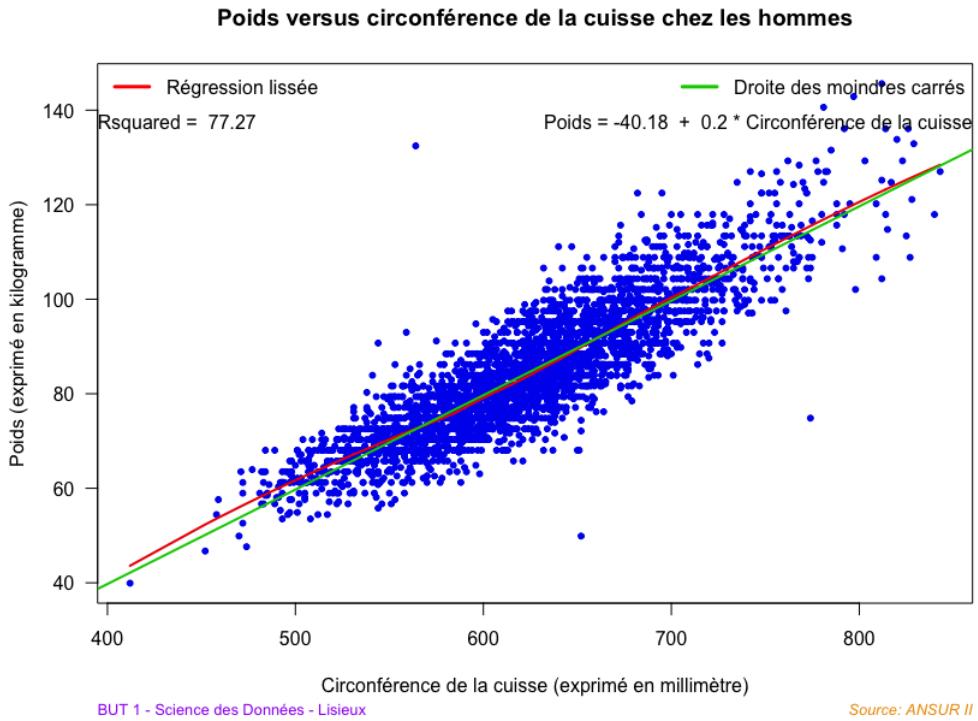


Fig. 7. Poids vs circonférence de la cuisse : droite des moindres carrés chez les hommes

On peut observer que les deux courbes sont quasiment superposées témoignant d'une très bonne modélisation.

#### 1.2.3 Association entre le poids et la circonférence de la taille

Nous remarquons une association positive entre le poids et la circonférence de la taille (cf. Fig. 8). En effet, le poids augmente avec la circonférence de la taille. De plus, cette association est linéaire, comme le montre la courbe de régression lissée qui est proche d'une droite. Le coefficient de coélation linéaire de Pearson est 86.25 %, confirme notre analyse.

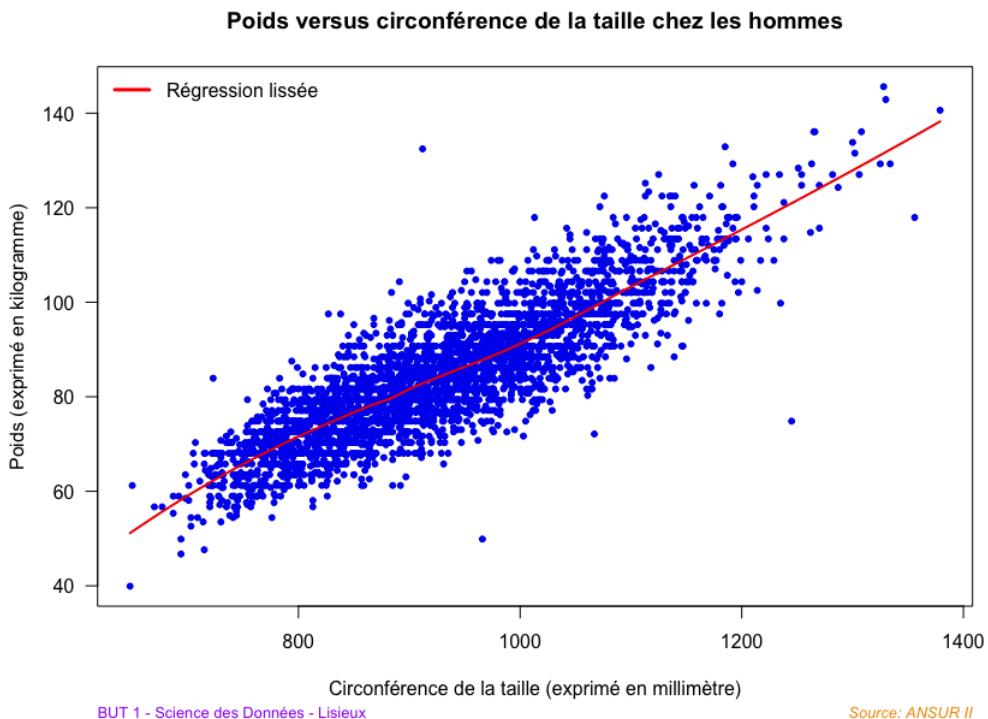


Fig. 8. Poids vs circonférence de la taille : tendance générale chez les hommes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -13.761792 0.990882 -13.89 <2e-16 ***
workset_g[[varx]] 0.105883 0.001059 99.97 <2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 *** 0.001 ** 0.01 * 0.05 . 0.1 ' 1

Residual standard error: 6.915 on 3439 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.744, Adjusted R-squared: 0.7439
F-statistic: 9994 on 1 and 3439 DF, p-value: < 2.2e-16

```

Fig. 9. Poids vs circonférence de la taille : modélisation chez les hommes

On y retrouve une estimation des paramètres  $\hat{\beta}_0$  et  $\hat{\beta}_1$  :  $\hat{\beta}_0 = -13.76$  et  $\hat{\beta}_1 = 0.11$ . La droite des moindres carrés a donc pour équation :

$$\hat{m}(\text{Circonférence de la taille}) = -13.76 + 0.11 * \text{Circonférence de la taille}$$

où  $\hat{m}$  (Circonférence de la cuisse) représente le comportement moyen de la variable Poids sachant la valeur de la variable Circonférence de la taille. Pour une augmentation de 1 millimètre de la circonférence de la taille, on s'attend à une augmentation moyenne de  $\hat{\beta}_1 = 0.11$  unités pour le poids du côté des hommes.

Le coefficient de détermination est de 74.39 %. Ce coefficient traduit la part de variabilité de la variable Poids expliquée par la variable circonférence de la taille. Cela signifie que la circonférence de la taille explique près des trois quarts de la variation du poids des soldats masculins, ce qui témoigne de la qualité du modèle de régression.

Enfin, le tracé de la droite de régression montre une excellente correspondance entre les données observées et le modèle ajusté (cf. Fig. 10).

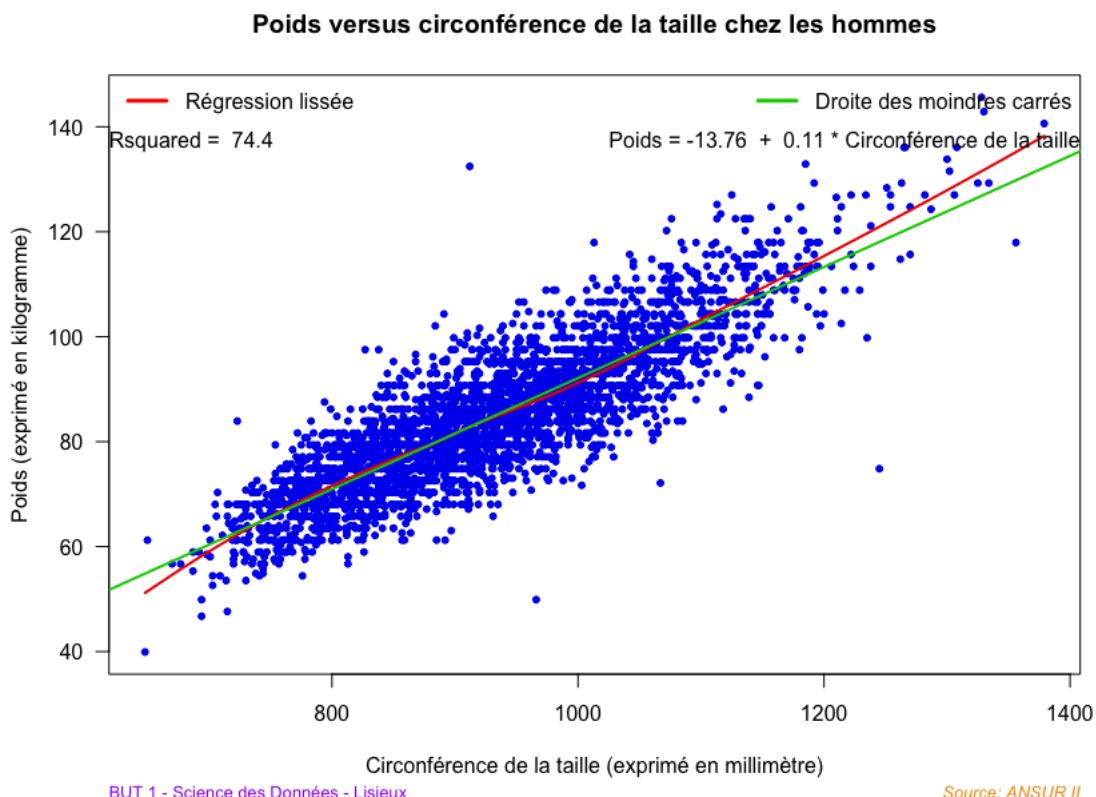


Fig. 10. Poids vs circonférence de la taille : droite des moindres carrés chez les hommes

La droite des moindres carrés et la courbe de régression lissée sont très proches témoignant d'une bonne modélisation.

## 2 Analyse des associations avec le poids chez les femmes.

Cette partie est consacrée à l'étude des associations entre le poids et différentes caractéristiques physiques chez les femmes.

### 2.1 Évaluation des associations avec le poids chez les femmes

Variable	Association	Type	Observations clés	Pearson (%)	R <sup>2</sup> (%)
Taille	Oui	Linéaire	Association linéaire avec points atypiques à exclure	52.12 %	27.16%
Hauteur tibiale	Oui	Linéaire	Légère association linéaire positive observée.	46.58 %	21.70%
Circonférence de la cuisse	Oui	Linéaire	Forte association linéaire.	86.81 %	75.35%
Circonférence de la tête	Oui	Linéaire	Association linéaire avec points atypiques à exclure.	37.62 %	14.15%
Longueur du pied	Oui	Linéaire	Association linéaire avec points atypiques à exclure .	54.96 %	30.20%
Circonférence de la poitrine	Oui	Non linéaire	Association linéaire.	79.79 %	63.66%
Circonférence de la cheville	Oui	Linéaire	Association linéaire avec points atypiques à exclure.	60.06 %	36.08%
Circonférence de la taille	Oui	Linéaire	Forte corrélation avec points atypiques à exclure.	80.95 %	65.53%
Circonférence du poignet	Oui	Linéaire	Association linéaire.	70.68 %	49.96%
Longueur d'épaule	Oui	Linéaire	Faible association linéaire.	26.44 %	6.99%
Circonférence du cou	Oui	Linéaire	Forte association.	74.30 %	55.21%
Circonférence de la main	Oui	Linéaire	Association linéaire forte.	54.42 %	29.61%
Âge	Non	Aucune	Pas d'association détectée.	20.43 %	4.17%

TABLE 2 – Synthèse des associations entre les variables morphologiques et le poids chez les femmes

### 2.2 Top 3 des variables les plus associées au poids chez les femmes

Grâce à cette synthèse (cf. Table. 2) nous pouvons donc conclure que les trois caractéristiques les plus liées au poids sont :

- Circonférence de la cuisse (75.35%)
- Circonférence de la taille (65.53%)
- Circonférence de la poitrine (63.66%)

Les graphiques associés aux autres variables ne seront pas détaillés mais sont disponibles en annexe

### 2.2.1 Association entre le poids la circonférence de la cuisse chez les femmes

Le graphique (cf. Fig. 11) présente la relation entre le poids et la circonférence de la cuisse chez les femmes. On observe une corrélation positive marquée : plus la circonférence de la cuisse est élevée, plus le poids tend à augmenter. La courbe de régression lissée met en évidence une relation globalement linéaire. Cette analyse est confirmée par un coefficient de pearson de 86.81%.

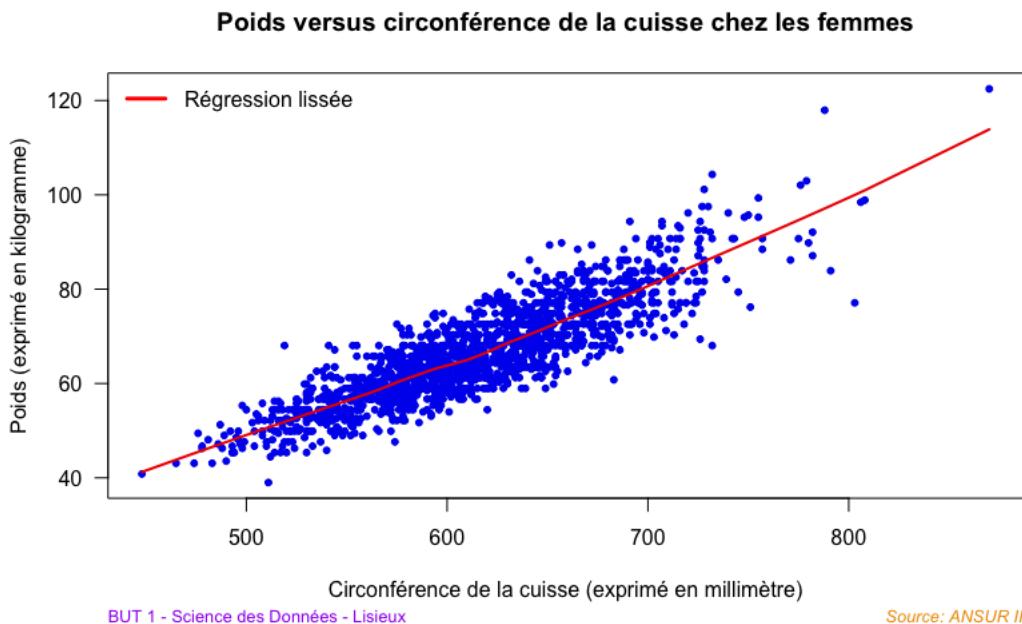


Fig. 11. Poids vs circonférence de la cuisse : tendance générale chez les femmes

La modélisation linéaire donne la sortie suivante :

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -32.323604   1.365016 -23.68 <2e-16 ***
workset_g[[varx]]  0.160745   0.002214  72.60 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 5.073 on 1724 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7535,    Adjusted R-squared:  0.7534
F-statistic:  5271 on 1 and 1724 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Fig. 12. Poids vs circonférence de la cuisse : modélisation chez les femmes

De ce modèle, les coefficients estimés sont :  $\hat{\beta}_0 = -32.32$  et  $\hat{\beta}_1 = 0.16$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit ainsi :

$$\hat{m}(\text{circonférence de la cuisse}) = -32.32 + 0.16 * \text{circonférence de la cuisse}$$

où  $\hat{m}$  (circonférence de la cuisse) représente le comportement moyen de la variable poids sachant la valeur de la variable circonférence de la cuisse. Ainsi, on peut proposer une interprétation du coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.16$  : pour une augmentation de 1 millimètre de la circonférence de la cuisse, on s'attend à une augmentation moyenne de 0.16 kilogramme pour le poids chez les femmes.

Le coefficient de détermination est égal à 75.35%. Il suggère que la circonférence de la cuisse explique une part relativement importante (3/4) de la variabilité du poids des soldats féminins.

Enfin, le tracé de la droite de régression montre une bonne correspondance entre les données observées et le modèle ajusté (cf. Fig. 13).

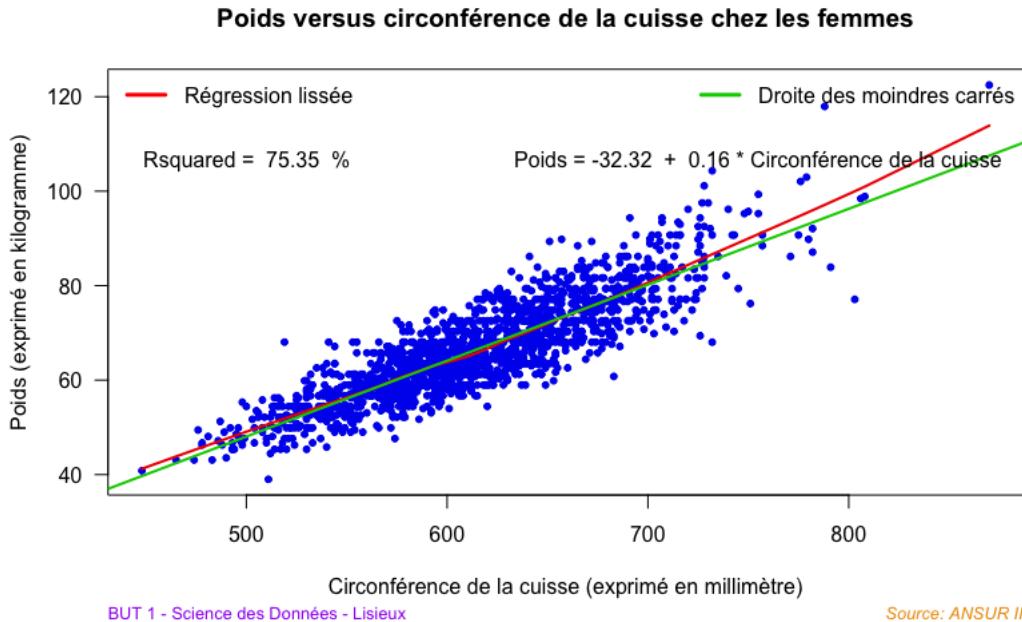


Fig. 13. Poids vs circonférence de la cuisse : droite des moindres carrés chez les femmes

On peut observer que les deux courbes sont très proches (en dehors des points extrêmes), témoignant d'une très bonne modélisation.

#### 2.2.2 Association entre le poids et la circonférence de la taille chez les femmes

Nous présentons ici la relation entre le poids et la circonférence de la taille chez les femmes (cf. Fig. 14). Une tendance générale positive est observable : les femmes avec un plus grand tour de taille tendent à peser davantage. La courbe de régression lissée met en évidence une relation globalement linéaire. On note également la présence de deux points atypiques (circonférence de taille  $\geq 1200$  mm).

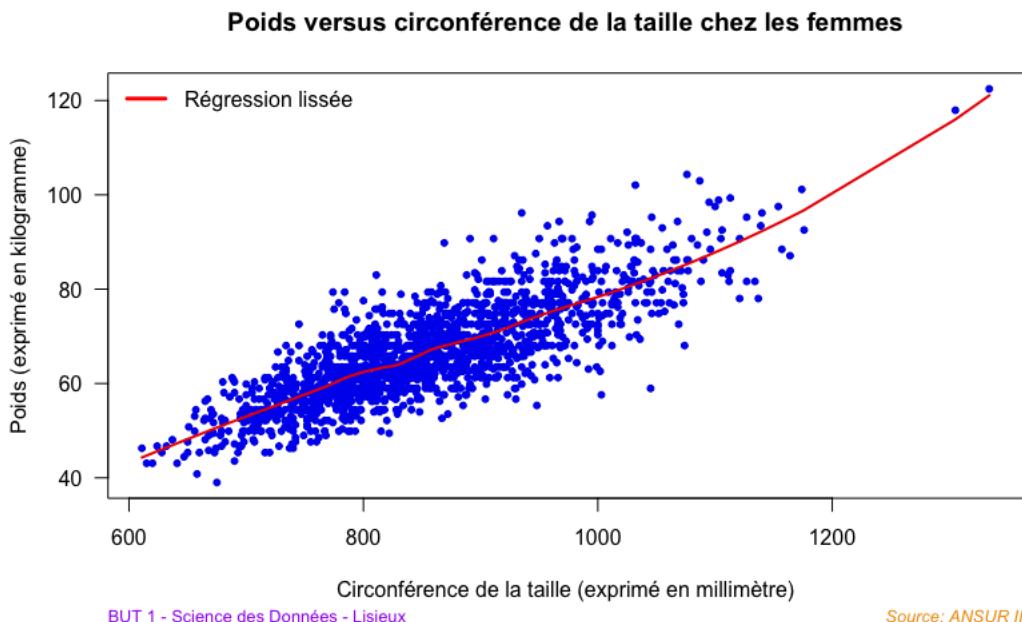


Fig. 14. Poids vs circonférence de la taille : tendance générale chez les femmes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -5.723974 1.267858 -4.515 6.77e-06 ***
workset_g[[varx]] 0.084455 0.001475 57.245 < 2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.999 on 1724 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6553, Adjusted R-squared: 0.6551
F-statistic: 3277 on 1 and 1724 DF, p-value: < 2.2e-16

```

Fig. 15. Poids vs circonférence de la taille : modélisation chez les femmes

Nous avons une estimation des coefficients :  $\hat{\beta}_0 = -5.72$  et  $\hat{\beta}_1 = 0.08$ . La droite des moindres carrés a donc pour équation :

$$\hat{m}(\text{circonférence de la taille}) = -5.72 + 0.08 * \text{circonférence de la taille}$$

où  $\hat{m}$  (circonférence de la taille) représente le comportement moyen de la variable poids, connaissant la valeur de la variable circonférence de la taille. Une interprétation du coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.08$  est : pour une augmentation de 1 millimètre de la circonférence de la taille, on s'attend à une augmentation moyenne de 0.08 kilogramme pour le poids.

Le coefficient de détermination est égal à 65.53%. Il montre que la circonférence de la cuisse explique une bonne part de la variabilité du poids des soldats féminins.

Enfin, le tracé de la droite des moindres carrés montre une bonne correspondance entre les données observées et le modèle ajusté, en dehors des points extrêmaux (tour de taille > 1200 mm) (cf. Fig. 16).

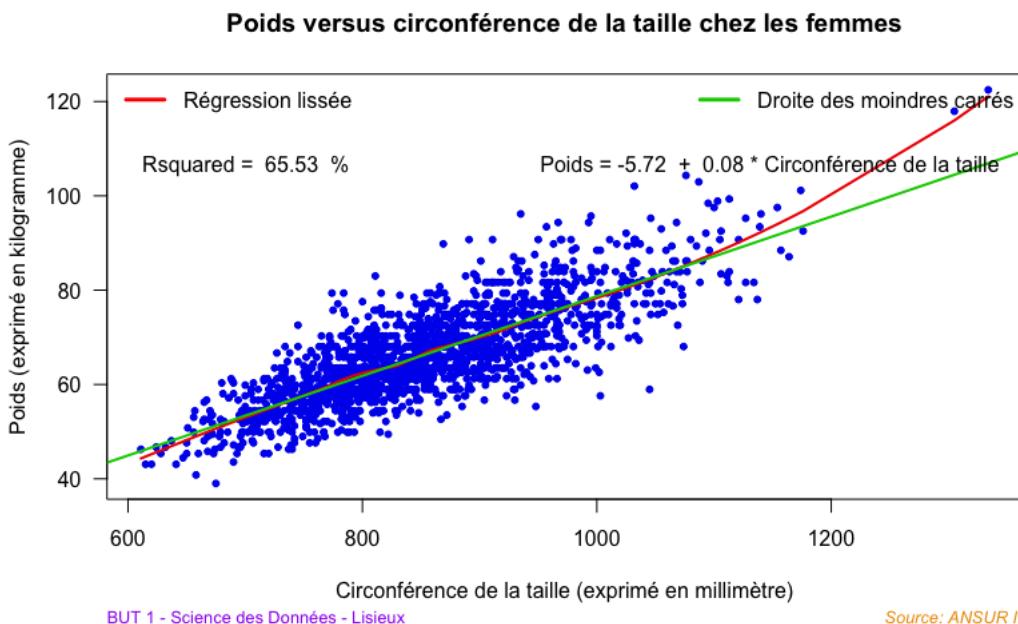
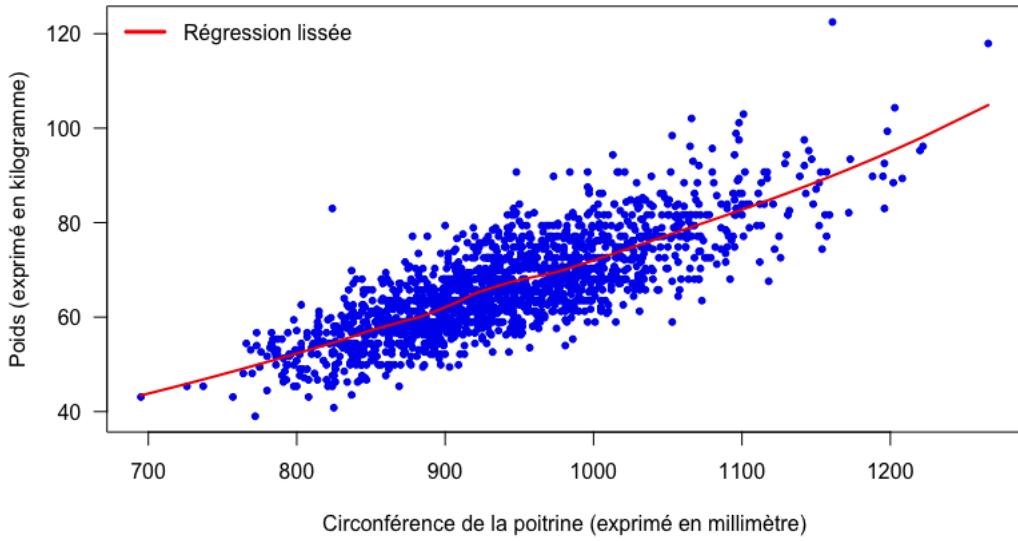


Fig. 16. Poids vs circonférence de la taille : droite des moindres carrés chez les femmes

### 2.2.3 Association entre le poids et la circonférence de la poitrine chez les femmes

Une association positive est observée entre le poids et la circonférence de la poitrine : plus la circonférence de la poitrine est élevée, plus le poids tend à augmenter. Cette relation est mise en évidence par la courbe de régression lissée, qui suggère une association linéaire avec un coefficient de corrélation linéaire de 79.79%.

### Poids versus circonférence de la poitrine chez les femmes



BUT 1 - Science des Données - Lisieux

Source: ANSUR II

Fig. 17. Poids vs circonférence de la poitrine : tendance générale chez les femmes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) -29.155261  1.744666 -16.71 <2e-16 ***
workset_g[[varx]]  0.101605  0.001849  54.96 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 6.159 on 1724 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6366,    Adjusted R-squared:  0.6364 
F-statistic: 3020 on 1 and 1724 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Fig. 18. Poids vs circonférence de la poitrine : modélisation chez les femmes

À partir des résultats du modèle de régression linéaire, les coefficients estimés sont :  $\hat{\beta}_0 = -29.16$  et  $\hat{\beta}_1 = 0.10$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit ainsi :

$$\hat{m}(\text{circonférence de la poitrine}) = -29.16 + 0.10 * \text{circonférence de la poitrine}$$

où  $\hat{m}$  (circonférence de la poitrine) représente le comportement moyen de la variable poids sachant la valeur de la variable circonférence de la poitrine. Ainsi, on peut proposer une interprétation du coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.10$  : pour une augmentation de 1 millimètre de la circonférence de la poitrine, on s'attend à une augmentation moyenne de 0.10 kilogramme pour le poids pour les femmes.

Le coefficient de détermination est égal à 63.66%. Il représente la proportion de la variabilité du poids expliquée par la circonférence de la poitrine. Ainsi, la circonférence de la poitrine explique une part importante, mais pas totale des variations de poids chez les femmes de l'US Army.

Enfin, le tracé de la droite des moindres carrés montre une correspondance acceptable entre les données observées et le modèle ajusté (cf. Fig. 19).

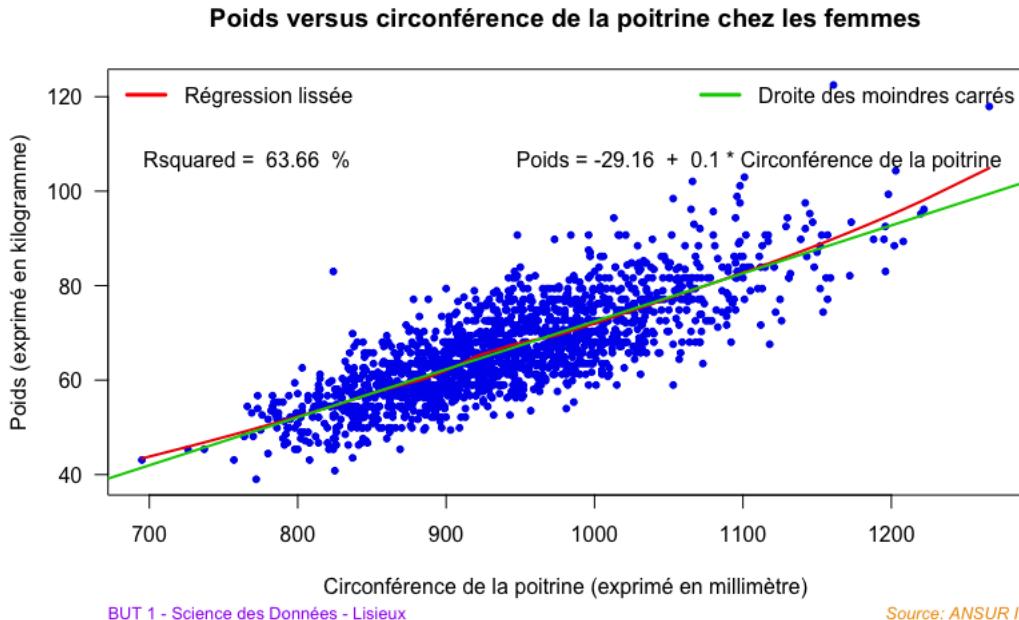


Fig. 19. Poids vs circonférence de la poitrine : droite des moindres carrés chez les femmes

On peut observer que la droite des moindres carrés est proche de la courbe de régression lissé, témoignant d'une très bonne modélisation.

### 3 Bilan comparatif hommes - femmes pour le poids

Des analyses précédentes, il ressort que les trois variables morphologiques les plus associées au poids d'un soldat (masculin comme féminin) de l'US Army, ayant un âge compris entre 18 et 40 ans sont : la circonférence de la poitrine, la circonférence de la cuisse et la circonférence de la taille. Ces associations sont plutôt fortes avec des coefficients de détermination dépassant les 74% chez les hommes et les 63% chez femmes. Néanmoins, en plus d'être plus prononcées chez les hommes, l'ordre diffère selon le sexe. Pour les hommes, l'ordre est poitrine - cuisse - taille, tandisque pour les femmes il s'agit de cuisse - taille - poitrine. Il serait intéressant de se pencher sur les raisons d'une telle différence. Dans tous les cas, ces trois variables sont les plus adaptées pour prédire le poids d'un soldat de l'US Army.

## II - Analyse des corrélations morphologiques avec la taille

Dans cette section, nous nous intéressons à l'étude de la taille en lien avec les différentes variables morphologiques mesurées chez les hommes et les femmes. Il s'agit de déterminer s'il existe une association significative entre la taille et d'autres caractéristiques corporelles telles que la circonférence du cou, du poignet, de la taille, de la cuisse, la hauteur tibiale, ou encore la longueur du pied ect...

L'objectif est d'identifier les variables morphologiques les plus fortement corrélées à la taille, et à évaluer dans quelle mesure ces variables peuvent permettre de prédire la taille d'un individu. Elle permettra également d'observer d'éventuelles différences entre les sexes dans ces relations, en considérant que certaines variables peuvent présenter des niveaux distincts chez les hommes et chez les femmes.

L'approche adoptée repose notamment sur l'utilisation de modèles de régression linéaire simple et sur l'interprétation de coefficients de corrélation et de détermination ( $r$  et  $R^2$ ) pour quantifier la force et la qualité des relations entre les variables.

### 4 Analyse des associations avec la taille chez les hommes.

#### 4.1 Évaluation des associations avec la taille chez les hommes

Variable	Association	Type	Observations clés	Pearson (%)	$R^2$ (%)
Poids	Oui	Linéaire	Association linéaire modérée avec quelques points atypiques (tailles > 2 m).	46.32 %	21.46%
Hauteur tibiale	Oui	Linéaire	Forte association linéaire positive. Courbe proche d'une forme exponentielle.	82.78 %	68.54%
Circonférence de la cuisse	Non	Aucune	Pas d'association détectée, présence de quelques points atypiques.	22.35 %	5%
Circonférence de la tête	Oui	Linéaire	Association linéaire faible.	31.08 %	9.66%
Longueur du pied	Oui	Linéaire	Forte association linéaire.	69.10 %	47.75%
Circonférence de la poitrine	Non	Aucune	Pas d'association détectée.	24.90 %	6.2 %
Circonférence de la cheville	Oui	Linéaire	Faible association linéaire.	35.09 %	12.31%
Circonférence de la taille	Non	Aucune	Pas d'association détectée.	19.47 %	3.79%
Circonférence du poignet	Oui	Linéaire	Association linéaire modérée.	47.97 %	23.01%
Longueur d'épaule	Oui	Linéaire	Association linéaire faible.	40.05 %	16.04%
Circonférence du cou	Non	Aucune	Pas d'association détectée.	19.59 %	3.84%
Circonférence de la main	Oui	Linéaire	Association linéaire faible.	45.57 %	20.77%
Âge	Non	Aucune	Pas d'association détectée.	-0.86 %	0.01%

TABLE 3 – Synthèse des associations entre les variables morphologiques et la taille chez les hommes

## 4.2 Top 3 des variables les plus prédictives de la taille chez les hommes

Grâce à cette synthèse (cf. Table. 3), en triant suivant le coefficient de détermination  $R^2$ , nous pouvons conclure que les trois caractéristiques les plus liées à la taille chez les hommes sont :

- Hauteur tibiale (68.54%)
- Longueur du pied (47.75%)
- Circonférence du poignet (23.01%)

Les graphiques associés aux autres variables ne seront pas détaillés mais sont disponibles en annexe

### 4.2.1 Association entre la taille et la hauteur tibiale chez les hommes

Chez les hommes de l'US Army, nous constatons une forte association entre la taille et la hauteur tibiale(cf. Fig. 20). En effet, plus la hauteur tibiale est élevée, plus la taille tend à augmenter. Cette relation apparaît comme étant linéaire, ce que confirme la courbe de régression lissée, qui se rapproche d'une droite. Par ailleurs, cette linéarité est corroborée par un coefficient de corrélation de Pearson relativement élevé, atteignant 82.46 %, ce qui indique une corrélation linéaire positive et forte entre les deux variables.

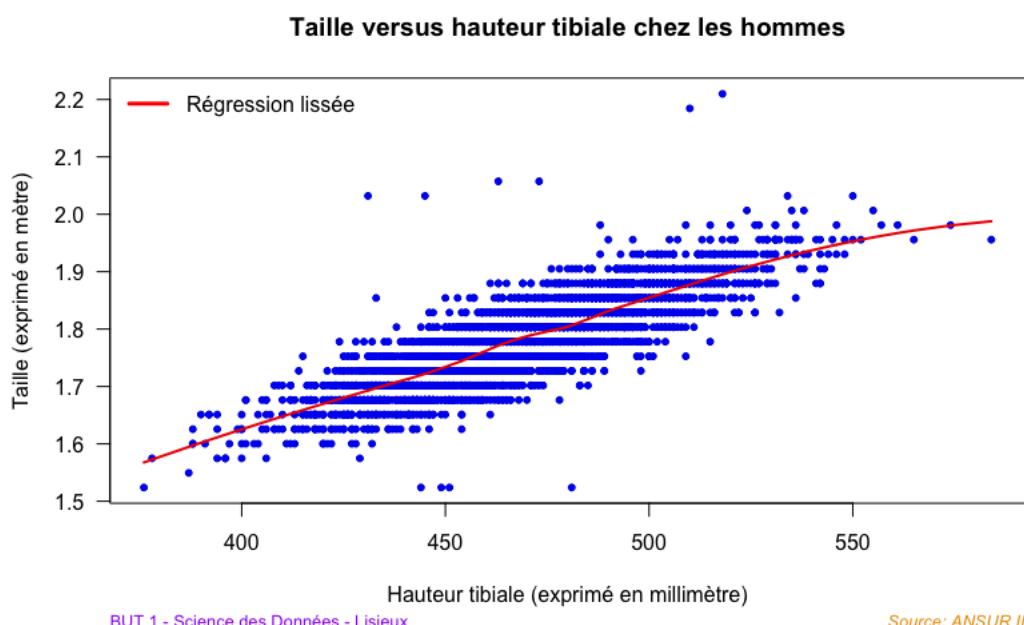


Fig. 20. Taille vs hauteur tibiale : tendance générale chez les hommes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```

coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 6.963e-01 1.254e-02 55.53 <2e-16 ***
workset_g[[varx]] 2.314e-03 2.673e-05 86.56 <2e-16 ***
---
signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.04223 on 3439 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6854, Adjusted R-squared: 0.6853
F-statistic: 7492 on 1 and 3439 DF, p-value: < 2.2e-16

```

Fig. 21. Taille vs hauteur tibiale : modélisation chez les hommes

À partir de cette sortie, on observe que le coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.70$  et le coefficient  $\hat{\beta}_0 = 2,31e^{-3}$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit donc :

$$\hat{m}(\text{Hauteur tibiale}) = 0.70 + 2.31e^{-3} \times \text{Hauteur tibiale}$$

où  $\hat{m}$  (Hauteur tibiale) représente le comportement moyen de la variable taille sachant la valeur de la variable hauteur tibiale chez les hommes. Cette équation traduit une expression approximative de la taille d'un soldat en fonction de la hauteur tibiale selon le modèle de régression linéaire.

Le coefficient  $\hat{\beta}_1$  peut être interprétée de la manière suivante : pour chaque augmentation de 1 millimètre de la hauteur tibiale, on s'attend à une augmentation moyenne de la taille de 2.3 millimètres chez les hommes.

On obtient la valeur du coefficient de détermination sous la dénomination Multiple R-Squared, qui vaut 68.54 %. Ce coefficient traduit la part de la variabilité de la variable taille expliquée par la variable hauteur tibiale. On peut donc dire ici que la hauteur tibiale explique plus des deux tiers de la variation de la taille des soldats masculins, ce qui témoigne d'un bon modèle de régression.

Le tracé de la droite de régression donne la sortie suivante :

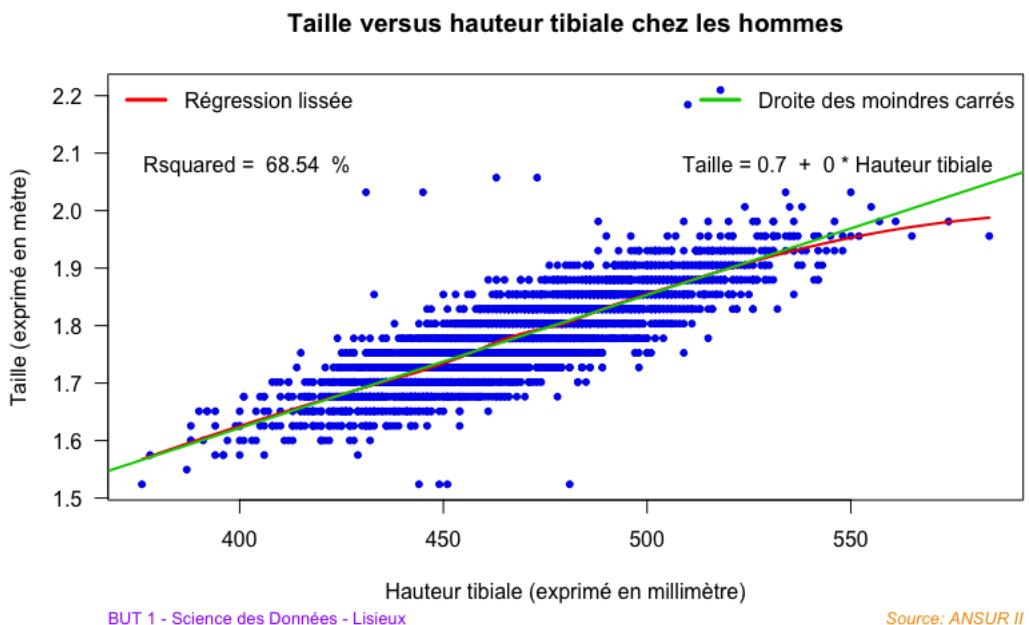


Fig. 22. Taille vs hauteur tibiale : droite des moindres carrés chez les hommes

#### 4.2.2 Association entre la taille et la longueur du pied chez les hommes

Chez les soldats masculins, nous constatons une forte association entre la taille et la longueur du pied (cf. Fig. 23). En effet, une augmentation de la longueur du pied entraîne une augmentation de la taille. Cette relation apparaît comme étant linéaire, ce que confirme la courbe de régression lissée, qui se rapproche d'une droite.

Par ailleurs, cette linéarité est corroborée par un coefficient de corrélation de Pearson assez élevé, atteignant 69.10 % ce qui indique une corrélation linéaire positive et forte entre les deux variables.

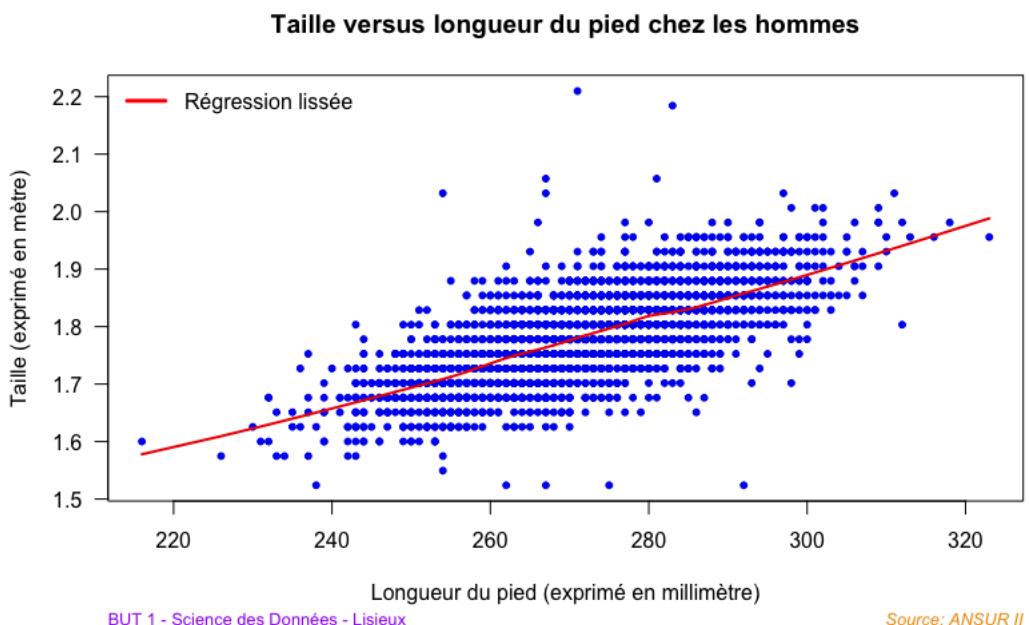


Fig. 23. Taille vs longueur du pied : tendance générale chez les hommes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 7.147e-01 1.902e-02 37.57 <2e-16 ***
workset_g[[varx]] 3.927e-03 7.005e-05 56.06 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.05442 on 3439 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4775,    Adjusted R-squared:  0.4774 
F-statistic: 3143 on 1 and 3439 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Fig. 24. Taille vs longueur du pied : modélisation chez les hommes

À partir de cette sortie (cf. Fig. 24), on retrouve des estimations de coefficients :  $\hat{\beta}_0 = 0.71$  et  $\hat{\beta}_1 = 3.92e^{-3}$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit donc :

$$\hat{m}(\text{Longueur du pied}) = 0.71 + 3.92e^{-3} \times \text{Longueur du pied}$$

où  $\hat{m}$  (Longueur du pied) représente le comportement moyen de la variable taille sachant la valeur de la variable longueur du pied chez les hommes.

Une interprétation du coefficient  $\hat{\beta}_1$  s'écrit : pour chaque augmentation de 1 millimètre de la longueur du pied, on s'attend à une augmentation moyenne de 3.92 millimètres de la taille chez les hommes.

On obtient la valeur du coefficient de détermination sous la dénomination Multiple R-Squared. Le coefficient de détermination obtenu est de 47.75 %, ce qui signifie que près de la moitié de la variation de la taille des soldats masculins peut être expliquée par la variable longueur du pied. Cette valeur traduit une relation modérée entre les deux variables et indique que le modèle fournit une estimation relativement fiable, bien qu'une part importante de la variabilité reste liée à d'autres facteurs non pris en compte ici.

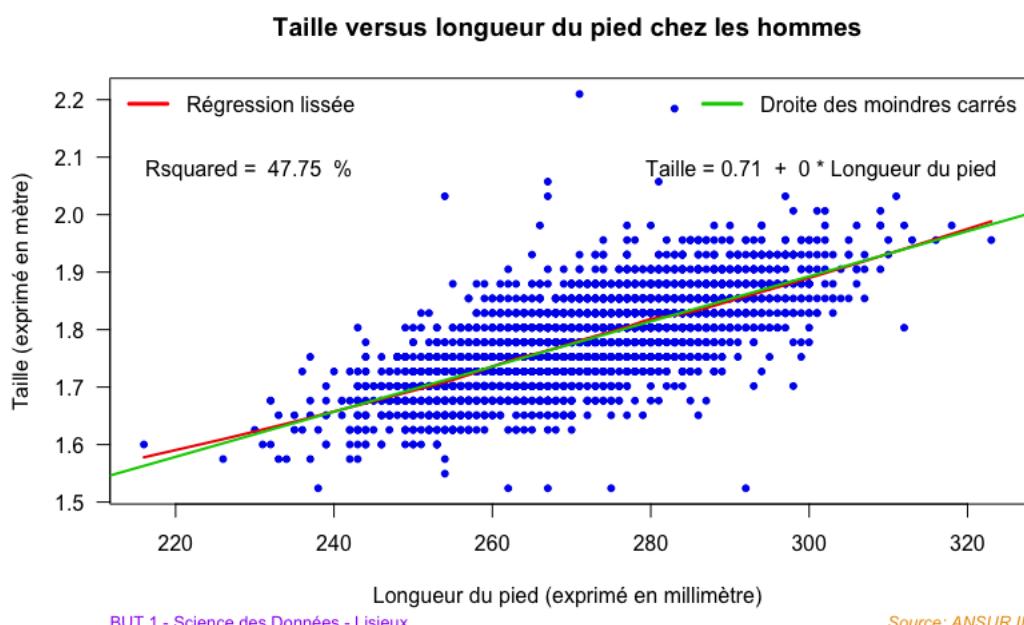


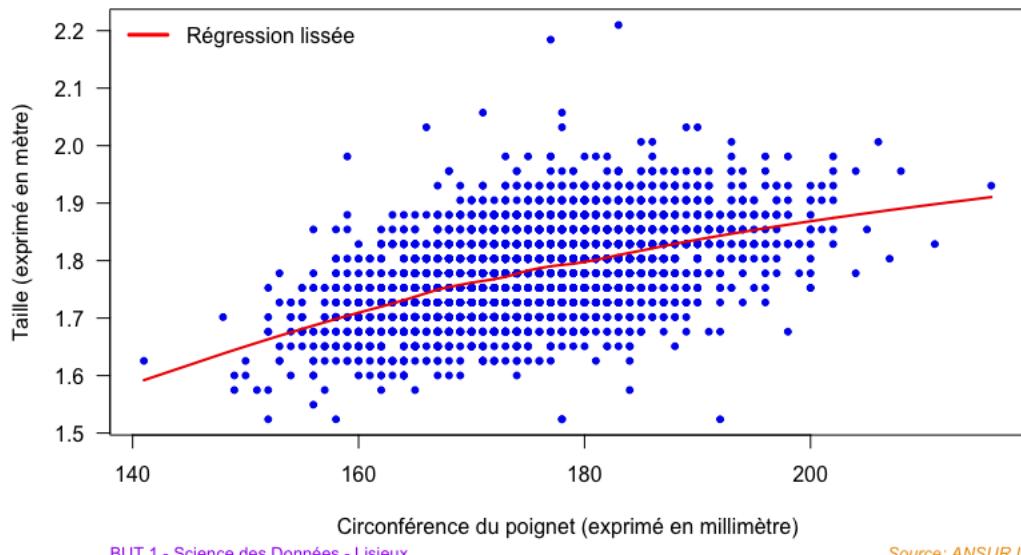
Fig. 25. Taille vs longueur du pied : droite des moindres carrés chez les femmes

#### 4.2.3 Association entre la taille et la circonférence du poignet chez les hommes

Nous constatons une association modérée entre la taille et la circonférence du poignet (cf. Fig. 26) chez les hommes. En effet, lorsque la circonférence du poignet augmente, la taille tend également à croître, bien que cette relation soit moins marquée que celle observée avec la hauteur tibiale. La courbe de régression lissée suggère une tendance globalement linéaire, bien qu'un peu moins nette.

Cette linéarité est appuyée par un coefficient de corrélation de Pearson modéré, atteignant 47.97 %, ce qui indique une relation positive mais moins forte entre les deux variables.

### Taille versus circonférence du poignet chez les hommes



BUT 1 - Science des Données - Lisieux

Source: ANSUR II

Fig. 26. Taille vs circonférence du poignet : tendance générale

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 1.071408  0.022125 48.42 <2e-16 ***
workset_g[[varx]] 0.004039  0.000126 32.06 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.06606 on 3439 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2301, Adjusted R-squared:  0.2299
F-statistic: 1028 on 1 and 3439 DF, p-value: < 2.2e-16

```

Fig. 27. Taille vs circonférence du poignet : modélisation chez les hommes

À partir de cette sortie(cf. Fig. 27), on observe que le coefficient  $\hat{\beta}_0 = 1.07$  et le coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.004$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit donc :

$$\hat{m}(\text{Circonférence du poignet}) = 1.07 + 0.004 \times \text{Circonférence du poignet}$$

où  $\hat{m}$  (Circonférence du poignet) représente le comportement moyen de la variable taille sachant la valeur de la variable circonférence du poignet chez les hommes.

Pour chaque augmentation de 1 millimètre de la circonsférence du poignet, on s'attend à une augmentation moyenne de 0.004 mètres de la taille chez les hommes.

On obtient la valeur du coefficient de détermination sous la dénomination Multiple R-Squared. Le coefficient de détermination obtenu est de 23.01 %, ce qui signifie que 23.01 % de la variation de la taille des soldats masculins peut être expliquée par la longueur du pied à l'aide de ce modèle de régression. Ce résultat indique une relation relativement faible, suggérant que d'autres variables influencent la taille de manière plus significative.

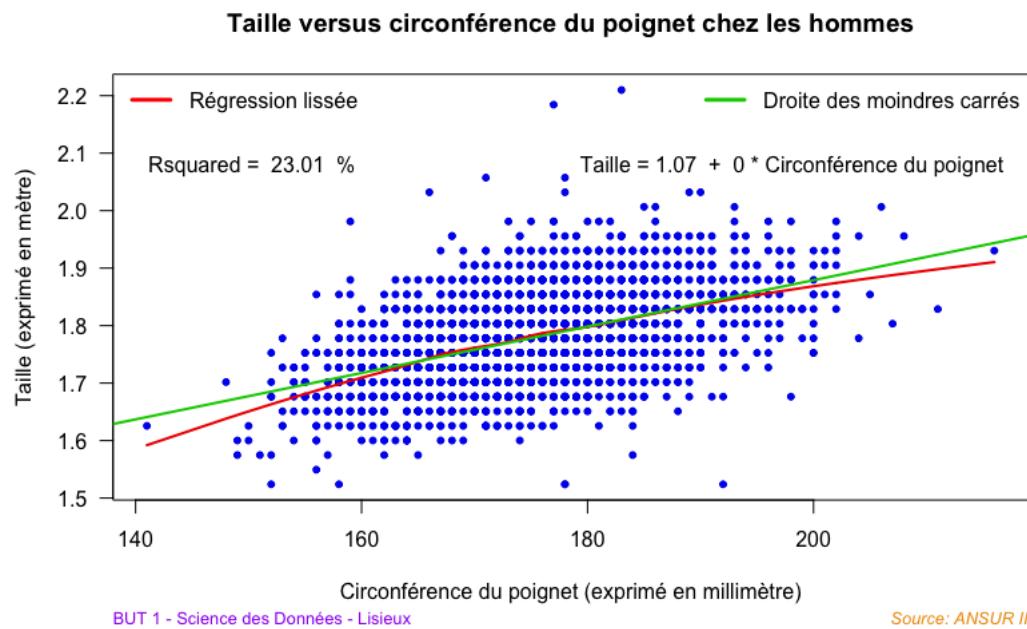


Fig. 28. Taille vs circonférence du poignet : droite des moindres carrés chez les hommes

## 5 Analyse des associations avec la taille chez les femmes.

### 5.1 Évaluation des associations avec la taille chez les femmes

Variable	Association	Type	Observations clés	Pearson (%)	R <sup>2</sup> (%)
Poids	Oui	Linéaire	Faible association linéaire avec points atypiques à exclure	52.12 %	27.16%
Hauteur tibiale	Oui	Linéaire	Forte association linéaire positive observée.	79.27 %	62.84%
Circonférence de la cuisse	Oui	Non Linéaire	Très faible corrélation linéaire.	31.53 %	9.94%
Circonférence de la tête	Oui	Non Linéaire	Pas d'association linéaire.	28.62 %	8.19%
Longueur du pied	Oui	Linéaire	Forte association linéaire .	68.58 %	47.03%
Circonférence de la poitrine	Oui	Linéaire	Très faible corrélation linéaire.	25.59 %	6.55%
Circonférence de la cheville	Oui	Non linéaire	Faible association linéaire.	35.41 %	12.54%
Circonférence de la taille	Oui	Non linéaire	Faible corrélation.	23.28 %	5.42%
Circonférence du poignet	Oui	Quasi-linéaire	Faible corrélation linéaire.	52.13 %	27.17%
Longueur d'épaule	Oui	Quasi-linéaire	Bonne corrélation visuelle.	37.95 %	14.4%
Circonférence du cou	Oui	Linéaire	Faible association.	29.88 %	8.93%
Circonférence de la main	Oui	Linéaire	Association linéaire forte.	46.08 %	21.23%
Âge	Non	Aucune	Pas d'association détectée.	4.03	0.16%

TABLE 4 – Synthèse des associations entre les variables morphologiques et la taille chez les femmes

## 5.2 Top3 des variables les plus associées à la taille chez les femmes

Le tableau précédent (Table. 4) nous permet d'identifier les trois caractéristiques les plus liées au poids chez les femmes :

- Hauteur tibiale (62.84%)
- Longueur du pied (47.03%)
- Circonférence du poignet (27.17%)

Les graphiques associés aux autres variables ne seront pas détaillés mais sont disponibles en annexe

### 5.2.1 Association entre la taille et la hauteur tibiale chez les femmes

Chez les femmes de l'US Army, on observe une relation positive entre la hauteur tibiale et la taille : plus la hauteur tibiale est élevée, plus la taille augmente cf. Fig. 29). Cette relation semble linéaire, la courbe de régression étant proche d'une droite. Le coefficient de Pearson, s'élevant à 79.27%, confirme cette linéarité.

### Taille versus hauteur tibiale chez les femmes

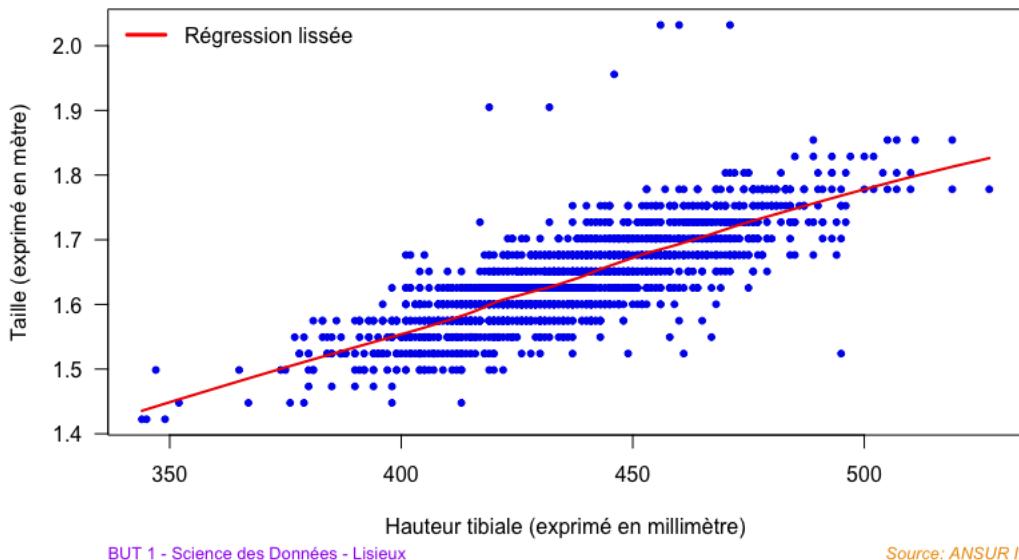


Fig. 29. Taille vs hauteur tibiale : tendance générale chez les femmes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 6.419e-01 1.853e-02 34.64 <2e-16 ***
workset_g[[varx]] 2.283e-03 4.229e-05 53.99 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.04385 on 1724 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6284,    Adjusted R-squared:  0.6282
F-statistic: 2915 on 1 and 1724 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Fig. 30. Taille vs hauteur tibiale : modélisation chez les femmes

À partir des résultats du modèle de régression linéaire, les coefficients estimés sont :  $\hat{\beta}_0 = 0.64$  et  $\hat{\beta}_1 = 2.28e^{-3}$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit ainsi :

$$\hat{m}(\text{Hauteur tibiale}) = 0.64 + 2.28e^{-3} \times \text{Hauteur tibiale}$$

où  $\hat{m}$  (Hauteur tibiale) représente le comportement moyen de la variable taille sachant la valeur de la variable hauteur tibiale chez les femmes. Ainsi, on peut proposer une interprétation du coefficient  $\hat{\beta}_1 = 2.28e^{-3}$  : pour une augmentation de 1 millimètre de la hauteur tibiale, on s'attend à une augmentation moyenne de 2.28 millimètres pour la taille chez les femmes.

Le coefficient de détermination, appelé « Multiple R-squared », est égal à 62.84%. Il représente la proportion de la variabilité de la taille expliquée par la hauteur tibiale. Ainsi, la hauteur tibiale explique plus de la moitié des variations de la taille chez les soldats féminins.

### Taille versus hauteur tibiale chez les femmes

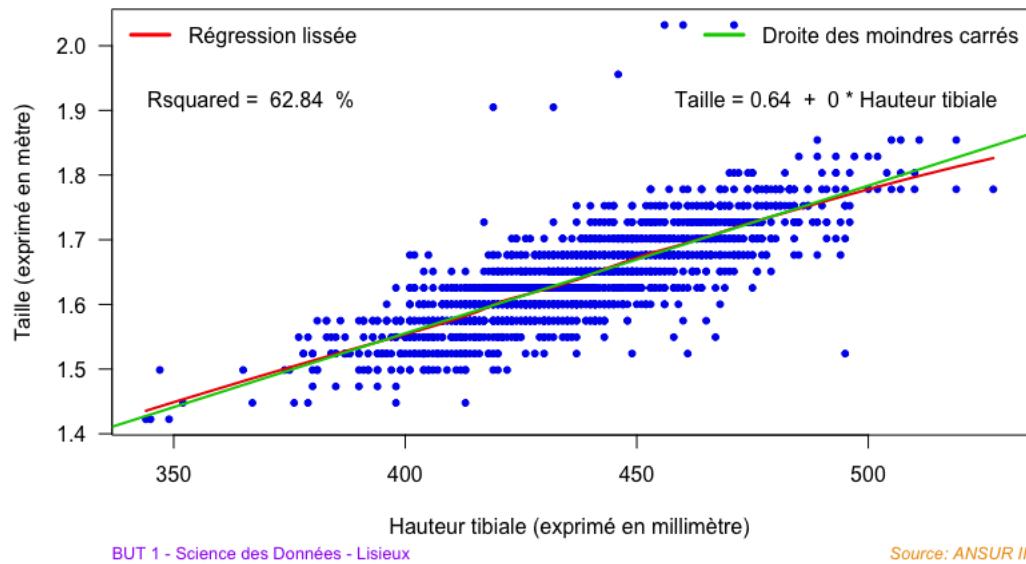


Fig. 31. Taille vs hauteur tibiale : droite des moindres carrés chez les femmes

#### 5.2.2 Association entre la taille et la longueur du pied chez les femmes

Chez les soldats féminins, la longueur du pied est également positivement associée à la taille : une plus grande longueur du pied est généralement liée à une taille plus élevée cf. Fig. 32). Bien que la relation soit linéaire, elle est moins marquée ( $r = 68.58\%$ ) que celle observée avec la hauteur tibiale.

### Taille versus longueur du pied chez les femmes

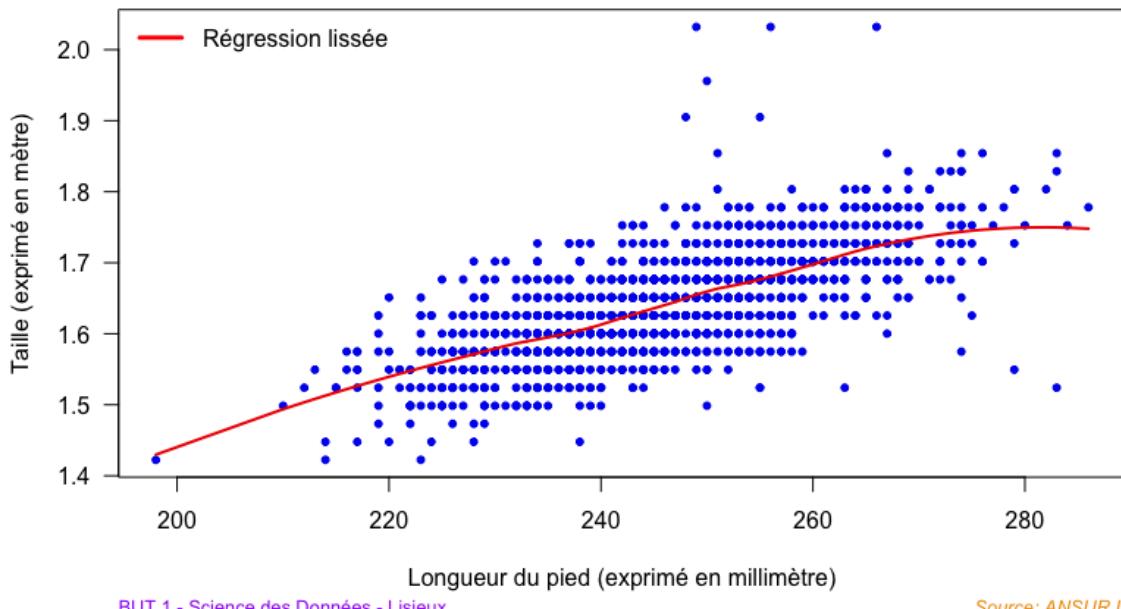


Fig. 32. Taille vs longueur du pied : tendance générale

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

Les coefficients estimés sont :  $\hat{\beta}_0 = 0.67$  et  $\hat{\beta}_1 = 0.00396$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit ainsi :

$$\hat{m}(\text{Longueur du pied}) = 0.67 + 0.00399 \times \text{Longueur du pied}$$

où  $\hat{m}$  (Longueur du pied) représente le comportement moyen de la variable taille sachant la valeur de la variable longueur du pied chez les femmes. Ainsi, on peut proposer une interprétation du coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.00396$  : pour une

```

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 0.6660759 0.0249501 26.70 <2e-16 ***
workset_g[[varx]] 0.0039607 0.0001012 39.12 <2e-16 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.05235 on 1724 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.4703, Adjusted R-squared: 0.47
F-statistic: 1531 on 1 and 1724 DF, p-value: < 2.2e-16

```

Fig. 33. Taille vs longueur du pied : modélisation chez les femmes

augmentation de 1 millimètre de la longueur du pied, on s'attend à une augmentation moyenne de 3.96 millimètres de taille chez les femmes.

Le coefficient de détermination, égal à 47.03%, montre que la longueur du pied explique une part modérée de la variabilité de la taille des soldats féminins.

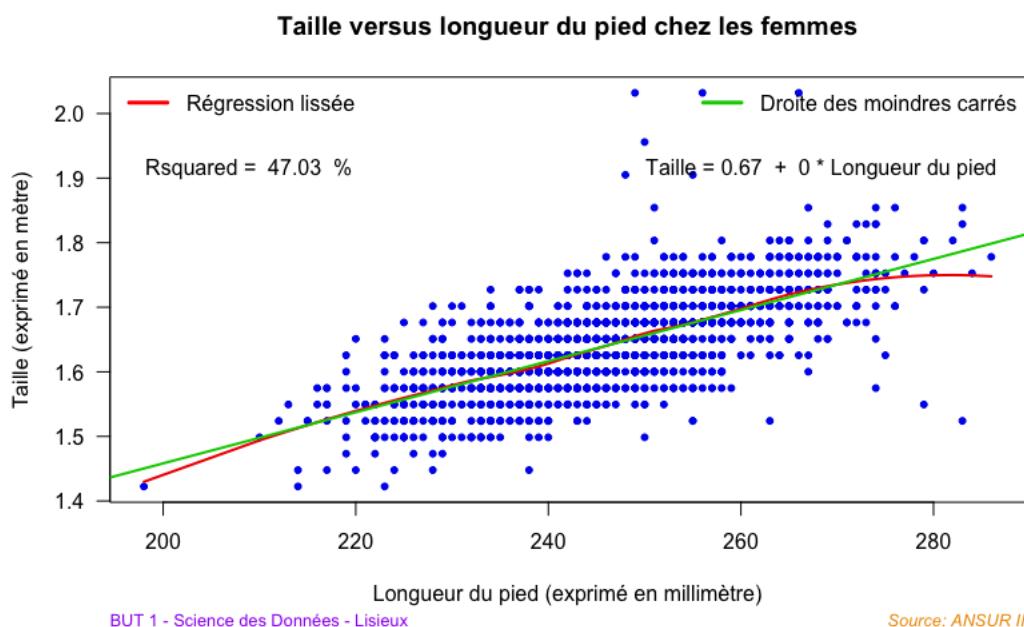
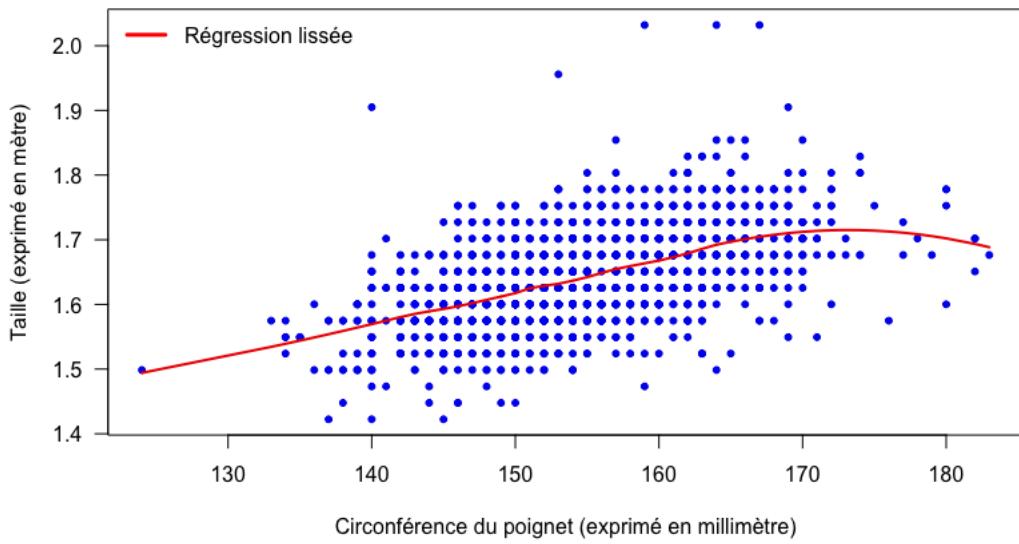


Fig. 34. Taille vs circonférence du poignet : droite des moindres carrés chez les femmes

### 5.2.3 Association entre la taille et la circonférence du poignet chez les femmes

Une association positive est également observée entre la circonférence du poignet et la taille chez les femmes : une plus grande circonférence tend à correspondre à une taille plus élevée. Elle semble linéaire. Toutefois, cette relation est plus faible et moins significative, avec un coefficient de Pearson de 52.13%

### Taille versus circonférence du poignet chez les femmes



BUT 1 - Science des Données - Lisieux

Source: ANSUR II

Fig. 35. Taille vs circonférence du poignet : tendance générale chez les femmes

En réalisant une modélisation linéaire, on obtient la sortie suivante :

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.903654  0.029110 31.04 <2e-16 ***
workset_g[[varx]] 0.004768  0.000188 25.36 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.06138 on 1724 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2717,    Adjusted R-squared:  0.2713
F-statistic: 643.2 on 1 and 1724 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Fig. 36. Taille vs circonférence du poignet : modélisation chez les femmes

À partir du modèle de régression linéaire, les coefficients estimés sont :  $\hat{\beta}_0 = 0.904$  et  $\hat{\beta}_1 = 0.005$ . L'équation de la droite des moindres carrés s'écrit ainsi :

$$\hat{m}(\text{Circonférence du poignet}) = 0.904 + 0.005 \times \text{Circonférence du poignet}$$

où  $\hat{m}$  (circonférence du poignet) représente le comportement moyen de la variable taille sachant la valeur de la variable circonférence du poignet chez les femmes. Ainsi, on peut proposer une interprétation du coefficient  $\hat{\beta}_1 = 0.004$  : pour une augmentation de 1 millimètre de la longueur du pied, on s'attend à une augmentation moyenne 5 millimètres pour la taille chez les femmes.

Le coefficient de détermination, appelé « Multiple R-squared », est égal à 27.7%. Il représente la proportion de la variabilité de la taille expliquée par la circonférence du poignet. Il suggère que la circonférence du poignet explique une part relativement faible de la variabilité de la taille des soldats féminins et que d'autres variables influencent la taille de manière plus significative.

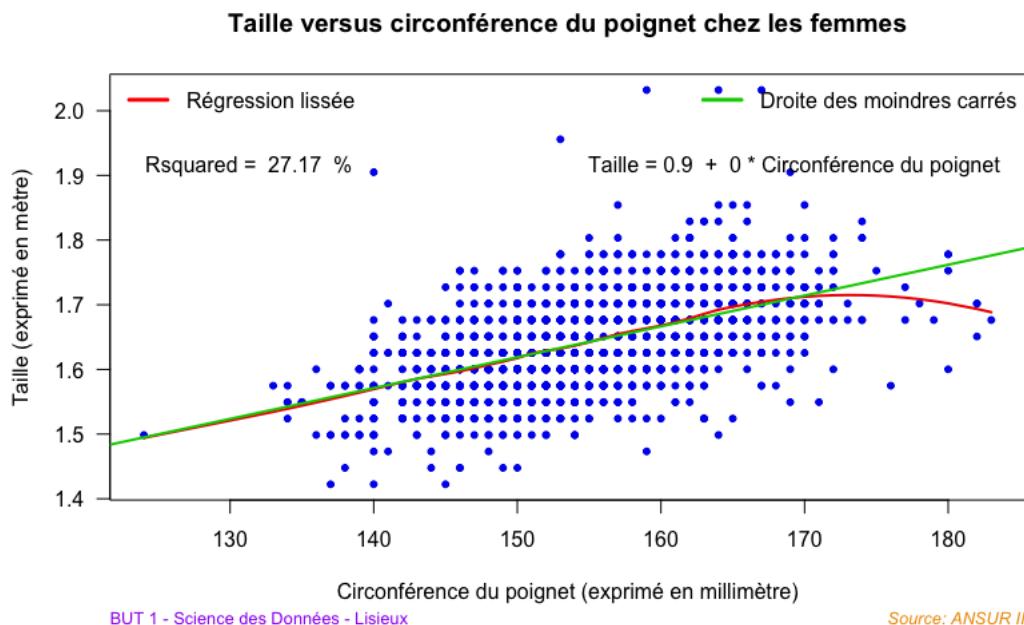


Fig. 37. Taille vs circonférence du poignet : droite des moindres carrés chez les femmes

## 6 Bilan comparatif hommes - femmes pour la taille

Les analyses précédentes montrent que, chez les soldats de l'US Army âgés de 18 à 40 ans, les trois variables morphologiques les plus fortement associées à la taille sont la hauteur tibiale, la longueur du pied et la circonférence du poignet. Ces associations sont modérées avec des coefficients de détermination allant de 27.17% à 62.84% chez les femmes et de 23.01% à 68.54% chez les hommes. Ici, l'ordre d'importance de ces variables est le même pour les deux sexes : hauteur tibiale, longueur du pied puis circonférence du poignet. Ces trois mesures sont les meilleures pour prédire le poids d'un soldat, quel que soit son sexe.

## Conclusion

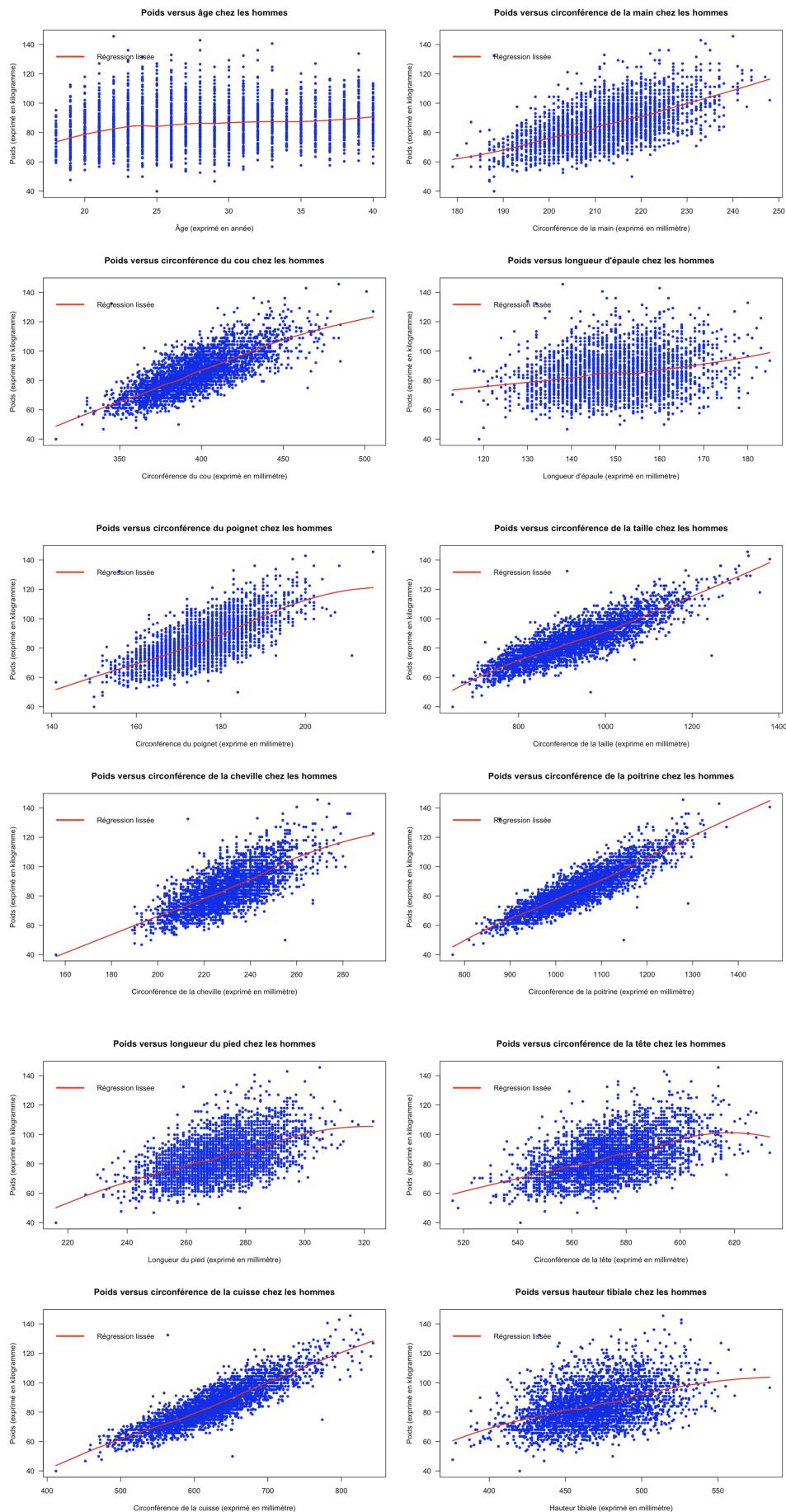
Ce rapport a permis d'analyser les associations entre certaines variables morphologiques et deux paramètres fondamentaux, la taille et le poids, chez les soldats de l'US Army. Concernant le poids, les variables les plus fortement associées sont la circonférence de la poitrine, la circonférence de la cuisse et la circonférence de la taille. Cependant, l'ordre d'importance de ces variables diffère selon le sexe. Chez les hommes, la circonférence de la poitrine arrive en tête avec un coefficient de détermination de 78,36 %, suivie par la circonférence de la cuisse à 77,27%, puis par la circonférence de la taille à 75,40%. Chez les femmes, c'est la circonférence de la cuisse qui est la plus associée au poids (75,35%), suivie de la circonférence de la taille (65,53%) et enfin de la circonférence de la poitrine (63,66%). On observe ainsi que les coefficients de détermination sont globalement élevés pour les deux sexes, mais qu'ils sont légèrement plus importants chez les hommes.

En ce qui concerne la taille des soldats, les variables morphologiques les plus associées sont la hauteur tibiale, la longueur du pied et la circonférence du poignet. Contrairement au poids, l'ordre d'importance de ces variables est similaire chez les hommes et les femmes. La hauteur tibiale est la variable la plus prédictive, avec un coefficient de détermination de 68,54% chez les hommes et de 62,84% chez les femmes. Elle est suivie de la longueur du pied, qui présente des valeurs proches entre les sexes (47,75% pour les hommes et 47,03% pour les femmes), puis de la circonférence du poignet, avec 23,01% chez les hommes et 27,17% chez les femmes. Ces résultats indiquent que les associations entre ces variables et la taille sont relativement homogènes entre les sexes.

De manière générale, les liens entre variables morphologiques et poids apparaissent plus forts que ceux observés pour la taille. Cela suggère que le poids est davantage influencé par des caractéristiques corporelles spécifiques, tandis que la taille dépend plus largement de proportions squelettiques communes aux hommes et aux femmes. Ces différences reflètent probablement des variations physiologiques et hormonales propres à chaque sexe, notamment en ce qui concerne la répartition de la masse musculaire et de la masse grasse. En conclusion, cette étude met en évidence des variables morphologiques clés qui permettent de prédire avec une bonne précision la taille et le poids des soldats de l'US Army, tout en soulignant l'importance de prendre en compte le sexe dans ces analyses. Ces résultats ont des applications concrètes dans la conception d'équipements adaptés et dans la modélisation biométrique, contribuant ainsi à améliorer le confort et la performance des militaires.

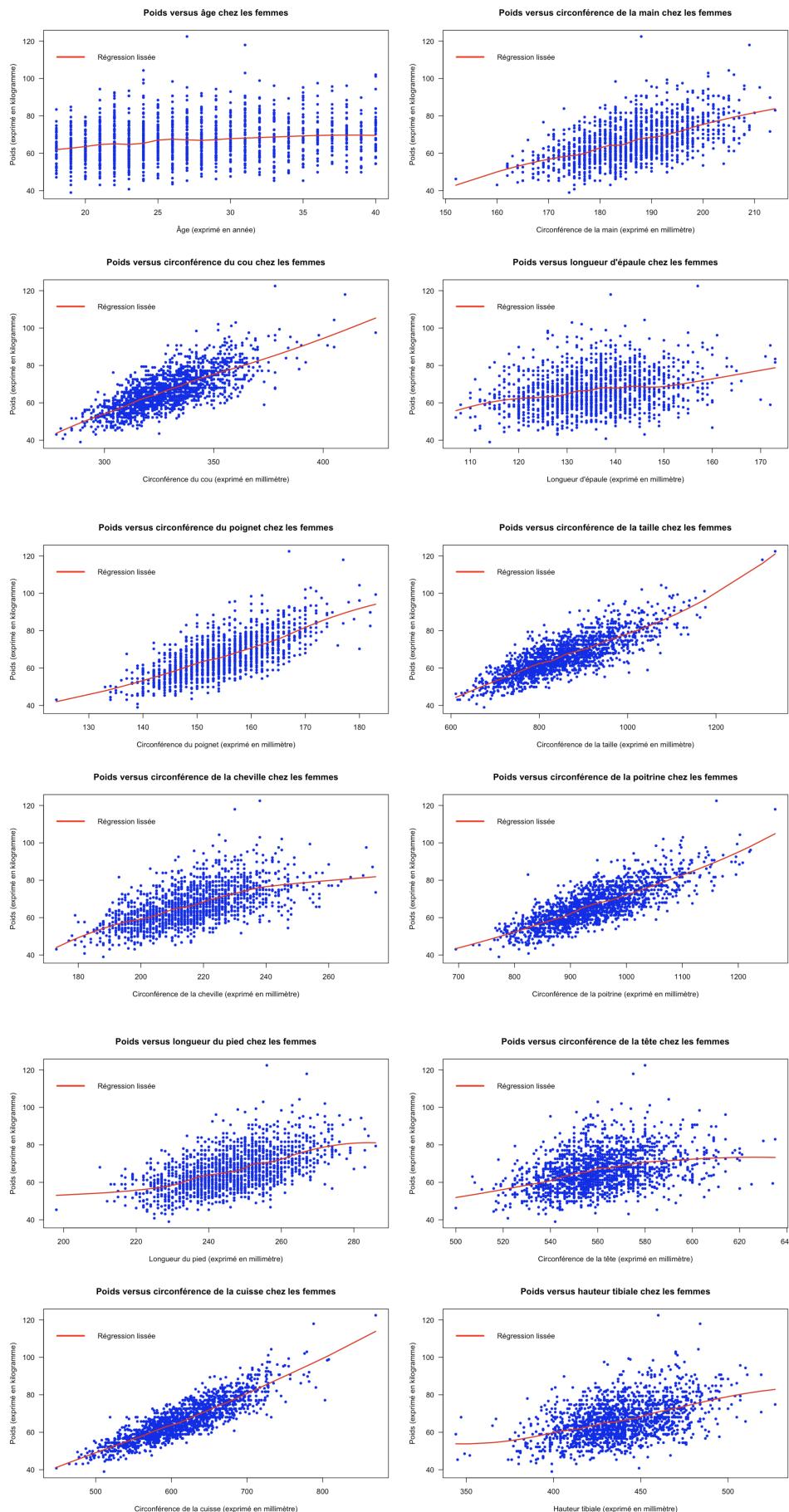
## Annexe 1 : Hommes poids

Ci dessous, les nuages de dispersion avec courbe de régression lissée des croisements avec le poids chez les hommes :



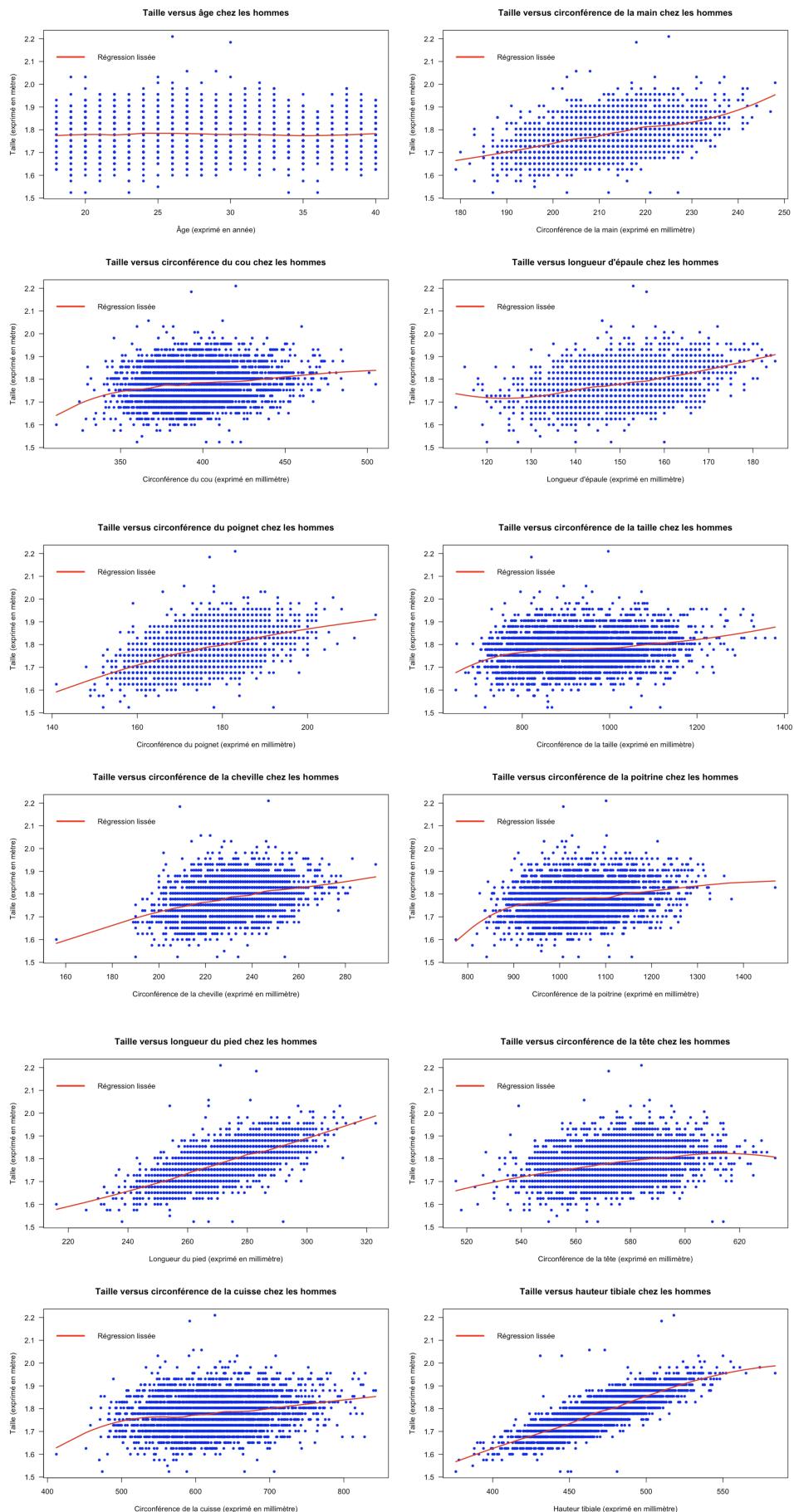
## Annexe 2 : Femmes poids

Ci dessous, les nuages de dispersion avec courbe de régression lissée des croisements avec le poids chez les femmes :



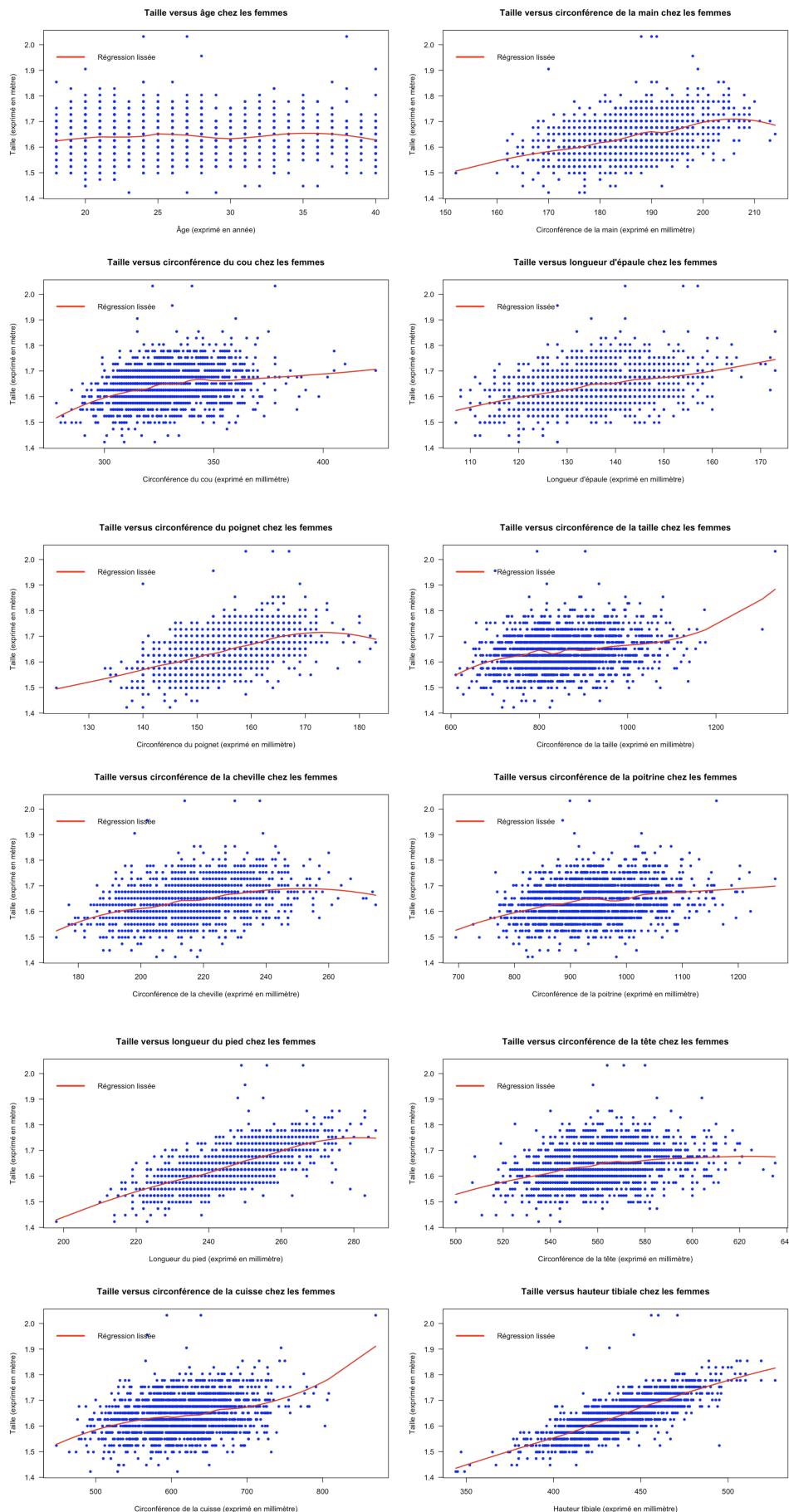
## Annexe3 : Hommes taille

Ci dessous, les nuages de dispersion avec courbe de régression lissée des croisements avec la taille chez les hommes :



## Annexe 4 : Femmes taille

Ci dessous, les nuages de dispersion avec courbe de régression lissée des croisements avec la taille chez les femmes :



## Table des figures

1	Extrait des données . . . . .	3
2	Poids vs circonférence de la poitrine : tendance générale chez les hommes . . . . .	6
3	Poids vs circonférence de la poitrine : modélisation chez les hommes . . . . .	6
4	Poids vs circonférence de la poitrine : droite des moindres carrés chez les hommes . . . . .	7
5	Poids vs circonférence de la cuisse : tendance générale chez les hommes . . . . .	8
6	Poids vs circonférence de la cuisse : modélisation chez les hommes . . . . .	8
7	Poids vs circonférence de la cuisse : droite des moindres carrés chez les hommes . . . . .	9
8	Poids vs circonférence de la taille : tendance générale chez les hommes . . . . .	9
9	Poids vs circonférence de la taille : modélisation chez les hommes . . . . .	10
10	Poids vs circonférence de la taille : droite des moindres carrés chez les hommes . . . . .	10
11	Poids vs circonférence de la cuisse : tendance générale chez les femmes . . . . .	12
12	Poids vs circonférence de la cuisse : modélisation chez les femmes . . . . .	12
13	Poids vs circonférence de la cuisse : droite des moindres carrés chez les femmes . . . . .	13
14	Poids vs circonférence de la taille : tendance générale chez les femmes . . . . .	13
15	Poids vs circonférence de la taille : modélisation chez les femmes . . . . .	14
16	Poids vs circonférence de la taille : droite des moindres carrés chez les femmes . . . . .	14
17	Poids vs circonférence de la poitrine : tendance générale chez les femmes . . . . .	15
18	Poids vs circonférence de la poitrine : modélisation chez les femmes . . . . .	15
19	Poids vs circonférence de la poitrine : droite des moindres carrés chez les femmes . . . . .	16
20	Taille vs hauteur tibiale : tendance générale chez les hommes . . . . .	18
21	Taille vs hauteur tibiale : modélisation chez les hommes . . . . .	18
22	Taille vs hauteur tibiale : droite des moindres carrés chez les hommes . . . . .	19
23	Taille vs longueur du pied : tendance générale chez les hommes . . . . .	19
24	Taille vs longueur du pied : modélisation chez les hommes . . . . .	20
25	Taille vs longueur du pied : droite des moindres carrés chez les femmes . . . . .	20
26	Taille vs circonférence du poignet : tendance générale . . . . .	21
27	Taille vs circonférence du poignet : modélisation chez les hommes . . . . .	21
28	Taille vs circonférence du poignet : droite des moindres carrés chez les hommes . . . . .	22
29	Taille vs hauteur tibiale : tendance générale chez les femmes . . . . .	24
30	Taille vs hauteur tibiale : modélisation chez les femmes . . . . .	24
31	Taille vs hauteur tibiale : droite des moindres carrés chez les femmes . . . . .	25
32	Taille vs longueur du pied : tendance générale . . . . .	25
33	Taille vs longueur du pied : modélisation chez les femmes . . . . .	26
34	Taille vs circonférence du poignet : droite des moindres carrés chez les femmes . . . . .	26
35	Taille vs circonférence du poignet : tendance générale chez les femmes . . . . .	27
36	Taille vs circonférence du poignet : modélisation chez les femmes . . . . .	27
37	Taille vs circonférence du poignet : droite des moindres carrés chez les femmes . . . . .	28