

Année 2018/2019

N°

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État

par

Eliana USTARIZ RUIZ

Née le 3 novembre 1982 à Cochabamba - Bolivie

TITRE

Évolution de la masse maigre à 5 ans, après chirurgie bariatrique, dans la cohorte du CHRU de Tours

Présentée et soutenue publiquement le 15 octobre 2019 devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Régis HANKARD, Nutrition, Pédiatrie, Faculté de Médecine - Tours

Membres du Jury :

Professeur Pierre-Henri DUCLUZEAU, Endocrinologie, Diabétologie et Nutrition, Faculté de Médecine – Tours

Professeur François MAILLOT, Médecine Interne, Faculté de Médecine – Tours

Professeur Régis HANKARD, Nutrition, Pédiatrie, Faculté de Médecine - Tours

Directeur de thèse : **Docteur Arnaud DE LUCA, Nutrition, Pédiatrie, MD, PhD, CHU – Tours**

RESUME

Introduction

La chirurgie bariatrique constitue le traitement le plus efficace dans l'obésité morbide mais entraîne le plus souvent une perte de masse maigre non souhaitable associée à la perte de masse grasse. Notre objectif principal était d'évaluer l'évolution de la masse maigre appendiculaire à 5 ans chez des patients opérés d'une chirurgie bariatrique au CHRU de Tours. Les objectifs secondaires étaient d'identifier des différences d'évolution selon la technique chirurgicale, le genre et d'apprécier la corrélation avec la perte d'excès pondéral.

Matériel et méthodes

Cette étude de cohorte rétrospective, longitudinale a été réalisée au CHRU de Tours chez les patients opérés d'une chirurgie bariatrique suivis entre 2007 et 2018. Les données cliniques recueillies en pré et post-opératoire (6 mois, 1, 2, 3, 4 et 5 ans) étaient l'âge, le genre, le poids, la taille, l'IMC, le type de chirurgie. La composition corporelle était mesurée par absorptiométrie biphotonique (DEXA). Les moyennes étaient comparées par ANOVA et les coefficients de corrélation ont été réalisés par le test de Spearman.

Résultats

La population analysée comprenait 386 patients (79% de femmes et 21% d'hommes), opérés pour 48% de by-pass gastrique et 52% de sleeve gastrectomie. La masse maigre appendiculaire en préopératoire était de $11,1 \pm 1,7 \text{ kg/m}^2$, diminuant à $8,9 \pm 1,6 \text{ kg/m}^2$ à 2 ans ($p < 0,05$) et à $9,4 \pm 1,7 \text{ kg/m}^2$ ($p < 0,05$) à 5 ans. La masse maigre appendiculaire à 5 ans était plus faible après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie ($n=47$, $8,9 \pm 1,3 \text{ kg/m}^2$ vs $n=28$, $10,2 \pm 1,9 \text{ kg/m}^2$; $p < 0,05$) et plus faible chez les femmes que chez les hommes ($n=57$, $8,9 \pm 1,3 \text{ kg/m}^2$; $p < 0,05$ vs $n=18$, $10,8 \pm 1,8 \text{ kg/m}^2$; $p < 0,05$). La perte d'excès pondéral à 2 ans était plus importante chez les femmes que chez les hommes ($n=177$, $69 \pm 25\%$ vs $n=41$, $58 \pm 30\%$; $p < 0,05$), et après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie ($n=114$, $76 \pm 25\%$ vs $n=104$, $57 \pm 24\%$; $p < 0,05$).

Discussion

Notre étude suggère que la chirurgie bariatrique entraîne une perte de masse maigre importante à 5 ans post-opératoire, plus importante après by-pass gastrique et chez les femmes, associée à une perte d'excès pondéral plus importante. Une attention particulière doit être portée à l'évolution de la composition corporelle après chirurgie bariatrique, en particulier après by-pass gastrique et chez les femmes.

ABSTRACT

Introduction

Bariatric surgery is the most effective treatment for morbid obesity, but most often results in lean body mass loss not desirable, associated with fat loss. Our main objective was to assess the evolution of appendicular lean mass at 5 years in patients operated for bariatric surgery at the CHRU of Tours. The secondary objectives were to identify the evolution differences according to the surgical technique, the gender and to assess the correlation with percent excess weight loss.

Material and methods

This retrospective, longitudinal cohort study was performed at the CHRU of Tours in patients undergoing bariatric surgery followed-up between 2007 and 2018. Pre- and post-operative clinical data (6 months, 1, 2, 3, 4 and 5 years) were age, gender, weight, height, BMI, surgery type. Body composition was measured by Dual X-ray absorptiometry (DXA). Means were compared by ANOVA and the correlation coefficients were made by Spearman's test.

Results

The analyzed population included 386 patients (79% women and 21% men), 48% underwent gastric bypass surgery and 52% sleeve gastrectomy surgery. The pre-operative lean appendicular mass was $11.1 \pm 1.7 \text{ kg/m}^2$, decreasing to $8.9 \pm 1.6 \text{ kg/m}^2$ at 2 years ($p < 0.05$) and $9.4 \pm 1.7 \text{ kg/m}^2$ ($p < 0.05$) at 5 years. The lean appendicular mass at 5 years was lower after gastric bypass than after sleeve gastrectomy ($n=47$, $8.9 \pm 1.3 \text{ kg/m}^2$ vs. $n=28$, $10.2 \pm 1.9 \text{ kg/m}^2$; $p < 0.05$) and lower in women than in men ($n=57$, $8.9 \pm 1.3 \text{ kg/m}^2$; $p < 0.05$ vs. $n=18$, $10.8 \pm 1.8 \text{ kg/m}^2$; $p < 0.05$). The percent excess weight loss at 2 years was higher in women than in men ($n=177$, $69 \pm 25\%$ vs. $n=41$, $58 \pm 30\%$; $p < 0.05$), and after gastric by-pass than after sleeve gastrectomy ($n=114$, $76 \pm 25\%$ vs. $n=104$, $57 \pm 24\%$; $p < 0.05$).

Discussion

Our study suggests that bariatric surgery results in significant lean body mass loss at 5 years after surgery, higher after gastric bypass than sleeve gastrectomy and in women than in men, associated with higher percent excess weight loss. Particular attention should be paid to the evolution of body composition after bariatric surgery, especially after gastric bypass and in women.

Mots-clés :

- Obésité
- Chirurgie bariatrique
- Sleeve gastrectomie
- By-pass gastrique
- Composition corporelle
- Absorptiométrie biphotonique (DEXA)
- Masse maigre appendiculaire
- Masse maigre
- Pourcentage de perte d'excès pondéral

Key-words :

- Obesity
- Bariatric surgery
- Sleeve gastrectomy
- Roux-y gastric by-pass
- Body composition
- Dual X-ray absorptiometry (DXA)
- Lean appendicular mass
- Lean mass
- Percentage excess weight loss

UNIVERSITE DE TOURS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN
Pr Patrice DIOT

VICE-DOYEN
Pr Henri MARRET

ASSESEURS
Pr Denis ANGOULVANT, *Pédagogie*
Pr Mathias BUCHLER, *Relations internationales*
Pr Theodora BEJAN-ANGOULVANT, *Moyens – relations avec l'Université*
Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*
Pr François MAILLOT, *Formation Médicale Continue*
Pr Patrick VOURC'H, *Recherche*

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE
Mme Fanny BOBLETER

DOYENS HONORAIRES
Pr Emile ARON (†) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr Georges DESBUQUOIS (†) - 1966-1972
Pr André GOUAZE - 1972-1994
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014

PROFESSEURS EMERITES
Pr Daniel ALISON
Pr Philippe ARBEILLE
Pr Catherine BARTHELEMY
Pr Gilles BODY
Pr Jacques CHANDENIER
Pr Alain CHANTEPIE
Pr Pierre COSNAY
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr. Dominique GOGA
Pr Alain GOUDEAU
Pr Anne-Marie LEHR-DRYLEWICZ
Pr Gérard LORETTE
Pr Roland QUENTIN
Pr Elie SALIBA

PROFESSEURS HONORAIRES
P. ANTHONIOZ – A. AUDURIER – A. AUTRET – P. BAGROS – P. BARDOS – J.L. BAULIEU – C. BERGER – J.C. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – L. CASTELLANI – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – C. COUET – L. DE LA LANDE DE CALAN – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – A. GOUAZE – J.L. GUILMOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – E. LEMARIE – G. LEROY – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAINÉ – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – L. POURCELOT – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – D. ROYERE – A. SAINDELLE – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – B. TOUMIEUX – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

ANDRES Christian.....	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
AUPART Michel.....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BABUTY Dominique	Cardiologie
BAKHOS David.....	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle.....	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora	Pharmacologie clinique
BERNARD Anne	Cardiologie
BERNARD Louis	Maladies infectieuses et maladies tropicales
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle ..	Biologie cellulaire
BLASCO Hélène.....	Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique	Physiologie
BRILHAULT Jean.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNEREAU Laurent	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck.....	Urologie
BUCHLER Matthias.....	Néphrologie
CALAIS Gilles.....	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent.....	Psychiatrie d'adultes
COLOMBAT Philippe.....	Hématologie, transfusion
CORCIA Philippe.....	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe	Radiologie et imagerie médicale
DE TOFFOL Bertrand	Neurologie
DEQUIN Pierre-François.....	Thérapeutique
DESOUBEAUX Guillaume.....	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DIOT Patrice.....	Pneumologie
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri.....	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
DUMONT Pascal.....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
EL HAGE Wissam.....	Psychiatrie adultes
EHRMANN Stephan	Réanimation
FAUCHIER Laurent	Cardiologie
FAVARD Luc.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
FOUGERE Bertrand	Gériatrie
FOUQUET Bernard.....	Médecine physique et de réadaptation
FRANCOIS Patrick.....	Neurochirurgie
FROMONT-HANKARD Gaëlle	Anatomie & cytologie pathologiques
GAUDY-GRAFFIN Catherine.....	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GRUEL Yves.....	Hématologie, transfusion
GUERIF Fabrice.....	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUYETANT Serge	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel.....	Hématologie, transfusion
HAILLOT Olivier.....	Urologie
HALIMI Jean-Michel.....	Thérapeutique
HANKARD Régis.....	Pédiatrie
HERAULT Olivier	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis	Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe.....	Biologie cellulaire
LABARTHE François	Pédiatrie
LAFFON Marc	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert.....	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd.....	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique.....	Bactériologie-virologie
LAURE Boris.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LECOMTE Thierry.....	Gastroentérologie, hépatologie
LESCANNE Emmanuel.....	Oto-rhino-laryngologie
LINASSIER Claude	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent	Dermato-vénéréologie
MAILLOT François	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain.....	Pneumologie
MARRET Henri	Gynécologie-obstétrique

MARUANI Annabel	Dermatologie-vénéréologie
MEREGHETTI Laurent.....	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MITANCHEZ Delphine	Pédiatrie
MORINIÈRE Sylvain.....	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis.....	Rhumatologie
ODENT Thierry.....	Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi	Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna.....	Gynécologie-obstétrique
PAINTAUD Gilles	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PATAT Frédéric	Biophysique et médecine nucléaire
PERROTIN Dominique.....	Réanimation médicale, médecine d'urgence
PERROTIN Franck	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean.....	Ophthalmologie
PLANTIER Laurent.....	Physiologie
REMERAND Francis.....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe.....	Biologie cellulaire
ROSSET Philippe.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
RUSCH Emmanuel.....	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline.....	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem.....	Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab.....	Dermatologie-vénéréologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria	Biophysique et médecine nucléaire
THOMAS-CASTELNAU Pierre	Pédiatrie
TOUTAIN Annick.....	Génétique
VAILLANT Loïc.....	Dermato-vénéréologie
VELUT Stéphane.....	Anatomie
VOURC'H Patrick.....	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé	Immunologie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse
LEBEAU Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES

MALLET Donatien.....Soins palliatifs
POTIER Alain.....Médecine Générale
ROBERT Jean.....Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

BARBIER Louise.....Chirurgie digestive
BERHOUET Julien.....Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNAUT Paul
 Psychiatrie d'adultes, addictologie || CAILLE Agnès | Biostat., informatique médical et technologies de communication |
CLEMENTY Nicolas.....	Cardiologie
DENIS Frédéric.....	Odontologie
DOMELIER Anne-Sophie	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane	Biophysique et médecine nucléaire
ELKRIEF Laure.....	Hépatologie – gastroentérologie
FAVRAIS Géraldine	Pédiatrie
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie.....	Anatomie et cytologie pathologiques
GATAULT Philippe.....	Néphrologie
GOUILLEUX Valérie.....	Immunologie
GUILLOIN Antoine.....	Réanimation
GUILLOIN-GRAMMATICO Leslie.....	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
HOARAU Cyrille.....	Immunologie
IVANES Fabrice	Physiologie

LE GUELLEC Chantal.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEFORT Bruno.....	Pédiatrie
LEMAIGNEN Adrien	Maladies infectieuses
MACHET Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques
MOREL Baptiste.....	Radiologie pédiatrique
PIVER Éric.....	Biochimie et biologie moléculaire
REROLLE Camille.....	Médecine légale
ROUMY Jérôme	Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET Bénédicte	Thérapeutique
TERNANT David.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure.....	Génétique
ZEMMOURA Ilyess	Neurochirurgie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia.....	Neurosciences
BOREL Stéphanie.....	Orthophonie
MONJAUZE Cécile	Sciences du langage – orthophonie
NICOGLU Antonine	Philosophie – histoire des sciences et des techniques
PATIENT Romuald.....	Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

RUIZ Christophe.....	Médecine Générale
SAMKO Boris.....	Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRA

BOUAKAZ Ayache	Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 1253
CHALON Sylvie	Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 1253
COURTY Yves.....	Chargé de Recherche CNRS – UMR INSERM 1100
DE ROCQUIGNY Hugues	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1259
ESCOFFRE Jean-Michel.....	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1253
GILOT Philippe.....	Chargé de Recherche INRA – UMR INRA 1282
GOUILLEUX Fabrice	Directeur de Recherche CNRS – UMR CNRS 7001
GOMOT Marie.....	Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 1253
HEUZE-VOURCH Nathalie.....	Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
LAUMONNIER Frédéric	Chargé de Recherche INSERM - UMR INSERM 1253
MAZURIER Frédéric.....	Directeur de Recherche INSERM – UMR CNRS 7001
MEUNIER Jean-Christophe	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1259
PAGET Christophe	Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
RAOUL William.....	Chargé de Recherche INSERM – UMR CNRS 7001
SI TAHAR Mustapha	Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
WARDAK Claire.....	Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'Ecole d'Orthophonie

DELORE Claire	Orthophoniste
GOUIN Jean-Marie.....	Praticien Hospitalier

Pour l'Ecole d'Orthoptie

MAJZOUB Samuel.....	Praticien Hospitalier
---------------------	-----------------------

Pour l'Ethique Médicale

BIRMELE Béatrice.....	Praticien Hospitalier
-----------------------	-----------------------

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté,

de mes chers condisciples

et selon la tradition d'Hippocrate,

je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité

dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre
les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs
enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes
promesses. Que je sois couvert d'opprobre
et méprisé de mes confrères
si j'y manque.

Remerciements

A Monsieur le Professeur Régis HANKARD

Je vous remercie d'avoir accepté d'être le Président du Jury de cette thèse.

Je vous remercie pour votre enseignement particulièrement riche dont j'ai pu bénéficier jusqu'à présent mais également pour votre soutien, en plus du temps consacré à ma formation en nutrition.

Je vous remercie pour votre supervision au cours de mon stage que j'ai effectué dans votre unité mobile de nutrition, qui m'a permis d'enrichir mes connaissances et surtout d'acquérir de la pratique en nutrition.

A Monsieur le Professeur Pierre-Henri DUCLUZEAU

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse.

Je vous remercie d'avoir pu rendre possible ce travail au sein de votre service.

A Monsieur le Professeur François MAILLOT

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse.

Veillez trouver ici le témoignage de mon plus profond respect et de ma gratitude.

A Monsieur le Docteur Arnaud DE LUCA

Je te remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse, de m'avoir proposé ce sujet et rendu possible ce travail, mais également pour ton encadrement, tes conseils, ton soutien et ta patience tout au long de la réalisation de ce travail.

Je te remercie pour ton enseignement particulièrement riche, en plus de tes connaissances et de ta pratique dont j'ai bénéficié au cours de mon stage dans l'unité mobile de nutrition, qui me seront précieux tout au long de ma carrière professionnelle.

Reçois ici le témoignage de ma très sincère reconnaissance.

Je tiens également à remercier les infirmières et secrétaires du CSO avec qui ce travail a pu avoir lieu.

Je tiens à remercier chaleureusement les médecins et les équipes rencontrés au cours de mon internat qui m'ont accueilli et appris l'exercice de la médecine générale mais aussi de la nutrition, confortant davantage mon choix de ces deux disciplines.

A mes parents, pour leur amour et leur soutien inconditionnel au cours de toutes mes études et dans ma vie, malgré la grande distance qui nous sépare. Merci d'être toujours là à mes côtés. Vous êtes mon exemple de persévérance.

A mes frères et sœurs, dont une sœur habite en France et les trois autres en Bolivie, merci pour votre soutien et vos conseils. Merci d'être toujours là.

A mon chéri, pour sa compréhension, sa bienveillance et son soutien. Merci d'être là.

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS	15
1 INTRODUCTION	16
1.1 PROBLEMATIQUE ET EPIDEMIOLOGIQUE DE L'OBESITE	16
1.2 COMPOSITION CORPORELLE	17
<i>1.2.1 Techniques d'analyse et de mesure de la composition corporelle</i>	<i>18</i>
<i>1.2.2 L'absorptiométrie biphotonique.....</i>	<i>19</i>
<i>1.2.3 La tomodensitométrie computerisée</i>	<i>21</i>
<i>1.2.4 La mesure des plis cutanés.....</i>	<i>22</i>

1.2.5	<i>La mesure de la densité corporelle</i>	23
1.2.6	<i>La mesure de l'eau totale</i>	23
1.3	CHIRURGIE BARIATRIQUE	25
1.3.1	<i>Techniques restrictives</i>	26
1.3.2	<i>Techniques mixtes</i>	27
1.3.3	<i>Complications nutritionnelles</i>	29
1.4	ÉVOLUTION DU POIDS ET DE LA COMPOSITION CORPORELLE APRES CHIRURGIE BARIATRIQUE	29
1.5	OBJECTIFS ET HYPOTHESES	31
2	MATÉRIEL ET MÉTHODES	33
3	RESULTATS	35
4	DISCUSSION	46
5	CONCLUSION	48
	ANNEXES	53

ABREVIATIONS

- ALMI** : Indice de masse maigre appendiculaire
- CAP** : Coefficient d'activité physique
- DER** : Dépense Énergétique de Repos
- DEXA** : Dual X-ray absorptiometry – absorptiométrie biphotonique
- DT2** : Diabète de type 2
- GBP** : By-pass gastrique
- HDL** : Lipoprotéine de haute densité
- ICAM-1** : molécule-1 d'adhérence intercellulaire
- IL-6** : interleukine-6
- IMC** : Indice de Masse Corporel
- LDL** : Lipoprotéine de basse densité
- MG** : Masse grasse
- MM** : Masse maigre
- MMCT** : Masse maigre corporelle totale
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- PAI-1** : inhibiteur-1 de l'activateur du plasmogène
- PEP** : Pourcentage de perte d'excès pondéral
- SG** : Sleeve gastrectomy
- TNF-alpha** : tumeur necrosis factor alpha
- t-PA** : activateur tissulaire du plasminogène
- VAT** : Tissu adipeux viscéral
- VCAM-1** : molécule-1 d'adhérence vasculaire

1 INTRODUCTION

1.1 Problématique et épidémiologique de l'obésité

Selon l'OMS, le surpoids et l'obésité se définissent comme une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui représente un risque pour la santé. Le déséquilibre entre les apports et la dépense énergétique entraîne une inflation des réserves énergétiques sous forme de triglycérides dans les tissus adipeux. Le critère de référence international pour identifier un excès de masse grasse est l'indice de masse corporelle (IMC), ainsi une personne ayant un IMC de 30 kg/m^2 ou plus est considéré comme étant en obésité et une personne dont l'IMC est égal ou supérieur à 25 kg/m^2 est considérée comme étant en surpoids (*Tableau 1*) [1]. Si cette définition a contribué à faire avancer l'approche médicale de ce problème de santé publique émergent, il faut bien admettre qu'elle connaît des limites et qu'elle a enfermé le vaste domaine des « maladies du tissu adipeux » dans un cadre trop étroit, c'est à dire celui de la seule augmentation quantitative de la masse grasse. La réalité clinique est plus complexe, car l'obésité est une entité clinique hétérogène, multifactorielle, où les déterminants biologiques, comportementaux, économiques et environnementaux interagissent les uns avec les autres, puisque l'obésité est aussi une « maladie sociale » liée à la transition nutritionnelle aux évolutions de mode de vie et de l'environnement. Le retentissement de l'adiposité sur la santé dépend non seulement de son importance, mais également de sa distribution et de bien d'autres facteurs. Le surpoids et l'obésité sont ainsi des facteurs de risque majeurs pour certaines maladies chroniques, parmi lesquelles le diabète non insulino-dépendant (plus de 80% des diabètes sont liés à l'obésité) [2], les maladies cardio-vasculaires et le cancer, mais aussi des maladies respiratoires et articulaires, source de handicap, sans parler du retentissement psycho-social (*Annexe I*). Néanmoins les données anthropométriques (IMC, le poids, tour de taille), prises indépendamment, n'évaluent souvent pas les risques liés à l'obésité [3], car un même IMC peut correspondre à des masses grasses très différentes, et de la même manière le tour de taille ne distingue pas les dépôts adipeux sous-cutanés et viscéraux.

Classe de l'obésité		IMC (kg/m^2)
Insuffisance pondérale		< 18,5
Poids normal		18,5-24,9
Surpoids		25,0-29,9
Obésité	I Obésité modérée	30,0-34,9
	II Obésité sévère	35,0-39,9
	III Obésité morbide	≥ 40

Tableau 1. Classification du surpoids et de l'obésité par l'IMC d'après l'OMS [1].

L'OMS estime à 400 millions le nombre des personnes obèses dans le monde, soit 7 % de la population mondiale, on estime qu'il devrait atteindre 12 % en 2020 [1]. En France, les études Obepi/Inserm retrouvent une prévalence de l'obésité à 8,7 % de la population en 1997 et à 14,5 % en 2009, avec un triplement de la prévalence des formes les plus graves et une augmentation dans toutes les tranches d'âge [4]. En 2012, l'obésité concernait 17,5% des adultes, les dernières données en population générale semblent néanmoins indiquer un ralentissement de l'augmentation de la prévalence de l'obésité. Les hommes (16%) sont autant concernés que les femmes (17%) par l'obésité, en revanche le surpoids était plus fréquent chez les hommes (41%) que les femmes (24%) [5]. D'après l'étude ESTEBAN 2014-2016, le surpoids chez les adultes de 18 à 74 ans en 2015 était de 54% des hommes et 44% des femmes, cette prévalence augmentait avec l'âge ; la prévalence de l'obésité était estimée à 17% sans distinction entre hommes et femmes [6].

1.2 Composition corporelle

La composition corporelle correspond à l'analyse du corps humain en compartiments. L'étude de la composition corporelle fait appel à des modèles et des systèmes de représentation biochimique, anatomique ou physiologique (*Figure 1*).

Les modèles de la composition corporelle

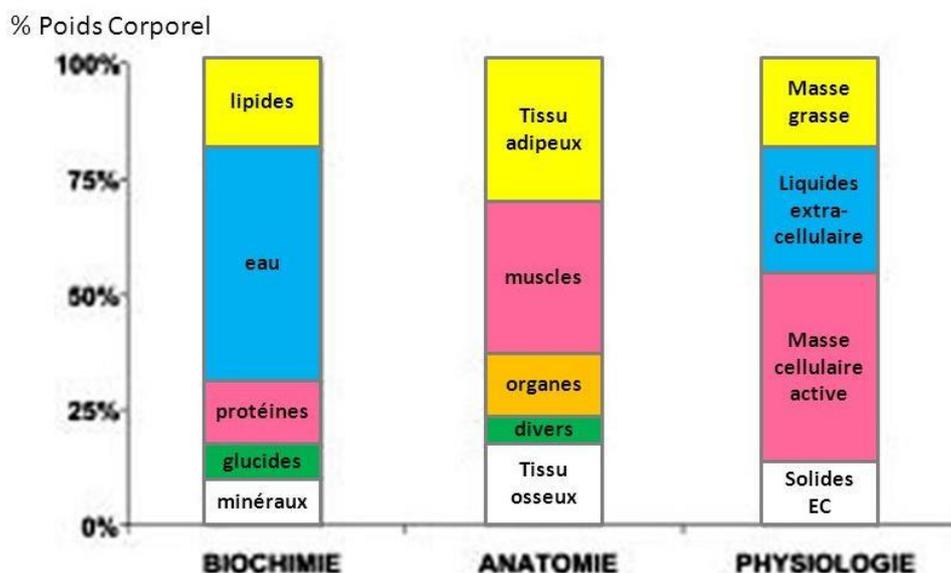


Figure 1. Différents modèles conceptuels de la composition corporelle

Le modèle physiologique permet d'introduire la notion de compartiments. Un compartiment regroupe des composants corporels fonctionnellement liés entre eux, indépendamment de leur localisation anatomique ou de leur nature chimique. En nutrition, les

modèles physiologiques les plus utilisés sont : *Le modèle à deux compartiments* qui oppose la masse grasse et le reste, la masse non grasse (abusivement nommée masse maigre).

- **La masse grasse** correspond aux triglycérides stockés dans les adipocytes, quelle que soit leur localisation anatomique, ce compartiment est virtuellement dépourvu d'eau.
- **La masse maigre** correspond à la somme de l'eau, des os, des organes, en excluant la partie grasse. La masse maigre définit l'hydratation de la masse musculaire.

Le tissu adipeux sous-cutané représente l'essentiel de la masse grasse totale. Environ 15% de la masse grasse totale est de siège intra-abdominal, et la contribution de cette dernière est influencée par le sexe, l'âge, le niveau d'activité physique et l'adiposité totale. Le poids global peut rester stable malgré des modifications de la composition corporelle ; par exemple une prise de masse grasse peut masquer une perte de masse maigre, en particulier chez l'obèse.

L'analyse de la composition corporelle, recouvre des enjeux à la fois cliniques et de recherche, tels qu'une meilleure évaluation des risques métaboliques et cardiovasculaires, mais aussi un contrôle des effets des traitements (soit chirurgicaux ou médicaux) sur les différents compartiments corporels ; ce qui permet de différencier les types d'obésité (gynoïde, androïde, viscérale). Ces types d'obésité présentent des risques différents [7]. Par exemple l'obésité viscérale augmente le risque métabolique et cardiovasculaire, dont le risque élevé d'infarctus du myocarde, d'insuffisance coronarienne et mort subite, ce type d'obésité est associée à de nombreuses altérations lipidiques, thrombotiques et inflammatoires (*Annexe II*) [8]. D'un autre côté la réduction du tissu adipeux viscéral (VAT) et l'absence de perte de masse maigre représente un avantage métabolique [9].

Un autre élément clef à prendre en compte est que toute augmentation de la masse grasse, s'accompagne d'une augmentation simultanée de masse maigre (c'est à dire de l'eau, du muscle et de différents composants corporels), donc de la dépense énergétique [10]. En effet la dépense énergétique de repos, dépend pour une large part de la masse maigre. Ainsi, plus le poids d'un individu augmente, plus sa masse maigre augmente. Un individu obèse dépense donc plus d'énergie qu'avant sa prise de poids. En période de stabilité pondérale, l'individu obèse est en bilan d'énergie équilibré.

1.2.1 Techniques d'analyse et de mesure de la composition corporelle

L'évolution de la composition corporelle est évaluée dans la majorité des cas par absorptiométrie biphotonique, que d'après une étude l'utilisation de celle-ci en pré et post-opératoire semble appropriée de façon annuelle jusqu'à ce que le poids se soit stabilisé [11]. Cette étude de la composition corporelle constitue un élément indispensable de l'évaluation du statut nutritionnel. Autres méthodes également utilisés pour évaluer la masse musculaire, comme la tomодensitométrie quantitative centrale ou périphérique (qui détermine l'aire de la section transversale du muscle et la densité musculaire, marqueur de l'infiltration de graisse dans le muscle) ; la résonance magnétique (évalue la section transversale et le volume des muscles) ; et l'analyse d'impédance bioélectrique (détermine la masse sans graisse) [12].

Il n'y a pas de méthode de mesure directe des compartiments. Toutes les méthodes sont des approches indirectes. Du point de vue conceptuel, il faut distinguer trois types de méthodes :

- **Quantification in vivo** : repose sur la modification d'un signal (en général un rayonnement) qui est interprétée grâce à un étalonnage préalable avec un composé connu, la limite est la capacité de recueillir la modification du signal utilisé. Ces méthodes ne sont pas d'utilisation courante (activation neutronique, émission de potassium 40).
- **Estimation in vivo** : qui est la méthode de référence, elle repose à la fois sur une mesure corporelle (la densité ou le volume de l'eau totale), en faisant référence au modèle à deux compartiments, les litres d'eau totale mesurés sont convertis en Kg de masse maigre, et la masse grasse est alors la différence entre le poids et la masse maigre, donc une estimation des mesures. Les variations de l'hydratation au cours de la vie déterminent facilement les limites de ses approches.
- **Prédiction de la valeur** : à partir de mesures anthropométriques ou électriques, ce sont des méthodes très indirectes.

1.2.2 L'absorptiométrie biphotonique

Cette technique d'imagerie quantitative permet d'accéder directement à un modèle à trois compartiments l'absorptiométrie biphotonique à rayons X, DEXA (Dual x-ray absorptiometry, DXA), initialement développée dans les années 80 pour la mesure du contenu minéral osseux, s'est imposée comme la méthode de référence pour l'étude de la composition corporelle. Elle consiste à balayer l'ensemble du corps avec un faisceau de rayons X à deux niveaux d'énergie (*Annexe III*). Le rapport des atténuations de ces deux rayonnements est fonction de la composition de la matière traversée. L'irradiation imposée au patient est faible

et similaire à celle correspondant à une radiographie pulmonaire. La DEXA permet de séparer trois compartiments (masse grasse, masse maigre et contenu minéral osseux) par un traitement informatique des mesures physiques. La précision est excellente, supérieure aux autres techniques. Le balayage du corps entier et le traitement d'images permettent une approche régionale (bras, tronc, jambes) des trois compartiments mesurés, impossible à réaliser avec les autres méthodes. La DEXA apparaît donc actuellement comme la méthode la plus intéressante pour l'étude de la composition corporelle et de ses variations en clinique. Les appareils les plus récents ont une résolution spatiale améliorée, avec une meilleure qualité d'image, une acquisition d'image plus rapides. La limite réside dans le coût et la rareté des installations actuelles, mais aussi que les appareils actuels ne sont pas adaptés aux sujets présentant une obésité massive >200kg, et aux patients qui ne peuvent se déplacer facilement (situation de réanimation...).

Il a été démontré que l'absorptiométrie biphotonique (DEXA) est une technique d'évaluation très fiable des différents compartiments chez l'obèse morbide opéré et une des méthodes les plus courantes pour estimer la masse musculaire, cependant elle estime la quantité totale de tissu maigre mais ne mesure pas directement la masse musculaire [12]. Par ailleurs cette estimation permet une évaluation de l'obésité clinique de la perte de masse musculaire (sarcopénie) dans la dénutrition et de la distribution anormale de la graisse (lipodystrophie, par exemple chez les patients ayant un traitement anti-rétroviral) [13].

De plus, la composition corporelle par DEXA est un outil de mesure extrêmement précis avec un coefficient de variation inférieur à 0,5% pour la masse maigre, permettant un suivi systématique de la masse maigre et fournissant un niveau de précision élevé qui répond aux applications cliniques les plus exigeantes [13,14] (*Annexe III*).

1. Indice de masse maigre appendiculaire (ALMI)

L'ALMI revêt également une importance clinique. Il est obtenu en divisant la masse maigre appendiculaire par la taille au carré. Un indice de masse maigre abaissé doit faire évoquer le diagnostic de sarcopénie. Il est posé si l'abaissement de l'ALMI est associé à une vitesse de marche <1 m/s [13,14]. La masse maigre appendiculaire (ALM), dérivée des balayages DEXA, est la somme des tissus maigres dans les bras et les jambes. La mesure de l'ALM seule, ou ajustée à la taille au carré ($ALM/taille^2$) ou à l'indice de masse corporelle (ALM/IMC), est la mesure la plus couramment utilisée comme approximation de la masse musculaire dans la recherche sur la sarcopénie [12]. La sarcopénie est définie comme une perte dégénérative de la masse musculaire squelettique et de la force, le diagnostic repose sur la masse appendiculaire/taille² (mesure utile de l'évaluation nutritionnelle et mesurée par

DEXA), s'il existe un écart-type de plus de 2, inférieur à la moyenne normale jeune, soit à peu près $7,0 \text{ kg/m}^2$ chez l'homme et $5,25 \text{ kg/m}^2$ chez la femme [15].

2. Indice de masse grasse

C'est un rapport entre la masse grasse totale sur la taille au carré, c'est une mesure de l'adiposité spécifique au genre (masculin/féminin) qui permet d'évaluer l'excès ou le déficit de masse grasse. L'IMC est un moyen rapide d'évaluer l'excès pondéral, mais est imprécis quant au risque métabolique effectif puisque son calcul tient compte du poids dans son ensemble et non de la masse grasse uniquement. Des patients avec un IMC dans la norme peuvent en effet présenter un risque métabolique important, alors que des patients avec une obésité selon l'IMC peuvent avoir un risque métabolique faible, comme il a été décrit auparavant. L'indice de masse grasse obtenu par DEXA permet de corriger cette évaluation [13].

3. Contenu en tissu adipeux viscéral (VAT)

Est significativement associé au risque cardiovasculaire, en plus du diabète de type 2. La masse grasse viscérale est un facteur de risque nettement plus marqué que la masse grasse sous-cutanée. Ainsi, pour un même indice, le contenu en VAT peut varier significativement. Cette mesure est particulièrement utile dans le suivi des patients, notamment pour évaluer l'impact d'une augmentation ou d'une réduction pondérale [13,15]. Des études récentes suggèrent que la région L4-L5 ou la région de l'ombilic ne serait peut-être pas la plus prédictive de la morbidité. Ces études indiquent que la région L3 ou la région L2 correspond aussi bien ou mieux que la région L4-L5 avec l'adiposité viscérale totale et les marqueurs du syndrome métabolique, cependant, cette hypothèse nécessitera des études supplémentaires impliquant des effets sur la santé [15].

1.2.3 La tomодensitométrie computerisée

La tomодensitométrie permet de réaliser des coupes anatomiques abdominales et d'identifier dans un plan horizontal les tissus en fonction de leur densité qui atténue les rayons X. Elle ne fournit pas une mesure de la masse grasse viscérale (en kg), mais un calcul des surfaces des tissus adipeux profonds et superficiels. On peut ainsi décrire un rapport d'adiposité viscérale sur adiposité sous-cutanée. La méthode est rapide (quelques minutes si on se limite à une seule coupe) et la précision est bonne. Elle permet d'enregistrer les variations d'adiposité viscérale, en particulier au cours d'une intervention diététique. La coupe passant par L3 représente une bonne reproductibilité inter-observateur des paramètres

de composition corporelle [15]. D'autres coupes peuvent être réalisées : en L4-L5, pour l'évaluation du tissu adipeux abdominal total, et le VAT ; l'autre coupe en mi-cuisse, pour évaluer le tissu adipeux sous-fascial et intramusculaire, mais aussi la masse musculaire squelettique [14].

1.2.4 La mesure des plis cutanés

Il s'agit d'une méthode de prédiction. Les sites classiques de mesure des plis cutanés sont :

- *Le pli bicipital* : après mesure de la distance entre la pointe de l'olécrane et celle de l'acromion, la peau est pincée dans le sens de la longueur du biceps, à la mi-distance calculée, en regard de la face antérieure du bras ;
- *Le pli tricipital* : à mi-distance calculée, dans le sens de la longueur du triceps, en regard de la face postérieure du bras ;
- *Le pli sous-scapulaire* : à 2 travers de doigt sous la pointe de l'omoplate, le pli cutané est formé et orienté en haut et en dedans formant un angle d'environ 45° avec l'horizontale ;
- *Le pli supra-iliaque* : à mi-distance entre le rebord inférieur des côtes et le sommet de la crête iliaque, sur la ligne médioaxillaire, le pli est formé verticalement.

Les mesures sont réalisées par convention du côté dominant. La mesure des plis cutanés est réalisée, dans l'hypothèse que l'épaisseur de la graisse sous-cutanée reflète la masse grasse totale de l'organisme. Les quatre plis décrits ci-dessus ne prennent pas en compte le tissu adipeux de la partie inférieure du corps et ont tendance à sous-estimer l'obésité gynoïde et viscérale.

La mesure des plis a l'avantage d'être simple, rapide et de nécessiter que l'utilisation d'un adipomètre très peu coûteux (*Annexe IV*). Cette pince exerce une pression normalisée de 10 g/mm² sur le pli choisi. En fonction de l'écartement de la pince, on connaît l'épaisseur de graisse sous cutanée. Grâce à des équations établies en comparaison avec des mesures de densité hydrostatique, on a ainsi la masse grasse corporelle. De très nombreux auteurs ont développé des équations de régression linéaire permettant de calculer la masse grasse à partir d'un nombre très variable de sites de mesures. Chez l'adulte, Durnin et coll. ont utilisé les plis bicipital, tricipital, supra-iliaque et sous-scapulaire, à travers l'équation suivante qui permet l'obtention de la densité corporelle à partir de la mesure des quatre plis cutanés [16] :

$$D_c = C - M * \log(\sum 4 plis)$$

Où les coefficients C et M sont indiqués ci-après en fonction de l'âge et du genre.

Âge (années)	Homme	Femme
17-19	$D_c = 1,1620 - 0,0630 x$ ($\log \sum 4 plis$)	$D_c = 1,1549 - 0,0678 x$ ($\log \sum 4 plis$)
20-29	$D_c = 1,1631 - 0,0632 x$ ($\log \sum 4 plis$)	$D_c = 1,1599 - 0,0717 x$ ($\log \sum 4 plis$)
30-39	$D_c = 1,1422 - 0,0544 x$ ($\log \sum 4 plis$)	$D_c = 1,1423 - 0,0632 x$ ($\log \sum 4 plis$)
40-49	$D_c = 1,1620 - 0,0700 x$ ($\log \sum 4 plis$)	$D_c = 1,1333 - 0,0612 x$ ($\log \sum 4 plis$)
>50	$D_c = 1,1715 - 0,0779 x$ ($\log \sum 4 plis$)	$D_c = 1,1339 - 0,0645 x$ ($\log \sum 4 plis$)

Le pourcentage de masse grasse est ensuite déduit à l'aide de l'équation de Siri. Il existe d'autres formules généralisées (utilisables pour des populations variées) utilisant sept plis et des circonférences, mais plus complexes, raison pour laquelle cette méthode limite son usage [17].

1.2.5 La mesure de la densité corporelle

Dans le modèle d'estimation à deux compartiments, si une densité fixe est attribuée à chaque compartiment (0,9 g par ml pour la masse grasse, et 1,1 g par ml pour la masse maigre), la proportion de chacun des compartiments peut être calculée à partir de la densité du corps entier, avec le rapport masse sur volume. L'équation de Siri permet de calculer le pourcentage de masse grasse :

$$\% MG = 100 (4,95/D - 4,50)$$

1.2.6 La mesure de l'eau totale

Dans le modèle d'estimation à deux compartiments, la masse grasse est dépourvue d'eau et la masse maigre en contient une proportion fixe (73%). A partir de l'estimation de l'eau corporelle totale, il est donc facile de calculer la masse maigre :

$$MM = \text{EAU TOTALE}/0,73$$

Dans le modèle à trois ou quatre compartiments (une méthode de quantification). Les volumes d'eau (corporelle totale, extracellulaire, et intracellulaire) peuvent être déterminés :

- **Par dilution de traceur** : la concentration en traceur reflète le volume de dilution de la dose. Le traceur le plus utilisé est l'eau marquée au deutérium ou l'eau enrichie en oxygène 18 (deux isotopes stables), la mesure de la concentration du traceur peut être réalisée dans le plasma, la salive et l'urine. Cependant cette technique de mesure de la composition corporelle peut être remise en cause en situation d'obésité massive, d'œdème, de perte de poids rapide ou de maladie intercurrente.
- **Par impédancemétrie bioélectrique** : (bioelectrical impedance analysis, BIA), est une méthode de prédiction, basée sur la capacité des tissus hydratés à conduire l'énergie électrique. L'impédance est fonction du volume du compartiment hydro-électrolytique contenu dans le corps. A partir d'un modèle électrique simple, l'eau corporelle totale puis la masse maigre sont déterminées. L'impédancemétrie permet d'évaluer notamment :
 - Le taux de graisse corporelle : rapport entre masse grasseuse et masse totale,
 - La localisation de la masse grasse (abdominale ou non),
 - La proportion de masse musculaire.

Les mesures obtenues par impédancemétrie, bien qu'imparfaites, permettent d'obtenir une valeur relative suffisante permettant de vérifier la perte de masse grasse et la préservation de la masse musculaire, au cours d'un processus de perte de poids.

L'intérêt et les limites des différentes méthodes sont présentés dans le *Tableau 2*. La DEXA représente la méthode de choix étant donné la précision et la qualité des renseignements obtenus. A défaut, l'impédance bioélectrique peut être utilisée en tenant compte des limites et des imprécisions de cette méthode, c'est-à-dire en n'accordant de valeur aux modifications de composition corporelle observées que pour des pertes ou des augmentations de poids suffisamment importantes. La composition corporelle permet de prendre des décisions et de formuler des propositions thérapeutiques les mieux adaptées, grâce à l'interprétation des variations pondérales.

Méthodes	Intérêts	Limites
Hydrodensitométrie	mesure simultanée masse grasse et masse non grasse	Modèle coopération des sujets coût appareillage
Eau Corporelle	mesure de volume	Modèle coût appareillage
Absorptiométrie Biphotonique (DEXA)	mesures simultanées masse grasse, masse maigre contenu minéral osseux pas de coopération	coût appareillage disponibilité corpulence
Tomodensitométrie	graisse viscérale/souscutanée	coût appareillage disponibilité qualitatif
Anthropométrie (plis cutanés)	coût rapidité répétition	modèle imprécision observateur obésité
Impédance bioélectrique (BIA)	coût rapidité observateur	modèle géométrie équations imprécision

Tableau 2. Intérêts et limites des méthodes d'évaluation de la composition corporelle [18].

1.3 Chirurgie bariatrique

L'efficacité relative des traitements médico-diététiques a conduit à proposer un traitement chirurgical. Les premières interventions remontent aux années 1950, avec des montages de court-circuits intestinaux, dont le court-circuit jéjuno-iléal. Malheureusement cette technique s'associait à une forte morbidité (50%), raison pour laquelle elle a progressivement été abandonnée, au profit des trois principales techniques largement utilisées par la suite : l'anneau de gastroplastie ajustable (technique quasiment abandonnée à l'heure actuelle), la sleeve gastrectomie le by-pass gastrique.

La chirurgie bariatrique constitue le traitement le plus efficace dans l'obésité morbide par rapport aux options non chirurgicales (où la prise en charge habituelle était menée par un médecin de premier recours, en incluant des conseils diététiques et une modification du comportement), de l'ordre de 52 % vs. 25 % de perte de poids [9,19,20]. Les résultats de la chirurgie bariatrique sont bons à court et moyen termes avec une perte de l'excès pondéral significative et suffisante pour limiter les comorbidités associées à l'obésité, dont l'hypertension artérielle, le diabète et la dyslipidémie qui diminuent significativement après le début du traitement chirurgical ($p < 0,001$) [19,21].

Les modifications de la composition corporelle après chirurgie bariatrique expliquent les effets bénéfiques cardio-métaboliques, particulièrement après by-pass gastrique. Une étude a montré une rémission du diabète de type 2 (DT2) de 23,6% à 5 ans d'un by-pass gastrique [20], une autre l'arrêt du traitement anti-diabétique a pu être possible à 6 ans après by-pass gastrique [22], une troisième étude a montré qu'à 7 ans après un by-pass gastrique il existait une diminution du taux de DT2, du cholestérol LDL, du taux d'hypertension artérielle et du taux des triglycérides [23]. Enfin, une dernière étude a montré une amélioration clinique du

DT2 et de la dyslipidémie à 5 ans d'un by-pass gastrique mais également après sleeve gastrectomie [21].

Les indications de la chirurgie bariatrique sont bien établies (*Annexe V*) et doivent être posées au décours d'un parcours d'éducation thérapeutique et de validation par une réunion de concertation multidisciplinaire au sein d'équipes possédant l'expérience et une logistique adaptée à la prise en charge de l'obésité, en réponse aux recommandations de la HAS (*Annexe VI*).

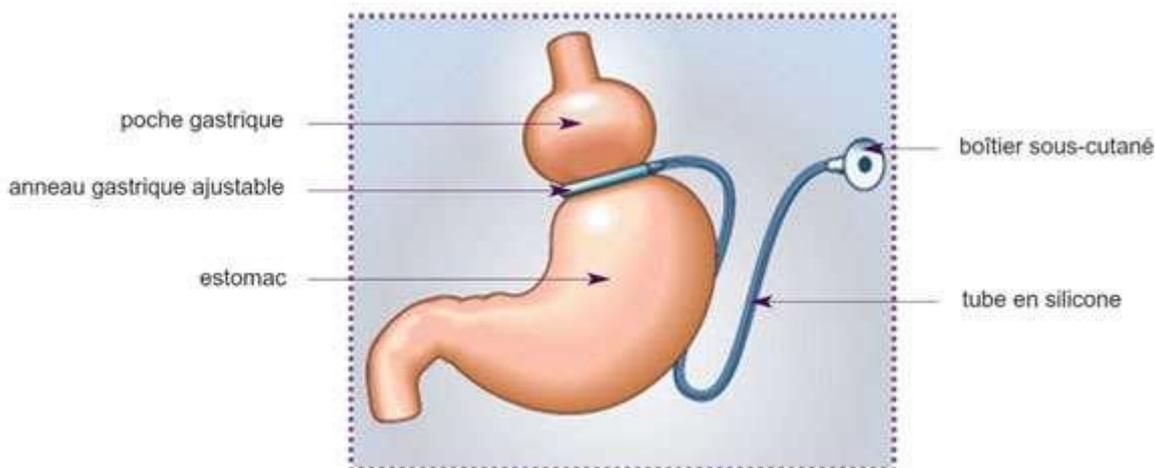
Il existe deux classes de techniques, celles restrictives et celles dites mixtes.

1.3.1 Techniques restrictives

Ces techniques dont le but est de réduire le volume gastrique : il s'agit de **l'anneau gastrique ajustable** et de **la gastrectomie longitudinale (ou sleeve gastrectomie)**.

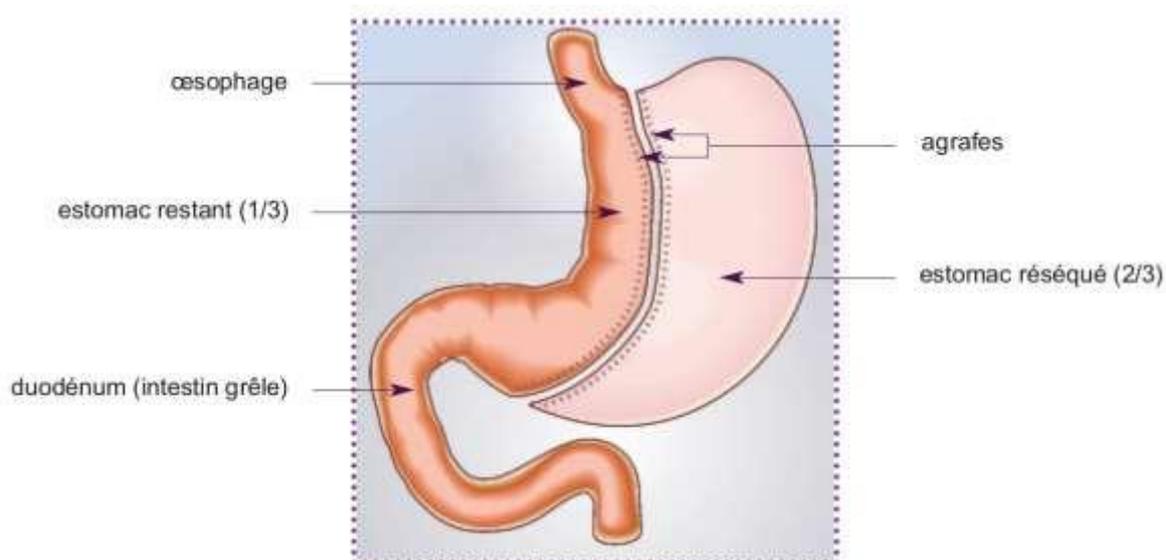
1) Anneau Gastrique

Le principe repose sur la confection d'un bandage gastrique circulaire autour de la partie haute de l'estomac à l'aide d'un anneau ajustable délimitant un compartiment gastrique de 15 ml. L'anneau est relié à un boîtier sous-cutané permettant son ajustement. Le but de cette technique est de provoquer une sensation de satiété précoce à l'origine d'une modification des habitudes alimentaires. Les caractéristiques de cette technique : technique la moins invasive, la moins morbide, inefficace à moyen terme (quasi abandonnée), avec une perte de poids limitée dépendante de la qualité du suivi, complications fréquentes à moyen terme, risque faible de carences nutritionnelles et réversible.



2) Sleeve gastrectomie (gastrectomie longitudinale)

Il est réalisé une gastrectomie partielle laissant un volume gastrique d'environ 100 ml se vidangeant naturellement dans le duodénum. Cette technique est irréversible, plus simple à réaliser que le by-pass gastrique, avec un risque moindre mais néanmoins réel de carences nutritionnelles. Elle permet des résultats quasi équivalents avec le Roux-en-Y gastrique bypass, avec une stabilité des résultats au-delà de 5 ans [24].

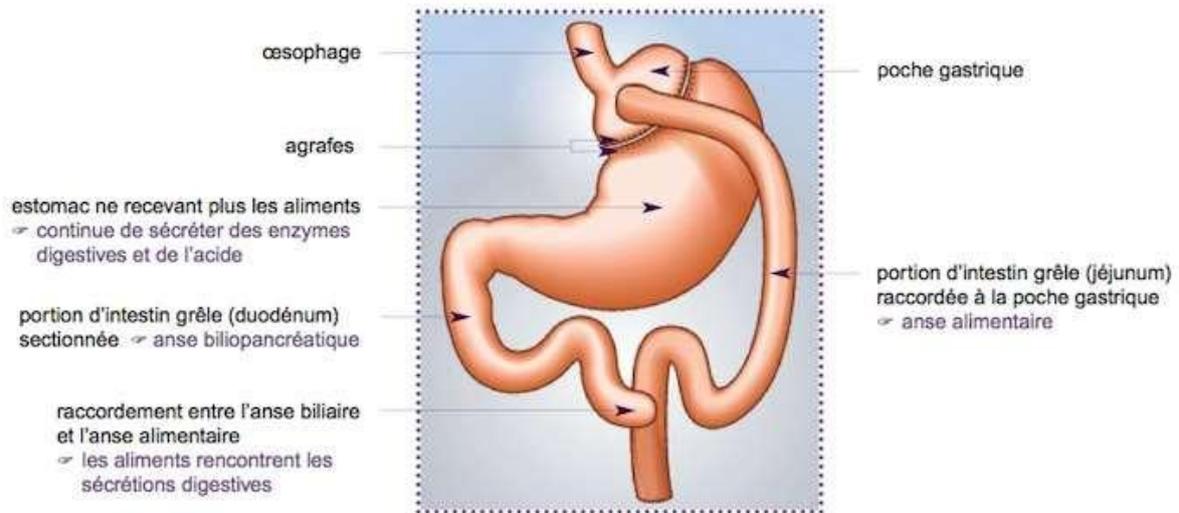


1.3.2 Techniques mixtes

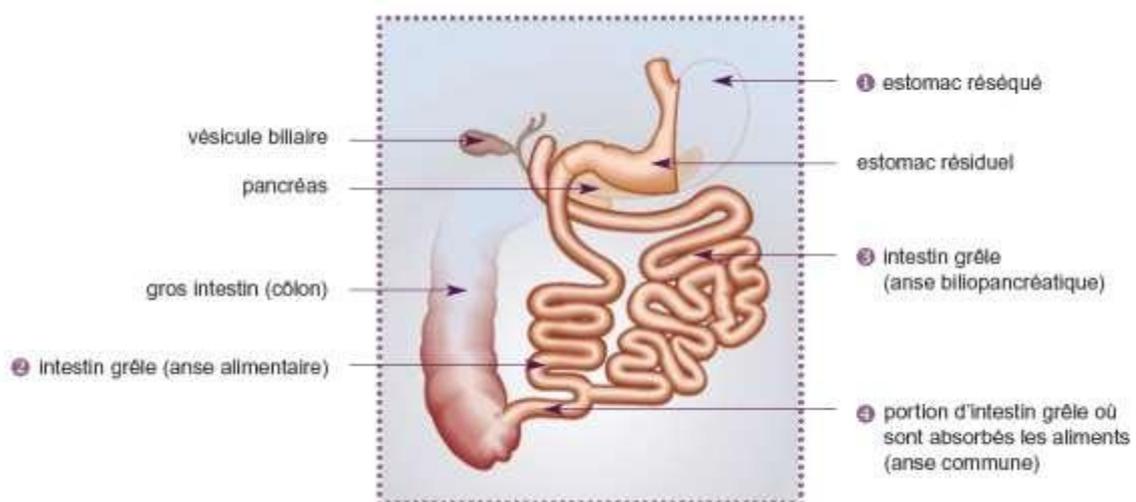
Les techniques mixtes à la fois restrictives (visant à diminuer la taille de l'estomac) et malabsorptives (permettant de diminuer l'assimilation des aliments par l'organisme) : il s'agit du **by-pass gastrique (ou court-circuit gastrique Roux-en-Y)** et de la **dérivation bilio-pancréatique**.

1) By-pass gastrique

Le principe est de créer une poche gastrique proximale par section de l'estomac et de relier celle-ci à l'intestin à distance du duodéno-jéjunum. Les aliments court-circuitent donc l'estomac, le duodénum et le jéjunum proximal et vont directement dans la partie moyenne de l'intestin grêle entraînant une malabsorption. Cette technique est devenue pour de nombreuses équipes le gold standard en efficacité à long terme [2], réversible, avec un risque important de carences nutritionnelles.



2) Une autre technique, *la dérivation bilio-pancréatique ± switch duodénal*, qui est une technique complexe avec un risque majeur de carences nutritionnelles, rarement pratiquée.



Les complications sont fonctions du type de procédure chirurgicale réalisée. Elles peuvent être classées en deux groupes : d'une part, les fonctionnels digestifs liés à une modification du tractus digestif et de sa physiologie (reflux gastro-œsophagien, nausées et vomissements, dysphagie, dumping syndrome, diarrhée, constipation, carences nutritionnelles) et d'autre part, les complications mécaniques liées au geste chirurgical (érosion ou glissement de l'anneau, dilatation du réservoir ou de l'œsophage, sténose anastomotique ou de réservoir, ulcère marginal, hémorragies, lâchage de la ligne d'agrafe, fistules, occlusions et hernies internes). La mortalité liée à la chirurgie bariatrique n'est pas nulle, elle est estimée entre 0,1 et 1%, et elle dépend des caractéristiques de la population considérée (âge, IMC, comorbidités) et du type d'intervention chirurgicale réalisée [25].

1.3.3 Complications nutritionnelles

Un point important à prendre en compte est l'état nutritionnel péri-opératoire du patient obèse, il convient d'être particulièrement attentif au déficit en vitamine B1 qui peut être majoré après chirurgie bariatrique, de même que le déficit en vitamine B12. Le déficit en fer est également plus fréquent. Les besoins en protéine devraient théoriquement être indexés sur la masse maigre. Il est recommandé d'utiliser un poids normalisé pour un IMC théorique de 25 kg/m^2 . La perte de masse maigre est un problème considérable chez le sujet obèse durant la période postopératoire. Il y a donc un intérêt majeur à obtenir une nutrition optimale du patient obèse afin de freiner le catabolisme protéique et d'assurer l'équilibre de la balance protéique [26].

Par ailleurs les déficits nutritionnels peuvent être expliqués par différents mécanismes selon la technique utilisée. Ils associent une diminution de l'apport énergétique total (diminution des macronutriments) et des déficits en micronutriments et vitamines. Tous les types de chirurgie sont responsables d'une carence d'apport liée à la restriction alimentaire et à l'intolérance possible à certains aliments (viande, lait, fibres). L'alimentation des matières grasses en protéines ou en glucides ne modifie pas la composition corporelle, à 6 mois de régime alimentaire modifié, ne montrant pas de significativité statistique, même s'il existe une perte un peu plus importante de masse grasse que de masse maigre [27].

1.4 Évolution du poids et de la composition corporelle après chirurgie bariatrique

Les critères d'efficacité de la chirurgie bariatrique se fondent sur le pourcentage de la perte de l'excès pondéral (%PEP). Ainsi, le %PEP après chirurgie bariatrique est excellent lorsqu'à 2 ans, elle est supérieure à 75%, satisfaisante si elle est comprise entre 50% et 75%, modérée entre 25% et 50%, et enfin elle est considérée comme un échec en dessous de 25% [28]. La perte de l'excès pondéral est fortement influencée par l'IMC initial. Le by-pass gastrique et la sleeve gastrectomie sont actuellement les deux interventions de référence et semblent donner des résultats proches en terme de réduction d'excès pondéral [29].

La chirurgie bariatrique entraîne une perte de poids moyenne de plus de 15% sur 10 ans. D'après une étude, la perte de poids moyenne à 1-2 ans était de $32 \pm 8\%$ après by-pass gastrique et de $25 \pm 9\%$ après sleeve ; la même étude montrait une augmentation du poids dans tous les sous-groupes de chirurgie, bien que les courbes de cette augmentation se soient stabilisées après 8 à 10 ans, après 10 ans les pertes de poids étaient de 25 à 11% après by-pass gastrique et de 16 à 11% après sleeve gastrectomie inférieures au poids de base [25]. Des études ont montré une perte de poids plus importante après by-pass gastrique qu'avec la

sleeve gastrectomie, avec un %PEP à un an variant entre 62,9% et 78,3% pour le by-pass gastrique et entre 43% et 62,9% pour la sleeve gastrectomie [30]. Une étude a montré que le pourcentage de PEP à 2 ans était de 52,2% après anneau gastrique, de $25 \pm 9\%$ après sleeve gastrectomie et de 67,2% après by-pass gastrique, et à 3 et 6 ans après sleeve gastrectomie de 73% et de 57%, respectivement) [31]. Dans une analyse multivariée, il ressortait cinq paramètres de bonne réponse d'une chirurgie bariatrique à deux ans pour la perte pondérale : âge < 40 ans, IMC < 50 (risque de non-succès cinq fois supérieur en cas d'IMC > 50, soit une PEP à 2 ans en dessous de 25%), une chirurgie effectuée par une équipe chirurgicale expérimentée, une reprise d'activité physique dans les suites opératoires, enfin, un changement du comportement alimentaire [31].

L'analyse de la composition corporelle au cours de la prise en charge d'une obésité en vue d'une chirurgie bariatrique est importante, car le risque d'une diminution de masse maigre après ce genre de chirurgie est important, pas seulement engendrant un risque de dénutrition mais aussi un risque de perte de la fonctionnalité.

Il est souhaitable d'avoir une perte limitée de masse maigre, associée à une perte significative de masse grasse [32], pour limiter une perte fonctionnelle et à une altération métabolique. Une étude longitudinale de la composition corporelle par absorptiométrie biphotonique (DEXA) a révélé que les patients présentant une perte de masse maigre appendiculaire était 2,15 fois plus susceptibles de déclarer un handicap physique que les patients ne présentant aucune perte [33].

La perte de poids après by-pass gastrique (30-40% du poids initial à un an) est associée à une modification importante de la composition corporelle globale et régionale avec en particulier une perte substantielle de masse maigre (MM) et de sa composante musculaire [31]. Au-delà de ses conséquences fonctionnelles, cette perte de MM augmente les complications similaires à une dénutrition [32]. Des études ont montré que les patients ayant subi un by-pass gastrique ont une composition corporelle plus favorable que les patients ayant subi une sleeve gastrectomie en terme de un an [34,35]. Une autre que la sleeve gastrectomie et le by-pass gastrique ne diffèrent pas en termes de composition corporelle et de perte de poids un an après la chirurgie [35]. Les études sont donc contradictoires à ce sujet.

Dans un contexte de perte de poids importante, la masse maigre et la force de préhension absolue ont diminué davantage après by-pass gastrique. Cependant, la force musculaire relative (calculée en tant que force absolue de la poignée/IMC et en force absolue/masse maigre appendiculaire) et la fonction physique, se sont nettement améliorées en post-opératoire [36]. En revanche une autre étude a montré que la perte continue de masse

maigre associée à une diminution de la force de la poignée était importante à long terme [37]. Sur une cohorte prospective de 114 patients ayant subi une chirurgie bariatrique (soit une sleeve gastrectomie soit un by-pass gastrique) il a été montré qu'à 3 mois de post-chirurgie, les patients avaient perdu 20,3kg, composé de 41% de masse maigre et 59% de masse grasse, la contribution de la masse musculaire à la perte de poids était de 16,4%, ces patients ont été suivis jusqu'à 1 an post chirurgie [33], ce qui détermine très peu de recul. Une autre étude de 37 patients a montré une réduction du poids corporel, de la masse grasse et de la masse maigre à 1 an d'une sleeve gastrectomie [38]. Après chirurgie bariatrique, la perte de masse maigre est plutôt liée à une carence d'apport qu'à une malabsorption protéique [39].

En outre, notamment en cas de perte de masse musculaire au profit de la masse grasse associée, l'exercice physique est primordial. L'activité physique doit être régulière et adaptée, alliant des exercices en endurance, permettant d'améliorer l'équilibre statural, l'appétit, l'augmentation des capacités respiratoires et l'augmentation de la synthèse protéique musculaire, et des exercices en force contre résistance permettant d'augmenter la force musculaire et la qualité musculaire [40], ce qui pourrait améliorer la performance physique. Ceci a été montré par une étude avec une amélioration cliniquement significative dans toutes les mesures de performance physique y compris une amélioration moyenne de la vitesse de la marche supérieure à 0,1 m/s et une diminution du temps de marche de 400m de presque une minute complète, particulièrement après by-pass gastrique [39]. Une autre étude a montré que les programmes d'entraînement physique réalisés après chirurgie bariatrique se sont révélés efficaces pour optimiser la perte de poids et la perte de masse grasse et améliorer la forme physique bien qu'aucun effet supplémentaire sur la perte de masse maigre a été trouvé [41].

1.5 Objectifs et hypothèses

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer par absorptiométrie biphotonique (DEXA), l'évolution de la masse maigre appendiculaire rapportée à la taille au carré à 5 ans chez des patients obèses opérés d'une intervention de chirurgie bariatrique.

Les objectifs secondaires étaient de :

- Étudier l'évolution du poids, de l'IMC, de la masse maigre (composition corporelle) selon la technique chirurgicale : sleeve gastrectomie ou by-pass gastrique, et selon le genre.
- Étudier à 5 ans la corrélation de la perte d'excès pondéral et de la perte de masse maigre.

Notre hypothèse principale est que la masse maigre appendiculaire diminue significativement après chirurgie bariatrique.

Nos hypothèses secondaires sont :

- Le poids et l'IMC diminuent de façon plus importante et la perte d'excès pondéral est plus élevé après by-pass gastrique et chez les femmes. La masse maigre diminue plus fortement après by-pass gastrique et chez les femmes.
- La perte de masse maigre à 5 ans est plus importante chez les patients ayant une perte d'excès pondéral importante.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude de cohorte, rétrospective et longitudinale a été menée au sein du service de médecine interne-nutrition du CHRU de Tours chez les patients opérés d'une chirurgie bariatrique suivis entre 2007 et 2018.

La population incluse et analysée était de 386 patients, dont 79% étaient des femmes et 21% des hommes, desquels 48% ont subi un by-pass gastrique et 52% une sleeve gastrectomie.

Critères d'inclusion

- Patients ayant subi soit une sleeve gastrectomie soit un by-pass gastrique.
- Patients avec une évaluation clinique et de composition corporelle en préopératoire.
- Patients ayant au moins un point de suivi en post-opératoire jusqu'à 5 ans.

Critères d'exclusion

- Patients ayant subi une 2^{ème} procédure.
- Patients non opérés.
- Patients ayant eu un anneau gastrique.

Recueil de données

Les données cliniques (âge, genre, poids, taille, IMC et type de chirurgie) en pré et post-opératoire (6 mois, 1, 2, 3, 4 et 5 ans) ont été recueillis de façon rétrospective dans les dossiers médicaux. La composition corporelle (masse maigre appendiculaire, masse maigre qui était mesurée sans la portion céphalique, masse maigre corporelle totale) était mesurée par absorptiométrie biphotonique à rayons X (Dual x-ray absorptiometry ou DEXA). Le critère principal de jugement pour évaluer l'évolution de la masse maigre était la variation de masse maigre appendiculaire/m² (kg/m²).

Deux modèles d'appareil ont été utilisés : HOLOGIC Discovery (Marlborough, Massachusetts, USA) (jusqu'au 31/07/2017) et HOLOGIC Horizon W (jusqu'à la fin de l'étude). Les données ont été extraites de la mémoire de l'appareil sous forme de tableurs Excel.

Analyses statistiques

L'analyse de variance comparant les résultats entre l'ancien et le nouvel appareil montrait des paramètres de masse maigre plus faible après by-pass gastrique à 5 ans : masse

maigre corporelle totale (58128,9mg vs. 52429,1mg, $p<0,05$), masse maigre appendiculaire/m² (9,2 kg/m² vs. 8,1 kg/m², $p<0,05$) et masse maigre/m² (21,3 kg/m² vs. 18,9 kg/m², $p<0,05$), il n'y avait pas de différence dans la population globale, ni aux autres temps. Les paramètres de la composition corporelle ont donc été ajustés au modèle de l'appareil.

Les caractéristiques de la population ont été exprimées en moyenne \pm écart-type pour les variables continues : poids, la différence de poids, la perte d'excès pondéral, l'IMC, la masse maigre/taille² et la masse maigre appendiculaire/taille².

Nous avons ensuite comparé les groupes selon le type de chirurgie et le genre. Les moyennes étaient comparées par ANOVA ajustés au modèle de l'appareil. Les coefficients de corrélation ont été réalisés avec un test de Spearman.

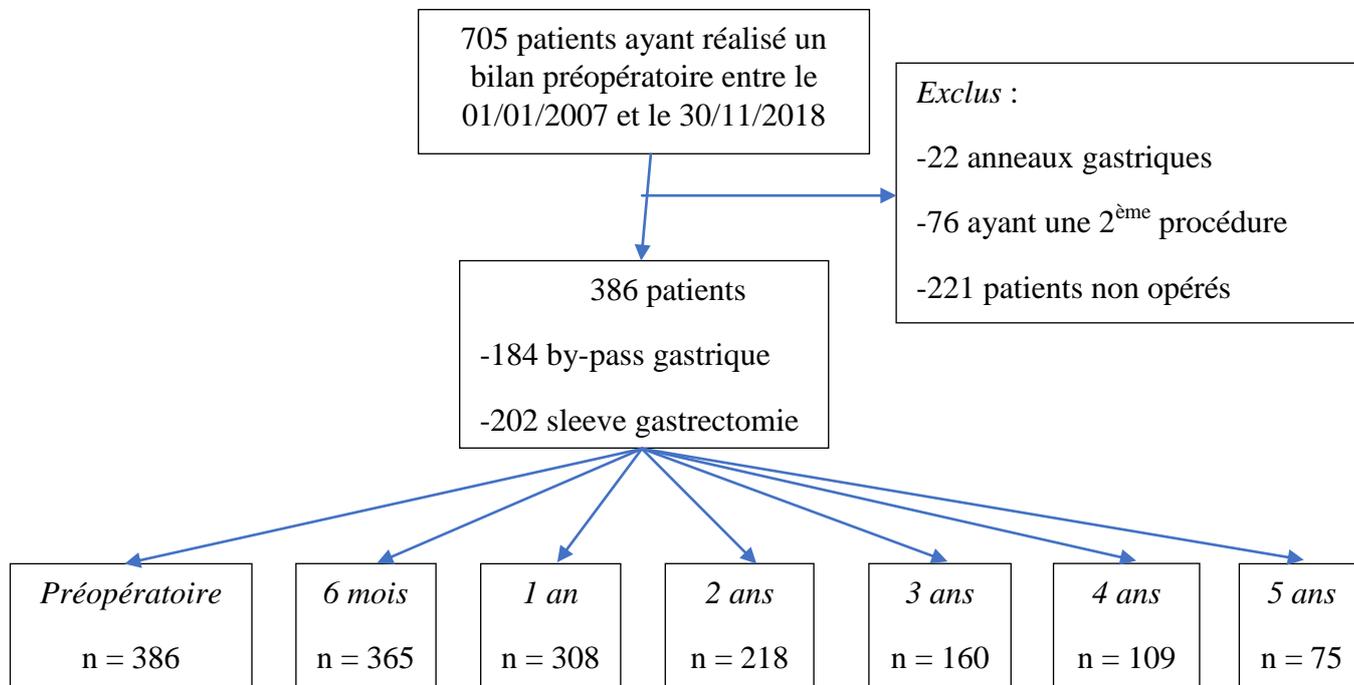
Pour toutes les analyses statistiques, nous avons retenu le seuil de significativité de $p<0,05$.

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel JMP 12.2.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3 RESULTATS

DESCRIPTION DE LA POPULATION

La population de l'étude est décrite dans la figure 2.



Données manquantes : 21 à 6 mois, 57 à 1 an, 90 à 2 ans, 58 à 3 ans, 51 à 4 ans et 34 à 5 ans.

Figure 2. Diagramme de flux des patients recrutés.

L'âge moyen des patients était de $41,8 \pm 10,6$ ans pour les femmes et de $45,2 \pm 11,2$ ans pour les hommes ($p < 0,05$). L'âge moyen de la population totale au bilan préopératoire était de $42,5 \pm 10,8$ ans.

MASSE MAIGRE

La masse maigre appendiculaire /m² de la population totale était plus faible à 2 et 5 ans après chirurgie bariatrique par rapport au préopératoire ($p < 0,05$). (Tableau 3 et Figure 3).

La masse maigre appendiculaire était plus faible après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 2 ans et de façon plus importante chez les femmes que chez les hommes. A 5 ans, malgré une légère augmentation de la masse maigre appendiculaire, celle-ci était restée faible et toujours de façon plus importante chez les femmes que chez les hommes (Tableau 3 et Figure 4).

	Préopératoire	M6	A1	A2	A3	A4	A5	P
Population totale	11,1±1,7	9,4±1,6	9,1±1,6	8,9,1±1,6	8,9±1,8	9,0±1,6	9,4±1,7	<0,05
F	10,7±1,5	9,1±1,5	8,7±1,4	8,5±1,2	8,4±1,4	8,4±1,3	8,9±1,3	<0,05
H	12,7±1,6	10,7±1,5	10,5±1,6	10,8±1,6	10,8±1,7	10,7±1,3	10,8±1,8	<0,05
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
SG	11,2±1,8	9,6±1,7	9,2±1,8	9,2±1,8	9,3±1,9	9,6±1,7	10,2±1,9	<0,05
GBP	10,9±1,6	9,3±1,5	8,9±1,4	8,7±1,3	8,7±1,5	8,6±1,4	8,9±1,3	<0,05
p		<0,05		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Tableau 3. Évolution de la masse maigre appendiculaire (exprimée en kg/m²), en fonction du genre et du type de chirurgie.

Légende : F, Femmes ; H, Hommes ; SG, sleeve gastrectomie ; GBP, by-pass gastrique. **P**, significativité de la population totale par rapport au préopératoire ; **p**, différences entre genres et entre techniques chirurgicales.

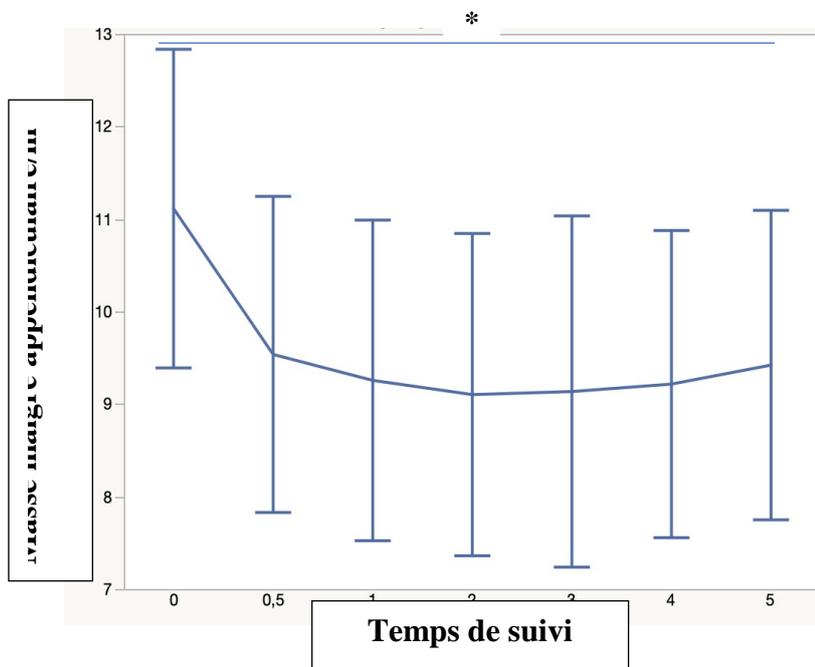


Figure 3. Évolution de la masse maigre appendiculaire/m² au cours du suivi dans la population totale.

Légende : * p<0,05.

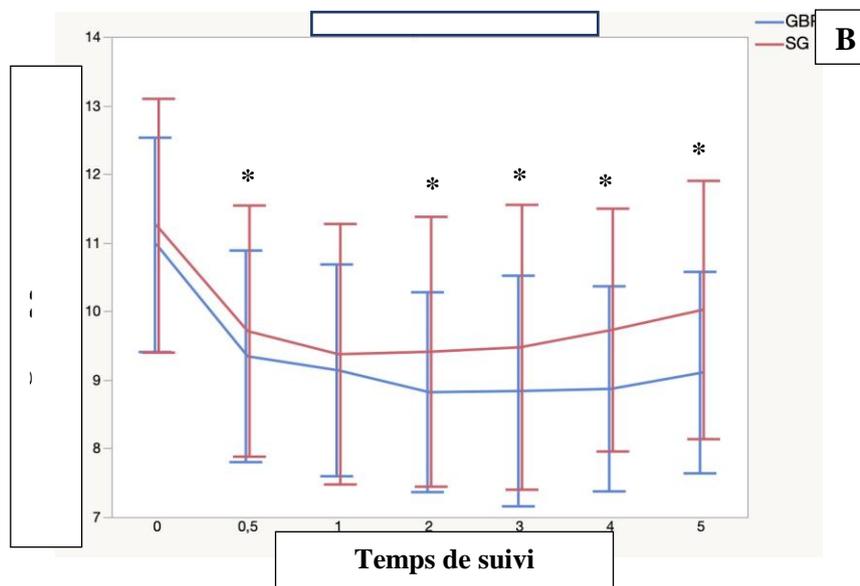
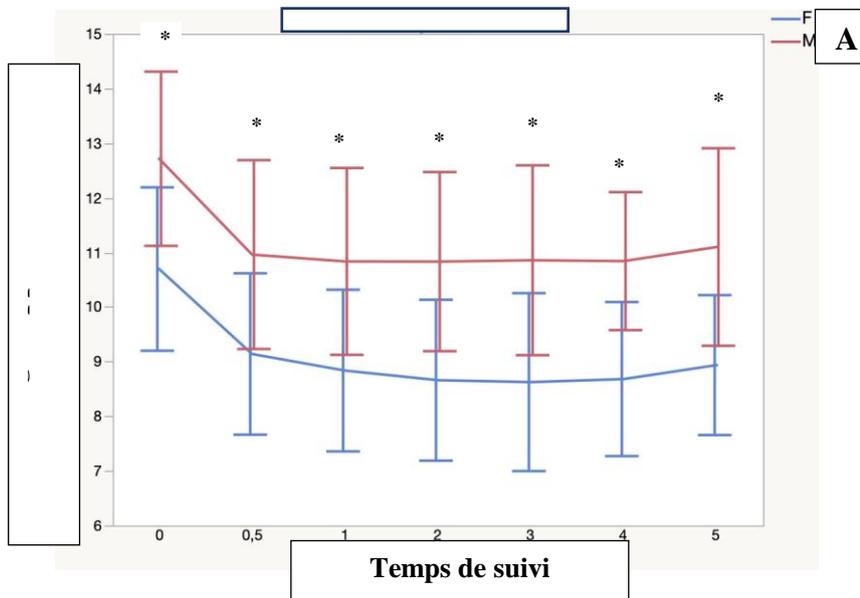


Figure 4. Évolution de la masse maigre appendiculaire/m² selon le genre et le type de chirurgie au cours du suivi.

Légende : F, femmes ; M, hommes ; GBP, by-pass gastrique ; SG, sleeve gastrectomie. **A** : Évolution selon le genre. **B** : Évolution selon le type de chirurgie. *, p<0,05.

La masse maigre/m² dans la population totale diminuait en post-opératoire de façon plus importante à 2 ans (p<0,05). À 5 ans celle-ci augmentait légèrement mais restait toujours faible (p<0,05). (Tableau 4 et Figure 5).

La masse maigre/m² était plus faible après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 2 ans, et plus faible chez les femmes que chez les hommes. Celle-ci augmentait légèrement à 5 ans mais elle restait toujours faible après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie et plus faible chez les femmes que chez les hommes. (Tableau 4 et Figure 6).

	Préopératoire	M6	A1	A2	A3	A4	A5	P
Population totale	25,2±3,2	21,5±3,0	20,8±3,1	20,6±3,1	20,6±3,3	20,8,1±3,0	21,4±3,2	<0,05
F	24,4±2,8	20,9±2,9	20,2±2,7	19,8±2,5	19,7±2,7	19,8±2,5	20,5±2,6	<0,05
H	27,9±2,9	23,6±2,9	23,2±3,1	23,9±3,1	23,8±3,1	23,8±2,6	23,9±3,5	<0,05
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
SG	25,4±3,4	21,8±3,3	21,1±3,5	21,1±3,6	21,1±3,8	21,6±3,3	22,6±3,6	<0,05
GBP	24,9±2,9	21,1±2,6	20,5±2,5	20,1±2,5	20,1±2,7	20,2±2,7	20,6±2,6	<0,05
p		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Tableau 4. Évolution de la masse maigre (exprimée en kg/m^2), en fonction du genre et du type de chirurgie.

Légende : F, Femmes ; H, Hommes ; SG, sleeve gastrectomie ; GBP, by-pass gastrique. **P**, significativité de la population totale par rapport au préopératoire ; **p**, différences entre genres et entre techniques chirurgicales.

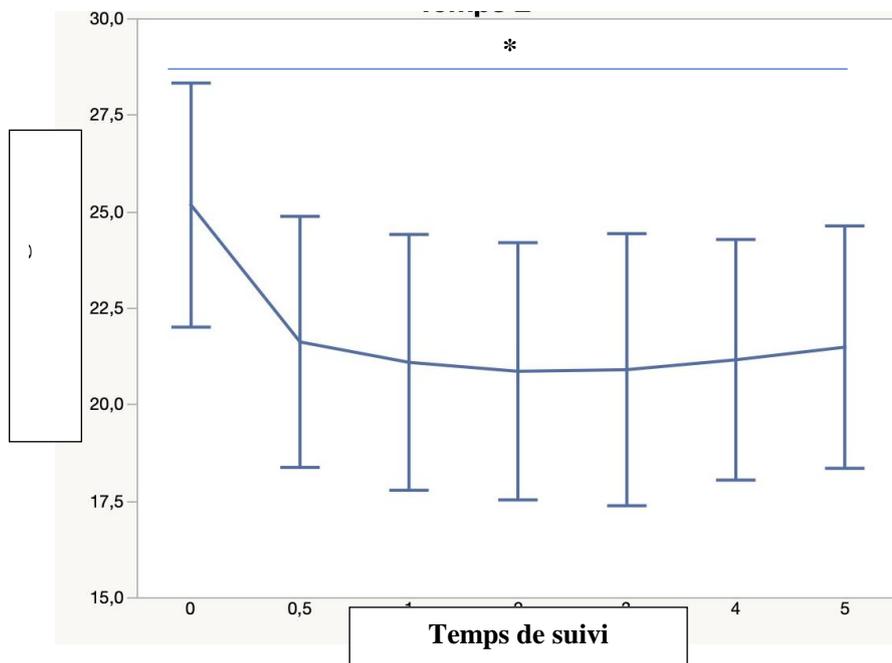


Figure 5. Évolution de la masse maigre/ m^2 au cours du suivi dans la population totale.

Légende : * $p < 0,05$.

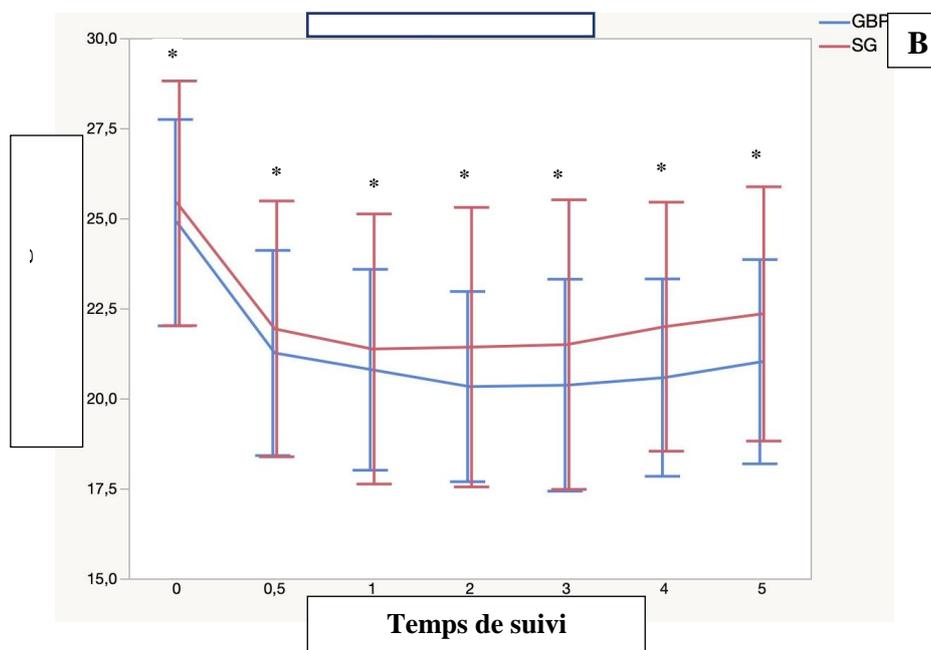
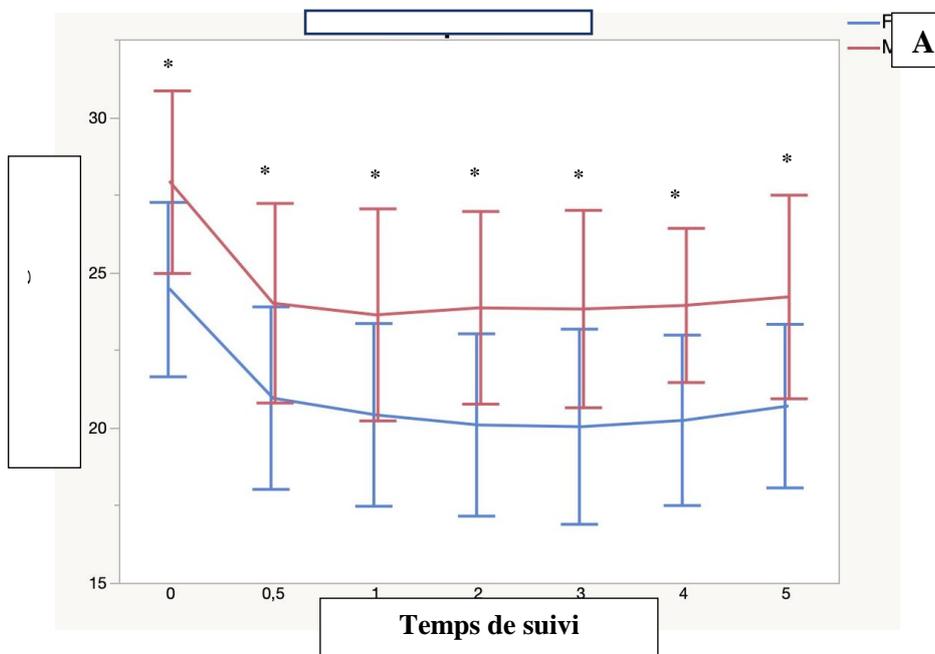


Figure 6. Évolution de la masse maigre/m² selon le genre et le type de chirurgie au cours du suivi.

Légende : F, femmes ; M, hommes ; GBP, by-pass gastrique ; SG, sleeve gastrectomie. **A** : Évolution selon le genre. **B** : Évolution selon le type de chirurgie. *, p<0,05.

Le coefficient de corrélation de la population total au cours du suivi, entre la masse maigre appendiculaire/m² et le %PEP était de $r^2 = 0,11$ ($p < 10^{-4}$), et entre la masse maigre appendiculaire/m² et la perte de poids était de $r^2 = 0,23$ ($p < 10^{-4}$).

POIDS ET CORPULENCE

La moyenne en préopératoire du poids dans la population totale était de $125,5 \pm 21,6$ kg. En post-opératoire, le poids diminuait de façon plus importante à 2 ans, avec une légère reprise de poids à 5 ans, cependant la différence était significative (Tableau 5). Le poids diminuait de façon plus importante après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 2

ans, et plus importante chez les femmes que chez les hommes. À 5 ans il y avait une légère reprise de poids, cependant la diminution de poids était présente et elle était plus importante après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie, et toujours plus importante chez les femmes que chez les hommes. (Tableau 5).

	Préopératoire	M6	A1	A2	A3	A4	A5	P
Population totale	125,5±21,6	97,1±18,9	88,9±18,8	87,7±20,1	92,4±21,7	94,1±22,6	98,1±23,8	<0,05
F	121,0±18,4	93,6±16,9	87,7±16,9	83,6±17,2	87,4±18,2	88,7±18,9	92,9±19,4	<0,05
H	142,6±24,3	110,4±20,5	101,9±20,2	105,5±21,9	108,9±20,5	109,6±25,2	114,5±29,4	<0,05
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
SG	127,2±22,6	100,8±20,0	93,9±20,2	95,2±22,4	99,9±24,2	104,8±23,9	113,9±25,4	<0,05
GBP	123,7±20,4	93,1±16,6	84,1±15,9	80,9±14,9	85,0±16,0	85,6±17,4	88,6±17,1	<0,05
p		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Tableau 5. Évolution du poids en kg, en fonction du genre et du type de chirurgie.

Légende : F, femmes ; H, hommes ; SG, Sleeve gastrectomie ; GBP, by-pass gastrique. **P**, significativité dans la population totale ; **p**, différences entre genres et entre techniques chirurgicales.

Après chirurgie bariatrique l'IMC diminuait dans la population totale, à 2 ans. À 5 ans il y avait une légère augmentation de l'IMC mais toujours avec une différence significative. (Tableau 6 et Figure 7). Cette diminution était plus importante après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 2 ans et plus importante chez les femmes que chez les hommes. L'IMC augmentait légèrement à 5 ans, mais toujours avec une diminution significative après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie, et sans différence significative entre les femmes et les hommes. (Tableau 6 et Figure 8).

	Préopératoire	M6	A1	A2	A3	A4	A5	P
Population totale	46±6,7	37,7±6,3	32,8±6,4	32,5±6,7	33,6±7	34,4±7,2	35,5±7,6	<0,05
F	45,9±6,5	45,9±6,5	35,7±6,3	32,7±6,4	32,0±6,6	33,2±6,9	33,8±6,9	<0,05
H	46,2±7,3	46,2±7,3	35,9±6,2	33,5±6,3	34,3±6,9	35,1±7,4	35,8±7,8	<0,05
p				<0,05				
SG	46,7±6,6	46,7±6,6	37,1±6,5	34,7±6,7	35,3±7,2	36,2±7,4	37,9±7,0	<0,05
GBP	45,3±6,7	45,3±6,7	34,2±5,6	31,1±5,5	29,9±5,1	31,0±5,5	31,5±5,9	<0,05
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Tableau 6. Évolution de l'IMC (kg/m^2), en fonction du genre et du type de chirurgie.

Légende : F, Femmes ; H, Hommes ; SG, sleeve gastrectomie ; GBP, by-pass gastrique. **P**, significativité dans la population totale ; **p**, différences entre genres et entre techniques chirurgicales.

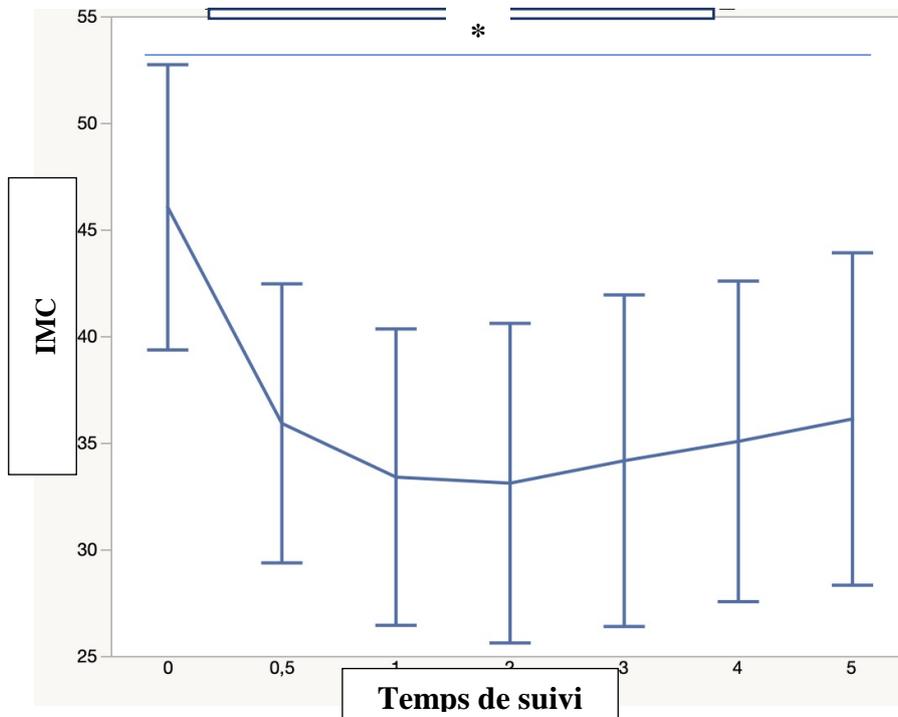


Figure 7. Évolution de l'IMC (kg/m^2) au cours du suivi dans la population totale.

Légende : IMC, indice de masse corporel. *, $p < 0,05$.

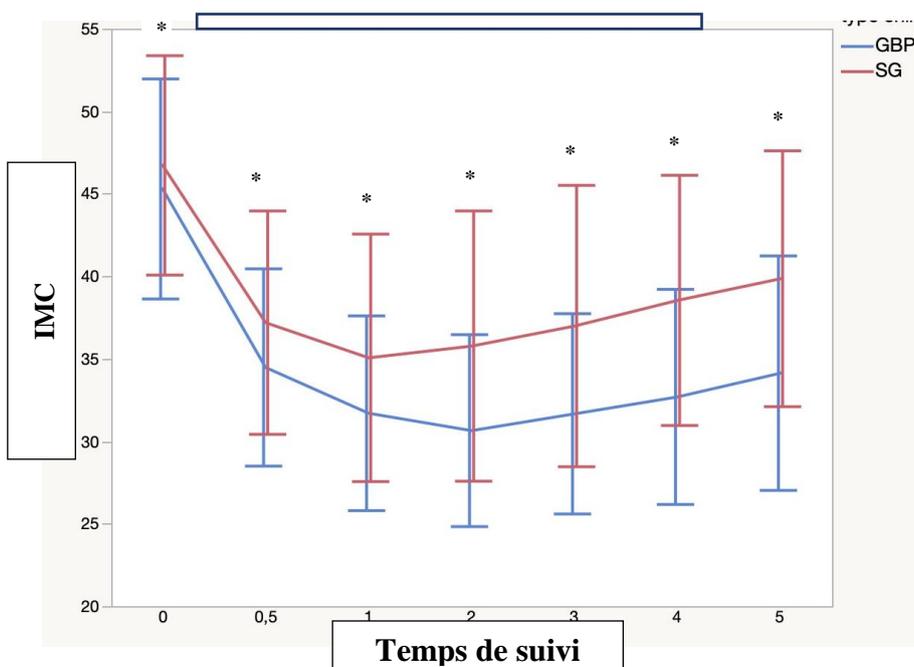


Figure 8. Évolution de l'IMC (kg/m^2) au cours du suivi en fonction du type de chirurgie.

Légende : IMC, indice de masse corporel ; GBP, by-pass gastrique ; SG, sleeve gastrectomie. *, $p < 0,05$. Concernant l'évolution de l'IMC en fonction du genre, il y avait une différence significative qu'à 2 ans, avec un IMC plus faible chez les femmes que chez les hommes.

La perte de poids après chirurgie bariatrique dans la population totale était plus importante à 2 ans et moins importante à 5 ans, mais avec une différence significative. (Tableau 7 et Figure 9). La différence de poids était plus importante après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 2 ans. À 5 ans cette différence de poids était moins importante, mais toujours avec une différence significative. Cette différence de poids n'était pas significative entre les femmes et les hommes à 2 ans ni à 5 ans. (Tableau 7 et Figure 10).

	M6	A1	A2	A3	A4	A5	P
Population totale	28,5±9,5	35,9±13,4	37,1±15,6	35,0±17,1	33,2±17,2	32,7±17,1	<0,05
F	27,3±8,9	35,2±12,7	36,5±14,7	33,5±16,0	33,3±15,8	32,8±16,9	<0,05
H	33,3±10,2	38,8±15,6	39,6±19,1	39,8±19,8	32,8±21,1	32,2±17,8	<0,05
p	<0,05	<0,05		<0,05			
SG	26,5±9,1	32,5±11,9	32,7±14,4	29,9±14,5	29,3±14,9	25,5±16,1	<0,05
GBP	30,9±9,4	39,3±13,8	42,1±15,7	39,9±18,1	36,2±18,4	36,9±16,3	<0,05
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Tableau 7. Perte de poids par rapport au poids préopératoire (en kg), en fonction du genre et du type de chirurgie.

Légende : F, Femmes ; H, Hommes ; SG, sleeve gastrectomie ; GBP, by-pass gastrique. **P**, significativité dans la population totale ; **p**, différences entre genres et entre techniques chirurgicales.

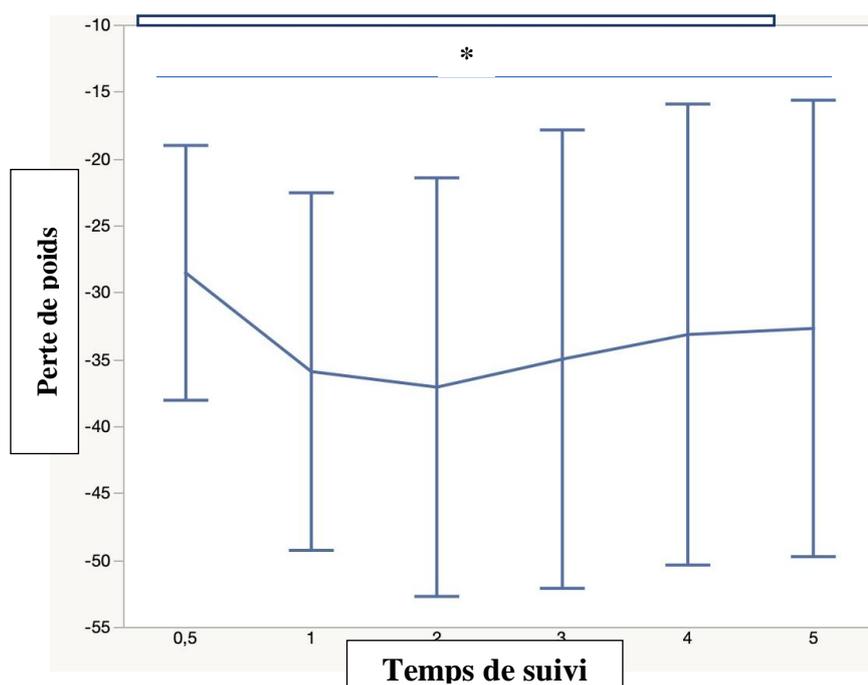


Figure 9. Évolution de la perte de poids (en kg) au cours du suivi dans la population totale.

Légende : *, p<0,05.

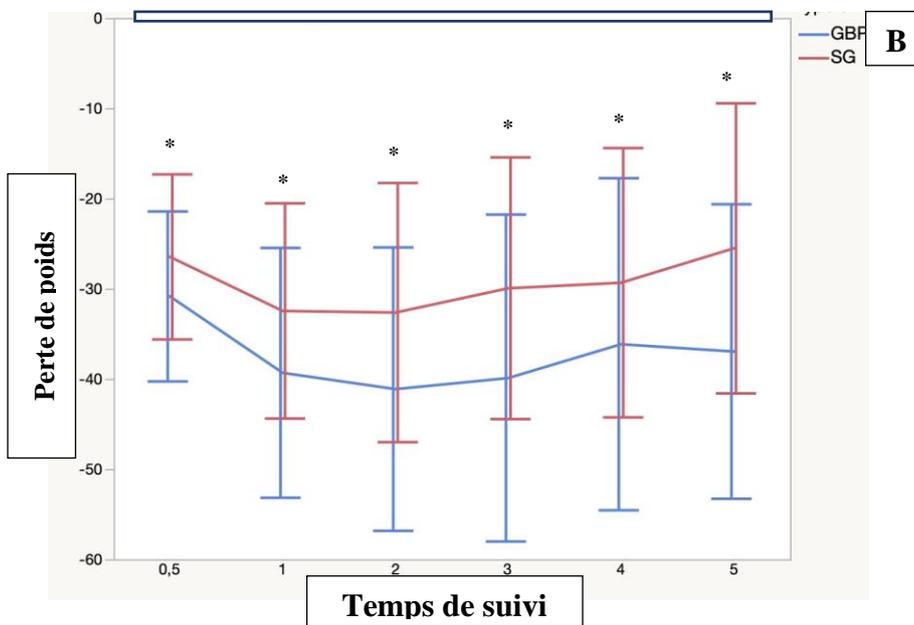
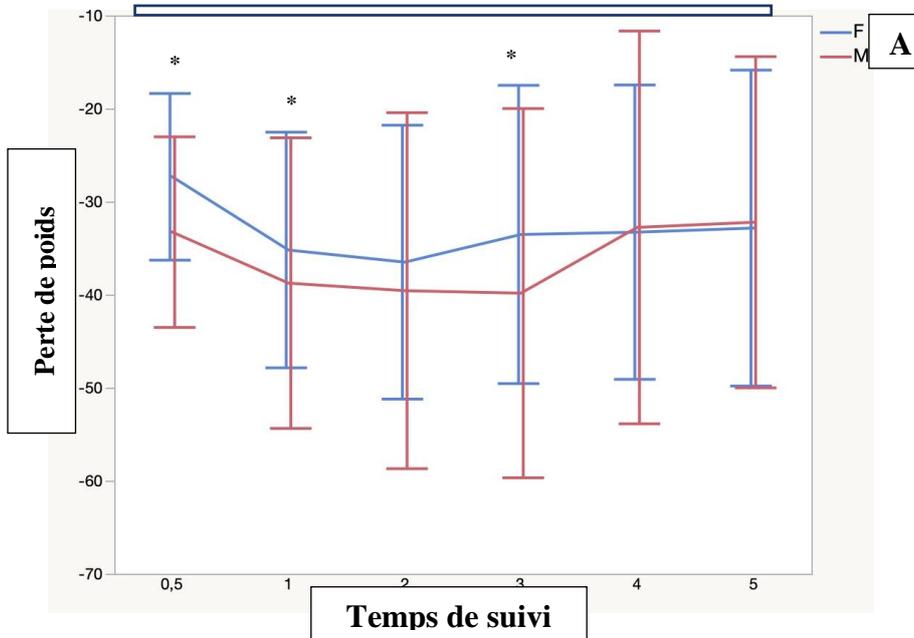


Figure 10. Évolution de la perte de poids (en kg) au cours du suivi en fonction du genre et du type de chirurgie.

Légende : F, femmes ; M, hommes ; GBF, by-pass gastrique ; SG, sleeve gastrectomie ; A : Évolution selon le genre. B : Évolution selon le type de chirurgie. *,

Le pourcentage d'excès de perte pondéral (%PEP), après chirurgie bariatrique dans la population totale était plus important à 2 ans, et moins important mais toujours avec une différence significative à 5 ans. (Tableau 8 et Figure 11). Ce %PEP était plus important après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 2 ans, et moins important, mais avec une différence significative à 5 ans. Selon le genre il était plus important chez les femmes que chez les hommes à 2 ans, à 5 ans il n'y avait pas de différence significative entre les femmes et les hommes. (Tableau 8 et Figure 12).

	M6	A1	A2	A3	A4	A5	P
Population totale	52,6±18,1%	66±23,6%	67,3±26,1%	61,7±26%	56,8±32,8%	54,9±26,3%	<0,05
F	52±18%	66,9±24%	69±25%	62,9±26%	61±27%	56,3±26%	<0,05
H	53,6±17%	62,4±23%	58,7±29%	57,8±25%	45±44%	50,6±28%	<0,05
p			<0,05		<0,05		
SG	47,7±18%	59±23%	57,2±24%	52,5±25%	47±23%	38±23%	<0,05
GBP	58,1±17%	72,9±22%	76,6±25%	70,8±24%	64,5±37%	65±23%	<0,05
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Tableau 8. Pourcentage de perte d'excès pondéral (%PEP), en fonction du genre et du type de chirurgie.

Légende : F, Femmes ; H, Hommes ; SG, sleeve gastrectomie ; GBP, by-pass gastrique. **P**, significativité dans la population totale ; **p**, différences entre genres et entre techniques chirurgicales.

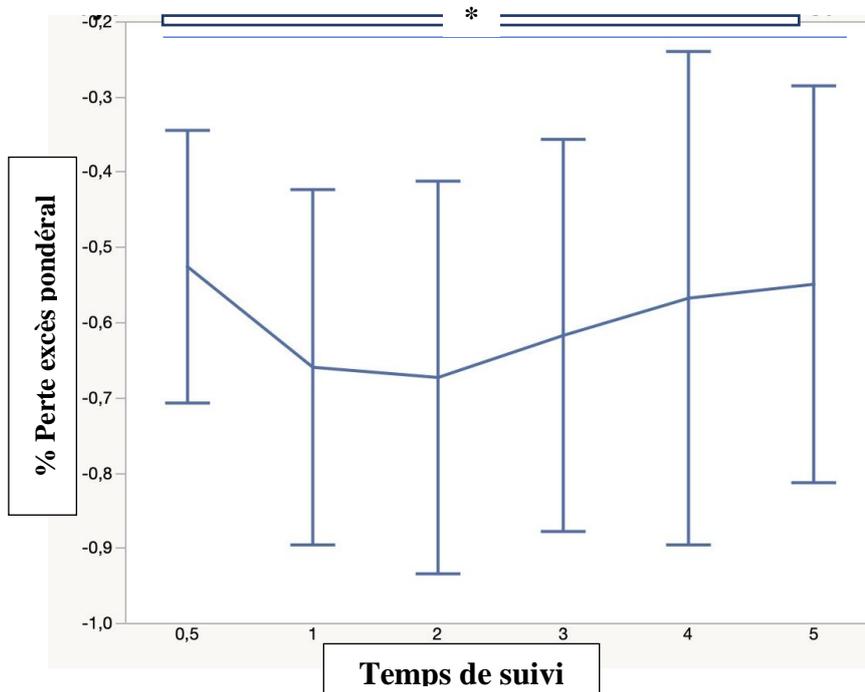


Figure 11. Évolution du %PEP au cours du suivi dans la population totale.

Légende : *, $p < 0,05$.

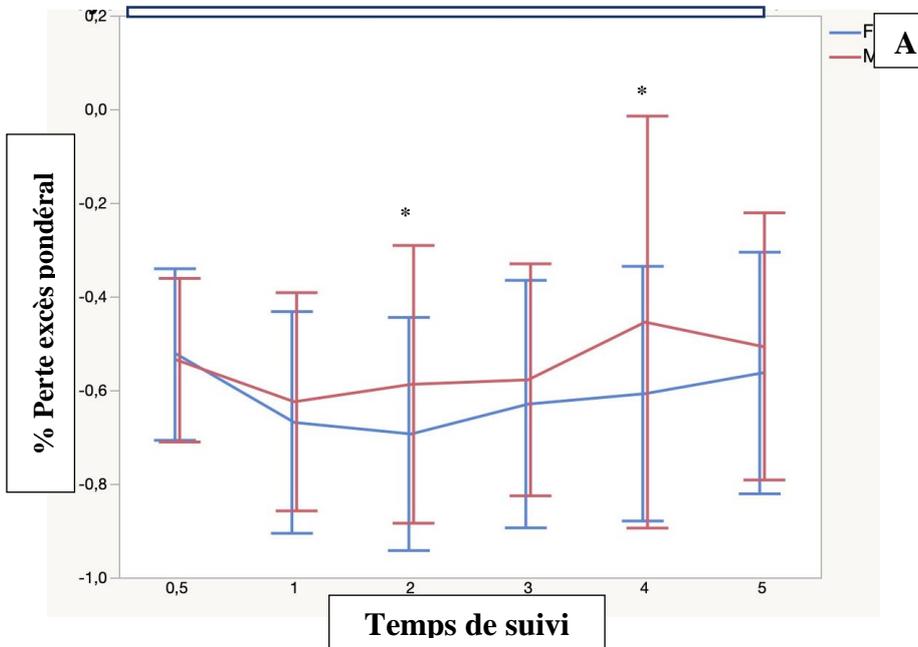
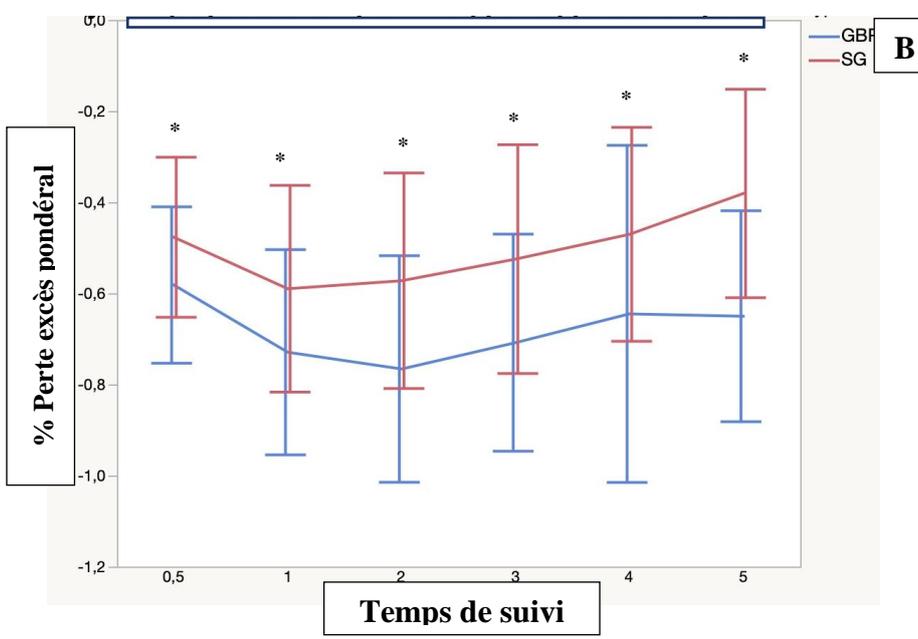


Figure 12. Évolution du %PEP en fonction du genre et du type de chirurgie.

Légende : F, femmes ; M, hommes ; GBP, by-pass gastrique ; SG, sleeve gastrectomie ; **A** : Évolution selon le genre. **B** : Évolution selon le type de chirurgie. *, $p < 0,05$.



4 DISCUSSION

Notre étude suggère que la chirurgie bariatrique entraîne une perte de masse maigre importante non souhaitable associée à la perte de masse grasse, surtout après by-pass gastrique et chez les femmes.

Notre étude montre que la masse maigre appendiculaire diminue significativement dès la mesure de composition corporelle à 6 mois post-chirurgie bariatrique, diminution qui se poursuivait jusqu'à 5 ans, avec une légère augmentation de celle-ci à 5 ans, mais maintenant toujours une différence significative. Cette diminution était plus importante après by-pass gastrique, qui est une technique mixte restrictive et malabsorptive. L'étude de Ciangura et coll. montrait cette diminution plus importante après by-pass gastrique à 1 an ($9,8 \pm 4,8$ kg/m²) [42], valeurs plus élevées que dans notre étude. L'étude de Tamboli et coll. réalisée sur un suivi de 1 an, montrait que la masse maigre appendiculaire commençait à diminuer de façon plus importante entre 6 mois et 1 an de suivi (la moyenne de masse maigre appendiculaire diminuait de $0,6 \pm 1,1$ kg par rapport au chiffre en préopératoire), mais le recul était court [31]. Cette diminution était plus importante chez les femmes que chez les hommes, comme il a aussi été décrit dans la littérature, dont l'étude de Cole et coll. montrait une perte de masse maigre appendiculaire à 1 an d'un by-pass gastrique, plus importante chez les femmes ($8,2 \pm 1,6$ kg/m²) [37], résultats similaires à notre étude. L'étude d'Alvarez Carnero et coll. a montré que les patients à 6 mois d'un by-pass gastrique augmentant modérément leur activité physique et diminuant le temps de sédentarité perdaient plus de poids et de masse grasse, en maintenant une masse corporelle maigre favorable ($-1,43 \pm 2,6$ kg, de perte de masse maigre) [14], ce qui a aussi été décrit dans l'étude de Kennedy et coll., réalisée sur plus de 8 ans, et montrant que pour maintenir une masse corporelle maigre favorable il fallait mettre en place une activité physique modérée de 75 minutes par semaine [43].

Nous avons retrouvé que la masse maigre diminuait de façon plus importante après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie et chez les femmes que chez les hommes, plus particulièrement à 2 et 3 ans. L'étude de Cingura et coll. montrait une masse maigre plus faible à 1 an après by-pass gastrique et surtout chez les femmes ($21,2 \pm 3,5$ kg/m²) [42], dans notre étude la moyenne était plus faible, valeurs semblables à celles de l'étude de Cole et coll. ($20,8 \pm 3$ kg/m²) [37]. Cette dernière étude montrait aussi que dans les 16% de perte totale de masse corporelle à 1 an d'un by-pass gastrique, 18 à 25% correspondait à de la masse maigre. L'étude de Tamboli et coll. montrait qu'à 1 an d'un by-pass gastrique la perte de masse maigre contribuait à une perte du poids total de $27,8 \pm 10,2\%$, soit $12,2 \pm 5,4$ kg [31].

Concernant le coefficient de corrélation entre la masse maigre appendiculaire/m² et le %PEP et la perte de poids, on retrouvait que la masse maigre appendiculaire était mieux corrélée à la perte de poids qu'au %PEP.

Il y a peu de littérature détaillant la nature de cette perte significative de masse maigre après by-pass gastrique [44], cependant l'étude de Thivel et coll. [36] et celle de Cole et coll, montraient qu'une activité physique et l'apport prolongé en protéines alimentaires étaient des stratégies pour prévenir cette perte de masse maigre.

La perte de poids après chirurgie bariatrique était plus importante après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 1 et 2 ans et de façon plus importante chez les femmes que chez les hommes, ce qui a été retrouvé dans la littérature, comme dans l'étude de Ciangura et coll. [42] qui montrait une perte de poids à 1 an plus importante après by-pass gastrique de $36 \pm 12,5$ kg, semblable à celle de notre étude, cette même étude montrait aussi une perte de poids plus importante à 1 an chez les femmes de $26 \pm 9,1$ kg, moins importante que celle que nous avons observé. A 5 ans, dans notre étude, cette différence significative persistait en faveur du by-pass gastrique. L'étude de Maciejewski et coll. montrait une perte de poids plus importante après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 1 an (30,9% vs. 23,4%), et à 4 ans (27,5% vs. 17,8%) [44], valeurs un peu inférieures à celles de notre étude. L'étude de Shubeck et coll. montrait une reprise de poids minimal (par rapport au poids à 2 ans) de 3,9% entre 3 et 7 ans post by-pass gastrique [23], dans notre étude entre 3 et 5 ans cette reprise de poids était de 7,5%.

Notre étude montrait que l'IMC diminuait de façon plus importante à 1 et 2 ans qu'au-delà et après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie, avec une légère réaugmentation de l'IMC à 5 ans dans les deux types de chirurgie. Cette diminution était plus importante chez les femmes que chez les hommes uniquement à 2 ans. L'étude de Thereaux et coll. montrait un IMC plus bas à 5 ans après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie ($30 \pm 9,9$ vs. $40 \pm 9,9$ kg/m²) [22], semblable aux valeurs de notre étude.

Enfin, notre étude retrouvait que le %PEP était plus important à 1 et 2 ans mais significatif jusqu'à 5 ans, après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie ainsi que chez les femmes que chez les hommes mais seulement à 2 et 4 ans. L'étude de Reges et coll. [20], montrait un %PEP de 59,3% à 5 ans légèrement plus élevé que dans notre étude. L'étude de Maciejewski et coll. montrait un %PEP plus important après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie à 4 ans (60% vs. 43%) [44], un peu inférieur aux valeurs de notre étude. L'étude d'Arterburn et coll. [30] ne montrait pas de différence à 5 ans entre le by-pass

gastrique et la sleeve gastrectomie (57% vs. 50%), de même que l'étude de Salminen et coll. (57% vs. 49%, respectivement) [24], contrairement à notre étude.

Notre étude a plusieurs limites. Ce travail étant rétrospectif, des données manquantes de suivi ont pu altérer la pertinence des résultats, cependant ceux-ci sont relativement comparables à la littérature. De même pour le nombre de patients perdus de vue, au-delà de 3 ans notamment. Nous n'avons pas de données de relevés alimentaires protéiques et caloriques des patients, facteur important dans l'évolution de la masse musculaire et du poids, car notre compte-rendu diététique n'est pas formaté. De plus, l'activité physique était évaluée de façon semi-quantitative déclarative à chaque visite mais les données n'ont pu être incluses dans ce travail.

Enfin, nous avons dû ajuster les résultats de l'évolution de la masse maigre appendiculaire, de la masse maigre et de la masse maigre corporelle totale au modèle de l'appareil DEXA. Cependant, l'étude de Micklesfield et coll. montrait que les appareils de DEXA utilisés (Horizon et Discovery) mesuraient avec précision la distribution régionale du corps entier, des tissus adipeux et maigres indépendamment du modèle de la machine [45,46].

5 CONCLUSION

Notre étude suggère que la chirurgie bariatrique entraîne une perte de masse maigre significative à 5 ans post-opératoire, plus importante après by-pass gastrique qu'après sleeve gastrectomie et plus importante chez les femmes que chez les hommes, associée à une perte d'excès pondéral plus importante. Une attention particulière doit être portée à l'évolution de la composition corporelle après chirurgie bariatrique, en particulier après by-pass gastrique et chez les femmes. Un travail prospectif comportant une évaluation des apports protéiques et caloriques et du niveau d'activité physique pré- et post-opératoire permettrait d'obtenir une interprétation plus fine pour le suivi clinique des patients.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. OMS | Obésité. In: WHO [Internet]. [cited 20 Aug 2019]. Available: <https://www.who.int/topics/obesity/fr/>
2. Basdevant A. Médecine et chirurgie de l'obésité. Lavoisier; 2011.
3. Pou KM, Massaro JM, Hoffmann U, Lieb K, Vasan RS, O'Donnell CJ, et al. Patterns of Abdominal Fat Distribution: The Framingham Heart Study. *Diabetes Care*. 2009;32: 481–485. doi:10.2337/dc08-1359
4. l'Obésité IR de, médicale) INSERM (Institut national de la santé et de la recherche, Institut Roche de l'Obésité. ObEpi Roche 2009. Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité. Une enquête Inserm - TNS Healthcare (Kantarhealth) - Roche. Neuilly-sur-Seine: Institut Roche de l'Obésité; 2009.
5. Folope V, Petit A, Tamion F. Prise en charge nutritionnelle après la chirurgie bariatrique. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 2012;26: 47–56. doi:10.1016/j.nupar.2012.02.001
6. Etude ESTEBAN 2014-2016 – Chapitre corpulence : stabilisation du surpoids et de l'obésité chez l'enfant et l'adulte [Internet]. [cited 28 Jul 2019]. Available: /liste-des-actualites/etude-esteban-2014-2016-chapitre-corpulence-stabilisation-du-surpoids-et-de-l-obesite-chez-l-enfant-et-l-adulte
7. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from NHANES. *PLOS ONE*. 2009;4: e7038. doi:10.1371/journal.pone.0007038
8. Poirier P, Després J-P. Obésité et maladies cardiovasculaires. *Med Sci (Paris)*. 2003;19: 943–949. doi:10.1051/medsci/20031910943
9. Varma S, Lee CJ, Brown TT, Maruthur NM, Schweitzer M, Magnuson T, et al. Comparative Effects of Medical Versus Surgical Weight Loss on Body Composition: a Pilot Randomized Trial. *Obes Surg*. 2019;29: 2503–2510. doi:10.1007/s11695-019-03879-4
10. Nutrition-diététique | Polycopié national du collège des enseignants
 Cours de Médecine en Ligne [Internet]. [cited 15 Sep 2019]. Available: <http://www.fascicules.fr/polycopies-nutrition-36.html>
11. Geoffroy M, Charlot-Lambrecht I, Chrusciel J, Gaubil-Kaladjian I, Diaz-Cives A, Eschard J-P, et al. Impact of Bariatric Surgery on Bone Mineral Density: Observational Study of 110 Patients Followed up in a Specialized Center for the Treatment of Obesity in France. *Obes Surg*. 2019;29: 1765–1772. doi:10.1007/s11695-019-03719-5
12. Cawthon PM. Assessment of Lean Mass and Physical Performance in Sarcopenia. *J Clin Densitom*. 2015;18: 467–471. doi:10.1016/j.jocd.2015.05.063
13. Netgen. Imagerie par DXA : le couteau suisse multifonction ? In: *Revue Médicale Suisse* [Internet]. [cited 27 Jul 2019]. Available: <https://www.revmed.ch/RMS/2015/RMS-N-466/Imagerie-par-DXA-le-couteau-suisse-multifonction>
14. Carnero EA, Dubis GS, Hames KC, Jakicic JM, Houmard JA, Coen PM, et al. Randomized trial reveals that physical activity and energy expenditure are associated with weight and body composition after RYGB. *Obesity (Silver Spring)*. 2017;25: 1206–1216. doi:10.1002/oby.21864
15. Jali E, Mulliez A, Lacaze L, Lascouts E, Rotovnik Kozjek N, Makhlof A-M, et al. Analyse de la composition corporelle sur coupe scannographique transversale passant par la 3e vertèbre lombaire (L3) en réanimation : impact pronostique, reproductibilité interobservateur, et prévalence de la sarcopénie. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 2019;33: 30–31. doi:10.1016/j.nupar.2019.01.272

16. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 Years. *British Journal of Nutrition*. 1974;32: 77–97. doi:10.1079/BJN19740060
17. Pollock ML, Hickman T, Kendrick Z, Jackson A, Linnerud AC, Dawson G. Prediction of body density in young and middle-aged men. *Journal of Applied Physiology*. 1976;40: 300–304. doi:10.1152/jappl.1976.40.3.300
18. Composition corporelle et méthodes d'évaluation. In: IRBMS [Internet]. 14 Mar 2017 [cited 15 Sep 2019]. Available: <https://www.irbms.com/methode-devaluation-de-la-composition-corporelle/>
19. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Gospodarevskaya E, Loveman E, Baxter L, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: a systematic review and economic evaluation. *Health technology assessment (Winchester, England)*. 2009;13: 1–190, 215.
20. Reges O, Greenland P, Dicker D, Leibowitz M, Hoshen M, Gofer I, et al. Association of Bariatric Surgery Using Laparoscopic Banding, Roux-en-Y Gastric Bypass, or Laparoscopic Sleeve Gastrectomy vs Usual Care Obesity Management With All-Cause Mortality. *JAMA*. 2018;319: 279–290. doi:10.1001/jama.2017.20513
21. Peterli R, Wölnerhanssen BK, Peters T, Vetter D, Kröll D, Borbély Y, et al. Effect of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy vs Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass on Weight Loss in Patients With Morbid Obesity: The SM-BOSS Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2018;319: 255–265. doi:10.1001/jama.2017.20897
22. Thereaux J, Lesuffleur T, Czernichow S, Basdevant A, Msika S, Nocca D, et al. Association Between Bariatric Surgery and Rates of Continuation, Discontinuation, or Initiation of Antidiabetes Treatment 6 Years Later. *JAMA Surg*. 2018;153: 526. doi:10.1001/jamasurg.2017.6163
23. Shubeck S, Dimick JB, Telem DA. Long-term Outcomes Following Bariatric Surgery. *JAMA*. 2018;319: 302–303. doi:10.1001/jama.2017.20521
24. Salminen P, Helmiö M, Ovaska J, Juuti A, Leivonen M, Peromaa-Haavisto P, et al. Effect of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy vs Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass on Weight Loss at 5 Years Among Patients With Morbid Obesity: The SLEEVEPASS Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2018;319: 241–254. doi:10.1001/jama.2017.20313
25. Sjöström L. Review of the key results from the Swedish Obese Subjects (SOS) trial - a prospective controlled intervention study of bariatric surgery. *J Intern Med*. 2013;273: 219–234. doi:10.1111/joim.12012
26. Yanovski SZ, Yanovski JA. Toward Precision Approaches for the Prevention and Treatment of Obesity. *JAMA*. 2018;319: 223–224. doi:10.1001/jama.2017.20051
27. de Souza RJ, Bray GA, Carey VJ, Hall KD, LeBoff MS, Loria CM, et al. Effects of 4 weight-loss diets differing in fat, protein, and carbohydrate on fat mass, lean mass, visceral adipose tissue, and hepatic fat: results from the POUNDS LOST trial. *Am J Clin Nutr*. 2012;95: 614–625. doi:10.3945/ajcn.111.026328
28. Maïmoun L, Lefebvre P, Jaussent A, Fouillade C, Mariano-Goulart D, Nocca D. Body composition changes in the first month after sleeve gastrectomy based on gender and anatomic site. *Surg Obes Relat Dis*. 2017;13: 780–787. doi:10.1016/j.soard.2017.01.017
29. Evaluation de la perte de masse maigre après court-circuit gastrique pour obésité | SNFGE.org - Société savante médicale française d'hépatogastroentérologie et d'oncologie digestive [Internet]. [cited 15 Sep 2019]. Available: <https://www.snfge.org/content/evaluation-de-la-perte-de-masse-maigre-apres-court-circuit-gastrique-pour-obesite>
30. Arterburn D, Gupta A. Comparing the Outcomes of Sleeve Gastrectomy and Roux-en-Y

Gastric Bypass for Severe Obesity. *JAMA*. 2018;319: 235. doi:10.1001/jama.2017.20449

31. Tamboli RA, Hossain HA, Marks PA, Eckhauser AW, Rathmacher JA, Phillips SE, et al. Body composition and energy metabolism following Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18: 1718–1724. doi:10.1038/oby.2010.89
32. 8. Nutrition et chirurgie de l'obésité. *Obes*. 2012;7: 110–118. doi:10.1007/s11690-012-0328-7
33. Vaurs C, Diméglio C, Charras L, Anduze Y, Chalret du Rieu M, Ritz P. Determinants of changes in muscle mass after bariatric surgery. *Diabetes & Metabolism*. 2015;41: 416–421. doi:10.1016/j.diabet.2015.04.003
34. Olbers T, Björkman S, Lindroos A, Maleckas A, Lönn L, Sjöström L, et al. Body composition, dietary intake, and energy expenditure after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and laparoscopic vertical banded gastroplasty: a randomized clinical trial. *Ann Surg*. 2006;244: 715–722. doi:10.1097/01.sla.0000218085.25902.f8
35. Otto M, Elrefai M, Krammer J, Weiß C, Kienle P, Hasenberg T. Sleeve Gastrectomy and Roux-en-Y Gastric Bypass Lead to Comparable Changes in Body Composition after Adjustment for Initial Body Mass Index. *Obes Surg*. 2016;26: 479–485. doi:10.1007/s11695-015-1792-6
36. Thivel D, Brakonieki K, Duche P, Morio B, Béatrice M, Boirie Y, et al. Surgical weight loss: impact on energy expenditure. *Obes Surg*. 2013;23: 255–266. doi:10.1007/s11695-012-0839-1
37. Cole AJ, Kuchnia AJ, Beckman LM, Jahansouz C, Mager JR, Sibley SD, et al. Long-Term Body Composition Changes in Women Following Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2017;41: 583–591. doi:10.1177/0148607115625621
38. Lee SJ, Kim JY, Ha TK, Choi YY. Changes in lipid indices and body composition one year after laparoscopic gastrectomy: a prospective study. *Lipids Health Dis*. 2018;17: 113. doi:10.1186/s12944-018-0729-1
39. Alba DL, Wu L, Cawthon PM, Mulligan K, Lang T, Patel S, et al. Changes in Lean Mass, Absolute and Relative Muscle Strength, and Physical Performance After Gastric Bypass Surgery. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019;104: 711–720. doi:10.1210/jc.2018-00952
40. Santanasto AJ, Newman AB, Strotmeyer ES, Boudreau RM, Goodpaster BH, Glynn NW. Effects of Changes in Regional Body Composition on Physical Function in Older Adults: A Pilot Randomized Controlled Trial. *J Nutr Health Aging*. 2015;19: 913–921. doi:10.1007/s12603-015-0523-y
41. Bellicha A, Ciangura C, Poitou C, Portero P, Oppert J-M. Effectiveness of exercise training after bariatric surgery-a systematic literature review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2018;19: 1544–1556. doi:10.1111/obr.12740
42. Ciangura C, Bouillot J-L, Lloret-Linares C, Poitou C, Veyrie N, Basdevant A, et al. Dynamics of Change in Total and Regional Body Composition After Gastric Bypass in Obese Patients. *Obesity*. 2010;18: 760–765. doi:10.1038/oby.2009.348
43. Kennedy AB, Lavie CJ, Blair SN. Fitness or Fatness: Which Is More Important? *JAMA*. 2018;319: 231. doi:10.1001/jama.2017.21649
44. Maciejewski ML, Arterburn DE, Van Scoyoc L, Smith VA, Yancy WS, Weidenbacher HJ, et al. Bariatric Surgery and Long-term Durability of Weight Loss. *JAMA Surg*. 2016;151: 1046–1055. doi:10.1001/jamasurg.2016.2317
45. Micklesfield LK, Goedecke JH, Punyanitya M, Wilson KE, Kelly TL. Dual-energy X-ray performs as well as clinical computed tomography for the measurement of visceral fat. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20: 1109–1114. doi:10.1038/oby.2011.367

46. Jankowski LG, Wilson KE, Kelly TL, Myers AK. In Vivo Concordance Between Horizon and Discovery. *Journal of Clinical Densitometry*. 2014;3: 410. doi:10.1016/j.jocd.2014.04.041
47. Czernichow S, Ciangura DC, Oppert PJ-M. 1re partie — Obésité de l'adulte. *LA REVUE DU PRATICIEN*. 2006;56: 7.
48. Surpoids et obésité de l'adulte : prise en charge médicale de premier recours. In: Haute Autorité de Santé [Internet]. [cited 15 Sep 2019]. Available: https://www.has-sante.fr/jcms/c_964938/fr/surpoids-et-obesite-de-l-adulte-prise-en-charge-medicale-de-premier-recours

ANNEXE I

Complications pour lesquelles une répartition abdominale du tissu adipeux est considérée comme facteur de risque indépendant de la corpulence globale [47]

<p>Cardiovasculaires</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ hypertension artérielle* ■ insuffisance coronarienne* ■ accidents vasculaires cérébraux* ■ ■ thromboses veineuses profondes ■ ■ insuffisance cardiaque 	<p>Métaboliques-endocriniennes</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ insulinorésistance* ■ diabète de type 2* ■ hypertriglycéridémie* ■ hypoHDLémie* ■ hyperuricémie*, goutte ■ dysovulation, syndrome des ovaires polykystiques ■ hypogonadisme (homme, obésité massive)
<p>Respiratoires</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ dyspnée, syndrome restrictif ■ syndrome d'apnées du sommeil ■ ■ hypoventilation alvéolaire ■ asthme 	<p>Cutanées</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ hypersudation ■ mycoses des plis ■ lymphœdème
<p>Mécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ gonarthrose, coxarthrose, lombalgies 	<p>Rénales</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ protéinurie ■ hyalinose segmentaire et focale
<p>Digestives</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ hernie hiatale ■ lithiase biliaire ■ stéatose hépatique, stéatose hépatique non alcoolique 	<p>Risque opératoire</p>
<p>Cancers</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ homme (prostate, côlon) ■ femme (sein, ovaire, col, endomètre) 	<p>Autres</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ hypertension intracrânienne ■ complications obstétricales

ANNEXE II

Anomalies métaboliques associées à l'obésité abdominale [8]

↑ triglycérides
↓ cholestérol HDL
cholestérol LDL : peu de changement
↑ LDL petites et denses
↑ apolipoprotéine B
↑ hyperlipidémie post-prandiale
↑ antigène et activité du PAI-1
↑ activité Facteur VII
↑ activité Facteur VIIIc coagulant
↑ antigène t-PA
↑ fibrinogène
↑ protéine C-réactive
↑ cytokines (TNF- α , IL-6)
↑ molécules d'adhérence (P-sélectine, ICAM-1, VCAM-1)
Dysfonctionnement endothélial

ANNEXE III

Résultat de composition corporelle par DEXA, patient du parcours au CHU Tours

C.H.U TOURS

Nom : Boumassoum (siccve + 2 ans), bett	Sexe : Féminin	Height: 166.0 cm
ID du patient :	Groupe ethnique : Française	Poids : 73.4 kg
DDN : 21 Octobre 1973		Age : 45

Médecin traitant :



Image non utilisable pour diagnostics
318 x 150
DAP: 19.2 cGy*cm²

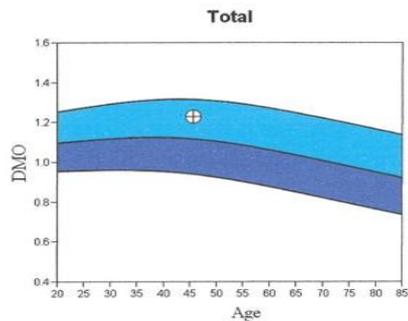
Information d'examen :

Date d'examen : 24 Juin 2019 ID : A06241906
 Type d'examen : a Corps Entier
 Analyse : 24 Juin 2019 10:34 Version 13.6.0.5
 Auto Whole Body
 Opérateur : cs
 Modèle : Horizon W (S/N 300230M)
 Commentaire :

Résumé des résultats DXA :

Région	Surface (cm ²)	CMO (g)	DMO (g/cm ²)	T-score	PR (%)	Z-score	MA (%)
Bras G	217.45	151.80	0.698				
Bras D	103.58	86.26	0.833				
Côtes G	166.44	113.93	0.684				
Côtes D	146.68	96.86	0.660				
T Rachis	83.42	78.27	0.938				
Rachis Lom	88.63	51.46	1.058				
Bassin	205.58	247.10	1.202				
Jambe G	379.94	486.65	1.281				
Jambe D	399.31	486.47	1.218				
Subtotal	1751.03	1798.81	1.027				
Tête	251.84	662.99	2.633				
Total	2002.87	2461.80	1.229	1.5	111	1.2	110

Total DMO CV 1.0%



Commentaire :

T-score vs. White Female. Source:2012 BMDCS/NHANES. Z-score vs. White Female. Source:2012 BMDCS/NHANES.

HOLOGIC®

C.H.U TOURS

Nom : ██████████	Sexe : Féminin	Height: 166.0 cm
ID du patient : ██████████	Groupe ethnique : Française	Poids : 73.4 kg
DDN : 21 Octobre 1973		Age : 45

Information d'examen :
 Date d'examen : 24 Juin 2019 ID : A06241906
 Type d'examen : a Corps Entier
 Analyse : 24 Juin 2019 10:34 Version 13.6.0.5
 Auto Whole Body
 Opérateur : cs
 Modèle : Horizon W (S/N 300230M)
 Commentaire :

Résumé des résultats DXA :

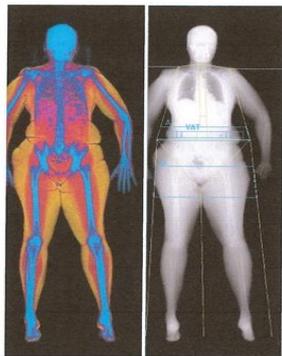
Région	CMO (g)	Graisse Masse (g)	Maigre Masse (g)	Maigre + CMO(g)	Total Masse (g)	% graisse
Bras G	151.80	2058.3	1362.3	1514.1	3572.3	57.6
Bras D	86.26	1722.6	1344.6	1430.8	3153.4	54.6
Tronc	587.62	11900.3	19567.5	20155.1	32055.4	37.1
Jambe G	486.65	7394.0	6095.2	6581.8	13975.8	52.9
Jambe D	486.47	7450.3	6270.3	6756.7	14207.0	52.4
Subtotal	1798.81	30525.4	34639.7	36438.5	66963.9	45.6
Tête	662.99	1271.8	3105.9	3768.8	5040.6	25.2
Total	2461.80	31797.2	37745.6	40207.4	72004.6	44.2

TBAR1209 - NHANES BCA calibration

HOLOGIC®

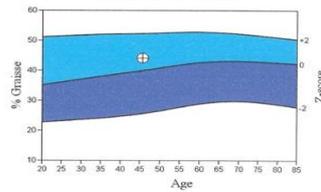
C.H.U TOURS

Nom : ██████████	Sexe : Féminin	Height: 166.0 cm
ID du patient : ██████████	Groupe ethnique : Française	Poids : 73.4 kg
DDN : 21 Octobre 1973		Age : 45



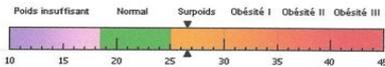
Images non utilisables pour diagnostic
 Graisse Maigre Os

Total % graisse corps



Source : 2008 NHANES Femme blanche

Classification de l'indice de masse corporelle de l'Organisation mondiale de la santé
 BMI = 26.6 WHO Classification Overweight



L'IMC a ses limites : un diagnostic de surpoids ou d'obésité doit être rendu par un professionnel de la santé. L'obésité est liée aux maladies cardiovasculaires, à certains types de cancer, au diabète de type 2, ainsi qu'à d'autres risques pour la santé. Plus l'IMC d'une personne dépasse 25, plus les risques liés à leur poids sont élevés.

Résultats Composition Corporelle

Région	Graisse Masse (g)	Maigre + CMO(g)	Total Masse (g)	% graisse	T-score	Z-score
Bras G	2058	1514	3572	57.6	2.0	1.8
Bras D	1723	1431	3153	54.6	1.7	1.4
Tronc	11900	20155	32055	37.1	0.5	-0.1
Jambe G	7394	6582	13976	52.9	1.8	1.6
Jambe D	7450	6757	14207	52.4	1.7	1.4
Subtotal	30525	36439	66964	45.6	1.1	0.7
Tête	1272	3769	5041	25.2		
Total	31797	40207	72005	44.2	1.1	0.7
Androïde (A)	2063	3212	5275	39.1		
Gynoïde (G)	5792	6263	12055	48.0		

Date d'examen : 24 Juin 2019 ID : A06241906
 Type d'examen : a Corps Entier
 Analyse : 24 Juin 2019 10:34 Version 13.6.0.5
 Auto Whole Body
 Opérateur : cs
 Modèle : Horizon W (S/N 300230M)
 Commentaire :

Indices Adipeux

Mesure	Résultat	T-score	Z-score
Total % graisse corps	44.2	1.1	0.7
Masse Grasse/Taille ² (kg/m ²)	11.5	0.6	0.2
Ratio Androïde/Gynoïde	0.81		
%MG tronc / %MG jambes	0.70	-0.5	-1.0
Ratio MG Tronc/Membres	0.64	-0.8	-1.4
Est. VAT Mass (g)	359		
Est. VAT Volume (cm ³)	388		
Est. VAT Area (cm ²)	74.5		

Lean Indices

Mesure	Résultat	T-score	Z-score
Lean/Height ² (kg/m ²)	13.7	-0.8	-0.9
Appen. Lean/Height ² (kg/m ²)	5.47	-1.1	-1.1

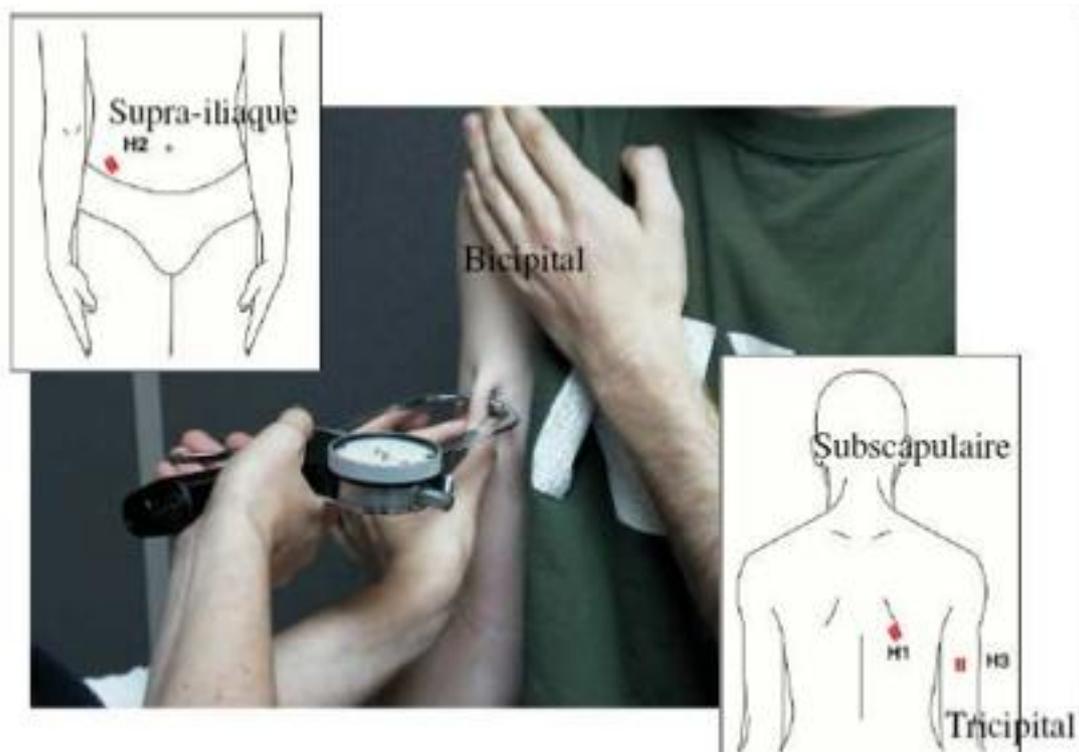
Est. VAT = Estimated Visceral Adipose Tissue

TBAR1209 - NHANES BCA calibration

HOLOGIC®

ANNEXE IV

Mesure des plis cutanés avec un adipomètre par la méthode de Durnin et coll [16]



ANNEXE V

La chirurgie bariatrique peut être envisagée chez des patients adultes réunissant l'ensemble des conditions suivantes, selon les recommandations HAS :

- Patients avec un IMC \geq 40 kg/m² ou bien avec un IMC \geq 35 kg/m² associé à au moins une comorbidité susceptible d'être améliorée après la chirurgie (notamment hypertension artérielle, syndrome d'apnées hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS) et autres troubles respiratoires sévères, désordres métaboliques sévères, en particulier le diabète de type 2, maladies ostéo-articulaires invalidantes, stéatohépatite non alcoolique).
- En deuxième intention après échec d'un traitement médical, nutritionnel, diététique et psychothérapeutique bien conduit pendant 6-12 mois.
- En l'absence de perte de poids suffisante ou en l'absence de maintien de la perte de poids.
- Patients bien informés au préalable, ayant bénéficié d'une évaluation et d'une prise en charge préopératoires pluridisciplinaires.
- Patients ayant compris et accepté la nécessité d'un suivi médical et chirurgical à long terme.
- Risque opératoire acceptable.
- Age 18-60 ans.

ANNEXE VI

Parcours du patient candidat à la chirurgie bariatrique [48]

