



UNIVERSITÉ DE LILLE  
**FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG**

Année : 2024

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT  
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Prévalence et facteurs de risque d'une masse osseuse diminuée et/  
ou de fractures de fragilité dans les suites d'une sleeve  
gastrectomie ou d'un gastric by pass chez des femmes  
ménopausées et des hommes de plus de 50 ans.**

Présentée et soutenue publiquement le 21 octobre 2024 à 18h  
au pôle formation  
par **Thomas FLAMENT**

---

**JURY**

**Président :**

**Monsieur le Professeur François PATTOU**

**Assesseurs :**

**Madame le Docteur Hélène VERKINDT**

**Madame le Docteur Cécile PHILIPPOTEAUX**

**Directeur de thèse :**

**Monsieur le Professeur Julien PACCOU**

---

# Avertissement

La faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

# Remerciements

# ABREVIATIONS

<b>AGA</b>	Anneau Gastrique Ajustable
<b>ALM</b>	Appendicular Lean Mass
<b>BPT</b>	BiPartition du Transit
<b>CI (=IC)</b>	Intervalle de Confiance
<b>COPD</b>	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
<b>CRP</b>	Protéine C Réactive
<b>CTX</b>	Télopeptide C terminal du collagène de type I
<b>DBP-DS</b>	Dérivation Bilio-Pancréatique avec Duodéal Switch
<b>DFG (=GFR)</b>	Débit de Filtration Glomérulaire
<b>DMO (=BMD)</b>	Densité Minérale Osseuse
<b>DS (=SD)</b>	Dérivation Standard
<b>DXA</b>	Absorptiométrie biphotonique à rayons X
<b>ESF</b>	Extrémité Supérieure du Fémur
<b>FESF</b>	Fracture de l'Extrémité Supérieure du Fémur
<b>FMI</b>	Fat Mass Index
<b>GIP</b>	Glucose-dependent Insulinotropic Polypeptide
<b>GLP-1</b>	Glucagon-Like Peptide-1
<b>HAS</b>	Haute Autorité de Santé
<b>HDJ</b>	Hôpital De Jour
<b>HR</b>	Hazard Ratio
<b>IMC (=BMI)</b>	Indice de Masse Corporelle
<b>IPP (=PPI)</b>	Inhibiteur de la Pompe à Protons
<b>IQR</b>	Interquartiles
<b>IRM</b>	Imagerie par Résonance Magnétique
<b>NASH</b>	Non Alcoholic Steato Hepatitis
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé

<b>OR</b>	Odds Ratio
<b>PINP</b>	Propeptide N-Terminal du procollagène de type 1
<b>PTH</b>	Parathormone
<b>PYY</b>	Peptide YY
<b>RYGB</b>	Roux en Y Gastrique Bypass
<b>SADI</b>	Single Anastomosis Duodeno-Ileal bypass
<b>SAS</b>	Syndrome d'Apnée du Sommeil
<b>SG</b>	Sleeve Gastrectomie
<b>SMI</b>	Indice de masse Musculaire Squelettique
<b>TBF</b>	Total Body Fat
<b>TLM</b>	Total Lean Mass
<b>VAT</b>	Visceral Adipose Tissue

# SOMMAIRE

Avertissement .....	2
Remerciements .....	3
ABREVIATIONS .....	4
SOMMAIRE .....	6
INTRODUCTION .....	8
1. Définitions .....	8
1.1 Ostéoporose .....	8
1.2 Fractures ostéoporotiques .....	9
1.3 Facteurs de risque et ostéoporose secondaire .....	9
1.4 Impacts sur la santé .....	9
2. Chirurgie bariatrique .....	10
2.1 Généralités .....	10
2.2 Les différentes techniques chirurgicales .....	11
2.2.1 Sleeve gastrectomie .....	12
2.2.2 Bypass gastrique en Y .....	12
3. Chirurgie de l'obésité et impact osseux dans la littérature .....	13
3.1 Risque fracturaire .....	13
3.2 Physiopathologie .....	14
3.3 Recommandations .....	15
4. Justification de l'étude .....	16
Matériel et méthodes .....	17
1. Type d'étude et population étudiée .....	17
1.1 Critères d'inclusion .....	17
1.2 Critères de non inclusion .....	17
2. Données recueillies .....	18

3. Objectifs principaux de l'étude .....	20
4. Analyses statistiques .....	20
5. Cadre réglementaire .....	21
Résultats .....	21
1. Caractéristiques de la population étudiée .....	21
2. Données densitométriques et composition corporelle .....	26
3. Résultats principaux .....	27
3.1 Prévalence d'une masse osseuse basse et/ou d'un antécédent de fracture de fragilité avant 2 ans .....	27
3.2 Facteurs de risque associés à une masse osseuse basse et/ou fractures de fragilité .....	29
Discussion .....	30
1. Résultats principaux .....	30
2. Forces et limites de l'étude .....	32
3. Perspectives .....	33
CONCLUSION .....	34
REFERENCES .....	35
ANNEXE .....	40

# INTRODUCTION

## 1. Définitions

### 1.1 Ostéoporose

L'ostéoporose est définie par l'organisation mondiale de la santé (OMS) comme une affection caractérisée par la diminution de la masse osseuse et l'altération de l'architecture osseuse, entraînant une fragilisation vis-à-vis du risque de fractures, les fractures de hanche, du rachis et du poignet étant les plus fréquentes. [1]

L'incidence des fractures ostéoporotiques augmente de manière significative à partir de 50 ans chez les hommes et à partir de l'âge de la ménopause chez les femmes avec une prédominance féminine.

Aujourd'hui, l'évaluation de la masse osseuse est estimée par la réalisation d'une densité minérale osseuse (DMO) par technique d'absorptiométrie biphotonique à rayons X (DXA). Cette technique peut être complétée par d'autres outils de mesures afin par exemple de dépister la présence d'une fracture vertébrale du rachis dorsolombaire par vertebral fracture assessment (VFA) moyennant une irradiation faible, ou encore évaluer la texture de l'os à l'aide de l'outil Trabecular Bone Structure (TBS), dont l'utilité en pratique clinique est encore étudiée. [2,3]

La technique par DXA est également utile pour évaluer la répartition masse maigre/masse grasse par la mesure de la composition corporelle. [2]

Les résultats de la DMO sont évalués par le T-Score, qui est le nombre d'écart-type, exprimé en déviation standard (DS), entre la valeur du sujet et la valeur moyenne des adultes jeunes de même sexe.

Il a été démontré qu'une diminution d'un écart-type de la DMO par rapport à la moyenne pour l'âge multiplie par deux le risque de fracture [6].

À partir de cette évaluation du T-score, on distingue :

- Une valeur de DMO normale avec un T-score  $\geq -1$
- Une ostéopénie avec un T-score compris entre  $-1$  et  $-2,5$
- Une ostéoporose avec un T-score  $\leq -2,5$

L'ostéoporose est dite sévère en cas de survenue d'une ou plusieurs fractures de fragilité.

## 1.2 Fractures ostéoporotiques

La complication redoutée de l'ostéoporose est la survenue d'une fracture. Ce risque justifie la mise en place d'un traitement dédié afin de limiter au maximum la survenue de ces fractures par fragilité osseuse. [4] Elles surviennent suite à des traumatismes à basse cinétique, typiquement une chute de sa hauteur. Dans ce cas, la probabilité d'une ostéoporose sous-jacente doit systématiquement être évoquée.

On distingue parmi ces fractures celles dites "sévères", associées à un surrisque de mortalité : fractures de l'extrémité supérieure du fémur (FESF), de l'extrémité supérieure de l'humérus, des vertèbres, du bassin, du fémur distal, de 3 côtes simultanées et du tibia proximal. [5]

## 1.3 Facteurs de risque et ostéoporose secondaire

Il est important d'identifier les facteurs de risque de l'ostéoporose pour le dépistage, parmi lesquels on note par exemple la survenue d'une ménopause précoce, les antécédents personnels de fracture ou antécédents familiaux de FESF, l'intoxication alcoolo-tabagique chronique, les carences vitamino-calciques, l'origine caucasienne...

La recherche d'une cause d'ostéoporose est importante : corticothérapie, hypogonadisme, hyperparathyroïdie primaire, hémochromatose génétique, maladies de l'appareil digestif (gastrectomie, résections intestinales étendues, entérocolopathies inflammatoires, syndromes de malabsorption, maladie cœliaque, maladies inflammatoires chroniques, hyperthyroïdie...)

## 1.4 Impacts sur la santé

Le nombre de fractures ostéoporotiques dans le monde est estimé à au moins 9 millions au début du XXIème siècle, dont 1,6 millions de fractures de hanches, 1.7 millions de fractures de poignet et 1,4 millions de fractures vertébrales. [7] En France, on estime la prévalence de l'ostéoporose à 5,5 % avec une nette prédominance féminine. [25]

En France, l'incidence des FESF en 2017 a été estimée à 50 000 chez les femmes et 16 000 chez les hommes [8]. Ce chiffre tend à augmenter sur les prochaines années avec une projection de 150 000 FESF en 2050 [9]. La majorité de ces fractures sont secondaires à une ostéoporose sous-jacente.

Quant au nombre de fractures vertébrales d'origine porotique, il est estimé à environ- 70 000 par année en France, mais ce chiffre tend à être sous-estimé au vu de la difficulté à diagnostiquer ce type de fracture.

La survenue de ces fractures ostéoporotiques sévères est loin d'être anodine avec une mortalité à 1 an estimée à 33 % dans les suites d'une FESF, avec une nette surmortalité chez les hommes. [10]

Cette surmortalité est retrouvée également pour les autres types de fractures sévères. [11]

En dehors de la surmortalité, la survenue d'une fracture ostéoporotique est associée à une diminution de l'espérance de vie corrigée de l'incapacité (Disability-Adjusted Life Year ou DALY). En rhumatologie, cela représente la deuxième cause d'invalidité derrière l'arthrose mais devant la polyarthrite rhumatoïde. [7]

Certaines études retrouvent une réduction de cette mortalité après introduction d'un traitement anti-ostéoporotique chez les sujets âgés, tout particulièrement avec l'acide zolédronique. [18]

Au total, les fractures ostéoporotiques représentent en France un coût annuel de 7 milliards d'euros soit 2,6 % des dépenses en santé. [12]

Le diagnostic ainsi que la prise en charge de l'ostéoporose est donc un enjeu majeur de santé publique en France.

## 2. Chirurgie bariatrique

### 2.1 Généralités

L'obésité est un problème de santé majeur au niveau mondial avec près d'un milliard de personnes touchées selon les dernières estimations de l'OMS.

Dans ce contexte, le nombre de chirurgie de l'obésité a augmenté depuis 2011, avec néanmoins un ralentissement en 2020 du fait de la pandémie de COVID19. [13]

La chirurgie bariatrique trouve son indication en France chez les personnes en situation d'obésité morbide ( $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ) ou en situation d'obésité sévère ( $IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$ ) avec au moins une comorbidité susceptible d'être améliorée par la chirurgie (diabète de type 2, hypertension artérielle, affection respiratoire sévère dont l'apnée du sommeil, maladie ostéoarticulaire invalidante, NASH).

L'âge moyen des patients bénéficiant d'une procédure de chirurgie bariatrique était de 41,6 ans en France en 2016 [26].

La France fait partie des pays pratiquant le plus de chirurgie bariatrique dans le monde avec une nette prédominance féminine.

## 2.2 Les différentes techniques chirurgicales

On différencie les techniques dites restrictives pures et les techniques à la fois restrictive et malabsorptive.

En France, les trois techniques chirurgicales officiellement validées par la HAS sont : la Sleeve gastrectomie (SG), le bypass gastrique avec roux en Y (RYGB), l'anneau gastrique ajustable (AGA). [14]

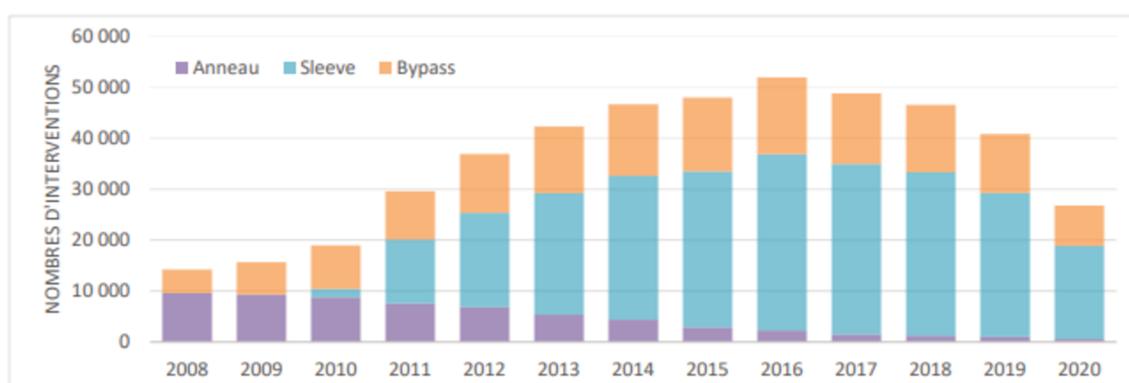
D'autres techniques sont plus rarement employées comme la dérivation biliopancréatique, la SADI-Sleeve, la bipartition du transit (BPT) ou encore l'endo sleeve et le gastric bypass en oméga. [15]

Chaque technique possède ses avantages et ses inconvénients. On peut citer notamment le problème du reflux gastro-œsophagien après SG, ou le risque d'hernie interne après RYGB. Les potentielles complications post-chirurgicales sont à prendre en compte pour le choix de la technique chirurgicale. [16]

La perte de poids post-chirurgicale semble parfois plus importante après technique malabsorptive. En revanche peu de différences semblent ressortir dans certaines études entre la SG et le RYGB sur le contrôle des comorbidités. [17]

Concernant l'AGA, cette technique tend progressivement à être délaissée ces dernières années. [19]

La SG est ainsi devenue la technique la plus pratiquée en France depuis 2011. (Figure 1)



Source données ATIH, analyse HAS

Figure 1 : Evolution de la chirurgie bariatrique en France entre 2008 et 2020 [48]

### 2.2.1 Sleeve gastrectomie

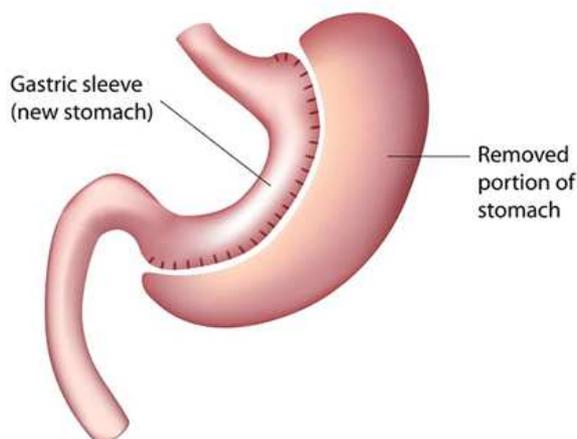


Figure 2 : Sleeve Gastrectomy

La sleeve gastrectomie est donc une technique purement restrictive consistant à l'exérèse d'environ 2/3 de l'estomac. L'efficacité de cette technique repose principalement sur la réduction du volume gastrique permettant une réduction des apports alimentaires ainsi que sur l'effondrement de la sécrétion hormonale orexigène de ghréline produite en grande quantité par le fundus.

### 2.2.2 Bypass gastrique en Y

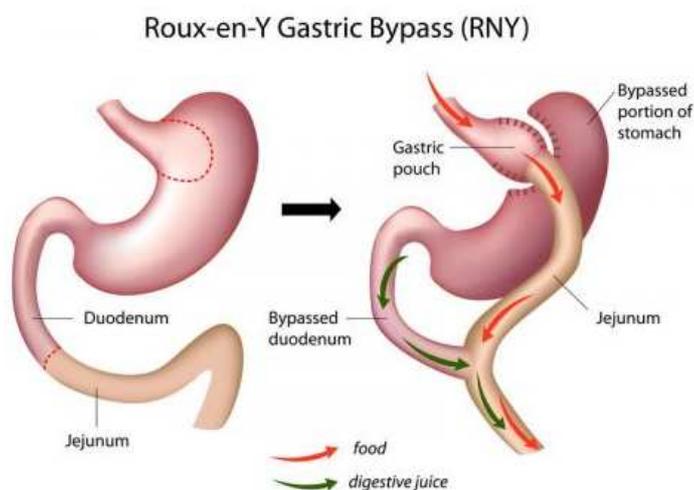


Figure 3 : Gastric Bypass avec roux en Y

Le RYGB est une technique à la fois restrictive et malabsorptive. Elle consiste à réaliser une poche gastrique proximale et d'effectuer une anastomose entre cette poche gastrique et la partie distale du jéjunum, permettant de court-circuiter la partie distale de l'estomac, le duodénum ainsi que la partie proximale du jéjunum.

La perte de poids est en conséquence rapide et importante avec une efficacité précoce sur l'amélioration du diabète de type 2. [21]

Cette technique modifie également la sécrétion des incrétines avec réduction de la production de la ghréline sur le même principe que la SG.

On retrouve également chez ces patients opérés une augmentation des dosages plasmatiques post-prandiale des incrétines GLP-1 et Peptides YY qui favorisent notamment l'insulinosécrétion et inhibent la production de glucagon. [22]

A noter que cet effet sur la sécrétion des incrétines est également retrouvé dans certaines études après SG mais peut-être dans une moindre mesure. [23,24]

### 3. Chirurgie de l'obésité et impact osseux dans la littérature

#### 3.1 Risque fracturaire

L'augmentation du risque fracturaire commence à être bien décrite dans la plupart des études réalisés à ce sujet.

Ce risque est surtout décrit dans la littérature chez les patients ayant bénéficié d'un RYGB [27, 28, 29]. Concernant les autres techniques, l'AGA ne semble pas être associé à un surrisque fracturaire [28] et pour la SG, les études tendent à montrer un moindre impact sur la santé osseuse comparé au RYGB.

L'étude de *Paccou et al* reposant sur une base de données de patients en France retrouve une majoration du risque des fractures ostéoporotiques majeurs après RYGB avec un HR à 1,70, (95% CI [1,46–1,98]). Ce surrisque fracturaire n'est en revanche pas retrouvé après SG (HR= 0,95, 95% CI 0,79–1,14) et AGA (HR= 0,95, 95% CI 0,72–1,25). [27]

Concernant le délai d'apparition des fractures ostéoporotiques, une étude Québécoise retrouve une moyenne de 3,9 ans par rapport à l'apparition des premiers évènements fracturaires [30]. D'autres études réalisées aux Etats-Unis et en France retrouvent globalement un pic d'évènement fracturaire aux alentours de 5 ans [27, 28].

Néanmoins le suivi des patients est souvent limité dans le temps et l'impact osseux de la chirurgie bariatrique sur le long terme reste peu documenté. Une étude Suédoise basée sur un registre national de patients a évalué l'incidence des

fractures vertébrales après un suivi médian entre 15,1 et 17,9 ans pour les trois principales techniques chirurgicales. Cette étude retrouvait un risque de fracture vertébrale augmenté dans le groupe RYGB (HR 2,58 ; 95% [CI] 2,02-3,31 ; P < 0,01), mais également dans le groupe AGA (HR 1,99 ; 95%CI 1,41-2,82 ; P < 0,001), et le groupe SG (HR 2,15 ; 95% CI 1,66-2,79 ; P < 0,001). [31]

Cela peut suggérer un impact osseux négatif existant également dans les techniques chirurgicales dites restrictives sur le long terme avec une diminution de la masse osseuse sans doute plus lente que pour les techniques malabsorptives tel que le RYGB.

Concernant les sites fracturaires, les personnes en situation d'obésité semblent présenter une prédominance des fractures de fragilité osseuse au niveau de l'extrémité supérieure de l'humérus et de la cheville (fractures bimalléolaires), et il semble y avoir un rôle plutôt protecteur de l'obésité concernant les FESF, les fractures du bassin et du poignet/avant-bras. [32]

L'étude de *Rousseau et al* a étudié le risque fracturaire selon le site et démontre la survenue de fractures typiques de l'ostéoporose après chirurgie bariatrique (fractures vertébrales, FESF, fractures du bassins, fractures de la diaphyse fémorale.) [30]

### 3.2 Physiopathologie

Après chirurgie bariatrique et plus particulièrement après RYGB, plusieurs études ont démontré une diminution rapide de la DMO et une altération de la microarchitecture osseuse [33, 34, 35, 36].

Cette perte osseuse est observée dès les 6 premiers mois suivants la chirurgie et elle est principalement retrouvée à l'ESF comparativement au rachis lombaire. [37]

L'étude de Liu C et al retrouve une perte osseuse estimée entre 6 et 10 % à l'ESF chez des patients suivis à 12 mois d'un RYGB. [38]

Sur le plan du métabolisme osseux, cela s'explique par une tendance à l'hyper remodelage avec majoration rapide et soutenue des dosages sanguins de marqueurs du remodelage osseux tel que les télopeptides-C-terminaux du collagène de type 1 (CTX) et les télopeptides du collagène osseux de type 1 (PINP). L'élévation sanguine du CTX et à moindre mesure du PINP est retrouvée de manière prolongée sur 24 mois avec un pic à 12 mois après RYGB ou SG dans une méta-analyse de 2015. [39]

L'explication physiopathologique de cette perte osseuse importante et rapide est sans doute multifactorielle. Dans la littérature, plusieurs arguments sont avancés avec plus ou moins de preuve.

Premièrement, les déficits d'absorption de certains nutriments, bien connus après chirurgie bariatrique, et faisant partie intégrante du suivi nutritionnel post-chirurgical peuvent-être mis en avant. On note fréquemment dans cette population un déficit d'apports en vitamine D, qui est par ailleurs stockée de manière excessive dans la masse grasse [34]. Une carence en vitamine D et en apports calciques favorisent l'hyperparathyroïdie secondaire. [40]

Secondairement, on peut se poser la question de l'impact de la modification de sécrétion des hormones digestives tels que la ghréline ou les incrétines (GLP-1, GIP, PYY), ou des adipokines sur l'équilibre du métabolisme osseux mais les données scientifiques à ce sujet sont pour le moment insuffisantes et parfois contradictoires.

Enfin, nous pouvons mettre en avant la modification rapide de la composition corporelle après chirurgie bariatrique avec à la fois une diminution de la masse grasse, recherchée dans ce type de chirurgie, mais également de la masse maigre pouvant parfois aboutir à une sarcopénie. Cela peut engendrer une diminution rapide des contraintes mécaniques sur le tissu osseux. La diminution des contraintes mécaniques peut être à l'origine d'une augmentation de la production de sclérostine qui est une protéine inhibitrice de la formation osseuse. Cette augmentation a été retrouvée dans une étude de *Muschitz et al* en 2015 [41].

### 3.3 Recommandations

Peu de recommandations avaient été établi quant au suivi osseux pré et post chirurgie bariatrique en France et en Europe avant 2022.

Les dernières recommandations de la HAS sur la prise en charge pré et post chirurgie bariatrique de février 2024 prennent en compte ce surrisque fracturaire. Il est ainsi recommandé de couvrir systématiquement les besoins en apports calciques, en vitamine D et en protéines après chirurgie bariatrique. Les patients devant bénéficier d'un RYGB ou une autre technique malabsorptive doivent être informés du risque fracturaire. En cas de présence de facteurs de risques fracturaires, la HAS recommande une évaluation par un rhumatologue. La place de l'ostéodensitométrie est en revanche peu précise, indiquée uniquement si celle-ci peut à priori conduire à une modification de la prise en charge du patient. Cet examen ne fait malheureusement pas parti du bilan systématique avant chirurgie, quelle que soit la technique utilisée. [42]

Début 2022, l'ECTS (European Calcified Tissue Society) a publié des premières recommandations [43], suggérant la réalisation d'une mesure de la DMO chez les

femmes ménopausées et les hommes de plus de 50 ans. Il était recommandé de traiter par acide zolédronique en cas :

- D'antécédent de fracture de fragilité datant de moins de deux ans
- De T-score  $\leq -2$  au rachis lombaire et/ou au col fémoral/hanche totale même en l'absence de fracture
- De score FRAX  $\geq 20\%$  pour le risque de fracture majeure ostéoporotique à 10 ans.

Des recommandations ont également été proposées fin 2022 en France par le GRIO (groupe de recherche et d'informations sur les ostéoporoses) et la SFR (société française de rhumatologie).

Ces recommandations [44] suggèrent d'évaluer de manière systématique par réalisation d'une ostéodensitométrie tous les patients :

- Devant bénéficier d'une chirurgie par RYGB ou DBP
- Présentant des facteurs de risque de fractures comme un antécédent de fracture de fragilité après 40 ans ou des comorbidités/traitements fréquemment associés à l'ostéoporose
- Les hommes  $\geq 50$  ans et les femmes ménopausées.

L'ensemble de cette population devrait bénéficier d'apports calciques et protéiques adéquates et avoir taux en 25 OH Vitamine D  $\geq 30\text{ng/mL}$ .

Dans les recommandations françaises, en cas d'indication à la mise en place d'un traitement anti-ostéoporotique, l'acide zolédronique est à privilégier en première intention. [44]

Le seuil d'un T-Score  $\leq -2$  a été choisie pour la décision thérapeutique du fait de la surestimation du T-score chez les personnes en situation d'obésité et de la perte rapide et importante de masse osseuse post-chirurgicale.

#### 4. Justification de l'étude

Au vu de la considération de plus en plus importante du risque de fragilité osseuse dans les suites d'une chirurgie bariatrique et des recommandations récentes, nous avons décidé de réaliser une évaluation de la prévalence et des facteurs de risque d'une DMO basse (T-score  $\leq -2$ ) et/ou des fractures de fragilité dans le cadre du suivi des patients après réalisation d'une SG ou d'un RYGB chez des hommes  $\geq 50$  ans et des femmes ménopausées, et ce afin d'évaluer l'utilité du dépistage systématique dans cette population.

# Matériel et méthodes

## 1. Type d'étude et population étudiée

Il s'agit d'une étude de cohorte observationnelle transversale et monocentrique. Les patients ont été inclus de manière prospective entre juin 2019 et juin 2023. L'analyse des données a été réalisée de manière rétrospective sur une base de patients adressés par le service de chirurgie générale et endocrinienne du CHU de Lille au service de rhumatologie du CHU de Lille pour réalisation d'une ostéodensitométrie.

### 1.1 Critères d'inclusion

Pour être inclus dans cette étude, les hommes devaient avoir au minimum 50 ans et les femmes devaient être ménopausées, avec un suivi post-opératoire au CHU de Lille.

La date d'inclusion correspond au jour de la dernière ostéodensitométrie réalisé dans le cadre du suivi post-SG ou post-RYGB.

Ils devaient avoir, au moment de la réalisation de l'ostéodensitométrie, un antécédent de SG et/ou de RYGB dans un délai situé entre 2 et 15 ans. La grande majorité des procédures chirurgicales ont été réalisées au CHU de Lille, mais les patients ayant bénéficié de la chirurgie dans un autre centre avec un suivi débuté à posteriori au CHU de Lille ont également été inclus sous réserve d'avoir bénéficié de l'évaluation de la DMO au CHU de Lille.

### 1.2 Critères de non-inclusion

Les patients n'ayant pas bénéficié d'une ostéodensitométrie dans le service de rhumatologie du CHU de Lille n'ont pas été inclus.

Les hommes de moins de 50 ans et les femmes non ménopausées ont été exclus du recueil de données.

Enfin, les patients ayant un poids supérieur à 160 kg n'ont pas pu bénéficier d'une évaluation de la DMO afin de respecter le poids maximal supporté par la table d'ostéodensitométrie.

## 2. Données recueillies

Dans cette étude, nous avons recueilli de multiples données pour chaque patient. Ces données comportaient :

- Les caractéristiques démographiques (sexe, âge, poids, taille et IMC au moment de l'ostéodensitométrie)
- Les antécédents médicaux et les traitements habituels
- Les antécédents de chirurgie bariatrique et le type de chirurgie
- L'âge de la ménopause pour les femmes
- Les facteurs de risque d'ostéoporose : antécédents personnels de fractures, antécédents familiaux de FESF au premier degré, ménopause précoce <45 ans, tabagisme actif ou sévère, éthyliste chronique actif ou sévère ( $\geq 3$  unités par jour), corticothérapie prolongée à plus de 3 mois d'au moins 7,5 mg/jour d'équivalent prednisone, les antécédents de polyarthrite rhumatoïde, de diabète et d'hyperthyroïdie
- Les paramètres de la composition corporelle par DXA
- Les données biologiques si disponibles : CRP, calcémie, phosphorémie, 25-OH-vitamine D, PTH, créatinine, DFG selon la formule CKD-EPI et hémoglobine glyquée.

L'ensemble de ces données ont été recueillis de manière rétrospective par l'analyse des dossiers médicaux informatisés sur le logiciel hospitalier du CHU de Lille "Sillage", en se basant principalement sur les résultats de la DMO et de la composition corporelle, un questionnaire standardisé réalisé par une manipulatrice en radiologie au moment de l'ostéodensitométrie (annexe), les courriers de suivi en HDJ et/ou en consultation dans le service de chirurgie générale et endocrinienne et, si cela était disponible, les courriers de consultation en rhumatologie.

Concernant les résultats de l'analyse par DXA, ceux-ci ont donc été évalués sur la même machine de marque HOLOGIC (Discovery A S/N 81360) pour l'ensemble de la population de l'étude.

La mesure de la DMO est exprimée en g/cm<sup>2</sup> d'hydroxyapatite avec évaluation du T-score (en DS) sur 3 sites : le rachis lombaire, la hanche totale et le col fémoral.

Le seuil de T-Score  $\leq -2$  a été utilisé pour définir une masse osseuse basse.

Concernant la composition corporelle, nous avons recueilli la masse grasse totale (TBF, kg), la masse maigre totale (TLM, kg) et appendiculaire (ALM, kg), l'adiposité

viscérale (VAT, cm<sup>2</sup>), l'indice de masse grasse (FMI : TBF/taille<sup>2</sup> en kg/m<sup>2</sup>) et l'indice de masse maigre appendiculaire (SMI : ALM/taille<sup>2</sup> en kg/m<sup>2</sup>).

Une masse musculaire diminuée était définie par un SMI  $\leq$  7 kg/m<sup>2</sup> pour les hommes et  $\leq$  5,5 kg/m<sup>2</sup> pour les femmes.

Les résultats densitométriques étaient interprétés systématiquement par un seul rhumatologue du service, le Pr Julien PACCOU, et résumés dans un courrier médical.

Pour le recueil des antécédents de fractures de fragilité osseuse, celui-ci était basé principalement sur l'interrogatoire du patient mais également par l'analyse opportuniste des imageries disponibles (scanner thoracique, scanner abdominopelvien, IRM rachidienne...) du patient afin de dépister la présence de fractures vertébrales. Nous avons identifié les fractures de fragilité survenues dans les 2 années précédant la DMO, devant conduire à la mise en place d'un traitement anti-ostéoporotique selon les recommandations de l'ECTS. [43]

Concernant les facteurs de risque analysés associés à une masse osseuse basse et/ou un antécédent de fracture de fragilité de moins de 2 ans, nous avons retenu plusieurs facteurs que nous avons jugé pertinents et pour lesquels nous avons peu de données manquantes. Ces paramètres étaient :

- L'âge à l'inclusion en années
- L'IMC à l'inclusion en kg/m<sup>2</sup>
- Le SMI en kg/m<sup>2</sup>
- Le dosage de la PTH en pg/ml
- Le sexe
- Le groupe d'inclusion (SG ou RYGB)
- Le délai en années entre la chirurgie bariatrique et la DMO
- L'antécédent de dénutrition chronique définit comme une carence des apports caloriques insuffisante pour répondre aux besoins nutritionnels du patient après évaluation diététique
- Le diabète de type 2
- L'antécédent d'éthylisme chronique avec consommation excessive actuelle ou sevrée ( $\geq$  3 unités/ jour)
- L'antécédent de tabagisme, actif ou sevré
- La prise d'un traitement par IPP

### 3. Objectifs principaux de l'étude

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la prévalence d'une masse osseuse basse (T-score  $\leq -2$  sur au moins l'un des sites) et/ou d'une fracture de fragilité osseuse de moins de 2 ans chez des patients ayant bénéficié d'une SG ou d'un RYGB dans un délai de suivi post-opératoire fixé entre 2 à 15 ans.

L'objectif secondaire était de déterminer les facteurs de risque associés à ce critère composite dans cette population spécifique.

### 4. Analyses statistiques

Les variables qualitatives ont été décrites en termes de fréquences et de pourcentages. Les variables quantitatives ont été décrites par la moyenne et l'écart type ou par la médiane et l'intervalle interquartile en cas de distribution non Gaussienne. La normalité des distributions a été vérifiée graphiquement et à l'aide du test de Shapiro-Wilk.

Aucune comparaison statistique n'a été réalisée pour les variables qualitatives avec un effectif inférieur à 8 pour au moins une des modalités.

La fréquence de patients ayant un antécédent de fracture de fragilité et/ou un T-score  $\leq -2$  (critère composite) a été décrite avec son intervalle de confiance à 95% dans la population globale, ainsi que chez les patients ayant eu une SG et chez les patients ayant eu un RYGB.

Les variables ont été comparées entre les groupes SG et RYGB à l'aide du test du Chi-deux (ou du test exact de Fisher en cas d'effectif théorique  $<5$ ) pour les variables qualitatives et à l'aide du test t de Student (ou U de Mann-Whitney en cas de distribution non Gaussienne) pour les variables quantitatives.

La recherche de facteurs de risque de présenter une fracture de fragilité et/ou d'avoir un T-score  $\leq -2$  (critère composite) a été réalisé à l'aide d'un modèle de régression logistique. Les rapports (odds ratio) ainsi que leur intervalle de confiance à 95% ont été calculés. L'hypothèse de log-linéarité a été vérifiée pour les variables quantitatives en utilisant des fonctions splines cubiques. En cas d'hypothèse non vérifiée, la variable concernée (délai entre la chirurgie et la mesure de la DMO) a été binarisée selon la médiane.

Le niveau de significativité a été fixé à 5 %. Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS (SAS Institute version 9.4).

## 5. Cadre réglementaire

L'étude a été déclarée et a reçu une autorisation de traitements des données de la CNIL.

# Résultats

## 1. Caractéristiques de la population étudiée

Nous avons identifié un total de 211 femmes ménopausées et hommes  $\geq 50$  ans avec un suivi pré ou post-opératoire réalisé au CHU de Lille avec évaluation de la DMO dans le service de rhumatologie entre juin 2019 et juin 2023 (4 ans). Parmi ces 211 patients, 124 ont bénéficié d'un suivi post-opératoire pour un RYGB et 38 pour une SG soit un total de 162 patients.

Chez les patients avec antécédent de RYGB, 11 patients ont bénéficié d'une évaluation de la DMO avant 2 ans et 3 après 15 ans de leur chirurgie.

Chez les patients avec antécédent de SG, 8 avaient, au moment de la DMO, un antécédent plus récent de RYGB réalisé dans un intervalle de 2 à 15 ans. Ces patients ont donc été inclus dans le groupe RYGB.

Au total, 140 patients ont été inclus dans l'étude, avec 30 patients inclus dans le groupe SG et 110 patients dans le groupe RYGB (figure 4).

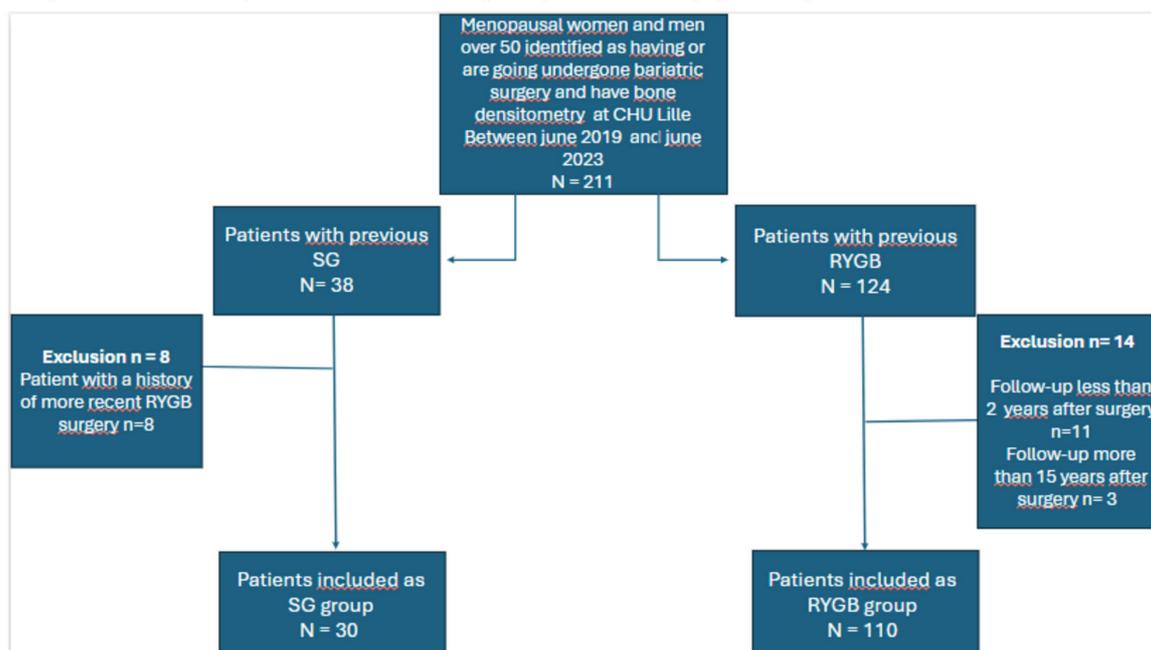


Figure 4 : Flow Chart

Le tableau 1 résume l'ensemble des données démographiques, cliniques et des comorbidités, recueillies sur les 140 patients inclus, puis selon les groupes SG et RYGB.

L'âge moyen était de  $59 \pm 6,1$  ans avec une nette prédominance féminine retrouvée dans les groupes SG et RYGB (respectivement 86,7 % et 85,5 %). L'IMC moyen sur l'ensemble de la population était de  $32,8 \pm 7$  kg/m<sup>2</sup> avec dans le groupe SG une tendance à un IMC moyen plus élevé ( $35,0 \pm 7,5$  kg/m<sup>2</sup>) que dans le groupe RYGB ( $32,2 \pm 6,8$  kg/m<sup>2</sup>) mais de manière non significative ( $p= 0,056$ ).

Concernant les comorbidités, les deux groupes étaient globalement comparables avec néanmoins une prédominance significative dans le groupe SG de maladies hépatiques chroniques (stéatose et cirrhose), et de syndrome d'apnée du sommeil (SAS). Parmi les patients ayant bénéficié d'une SG, 80 % présentaient un antécédent de SAS contre 54,1 % dans le groupe RYGB ( $p= 0,011$ ) et 26,7 % présentaient une maladie hépatique chronique contre 11 % dans le RYGB ( $p= 0,041$ ). On notait également une prédominance significative de la dénutrition chronique dans le groupe RYGB (42,7 %) contre 20 % dans le groupe SG ( $p= 0,023$ ).

Parmi les 110 patients inclus dans le groupe RYGB, 36 (32,7 %) avaient bénéficié auparavant d'une chirurgie par AGA et 8 (7,3 %) avaient bénéficié d'une SG.

Parmi les 30 patients inclus dans le groupe SG, 4 (13,3%) avaient bénéficié auparavant d'une chirurgie par AGA.

Les antécédents de chirurgie bariatrique par une autre technique sont minoritaires avec 4 antécédents de DBP-DS, 1 dans le groupe SG (3,3 %) et 3 dans le groupe RYGB (2,8 %), 1 antécédent de gastroplastie verticale calibrée dans le groupe RYGB et 1 conversion en SADI-Sleeve dans le groupe SG.

Parmi les patients ayant bénéficié de plusieurs chirurgies bariatriques, la séquence AGA suivi d'un RYGB était la plus courante.

Tableau 1 : Tableau caractéristique comparatif

	Total (N=140)	SG Group (N= 30)	RYGB group (N=110)	P-value
<b>Demographic characteristics</b>				
Age, years (median, Q1;Q3)	59.0 (55.0 ; 63.0)	60.5 (57.0 ; 63.0)	59.0 (55.0 ; 63.0)	0.52
Gender				1.00
Women, n(%)	120 (85.7)	26 (86.7)	94 (85.5)	
Men, n(%)	20 (14.3)	4 (13.3)	16 (14.5)	
Weight, kg (median, Q1;Q3)	87.0 (74.3 ; 100.0)	94.0 (73.0 ; 103)	86.0 (75.0 ; 99.0)	0.25

Height, cm (median, Q1;Q3)	164.0 (159.0 ; 170.0)	162.0 (158.0 ; 169.0)	164.0 (160.0 ; 170.0)	0.39
BMI, kg/m <sup>2</sup> (Mean± SD)	32.8 ± 7.0	35.0 ± 7.5	32.2 ± 6.8	0.056
<b>Comorbidities</b>				
Hypertension (N, %)	83 (60.1)	19 (63.3)	64 (59.3)	0.69
Dyslipidemia	45 (32.4)	13 (43.3)	32 (29.4)	0.15
SAS (N, %)	83 (59.7)	24 (80.0)	59 (54.1)	<b>0.011</b>
Diabetes (N, %)	49 (35.0)	11 (36.7)	38 (34.5)	0.83
Dysthyroidism (N, %)	25 (18.2)	7 (24.1)	18 (16.7)	0.36
Gastroesophageal reflux disease (N, %)	45 (32.4)	13 (43.3)	32 (29.4)	0.15
Peptic ulcer (N, %)	6 (4.3)	0 (0.0)	6 (5.5)	NA : effectif <8
Cancer (N, %)	18 (13.0)	4 (13.3)	14 (13.0)	1.00
Chronic kidney disease (N, %)	7 (5.0)	2 (6.7)	5 (4.6)	NA : effectif <8
Stroke (N, %)	7 (5.0)	2 (6.7)	5 (4.6)	NA : effectif <8
Rhythm disorder (N, %)	10 (7.2)	1 (3.3)	9 (8.3)	0.69
Kidney lithiasis (N, %)	8 (5.8)	3 (10.0)	5 (4.6)	0.37
Ischemic heart disease (N, %)	11 (7.9)	2 (6.7)	9 (8.3)	1.00
COPD (N, %)	5 (3.6)	2 (6.7)	3 (2.8)	NA : effectif <8
Chronic liver disease (N, %)	20 (14.4)	8 (26.7)	12 (11.0)	<b>0.041</b>
Asthma (N, %)	7 (5.0)	2 (6.7)	5 (4.6)	NA : effectif <8
Chronic malnutrition (N, %)	53 (37.9)	6 (20.0)	47 (42.7)	<b>0.023</b>
<b>History of bariatric surgery (N, %)</b>				
SG	38 (27.1)	30 (100)	8 (7.3)	
RYGB	111 (79.3)	0 (0.0)	110 (100)	
Adjustable gastric banding	40 (28.6)	4 (13.3)	36 (32.7)	
DBP with duodenal switch	4 (2.9)	1 (3.3)	3 (2.8)	
Vertical banded gastroplasty	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.9)	
SADI	1 (0.7)	1 (3.3)	0 (0.0)	

Tableau 2 : Comparatif des facteurs de risque d'ostéoporose

	N	Total	SG Group	RYGB group	P-value
<b>Osteoporosis risk factors N (%)</b>					
Premature menopause (<45y)	103	26 (25.2)	6 (26.1)	20 (25.0)	0.92
Smoking (weaned or not)	140	62 (44.6)	17 (56.7)	45 (41.3)	0.32
Alcohol (weaned or not)	140	19 (13.6)	1 (3.3)	18 (16.4)	0.075
Family history of hip fracture (1st degree)	137	5 (3.6)	2 (7.1)	3 (2.8)	NA : effectif <8
Long-term corticosteroids	136	7 (5.1)	2 (6.9)	5 (4.7)	NA : effectif <8
Rheumatoid arthritis	135	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.9)	NA : effectif <8

Les principaux facteurs de risque d'ostéoporose retrouvés dans la population totale sont l'antécédent de ménopause précoce (25,2 %), le tabagisme sévère ou actif (44,6 %) et la consommation chronique active ou sévère d'alcool (13,6 %).

Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes pour ces facteurs de risque. (Tableau 2)

L'âge de la ménopause était la donnée la plus difficile à identifier avec 37 données manquantes. Les résultats sont rapportés au nombre de patients après déduction des données manquantes.

Tableau 3 : Comparatif des traitements

	N	Total	SG Group	RYGB group	P-value
<b>Therapeutics, N (%)</b>					
Antihypertensive	136	64 (47.1)	13 (44.8)	51 (47.7)	0.79
PPI	139	45 (32.4)	13 (43.3)	32 (29.4)	0.15
Antidepressant	136	31 (22.8)	5 (17.2)	26 (24.3)	0.42
Oral antidiabetic	136	36 (26.5)	8 (27.6)	28 (26.2)	0.88
Insulin	119	25 (21.0)	8 (32.0)	17 (18.1)	0.13
Vitamin D supplement	126	55 (43.7)	8 (30.8)	47 (47.0)	0.14

Calcium Supplement	124	42 (33.9)	11 (37.9)	31 (32.6)	0.60
Lipid-lowering	136	39 (28.7)	11 (37.9)	28 (26.2)	0.21
Hypnotic	136	28 (20.6)	4 (13.8)	24 (22.4)	0.31
Levothyroxine	136	19 (14.0)	2 (6.9)	17 (15.9)	0.36
Oral anticoagulant	136	12 (8.8)	4 (13.8)	8 (7.5)	0.28

Parmi les thérapeutiques, 47,1 % des patients prenaient un traitement antihypertenseur, 28,7 % un traitement hypolipémiant, 32,4 % un traitement par IPP et 26,5% étaient sous antidiabétiques oraux. Il n'y avait pas de différence significative parmi les différentes classes thérapeutiques dans les deux groupes. (Tableau 3)

On note qu'une supplémentation en vitamine D et en calcium était mentionnée au moment de la DMO chez moins de la moitié des patients (respectivement 43,7 % et 33,9 % des patients).

Les résultats sont rapportés au nombre de patients après déduction des données manquantes, non disponibles dans les dossiers informatisés du CHU de Lille.

Tableau 4 : Comparatif des résultats biologiques

	N	Total	SG Group	RYGB group	P-value
<b>Biological findings</b>					
PTH (pg/mL) (median, Q1;Q3)	119	43.0 (35.0 ; 68.0)	41.0 (34.0 ; 63.0)	46.5 (35.0 ; 75.0)	0.29
Calcemia (mg/l) (Mean± SD)	120	94.4 ± 4.3	96.1 ± 5.6	93.8 ± 3.7	0.053
25OH Vitamin D (ng/mL) (Mean± SD)	120	27.0 ± 9.3	27.1 ± 10.3	26.9 ± 9.0	0.93
GFR CKD EPI (mL/min) (median, Q1;Q3)	115	89.5 (82.1 ; 105.0)	87.0 (77.0 ; 103.0)	90.7 (83.5 ; 105.0)	0.34
Creatinine (mg/L) (median, Q1;Q3)	119	7.0 (6.0 ; 8.0)	7.0 (6.0 ; 8.0)	7.0 (6.0 ; 8.0)	0.37
Hba1c (%) (median, Q1;Q3)	109	5.6 (5.3 ; 6.0)	5.6 (5.3 ; 5.9)	5.6 (5.3 ; 6.0)	1.00
CRP (mg/l) (median, Q1;Q3)	110	1.8 (0.8 ; 3.0)	2.7 (1.0 ; 6.0)	1.5 (0.8 ; 3.0)	0.062

Dans le tableau 4, on note un taux médian de PTH à 43 (IQR 35,0 ; 68,0) pg/mL dans la population totale, pour une norme du laboratoire comprise entre 10 et 65 pg/mL.

La calcémie moyenne est de  $94,4 \pm 4,3$  mg/L sur la population totale et le dosage moyen de la 25 OH Vitamine D était à  $27,0 \pm 9,3$  ng/mL.

Nous avons retenu uniquement les données biologiques disponibles à moins d'1 an de la réalisation de la DMO.

## 2. Données densitométriques et composition corporelle

Les données densitométriques recueillies sont résumées dans le tableau 5. On retrouve des résultats similaires entre les deux groupes. Le T-score moyen était de  $0,0 \pm 1,6$  au rachis lombaire,  $-0,3 \pm 1,1$  à la hanche totale et  $-0,8 \pm 1,1$  au col fémoral. Il y avait 4 données manquantes pour la hanche et le col fémoral (prothèses totales de hanche bilatérales) et 1 donnée manquante pour le rachis lombaire (ininterprétable du fait de la présence de fractures vertébrales)

Tableau 5 : Données densitométriques

Sites	Data	N	Total Mean $\pm$ SD	SG group Mean $\pm$ SD	RYGB group Mean $\pm$ SD	P-value
Lumbar spine	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	139	1.026 $\pm$ 0.187	1.016 $\pm$ 0.164	1.029 $\pm$ 0.194	0.74
	T-score (SD)		0.0 $\pm$ 1.6	0.0 $\pm$ 1.4	0.0 $\pm$ 1.7	0.82
Total hip	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	136	0.918 $\pm$ 0.162	0.920 $\pm$ 0.182	0.917 $\pm$ 0.156	0.95
	T-score (SD)		-0.3 $\pm$ 1.1	-0.3 $\pm$ 1.3	-0.3 $\pm$ 1.1	0.77
Femoral neck	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	136	0.781 $\pm$ 0.138	0.769 $\pm$ 0.145	0.784 $\pm$ 0.136	0.72
	T-score (SD)		-0.8 $\pm$ 1.1	-0.9 $\pm$ 1.2	-0.7 $\pm$ 1.1	0.68

Concernant les données de la composition corporelle (tableau 6), celles-ci sont similaires entre les deux groupes exceptés pour la masse grasse totale (TBF) en pourcentage, plus élevée dans le groupe SG.

Nous retrouvons dans la population totale un SMI diminué chez 42 patients soit 30,9 % de la population totale avec 4 données manquantes. Celle-ci est retrouvée dans le groupe SG chez 10 patients avec 1 donnée manquante (soit 34,5 %) et dans le groupe RYGB chez 32 patients avec 3 données manquantes (soit 29,9 %), sans différence significative entre les 2 groupes (SG et RYGB).

Tableau 6 : Données de composition corporelles

Data	Total n= 134	SG group n=29	RYGB group n= 105	P-value
TBF (%) mean $\pm$ DS	46.5 $\pm$ 7.6	48.9 $\pm$ 6.7	45.9 $\pm$ 7.7	<b>0.045</b>
TBF (kg) mean $\pm$ DS	41.7 $\pm$ 15.0	46.7 $\pm$ 18.1	40.3 $\pm$ 13.8	0.084
VAT (cm <sup>2</sup> ) mean $\pm$ DS	187.8 $\pm$ 81.3	210.1 $\pm$ 87.9	181.7 $\pm$ 78.8	0.12
FMI (kg/m <sup>2</sup> ) mean $\pm$ DS	16.2 $\pm$ 6.7	17.5 $\pm$ 5.3	15.9 $\pm$ 7.0	0.19
TLM (kg) mean $\pm$ DS	43.7 $\pm$ 9.2	45.1 $\pm$ 11.5	43.3 $\pm$ 8.4	0.44
ALM (kg) mean $\pm$ DS	20.7 $\pm$ 5.3	22.1 $\pm$ 5.5	20.3 $\pm$ 5.2	0.12
SMI (kg/m <sup>2</sup> ), mean $\pm$ DS	6.5 $\pm$ 1.5	6.8 $\pm$ 1.8	6.4 $\pm$ 1.4	0.27
Low SMI, N (%)	42 (30.9)	10 (34.5)	32 (29.9)	0.68

### 3. Résultats principaux

#### 3.1 Prévalence d'une masse osseuse basse et/ou d'un antécédent de fracture de fragilité de moins de 2 ans

Le tableau 7 présente la prévalence d'un T-score  $\leq -2$  et/ou d'antécédent de fracture de fragilité dans la population totale ainsi qu'une analyse dans chaque groupe, SG et RYGB.

La durée médiane de la réalisation de l'ostéodensitométrie après chirurgie était de 5 ans, [IQR 2,0 ; 8,0].

La prévalence de ce critère composite est de 20,0 % [95%CI 0,13 ; 0,27] sur l'ensemble de la population.

Elle est de 23,3 % [95%CI 0,10 ; 0,42] dans le groupe SG et de 19,1 % [95%CI 0,12 ; 0,26] dans le groupe RYGB.

Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes sur le critère composite avec des intervalles de confiance à 95 % qui se chevauchent.

Tableau 7 : Prévalences d'une masse osseuse basse et des antécédents de fractures de fragilité de moins de 2 ans avant la DMO

Prevalence N (%)	Total (n=140)	Sleeve group (n=30)	Bypass group (n=110)
Low BMD (T-score $\leq$ -2 SD)	25 (17.9)	6 (20,0)	19 (17.3)
Patients with at least one fragility fracture <2 years	31 (23.1)	5 (16.7)	26 (23.6)
<b>Low BMD and/or fragility fracture</b>	<b>28 (20.0)</b> <b>CI [0.13 ; 0.27]</b>	<b>7 (23.33)</b> <b>CI [0.10 ; 0.42]</b>	<b>21 (19.09)</b> <b>CI [0.12 ; 0.26]</b>

Nous avons également analysé le type de fractures en population totale mais également selon le type de chirurgie, illustré dans la figure 5.

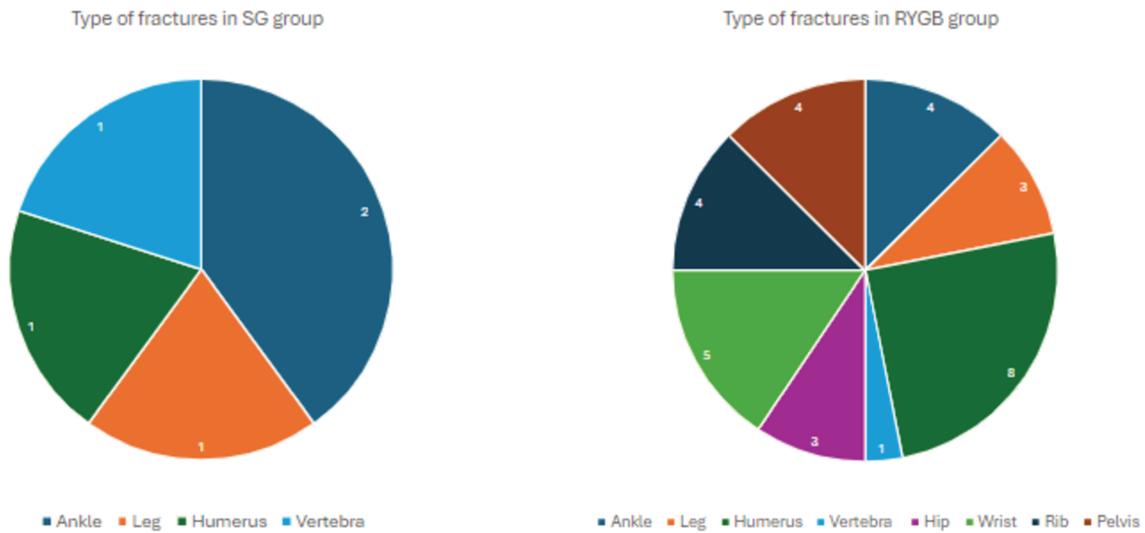
Au total, 37 fractures de fragilité ont été identifiées chez 31 patients. 6 patients avaient 2 antécédents fracturaire, avec au moins 1 fracture datant de moins de 2 ans au moment de l'inclusion. Tous les patients avec un antécédent de fractures multiples étaient dans le groupe RYGB.

Parmi ces 37 fractures, 9 étaient des fractures de l'humérus (24,3 %), 6 des fractures de cheville (16,2 %) et 5 des fractures de poignet (13,5 %).

Il semblerait y avoir une prédominance de fractures de l'humérus dans le groupe RYGB avec 8 patients concernés (25 %).

A noter que les 2 fractures vertébrales ont été découvertes de manière opportuniste après analyse des imageries disponibles dans le dossier informatisé.

Figure 5 : Type of fracture in each group



### 3.2 Facteurs de risque associés à une masse osseuse basse et/ou des fractures de fragilité

Concernant l'âge, en analyse univariée, on retrouve une augmentation du risque de 11 % pour chaque année de vie supplémentaire avec un Odds Ratio de 1,11 [IC95% 1,03 ; 1,20] p=0,008.

Concernant la PTH, en analyse univariée, on retrouve une augmentation du risque de 2 % pour une élévation de 1 ng/mL avec un Odds Ratio de 1,02 [95%CI 1,00 ; 1,03] p=0,016.

Certains facteurs considérés comme à risque d'ostéoporose ne ressortent pas de manière significative dans cette étude. C'est le cas pour le tabagisme, l'éthylisme, ou le diabète.

Tableau 8 : Facteurs de risque associés à une DMO basse et/ou une fracture de fragilité

<b>Variables</b>	<b>Comparison</b>	<b>P-value</b>	<b>Odds Ratio</b>
Age at inclusion		0.008	1.11 [1.03 ; 1.20]
BMI		0.166	0.96 [0.90 ; 1.02]
ALM_KG_m2		0.323	0.84 [0.59 ; 1.19]
PTH ng/mL		0.016	1.02 [1,00 ; 1.03]
Sex	Men vs women	1.000	1 [0.31 ; 3.27]
Group (Sleeve vs Bypass)	Sleeve vs bypass	0.607	1.29 [0.49 ; 3.40]
Time between bone densitometry and bariatric surgery	< 5years vs ≥5years	0.345	1.53 [0.63 ; 3.67]
Chronic malnutrition	Yes vs no	0.794	0.89 [0.38 ; 2.11]
Diabetes	Yes vs no	0.332	1.52 [0.65 ; 3.54]
Alcohol	Yes vs no	0.055	2.78 [0.98 ; 7.89]
Smoking	Yes vs no	0.828	1.10 [0.48 ; 2.52]
PPI treatment	Yes vs no	0.079	2.14 [0.92 ; 5.00]

## DISCUSSION

### 1. Résultats principaux

Cette étude retrouve donc une prévalence de fragilité osseuse après SG et RYGB sur un suivi médian de 5 ans loin d'être négligeable chez les hommes ≥ 50 ans et les femmes ménopausées car estimée à 20 % sur l'ensemble de la population.

Cette forte prévalence est en adéquation avec les résultats retrouvés dans la littérature. En effet en reprenant l'étude canadienne en 2016 de *Rousseau et al*, il existait une tendance à une augmentation de fractures ostéoporotiques chez les patients ayant bénéficié d'une chirurgie bariatrique (514 ; 4,1 %) par rapport aux témoins obèses (1013 ; 2,7 %) et non obèses (3008 ; 2,4 %) sur un délai moyen de 4,4 ans. [30]

En revanche, il n'y a pas de différence entre les deux types de chirurgie retenus dans cette étude, avec une prévalence dans le groupe SG à 23,3 % et dans le groupe RYGB à 19,1 %. Ces résultats se démarquent de certaines études réalisées à ce sujet, démontrant en majorité un risque fracturaire plus marqué chez les

patients bénéficiant d'une chirurgie malabsorptive et notamment dans les suites d'un RYGB. Les valeurs de la DMO étaient similaires dans les 2 groupes.

Une étude norvégienne de *Blom-Hogestol* publiée en 2019 a signalé une prévalence de 15 % des fractures de fragilité chez 194 patients âgés en moyenne de 50 ans et opérés d'un RYGB avec un suivi de 10 ans. [49].

Une revue systématique de 15 études observationnelles et 9 études interventionnelles publiée en 2022 sur le risque fracturaire de tout type après 2 ans de suivi retrouvait un risque relatif fracturaire significatif après chirurgie malabsorptive de 45 % comparé au groupe contrôle (patients en situation d'obésité sans antécédent de chirurgie bariatrique) et de 64 % comparé aux chirurgies restrictives. [50]

Une étude suédoise publiée en 2020 retrouvait un facteur de risque augmenté avec une majoration du risque fracturaire après SG (HR 2,15 ; 95% CI 1,66-2,79 ; P < 0,001), mais dans une moindre proportion que pour le RYGB (HR 2,58 ; 95% [CI] 2,02-3,31 ; p < 0,001). [31]

L'étude de *Courtalin* réalisée en 2021 regroupant des femmes ménopausées et des hommes  $\geq 50$  ans ayant bénéficié d'une évaluation densitométrique au CHU de Lille dans le cadre d'un bilan préopératoire (avec ou non un antécédent de chirurgie bariatrique) ou dans le cadre d'un suivi post-opératoire, la prévalence d'un T-score  $\leq -2$  était de 14,6 % dans le groupe préopératoire contre 13,3 % dans le groupe de suivi post-opératoire. Les valeurs de DMO étaient plus basses chez les patients déjà opérés. Il était également retrouvé une prévalence plus élevée de fractures de fragilité à 30 % dans le groupe de suivi post-opératoire que dans le groupe de bilan préopératoire (17%) mais sans différence significative. [51]

Concernant la prévalence des fractures de moins de 2 ans, 31 patients ont présenté au moins une fracture, 5 dans le groupe SG et 26 dans le groupe RYGB. On note une prédominance de fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus (24% des fractures) et de la cheville (16% des fractures), qui sont des sites fracturaires fréquemment retrouvés chez les patients en situation d'obésité. Les fractures du poignet, plus typiques de l'ostéoporose étaient au 3ème rang avec 13 % des fractures identifiées.

Ces résultats sont corroborés par une étude réalisée au Moyen-Orient en 2021, retrouvant sur un suivi de 8,6 ans une prévalence élevée de fractures de cheville et de poignet par rapport au groupe contrôle. [52]

Le type de procédure chirurgicale (SG ou RYGB) ne semble pas être un facteur de risque de fragilité osseuse dans cette étude. On peut se poser la question de l'impact des autres antécédents de chirurgie bariatrique dont ont bénéficié les patients dans chaque groupe. Au total, 3 antécédents de chirurgie malabsorptive (RYGB, SADI et DBP-DS) parmi le groupe SG ont été identifiés. La proportion de

reprise chirurgicale semble plus élevée parmi les RYGB avec 8 antécédents de SG, 36 antécédents d'AGA (séquence la plus fréquente) et 3 antécédents de DBP-DS. Le nombre conséquent de reprises chirurgicales peut être expliqué par le fait que les patients étaient suivis dans un centre de soins tertiaires.

Concernant les facteurs de risque de fragilité osseuse analysés dans notre étude, il existait un risque significatif de 11 % par année de vie supplémentaire et de 2 % par augmentation d'1 ng/mL de la valeur de la PTH.

Concernant l'âge, cela peut s'expliquer par une nette majorité de femmes qui sont pour rappel toutes ménopausées dans le recueil. On sait que le risque de fractures d'ostéoporose augmente de façon importante à partir de la ménopause [45]. Néanmoins il est intéressant de constater que l'âge moyen des patients bénéficiant d'une chirurgie bariatrique tend à reculer avec le vieillissement de la population [46]. On peut donc en déduire que le risque de fragilité osseuse est d'autant plus important lorsque la chirurgie par SG ou RYGB est réalisée de manière tardive, ce qui est à prendre en considération de nos jours. L'âge médian des patients inclus dans notre étude était de 59 ans.

Pour la PTH, les résultats sont confortés par le fait que l'hyperparathyroïdie est un facteur de risque d'ostéoporose connu dans la population générale. En effet une élévation plasmatique chronique de la PTH est délétère pour la santé osseuse [40]. La PTH agit dans l'os à travers la fixation et l'activation de son récepteur PTHR1 présent principalement dans les ostéoblastes. Elle stimule le remodelage osseux cortical et trabéculaire conduisant à la libération de calcium dans le milieu extracellulaire. [46]

Dans notre étude, la PTH était en moyenne dans les normes et le dosage de la 25-OH Vitamine D retrouvait un taux moyen sous-optimal à 27 ng/mL. On peut se poser la question de l'insuffisance des apports vitamino-calciques dans cette population pourtant surveillée. On retrouve d'ailleurs que sur la base des données des traitements recueillis au moment de la DMO, moins de la moitié des patients recevaient une supplémentation en vitamine D ou en calcium.

## 2. Forces et limites de l'étude

On peut retenir parmi les forces de cette étude l'inclusion prospective des patients dans la cohorte avec des données recueillies sur des bases fiables, s'agissant de dossiers médicaux informatisés et d'un questionnaire standardisé (annexe).

Les données ont été recueillies par une seule personne et une interprétation des résultats densitométriques étaient systématiquement relus et interprétés par le même médecin.

On peut également mettre en avant des délais de suivi après procédure de chirurgie bariatrique allant jusqu'à 15 ans, ce qui est plutôt long comparé à de nombreuses études de la littérature.

La durée médiane de suivi était néanmoins de 5 ans, délai pour lequel un pic fracturaire était retrouvé dans l'étude américaine de *Yu et al* [28] et l'étude française de *Paccou et al* [27]

La principale faiblesse de l'étude demeure dans l'analyse rétrospective des données recueillies, sujet aux biais notamment de mémorisation pour dater les antécédents de fractures ou l'âge de la ménopause.

Certaines données pouvaient être manquantes, en particulier pour les thérapeutiques, les facteurs de risque d'ostéoporose et les bilans biologiques (tableaux 2,3,4)

Bien que les groupes étaient globalement comparables dans les analyses du tableau 1, on mettait en évidence une sur-représentation de dénutrition chronique dans le RYGB et une sur-représentation de maladies hépatiques chroniques dans le groupe SG, qui sont des facteurs considérés comme à risque d'ostéoporose. Néanmoins, il est retrouvé dans notre étude que la dénutrition chronique ne représente pas un facteur de risque significatif sur notre critère de jugement principal.

Enfin, l'effectif faible et en particulier dans le groupe SG peut engendrer un manque de puissance statistique. Les effectifs des groupes SG et RYGB étaient en fait déséquilibrés, modérant la comparaison des deux groupes entre eux, notamment pour l'analyse des prévalences. Le faible effectif par SG peut être expliqué par le caractère monocentrique de l'étude sur le centre hospitalier du CHU de Lille.

### 3. Perspectives

Les résultats de cette étude nous confortent donc dans la nécessité du suivi de la santé osseuse des patients qui ont bénéficié d'une chirurgie bariatrique.

En se basant sur les résultats de cette étude concernant la prévalence de la fragilité osseuse après SG, nous pouvons nous interroger sur l'intérêt de la réalisation d'une densitométrie osseuse systématique chez tous les patients devant bénéficier d'une SG, comme cela est recommandé dans le cadre d'un RYGB ou d'une DBP dans les recommandations françaises sur la prévention de l'ostéoporose secondaire à la chirurgie bariatrique. [44]

On insiste également sur l'importance du suivi et de la supplémentation des carences vitamino-calciques.

Ce suivi devrait être particulièrement réalisé d'autant que l'âge au moment de la chirurgie est élevé. Notre étude gagnerait à être complétée par une analyse de

prévalence de DMO basse et/ou de fractures de fragilité dans une population plus âgée, en particulier après 60 ans.

Dans cette population qui présente un risque accru de fragilité osseuse, la traque des fractures de fragilité et notamment vertébrales doit être un point majeur dans les suivis post-opératoires, en particulier en cas de rachialgies ou de perte de taille significative.

Des études complémentaires avec une étude multicentrique sur un nombre de patients plus conséquent pourraient être intéressantes pour valider ces résultats et notamment sur la prévalence d'une masse osseuse diminuée après SG et sans antécédent de chirurgie malabsorptive au préalable. Un recueil prospectif des données pourrait être utile notamment pour dater de manière précise l'apparition de fractures de fragilité après chirurgie bariatrique.

L'impact des reprises chirurgicales vers une autre technique serait également intéressant à étudier.

Enfin, bien que le pic du risque fracturaire semble se situer aux alentours de 5 ans après la chirurgie bariatrique notamment pour un RYGB dans la littérature, on peut se demander combien de temps persiste cette perte accélérée de la masse osseuse et ce surrisque fracturaire après chirurgie bariatrique.

## CONCLUSION

Cette étude retrouve donc chez 1 patient sur 5 une masse osseuse basse et/ou un antécédent de fracture de fragilité de moins de 2 ans chez des hommes  $\geq 50$  ans et des femmes ménopausées au cours du suivi post-chirurgicale que ce soit pour une SG ou un RYGB.

L'âge et la PTH ont été retrouvés comme étant des facteurs de risque associés à cette fragilité osseuse dans notre population.

Cela met donc en évidence l'importance de l'évaluation de la santé osseuse des patients bénéficiant d'une SG ou d'un RYGB au cours de leur suivi post opératoire.

Une surveillance régulière du bilan phosphocalcique, de la 25 OH vitamine D et de la PTH doit être prise en compte dans leur parcours de soins et la mise en route des suppléments adéquates semble être primordiale et devrait être plus agressive encore.

Un suivi osseux attentif des patients les plus âgés semble également être un axe important, sous réserve de données complémentaires concernant l'impact osseux de la chirurgie bariatrique dans cette population spécifique.

# RÉFÉRENCES

1. PREVENTION AND MANAGEMENT OF OSTEOPORIS. WORLD HEALTH ORGANIZATION 2004.
2. GONZALEZ RODRIGUEZ E, FAVRE L, LAMY O, PRALONG F, HANS D. [DXA IMAGING: THE MULTIFUNCTION SWISS ARMY KNIFE?]. REV MED SUISSE. 2015;11(466):645–50.
3. HANS D, SHEVROJA E, LAMY O. [USE OF TRABECULAR BONE SCORE AS A COMPLEMENTARY APPROACH TO DXA FOR FRACTURE RISK ASSESSMENT IN CLINICAL PRACTICE]. REV MED SUISSE. 2017;13(559):844–50.
4. REGINSTER J-Y. ANTIFRACTURE EFFICACY OF CURRENTLY AVAILABLE THERAPIES FOR POSTMENOPAUSAL OSTEOPOROSIS. DRUGS. 2011;71(1):65–78.
5. BON USAGE DES MÉDICAMENTS DE L'OSTÉOPOROSE. HAUTE AUTORITÉ SANTÉ, 2023
6. BRIOT K, ROUX C, THOMAS T, BLAIN H, BUCHON D, CHAPURLAT R, ET AL. ACTUALISATION 2018 DES RECOMMANDATIONS FRANÇAISES DU TRAITEMENT DE L'OSTÉOPOROSE POST-MÉNOPAUSIQUE. REVUE DU RHUMATISME. 2018;85(5):428–40.
7. JOHNELL O, KANIS JA. AN ESTIMATE OF THE WORLDWIDE PREVALENCE AND DISABILITY ASSOCIATED WITH OSTEOPOROTIC FRACTURES. OSTEOPOROS INT. 2006;17(12):1726–33.
8. ORTHOGÉRIATRIE ET FRACTURE DE LA HANCHE – HAS – 27 OCTOBRE 2017
9. SING CW, LIN TC, BARTHOLOMEW S, BELL JS, BENNETT C, BEYENE K, ET AL. GLOBAL EPIDEMIOLOGY OF HIP FRACTURES: SECULAR TRENDS IN INCIDENCE RATE, POST-FRACTURE TREATMENT, AND ALL-CAUSE MORTALITY. JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH [INTERNET]. 2023 [CITED 2024 AUG 17];38(8):1064–75.
10. GUZON-ILLESCAS O, PEREZ FERNANDEZ E, CRESPI VILLARIAS N, QUIRÓS DONATE FJ, PEÑA M, ALONSO-BLAS C, ET AL. MORTALITY AFTER OSTEOPOROTIC HIP FRACTURE: INCIDENCE, TRENDS, AND ASSOCIATED FACTORS. J ORTHOP SURG RES. 2019;14:2203.
11. CENTER JR, NGUYEN TV, SCHNEIDER D, SAMBROOK PN, EISMAN JA. MORTALITY AFTER ALL MAJOR TYPES OF OSTEOPOROTIC FRACTURE IN MEN AND WOMEN: AN OBSERVATIONAL STUDY. LANCET. 1999 MAR 13;353(9156):878–82.
12. BOUVARD B, LEGRAND E. COÛTS DES FRACTURES OSTÉOPOROTIQUES SÉVÈRES. REVUE DU RHUMATISME [INTERNET]. 2024 JUL 1 [CITED 2024 AUG 17];91(4):521–6.
13. LAZZATI A. ÉPIDÉMIOLOGIE DE LA PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE DE L'OBÉSITÉ. JOURNAL DE CHIRURGIE VISCÉRALE. 2023 APR 1 [CITED 2024 AUG 18];160(2, SUPPLEMENT):S3–7.

14. OBÉSITÉ. HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ. [CITED 2024 AUG 18].
15. NOUVELLES TECHNIQUES DE CHIRURGIE BARIATRIQUE. HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ. [CITED 2024 AUG 19].
16. L. REBIBO : MD, S. MSIKA, MD, PHD. COMPLICATIONS DE LA CHIRURGIE GASTRIQUE ET BARIATRIQUE . EM-CONSULTE. [CITED 2024 AUG 19].
17. TOPART P. OBESITY SURGERY: WHICH PROCEDURE SHOULD WE CHOOSE AND WHY? JOURNAL OF VISCERAL SURGERY [INTERNET]. 2023 APR 1 [CITED 2024 AUG 18];160(2, SUPPLEMENT):S30–7.
18. BOLLAND MJ, GREY AB, GAMBLE GD, REID IR. EFFECT OF OSTEOPOROSIS TREATMENT ON MORTALITY: A META-ANALYSIS. J CLIN ENDOCRINOL METAB. 2010;95(3): 1174–81.
19. FURDERER T, BAUD G, CAIAZZO R, VERKINDT H, PATTOU F. LES RÉSULTATS DE L'ANNEAU GASTRIQUE AJUSTABLE À 10 ANS SONT SUPÉRIEURS AUX ATTENTES : UNE ÉTUDE PROSPECTIVE DE PLUS DE 200 PATIENTS CONSÉCUTIFS AVEC UN SUIVI EXHAUSTIF. JOURNAL DE CHIRURGIE VISCÉRALE. 2015;152(5, SUPPLEMENT):A10.
20. VERHAEGHE P, DHAHRI A, QASSEMYAR Q, REGIMBEAU J-M. TECHNIQUE DE LA GASTRECTOMIE LONGITUDINALE (« SLEEVE GASTRECTOMY ») PAR LAPAROSCOPIE. EMC - TECHNIQUES CHIRURGICALES - APPAREIL DIGESTIF. 2011;6(2):1–7.
21. CHEVALLIER J-M. TECHNIQUES DES BY-PASS GASTRIQUES POUR OBÉSITÉ. EMC - TECHNIQUES CHIRURGICALES - APPAREIL DIGESTIF. 2010;5(3):1–11.
22. THOMAS R. McCARTY, MD, Y PICHAMOL JIRAPINYO, MD, MPH, Y AND CHRISTOPHER C. THOMPSON. EFFECT OF GASTRIC BYPASS SURGERY ON THE INCRETINS | 10.1016/S1262-3636(09)73458-5 [CITED 2024 AUG 22].
23. McCARTY TR, JIRAPINYO P, THOMPSON CC. EFFECT OF SLEEVE GASTRECTOMY ON GHRELIN, GLP-1, PYY, AND GIP GUT HORMONES: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. ANN SURG. 2020;272(1):72–80.
24. YOUSSEIF A, EMMANUEL J, KARRA E, MILLET Q, ELKALAAWY M, JENKINSON AD, ET AL. DIFFERENTIAL EFFECTS OF LAPAROSCOPIC SLEEVE GASTRECTOMY AND LAPAROSCOPIC GASTRIC BYPASS ON APPETITE, CIRCULATING ACYL-GHRELIN, PEPTIDE

- YY3-36 AND ACTIVE GLP-1 LEVELS IN NON-DIABETIC HUMANS. *OBES SURG.* 2014;24(2):241–52.
25. OSTÉOPOROSE · INSERM, LA SCIENCE POUR LA SANTÉ [CITED 2024 SEP 6].
26. DREES.SOLIDARITES-SANTE.GOUV.FR/PUBLICATIONS/ETUDES-ET-RESULTATS/CHIRURGIE-DELOBESITE-20-FOIS-PLUS-DINTERVENTIONS-DEPUIS-1997
27. PACCOU J, MARTIGNÈNE N, LESPESSAILLES E, BABYKINA E, PATTOU F, CORTET B, ET AL. GASTRIC BYPASS BUT NOT SLEEVE GASTRECTOMY INCREASES RISK OF MAJOR OSTEOPOROTIC FRACTURE: FRENCH POPULATION-BASED COHORT STUDY. *JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH.* 2020;35(8):1415–23.
28. YU EW, KIM SC, STURGEON DJ, LINDEMAN KG, WEISSMAN JS. FRACTURE RISK AFTER ROUX-EN-Y GASTRIC BYPASS VS ADJUSTABLE GASTRIC BANDING AMONG MEDICARE BENEFICIARIES. *JAMA SURGERY.* 2019;154(8):746–53.
29. AXELSSON KF, WERLING M, ELIASSON B, SZABO E, NÄSLUND I, WEDEL H, ET AL. FRACTURE RISK AFTER GASTRIC BYPASS SURGERY: A RETROSPECTIVE COHORT STUDY. *J BONE MINER RES.* 2018;33(12):2122–31.
30. ROUSSEAU C, JEAN S, GAMACHE P ET AL (2016) CHANGE IN FRACTURE RISK AND FRACTURE PATTERN AFTER BARIATRIC SURGERY: NESTED CASECONTROL STUDY. *BMJ.*
31. AHLIN S, PELTONEN M, SJÖHOLM K, ANVEDEN Å, JACOBSON P, ANDERSSON-ASSARSSON JC, ET AL. FRACTURE RISK AFTER THREE BARIATRIC SURGERY PROCEDURES IN SWEDISH OBESE SUBJECTS: UP TO 26 YEARS FOLLOW-UP OF A CONTROLLED INTERVENTION STUDY. *J INTERN MED.* 2020;287(5):546–57.
32. COMPSTON JE, WATTS NB, CHAPURLAT R, COOPER C, BOONEN S, GREENSPAN S, ET AL. OBESITY IS NOT PROTECTIVE AGAINST FRACTURE IN POSTMENOPAUSAL WOMEN: GLOW. *AM J MED.* 2011;124(11):1043–50.
33. SCHAFFER AL, KAZAKIA GJ, VITTINGHOFF E, STEWART L, ROGERS SJ, KIM TY, ET AL. EFFECTS OF GASTRIC BYPASS SURGERY ON BONE MASS AND MICROARCHITECTURE OCCUR EARLY AND PARTICULARLY IMPACT POSTMENOPAUSAL WOMEN. *J BONE MINER RES.* 2018;33(6):975–86.
34. GAGNON C, SCHAFFER AL (2018) BONE HEALTH AFTER BARIATRIC SURGERY. *JBMR PLUS* 2:121–133

35. SCIBORA LM (2014) SKELETAL EFFECTS OF BARIATRIC SURGERY: EXAMINING BONE LOSS, POTENTIAL MECHANISMS AND CLINICAL RELEVANCE. *DIABETES OBES METAB* 16:1204–1213
36. SHANBHOUE VV, STØVING RK, FREDERIKSEN KH ET AL (2017) BONE STRUCTURAL CHANGES AFTER GASTRIC BYPASS SURGERY EVALUATED BY HR-PQCT: A TWO-YEAR LONGITUDINAL STUDY. *EUR J ENDOCRINOL* 176:685–693
37. SCHAFFER AL, KAZAKIA GJ, VITTINGHOF E ET AL (2018) EFFECTS OF GASTRIC BYPASS SURGERY ON BONE MASS AND MICROARCHITECTURE OCCUR EARLY AND PARTICULARLY IMPACT POSTMENOPAUSAL WOMEN: BONE MASS AND MICROARCHITECTURE AFTER GASTRIC BYPASS SURGERY. *J BONE MINER RES* 33:975–986
38. LIU C, WU D, ZHANG J-F, XU D, XU W-F, CHEN Y, ET AL. CHANGES IN BONE METABOLISM IN MORBIDLY OBESE PATIENTS AFTER BARIATRIC SURGERY: A META-ANALYSIS. *OBES SURG.* 2016;26(1):91–7.
39. MUSCHITZ C, KOCIJAN R, MARTERER C ET AL (2015) SCLEROSTIN LEVELS AND CHANGES IN BONE METABOLISM AFTER BARIATRIC SURGERY. *J CLIN ENDOCRINOL METAB* 100:891–901
40. WEI JH, LEE WJ, CHONG K ET AL (2018) HIGH INCIDENCE OF SECONDARY HYPERPARATHYROIDISM IN BARIATRIC PATIENTS: COMPARING DIFFERENT PROCEDURES. *OBES SURG* 28:798–804
41. MUSCHITZ C, KOCIJAN R, MARTERER C ET AL (2015) SCLEROSTIN LEVELS AND CHANGES IN BONE METABOLISM AFTER BARIATRIC SURGERY. *J CLIN ENDOCRINOL METAB* 100:891–901
42. <https://www.has-sante.fr/2024-02>  
RECO369\_RECOMMANDATIONS\_OBESITE\_2E\_3E\_NIVEAUX
43. PACCOU J, TSOURDI E, MEIER C, ET AL. BARIATRIC SURGERY AND SKELETAL HEALTH: A NARRATIVE REVIEW AND POSITION STATEMENT FOR MANAGEMENT BY THE EUROPEAN CALCIFIED TISSUE SOCIETY (ECTS). *BONE.* 2022 JAN;154:116236.
44. PACCOU J, GENSER L, LESPESSAILLES É, BERTIN É, JAVIER R-M, DUCLOS M, ET AL. RECOMMANDATIONS FRANÇAISES EN MATIÈRE DE PRÉVENTION ET DE TRAITEMENT DE L'OSTÉOPOROSE SECONDAIRE À LA CHIRURGIE BARIATRIQUE. *REVUE DU RHUMATISME.* 2022;89(6):545–54.
45. REGINSTER J-Y. ANTIFRACTURE EFFICACY OF CURRENTLY AVAILABLE THERAPIES FOR POSTMENOPAUSAL OSTEOPOROSIS. *DRUGS.* 2011;71(1):65–78.

46. MABEZA RM, MAO Y, MAYNARD K, LEE C, BENHARASH P, YETASOOK A. BARIATRIC SURGERY OUTCOMES IN GERIATRIC PATIENTS: A CONTEMPORARY, NATIONWIDE ANALYSIS. *SURG OBES RELAT DIS.* 2022;18(8):1005–11
47. TORRES PU. COMMENT L'HORMONE PARATHYROÏDIENNE (PTH) RÉGULE-T-ELLE LA CALCÉMIE? PARTICULARITÉS DU PATIENT AVEC MALADIE RÉNALE CHRONIQUE. *NÉPHROLOGIE & THÉRAPEUTIQUE.* 2013;9(2):125–8.
48. LAFARGE J-C. CHIRURGIE MÉTABOLIQUE : TRAITEMENT CHIRURGICAL DU DIABÈTE DE TYPE 2. 2021.
49. BLOM-HØGESTØL IK, HEWITT S, CHAHAL-KUMMEN M, BRUNBORG C, GULSETH HL, KRISTINSSON JA, ET AL. BONE METABOLISM, BONE MINERAL DENSITY AND LOW-ENERGY FRACTURES 10 YEARS AFTER ROUX-EN-Y GASTRIC BYPASS. *BONE.* 2019;127:436–45.
50. SAAD RK, GHEZZAWI M, HABLI D, ALAMI RS, CHAKHTOURA M. FRACTURE RISK FOLLOWING BARIATRIC SURGERY: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. *OSTEOPOROS INT.* 2022;33(3):511–26.
51. MARION COURTALIN, DÉPISTAGE DE L'OSTÉOPOROSE ET DE LA SARCOPENIE CHEZ DES FEMMES MÉNOPAUSÉES ET DES HOMMES DE 50 ANS OU PLUS EN CAS DE CHIRURGIE BARIATRIQUE, THESE DE DOCTORAT EN MEDECINE, SOUS LA DIRECTION DE PACCOU J, 2021
52. ALSAED OS, AL-ALLAF A-W, ELGENAIED I, JEBRIL RA, SASI S, AHMED AO, ET AL. INCREASED FRACTURE RISK AFTER BARIATRIC SURGERY: A CASE-CONTROLLED STUDY WITH A LONG-TERM FOLLOW-UP. *OBES SURG.* 2021;31(11):4853–60.

# ANNEXE

Questionnaire de densitométrie osseuse	
Nom: _____	<input type="checkbox"/> Premier examen <input type="checkbox"/> hôpital de jour
Nom d'épouse: _____	Date: _____
Prénom: _____	<input type="checkbox"/> 2 <sup>nd</sup> examen <input type="checkbox"/> hôpital de jour
Date de naissance: _____	Date: _____
Sexe: _____	<input type="checkbox"/> 3 <sup>ème</sup> examen ou plus <input type="checkbox"/> hôpital de jour
Date examen du jour: _____	Date: _____
<b>Médecin demandeur, service:</b> _____	Numéro de dossier: _____
	Protocole <input type="checkbox"/> _____
Renseignements cliniques	
Poids: _____	Taille: _____
<input type="checkbox"/> Ménopausée avant 40 ans / Age de la ménopause: _____	
Antécédents médicaux	
<input type="checkbox"/> Fractures traumatiques:	
<input type="checkbox"/> Fractures sans traumatisme:	
<input type="checkbox"/> Tassements vertébraux:	
<input type="checkbox"/> Endocrinopathies:	
<input type="checkbox"/> Autres: _____	
Antécédents chirurgicaux	
<input type="checkbox"/> Fracture du col du fémur sans traumatisme majeur chez les parents au 1 <sup>er</sup> degré	
Traitement en cours	
<input type="checkbox"/> Corticothérapie au long court $\geq 7,5$ mg/jour <input type="checkbox"/> ATCD de corticothérapie au long court	
<input type="checkbox"/> Antiaromatases	
<input type="checkbox"/> Antiandrogènes	
<input type="checkbox"/> ALD (pour quelle pathologie)	DAP: _____ $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

Questionnaire réalisé par une manipulatrice en radiologie durant la réalisation de la densitométrie osseuse

**AUTEUR : Nom : FLAMENT**

**Prénom : Thomas**

**Date de soutenance : 21/10/2024**

**Titre de la thèse : Prévalence et facteurs de risque d'une masse osseuse diminuée et/ou de fractures de fragilité dans les suites d'une sleeve gastrectomie ou d'un gastric by pass chez des femmes ménopausées et des hommes de plus de 50 ans.**

**Thèse - Médecine - Lille 2024**

**Cadre de classement : Médecine**

**DES + FST/option : Rhumatologie**

**Mots-clés : ostéoporose, chirurgie bariatrique, sleeve gastrectomie, gastrique bypass, prévalence, facteurs de risque**

## **Résumé :**

**Introduction :** Les deux techniques de chirurgie bariatrique les plus fréquemment utilisées en France sont la sleeve gastrectomie (SG) et le roux en y gastrique bypass (RYGB). L'impact négatif d'une chirurgie bariatrique sur la santé osseuse est connu avec des recommandations européennes et françaises publiées en 2022.

L'objectif de cette étude a été de déterminer la prévalence et les facteurs de risque d'une masse osseuse basse (T-score  $\leq -2$ ) et/ou de la survenue de fractures de fragilité datant de moins de 2 ans chez des femmes ménopausées et des hommes  $\geq 50$  ans au cours du suivi d'une SG ou d'un RYGB.

**Méthode :** étude observationnelle, rétrospective et monocentrique basée sur un recueil de données prospectif au CHU de Lille. Les patients ont été inclus en cas de réalisation d'une ostéodensitométrie par DXA dans le cadre d'un suivi entre 2 et 15 ans de leur SG ou de leur RYGB.

**Résultats :** Il s'agit d'une cohorte de 140 patients avec 86 % de femmes et un âge moyen de  $59 \pm 6,1$  ans comportant 30 patients post-SG et 110 patients post-RYGB. La prévalence d'une DMO  $\leq -2$  et/ou de fractures de fragilité était de 20 % [0.13 ; 0.27] dans la population totale, sans différence entre les groupes SG et RYGB avec une prévalence respectivement de 23 % [0.10 ; 0.42] et 19 % [0.12 ; 0.26]. Il y avait un total de 37 fractures chez 31 patients. Les fractures les plus fréquemment retrouvées étaient les fractures de l'humérus, de la cheville et du poignet. En analyse univariée, l'âge et les valeurs de la PTH étaient identifiés comme des facteurs de risque de ce critère composite avec un risque majoré de 11 % pour chaque année de vie supplémentaire (OR 1,11 [1.03 ; 1.20] ;  $p= 0,008$ ) et de 2 % pour une augmentation d'une unité de la PTH (OR 1,02 [1,00 ; 1.03] ;  $p= 0,016$ ).

**Conclusion :** on retrouve donc chez 1 patient sur 5 une masse osseuse basse et/ou un antécédent de fracture de fragilité de moins de 2 ans chez des hommes  $\geq 50$  ans et des femmes ménopausées au cours du suivi post-chirurgicale que ce soit pour une SG ou un RYGB.

L'âge et la PTH ont été identifiés comme facteurs de risque associés à cette fragilité osseuse dans notre population.

**Composition du Jury :**

**Président : Monsieur le Professeur François PATTOU**

**Assesseurs :**

**Madame le docteur Cécile PHILIPPOTEAUX**

**Madame le docteur Hélène VERKINDT**

**Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Julien PACCOU**