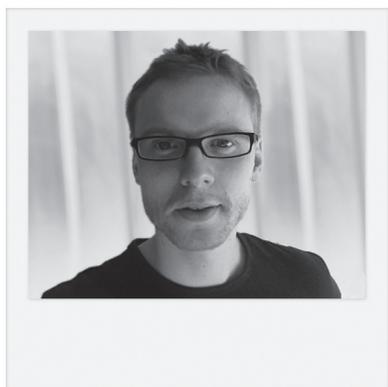


# Principes de la prise en charge chirurgicale de l'obésité massive chez l'adulte

**RÉSUMÉ :** La chirurgie de l'obésité, bien qu'invasive et souvent irréversible, permet d'obtenir une perte de poids importante, rapide et durable au prix d'une morbi-mortalité non négligeable. Celle-ci doit être envisagée après échec d'une approche médicale exclusive au-delà d'un an en l'absence de contre-indication.

La chirurgie s'inscrit dans une stratégie thérapeutique globale décidée en réunion de concertation pluridisciplinaire. Les interventions les plus couramment réalisées en France sont la gastrectomie longitudinale (GL) 43,9 %, le *bypass* gastrique (BPG) 36 % et l'anneau gastrique ajustable (AGA) 20 % dont les poses diminuent en raison de ses mauvais résultats.

La GL semble se placer entre le BPG et l'AGA en termes de perte pondérale, d'efficacité dans la résolution des comorbidités et de morbi-mortalité postopératoire précoce. Cependant, aucune technique ne peut objectivement prévaloir sur les autres, et chacune présente une balance bénéfique/risque équilibrée. Le suivi doit être assuré à vie.



→ **L. GENSER, G. DUCOUTUMANY, M. BARAT, C. POLLIAND, C. BARRAT**  
Service de Chirurgie digestive et métabolique, Hôpital Jean-Verdier, Centre intégré nord francilien de l'Obésité, BONDY.  
Université Paris XIII-UFR SMBH  
Léonard-de-Vinci, BOBIGNY.

## État des lieux de l'obésité massive

L'obésité est un problème majeur de santé publique touchant 300 millions de personnes dans le monde et directement responsable de 44 % des cas de diabète, de 1/5<sup>e</sup> des infarctus du myocarde et de 7 à 41 % des cas de cancers [1]. Les deux tiers de la population mondiale vivent dans un pays où le surpoids est responsable de plus de décès que l'insuffisance pondérale [2]. En France, 6,9 millions de personnes ont un indice de masse corporelle (IMC) supérieur à 30 kg/m<sup>2</sup> [3], soit 15 % de la population adulte, dont la majorité sont issus de milieux défavorisés [3] et 550 000 (1,5 %) ont une obésité morbide (IMC > 40 kg/m<sup>2</sup>).

## Cadre légal : recommandations internationales

La prise en charge nutritionnelle exclusive de l'obésité morbide offre des résultats inconstants et décevants à long terme (au-delà de 5 ans) [4, 5]. La chirurgie de l'obésité est une alternative, certes invasive, souvent irréversible, mais qui permet une perte de poids importante et durable au prix d'une morbi-mortalité non négligeable [6]. La publication de recommandations internationales [7-9] puis celles de la Haute Autorité de santé (HAS) en 2009 [10] ont défini le cadre et les limites de la chirurgie bariatrique sans distinction entre les différentes techniques. Les indications et contre-indications de chirurgie bariatrique sont détaillées dans le **tableau I**.

**Indications formelles [9,10]**

- IMC  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup> avec au moins une comorbidité liée à l'obésité (hypertension artérielle, dyslipidémie, diabète de type 2, atteinte ostéo-articulaire invalidante, dépression, syndrome d'apnée hypopnée obstructive du sommeil (SAHOS) et autres troubles respiratoires sévères, stéatohépatite non alcoolique).
- IMC  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>.
- Un ou plusieurs échecs du traitement conventionnel de l'obésité combinant plusieurs approches thérapeutiques bien conduites au cours des 6-12 derniers mois (traitement médical, nutrition-diététique, activité physique, psychothérapies) : absence de perte de poids suffisante ou absence du maintien de la perte d'excès de poids.

**Indications non consensuelles**

- Obésité d'origine génétique.
- Craniopharyngiome.
- Adolescence.

**Contre-indications**

- Troubles sévères du comportement alimentaire (TCA) non stabilisés : boulimies.
- Troubles cognitifs et mentaux sévères non stabilisés : dépression sévère non stabilisée, trouble bipolaire, schizophrénie, déficit intellectuel.
- Incapacité prévisible au suivi médical prolongé.
- Absence de prise en charge médicale préalable.
- Dépendance alcool/substances psychoactives.
- Contre-indication à l'anesthésie.
- Maladie avec pronostic vital engagé à court ou moyen terme : cancer...
- Pathologie endocrinienne sous-jacente : thyroïdienne, surrénale.
- Pathologies inflammatoires.

**TABLEAU I** : Indications et contre-indications validées de la chirurgie bariatrique.

La prise en charge chirurgicale doit être réalisée au sein d'équipes pluridisciplinaires, en liaison avec le médecin traitant dans le cadre d'un projet personnalisé de soin et la décision finale formalisée en réunion de concertation pluridisciplinaire (RCP). Il n'a pas été défini d'âge limite à la chirurgie bariatrique, les résultats de la chirurgie bariatrique chez les sujets obèses de plus de 60 ans étant peu évalués, l'indication doit être posée au cas par cas en fonction du rapport bénéfice/risque [10]. La chirurgie bariatrique chez les adolescents est encore peu répandue et réservée aux centres intégrés de la prise en charge de l'obésité.

## Conditions préalables à la réalisation de la chirurgie bariatrique

**1. Information du patient**

Le patient doit être informé à toutes les phases de la prise en charge chirurgicale. L'information doit

porter sur les différentes techniques chirurgicales (principe, bénéfices et risques respectifs), la nécessité d'une modification du comportement alimentaire et du mode de vie avant et après l'intervention, la nécessité d'un suivi médico-chirurgical la vie durant et les conséquences potentiellement graves de l'absence de suivi et la possibilité de réinterventions en cas d'échec.

**2. L'évaluation préopératoire est pluridisciplinaire**

Les objectifs de cette évaluation sont de préciser l'indication opératoire, d'éliminer les contre-indications et d'apprécier la motivation du patient. Elle comporte notamment :

- des consultations d'endocrinologie-nutrition, psychiatrie, stomatologie, anesthésie et chirurgie ;
- un bilan et une prise en charge des comorbidités des patients (**tableau I**) ;
- une enquête diététique, une évaluation et une prise en charge éventuelle du comportement alimentaire ;

- un bilan nutritionnel et vitaminique et une correction des déficits éventuels, une évaluation des capacités de mastication ;

- une endoscopie œso-gastro-duodénale avec biopsies, la recherche d'*Helicobacter pylori* et une échographie abdominale à la recherche de calculs vésiculaires ou de stéatose hépatique.

**3. La décision opératoire est pluridisciplinaire**

Une fois le bilan effectué, la décision d'intervention est formalisée en RCP, en accord avec le patient. L'équipe comporte au minimum un chirurgien, un médecin spécialiste de l'obésité, une diététicienne, un psychiatre ou une psychologue et un anesthésiste réanimateur.

Un coordinateur est identifié et doit être référent pour chaque patient. Le parcours du patient obèse candidat à une chirurgie bariatrique a été formalisé lors des dernières recommandations [10] et résumé dans la **figure 1**.

# PASSERELLES

## Choix de l'intervention chirurgicale

La chirurgie bariatrique comporte deux grands types d'intervention : celles basées exclusivement sur une restriction gastrique (anneau gastrique ajustable [AGA] et la gastrectomie longitudinale [GL]) et celles comportant une malabsorption intestinale (le *bypass* gastrique [BPG] et la dérivation biliopancréatique [DBP]). Selon les dernières recommandations, le rapport bénéfice/risque des différentes techniques ne permet pas d'affirmer la supériorité d'une technique par rapport à une autre [10] : la perte de poids attendue (40 à 80 % de l'excès de poids) mais également la complexité de la technique, le risque de complications post-opératoires, de retentissement nutritionnel et la mortalité augmentent avec les interventions telles que AGA, GL, BP, DBP. L'AGA, la GL et le BPG représentent en France la quasi-totalité de l'activité de chirurgie bariatrique.

Cependant, tous les chirurgiens ne proposent pas ces trois techniques. Ainsi, en 2013, une étude rétrospective portant sur l'évolution de la pratique de la chirurgie bariatrique en France rapportait que, dans la moitié des 355 centres pratiquant la chirurgie de l'obésité en 2011, une seule intervention représentait plus de 80 % de leur activité [11], avec seulement 25 % des centres proposant les trois techniques [12]. Ce choix semble plutôt lié à l'expérience du chirurgien. En 2010, les 26 558 interventions bariatriques réalisées en France se

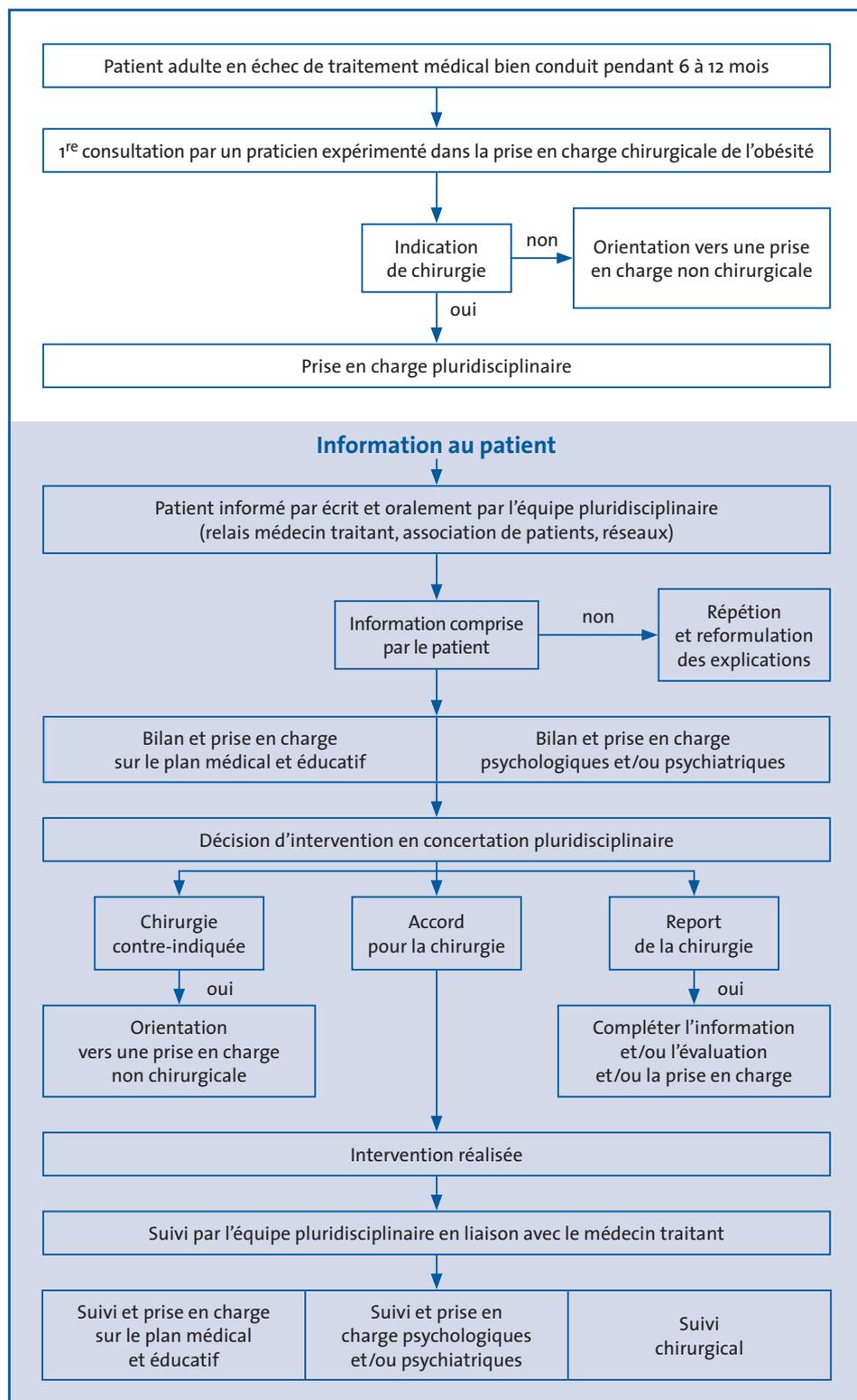


FIG. 1: Parcours du patient candidat à la chirurgie bariatrique [10].

répartissaient équitablement entre l'AGA, la GL et le GBP. En 2011, la GL est devenue la première intervention réalisée représentant ainsi 43,9 % des procédures [11] contre 36 % de BPG et 20 % d'AGA. Cependant, le codage PMSI ne permet pas de distinguer le BPG en Y du BPG en oméga, intervention plus rapide et aussi efficace mais sujette à controverse. Toutes les interventions exposent à une reprise pondérale à long terme (> 5 ans) [4] cependant moins marquée après BPG [4, 13-15].

La chirurgie bariatrique permet une rémission du diabète dans 1 cas sur 2 après AG, 2 cas sur 3 après GL et 3 cas sur 4 après GBP [16-19]. La réalisation de techniques plus complexes telles que la DBP avec *switch* duodénal ou gastrectomie semblent plus efficaces que le GBP, aussi bien en termes de maintien de la perte d'excès de poids que de résolution ou de rémission des comorbidités, au prix d'un retentissement nutritionnel plus important. Indépendamment de la morbidité propre à chaque technique et de l'expérience du chirurgien, plusieurs facteurs prédictifs de morbi-mortalité postopératoire précoce (< 30 jours) ont été identifiés tels que l'âge supérieur à 55 ans, le sexe masculin, un poids supérieur à 160 kg, un IMC supérieur à 50 ainsi que la présence d'une obésité tronculaire, d'une hypertension artérielle et/ou d'un syndrome d'apnée-hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS) sévère non appareillé.

### Y a-t-il des facteurs prédictifs de succès de la chirurgie bariatrique ?

Peu d'études ont rapporté les facteurs influençant la perte de poids et la résolution des comorbidités après chirurgie bariatrique. De plus, l'analyse comparée des résultats des différentes études est délicate puisque, d'une part, la qualité et la durée du suivi est variable d'une étude à l'autre et que, d'autre part, le

calcul de la perte de poids peut être très différent ; enfin, les interventions sont différentes et les techniques chirurgicales diffèrent pour une même intervention. Néanmoins, plusieurs facteurs ont été identifiés :

- un âge inférieur à 40 ans lors de la chirurgie semble associé à une perte d'excès de poids plus importante aussi bien après BPG qu'après AGA ;
- un IMC inférieur à 50 kg/m<sup>2</sup> ;
- une répartition gynoïde des graisses, l'obésité androïde étant corrélée à la survenue des complications métaboliques de l'obésité ;
- la motivation préopératoire semble être un facteur primordial dans le succès de la chirurgie bariatrique. Ainsi, il semble que les patients obèses candidats à une chirurgie bariatrique ayant une meilleure estime d'eux-mêmes, plusieurs tentatives de perte de poids par régimes avec une courbe de poids stable ou infléchie avant chirurgie ainsi qu'une meilleure anticipation de l'inconfort alimentaire consécutif à la chirurgie étaient ceux qui obtenaient une perte de poids plus importante ;
- la présence d'un diabète de type 2 semble être un facteur de risque d'échec de perte d'excès de poids après AGA, avec une corrélation inverse entre l'excès de poids perdu et l'insulino-résistance mesurée.

## Description des interventions chirurgicales

### 1. L'anneau gastrique ajustable

Le principe de cette technique restrictive réversible repose sur le cerclage de la partie supérieure de l'estomac permettant la confection d'un premier compartiment gastrique de 15 mL aux dépens du fundus (segment supérieur de l'estomac), limité par un bandage circulaire réalisé à l'aide d'un tube de silicone rempli de sérum physiologique ou de produit de contraste

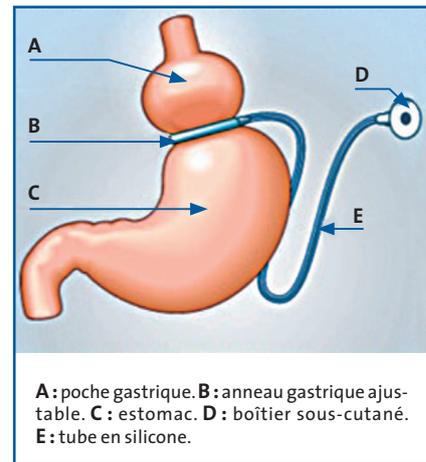


FIG. 2 : Représentation schématique de l'anneau gastrique une fois en place [10].

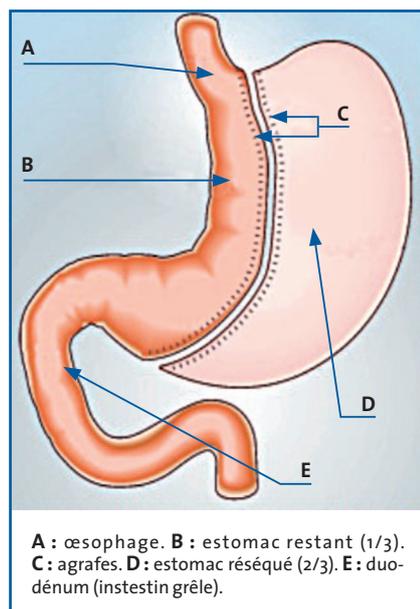
(fig. 2). L'anneau étant connecté à un système de cathéter relié à un réservoir accessible par ponction percutanée, il est possible de faire varier la pression qu'il exerce sur la paroi gastrique et ainsi d'ajuster le niveau de restriction alimentaire du patient. L'apparition d'une satiété précoce aide à diminuer les apports alimentaires tout en limitant la sensation de privation. En cas de non respect des règles d'alimentation, des nausées, des régurgitations ou des douleurs abdominales apparaissent, obligeant le patient à ingérer des quantités modérées et à avoir une alimentation variée, une mastication prolongée des aliments sans privilégier les aliments mixés ou liquides riches en calories (yaourts, boissons sucrées, pâtisseries).

Malgré un taux de complication périopératoire de 1 % et une mortalité nulle, 30 à 50 % des patients présentent des complications liées à leur anneau, aboutissant dans 60 % des cas à une ablation. Les résultats fonctionnels et pondéraux sont variables et dépendent de la qualité du suivi.

### 2. La gastrectomie longitudinale

La gastrectomie longitudinale ou en manchon, ou *sleeve gastrectomy*, est une technique restrictive non réversible

# PASSERELLES

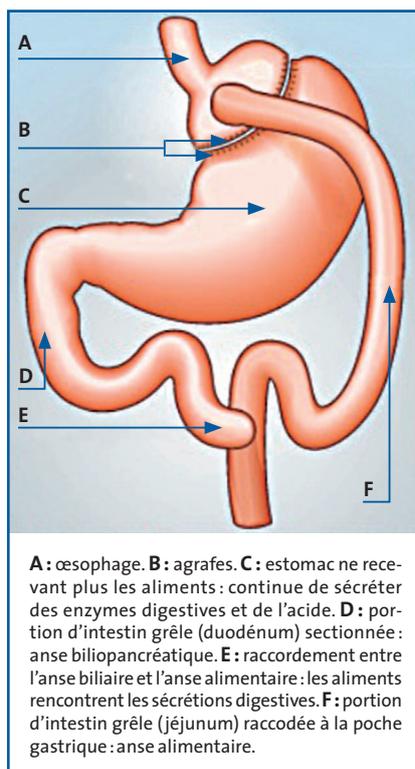


**Fig. 3 :** Représentation schématique de la gastrectomie longitudinale [10].

correspondant à la résection des deux tiers de l'estomac : résection du fundus et d'une partie du corps gastrique en laissant une portion tubulisée de l'estomac le long de la petite courbure calibrée en peropérateur avec une sonde de 32 à 36 Fr. Cette technique, initialement considérée comme le premier temps du DS, est devenue de par ses bons résultats une intervention à part entière. La section de l'antré débute à 5-6 cm du pylore. Pour certains auteurs, la préservation de l'antré permettrait de diminuer le reflux gastro-œsophagien (RGO) postopératoire, principale complication fonctionnelle de la GL. En postopératoire précoce, la survenue d'une fistule gastrique, majoritairement localisée à la partie supérieure de la ligne d'agrafes complique la GL dans 2 à 5 % des cas. Le taux de mortalité postopératoire précoce, majoritairement lié à la survenue d'embolie pulmonaire, est évalué à 0,08 % (**fig. 3**).

### 3. Le *bypass* gastrique Roux-en-Y

Le court-circuit gastrique est une technique mixte réalisée à partir d'une anse



**Fig. 4 :** Représentation schématique du *bypass* gastrique Roux-en-Y [10].

en Y (malabsorption) anastomosée à une poche gastrique de 20 à 33 mL (restriction). L'anse montée mesure 1,50 m. Il n'y a aucune résection digestive et le rétablissement du circuit standard est en théorie possible même s'il n'est qu'exceptionnellement réalisé.

Le GBP reste la technique permettant une perte d'excès de poids et une amélioration des comorbidités (notamment pour le diabète de type 2) plus importante et durable à long terme [16-19] au prix d'une mortalité postopératoire deux fois supérieure à celle de la GL : 0,2 %. Par ailleurs, le taux de fistules postopératoires est plus important que dans la GL (3,6 % vs 3 %). La survenue de carence vitaminique est supérieure mais facilement corrigée par la supplémentation systématique. En cas d'échec d'une première technique restrictive (AGA ou GL), de meilleurs résultats en termes de perte d'excès de poids et

d'amélioration des comorbidités ont été observés après GBP par rapport à la GL, que ce soit après pose d'AGA ou après une première GL (**fig. 4**).

D'autres techniques chirurgicales sont pratiquées telles que :

#### • Le *mini-bypass* ou *bypass en oméga*

Le *mini-bypass* (MGB) est une technique mixte, réalisée à partir d'une anse jéjunale montée en précolique et anastomosée en oméga, à 200 cm de l'angle de Treitz à un tube gastrique long et étroit calibré (32-36 Fr). Il n'y a pas d'anse en Y, ce qui rend l'intervention plus facile et plus rapide (**fig. 5A**).

Cette technique, décrite en 2001 par Rutledge, a été proposée comme une alternative au GBP qui – malgré son efficacité prouvée en termes de perte de poids et d'amélioration des comorbidités – reste une chirurgie nécessitant une longue courbe d'apprentissage, associée à une morbi-mortalité non négligeable.

Cette technique semble être plus rapide, plus simple, aussi efficace en termes de perte d'excès de poids et d'amélioration des comorbidités, avec un taux de complications postopératoires immédiates comparables voire plus faibles qu'après GBP [20].

Malgré une large diffusion de cette technique, plusieurs éléments sont sujets à discussion : le MGB semble entraîner plus de carences vitaminiques qu'après GBP ; cela s'expliquerait par le caractère plus distal de l'anastomose située à 200 cm de l'angle de Treitz. De plus, l'innocuité à long terme de cette technique est débattue. En effet, une anastomose gastro-jéjunale sur anse en oméga serait responsable du reflux biliaire qui complique cette intervention dans 1 à 3 % des cas. Ce reflux serait à l'origine d'ulcères et de reflux gastro-œsophagien avec à long terme un risque potentiel de cancérisation de

## POINTS FORTS

- ⇒ La chirurgie bariatrique est aujourd'hui le seul traitement efficace et durable de l'obésité massive, avec des résultats variables suivant le type d'intervention.
- ⇒ La prise en charge des patients dans le cadre de la chirurgie bariatrique :
  - est globale car l'obésité est multifactorielle ;
  - doit être réalisée au sein d'équipes pluridisciplinaires et l'intervention décidée en accord avec le patient.
- ⇒ Le suivi doit être assuré à vie.

autres techniques. Ces raisons conjuguées, ainsi que la haute technicité chirurgicale de l'intervention, expliquent le faible nombre d'interventions pratiquées en France.

### Suivre et prendre en charge le patient après l'intervention

Le suivi et la prise en charge post-opératoire du patient, quelle que soit l'intervention, doivent être assurés la vie durant, l'obésité étant une maladie chronique et en raison du risque de complications tardives notamment après une chirurgie malabsorptive (BPG, DBP). La fréquence des consultations recommandée [10] doit être d'au minimum de quatre fois la première année puis d'une à deux fois par an, ensuite à vie. Le suivi médico-chirurgical doit mettre l'accent sur :

- **la prévention et la recherche de carence vitaminique ou nutritionnelle** (recherche de signes cliniques, notamment signes neurologiques, et biologiques de dénutrition ou de carence vitaminique. Une supplémentation est systématique après chirurgie malabsorptive : multivitamines, calcium, vitamine D, fer et vitamine B12) et la recherche de complications ou de dysfonctionnement du montage chirurgical ;

- **l'adaptation des traitements** des différentes comorbidités doit être effectuée en fonction de l'amélioration pathologique et du type de chirurgie réalisée (si chirurgie malabsorptive : antivitamines K, hormones thyroïdiennes, antiépileptiques, etc.) ;

- **la poursuite des règles d'hygiène et de diététique** initiées en préopératoire, prédictives de succès de la chirurgie. En cas d'échec de la chirurgie (perte de poids insuffisante ou dysfonctionnement du montage), la décision de réintervention sera envisagée et décidée en réunion de concertation pluridisciplinaire.

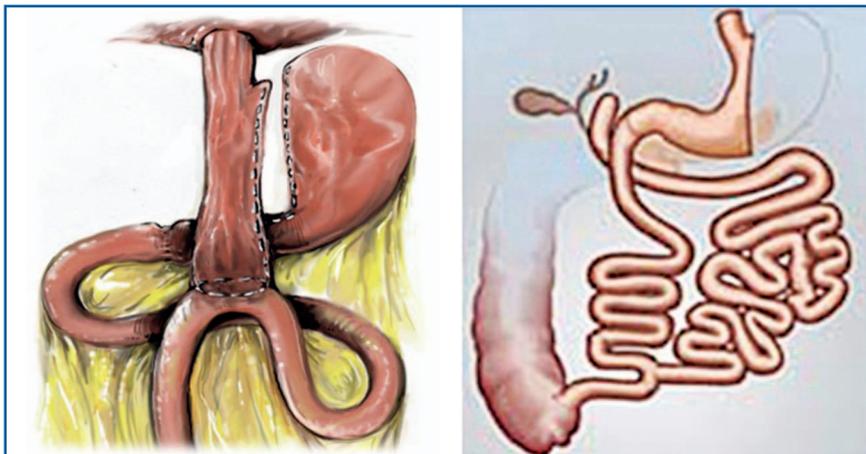


FIG. 5 : A. Le mini-bypass. B. La diversion biliopancréatique avec duodénal switch.

l'estomac et du bas œsophage, bien que cela n'ait été observé que chez le rat et avec une technique chirurgicale différente du MGB.

#### ● La diversion biliopancréatique avec duodénal switch

Il s'agit d'une technique mixte, développée au début des années 90 par P. Marceau et D. Hess à partir de la technique décrite initialement par N. Scopinaro en 1979 (dérivation biliopancréatique). Le premier temps chirurgical, qui constitue la partie restrictive de l'intervention, correspond à une GL permettant de réduire le volume gastrique à 150 cc environ

(fig. 5B). La malabsorption des glucides, lipides et protides est due à une anse en Y longue réalisant un court-circuit distal plus important que dans le GBP (anse alimentaire 150 cm, anse commune 100 cm).

Cette technique permet d'obtenir les meilleurs résultats en termes de perte d'excès de poids (70-85 % à 2 ans) [16] et de son maintien à plus long terme, à moyen et long terme, ainsi qu'une meilleure résolution des comorbidités au prix d'une morbidité globale (carences vitaminique, carence martiale, diarrhée, douleurs abdominales) et d'une mortalité (1-1,5 %) bien supérieures à celles observées dans les

## Bibliographie

1. FRÜHBECK G, TOPLAK H, WOODWARD E *et al.* Obesity: the gateway to ill health - an EASO position statement on a rising public health, clinical and scientific challenge in Europe. *Obes Facts*, 2013;6:117-120.
2. OMS. Dix faits sur l'obésité; 2012 [Internet]. Disponible sur: <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/fr/index.html>
3. Obepi. ObÉpi-Roche 2012. Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité [Internet]. 2012. Disponible sur: [http://www.roche.fr/portal/roche-fr/obepi\\_2012](http://www.roche.fr/portal/roche-fr/obepi_2012)
4. SJÖSTRÖM L, PELTONEN M, JACOBSON P *et al.* Bariatric surgery and long-term cardiovascular events. *JAMA J Am Med Assoc*, 2012;307:56-65.
5. SJÖSTRÖM L, LINDROOS AK, PELTONEN M *et al.* Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. *N Engl J Med*, 2004;351:2683-2693.
6. BUCHWALD H, WILLIAMS SE. Bariatric surgery worldwide 2003. *Obes Surg*, 2004;14:1157-1164.
7. THOMPSON J. Management of obesity in Scotland: development of the latest evidence-based recommendations. *Proc Nutr Soc*, 2010;69:195-198.
8. Gastrointestinal surgery for severe obesity: National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement. *Am J Clin Nutr*, 1992;55:615S-619S.
9. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: executive summary. Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults. *Am J Clin Nutr*, 1998;68:899-917.
10. HAS, HAAdS. Obésité : prise en charge chirurgicale chez l'adulte [Internet]. 2009. Disponible sur : [http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c\\_765529/prise-en-charge-chirurgicale-de-l-obesite-chez-ladulte](http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_765529/prise-en-charge-chirurgicale-de-l-obesite-chez-ladulte)
11. LAZZATI A, GUY-LACHUER R, DELAUNAY V *et al.* Bariatric surgery trends in France: 2005-2011. *Surg Obes Relat Dis*, 2014;10:328-334. doi:10.1016/j.soard.2013.0
12. MSIKA S, CASTEL B. Present indications for surgical treatment of morbid obesity: how to choose the best operation? *J Visc Surg*, 2010;147:e47-e51.
13. HIMPENS J, DOBBELEIR J, PEETERS G. Long-term results of laparoscopic sleeve gastrectomy for obesity. *Ann Surg*, 2010;252:319-324.
14. HIMPENS J, CADIÈRE GB, BAZI M *et al.* Long-term outcomes of laparoscopic adjustable gastric banding. *Arch Surg*, 2011;146:802-807. doi:10.1001/archsurg.2011.45. Epub 2011 Mar 21.
15. SPIVAK H, ABDELMELEK MF, BELTRAN OR *et al.* Long-term outcomes of laparoscopic adjustable gastric banding and laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass in the United States. *Surg Endosc*, 2012;26:1909-1919.
16. MINGRONE G, PANUNZI S, DE GAETANO A *et al.* Bariatric surgery versus conventional medical therapy for type 2 diabetes. *N Engl J Med*, 2012;366:1577-1585.
17. Kashyap SR, Bhatt DL, Wolski K *et al.* Metabolic effects of bariatric surgery in patients with moderate obesity and type 2 diabetes: analysis of a randomized control trial comparing surgery with intensive medical treatment. *Diabetes Care*, 2013;36:2175-2182.
18. BRETHAUER SA, AMINIAN A, ROMERO-TALAMÁS H *et al.* Can diabetes be surgically cured? Long-term metabolic effects of bariatric surgery in obese patients with type 2 diabetes mellitus. *Ann Surg*, 2013;258:628-636; discussion 636-637.
19. ADAMS TD, GRESS RE, SMITH SC *et al.* Long-term mortality after gastric bypass surgery. *N Engl J Med*, 2007;357:753-761.
20. LEE WJ, SER KH, LEE YC *et al.* Laparoscopic Roux-en-Y vs. mini-gastric bypass for the treatment of morbid obesity: a 10-year experience. *Obes Surg*, 2012;22:1827-1834.

---

Remerciement à Adrien Soprani, auteur de la figure représentant le "mini bypass".

---

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.