

# L'IMPLANTATION TRANSCATHÉTER DE BIOPROTHÈSE MITRALE : LE MAILLON MANQUANT À LA PRISE EN CHARGE DE LA PATHOLOGIE MITRALE ?

À partir du « State of the Art » de l'Implantation Transcathéter de la Valve Mitrale (TMVI) sur valve native, Marina Urena et al.<sup>1</sup>

## L'insuffisance mitrale, une valvulopathie insuffisamment traitée

L'insuffisance mitrale (IM) est la deuxième valvulopathie la plus fréquente en Europe, avec une prévalence de 9 % après l'âge de 75 ans<sup>2</sup>. Aujourd'hui encore, le traitement de référence de l'IM sévère symptomatique est la chirurgie, et notamment la plastie mitrale en première ligne lorsqu'elle est possible, avant le remplacement mitral chirurgical. Cependant, jusqu'à 50 % des patients avec une IM présentant une indication théorique à une intervention chirurgicale, n'en bénéficient pas, principalement en raison du risque chirurgical trop important<sup>2, 3, 4, 5</sup>.

Ainsi, il existe un réel besoin d'une approche percutanée. Bien que la réparation mitrale percutanée avec clips connaît une importance croissante, elle peut apparaître comme une solution limitée aux anatomies favorables. Sur le même modèle que le TAVI, le TMVI apparaît comme une solution idéale.

	Candidats pour le TMVI	Candidats pour le TAVI
<b>Facteurs épidémiologiques et cliniques</b>		
Age	Plus jeunes	Plus vieux
Comorbidités	Moins fréquentes	Plus fréquentes
Risque chirurgical	Plus faible	Plus élevé
Alternative non chirurgicale	Oui, réparation (clip)	Aucune
Atteinte multivalvulaire	Fréquente (IT)	Moins fréquente
Types	Deux : IM primaire ou secondaire	Un : RAC
<b>Facteurs anatomiques</b>		
Interaction	Valve mitrale, VG, OG, appareil sous-valvulaire	Valve aortique
Configuration de la valve	Asymétrique – 2 cusps	Symétrique – 3 cusps
Morphologie de l'anneau	Ovoïde	Circulaire
Dimensions de l'anneau	Plus grand	Plus petit
Calcifications	Moins fréquentes	Fréquentes
Structures à proximité	Artère circonflexe, sinus coronaire, CCVG	Artères coronaires
Composants de la valve	2 cusps, appareil sous-valvulaire complexe, anneau	3 cusps, anneau
<b>Facteurs physiologiques</b>		
Contraintes et risque d'embolisation	Haut (gradient de pression systolique)	Bas (gradient de pression diastolique)
<b>Facteurs inhérents aux dispositifs</b>		
Mécanisme de fixation	Actif	Passif
Voie d'abord	Surtout transapicale	Surtout transfémorale
Risque de dégénérescence	Haut	Bas
Retentissement d'une fuite paraprothétique	Haut	Bas
Risque de thrombose de valve	Haut	Bas

RA: rétrécissement aortique; OG : oreillette gauche ; VG : ventricule gauche ; CCVG : chambre de chasse du ventricule gauche ; TAVI : transcatheter aortic valve implantation; IT: insuffisance tricuspide; TMVI: transcatheter mitral valve implantation; IM: insuffisance mitrale

Tableau 1. Comparaison des candidats potentiels au TAVI et TMVI.

Néanmoins, malgré de nombreux dispositifs en cours d'étude, le développement de TMVI est plus lent que prévu. À ce jour, un seul a reçu un marquage CE : le Tendyne (Abbott).

Le concept de TMVI se heurte à des difficultés épidémiologiques, cliniques et anatomiques. Le tableau 1 résume quelques-unes des distinctions avec le TAVI pouvant donner des pistes pour expliquer cette différence de trajectoire de développement.

Auteur



Dalil SADKI  
Interne  
CHU de Bordeaux

Relecteur



Dr Guillaume BONNET  
Praticien hospitalier  
CHU de Bordeaux

## **Le traitement interventionnel non chirurgical de l'IM**

### **Quelles sont les forces en présence ?**

Développé à la fin des années 1990 sur la base de la technique chirurgicale d'Alfieri, le Mitraclip (Abbott) a prouvé sa sécurité, et son efficacité sur la réduction de la fuite ainsi que sur l'amélioration fonctionnelle des patients, de même que sur des critères plus durs (survie et hospitalisations pour décompensation cardiaque en comparaison au traitement médical seul) lorsque les patients sont bien sélectionnés. Cependant, la pathologie mitrale rassemble des affections très variables dans leur mécanisme, et chacun de ces sous-types d'affection nécessite une approche différente.

#### **> IM Primaire**

L'IM primaire est due à une atteinte primitive de la valve ou de l'appareil sous valvulaire. Le TMVI dans l'IM primaire pourrait être réservé aux patients non opérables et dont la morphologie de la fuite ne permet pas la pose de clips. Le TMVI n'est pas mentionné dans les recommandations ESC 2021 dans ce cas de figure. Cependant, dans certains cas d'IM primaire, comme la perforation valvulaire chez un patient non opérable, le TMVI pourrait être le recours idéal, même s'il n'a pas encore été évalué dans cette indication.

#### **> L'IM secondaire**

Dans l'IM secondaire, la chirurgie n'a pas montré des résultats aussi convaincants que dans l'étiologie primaire, et le clip est parfois techniquement impossible. En effet, ce cadre nosologique regroupe les IM secondaires à une dilatation des cavités gauches, entraînant une dilatation de l'anneau et un défaut de coaptation, ou gap, parfois trop important pour pouvoir être accessible à un ou des clips. Les patients sont souvent plus fragiles et comorbides, à plus haut risque chirurgical. Le TMVI, en utilisant un dispositif de taille adaptée, pourrait bien devenir une option de choix en tant que thérapie interventionnelle non chirurgicale.

#### **> IM et MAC : Cas particulier**

La MAC (*Mitral Annular Calcification*) est une entité particulière d'affection mitrale. Elle se caractérise par des calcifications de l'anneau mitral, dont les dépôts sont principalement concentrés sur la partie postérieure. 1 % des patients atteints de MAC présente toutefois des calcifications circonférentielles de l'anneau. Le MAC

peut se compliquer d'IM et/ou de rétrécissement et touche des patients plus âgés, donc potentiellement à plus haut risque chirurgical. Au-delà du risque, il rend la chirurgie compliquée puisque les calcifications peuvent empêcher des sutures optimales.

Les calcifications sont aussi un facteur d'échec de clip, en empêchant son ancrage au feuillet calcifié. Dans le cas particulier où les calcifications sont assez étendues, elles peuvent permettre l'implantation éventuelle d'une bioprothèse de type aortique utilisée dans les procédures de TAVI, avec une fixation passive, un ancrage sur les calcifications. Néanmoins, les résultats de ces patients implantés de TAVI *in MAC* ne sont pas optimaux, avec notamment des fuites para-prothétiques, et un risque de mauvais ancrage responsable d'embolisation du matériel.

Le TMVI apparaît comme une alternative à potentielle dans cette indication. La valve Tendyne est déjà également une option dans les MAC avec atteinte circonférentielle.

#### **> La maladie mitrale**

La fuite mitrale peut s'accompagner d'une sténose mitrale concomitante : on parle alors de maladie mitrale et il s'agit d'une disposition souvent rencontrée dans les MAC. Dans cette affection, le clip n'est pas une alternative à la chirurgie puisque l'augmentation du gradient mitral est un effet concomitant à la fermeture de la fuite par clip. Le TMVI pourrait donc devenir la solution interventionnelle non chirurgicale de référence chez les patients à haut risque opératoire.

### **Quels arguments pour décider entre clip et TMVI ?**

Dans l'étude CHOICE-MI, le TMVI était associé à une meilleure réduction post-procédurale de l'IM et à une meilleure amélioration des symptômes en comparaison au clip<sup>6</sup>. Cependant, la mortalité péri-procédurale était plus importante dans le groupe TMVI. D'autres études en cours permettront d'avoir une vision plus précise de cette comparaison. La figure 1 est un algorithme d'aide à la décision proposé par Urena et al, basé sur les connaissances théoriques et l'expérience actuellement acquise dans ce domaine<sup>1</sup>.

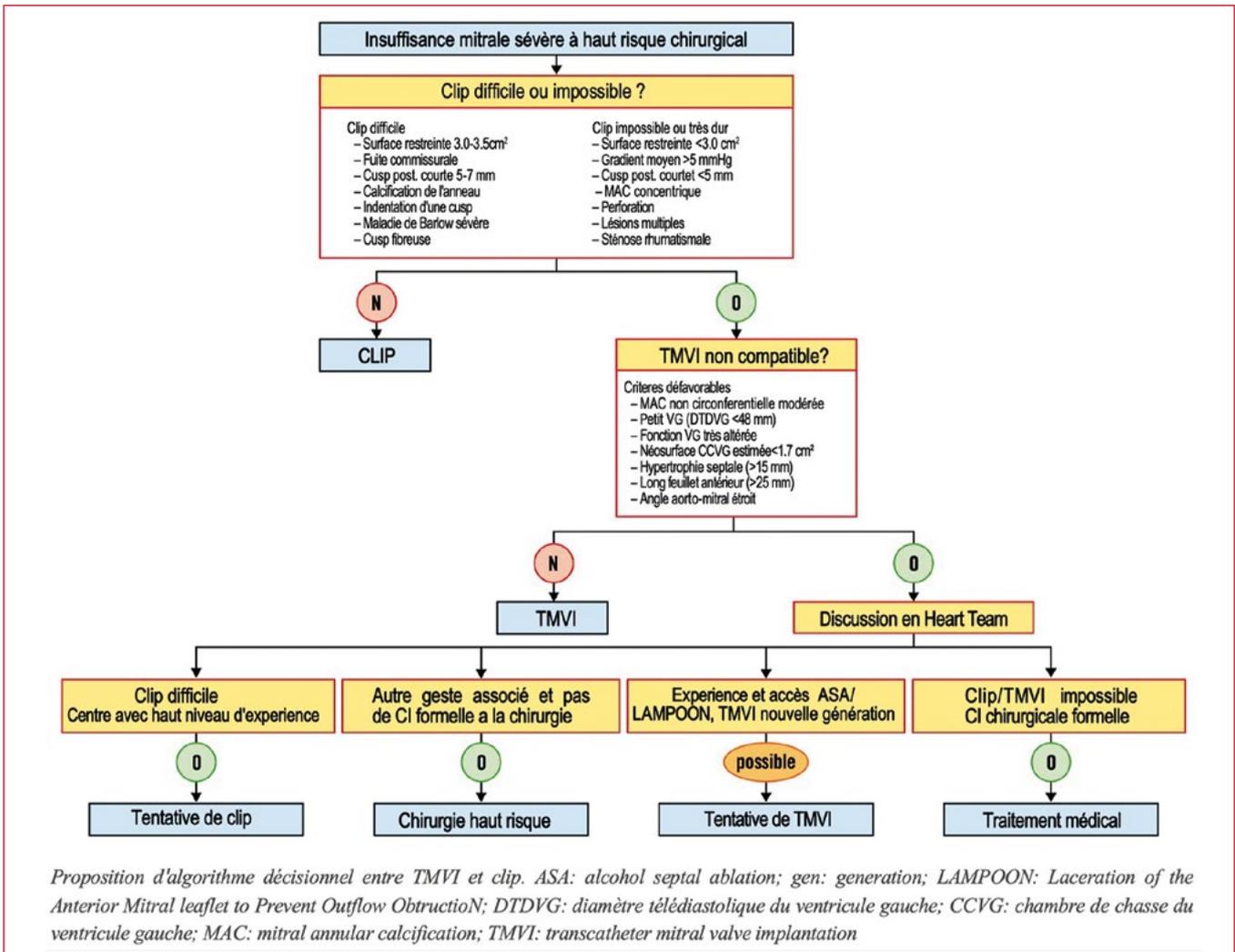


Figure 1: Proposition d'algorithme décisionnel entre le TMVI et le clip, d'après Urena et al

## La procédure TMVI

### Les différentes options d'abord

La voie transapicale est la première historiquement disponible et permet l'implantation de matériel de grand calibre. Le scanner réalisé avant la procédure permet de repérer précisément l'espace intercostal idéal pour la thoracotomie. L'ETO permet ensuite de guider l'abord ventriculaire, en repérant la zone d'accès la plus orthogonale à la valve mitrale. La voie apicale est donc plus pratique, mais aussi plus risquée que la voie transeptale, et elle est accompagnée d'une mortalité plus importante<sup>7-10</sup>.

### Les complications péri-procédurales

Si la procédure de TMVI est grevée d'une mortalité péri-procédurale importante (même si l'amélioration des techniques permet une diminution progressive de la mortalité), c'est à cause de complications procédurales :

- **Le risque d'obstruction de la chambre de chasse du ventricule gauche (jusqu'à 50 % de mortalité péri-procédurale immédiate<sup>11</sup>).** Ce risque dépend de facteurs anatomiques propres au patient, comme l'épaisseur du septum interventriculaire (> 15mm),

un angle entre les anneaux mitral et aortique très aigu, un ventricule gauche de petite taille (DTDVG < 48 mm), un long feuillet mitral antérieur (> 25 mm). On estime que le risque de développer une obstruction après la procédure est majeur lorsque la chambre de chasse post TMVI est anticipée comme ayant une surface inférieure à 1.7 cm<sup>2</sup>, mais ce seuil n'est pas absolu<sup>7-9</sup>. L'étape de la planification scanographique pré-procédurale est une étape clé de prédiction et de personnalisation de la procédure.

- **Le risque de désinsertion et d'embolisation :** plus important que pour le TAVI (la valve mitrale doit résister à la pression ventriculaire gauche systolique, la valve aortique à la pression diastolique), et encore plus important en cas de MAC modérée, non circonferentielle.
- Enfin, la voie apicale, de par son caractère invasif sur le ventricule gauche, peut être source de dommages mécaniques (perforation de grande taille sur une paroi fragile, tamponnade, dommages sur l'appareil sous valvulaire...).

## Le bilan pré-TMVI

L'échocardiographie par voie transthoracique ou par voie transœsophagienne, outre son caractère indispensable pour évaluer la sévérité et le mécanisme de la fuite, est également cruciale pour réaliser une première approche anatomique, permettant d'appréhender les dimensions de l'oreillette gauche et du ventricule gauche, ainsi que leur géométrie et leur niveau de fonction. L'échographie permet aussi d'évaluer la chambre de chasse du ventricule gauche au repos, et pendant une manœuvre de Valsalva, cette dernière étant une analyse dynamique intéressante pour évaluer le risque d'obstruction de la chambre de chasse après la procédure. La recherche d'une fuite tricuspide associée et l'évaluation des pressions pulmonaires doivent être systématiquement réalisées.

L'imagerie de coupe par tomодensitométrie est l'étape préliminaire indispensable à la réalisation d'un TMVI. Elle permet la mesure précise de la surface de la valve et du diamètre de l'anneau mitral, l'évaluation de la distance muscle papillaire-anneau mitral - indispensable pour choisir la taille de la bioprothèse, et pour s'assurer qu'elle puisse s'ancrer - l'importance de la calcification de l'anneau, ainsi que l'évaluation de la chambre de chasse du ventricule gauche. Pour ce dernier point, les logiciels de traitement d'image permettent une estimation à priori de la néo chambre de chasse.

Ainsi, le TMVI est grevé d'un taux d'inéligibilité conséquent au terme de ce bilan. Le pronostic des patients porteurs d'une affection sévère laissés au traitement médical seul étant sombre, il convient de continuer à trouver des moyens d'effacer au mieux les contre-indications rencontrées (Figure 2<sup>1</sup>).

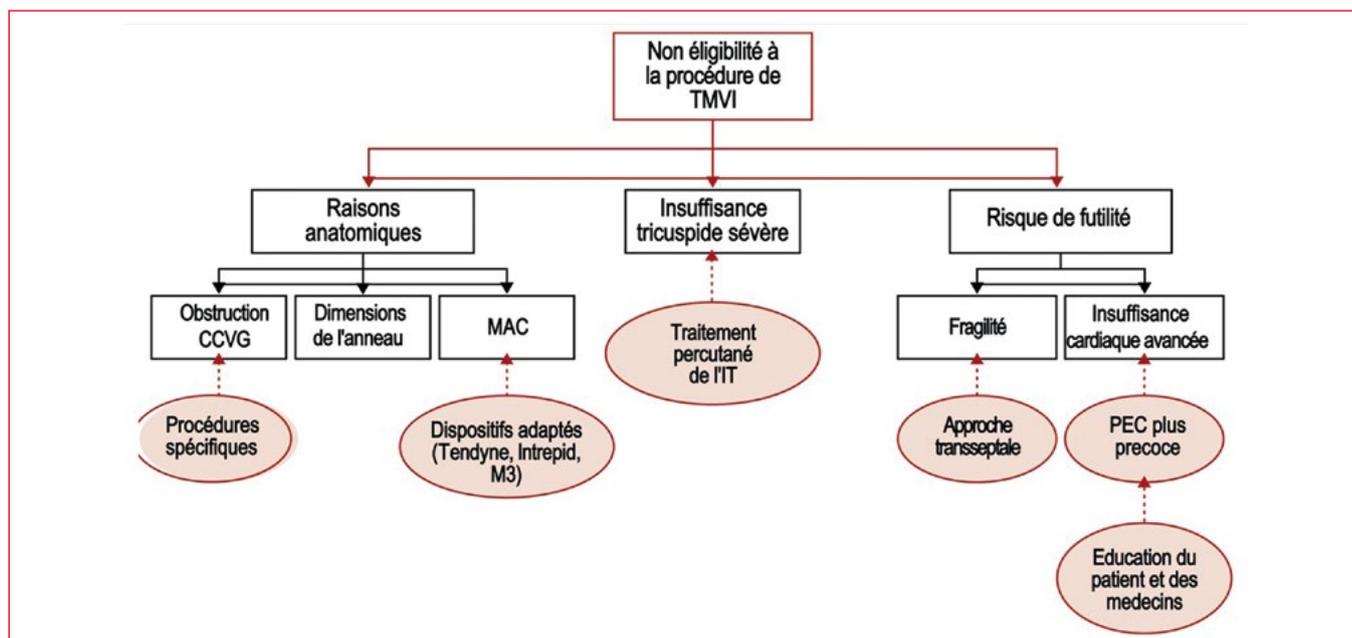


Figure 2 : Principales causes de non éligibilité au TMVI, et solutions potentielles

## Diminuer le risque d'obstruction de la CCVG

Un risque d'obstruction estimé trop élevé après simulation sur la TDM est donc un critère d'exclusion du patient. Différentes stratégies pré ou per-procédurales pour diminuer l'obstruction peuvent ainsi être entreprises, en fonction du mécanisme de l'obstruction :

- **L'alcoolisation septale** (figure 3)<sup>12</sup>, technique de choix en cas d'obstruction avec un septum hypertrophié. Elle consiste en un repérage angiographique couplé à l'échographie afin d'identifier les vaisseaux responsables de la vascularisation septale, particulièrement à hauteur du bourrelet septal. L'étape suivante est une injection d'une

petite quantité d'alcool à travers un cathéter à ballonnet gonflé, qui provoque un infarctus myocardique iatrogène. Elle doit être initiée avant la procédure de TMVI du fait de l'œdème à la phase initiale de l'alcoolisation pouvant aggraver le risque d'obstruction. Tous les patients ne sont pas éligibles à cette procédure, qui demande une anatomie coronaire compatible ; on estime que 15 % des patients n'ont pas de branche coronaire septale permettant l'alcoolisation septale<sup>13</sup>. Par ailleurs, il existe plusieurs risques : provoquer un infarctus trop étendu, avec un impact sur la fonction cardiaque, ou très rarement créer une communication interventriculaire, ou encore être à l'origine de troubles de la conduction cardiaque.

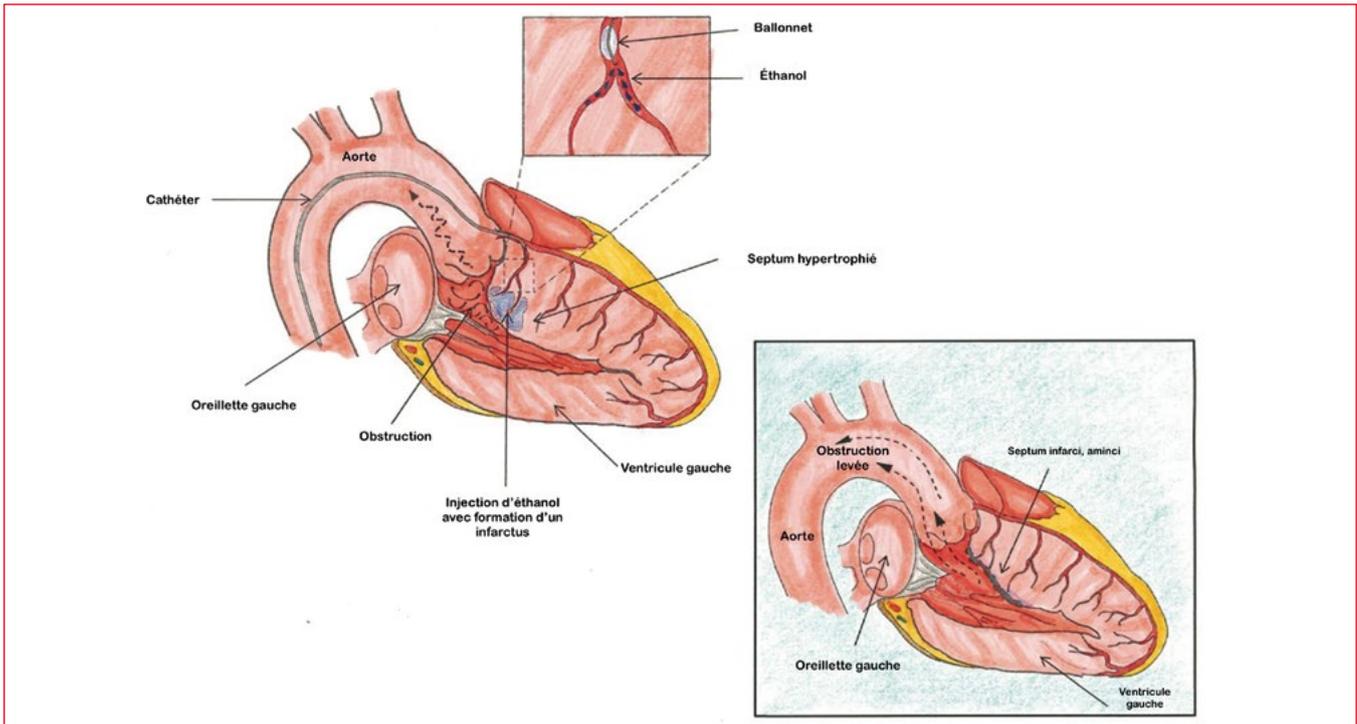


Figure 3 : Procédure d'alcoolisation septale

- **L'ablation par radiofréquences**, est une alternative chez les patients non éligibles à une ablation par alcoolisation septale. Le principe est également de provoquer un infarctus, mais cette fois-ci en induisant un stress thermique via les radiofréquences.
- **La technique LAMPOON** (*Laceration of the Anterior Mitral leaflet to Prevent Outflow Obstruction*) est indiquée si le feuillet mitral antérieur est de grande taille, et qu'il recouvre la prothèse mitrale, notamment au niveau de la zone de son armature qui dépasse dans la chambre de chasse. Cette procédure peut être réalisée en per-procédure du

TMVI. L'idée est de scinder, par voie percutanée, le feuillet mitral antérieur ; ainsi, en systole, le flux sanguin pourra passer au travers des mailles de l'armature, même si elle déborde dans la chambre de chasse du ventricule gauche, ce qui diminue le gradient de pressions. La technique LAMPOON a d'abord été développée par voie rétrograde en passant par la valve aortique. Cependant, la difficulté technique de cette stratégie est élevée. Ainsi, une approche antérograde a été plus récemment mise au point (figure 4)<sup>14</sup>, plus simple, et les résultats sont équivalents.

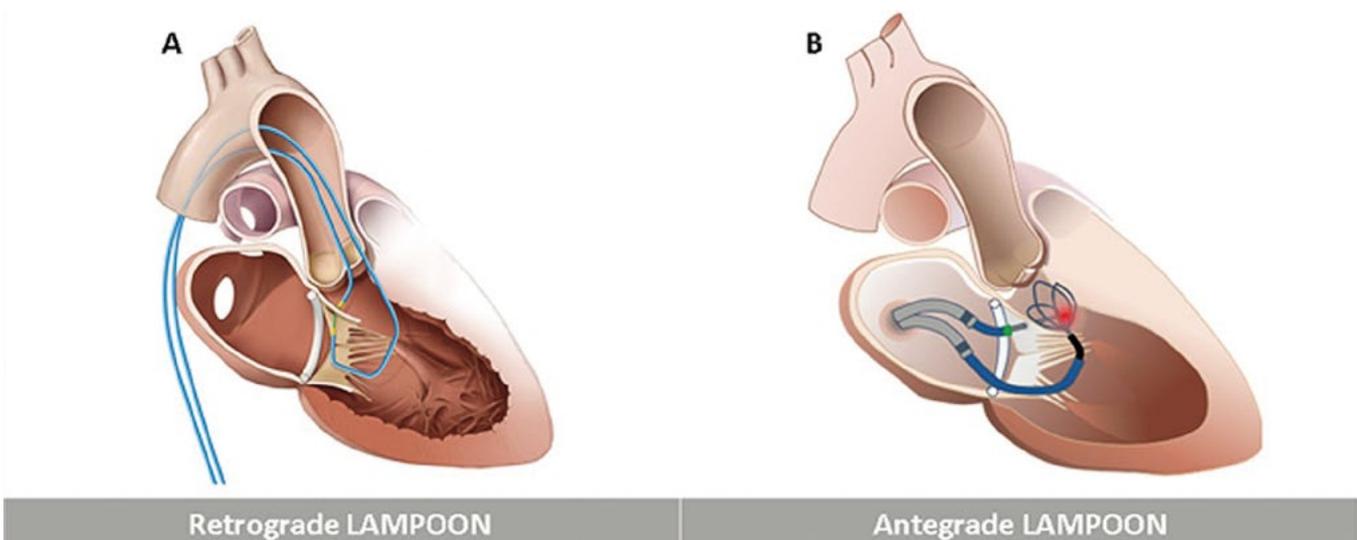
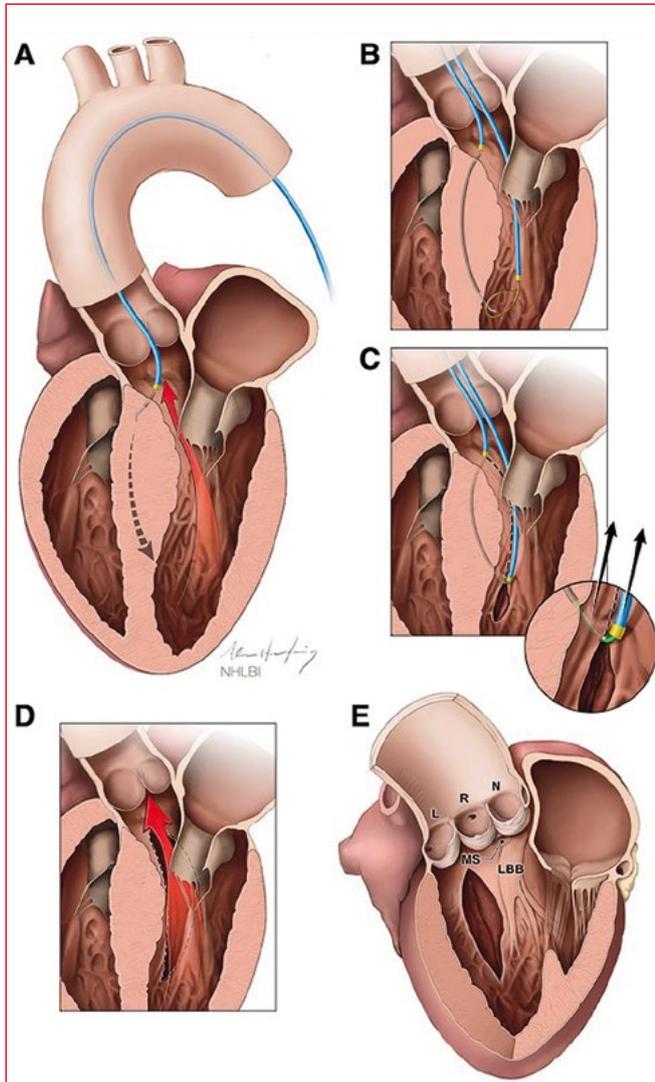


Figure 4 : Les deux approches de la technique LAMPOON

- La technique SESAME (*Septal Scoring Along the Midline Endocardium*), très récente, est une technique de myotomie par guide, mimant une myotomie chirurgicale. Cette procédure est réalisée par voie rétrograde, via la valve aortique (Figure 5)<sup>15</sup>. La procédure est en cours d'évaluation chez l'Homme.

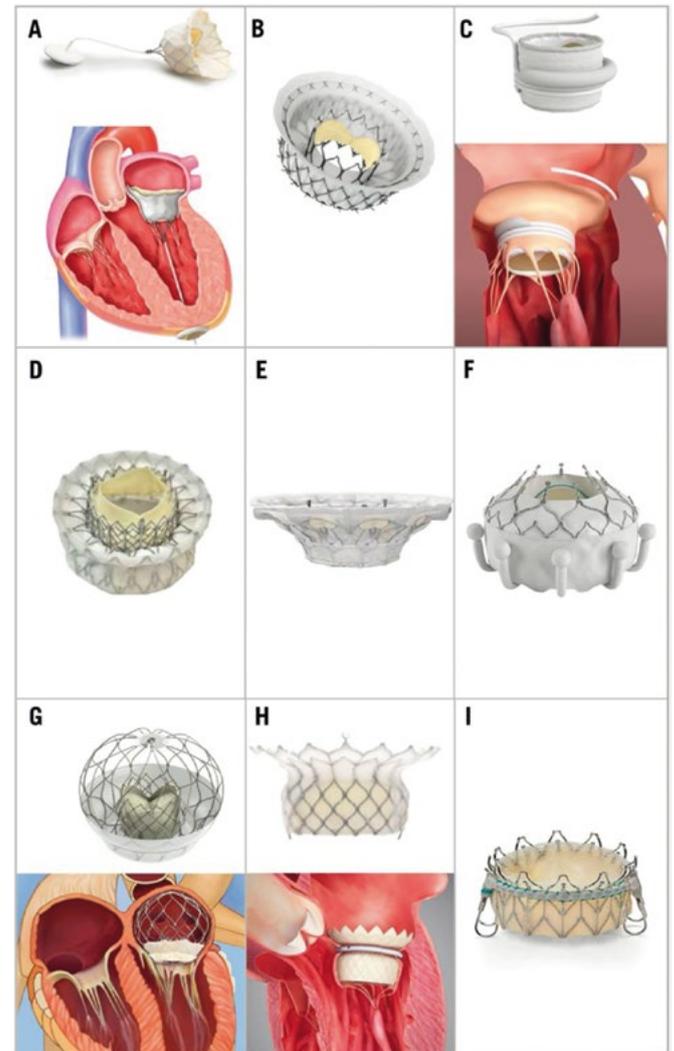


**Figure 5 :** Illustration de la procédure SESAME (*Septal Scoring Along the Midline Endocardium*).

**A.** Un guide rigide et pointu est introduit dans le septum interventriculaire. **B.** Le guide ressort à l'extrémité inférieure du bourrelet septal, vers la cavité ventriculaire gauche. Il est récupéré à l'aide d'un lasso au bout d'un microcathéter introduit secondairement. **C.** Étape de lacération avec électrification et un mouvement de traction. **D.** Après la myotomie, l'espace dans la chambre de chasse ventriculaire gauche est augmenté. **E.** La technique conserve l'intégrité du système de conduction. **L :** cusp antéro-gauche ; **R :** cusp antéro-droite ; **N :** cusp non coronaire ; **LBB :** branche gauche du faisceau de His ; **MS :** septum membraneux

## Les principaux dispositifs

Ainsi, il existe une grande variété de dispositifs, qui diffèrent dans leur architecture et leur procédure d'implantation (figure 6 et tableau 2)<sup>1</sup>.



**Figure 6 :** Illustration de quelques-uns des dispositifs les plus étudiés.

- A)** Tendyne
- B)** Intrepid TMVR system
- C)** SAPIEN M3 transseptal TMVR system
- D)** Cephea **E)** CardioValve
- F)** EVOQUE Eos
- G)** AltaValve
- H)** HighLife **I)** Saturn THV system

Modèle	Voie	Calibre	Design	Forme	Taille	Ancrage	Etudes cliniques
<b>Largage en une étape</b>							
Tendyne (Abbott Structural)	Transapicale	38 Fr	Double armature auto-déployante en nitinol Valve tricuspide porcine	D-shape	Armature externe : 35-40 mm en septo-latéral and 34-50 mm en intercommisural	Attache apicale	NCT03433274 NCT04898335 NCT04818502 NCT02321514
Intrepid (Medtronic)	Transapicale Transseptale	35 Fr	Double armature auto-déployante en nitinol Valve tricuspide bovine	Circulaire	27 mm Tailles d'armature externe: 43, 46, 50 mm	Fixation annulaire par crampons, force radiale	NCT05496998 NCT03242642
AltaValve (4C Medical)	Transapicale Transseptale	32 Fr	Armature sphérique auto-déployante en nitinol Valve tricuspide bovine	Circulaire	27 mm Tailles d'anneau: 40, 46, 54	Ancrage dans l'oreillette gauche (armature en nitinol surdimensionnée)	NCT03997305
CardioValve (Venus MedTech)	Transseptale	28 Fr	Double armature auto-déployante en nitinol Valve tricuspide bovine	Circulaire	36-53 mm	Brides auriculaires, ancrage annulaire	NCT03813524 NCT03339115 NCT05486832 NCT03958773 NCT04100720
Cephea (Abbott Structural)	Transseptale	36-38 Fr	Armature double disque auto-déployante en nitinol Valve tricuspide bovine	Circulaire	36 mm	Ancrage annulaire (forces de compression axiale)	NCT05061004
EVOQUE Eos (Edwards Lifesciences)	Transseptale	28 Fr	Armature auto-déployante en nitinol Valve tricuspide bovine	Circulaire	44-48 mm	Ancrage de l'anneau, des feuillets et des cordages à l'aide de multiples ancrés	NCT02718001 NCT03230747
<b>Largage en plusieurs étapes</b>							
HighLife (HighLife SAS)	Transapicale Transseptale Transfémorale	18 Fr et 39 Fr	Stent auto-déployant en nitinol Anneau sous valvulaire Valve tricuspide bovine	Circulaire	28 mm, 31 mm	Brides auriculaires et ventriculaires, anneau sous-annulaire	NCT02974881 NCT04029337 NCT04029363 NCT04888247 NCT05610566
SAPIEN M3 (Edwards Lifesciences)	Transseptale	20 Fr	Dock en nitinol, alliage cobalt-chrome expansible par ballonnet Valve tricuspide bovine	Circulaire	29 mm	Docking, force radiale	NCT04153292
Saturn (InnovHeart)	Transapicale Transseptale	10 Fr	Stent auto-déployant en nitinol Structure annulaire Valve tricuspide bovine	Circulaire	28 mm Large choix de taille pour l'anneau	Anneau sous valvulaire	NCT04464876

**Tableau 2 :** Caractéristiques des principaux dispositifs de TMVI

## Tendyne

La valve mitrale Tendyne est à ce jour le dispositif avec le plus de données disponibles. Il s'agit de la première valve mitrale transcathéter implantée chez l'homme, et la seule avec le marquage CE, obtenu en 2020.

Dans l'essai clinique (Expanded Clinical Study of the Tendyne Mitral Valve System ; NCT02321514), sur les 100 premiers patients traités avec IM primaire ou secondaire sévère et symptomatique, à haut risque chirurgical, la mortalité toutes causes à 30 jours

atteignait 6 %. L'âge moyen des patients était de 75.4 ans. Le succès technique était élevé, avec une fuite résiduelle négligeable dans 98.8 % des cas. Le résultat sur la fuite mitrale est resté stable dans le temps (93.2 % fuite négligeable ou absente à 2 ans)<sup>16</sup>. Ces résultats ont été accompagnés d'une franche amélioration symptomatologique (82 % des patients en NYHA I ou II à 2 ans contre 66 % des patients NYHA III ou IV avant l'intervention).

La valve Tendyne a également fait ses preuves dans le sous-groupe de patients atteints de MAC.

## L'Intrepid

Concernant la voie transapicale, la première développée est l'Intrepid. Une étude sur 50 patients montrait un succès technique élevé, avec une régurgitation mitrale résiduelle absente ou légère chez tous les patients à 30 jours. L'amélioration symptomatologique à 30 jours était franche (79 % de patients en NYHA I ou II contre 86 % en classe NYHA III ou IV avant l'intervention) ainsi que l'amélioration de la qualité de vie<sup>8</sup>.

L'Intrepid a secondairement été étudiée par voie transseptale, sur 15 patients, avec d'excellents résultats<sup>17</sup>. Un essai, APOLLO (ClinicalTrials.gov: NCT03242642), est actuellement en phase de recrutement ; il s'agit d'un essai avec un bras principal de patients avec une anatomie défavorable pour un clip, traités par valve Intrepid implantée par voie transapicale. Un bras secondaire de patients atteints de MAC est également prévu dans l'étude.

## Sapien M3

La valve SAPIEN M3 est une valve expansible au ballonnet similaire à la SAPIEN 3 utilisée pour les TAVI avec une modification principale une jupe recouvrant la structure afin de minimiser les fuites para-valvulaires.

Le principal intérêt potentiel de cette valve serait dans les IM sur MAC, par analogie avec le RAC pour la SAPIEN 3.

## Cephea

La prothèse Cephea est auto-expansible, insérée par voie transseptale. Elle est composée de tissu bovin, avec trois cusps. Le système d'ancrage est composé de deux disques, l'un s'insérant au niveau du plancher de l'oreillette gauche, et l'autre au niveau ventriculaire gauche, juste sous l'anneau. Après ponction transseptale, le disque ventriculaire est mis en place en premier, suivi du disque atrial. Une étude préliminaire sur 3 patients symptomatiques souffrant d'IM primaire sévère, avec MAC, a montré l'absence de complication per-procédurale avec une absence de fuite résiduelle post-procédurale pour chaque cas<sup>18</sup>.

## CardioValve

La prothèse CardioValve est composée de trois cusps faits de péricarde bovin. Elle s'insère par voie transseptale. Une étude européenne de faisabilité est en cours (*AHEAD : European Feasibility Study of the Cardiovalve Transfemoral Mitral Valve System ; NCT03339115*).

## EVOQUE Eos

Par voie transseptale, la prothèse est montée sur un guide SAFARI introduit jusque dans le ventricule gauche, avec l'aide de boutons de contrôle pour l'orienter. Une capsule est déployée pour maintenir la portion ventriculaire en place. La portion atriale comprend une jupe d'étanchéité. Le dispositif est en cours d'évaluation préliminaire (*MISCEND trial ; NCT02718001*).

## AltaValve

La prothèse AltaValve a comme particularité de s'insérer principalement en position supra-annulaire. Elle a été développée pour diminuer le risque d'obstruction de la chambre de chasse du ventricule gauche : la valve dépasse en position sous-valvulaire sur une longueur de moins de 15 mm. Elle peut être implantée par voie transapicale comme par voie transseptale. La prothèse a montré une bonne efficacité, et une bonne sécurité chez 3 patients. Les résultats de l'étude préliminaire de faisabilité sont attendus courant 2025 (*AltaValve Early Feasibility Study Protocol ; NCT03997305*).

## HighLife

La procédure se fait en deux étapes, avec l'implantation d'un anneau sous-annulaire par voie rétro-aortique, puis la valve est larguée par voie transseptale. Les résultats à 1 an de l'étude de faisabilité, sur 30 patients, montrent un taux élevé de succès procédural, une correction de la fuite mitrale, une absence d'obstruction significative dans la chambre de chasse<sup>20</sup>. Une étude supplémentaire, avec un suivi prolongé, est en cours (*Expanded Study of the HighLife Trans-Septal Trans-Catheter Mitral Valve in Patients With Moderate-Severe or Severe Mitral Regurgitation and at High Surgical Risk; NCT04029363*).

## Conclusion

Le TMVI serait une option prometteuse pour traiter les IM sévères chez les patients à haut risque chirurgical. Bien que la durabilité des prothèses implantées soit encore en cours d'évaluation, le remplacement mitral percutané apporte suffisamment de garantie en termes de sécurité, et d'efficacité à court et moyen terme. Avec les progrès techniques et la possibilité de miniaturiser les dispositifs, la voie transseptale semble devenir l'abord de référence.

Cependant, les critères d'éligibilité au TMVI sont très contraignants, avec de nombreuses contre-indications. Le bilan de faisabilité nécessite une évaluation précise d'imagerie multimodale, afin de personnaliser la prise en charge aux particularités anatomiques de chaque patient.

Au-delà de la durabilité des prothèses implantées, se pose la question du risque thrombotique et du traitement nécessaire, antiagrégant ou anticoagulant.

Une grande partie de ces questions trouveront probablement leur réponse dans les essais en cours, qui permettront également de mieux caractériser la place du TMVI par rapport au clip et à la chirurgie.

## Références

1. Urena, M., Lurz, P., Sorajja, P., Himbert, D. & Guerrero, M. Transcatheter mitral valve implantation for native valve disease. *EuroIntervention* 19, 720–738 (2023).
2. Iung, B. et al. Contemporary Presentation and Management of Valvular Heart Disease: The EURObservational Research Programme Valvular Heart Disease II Survey. *Circulation* 140, 1156–1169 (2019).
3. Iung, B. & Vahanian, A. Epidemiology of Acquired Valvular Heart Disease. *Can. J. Cardiol.* 30, 962–970 (2014).
4. Sannino, A. et al. Survival and Cardiovascular Outcomes of Patients With Secondary Mitral Regurgitation: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Cardiol.* 2, 1130 (2017).
5. Varadarajan, P., Sharma, S., Heywood, J. T. & Pai, R. G. High Prevalence of Clinically Silent Severe Mitral Regurgitation in Patients with Heart Failure: Role for Echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 19, 1458–1461 (2006).
6. Ludwig, S. et al. Clinical outcomes of transcatheter mitral valve replacement: two-year results of the CHOICE-MI Registry. *EuroIntervention* 19, 512–525 (2023).
7. Wild, M. G. et al. Transapical mitral valve implantation for treatment of symptomatic mitral valve disease: a real-world multicentre experience. *Eur. J. Heart Fail.* 24, 899–907 (2022).
8. Bapat, V. et al. Early Experience With New Transcatheter Mitral Valve Replacement. *J. Am. Coll. Cardiol.* 71, 12–21 (2018).
9. Ludwig, S. et al. Early results of a real-world series with two transapical transcatheter mitral valve replacement devices. *Clin. Res. Cardiol.* 110, 411–420 (2021).
10. Ludwig, S. et al. Management of patients with mitral regurgitation ineligible for standard therapy undergoing TMVI screening. *EuroIntervention* 18, 213–223 (2022).
11. Guerrero, M. et al. Transcatheter Mitral Valve Replacement in Native Mitral Valve Disease With Severe Mitral Annular Calcification. *JACC Cardiovasc. Interv.* 9, 1361–1371 (2016).
12. Annapoorna, S. K. Alcohol Septal Ablation (ASA). *Card. Catheter. Lab.* 2016 *Clin. Outcomes Innov. Rep. Mt. Sinai Heart Mt. Sinai Hosp.* 25 (2016).
13. Chan, W. et al. Angiographic and Echocardiographic Correlates of Suitable Septal Perforators for Alcohol Septal Ablation in Hypertrophic Obstructive Cardiomyopathy. *Can. J. Cardiol.* 30, 912–919 (2014).
14. Lisko, J. C. et al. Antegrade Intentional Laceration of the Anterior Mitral Leaflet to Prevent Left Ventricular Outflow Tract Obstruction: A Simplified Technique From Bench to Bedside. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 13, e008903 (2020).
15. Khan, J. M. et al. Transcatheter Myotomy to Relieve Left Ventricular Outflow Tract Obstruction: The Septal Scoring Along the Midline Endocardium Procedure in Animals. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 15, (2022).
16. Muller, D. W. M. et al. 2-Year Outcomes of Transcatheter Mitral Valve Replacement in Patients With Severe Symptomatic Mitral Regurgitation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 78, 1847–1859 (2021).
17. Zahr, F. et al. 30-Day Outcomes Following Transfemoral Transseptal Transcatheter Mitral Valve Replacement. *JACC Cardiovasc. Interv.* 15, 80–89 (2022).
18. Alperi, A. et al. Early Experience With a Novel Transfemoral Mitral Valve Implantation System in Complex Degenerative Mitral Regurgitation. *JACC Cardiovasc. Interv.* 13, 2427–2437 (2020).
19. Ninios, V., Ninios, I., Ranard, L. S., Vahl, T. P. & Wróbel, K. Transcatheter transseptal treatment of patients with severe mitral regurgitation using an atrial fixation mitral valve replacement technology. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 58, 25–30 (2024).
20. Schneider, L.-M. et al. 1-Year Outcomes Following Transfemoral Transseptal Transcatheter Mitral Valve Replacement. *JACC Cardiovasc. Interv.* 16, 2854–2865 (2023).