

# Insuffisance tricuspide en 2023 : modalités de traitement pour la valve oubliée

Dr DAVID MEIER<sup>a</sup>, Dre MARIAMA AKODAD<sup>b</sup>, Dr GEORGIOS TZIMAS<sup>c</sup>, Pr FABIEN DOGUET<sup>b</sup>, Dr JULIUS JELISEJEVAS<sup>a</sup>, Dr ROBERT H. BOONE<sup>a</sup>, Dr JANARTHANAN SATHANANTHAN<sup>a</sup>, Dr PHILIPP BLANKE<sup>c</sup>, Pr JONATHAN A. LEIPSIC<sup>c</sup>, Pr OLIVIER MULLER<sup>d</sup>, Pr JOHN G. WEBB<sup>a</sup> et Pr FABIEN PRAZ<sup>e</sup>

Rev Med Suisse 2023; 19: 477-85 | DOI : 10.53738/REVMED.2023.19.817.477

L'impact pronostique défavorable de l'insuffisance tricuspide (IT) est maintenant bien établi, ainsi que la nécessité d'intervenir chirurgicalement ou de manière percutanée lorsque le traitement médicamenteux est insuffisant. Des données récentes suggèrent par ailleurs qu'il est probablement judicieux d'intervenir avant qu'un stade trop avancé d'insuffisance cardiaque et d'atteinte du ventricule droit ne soit atteint. Le traitement percutané est divisé en dispositifs de restauration de la coaptation valvulaire, d'annuloplastie et de remplacement de valve ortho ou hétérotopique. Cet article propose une brève revue des modalités diagnostiques au-delà de l'échocardiographie, du traitement chirurgical ainsi que des multiples développements récents dans le traitement percutané de cette pathologie fréquente.

## Tricuspid regurgitation in 2023: Where are we with the treatment of the forgotten valve?

*The negative impact of tricuspid regurgitation on prognosis is now well established. It also appears clear that surgical and possibly percutaneous treatment should be performed before reaching a point of no return with advanced heart failure and deterioration of right ventricle function. Percutaneous treatment has been divided into coaptation restoration devices, annuloplasty devices, and ortho- or heterotopic valve replacement. The present article offers a brief review of diagnostic modalities beyond echocardiography, surgical treatment as well as of the multiple recent development in the percutaneous treatment of this frequent condition.*

## INTRODUCTION

L'insuffisance tricuspide (IT), bien que longtemps considérée comme bénigne, est une pathologie valvulaire fréquente et ayant un impact pronostique défavorable. La prévalence de l'IT significative varie entre 0,55 et 2,7% de la population, en

fonction de l'âge de l'échantillon analysé.<sup>1</sup> L'IT sévère est associée à un risque de mortalité 3 fois plus élevé comparé à l'absence d'IT.<sup>2</sup> Le traitement médicamenteux, qui reste la pierre angulaire de la prise en charge, se limite malheureusement souvent à l'administration de diurétiques. Jusqu'à récemment, le traitement interventionnel de l'IT était du domaine exclusif de la chirurgie cardiaque. Cependant, cette dernière n'est réalisée, la plupart du temps, qu'en cas d'indication opératoire concomitante pour une autre valvulopathie et présente un risque non négligeable chez cette population multimorbide. La valve tricuspide est ainsi parfois appelée *valve oubliée* puisqu'elle a longtemps bénéficié de moins d'avancées en termes de procédures interventionnelles en comparaison aux autres valves. Néanmoins, les dernières années ont vu fleurir une multitude de dispositifs percutanés, certains ayant déjà fait leurs preuves tandis que d'autres, bien que prometteurs, sont encore à un stade embryonnaire. Le présent article a pour but de proposer un survol du diagnostic de l'IT, de son traitement chirurgical ainsi que des différents moyens de traitement percutané.

## DIAGNOSTIC DE L'INSUFFISANCE TRICUSPIDE: BREF RÉCAPITULATIF

### Classification et sévérité

Récemment, une nouvelle classification de l'IT a été proposée: a) IT primaire, relativement rare (environ 10% des cas), résultant d'une lésion organique des feuillets ou de l'appareil sous-valvulaire; b) IT secondaire (fonctionnelle), étant une conséquence d'une autre pathologie et pouvant être d'origine atriale ou ventriculaire et c) IT liée à un dispositif cardiaque électronique implanté, résultant d'une interaction ou d'un dommage de la valve par une sonde ventriculaire.<sup>3</sup>

Classiquement, l'IT est divisée en 3 catégories: légère, modérée ou sévère (**tableau 1**). Néanmoins, certains patients référés pour traitement percutané d'une IT présentent une pathologie d'une sévérité allant au-delà de ce système de classification. Un schéma révisé incluant les degrés «massive» et «torrentielle» a été proposé<sup>3,4</sup> (**tableau 2**) et a montré une valeur pronostique dans des études rétrospectives.<sup>5</sup> Il existe un risque important de sous-estimer la sévérité de l'IT en raison: a) de sa variabilité en fonction de l'état d'hydratation du patient et du cycle respiratoire; b) de la différence de pression faible entre l'oreillette droite et le ventricule droit produisant des vitesses de jet faible et moins visible au Doppler et c) de la forme non circulaire de la surface régurgitante entraînant une

<sup>a</sup>Centre d'innovation pour les valves cardiaques, Hôpital de Saint-Paul, 1081 rue Burrard, Université de Colombie-Britannique, Vancouver BC V6Z 1Y6, Canada, <sup>b</sup>Institut cardiovasculaire Paris Sud, Hôpital privé Jacques-Cartier, Ramsay Santé, 6 av. du Noyer Lambert, 91300 Massy, France, <sup>c</sup>Département de radiologie, Hôpital de Saint-Paul, 1081 rue Burrard, Université de Colombie Britannique, Vancouver BC V6Z 1Y6, Canada, <sup>d</sup>Service de cardiologie, Département cœur et vaisseaux, Centre hospitalier universitaire vaudois et Université de Lausanne, 1005 Lausanne, <sup>e</sup>Service de cardiologie, Inselspital, 3010 Bern david.meier1291@gmail.com | akodadmyriam@gmail.com | george-tzimas@hotmail.com dogufa76@gmail.com | julius.jelis@gmail.com | rboone@providencehealth.bc.ca jsathananthan@providencehealth.bc.ca | phil.blanke@gmail.com jleipsic@providencehealth.bc.ca | olivier.muller@chuv.ch johngraydonwebb@gmail.com | fabien.praz@insel.ch

**TABLEAU 1** Quantification de l'IT par échographie transthoracique bidimensionnelle

EROA: Effective Regurgitant Orifice Area (surface de l'orifice régurgitant); IT: insuffisance tricuspide; OD: oreillette droite; PISA: Proximal Isovelocity Surface Area; VCI: veine cave inférieure; VD: ventricule droit; VR: volume régurgité.

<sup>a</sup>Mesurée de préférence sur 2 plans. <sup>b</sup>La vena contracta est la portion la plus étroite du jet régurgitant mis en évidence au doppler couleur au niveau de l'orifice.

Paramètre échographique	Sévérité de l'IT		
	Légère	Modérée	Sévère
<b>Qualitatif</b>			
Morphologie de la valve tricuspide	Feuillets normaux	Feuillets modérément anormaux	Lésions valvulaires sévères
Dimensions du VD et de l'OD	Normales	Normales ou légèrement agrandies	Agrandies
Diamètre de la VCI	< 20 mm	21-25 mm	> 25 mm
Jet Doppler couleur	Étroit, central	Modéré, central	Grand, central, excentrique
Signal Doppler continu	Léger, parabolique	Dense, parabolique ou triangulaire	Dense, souvent triangulaire
<b>Semi-quantitatif</b>			
Vena contracta (mm) <sup>b</sup>	< 3	3-6,9	> 7 <sup>a</sup>
Rayon PISA (mm)	≤ 5	6-9	≥ 9
Flux hépatique	Dominance systolique	Affaiblissement systolique	Reflux systolique
Flux entrant tricuspide	Onde A dominante	Variable	Onde E ≥ 1 m/s
<b>Quantitatif</b>			
EROA (mm <sup>2</sup> )	< 20	20-39	≥ 40
VR (ml)	< 30	30-44	≥ 45

**TABLEAU 2** Quantification de l'insuffisance tricuspide avec un système sur 6 degrés

EROA: Effective Regurgitant Orifice Area (surface de l'orifice régurgitant); IT: insuffisance tricuspide; VR: volume régurgité.

<sup>a</sup>La vena contracta est la portion la plus étroite du jet régurgitant mis en évidence au doppler couleur au niveau de l'orifice.

Paramètre échographique	Sévérité de l'IT					
	Légère	Modérée	Modérée à sévère	Sévère	Massive	Torrentielle
Vena contracta (mm)	< 3	3-6,9	6-6,9	7-13	14-20	≥ 21
Vena contracta <sup>a</sup> par échocardiographie 3D (mm <sup>2</sup> )				75-94	95-114	≥ 115
EROA (mm <sup>2</sup> )	< 20	20-29	30-39	40-59	60-79	≥ 80
VR (ml)	< 15	15-29	30-44	45-59	60-74	≥ 75
Fraction de régurgitation par échocardiographie 3D (%)	< 25	25-44	-	≥ 45	-	-

(Adapté de réf. 4).

importante sous-estimation par la méthode PISA (Proximal Isovelocity Surface Area). Pour cette raison, des méthodes diagnostiques alternatives peuvent être nécessaires.

### Diagnostic de l'IT au-delà de l'échocardiographie: l'IRM et le CT cardiaque

Le rôle de l'échocardiographie transthoracique (ETT) est fondamental dans l'évaluation initiale de l'IT (tableau 1). Bien que l'ETT soit la modalité d'imagerie de première intention, l'évaluation quantitative de la valve tricuspide et du ventricule droit est souvent difficile et sous-optimale.<sup>6</sup> Ainsi, d'autres méthodes diagnostiques, dont l'échocardiographie trans-oesophagienne, offrent un apport supplémentaire dans le diagnostic, l'évaluation anatomique ainsi que la sélection de la modalité thérapeutique (tableau 3). En raison de la grande variabilité de l'anatomie des feuillets tricuspide – seule une minorité des patients (environ 40%) présentent 3 feuillets –, une

évaluation systématique détaillée est nécessaire et requiert une expérience dédiée, généralement dans des centres spécialisés.

L'imagerie cardiaque par résonance magnétique (IRM) est l'étalon d'or pour la mesure des volumes et de la fonction systolique du ventricule droit et peut également quantifier le volume et la fraction de régurgitation tricuspide. Bien que des valeurs IRM spécifiques pour la sévérité de l'IT ne soient pas encore bien établies, les dernières directives suggèrent d'adopter les mêmes seuils de sévérité que ceux utilisés pour l'insuffisance mitrale (fraction de régurgitation ≤ 15% pour l'IT légère, 16-25% pour l'IT modérée, 26-48% pour l'IT modérée à sévère et >48% pour l'IT sévère).<sup>6</sup> Une étude relativement récente a ainsi démontré l'utilité de l'IRM cardiaque pour quantifier la sévérité de l'IT et sa relation avec le pronostic des patients. Elle suggère des valeurs seuils de 45 ml pour le volume régurgitant et de 50% pour la fraction de régurgitation.<sup>7</sup>

TABLEAU 3

## Modalités diagnostiques de l'insuffisance tricuspide

IT: insuffisance tricuspide.

Modalité	Rôle dans le diagnostic/traitement
<b>Échocardiographie transthoracique (ETT)</b> Screening et pierre angulaire de l'évaluation de la sévérité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation de la sévérité</li> <li>• Détermination du mécanisme causal de l'IT</li> <li>• Évaluation des pressions pulmonaires</li> <li>• Mesure de la fonction du ventricule droit</li> <li>• Position d'une éventuelle sonde de pacemaker/défibrillateur et interaction avec la valve</li> </ul>
<b>Échocardiographie transœsophagienne (ÉTO)</b> Diagnostic détaillé et navigation procédurale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation précise du mécanisme d'IT, de l'anatomie (nombre de feuillets) et de l'éventuel rôle joué par une sonde de pacemaker/défibrillateur</li> <li>• Exclusion de la présence de thrombus/végétation/masse</li> <li>• Aide à la sélection du type de traitement en fonction de la qualité des images</li> <li>• Guidage de la procédure</li> </ul>
<b>Échocardiographie intracardiaque (EIC)</b> Utilisation encore limitée actuellement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guidage procédural en cas de qualité d'image insuffisante par ÉTO</li> <li>• Élimine la nécessité d'anesthésie générale</li> </ul>
<b>CT cardiaque</b> Complément d'évaluation anatomique et relation avec les structures adjacentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure des dimensions annulaires et évaluation de la présence de calcification</li> <li>• Évaluation de la position des sondes de pacemaker/défibrillateur</li> <li>• Définition des angles fluoroscopique pour la procédure</li> <li>• Évaluation de la relation entre l'anneau tricuspide et les structures adjacentes (coronaire droite, oreillette droite, veines caves)</li> <li>• Évaluation de l'anatomie de la coronaire droite</li> <li>• Évaluation de zones d'ancrage annulaire</li> </ul>
<b>Fluoroscopie</b> Évaluation coronaire/hémodynamique et navigation procédurale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation du statut coronaire (en particulier coronaire droite) pré et postprocédure (risque de compression/lésion de la coronaire droite avec certains implants)</li> <li>• Évaluation détaillée des pressions pulmonaires par cathétérisme droit</li> <li>• Navigation durant la procédure, aide à l'orientation en utilisant certains repères anatomiques (coronaire droite, par exemple)</li> </ul>
<b>IRM</b> Complément d'évaluation anatomique et pronostique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complément d'évaluation de la sévérité de l'IT dans les cas où l'ETT est insuffisante</li> <li>• Évaluation de la fonction du ventricule droit et mise en évidence d'une éventuelle présence de fibrose myocardique</li> <li>• Complément d'évaluation pronostique</li> </ul>

(Adapté de réf. 3).

Le CT cardiaque offre des informations à haute résolution sur l'anatomie de la valve tricuspide, de l'appareil sous-valvulaire, des cavités cardiaques droites ainsi que des veines caves et d'autres caractéristiques anatomiques qui vont influencer la stratégie finale du traitement percutané de l'IT (figure 1). Ainsi, les dimensions de l'anneau tricuspide – dont la géométrie complexe et asymétrique, en forme de selle, varie tout au long du cycle cardiaque – sont d'une grande importance pour déterminer la faisabilité anatomique des différentes approches de réparation ou de remplacement et la sélection de la taille du dispositif. Outre l'anneau, d'autres caractéristiques anatomiques vont conditionner la sélection de la stratégie thérapeutique. Les muscles papillaires tricuspides sont différents de ceux de la valve mitrale, plus petits avec des têtes plus fines et de multiples variantes anatomiques, posant un sérieux défi lors du traitement percutané. De plus, une distance adéquate entre le plan de l'anneau tricuspide et le

segment inférieur du muscle papillaire, ainsi que la bande modératrice (travée musculaire qui traverse la cavité entre le septum et la paroi libre), est nécessaire pour un déploiement et un ancrage correct de certains dispositifs. D'autre part, l'élargissement du VD peut perturber la relation linéaire entre oreillette droite (OD) et ventricule droit (VD), entraînant non seulement une *tethering* (restriction des feuillets, empêchant une coaptation correcte) des feuillets, mais également un remodelage du myocarde basal du VD. L'anneau tricuspide est par ailleurs entouré de structures représentant des repères importants pour le cardiologue interventionnel. Le nœud auriculoventriculaire est situé au sommet du triangle de Koch (limité par le feuillet septal, le tendon de Todaro et le sinus coronaire) et le faisceau de His chemine 3 à 5 mm en arrière de la commissure antéroseptale. Éviter l'interaction avec cette partie de l'anneau est important afin de limiter le risque de bloc atrioventriculaire de haut degré. De plus, un court segment de l'artère coronaire se trouve généralement proche de l'anneau tricuspide inféropostérieur; une autre considération importante pour les dispositifs d'ancrage.

Enfin, certaines techniques impliquent l'implantation hétérotopique d'une valve dans la veine cave inférieure et/ou supérieure pour contenir le flux régurgitant de l'IT. Ici, le CT permet une analyse des dimensions du système cave et de sa relation avec l'OD.

### Quand intervenir?

Actuellement, il semble qu'une large proportion de patients avec une IT significative ne se voit pas offrir de traitement.<sup>8</sup> Cette situation a probablement une origine multifactorielle. En effet, il a longtemps été considéré, à tort, que l'IT est une pathologie bénigne sans impact pronostique majeur. D'autre part, le traitement isolé de la valve tricuspide par chirurgie cardiaque est associé à une mortalité significative, même si des données contemporaines suggèrent une amélioration du pronostic chirurgical, en particulier lorsque les patients sont adressés tôt.<sup>9,10</sup> Finalement, le développement d'options thérapeutiques percutanées offre des possibilités de traitement à des patients pour lesquels seul un traitement médicamenteux était envisageable jusque-là. Il est ainsi important de bien sélectionner le moment d'intervenir puisqu'un traitement trop précoce ou un traitement trop tardif sont tous deux peu susceptibles d'offrir un bénéfice clinique significatif au patient.

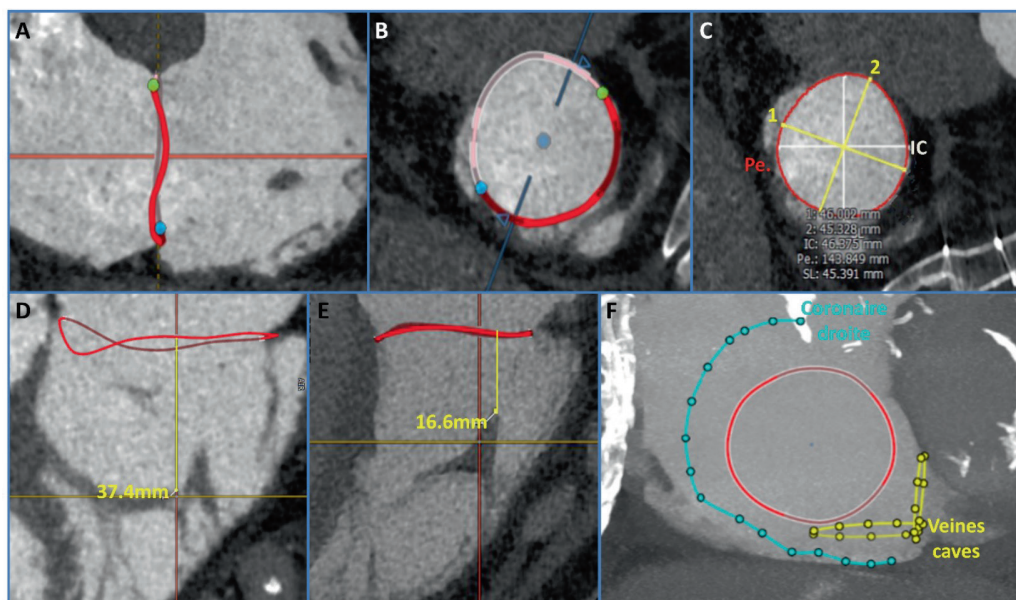
En l'absence de données très claires quant au timing idéal, les recommandations de la Société européenne de cardiologie suggèrent qu'une chirurgie tricuspide isolée devrait être considérée en cas d'IT primaire ou secondaire sévère symptomatique, ou asymptomatique mais avec dilatation du VD.<sup>11</sup>

En cas de dilatation ou de dysfonction sévère du VD ou en présence d'une hypertension pulmonaire sévère, la chirurgie est au contraire déconseillée. Dans ces recommandations, le rôle des traitements percutanés est encore limité aux patients inopérables avec IT secondaire, même s'il semble probable que cela soit amené à changer dans le futur.

En résumé, en cas d'IT sévère, il semble raisonnable de considérer une intervention, quelle qu'elle soit, quand le patient développe des symptômes ou une atteinte du VD sous forme

**FIG 1** Rôle du CT cardiaque dans l'évaluation de la valve tricuspide

A et B: Le plan annulaire de la valve tricuspide est défini visuellement en fonction de l'identification de l'insertion des feuillets autour de l'anneau tricuspide. C: Le diamètre inter-commissural (IC), le périmètre (Pe) ainsi que les dimensions maximale (1) et minimale (2) sont ensuite définis. D: La hauteur de la bande modératrice (mm) est obtenue en traçant une ligne perpendiculaire au plan annulaire et au bord inférieur de la bande modératrice (ligne jaune). E: La hauteur du muscle papillaire (mm) est obtenue en traçant une ligne perpendiculaire au plan annulaire et au bord inférieur du muscle papillaire le plus proche (ligne jaune). F: Images de projection d'intensité maximale pour évaluation des structures adjacentes. La ligne bleu ciel illustre le trajet de l'artère coronaire droite autour de la valve tricuspide (cercle rouge). Les deux ellipses jaunes indiquent les orifices de la veine cave inférieure et supérieure.



de dilatation mais avant d'avoir atteint un point de non-retour avec une atteinte permanente d'organe cible (dysfonction sévère du VD, hypertension pulmonaire sévère et cirrhose hépatique avancée ou/et insuffisance rénale sévère due à la congestion chronique).

### CHIRURGIE, LE TRAITEMENT DE PREMIÈRE INTENTION?

Si le traitement percutané de l'IT a significativement progressé ces dernières années, la chirurgie cardiaque conventionnelle reste néanmoins le traitement de première intention pour les patients ayant un risque opératoire acceptable. Toutefois, la chirurgie tricuspide isolée est rarement pratiquée, y compris dans les centres tertiaires, et reste grevée d'une morbidité significative. Ainsi, une méta-analyse récente, incluant plus de 5000 patients opérés entre 1974 et 2019, suggère une mortalité opératoire de 12%. L'étude démontre toutefois une amélioration du pronostic pour les patients opérés après 1995,<sup>9</sup> comme évoqué plus haut. Une grande étude française, publiée en 2020, ayant inclus également plus de 5000 patients opérés entre 2007 et 2017, montrait toutefois une mortalité intrahospitalière de 10%. En outre, pour les patients se présentant avec une insuffisance cardiaque de classe III ou IV selon la NYHA, ou avec une dysfonction modérée ou sévère du ventricule droit, la mortalité intrahospitalière était plus de 2 fois plus élevée.<sup>12</sup> Une autre étude américaine, menée sur plus de 1500 patients, a également démontré qu'une grande partie des patients référés pour chirurgie tricuspide isolée l'étaient à un stade tardif, avec une insuffisance cardiaque décompensée, nécessitant une chirurgie non élective, et que

ces facteurs étaient associés à une mortalité plus élevée à court terme.<sup>13</sup> Ces résultats suggèrent que, souvent, le traitement chirurgical de la valve tricuspide est entrepris à un stade trop tardif. Certaines études ont déjà démontré le bénéfice d'une intervention précoce.<sup>14</sup> D'un point de vue technique, la réparation de la valve tricuspide est préférable si anatomiquement possible et l'ajout d'un anneau d'annuloplastie permet d'en augmenter la durabilité. Une récente étude randomisée a comparé la réparation tricuspide à une stratégie conservatrice chez 401 patients opérés pour correction d'une insuffisance mitrale primaire avec IT modérée ou dilatation associée de l'anneau tricuspide. Un avantage significatif en termes de réopération, progression de l'IT et mortalité à 2 ans a pu être démontré au prix d'un nombre plus important de nouvelles implantations de pacemakers.<sup>15</sup>

### TRAITEMENT PERCUTANÉ DE L'INSUFFISANCE TRICUSPIDE

À l'heure actuelle, même si plusieurs études sont en cours, il n'existe pas pour l'IT d'étude randomisée comparant le traitement percutané au traitement médicamenteux optimal ou à la chirurgie. Néanmoins, certaines données observationnelles du registre TriValve avec appariement de > 250 paires de patients sur score de propension suggèrent que le traitement percutané de l'IT est associé à une amélioration de la survie et à une réduction des hospitalisations comparé au traitement médicamenteux seul.<sup>16</sup>

Le traitement percutané de l'IT peut être divisé en 4 catégories selon le mécanisme d'action de chaque système: a) système

de coaptation; b) système d'annuloplastie; c) remplacement de valve orthotopique et d) remplacement de valve hétérotopique. Il existe une multitude de dispositifs et seuls ceux actuellement utilisés et activement étudiés de chaque catégorie sont décrits ci-dessous, tandis que les autres sont listés dans la **figure 2**.

À l'image du traitement chirurgical, la réparation valvulaire percutanée est actuellement envisagée en première intention lorsqu'elle est anatomiquement faisable tandis que le rempla-

cement sera considéré en 2e ligne pour les patients présentant des contre-indications anatomiques à la réparation (défaut de coaptation trop large, perforation de feuillet, etc.). Cependant, la stratégie optimale devra faire l'objet de futures investigations et sera certainement adaptée en fonction de l'évidence et de la disponibilité commerciale des différentes plateformes.

La **figure 3** résume l'approche thérapeutique proposée en fonction des caractéristiques du patient.

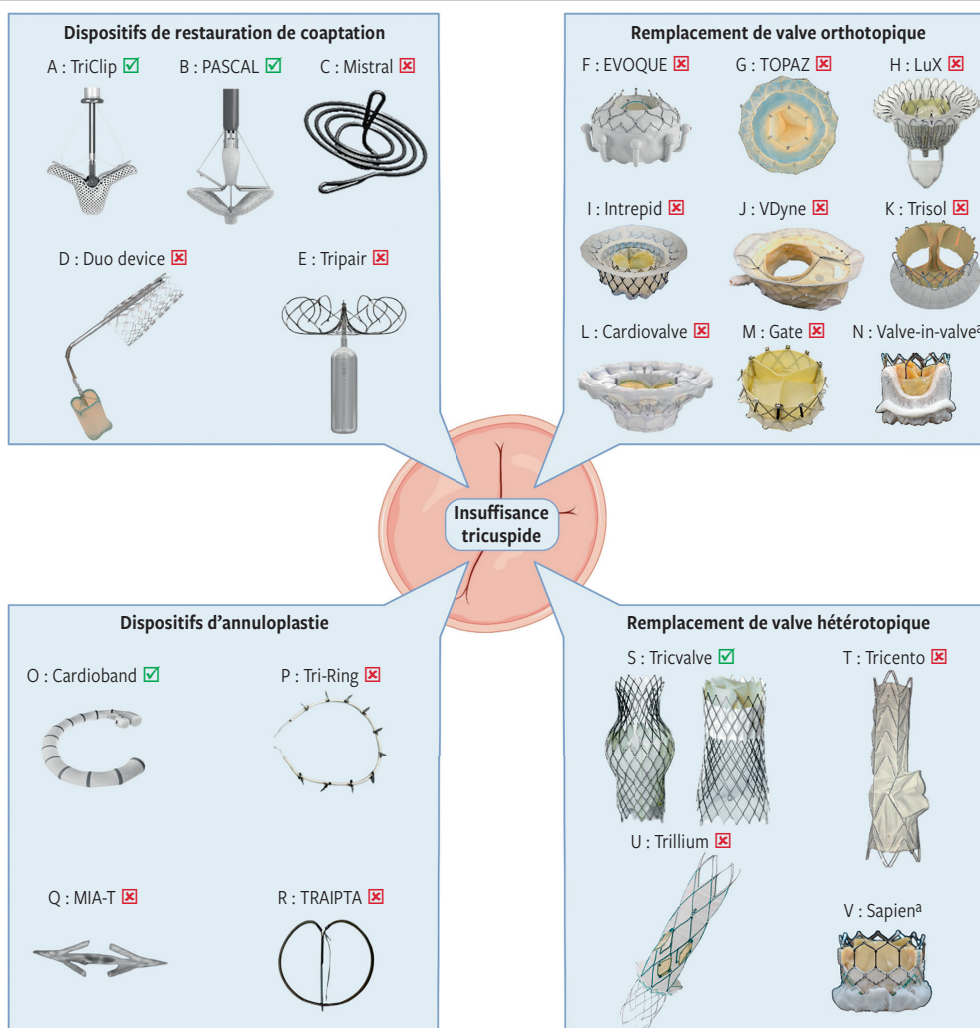
**FIG 2** Dispositifs déjà utilisés ou en développement pour le traitement percutané de l'IT

☑: Approuvé par la Commission européenne; ☒: Non approuvé par la Commission européenne.

**A:** Abbott Structural Heart, Santa Clara, Californie. Actuellement utilisé en pratique clinique «courante». **B:** Edwards Lifesciences, Irvine, Californie. Actuellement utilisé en pratique clinique «courante». **C:** Mitralix Ltd., Tel Aviv, Israël. En développement. **D:** CroiValve, Dublin, Irlande. En développement. **E:** Coramaze Technologies, Tikva, Israël. En développement. **F:** Edwards Lifesciences, Irvine, Californie. Actuellement implanté principalement dans le cadre d'études ou en utilisation compassionnelle. **G:** TRiCares, Aschheim, Allemagne. Premières implantations humaines récemment rapportées, études en cours. **H:** Jenscare Biotechnology Co., Ningbo, Chine. Premières implantations humaines transjugulaires récemment rapportées, études en cours. **I:** Medtronic, Minneapolis, Minnesota. Étude de faisabilité en cours. **J:** VDYNÉ, Maple Grove, Minnesota. En cours de développement. **K:** Trisol Medical, Yokneam, Israël. En cours de développement. **L:** Venus MedTech HangZhou Inc, Chine. En développement. **M:** NaviGate Cardiac Structures Inc., Lake Forest, Californie. En développement. **N:** Valve Sapien (Edwards Lifesciences, Irvine, Californie). **O:** Edwards Lifesciences, Irvine, Californie. Actuellement utilisé en pratique clinique «courante». **P:** Cardiac Implants LLC, American Canyon, Californie. En développement. **Q:** Micro Interventional Devices Inc, Newtown, Pennsylvanie. En développement. **R:** En développement. **S:** P+F Products + Features GmbH, Wessling, Allemagne. Actuellement utilisé en pratique clinique «courante». **T:** NVT GmbH, Hechingen, Allemagne. En développement. **U:** Innoventric LTD, EMAIL, Ness-Ziona, Israël. Etude *first in human* en cours. **V:** Valve Sapien (Edwards Lifesciences, Irvine, Californie).

<sup>a</sup>Approuvée et utilisée en position aortique, utilisée hors indication en cas de valve chirurgicale tricuspide dégénérée.

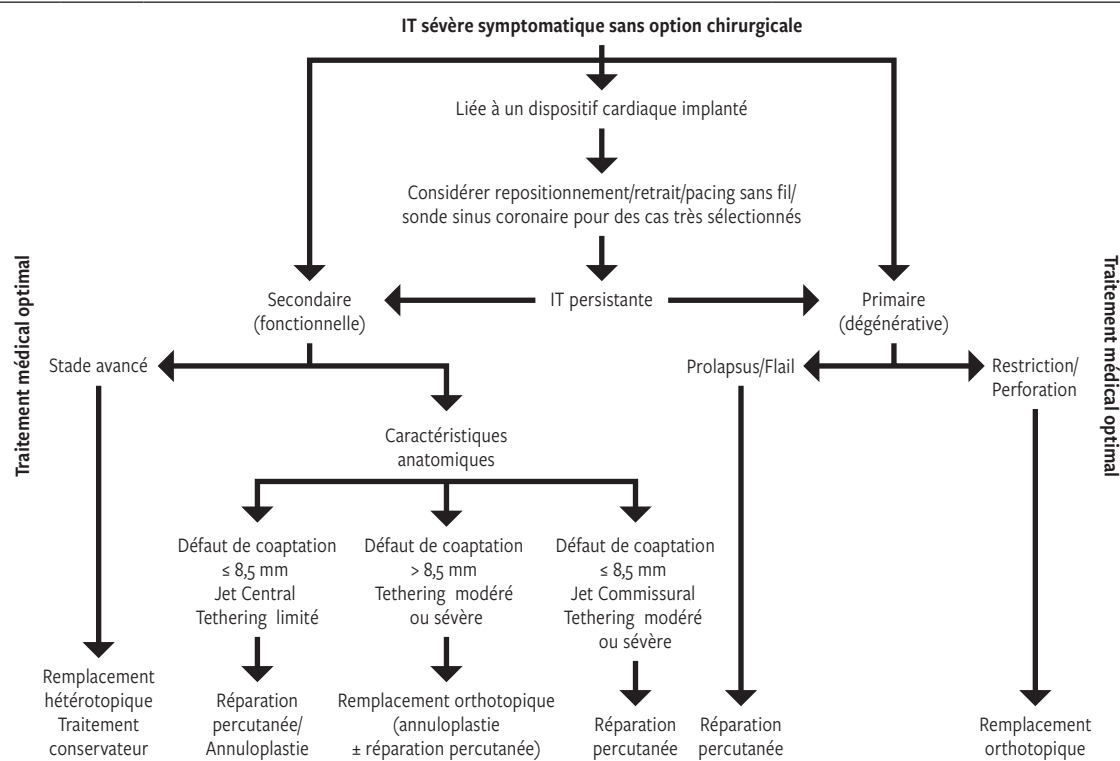
IT: insuffisance tricuspide.



(Figure créée avec BioRender.com).

**FIG 3** Algorithme thérapeutique pour le traitement percutané de l'IT

Flail: mobilité excessive d'un feuillet ou d'une portion de feuillet avec excursion systolique marquée en direction de l'oreillette, souvent lié à une rupture de cordage; IT: insuffisance tricuspide; Tethering: restriction des feuillets valvulaires, empêchant une coaptation correcte.



(Adaptée de réf. 3 et créée avec BioRender.com).

## Réparation valvulaire

### Systèmes de clip

Il existe actuellement deux systèmes de réparation bord à bord par clip approuvés par la Commission européenne: le TriClip (Abbott Structural Heart, Santa Clara, Californie) et le PASCAL (Edwards Lifesciences, Irvine, Californie).

Le TriClip est le pendant du MitraClip (Abbott Structural Heart, Santa Clara, Californie) incluant d'importantes modifications techniques facilitant son usage pour le traitement de la valve tricuspide. Au vu des résultats encourageants au niveau de la valve mitrale, certaines études ont initialement démontré qu'il était possible de réduire l'IT de manière significative en utilisant le MitraClip hors indication, avec un faible taux de complications. La plus grande de ces études, incluant près de 250 patients, retrouve un taux de succès (réduction de l'IT  $\leq$  modérée) de 77%. Après un suivi de 12 mois, 72% des patients ont toujours une IT  $\leq$  modérée et 69% des patients sont en classe NYHA I/II. Suite à ces résultats encourageants, le dispositif a été adapté pour devenir l'actuel TriClip qui a été étudié dans l'essai à simple bras TRILUMINATE incluant 85 patients. Après 12 mois, la mortalité était remarquablement basse (7,1%) pour cette population à haut risque chirurgical. Une IT  $\leq$  modérée était présente chez 71% des patients et 83% étaient en classe NYHA I/II.<sup>17</sup> L'étude randomisée déterminante TRILUMINATE a terminé sa phase d'inclusion et compare le traitement par TriClip au traitement médical optimal. Les premiers résultats sont attendus en mars 2023.

Le système PASCAL se distingue par l'utilisation de 3 cathéters (au lieu de 2), offrant une plus grande flexibilité de navigation. Les données observationnelles de son utilisation pour le traitement de l'IT ainsi que de l'étude de faisabilité CLASP TR EFS sont également encourageantes. L'étude randomisée CLASP II TR est en cours d'inclusion aux États-Unis et compare le traitement avec le système PASCAL au traitement médical optimal.

### Systèmes d'annuloplastie

Le mécanisme de l'IT étant généralement lié à une dilatation annulaire, et le traitement chirurgical reposant souvent sur une restauration de la coaptation par annuloplastie, il semble logique que le traitement percutané se soit également tourné vers ce type d'approche. Il existe une multitude de dispositifs d'annuloplastie directe ou indirecte listés en **figure 2** mais le système Cardioband (Edwards Lifesciences, Irvine, Californie) est le seul approuvé par la Commission européenne. Le suivi à 2 ans de l'étude TRI-REPAIR, ayant inclus 30 patients, démontre une réduction soutenue du diamètre annulaire et plus de 70% des patients avec une IT  $\leq$  modérée. L'étude TriBAND, incluant 61 patients, montre 69% de patients avec une IT  $\leq$  modérée à 30 jours.<sup>18</sup> Les résultats à un an seront importants pour confirmer la durabilité des résultats. Les patients traités par annuloplastie percutanée présentent traditionnellement une IT plus avancée que ceux inclus dans les études de réparation bord à bord ainsi qu'un défaut de coaptation plus important. Dans certains cas extrêmes, l'annuloplastie permet de rapprocher les feuillets de sorte à rendre

une réparation bord à bord possible dans un deuxième temps. Les limitations de ce dispositif semblent être la durée procédurale ainsi que le risque de lésion de la coronaire droite lors du déploiement des dispositifs d'ancrage.

### Remplacement percutané de la valve tricuspide

Le remplacement valvulaire percutané permet en théorie une élimination complète de l'IT largement indépendante de l'anatomie, ce qui n'est pas toujours le cas avec les systèmes de clip et d'annuloplastie. À l'heure actuelle, seul le système de remplacement hétérotopique TricValve bénéficie de l'approbation de la Commission européenne tandis que la valve aortique Sapien est utilisée hors indication pour les prothèses chirurgicales dégénérées (valve-in-valve) ou les fuites chez les patients porteurs d'un anneau tricuspide chirurgical. Nous aborderons dans ce chapitre les principales valves dédiées à l'anatomie tricuspide et les principaux systèmes hétérotopiques.

#### Remplacement orthotopique

Il existe de nombreuses valves en cours de développement dans le cadre du remplacement de la valve tricuspide, avec cependant peu de données disponibles actuellement.

La valve Evoque (Edwards Lifesciences, Irvine, Californie) est une valve autoexpansive en nitinol implantable par voie fémorale. Cette valve a été la première valve tricuspide percutanée développée avec de bons résultats dans une expérience initiale compassionnelle sur 27 patients.<sup>19</sup> En outre, les résultats à 1 an de l'étude TRISCEND, incluant 176 patients (récemment présentés en congrès), montrent une mortalité de 9,4%, avec 88% de patients sans réhospitalisation pour insuffisance cardiaque, 100% de patients avec IT ≤ modérée et 93% en classe NYHA I/II. L'étude multicentrique randomisée TRISCEND II comparant le remplacement percutané au traitement médicamenteux est en cours.

La valve Topaz (TRiCares, Aschheim, Allemagne) a nouvellement été développée avec un succès de procédure chez les 2 premiers patients implantés, et des temps d'intervention très rapides (< 20 minutes).<sup>20</sup> Il s'agit d'une valve en nitinol implantée par voie fémorale, avec néanmoins une seule taille disponible et limitée à des anneaux tricuspidiens relativement peu dilatés (< 45 mm). L'étude TRICURE apportera des données supplémentaires.

La valve LuX (Jenscare Biotechnology Co., Ningbo, Chine), également auto-expansive, a démontré des résultats prometteurs avec une approche transatriale et une approche transjugulaire a récemment été effectuée avec succès chez 10 patients.<sup>21</sup> L'intérêt majeur théorique de cette valve est de permettre le traitement de patients avec des anneaux tricuspides très dilatés, en dehors des limites anatomiques des autres valves tricuspides percutanées, ainsi qu'un taux très bas de pacemakers.

La valve Intrepid (Medtronic, Minneapolis, Minnesota), initialement développée pour la valve mitrale, est en cours d'évaluation en position tricuspide. L'intérêt de cette valve est sa recapturabilité avant le largage final permettant ainsi de la repositionner.

#### Remplacement hétérotopique: la veine cave comme dernier recours

Le double système autoexpansif TricValve (P+F Products + Features GmbH, Wessling, Allemagne) est spécifiquement adapté à l'anatomie des veines caves supérieures et inférieures, selon une procédure réalisée par double abord jugulaire et fémoral, avec des résultats prometteurs dans le registre TRICUS EURO.<sup>22</sup> L'étude randomisée TRICAV est en cours.

Le système Tricento est un stent unique bicaval avec valve latérale, implanté par voie fémorale, avec également des résultats prometteurs en termes d'amélioration des symptômes.<sup>23</sup> Des fractures du stent ayant été décrites chez certains patients, le design du système est en cours de modifications.

Les limites du remplacement valvulaire tricuspide incluent le risque de thrombose de valve, avec la probable nécessité d'une anticoagulation à vie, un risque accru de troubles de la conduction nécessitant la mise en place d'un pacemaker ainsi que le piégeage de sondes ventriculaires précédemment implantées avec un devenir incertain. De même, en raison du développement relativement récent de ces techniques, aucune donnée sur la durabilité de ces valves n'est disponible.

### CONCLUSION

Le présent article rappelle que l'insuffisance tricuspide (IT) n'est pas une pathologie bénigne et que le traitement chirurgical, longtemps grevé d'une morbidité importante, semble avoir progressé ces dernières années, tout particulièrement si le traitement n'est pas entrepris trop tardivement. Les thérapies percutanées sont également en plein essor et leur rôle dans la prise en charge devrait se voir renforcé ces prochaines années. Finalement, au vu de la complexité de la maladie tricuspide, il semble important de suivre une approche systématique et standardisée comme suggéré dans un récent document de référence.<sup>3</sup>

**Conflit d'intérêts:** D. Meier est au bénéfice d'une bourse de la fondation SICPA. G. Tzimas est soutenu par la Fondation vaudoise de cardiologie et est au bénéfice d'une bourse de la fondation SICPA. J. G. Webb est consultant pour Edwards Lifesciences et a reçu du financement de recherche de la part de Edwards Lifesciences et Abbott. J. Sathanathan est consultant pour Edwards Lifesciences, Medtronic et Boston Scientific. Il a reçu du financement de recherche de la part de Edwards Lifesciences et Medtronic. J. Leipsic a reçu du financement de recherche et des honoraires de la part de GE Healthcare. Il est également actionnaire et consultant pour HeartFlow, Circle CVI et Philips. P. Blanke offre un service de core laboratory institutionnel pour Edwards Lifesciences, Medtronic, Boston Scientific, Abbott Laboratories, PiCardia et Neovasc sans gains financiers directs. Il est également consultant pour Edwards Lifesciences. F. Praz a reçu des compensations pour des voyages professionnels de la part d'Edwards Lifesciences, Abbott Vascular, Medira, Polares Medical et Siemens Healthineers. Les autres auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

### IMPLICATIONS PRATIQUES

- L'insuffisance tricuspide (IT) n'est pas une pathologie bénigne et, quand le traitement médicamenteux ne suffit plus, une approche invasive devrait être envisagée
- Le diagnostic ainsi que la sélection du traitement bénéficient d'une approche multimodale avancée
- La chirurgie reste le traitement de référence et la littérature récente suggère une amélioration des résultats opératoires lorsque les patients sont référés tôt
- Le traitement percutané est en plein développement et offre de plus en plus d'options peu invasives pour les patients à haut risque. La publication de plusieurs études randomisées dans un futur proche devrait permettre de confirmer l'efficacité de cette approche
- Le groupe PCR Tricuspid Focus Group de l'organisation PCR (Paris Course of Revascularisation) a récemment publié un document de référence pour une approche standardisée du patient souffrant d'IT

1 Asmarats L, Taramasso M, Rodés-Cabau J. Tricuspid valve disease: diagnosis, prognosis and management of a rapidly evolving field. *Nat Rev Cardiol.* 2019 Sep;16(9):538-54. DOI: 10.1038/s41569-019-0186-1.

2 Offen S, Playford D, Strange G, Stewart S, Celermajer DS. Adverse Prognostic Impact of Even Mild or Moderate Tricuspid Regurgitation: Insights from the National Echocardiography Database of Australia. *J Am Soc Echocardiogr.* 2022 Aug;35(8):810-7. DOI: 10.1016/j.echo.2022.04.003.

3 \*\*Praz F, Muraru D, Kreidel F, et al. Transcatheter treatment for tricuspid valve disease. *EuroIntervention.* 2021 Nov;17(10):791-808. DOI: 10.4244/EIJ-D-21-00695.

4 \*\*Hahn RT, Badano LP, Bartko PE, et al. Tricuspid regurgitation: recent advances in understanding pathophysiology, severity grading and outcome. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2022 Jun;23(7):913-29. DOI: 10.1093/ehjci/jeac009.

5 Miura M, Alessandrini H, Alkholdair A, et al. Impact of Massive or Torrential tricuspid regurgitation in patients undergoing transcatheter tricuspid valve intervention. *JACC Cardiovasc Interv.* 2020 Sep;13(17):1999-2009. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.05.011.

6 Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, et al. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr.* 2017 Apr;30(4):303-71. DOI: 10.1016/j.echo.2017.01.007.

7 Zhan Y, Debs D, Khan MA, et al. Natural History of Functional Tricuspid Regurgitation Quantified by Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2020 Sep;76(11):1291-301. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.07.036.

8 Enriquez-Sarano M, Messika-Zeitoun D, Topilsky Y, et al. Tricuspid

regurgitation is a public health crisis. *Prog Cardiovasc Dis.* 2019 Nov-Dec;62(6):447-51. DOI: 10.1016/j.pcad.2019.10.009.

9 \*Scotti A, Sturla M, Granada JF, et al. Outcomes of isolated tricuspid valve replacement: a systematic review and meta-analysis of 5,316 patients from 35 studies. *EuroIntervention.* 2022 Nov;18(10):840-51. DOI: 10.4244/EIJ-D-22-00442.

10 Hamandi M, Smith RL, Ryan WH, et al. Outcomes of Isolated Tricuspid Valve Surgery have Improved in the Modern Era. *Ann Thorac Surg.* 2019 Jul;108(1):11-15. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2019.03.004.

11 Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2022 Feb;43(7):561-632. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab395.

12 Dreyfus J, Flagiello M, Bazire B, et al. Isolated tricuspid valve surgery: impact of aetiology and clinical presentation on outcomes. *Eur Heart J.* 2020 Dec;41(45):4304-4317. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa643.

13 Kawsara A, Alqahtani F, Nkomo VT, et al. Determinants of Morbidity and Mortality Associated with Isolated Tricuspid Valve Surgery. *J Am Heart Assoc.* 2021 Jan;10(2):e018417. DOI: 10.1161/JAHA.120.018417.

14 Wang TKM, Akyuz K, Xu B, et al. Early surgery is associated with improved long-term survival compared to class I indication for isolated severe tricuspid regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021 Jul;S0022-5223(21)01135-1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.07.036.

15 Gammie JS, Chu MWA, Falk V, et al. Concomitant Tricuspid Repair in Patients with Degenerative Mitral Regurgitation. *N Engl J Med.* 2022 Jan;386(4):327-39. DOI: 10.1056/NEJMoa2115961.

16 \*\*Taramasso M, Benfari G, van der Bijl P, et al. Transcatheter Versus Medical Treatment of Patients With Symptomatic Severe Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2019 Dec;74(24):2998-3008. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.09.028.

17 \*Lurz P, Stephan von Bardeleben R, Weber M, et al. Transcatheter Edge-to-Edge Repair for Treatment of Tricuspid Regurgitation. *J Am Coll Cardiol.* 2021 Jan;77(3):229-39. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.11.038.

18 Nickenig G, Friedrichs KP, Baldus S, et al. Thirty-day outcomes of the Cardioband tricuspid system for patients with symptomatic functional tricuspid regurgitation: the TriBAND study. *EuroIntervention.* 2021 Nov;17(10):809-17. DOI: 10.4244/EIJ-D-21-00300.

19 Webb JG, Chuang AMY, Meier D, et al. Transcatheter Tricuspid Valve Replacement With the EVOQUE System: 1-Year Outcomes of a Multicenter, First-in-Human Experience. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022 Mar;15(5):481-91. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.01.280.

20 Teiger E, Nejari M, Lim P, et al. First-in-human implantation of the Topaz transcatheter tricuspid valve replacement system. *EuroIntervention.* 2022 Nov;18(10):862-4. DOI: 10.4244/EIJ-D-22-00277.

21 Lu FL, An Z, Ma Y, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement in patients with severe tricuspid regurgitation. *Heart.* 2021 Oct;107(20):1664-70. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-318199.

22 Estévez-Loureiro R, Sánchez-Recalde A, Amat-Santos IJ, et al. 6-Month Outcomes of the TricValve System in Patients With Tricuspid Regurgitation: The TRICUS EURO Study. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022 Jul;15(13):1366-77. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.05.022.

23 Wild MG, Lubos E, Cruz-Gonzalez I, et al. Early Clinical Experience With the TRICENTO Bicaval Valved Stent for Treatment of Symptomatic Severe Tricuspid Regurgitation: A Multicenter Registry. *Circ Cardiovasc Interv.* 2022 Mar;15(3):e011302. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.121.011302.

\* à lire

\*\* à lire absolu