

■ Revues générales

Quand une prothèse dégénère : particularités de la procédure valve-in-valve

RÉSUMÉ : Le TAVI valve-in-valve va se développer considérablement dans les prochaines décennies. Le screening des patients, fondé sur le scanner, est une étape cruciale. Les résultats dépendent du type de bioprothèse chirurgicale dégénérée, de sa taille, de son mode de dégénérescence et de l'anatomie de la racine aortique. Les principales complications, gradients élevés et obstruction coronaire, peuvent être anticipées, prévenues ou traitées. Les résultats actuels sont excellents, au prix d'une courbe d'apprentissage. Pour l'avenir, l'utilisation de bioprothèses chirurgicales dédiées permettra d'améliorer encore ces résultats et de faciliter les procédures.



D. HIMBERT, M. URENA
Hôpital Bichat, PARIS.

Le TAVI “valve-in-valve” est entré dans la pratique courante et appelé à se développer considérablement du fait des projections démographiques et de l'utilisation croissante des bioprothèses aortiques chirurgicales et percutanées, y compris dans des populations plus jeunes. Il permet d'éviter des chirurgies réduites à haut risque et ses résultats cliniques à court et moyen terme sont très satisfaisants. Ses principales limites, liées aux risques de gradients élevés et d'obstruction coronaire, peuvent être évitées dans l'immense majorité des cas.

■ Les perspectives épidémiologiques

En 20 ans, le panorama des remplacements valvulaires aortiques (RVA) s'est métamorphosé. En Allemagne, entre 1994 et 2014, le nombre de RVA a presque triplé, passant de 7 000 à 19 000. La proportion des RVA mécaniques s'est effondrée au profit des bioprothèses, passant de 80 % en 1994 à 10 % en 2014 (*fig. 1*) [1]. Surtout, la tendance à implanter des bioprothèses s'observe chez des patients de plus en plus jeunes. Entre 1997 et 2013, en Suède, la proportion des patients âgés de

50 à 69 ans traités par RVA recevant une bioprothèse est passée de 10 % à 70 % et cette croissance exponentielle s'est certainement poursuivie depuis [2].

Alors que le nombre global des RVA augmente régulièrement (presque 20 000 en France en 2015) [3], on peut donc considérer que plus de 90 % d'entre eux sont aujourd'hui biologiques et concernent de nombreux patients dont l'espérance de vie dépasse celle de la bioprothèse. Le nombre des patients exposés à une dégénérescence de leur bioprothèse aortique va donc exploser dans les prochaines décennies.

■ Le screening

>>> La parfaite connaissance de la bioprothèse chirurgicale à traiter est indispensable, et avant tout son mode de dégénérescence. Devant une prothèse sténosante, il faut différencier une dégénérescence vraie (calcifications/pannus) d'une thrombose dont le traitement est radicalement différent. Au moindre doute, un traitement anticoagulant d'épreuve de quelques semaines doit être envisagé. Il faut aussi s'assurer

Revue générale

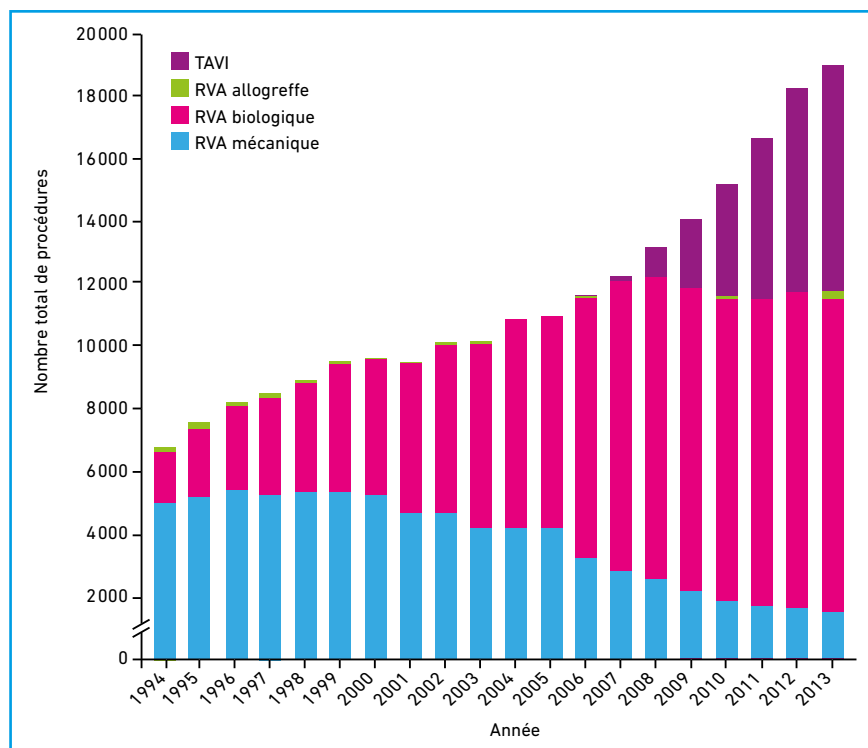


Fig. 1 : Évolution dans le temps des remplacements valvulaires aortiques en Allemagne.

de l'absence de mismatch par l'analyse de l'évolution des gradients prothétiques depuis la période postopératoire immédiate. Devant une prothèse fuyante, il faut s'assurer du caractère intraprothétique de la fuite et de l'absence de fuite périprothétique, ce qui peut être difficile et nécessite la pratique d'une échographie transœsophagienne. Il faut enfin s'assurer de l'absence d'argument pour une endocardite qui contre-indiquerait tout TAVI valve-in-valve.

La prothèse peut être stentée ou *stentless*, intra- ou supra-annulaire, ses feuillets peuvent être cousus à l'intérieur ou à l'extérieur des montants... Son diamètre interne, en fonction duquel sera décidée la taille de la prothèse percutanée à implanter, doit être mesuré sur le scanner de bord interne à bord interne de l'anneau. Ce diamètre n'est pas celui indiqué par le fabricant et reporté sur le compte rendu opératoire, qui mentionne en général son diamètre externe (plus large de 2 à 3 mm selon le type de prothèse). Il ne

faut pas se fonder sur les comptes rendus opératoires ou d'hospitalisation, car les erreurs existent, mais s'astreindre à cette évaluation rigoureuse dont l'élément central est le scanner. La prothèse percutanée

envisagée au terme de cette évaluation peut être confrontée au choix proposé sur l'application ViV Aortic disponible sur iPhone, qui indique pour chaque type et chaque taille de bioprothèse chirurgicale la prothèse percutanée la plus adaptée.

L'aspect fluoroscopique de la prothèse doit être connu pour éviter les mauvaises surprises, car il est très variable d'une prothèse à l'autre : certaines ont une structure entièrement radio-opaque (toutes les prothèses Carpentier-Edwards et dérivées, Perimount, Magna...), pour d'autres seuls l'anneau (Mitroflow) ou les picots des montants (Mosaic) sont visibles, d'autres sont totalement radio-transparentes (Intact, toutes les prothèses *stentless*) (fig. 2). Enfin, le scanner permet de détecter et d'anticiper les principaux risques du TAVI valve-in-valve.

>>> Les gradients élevés. Ce risque intervient pour les bioprothèses de petite taille (≤ 21 mm). Dans cette situation, il peut être intéressant de privilégier les prothèses supra-annulaires autodéployées (Medtronic Evolut R), qui permettent d'éviter ou de limiter la diminution de la surface orificielle liée à l'effet "poupée russe" du valve-in-valve [4]. Il peut aussi être utile de prévoir pour

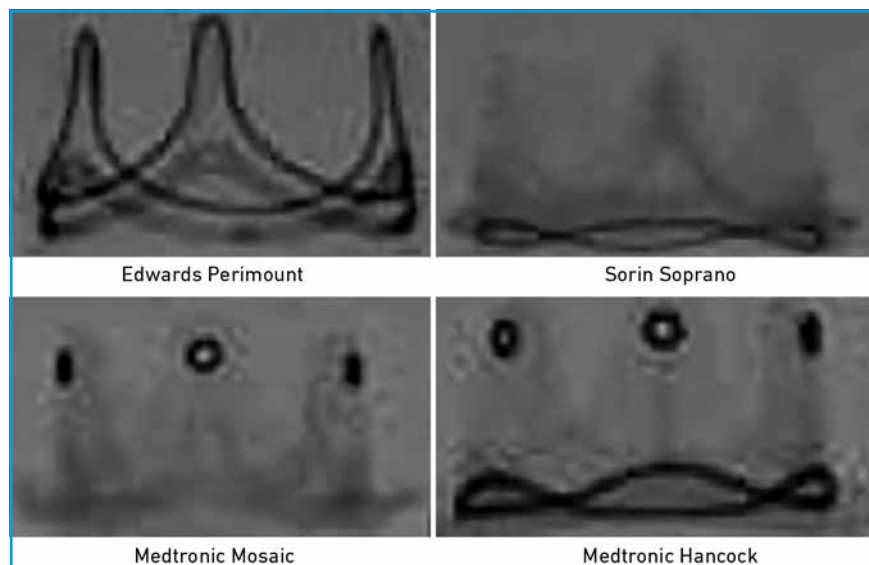


Fig. 2 : Aspect fluoroscopique de quelques bioprothèses stentées.

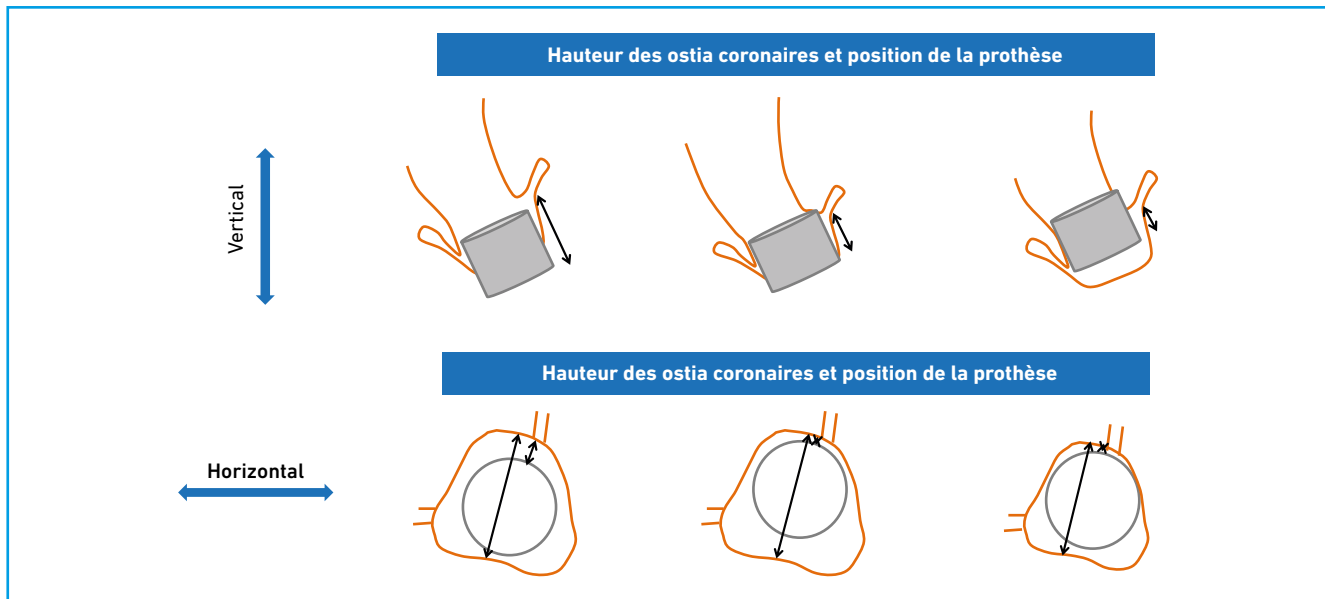


Fig. 3 : Évaluation du risque d'obstruction coronaire. Facteurs anatomiques et interaction racine aortique-prothèse (d'après Urena *et al.* JCS, 2012)..

l'intervention le matériel nécessaire à une fracture de la prothèse chirurgicale [5].

>>> L'obstruction coronaire. Ce risque est lié aux caractéristiques de la bioprothèse et à l'anatomie de la racine aortique. Il est élevé pour les prothèses stentées dont les feuillets sont à l'extérieur des montants, comme la prothèse Mitroflow (6 à 7 %) et pour les prothèses *stentless*, comme la Freedom Solo (3 à 4 %), mais très faible pour les prothèses stentées à feuillets intérieurs aux montants, comme les Carpentier-Edwards, Perimount, Magna... (< 1 %). Les facteurs anatomiques déterminant ce risque sont principalement la hauteur des coronaires et les dimensions des sinus de Valsalva, des coronaires basses naissant de sinus de Valsalva étroits exposant à un risque maximal.

Dans la grande majorité des cas, la naissance de la coronaire gauche est plus basse que celle de la droite et donc le risque concerne principalement le tronc commun. Mais l'orientation de la prothèse au sein de la racine aortique peut être plus ou moins oblique et menacer plus particulièrement l'un ou l'autre ostium (*fig. 3 et 4*). L'anticipation du

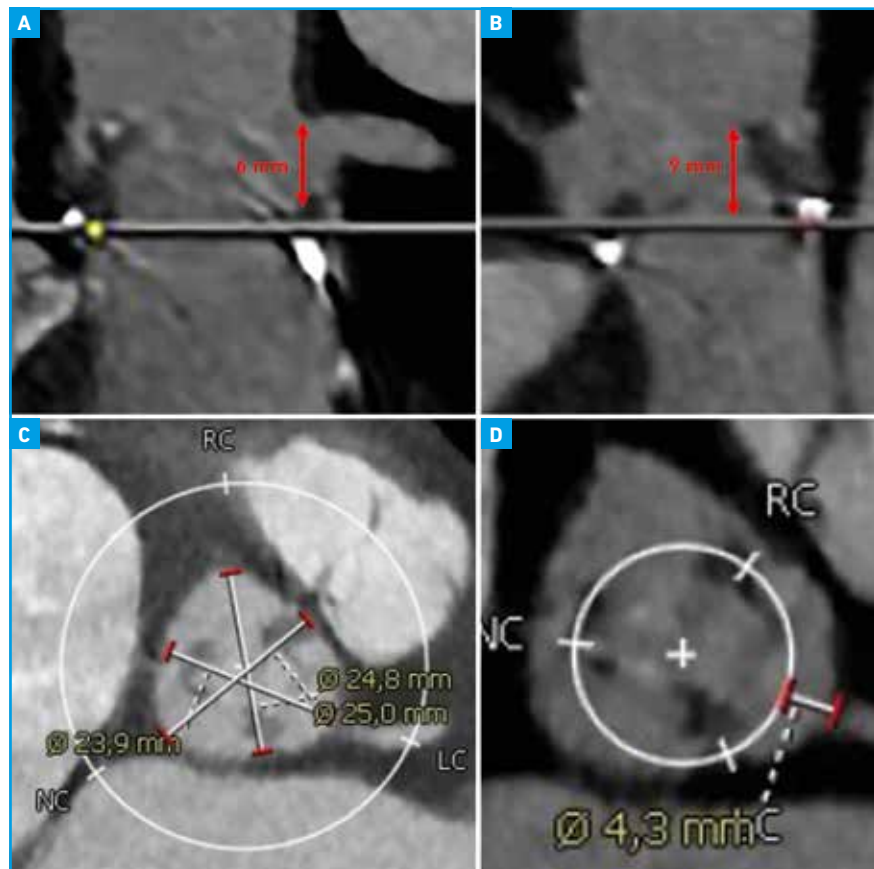


Fig. 4 : Analyse de la racine aortique au scanner. **A :** distance anneau-coronaire gauche. **B :** longueur du feuillet prothétique. **C :** diamètres des sinus de Valsalva. **D :** distance prothèse-coronaire gauche.

Revue générale

risque d'obstruction coronaire permet sa prévention lors de l'intervention, indispensable compte tenu de sa gravité, reflétée par une mortalité à 30 jours de l'ordre de 50 % [6].

L'intervention

La difficulté et le risque de l'intervention dépendent avant tout des caractéristiques de la bioprothèse. Habituellement facile et à très faible risque pour les bioprothèses stentées de grande taille (≥ 23 mm), bien visibles et à feuillets internes (**fig. 5, à gauche**), elle peut être très complexe et à risque dans les situations inverses (**fig. 5, à droite**). Les deux risques évoqués ci-dessus doivent être anticipés et prévenus.

>>> La prévention de gradients élevés post-implantation passe par l'utilisation préférentielle des prothèses auto-déployées Evolut R positionnées suffisamment haut pour profiter au maximum de leur fonctionnement supra-annulaire et s'affranchir de la petite taille de la bioprothèse. Si, malgré ces précautions, le gradient transprothétique moyen est élevé (> 20 mmHg), une fracture de l'anneau de la bioprothèse peut se discuter [5]. Cette technique concerne surtout les petites prothèses Mitroflow, fréquemment sujettes à des dégénérescences précoces et candidates à des TAVI valve-

in-valve, mais peut s'appliquer également à la plupart des autres bioprothèses couramment utilisées. Cependant, certaines bioprothèses, comme les Hancock et les Trifecta, ne seraient pas accessibles à la fracture. Cette fracture est effectuée par une post-dilatation utilisant un ballon non compliant de type ATLAS GOLD ou True Dilatation, de diamètre supérieur de 1 à 2 mm à celui de la prothèse, gonflé à haute pression (18 à 24 ATM).

>>> La prévention de l'obstruction coronaire passe également par l'utilisation préférentielle des prothèses auto-déployées recapturables et par le positionnement préalable d'un stent dans le lit distal du réseau coronaire (gauche en général) [7]. Une angiographie de la racine aortique doit être réalisée à la fin du déploiement de la prothèse, juste avant son largage final. Si l'ostium coronaire est manifestement compromis, les options sont les suivantes : soit recapturer la prothèse et la retirer pour reconsidérer un autre traitement, soit la larguer en se tenant prêt à retirer le stent et à le déployer sur l'ostium concerné.

>>> Les autres aspects de l'intervention ne diffèrent pas des TAVI sur valves natives. Le risque de trouble de conduction de haut degré et de pacemaker définitif est plus faible pour les bioprothèses stentées car les voies de conduction sont protégées par l'anneau prothétique.

Les résultats actuels

Les principales données sur les résultats à grande échelle du valve-in-valve proviennent du registre international VIVID [4]. Le mode de dégénérescence et la taille de la bioprothèse sont les deux principaux déterminants du pronostic à 1 an. Le caractère sténosant de la prothèse est associé à une mortalité à 1 an de 25 %, contre seulement 10 % lorsque la dégénérescence est fuyante. De même, les prothèses de petite taille sont un facteur prédictif de mortalité à 1 an (25 %, contre seulement 7 % pour les prothèses de grande taille). La comparaison des valves auto-déployées CoreValve et déployées par ballon SAPIEN montre une tendance sans différence significative en faveur de l'utilisation de la CoreValve de première génération, mais les données concernant les prothèses percutanées de dernière génération SAPIEN 3 et Evolut R/Pro sont insuffisantes même si l'on peut considérer que les résultats ne devraient pas être très différents. Aucune donnée n'existe à ce jour dans cette indication pour la prothèse ACURATE de Boston Scientific, récemment commercialisée en France.

Le registre PARTNER 2 valve-in-valve a montré l'existence d'une courbe d'apprentissage pour ce type d'intervention : la mortalité à 1 an était de 20 % pour les 100 premiers patients du registre, mais n'était plus que de 10 % pour les 200 suivants [8]. Cette courbe d'apprentissage est expliquée par les spécificités du TAVI valve-in-valve détaillées plus haut, souvent mal appréhendées en début d'expérience.

Le récent registre SWISS TAVI a comparé les résultats des patients traités par TAVI sur valves natives et valve-in-valve en Suisse de 2011 à 2016 [9]. Malgré un profil de risque plus sévère des patients valve-in-valve (EuroSCORE 28 %, contre 18 % pour les TAVI sur valves natives), la mortalité était identique à 30 jours dans les 2 groupes (1,9 % vs 3,8 % ; $p = 0,2$) et inférieure à 1 an dans le groupe valve-in-

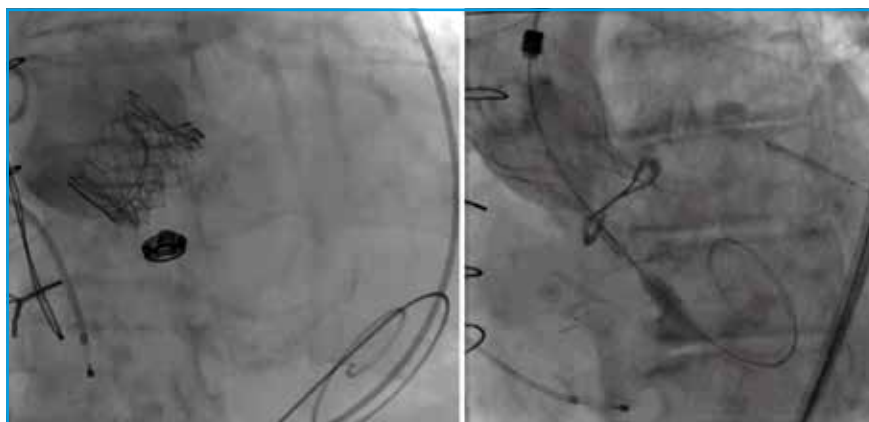


Fig. 5 : Valve-in-valve, Fluoroscopie. **À gauche :** valve SAPIEN dans une prothèse de Carpentier-Edwards. **À droite :** CoreValve dans une prothèse Mitroflow.

valve (6,8 %, contre 13 % dans le groupe valves natives ; $p = 0,03$). Par ailleurs, le risque d'insuffisance rénale et de pace-maker était plus faible et la durée de séjour plus courte après valve-in-valve qu'après TAVI sur valve native.

■ Les perspectives

Le futur développement du TAVI valve-in-valve impose d'anticiper cette perspective lors de toute chirurgie de remplacement valvulaire aortique biologique. Cette discussion doit maintenant faire partie intégrante des staffs multidisciplinaires organisés par les "Heart Teams". L'utilisation des prothèses non favorables au valve-in-valve (*stentless*, non visibles, à risque d'obstruction coronaire...) doit être délaissée au profit des prothèses stentées bien visibles et à feuillets internes et courts. Deux prothèses spécifiquement conçues pour un futur valve-in-valve ont été développées par les sociétés Medtronic (AVALUS) et Edwards Lifesciences (INSPIRIS RESILIA) (**fig. 6**). Ces prothèses ont, outre les caractéristiques favorables sus-citées,



Fig. 6 : Nouvelles prothèses percutanées spécifiquement conçues en vue d'un futur valve-in-valve. **En haut :** Medtronic AVALUS. **En bas :** Edwards INSPIRIS RESILIA.

POINTS FORTS

- Le nombre des TAVI valve-in-valve va considérablement augmenter dans les prochaines décennies.
- Le screening fondé sur la connaissance de la bioprothèse chirurgicale dégénérée et l'analyse du scanner sont cruciaux.
- Les principales complications – gradients élevés et obstruction coronaire – peuvent être anticipées, prévenues et traitées.
- Les résultats sont bons mais nécessitent une courbe d'apprentissage.
- Pour l'avenir, l'utilisation de bioprothèses chirurgicales dédiées facilitera les interventions et améliorera les résultats du TAVI valve-in-valve.

un anneau souple ayant une certaine capacité d'extension permettant d'améliorer le résultat hémodynamique lors d'une future implantation valve-in-valve.

Les cas de dégénérescence de prothèses percutanées restant rares, l'expérience du TAVI-in-TAVI est aujourd'hui très limitée. L'intervention est en général très simple techniquement et toutes les combinaisons sont possibles : SAPIEN-in-SAPIEN, CoreValve-in-CoreValve, CoreValve-in-SAPIEN ou l'inverse (**fig. 7**). Les résultats hémodynamiques et cliniques immédiats sont excellents. Compte tenu des résultats positifs des deux grands essais sur le TAVI dans les

populations à faible risque récemment publiés, PARTNER 3 et Evolut low-risk [10, 11], conduisant à l'extension prochaine des indications du TAVI à des populations plus jeunes dont l'espérance de vie est plus longue, cette situation se rencontrera de plus en plus souvent dans l'avenir.

Enfin, pourquoi ne pas imaginer l'éventualité future du "valve-in-valve-in-valve" ? Bien que cette technique ait déjà pu être utilisée dans ces circonstances exceptionnelles avec de bons résultats immédiats [12], elle soulève différentes questions dont la première est l'accès aux coronaires, qui risque

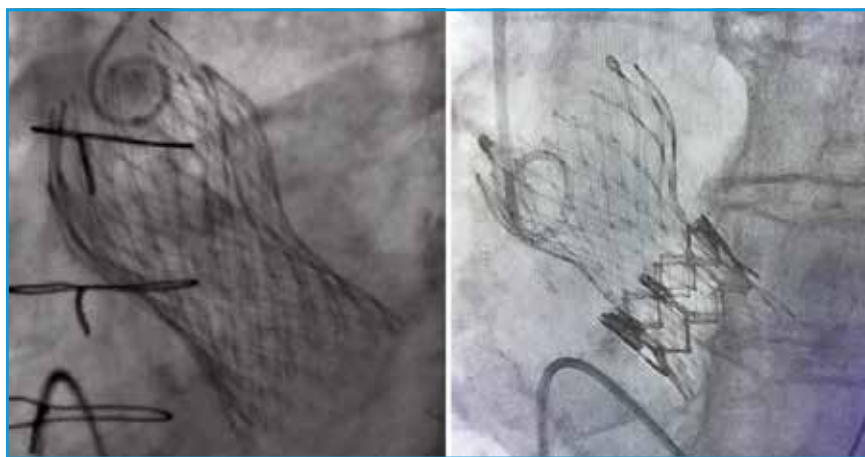


Fig. 7 : TAVI-in-TAVI, fluoroscopie. **À gauche :** CoreValve dans CoreValve. **À droite :** SAPIEN dans CoreValve.

■ Revues générales

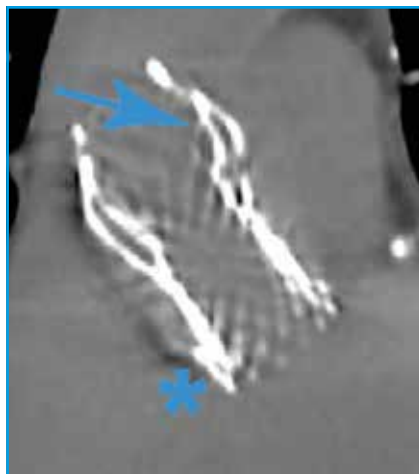


Fig. 8 : Valve-in-valve-in-valve, fluoroscopie Core-Valve implantée dans une Corevalve (**flèche**) implantée dans une bioprothèse chirurgicale (**astérisque**). D'après [12].

d'être compromis par la double couche métallique en regard (**fig. 8**).

■ Conclusion

Le TAVI valve-in-valve est couramment utilisé et en forte expansion. Ses résultats immédiats et à moyen terme sont très bons sous réserve d'un screening soigneux et de l'anticipation des complications spécifiques de cette procédure. Ses résultats devraient être encore améliorés dans l'avenir par l'utilisation privilégiée ou exclusive des bioprothèses chirurgicales les plus adaptées.

BIBLIOGRAPHIE

1. MOHR FW. Decade in review--valvular disease: Current perspectives on treatment of valvular heart disease. *Nat Rev Cardiol*, 2014;11:637-638.
2. GLASER N, JACKSON V, HOLZMANN MJ *et al*. Aortic valve replacement with mechanical vs. biological prostheses in patients aged 50-69 years. *Eur Heart J*, 2016;37:2658-2667.
3. NGUYEN V, MICHEL M, ELTCHANINOFF H *et al*. Implementation of Transcatheter Aortic Valve Replacement in France. *J Am Coll Cardiol*, 2018;71:1614-1627.
4. DVIR D, WEBB JG, BLEIZIFFER S *et al*. Valve-in-Valve International Data Registry Investigators. Transcatheter aortic valve implantation in failed bioprosthetic surgical valves. *JAMA*, 2014;312:162-170.
5. NIELSEN-KUDSK JE, ANDERSEN A, THERKELSEN CJ *et al*. High-pressure balloon fracturing of small dysfunctional Mitroflow bioprostheses facilitates transcatheter aortic valve-in-valve implantation. *EuroIntervention*, 2017;13:e1020-e1025.
6. RIBEIRO HB, RODÉS-CABAU J, BLANKE P *et al*. Incidence, predictors, and clinical outcomes of coronary obstruction following transcatheter aortic valve replacement for degenerative bioprosthetic surgical valves: insights from the VIVID registry. *Eur Heart J*, 2018;39:687-695.
7. ABRAMOWITZ Y, CHAKRAVARTY T, JILAIHAWI H *et al*. Clinical impact of coronary protection during transcatheter aortic valve implantation: first reported series of patients. *EuroIntervention*, 2015;11:572-581.
8. WEBB JG, MACK MJ, WHITE JM *et al*. Transcatheter Aortic Valve Implantation Within Degenerated Aortic Surgical Bioprostheses: PARTNER 2 Valve-in-Valve Registry. *J Am Coll Cardiol*, 2017; 69:2253-2262.
9. FERRARI E, STORTECKY S, HEG D *et al*. The hospital results and 1-year outcomes of transcatheter aortic valve-in-valve procedures and transcatheter aortic valve implantations in the native valves: the results from the Swiss-TAVI Registry. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019;56:55-63.
10. MACK MJ, LEON MB, THOURANI VH *et al*. PARTNER3 Investigators. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*, 2019;380:1695-1705.
11. POPMA JJ, DEEB GM, YAKUBOV SJ *et al*. Evolut Low Risk Trial Investigators. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*, 2019;380: 1706-1715.
12. NGUYEN C, CHEONG AP, HIMBERT D. Valve-in-valve-in-valve: Treating endocarditis of a transcatheter heart valve. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2015;86:E200-204.

D. Himbert a déclaré les liens d'intérêts suivants : proctor pour Edwards Lifesciences et Abbott Vascular.

M. Urena a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.