

## SOMMAIRE

### POLÉMIQUE 4

Prise en charge des syndromes coronariens aigus : un avenir incertain

C. Spaulding, G. Cayla

### LU POUR VOUS 2/15/16

O. Varenne

### MISE AU POINT 6

Angioplastie des anomalies coronaires congénitales : pourquoi, pour qui, et comment ?

P. Aubry, O. Boudvillain, X. Halna Du Fretay, A. Koutsoukis, P. Dupouy, Y. Etagmouti, P. Degrell

### TECHNOLOGIES 10

Le *sirolimus coated balloon* : l'autre face d'une même pièce ?

L. Meunier

### CAS CLINIQUE 12

Anévrisme de l'aorte abdominale  
Procédure simultanée de réparation et TAVI par voie fémorale

V. Pham, P. De Cassin, A. Petit, A. Jegou, G. Dambrin, J. Anconina

### PARAMÉDICAL 18

QFR : l'intelligence artificielle en salle de cathétérisme cardiaque

B. Coanus

## HOMMAGE



### Mesdames, Messieurs Chères et chers Collègues,

C'est avec une profonde tristesse et une immense émotion que nous tenons à vous faire part du décès du Professeur Jean-Philippe Collet, survenu brutalement dans sa 59<sup>e</sup> année, le 15 décembre 2023. Sa disparition laisse les équipes de l'Institut de cardiologie dans un grand désarroi, avec une peine incommensurable et un vide impossible à combler.

Le Pr Collet était bien plus qu'un brillant cardiologue. Il était un grand médecin, un cardiologue interventionnel de renom, un humaniste passionné, un enseignant dévoué et un chercheur de niveau international. Son dévouement envers ses patients était exemplaire, sa compassion, sa disponibilité et son empathie redéfinissaient la relation médecin-patient. Il était capable de mêler compétence médicale, technicité et humanité, offrant ainsi à ses patients un apport inestimable dans les moments difficiles. Il était aussi un enseignant hors pair, longtemps responsable de la pédagogie de notre département, apprécié des étudiants et de nos plus jeunes collègues. Il aimait à encadrer des internes, étudiants en master, thésards ou jeunes universitaires inspirés par son esprit et sa bienveillance. Il était surtout l'un des chercheurs les plus prolifiques au monde dans son domaine, démontrant ainsi que l'on peut exceller dans l'ensemble des valences hospitalo-universitaires. Il est en cela un exemple pour tous.

Le Pr Collet avait pris les fonctions de chef du département de cardiologie de l'hôpital Pitié-Salpêtrière en 2022. Son leadership naturel était indiscutable. En plus de ses compétences médicales exceptionnelles, il était un guide, un mentor et un motivateur pour toute son équipe. Son charisme et sa capacité à inspirer ont transformé le service de cardiologie en un lieu d'excellence et d'innovation, où chaque membre de l'équipe était encouragé à atteindre son plein potentiel. Au-delà de son statut de leader, Jean-Philippe Collet était reconnu pour sa gentillesse inébranlable. Toujours abordable et modeste, il était généreux, à l'écoute et il était aimé de tous ses collègues. Nous nous souviendrons toujours de son sourire bienveillant, de sa disponibilité et de sa volonté de partager son savoir. Sa porte était toujours ouverte, que ce soit pour discuter de dossiers, pour prodiguer des conseils ou simplement pour offrir un soutien moral.

Son rôle de leader ne se limitait pas aux murs de l'hôpital. Jean-Philippe Collet était également un leader naturel dans le domaine de la cardiologie à l'échelle internationale. Ses idées novatrices, sa vision claire et son engagement dans les essais randomisés ont permis de modifier les recommandations internationales et la pratique clinique sur de nombreux sujets de la cardiologie moderne.

Le Pr Collet était plus qu'un collègue ; il était un ami, un confident et un modèle pour tous ceux qui avaient la chance de travailler à ses côtés. Ses collègues, ses étudiants, ses patients et tous ceux qui ont eu la chance de le côtoyer pleurent la perte d'un homme d'exception, d'une intelligence et d'une humanité rares, qui a consacré sa vie à la cardiologie de l'hôpital public.

En cet instant difficile, nous nous inclinons avec respect et reconnaissance devant sa mémoire. Son héritage perdurera à travers les connaissances qu'il a partagées, les vies qu'il a sauvées et l'inspiration qu'il a semée.

Nous nous associons à la douleur de son épouse Hélène, de ses trois enfants Antoine, Alexis et Olivier, et de toute sa famille.

L'équipe de L'Institut de cardiologie  
Hôpital universitaire de la Pitié-Salpêtrière

## LES ANNONCEURS DE CATH'LAB

 **BIOTRONIK**  
excellence for life

 **BRAUN**  
SHARING EXPERTISE

 **Boston Scientific**

 **Cordis**

 Edwards Lifesciences

 **Medtronic**

 **TERUMO**  
INTERVENTIONAL SYSTEMS

 **SHOCKWAVE** | **IVL**

 **ZOLL** LifeVest



## Au revoir Jean-Philippe

C'est avec stupeur et une immense tristesse que nous avons appris que Jean-Philippe Collet était subitement parti vendredi soir juste après le GRCl. Pendant ces 3 jours de congrès, avec une grande partie de la cardiologie interventionnelle française, nous avons pu partager avec lui des moments fraternels.

Jean-Philippe était chef de service de cardiologie à la Pitié Salpêtrière, son implication en cardiologie était très importante et très appréciée.

En plus de ses responsabilités hospitalières et universitaires, il travaillait au sein du bureau du GACI, dans le groupe du GRCl, pour le DIU de cardiologie interventionnelle, dans France PC, France TAVI et au sein du groupe académique de recherche ACTION...

Cette liste n'est pas exhaustive. Il était aussi une fierté de la cardiologie interventionnelle française qu'il faisait briller dans le monde avec ses nombreuses publications et communications.

Jean-Philippe était aimé de tous. Sa gentillesse tenait la main à son humanité. Il était une belle intelligence dra-

pée d'humilité au service de tous. Il avait un grand sens de l'amitié et du respect au sein des différents groupes auxquels il participait.

Il a travaillé de nombreuses années pour notre communauté, dans le cadre du bureau du GACI, ne ménageant jamais ses efforts malgré un emploi du temps surchargé. Il venait juste d'être largement réélu pour le prochain bureau dans lequel il va laisser un vide immense.

Il était également extrêmement impliqué dans la transmission et la formation de nos jeunes collègues, la transmission était pour lui un devoir et trahissait sa grande générosité.

Jean-Philippe, tu étais le meilleur d'entre nous, tu vas énormément nous manquer, tu resteras présent dans le cœur de tous tes amis et de tous tes élèves. Ton sourire est gravé à tout jamais dans nos mémoires.

Nous avons une immense pensée pour ta famille, tes proches et ton équipe avec qui nous partageons cette douleur.

Jean-Philippe nous t'aimons à jamais.

Hakim Benamer et Eric Van Belle pour le GACI

## LU POUR VOUS

O. Varenne  
Hôpital Cochin, Paris

### TAVI chez les patients à bas risque chirurgical

Une analyse préliminaire de l'étude PARTNER 3 montrait que chez les patients avec RAC serré symptomatique à bas risque chirurgical, les MACE à 1 an étaient significativement inférieurs après TAVI comparativement à la chirurgie de remplacement valvulaire. Voici les résultats à 5 ans. Les 1 000 patients inclus dans PARTNER 3 ont été randomisés entre TAVI par valve SAPIENS (Edwards Lifesciences) (n = 503) et chirurgie (n = 497). Un composant du critère primaire est survenu chez 23 % des patients traités par TAVI et 27 % des patients opérés (IC 95 % : -9,9 à 1,3 ; p = 0,07) à 5 ans. Les événements faisant partie du critère primaire sont de 10 % versus 8,2 % pour les décès, 5,8 % et 6,4 % pour

les AVC et 13,7 % et 17,4 % pour les réhospitalisations.

Les performances hémodynamiques des bioprothèses comportent un gradient transvalvulaire moyen de  $12,8 \pm 6,5$  mmHg en cas de TAVI et  $11,7 \pm 5,6$  mmHg en cas de chirurgie (p = ns).



**Les bons résultats du TAVI avec les prothèses SAPIENS se confirment donc à 5 ans. Il n'est donc pas observé de différence significative entre les deux groupes de patients à bas risque traités par TAVI ou chirurgie de remplacement valvulaire, 5 ans après l'intervention.**

Mack MJ et al. *N Engl J Med* 2023 ; doi: 10.1056/NEJMoa2307447.

### Association rotablator et cutting ballon pour les lésions calcifiées

La prise en charge des lésions calcifiées demeure complexe et associe diverses techniques athéroablatives et ultrasoniques. L'étude ROTACUT évalue l'impact de l'association d'un ballon coupant (cutting balloon) et du rotablator sur l'expansion des stents dans les lésions calcifiées comparativement à une stratégie plus classique de rotablator et ballon non compliant seul.

Cette étude multicentrique a randomisé 60 patients avec sténoses coronaires modérément ou sévèrement calcifiées. L'âge des patients était de 71 ans et 22 % étaient des femmes. Les procédures de rotablator étaient similaires dans les deux groupes de patients avec la même quantité de produit de contraste utilisé.

Le critère primaire, la surface minimale du stent évaluée par IVUS, était la même dans les deux groupes ( $6,7 \pm 1,7$  mm<sup>2</sup> versus  $6,9 \pm 1,8$  mm<sup>2</sup> ; p = 0,685). Les complications étaient rares dans les deux groupes.



**L'association de rotablator et cutting ballon ne permet pas d'améliorer l'expansion des stents dans les sténoses coronaires moyennement ou sévèrement calcifiées.**

Sharma SK et al. *EuroInterv* 2023 ; doi: 10.4244/eij-d-23-00811.

### DAPT de 1 mois suivie de ticagrelor seul après SCA



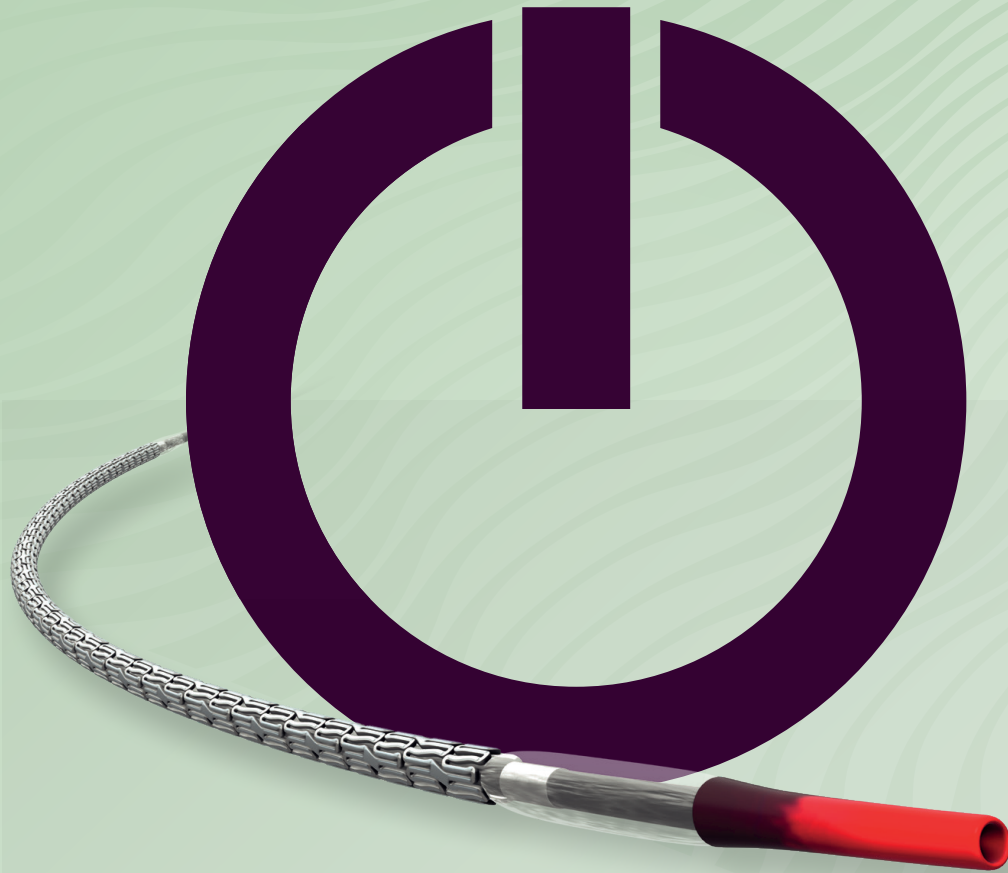
L'étude T-PASS a évalué une stratégie de DAPT très courte de 1 mois avec un relais par anti-P2Y12 (ticagrelor) (n = 1 426) comparée à une DAPT classique de 12 mois (n = 1 424) après angioplastie pour un syndrome coronarien aigu (SCA). Cette étude de non-infériorité, non randomisée, en ouvert, a inclus 2 850 patients avec SCA traités par angioplastie au cours d'un SCA dans 24 centres de Corée du Sud. Les patients avaient 61 ans et 40 % avaient un STEMI. Dans le groupe DAPT courte puis ticagrelor, les patients ont arrêté l'aspirine après une durée médiane de 14 jours.

Le critère primaire, le bénéfice net, était composé des décès toutes causes, des IDM, des thromboses de stent, des AVC et des saignements majeurs à 1 an de la procédure initiale. Il est survenu chez 40 (2,8 %) et 73 patients (5,2 %) dans les

deux groupes respectivement (HR : 0,54 ; IC 95 % : 0,37-0,80 ; p<sub>non inf</sub> < 0,001, p = 0,002 pour la supériorité). De plus, un saignement majeur était plus rare en cas de DAPT courte (1,2 % vs 3,4 % ; HR : 0,35 IC 95 % : 0,20-0,61 ; p < 0,001).

**Cette étude montre qu'une durée de DAPT très courte (moins de 1 mois), suivie d'une monothérapie anti-P2Y12 par ticagrelor est non inférieure et même supérieure à une stratégie classique de 12 mois de DAPT chez les patients asiatiques souffrant d'un SCA. Le bénéfice est limité à une réduction des saignements majeurs dans le groupe DAPT courte.**

Hong SJ et al. *Circulation* 2023 ; doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.066943.



## **Ultimaster Nagomi**<sup>™</sup>

Stent coronaire à libération de sirolimus

# READY FOR ACTION.\*

**RELEVEZ LES DÉFIS DE TOUS TYPES DE PROCÉDURES ET OBTENEZ DES RÉSULTATS OPTIMAUX POUR CHACUN DE VOS PATIENTS.**

Abordez n'importe quelle procédure avec facilité, en vous adaptant aux longueurs et diamètres des vaisseaux. Même dans les anatomies les plus complexes, sa trackabilité et la fiabilité de sa surexpansion vous assurent une excellente maniabilité. Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> offre toute la polyvalence et la flexibilité dont vous avez besoin pour obtenir les meilleurs résultats possibles.<sup>1-3</sup>

Cette nouvelle solution de la famille Ultimaster<sup>™</sup> – qui compte désormais le plus grand nombre de tailles – repose sur son héritage clinique et son expertise tout en ajoutant une touche d'innovation à votre pratique quotidienne.<sup>1-3</sup>

**Laissez-vous guider par Ultimaster Nagomi<sup>™</sup>.**

\* PRÊT À L'ACTION.

1. Données internes: PS-0084, PS-1084, IFU Ultimaster Nagomi, LMF-0000041-1202, LMF-0000041-1184, LMF-0000041-1159, LMF-0000041-1070
2. Wijns W et al. EuroIntervention 2018;14:e343-55
3. Cimci M et al. Heart 2022;doi: 10.1136/heartjnl-2021-320116

Le système de stent coronaire à libération de sirolimus Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> est un système de stent coronaire à libération de sirolimus à échange rapide, composé d'un stent en chrome-cobalt (CoCr) L605 intracoronaire à ballonnet expansible avec un revêtement abluminal à libération de médicament, constitué d'un mélange de sirolimus et de poly(D,L-lactide-co-caprolactone), prémonté sur un cathéter de dilatation semi-compliant à haute pression. Dispositif médical de classe III (CE 0482) fabriqué par Terumo Europe NV, Belgique. Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> est exclusivement réservé aux professionnels de santé. Fait l'objet d'une prise en charge au titre III de la liste des Produits et Prestations Remboursables (LPPR) prévue par l'article L165-1 du code de la sécurité sociale sous les codes : Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> Ø 2,25mm, code LPP: 3136154, Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> Ø 2,50mm, code LPP: 3124599, Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> Ø 2,75mm, code LPP: 3180250, Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> Ø 3,00mm, code LPP: 3191160, Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> Ø 3,50mm, code LPP: 3109230, Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> Ø 4,00mm, code LPP: 3145578, Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> Ø 4,50mm, code LPP: 3175208

La prise en charge est assurée dans le cadre de : Situation générale : insuffisance coronaire imputable à une ou des lésion(s) de novo d'une artère coronaire native > 2,25 mm de diamètre dans toutes les situations de la maladie coronaire (maladie stable, SCA). Situations particulières : après discussion médico-chirurgicale (au minimum un cardiologue interventionnel, un chirurgien cardiaque et, au mieux, le cardiologue référent et un anesthésiste) des alternatives de revascularisation : Lésions pluritronculaires de novo d'artères coronaires natives > 2,25 mm de diamètre lorsque la revascularisation complète par angioplastie est possible : score de complexité anatomique (SYNTAX) faible ou risque chirurgical élevé (évalué selon les co-morbidités associées) ; Sténose du tronc commun non protégé dans certains cas où l'angioplastie pourra être envisagée notamment si score de complexité anatomique (SYNTAX) faible ou risque chirurgical élevé (en fonction des co-morbidités associées) ; Occlusion coronaire totale de plus de 72 heures ; Resténose intrastent clinique (réapparition des symptômes ischémiques conduisant à une nouvelle revascularisation de l'artère) pour un 1er stent implanté au niveau du site lésionnel.

Ultimaster Nagomi<sup>™</sup> n'est pas commercialisé dans tous les pays. Pour obtenir de plus amples informations, veuillez contacter votre représentant commercial Terumo local.

Lire attentivement la notice avant toute utilisation. Date de révision : Août 2023

**TERUMO**  
INTERVENTIONAL  
SYSTEMS

# Démographie des cardiologues interventionnels : un avenir incertain

**Christian SPAULDING**,  
hôpital Georges Pompidou, Paris ;  
**Guillaume CAYLA**,  
CHU de Nîmes

Le temps des controverses opposant les partisans de l'angioplastie « facilitée » aux enthousiastes de l'angioplastie primaire (ATL primaire) dans le traitement des syndromes coronariens aigus (SCA ST+) est révolu. La très grande majorité des SCA ST+ sont traités par angioplastie primaire et la France figure parmi les bons élèves quand on compare les taux de prise en charge des SCA ST+ par angioplastie primaire et les délais de reperfusion. Elle est une des causes dans la diminution spectaculaire de la mortalité des syndromes coronariens aigus dans les 30 dernières années : de 17,2 % en 1995 à 5,3 % en 2015 dans le registre FAST-MI<sup>(1)</sup>.

Cette prise en charge optimale est liée en grande partie à un maillage satisfaisant du territoire français par des centres de cardiologie interventionnelle et à la présence dans ces centres 24/24 h 7/7 j d'un ou plusieurs cardiologues interventionnels pour assurer les urgences. Cependant, cette prise en charge est menacée : le nombre de cardiologues interventionnels en formation ne permettra pas le remplacement des départs en retraite, et l'attractivité de la cardiologie interventionnelle auprès des jeunes générations décroît. L'Académie nationale de médecine a émis un rapport sur ce sujet avec des recommandations dont les grandes lignes sont reprises dans cet article<sup>(2)</sup>.

## PRISE EN CHARGE DES URGENCES CORONAIRES PAR ANGIOPLASTIE : SITUATION ACTUELLE

Il existe actuellement 212 centres hospitaliers en France disposant d'un centre de cardiologie interventionnelle. La couverture du territoire français est actuellement satisfaisante : 95 % de la population est à moins d'une heure de transport d'une salle de cathétérisme (figure 1). Environ 60 000 SCA avec sus-décalage du segment ST font l'objet d'une angioplastie en urgence par an avec une augmentation d'environ 4 % par an<sup>(3,4)</sup>. Cette prise en

charge est assurée par les centres hospitaliers généraux (CHG) (46 %), les centres hospitaliers universitaires (CHU) (27 %) et les centres privés (27 %). Pour assurer une astreinte de cardiologie interventionnelle, une équipe composée d'un minimum de 5 cardiologues interventionnels est nécessaire. Si ce nombre est facilement atteint dans les grands centres hospitaliers universitaires, la composition des listes d'astreintes est plus difficile dans certains centres hospitaliers généraux ou dans des centres privés.

## Démographie actuelle des cardiologues interventionnels en France

Le Groupe athérome coronaire et cardiologie interventionnelle (GACI) de la Société française de cardiologie a réalisé une enquête sur la démographie des cardiologues interventionnels en France<sup>(5)</sup>. La France compte à l'heure actuelle 1 093 cardiologues interventionnels dont 38 % ont plus de 55 ans et 25 % (273) plus de 60 ans (figure 2). Cette configuration démographique entraînera une pénurie importante dans 5 ans si le relais n'est pas assuré au moment de leur départ en retraite. Il faudra former 273 cardiologues interventionnels dans les 5 prochaines années pour remplacer les départs en retraite soit plus de 50 par an.

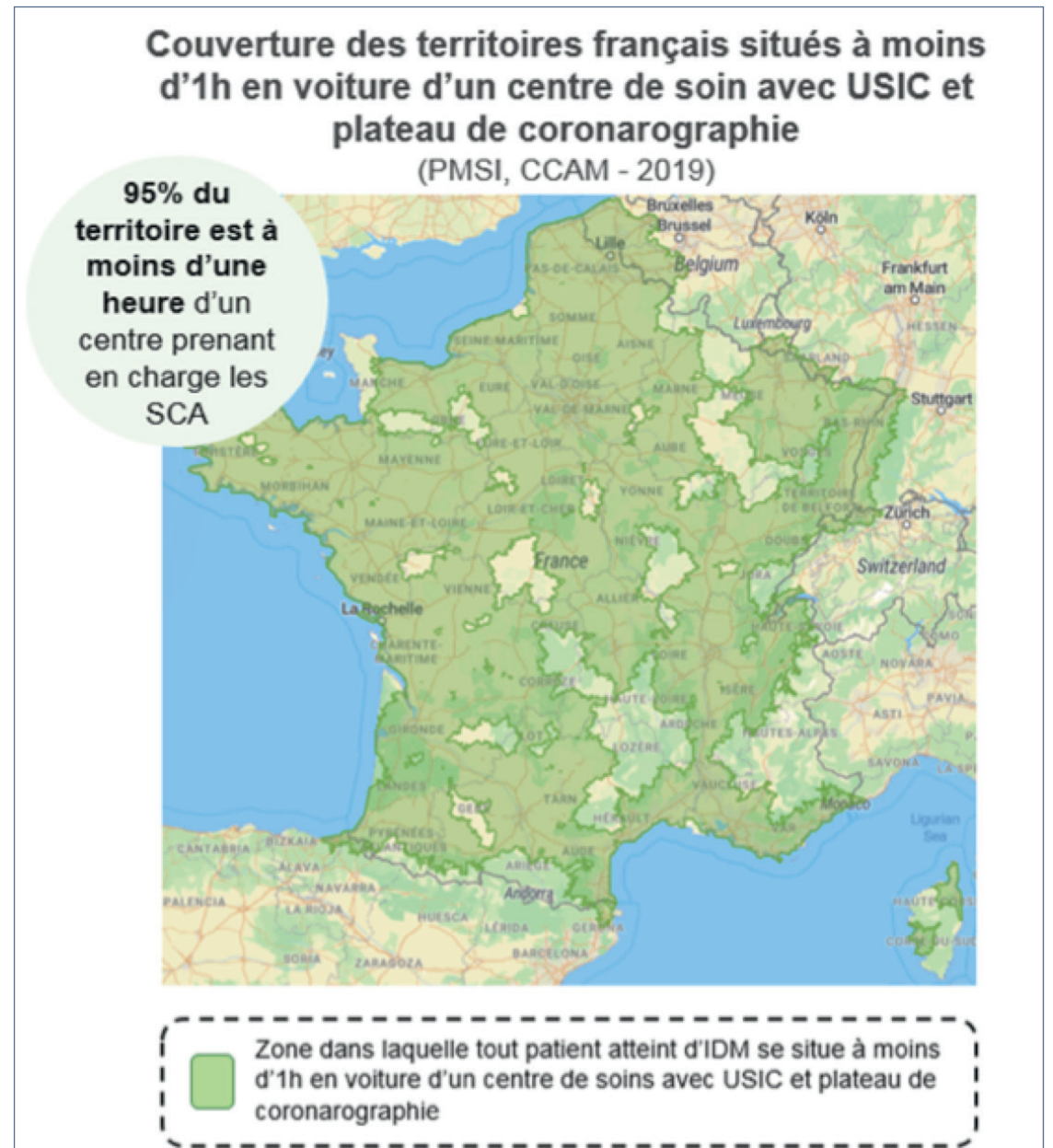


Figure 1. Cartographie du territoire métropolitain français situé à moins d'une heure en voiture d'un centre équipé d'un centre de cardiologie interventionnelle.

Le nombre de femmes cardiologues interventionnelles est de 77 sur 1 093 soit 7 %. Il est amené à croître, ce qui aura des conséquences sur le fonctionnement des centres de cardiologie interventionnelle. En particulier, il est impossible en France pour les femmes enceintes de poursuivre leur activité de cardiologie interventionnelle au cours de la grossesse.

## Formation actuelle des cardiologues interventionnels

Jusqu'à récemment la formation des cardiologues interventionnels était assurée par un diplôme interuniversitaire en 2 ans. La réforme du 3<sup>e</sup> cycle des études

médicales a instauré une nouvelle formation en cardiologie interventionnelle également en 2 ans (docteur junior) qui a débuté en 2021. Cette formation a lieu après le passage de la thèse de médecine, et les médecins sont désignés comme « docteur junior ». Les internes restent dans leur région d'origine. Le nombre de postes de docteur junior en cardiologie interventionnelle dans chaque région est fixé par décret après proposition des collègues d'enseignants. Cette réforme donne un cadre précis et universitaire à la formation en cardiologie interventionnelle. Cependant, elle se heurte actuellement à des difficultés :

- Le nombre de postes offerts est

régional et ne tient pas compte des variations inter-régionales en candidats. À titre d'exemple en 2021, deux candidats postulaient un poste au CHU de Reims, et trois un poste au CHU de Clermont-Ferrand alors que tous les postes n'étaient pas pourvus en Île de France. Un stage en dehors de la région de nomination de l'interne n'est possible que dans le cadre d'un échange entre régions, qui est une procédure difficile.

- Le décret ne tient pas compte des formations à l'étranger. Certains internes choisissent en effet de partir pour 1 ou 2 ans dans des centres à l'étranger le plus souvent prestigieux (Europe, Canada, États-Unis) pour suivre

une formation en cardiologie interventionnelle de très bon niveau.

• **Le décret ne reconnaît pas les formations européennes.** Si l'autorisation d'exercice dépend de l'obtention de la spécialité de cardiologie interventionnelle par la formation de « docteur junior » comment intégrer des médecins européens, formés en cardiologie et en cardiologie interventionnelle dans leur pays dans un centre en France ?

Ces difficultés expliquent les postes vacants au choix de la spécialisation en cardiologie interventionnelle comme « docteur junior » : en 2021, sur les 46 postes mis au choix en France, il n'y avait que 29 inscrits.

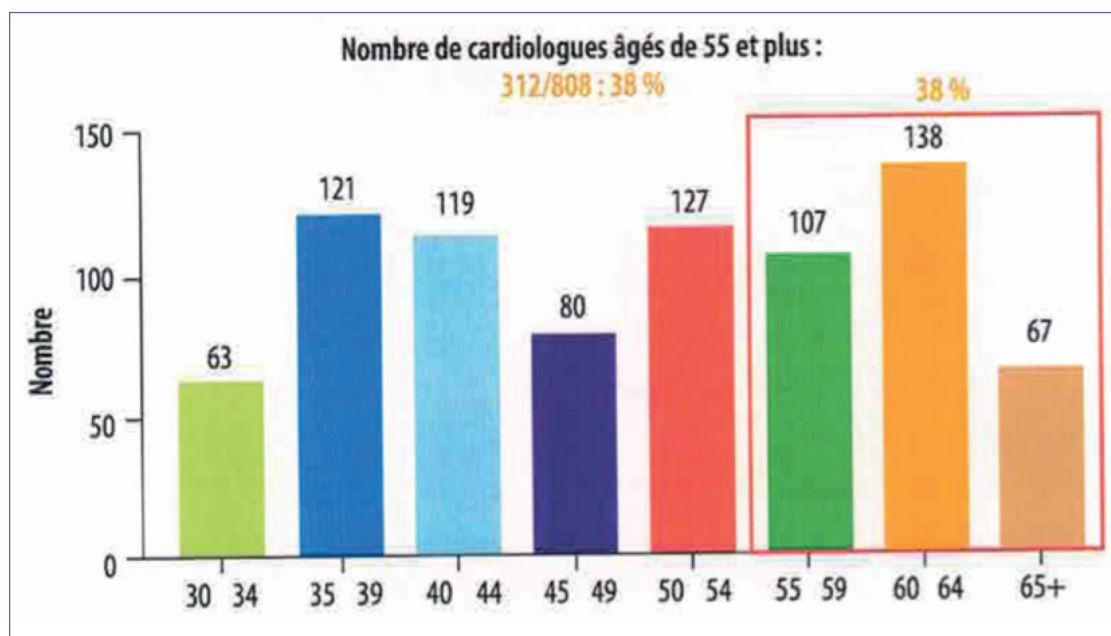
Les conditions de travail au cours de la formation sont également un facteur responsable de la désaffection des internes. La lourdeur des astreintes de cardiologie interventionnelle et leur conséquence sur l'équilibre entre vie professionnelle et personnelle est un facteur important qui rentre en compte lors du choix des spécialités.

**✓ QUELLES SOLUTIONS FACE À CETTE SITUATION ?**

Le rapport de l'Académie de médecine émet six propositions :

**Adapter le nombre de cardiologues en formation par le 3<sup>e</sup> cycle des études médicales (docteur junior) au nombre de départs en retraite et aux modifications de pratique médicale**

Le nombre actuel de postes disponibles pour la formation des « docteur junior » en cardiologie, et notamment en cardiologie interventionnelle n'est pas suffisant pour combler les départs en retraite et pour compenser les changements de rythme de travail des nouvelles générations et la féminisation de la profession. Le nombre de postes dispo-



**Figure 2.** Nombre de cardiologues interventionnels en activité par tranche d'âge en France d'après l'enquête du Groupe athérome et coronaire et cardiologie interventionnelle (GACI) réalisée en 2021.

nibles pour la formation devrait être discuté chaque année, non seulement avec les instances universitaires mais avec les représentants des cardiologues hospitaliers et libéraux, et la Société française de cardiologie, en particulier le GACI, représentant les cardiologues interventionnels.

**Assouplir les modalités de choix des lieux de stage**

Le choix des terrains de stage au cours de la formation en cardiologie interventionnelle est actuellement limité à la région de l'interne, source d'inadéquation. Une réflexion doit s'engager sur la mise en place d'un choix national ou sur la simplification de l'échange inter-CHU notamment en cas d'impossibilité pour un candidat d'obtenir une formation en cardiologie interventionnelle dans sa région.

**Créer une commission d'équivalence pour reconnaître les formations en cardiologie interventionnelle obtenues en dehors du 3<sup>e</sup> cycle des études médicales**

Dans l'optique d'une carrière hospitalo-universitaire des cardiologues français peuvent obtenir une formation à l'étranger, souvent dans des centres de prestige. Par ailleurs, des cardiologues interventionnels de la Communauté européenne peuvent venir travailler en France. La réforme du 3<sup>e</sup> cycle des études médicales n'a pas prévu d'équivalence avec ces formations. Une commission spécifique et des règles d'équivalence est donc nécessaire pour valider tout ou une partie des acquis.

**Développer les passerelles**

Les médecins étrangers venant en France pour une formation en cardiologie interventionnelle doivent avoir accès à la formation théorique du DES et valider la formation pratique avec un contrôle final par le conseil pédagogique national. Parmi ces médecins, certains exerceront en France par le biais de la procédure d'autorisation d'exercice (PAE). Les cardiologues diplômés en exercice qui voudraient s'orienter vers la cardiologie interventionnelle doivent pouvoir suivre le même processus. La mise en place de ces passerelles est urgente.

**Rendre plus attractif l'exercice de la cardiologie interventionnelle**

L'augmentation du nombre de cardiologues interventionnels et les astreintes communes entre des établissements d'une même région, la revalorisation des astreintes, peuvent rendre plus attractive la cardiologie interventionnelle.

**Engager une réflexion avec tous les acteurs impliqués dans la prise en charge des urgences coronaires**

Devant la diminution du nombre de cardiologues interventionnels et les inégalités régionales, la permanence des soins en cardiologie interventionnelle et en soins intensifs de cardiologie nécessitera des collaborations entre établissements, et des collaborations avec la médecine préhospitalière.

**Références**

1. Puymirat E et al. *Circulation* 2017 ; 136 : 1908-19.
2. Prise en charge des urgences coronaires par angioplastie percutanée transluminale : le présent, l'avenir et propositions concrètes. Académie nationale de médecine ; academie-medecine.fr.
3. Livre Blanc du Collège National des Cardiologues Hospitaliers. <https://www.cnch.fr/le-cnch/le-livre-blanc-du-cnch>.
4. *L'avenir de la cardiologie hospitalière*. Les propositions de Collège National des Cardiologues des Hôpitaux. Éditions Ortus ; 2022.
5. Cayla G, Benamer H. La lettre du cardiologue 2023 ; 563 : 8-9.

**CONCLUSION**

▷ Il a fallu environ 20 ans aux pionniers de l'angioplastie primaire pour SCA ST+ pour convaincre leurs collègues et les autorités de santé de mettre en place un système efficace permettant un traitement optimal dans la très grande majorité des cas. Ces avancées ont contribué à la diminution spectaculaire de la mortalité par infarctus du myocarde.

▷ Cette situation est menacée à moyen et long terme par des problèmes démographiques et la rigidité de notre système de formation. Espérons que les appels multiples (Collège national des hôpitaux généraux, GACI, Académie de médecine) puissent modifier la trajectoire. ●

Pour continuer de recevoir gratuitement\*



**CATH'LAB**

REVUE DE CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

Inscrivez-vous sur <https://www.cathlab.fr>

\*Offre valable en France métropolitaine uniquement.



# Angioplastie des anomalies coronaires congénitales : pourquoi, pour qui, et comment ?

Pierre AUBRY<sup>a, b</sup>, Olivier BOUVILLAIN<sup>a</sup>, Xavier HALNA DU FRETAY<sup>c</sup>, Athanasios KOUTSOUKIS<sup>d</sup>, Patrick DUPOUY<sup>d</sup>, Yassine ETTAGMOUTI<sup>b</sup>, Philippe DEGRELLE<sup>e</sup>.

a. Département de cardiologie, Groupe Hospitalier Bichat-Claude-Bernard, Paris ;  
 b. Service de cardiologie, Centre Hospitalier de Gonesse, Gonesse ;  
 c. Département de cardiologie, Pôle Santé Oreliance, Saran ;  
 d. Pôle cardiovasculaire imagerie et interventionnel, Clinique les Fontaines, Melun ;  
 e. Institut national de chirurgie cardiaque et de cardiologie interventionnelle, Luxembourg.

**Conflits d'intérêt :** les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt en lien avec ce travail.

**Dédicace :** cet article est dédié à la mémoire du Dr Paolo Angelini (1941-2023), cardiologue nord-américain (Texas Heart Institute), pionnier dans le domaine des anomalies coronaires congénitales et ami du groupe ANOCOR.

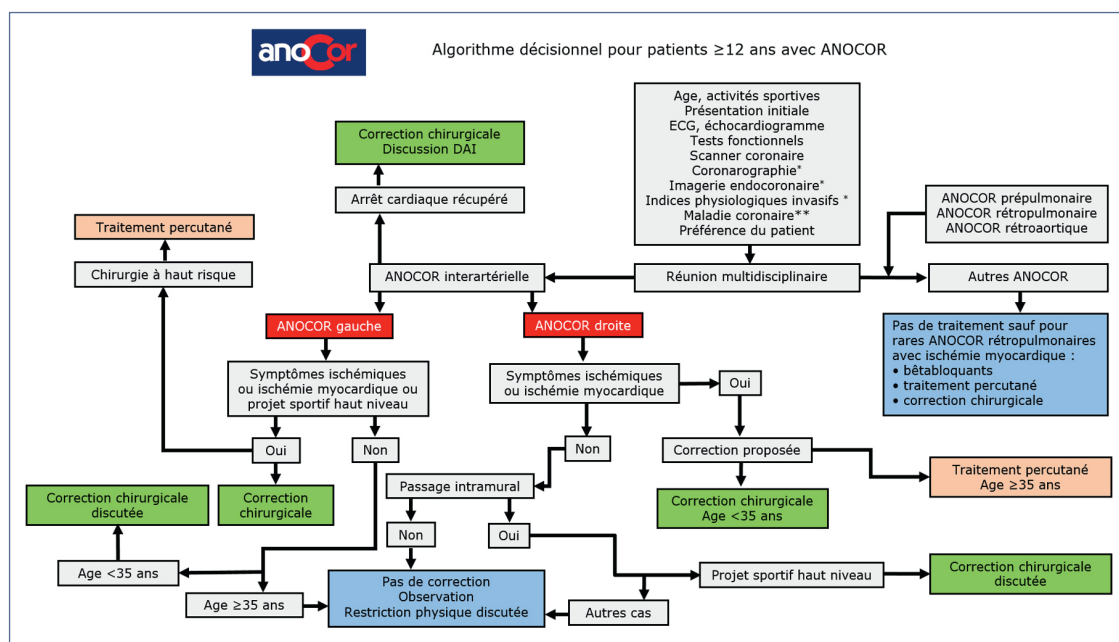
Peu de patients adultes présentant une anomalie de connexion aortique d'une artère coronaire (ANOCOR) ont besoin d'une correction de cette dernière. La réparation chirurgicale est citée comme le traitement de première intention dans les recommandations actuelles<sup>(1-2)</sup>. Cependant, ces dernières s'adressent surtout à la population pédiatrique et aux adultes jeunes (< 35 ans). Par ailleurs, elles ne reposent pas sur des études contrôlées randomisées. Après la découverte d'une ANOCOR, la prise de décision thérapeutique peut être difficile chez un adulte > 35 ans, très peu exposé au risque de mort subite<sup>(3)</sup>. Les pratiques actuelles montrent parfois une réticence à proposer un traitement chirurgical en cas d'ANOCOR droite associée à une symptomatologie d'allure ischémique ou à une ischémie myocardique<sup>(4)</sup>.

L'objectif de cette revue est d'exposer la place éventuelle du traitement percutané comme une alternative à la chirurgie pour certaines ANOCOR. Le traitement percutané de la maladie coronaire athéromateuse associée à une ANOCOR ne sera pas abordé dans cet article.

## ✓ QUEL RATIONNEL POUR UN TRAITEMENT PERCUTANÉ ?

### Le risque de mort subite

Si un lien a été établi de longue date entre les ANOCOR avec un trajet interartériel et la mort subite ou l'arrêt cardiaque récupéré, le risque individuel absolu est faible<sup>(5)</sup>. D'après des estimations, ce risque annuel est de



**Figure 1.** Algorithme décisionnel utilisé par le groupe ANOCOR. ANOCOR : anomalie de connexion aortique d'une artère coronaire. DAI : défibrillateur automatique implantable. \* optionnel. \*\* stratégie de revascularisation à adapter en cas de maladie coronaire significative.

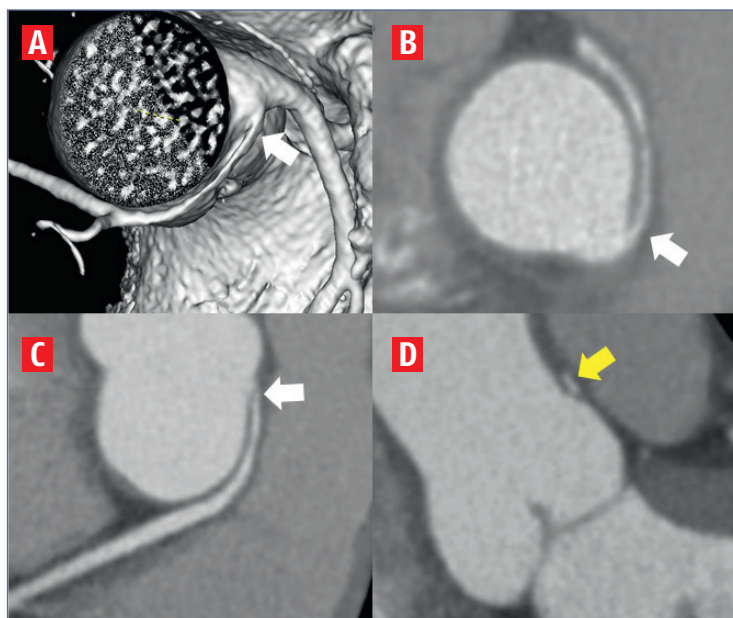
l'ordre de 0,2 % pour les ANOCOR gauches et de 0,02 % pour les ANOCOR droites. Le risque pour ces dernières est donc nettement plus bas que celui (parfois proche de 1 %) des autres cardiopathies ou syndromes électriques reconnus comme responsables de mort subite, en particulier chez le jeune sportif. Contrairement à d'autres pathologies, nous ne disposons pas encore de score pour stratifier le

risque individuel de mort subite. Les mécanismes exacts conduisant à une fibrillation ventriculaire, responsable de l'arrêt circulatoire, restent encore mal identifiés, même si une ischémie myocardique est certainement présente. Une période de vulnérabilité a été identifiée, qui correspond aux tranches d'âge 15-35 ans et qui est associée à un profil sportif particulier (pratique répétée d'une activité physique d'intensité élevée). Les autres facteurs de risque reconnus sont une ANOCOR gauche et une symptomatologie d'effort d'allure ischémique (angor, lipothymie ou syncope). De très rares cas de mort subite ont été rapportés chez l'adulte > 35 ans<sup>(6)</sup>. Aussi, l'approche de la prévention primaire de la mort subite n'est pas la même, d'une part entre les formes gauches et les formes droites identifiées à risque, et d'autre part, entre les populations d'âge < 35 ans ou > 35 ans.

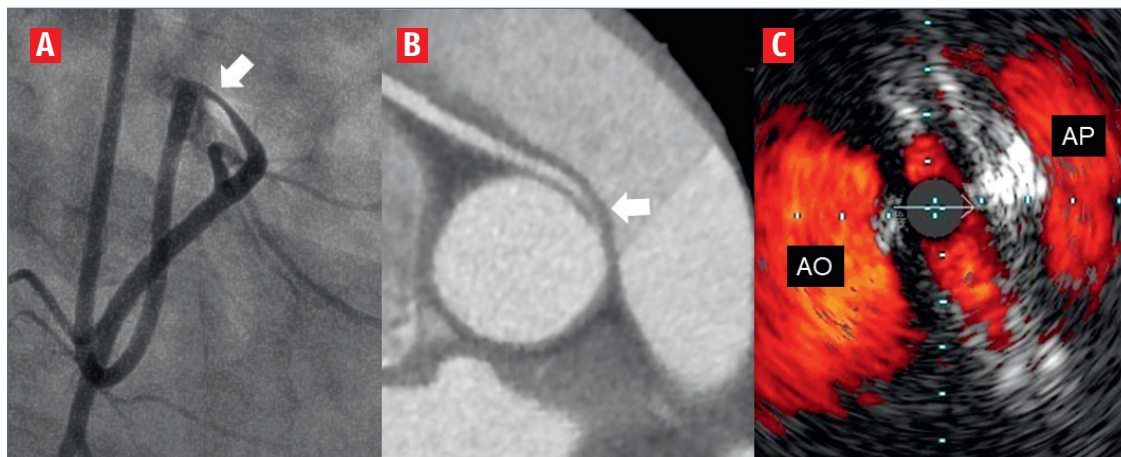
### La symptomatologie d'allure ischémique et l'ischémie myocardique

Une symptomatologie, parfois mimant celle d'une maladie coronaire athéromateuse, peut être le mode de découverte d'une ANOCOR chez l'adulte

d'âge moyen ou plus élevé. La prévalence d'une ischémie myocardique documentée par imagerie est reconnue comme basse pour les ANOCOR, y compris pour les formes symptomatiques ou à risque. Cela peut s'expliquer par une réduction de surface artérielle dépassant exceptionnellement la valeur de 70 %. Aussi la composante fixe de la sténose congénitale n'atteint pas forcément le critère hémodynamique classique associé à une réduction significative de la réserve coronaire. L'effort, même maximal, ou les vasodilatateurs de la microcirculation coronaire ne suffisent pas toujours à déceler une ischémie myocardique. Il faut évoquer une participation dynamique s'ajoutant à la sténose congénitale fixe, en particulier lorsqu'il existe un passage intramural aortique associé au trajet interartériel<sup>(7)</sup>. Le stimulant paraissant le plus sensible pour explorer à la fois la composante fixe et la composante dynamique d'une sténose congénitale est la dobutamine, avec son effet sur la contrainte pariétale aortique par une augmentation plus importante du volume d'éjection ventriculaire gauche. La question d'une revascularisation myocardique en cas d'ANOCOR symptomatique ou



**Figure 2.** Images tomographiques d'une artère coronaire droite (flèche blanche) connectée dans le sinus gauche avec un trajet interartériel. A : rendu volumique ; B : coupe axiale ; C : reconstruction curviligne et avec aspect interartériel en fente (flèche blanche) évocateur d'un passage intramural aortique ; D : coupe sagittale.



**Figure 3.** Imagerie multimodale d'une artère coronaire droite (flèche blanche) connectée dans le sinus gauche avec angiographie.

(A) Tomographie (B) et échographie endocoronaire (C) confirmant un passage intramural aortique. AO : aorte. AP : artère pulmonaire.

associée à une ischémie myocardique, peut donc se poser chez un patient très peu exposé au risque de mort subite.

### Les recommandations actuelles

Les recommandations européennes et nord-américaines<sup>(1-2)</sup>

pour la prise en charge des adultes en cas d'ANOCOR avec un trajet interartériel sont assez proches avec la chirurgie toujours proposée en première ligne, et avec des indications larges (niveau I à IIa) pour les formes symptomatiques ou avec ischémie myocardique. Les ANOCOR droites asymptomatiques

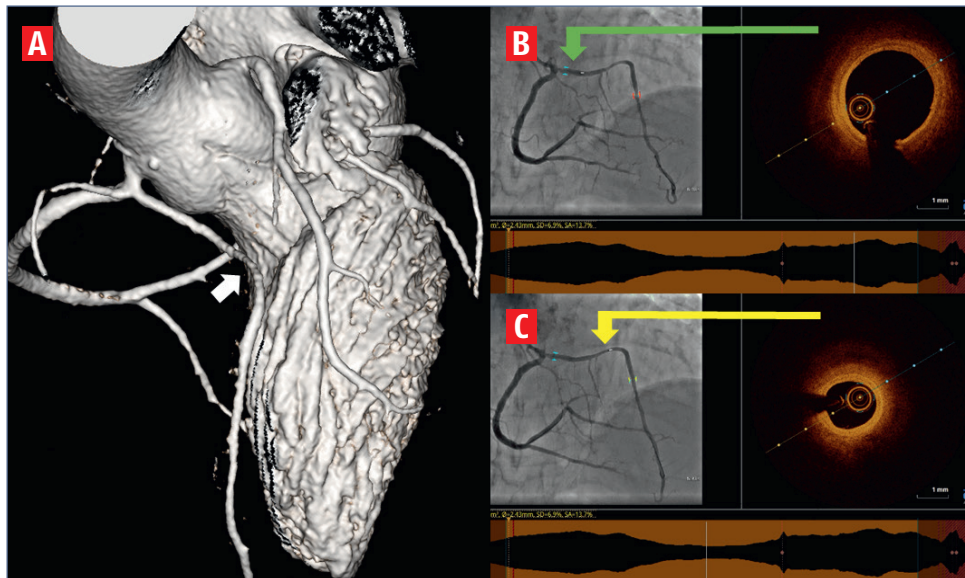
et sans ischémie myocardique relèvent de la seule surveillance dans les recommandations européennes, alors que les ANOCOR gauches asymptomatiques et sans ischémie myocardique peuvent être proposées à la chirurgie. L'angioplastie n'apparaît que dans une seule recommandation nord-américaine en

cas de risque chirurgical élevé<sup>(8)</sup>. Toutes ces recommandations ne tiennent généralement pas compte de l'âge, alors que ce dernier est très lié au risque de mort subite. Enfin, ces recommandations reposent sur des avis d'experts, car nous ne disposons pas d'études comparatives (chirurgie *versus* surveillance).

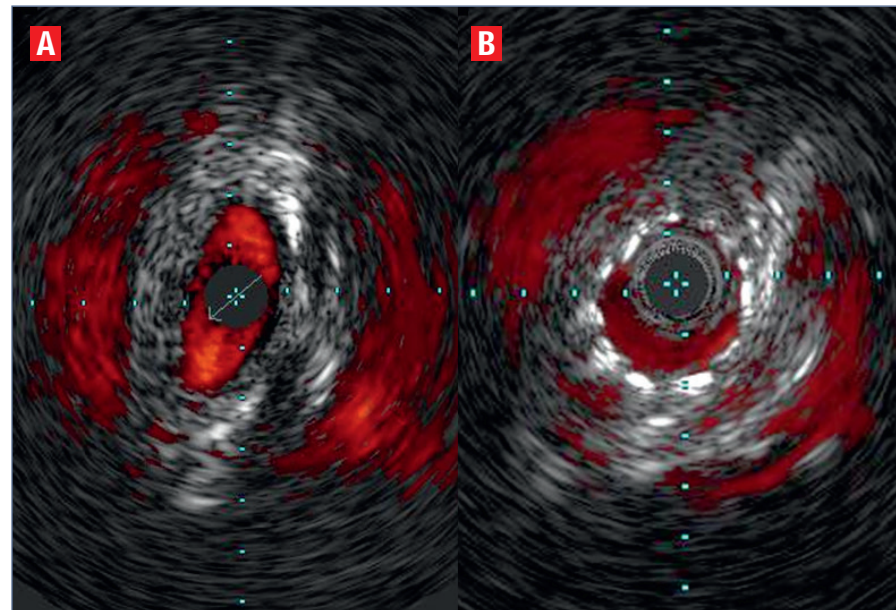
### Les techniques chirurgicales et leurs limites

Différentes techniques de correction chirurgicale sont utilisées depuis de nombreuses années<sup>(9)</sup>. La plus ancienne est celle de l'*unroofing* avec une résection endoaortique de la bandelette pariétale partagée entre média aortique et média coronaire. Cette technique est privilégiée chez l'enfant ou lorsque l'artère ectopique passe à distance de l'attache commissurale. Une autre technique assez utilisée chez l'adulte consiste à créer un nouvel ostium au

niveau de la fin du trajet ectopique coronaire. Elle nécessite un patch d'élargissement. Les séries chirurgicales rapportent une mortalité périopératoire proche de zéro, mais différentes complications majeures précoces ou tardives (prévalence de l'ordre de 5 %) ont été décrites<sup>(9)</sup>. Il s'agit de complications coronaires ou valvulaires nécessitant généralement une nouvelle intervention : apparition d'une insuffisance aortique pour la technique d'*unroofing* et survenue de thrombose précoce, de sténose cicatricielle ou d'anévrysme pour la technique chirurgicale avec néo-ostium. Comme pour d'autres pathologies congénitales rares où les études randomisées sont pas ou peu réalisables, nous ne disposons pas encore pour les ANOCOR de données solides sur les bénéfices de la chirurgie vis-à-vis du risque de mort subite. Cependant, les cas rapportés de mort subite après une correction chirurgicale restent exceptionnels. On doit



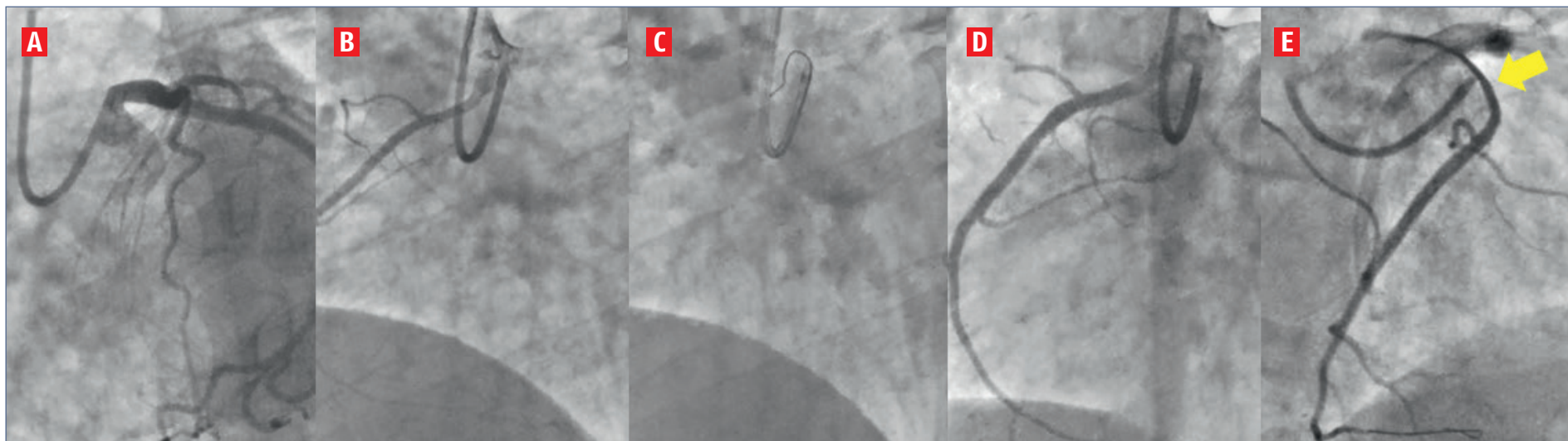
**Figure 4.** Imagerie tomographique à rayons X (A), angiographique et tomographique par cohérence optique (B et C) d'une artère interventriculaire antérieure (flèche blanche) connectée dans l'artère coronaire droite avec un trajet rétopulmonaire. Réduction de calibre non athéromateuse au niveau de la partie distale du trajet ectopique rétopulmonaire (flèche jaune) par rapport à la partie proximale (flèche verte).



**Figure 5.** Images échographiques endocoronaires d'un trajet interartériel (A) d'artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche. Aspect après angioplastie avec stenting (B). Passage d'une forme elliptique (4,2 x 1,8 mm) à une forme circulaire (3,0 x 2,8 mm).



**Figure 6.** Angioplastie d'une artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche avec un trajet interartériel (flèche blanche). Réduction du degré de sténose après stenting.



**Figure 7. Technique de cathétérisme d'une artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche avec un trajet interartériel.**

**A** : cathétérisme du tronc commun avec une sonde Extra-Back Up en incidence oblique antérieure gauche (40°). **B** : rotation horaire douce du cathéter après extubation du tronc commun. **C** : mise en place d'un guide 0,014'' lorsque l'orifice du cathéter est en face de l'ostium droit ectopique. **D** : poussée douce du cathéter vers l'ostium pour obtenir une meilleure opacification artérielle. **E** : opacification artérielle en incidence oblique antérieure droite (40°) pour visualiser le trajet interartériel avec aspect en bec de flûte (flèche jaune) évocateur d'un passage intramural aortique.

rappeler que la revascularisation par pontage sans ligature coronaire est associée à un taux non négligeable d'involution ou d'occlusion du greffon.

Le traitement chirurgical a évolué assez récemment pour les rares ANOCOR gauches avec un trajet rétropulmonaire et nécessitant une correction. Cette dernière consiste à réaliser un *unroofing* musculaire au-dessus du trajet ectopique, au niveau de la crête supraventriculaire ou du myocarde interventriculaire<sup>(10)</sup>. Cette technique laisse en place l'ostium coronaire gauche, et est parfois associée à un patch d'élargisse-

ment ou à une translocation pulmonaire antérieure. Il s'agit d'une procédure reconnue comme complexe sur le plan technique, sans connaissance actuelle des résultats à moyen terme.

**✓ QUELS PATIENTS SONT ÉLIGIBLES ?**

L'évaluation et la prise en charge des patients avec ANOCOR doivent être discutées au mieux par une équipe multidisciplinaire spécialisée et disposant d'un algorithme décisionnel mis à jour régulièrement. La proposition de corriger une ANOCOR

repose sur l'âge, la présentation clinique, les résultats d'un bilan non invasif et souvent invasif chez l'adulte, et parfois le profil sportif du patient.

Les trois étapes décisionnelles importantes sont les suivantes :

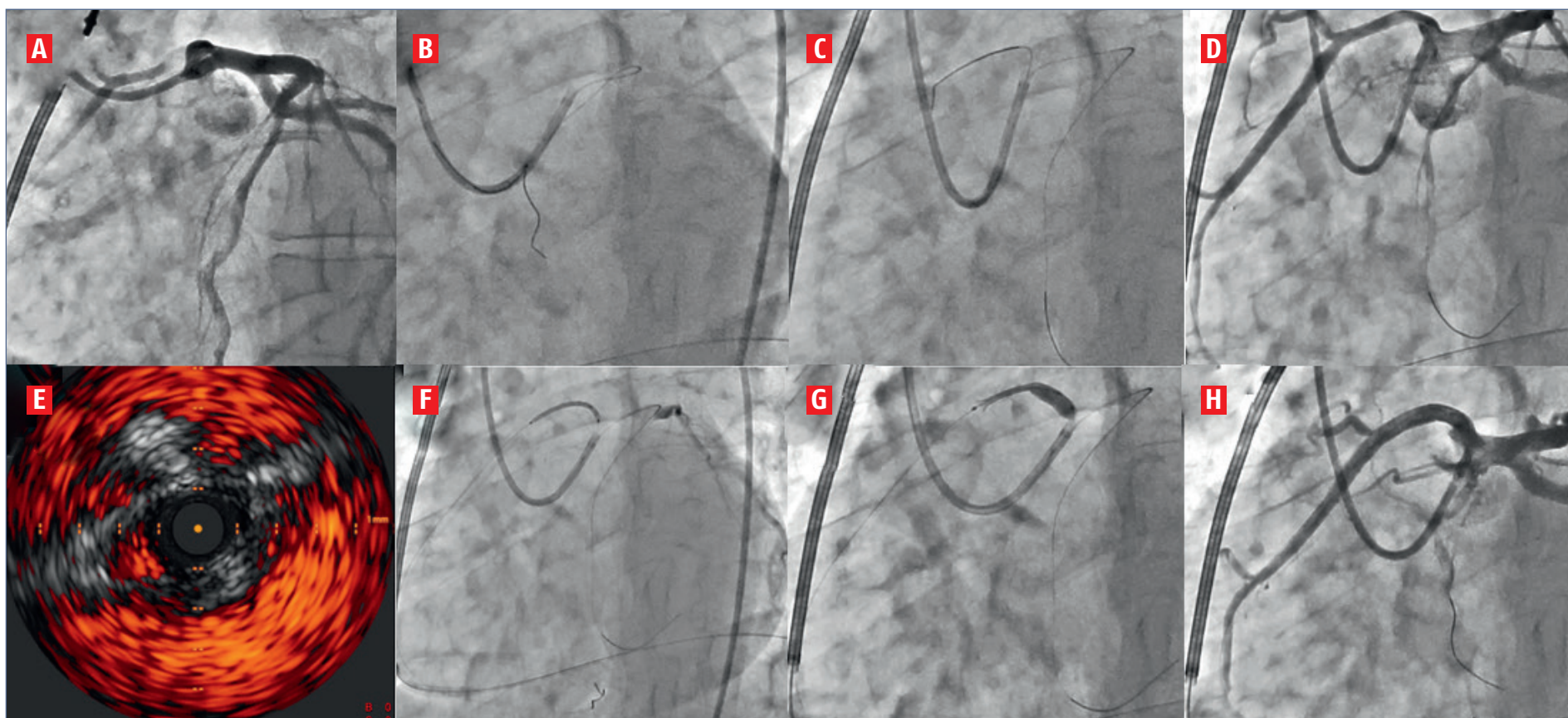
- la forme anatomique est-elle à risque ?
- Faut-il corriger l'anomalie ?
- Comment corriger l'anomalie ?

La *figure 1* (p. 6) indique les paramètres généralement analysés pour statuer, et l'algorithme utilisé par notre groupe de travail. L'avis du patient après une information éclairée sur les diffé-

rentes stratégies est important aussi. Les ANOCOR droites chez l'adulte > 35 ans représentent aujourd'hui la principale indication potentielle à un traitement percutané. En effet, plus de 95 % de ces anomalies ont un trajet interartériel et leur grande majorité est associée à un passage intramural aortique.

Le scanner coronaire est devenu l'outil d'imagerie de référence pour classer l'anomalie coronaire (*figure 2*, p. 6). Une exploration invasive peut être proposée chez l'adulte s'il faut rechercher ou évaluer une maladie coronaire athéromateuse associée.

L'imagerie endocoronaire (échographie endocoronaire préférable car plus maniable que la tomographie par cohérence optique) est utile pour analyser quantitativement (forme, diamètre, et surface) l'ANOCOR, mesurer la longueur du trajet interartériel et du passage intramural aortique, ou pour confirmer ou infirmer un passage intramural aortique (*figure 3*, p. 7). On peut y associer une évaluation physiologique avec la mesure d'indices (Pd/Pa, iFR, diastolic FFR) au repos et sous stimulation (dobutamine préférable à l'adénosine). Les rares formes anatomiques



**Figure 8. Technique d'angioplastie d'une artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche avec un trajet interartériel.** **A** : cathétérisme du tronc commun avec une sonde Extra-Back Up. **B** : mise en place d'un guide 0,014'' dans l'artère interventriculaire antérieure. **C** : mise en place d'un guide 0,014'' dans l'artère coronaire droite. **D** : visualisation du segment interartériel. **E** : confirmation d'un passage intramural aortique par échographie endocoronaire. **F** : mise en place du stent. **G** : implantation du stent. **H** : résultat après angioplastie.





**Figure 9.** Images tomographiques à 24 mois d'une angioplastie d'artère coronaire droite connectée dans le sinus gauche. **A** : rendu volumique. **B** : coupe axiale sans injection.

Références

1. Stout KK et al. *J Am Coll Cardiol* 2019 ; 73 : 1494-563.
2. Baumgartner H et al. *Eur Heart J* 2021 ; 42 : 563-645.
3. Aubry P et al. *Proximal anomalous connections of coronary arteries in adults*. In : Rao PS, editor. *Congenital heart disease: selected aspects*. Intech 2012. doi: 10.5772/27782.
4. Penalver JM et al. *BMC Cardiovascular Disorders* 2012 ; 12 : 83.
5. Aubry P et al. *Ann Cardiol Angeiol* 2017 ; 66 : 309-18.
6. Hoffman JI. *Cardiol Young* 2014 ; 24 : 774-91.
7. Bigler MR et al. *Front Cardiovasc Med* 2021. doi:10.3389/fcvm.2020.591326.
8. Brothers JA et al. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2017 ; 153 : 1440-57.
9. Bigler MR et al. *J Am Heart Assoc* 2022 ; 20 : e027098. doi: 10.1161/JAHA.122.027098.
10. Gaudino M et al. *J Am Coll Cardiol* 2023 ; 82 : 2034-53.
11. Doorey AJ et al. *Am J Cardiol* 2000 ; 86 : 580-2.
12. Hariharan R et al. *Tex Heart Inst J* 2002 ; 29 : 308-13.
13. Angelini P et al. *Catheter Cardiovasc Interv* 2015 ; 86 : 199-208.
14. Darki A et al. *Catheter Cardiovasc Interv* 2020 ; 96 : 320-7.
15. Aubry P et al. *Front Cardiovasc Med* 2021 ; 7 : 596018. doi: 10.3389/fcvm.2020.596018.
16. Angelini P, Uribe C. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv* 2023 ; doi.org/10.1016/j.scai.2023.100595.

droites sans passage intramural aortique ne sont pas, en théorie, des candidates à un traitement percutané, du fait de l'absence de réduction de surface artérielle > 50 %.

À ce jour, étant donné le manque de recul sur le traitement percutané, les très rares ANOCOR gauches avec un trajet interartériel (prévalence 20 fois moindre que celle des ANOCOR droites et formes rarement diagnostiquées après l'âge de 35 ans), restent généralement proposées à la chirurgie. Cependant, en cas de haut risque opératoire, l'angioplastie est techniquement possible aussi pour les ANOCOR gauches. À côté des formes avec un trajet interartériel, il existe de très rares formes gauches avec un trajet rétropulmonaire qui peuvent être responsables d'ischémie myocardique. L'imagerie non invasive ou invasive peut mettre en évidence une réduction de calibre lorsque le trajet ectopique passe plus ou moins profondément dans le septum interventriculaire (figure 4, p. 7). Le risque de mort subite semble proche de zéro pour ce type d'anomalie. L'angioplastie pourrait être une alternative thérapeutique à la chirurgie chez l'adulte dans cette forme anatomique lorsqu'il existe une réduction de surface > 50 % associée des critères hémodynamiques évocateurs d'ischémie myocardique.

COMMENT PROCÉDER ?

Il faut définir des objectifs anatomiques à l'angioplastie. On peut réaliser par le stenting une plastie de l'ostium coronaire et du trajet intramural aortique

avec le passage d'une forme elliptique (ratio grand axe/petit axe  $\geq 2,0$ ) à une forme ovale (ratio grand axe/petit axe  $\geq 1,3$  et  $< 2,0$ ). Le retour à une forme circulaire n'est pas toujours possible en raison du passage intramural aortique (figure 5, p. 7). Parallèlement, une augmentation du diamètre artériel et de la surface luminale est attendue, souvent > 50 % et parfois proche de 100 % (figure 6, p. 7). Enfin, de manière théorique, on peut espérer que la présence du stent limitera la compression latérale dynamique lors des efforts physiques d'intensité élevée. Les difficultés techniques de cathétérisme d'une ANOCOR droite sont connues. Elles peuvent être surmontées par une stratégie qui est résumée dans la figure 7. Les cathéters les plus utiles sont de type Extra-Back Up (ou équivalent) ou Amplatz Left. L'utilisation d'un cathéter d'extension permet d'améliorer la visualisation du réseau distal si besoin. Un stenting direct avec une prothèse à épaisseur de mailles élevée est généralement réalisé avec des hautes pressions ( $\geq 20$  bars). La technique d'angioplastie est résumée dans la figure 8.

Un guidage par imagerie endocoronaire est conseillé. Il peut être utile de sécuriser la position du cathéter en plaçant un guide dans l'artère controlatérale. Il a été suggéré de préparer l'angioplastie avec un ballon coupant pour obtenir une meilleure expansion du stent. Le diamètre du stent choisi est celui de l'artère mesuré juste au début du trajet non ectopique. Il convient de couvrir tout le trajet interartériel et il faut éviter

une protrusion trop importante de la prothèse dans l'aorte. Le contrôle par une imagerie endocoronaire et une évaluation physiologique permettent d'évaluer le résultat de l'angioplastie.

QUELS RÉSULTATS ?

Les résultats publiés sur l'angioplastie des ANOCOR restent limités<sup>(11-15)</sup>. Moins de cent cas ont été rapportés avec une très grande majorité d'ANOCOR droites traitées *de novo*. De manière instructive, certains échecs de la chirurgie (occlusion aiguë, sténose cicatricielle, pontage non fonctionnel ou occlus) ont nécessité un traitement percutané. L'angioplastie avec stenting est capable de corriger une symptomatologie d'allure ischémique ou une ischémie myocardique documentée par imagerie. Comme pour la chirurgie, un effet bénéfique en prévention primaire sur le risque de mort subite n'a pas été démontré en l'absence d'études contrôlées. À ce jour, il n'a pas été rapporté de complications procédurales sévères à type de dissection débordant sur l'aorte ou de rupture coronaire. Au contraire de la création d'un néo ostium par chirurgie, le risque de thrombose aiguë ou subaiguë n'est pas décrit avec l'angioplastie. La durée d'hospitalisation est plus courte et la morbidité est plus basse avec le traitement percutané en comparaison avec la chirurgie. Des cas symptomatiques de resténose intrastent (environ 5 % des cas) par hyperplasie néo-intimale ont été rapportés, même avec les prothèses avec une élution médicamenteuse. Une nouvelle angioplas-

tie est parfois nécessaire avec l'emploi préférentiel de ballons actifs. Cette nouvelle procédure peut être délicate en cas de protrusion aortique de mailles. Les contrôles tomographiques réalisés à ce jour n'ont pas mis en évidence de déformation ou d'écrasement de la structure métallique d'une prothèse implantée entre l'aorte et l'artère pulmonaire (figure 9). Très peu de cas d'ANOCOR gauches avec un trajet rétropulmonaire ont été traités à ce jour par voie percutanée. ■

PERSPECTIVES

- ▷ L'angioplastie d'une sténose congénitale sur le trajet interartériel d'une ANOCOR est techniquement possible, et sans risques procéduraux majeurs.
- ▷ Elle peut être réservée actuellement aux ANOCOR droites symptomatiques ou avec ischémie myocardique, chez l'adulte > 35 ans et peu exposé au risque de mort subite.
- ▷ La procédure est considérée comme assez complexe en raison des difficultés connues pour aborder un ostium ectopique associé à un trajet tangentiel à l'aorte.
- ▷ La déformation, initialement suspectée, d'un stent implanté entre les troncs artériels, n'a pas été confirmée à ce jour.
- ▷ La constitution de registres avec des effectifs larges et des suivis conséquents permettront peut-être de positionner l'angioplastie de certaines ANOCOR dans les algorithmes décisionnels de l'adulte<sup>(16)</sup>. ●

# Le sirolimus coated balloon : l'autre face d'une même pièce ?

Ludovic MEUNIER, Centre hospitalier de La Rochelle

La revascularisation des lésions coronariennes sans stenting s'est développée ces dernières années grâce à l'avènement du ballon actif (DCB, drug coated balloon). Initialement utilisé dans la resténose intrastent, le DCB voit progressivement ses cibles s'élargir aux lésions complexes *de novo*<sup>(1)</sup>, au patient à haut risque hémorragique<sup>(2)</sup> ou ischémique<sup>(3)</sup>.

Jusqu'alors, la molécule anti-proliférative utilisée pour être transférée du ballon à la paroi artérielle, qu'elle soit coronarienne ou périphérique,

était le paclitaxel. En effet cette molécule cytotoxique possède la faculté d'être très lipophile, ce qui permet une absorption tissulaire rapide. Par ailleurs, du

fait de sa fixation irréversible aux microtubules lors de la mitose cellulaire, il en résulte une longue rétention tissulaire. Le ballon actif enrobé de pacli-

taxel est alors appelé *paclitaxel coated balloon* (PCB). Dans cette classe, le ballon le plus largement étudié est le SeQuent® Please NEO (B. Braun), ballon enrobé d'une matrice paclitaxel-iopromide.

À l'inverse du paclitaxel, le sirolimus a une absorption tissulaire lente, du fait d'une faible lipophilie. Le sirolimus va ensuite se lier de façon réversible à l'enzyme sérine/thréonine protéine kinase mTOR (*mechanistic target of rapamycin*), via la protéine de liaison FK-12 (FKBP-12), bloquant alors son activité. L'inhibition de cette enzyme va empêcher la réplication de l'ADN lors du cycle cellulaire entre la phase G1 et S, permettant ainsi une action cytostatique. Cependant la rétention tissulaire du sirolimus est courte.

Ainsi un ballon actif enrobé de sirolimus (*sirolimus coated balloon*, SCB) doit répondre à deux gageurs : augmenter la vitesse

de transfert du sirolimus dans la paroi et allonger sa durée de rétention tissulaire.

Pour répondre à ces contraintes B. Braun a développé un SCB spécifique, le SeQuent® SCB, dont 100 % de la surface est recouverte d'une matrice cristalline associant sirolimus (4 µg/mm<sup>2</sup>) et BHT (*butylated hydroxy toluol*).

Même si seulement 10 à 15 % de la dose initiale est transférée dans la paroi artérielle après inflation du ballon, près de 50 % de la dose transférée est encore présente après 1 mois dans la paroi, permettant d'obtenir une dose tissulaire thérapeutique ≥ 1 µg/mm<sup>2</sup> à 30 jours.

Il faut noter que plusieurs SCB existent sur le marché (*tableau*), affichant des concentrations distinctes de sirolimus (en µg/mm<sup>2</sup>) à leur surface. Pour autant, du fait de leurs matrices différentes, la pharmacocinétique du sirolimus délivré est propre à chaque SCB. Il est donc difficile de corréler la concentration de sirolimus initiale à la surface du ballon à la concentration à 1 mois dans la paroi artérielle. Ces différences de pharmacocinétique rendent donc aléatoire toute comparaison entre SCB, empêchant pour l'heure de pouvoir parler d'effet classe sans études randomisées comparatives.

## LES ÉTUDES

Plusieurs essais contrôlés randomisés ont comparé ainsi le SeQuent® SCB (sirolimus, B. Braun) au SeQuent® Please NEO (paclitaxel, B. Braun), retenu comme **gold standard** du fait déjà de sa très large utilisation, et de son grand niveau de

### Caractéristiques techniques des ballons actifs à élution de limus.

Dispositif	SeQuent® SCB (B. Braun)	Magic touch (Concept Medical)	Selution SLR™ (MedAlliance)
Molécule	Sirolimus	Sirolimus	Sirolimus
Concentration	4 µg/mm <sup>2</sup>	1,27 µg/mm <sup>2</sup>	1 µg/mm <sup>2</sup>
Excipient	Matrice : sirolimus butylhydroxytoluol (BHT)	Phospholipides (nanoporteur)	Polymères biodégradables (microréservoirs) Cell Adherence Technology (CAT)

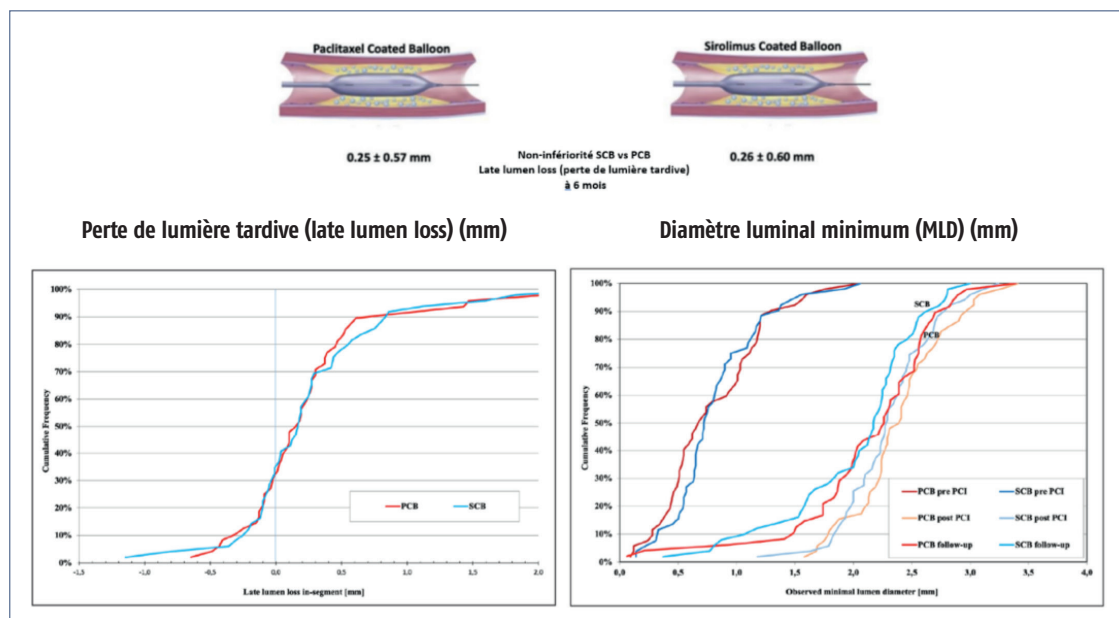


Figure 1. SeQuent® SCB dans la resténose intrastent : paclitaxel versus sirolimus (d'après Sheller B et al.<sup>(6)</sup>).

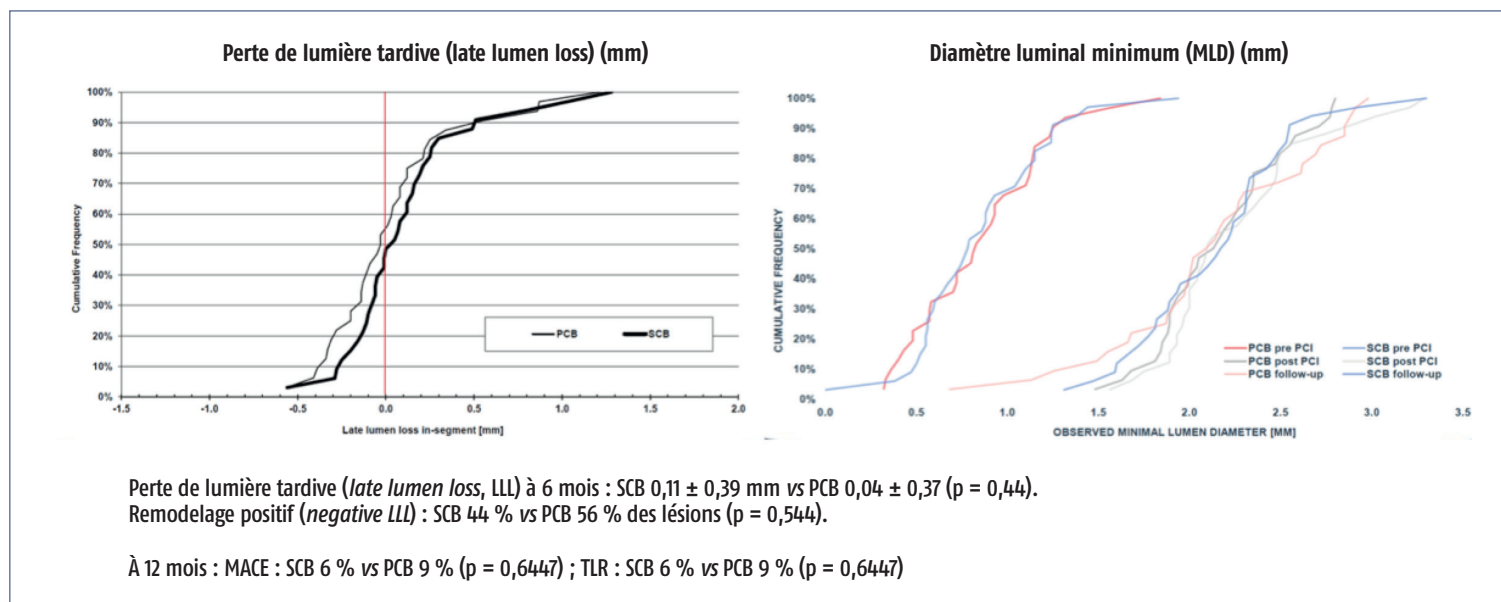


Figure 2. SeQuent® SCB dans les lésions *de novo* : paclitaxel versus sirolimus (d'après Sheller B et al.<sup>(6)</sup>).

preuve, aussi bien que dans les resténoses de stent que dans les lésions *de novo*<sup>(4)</sup>.

Concernant les resténoses, deux études comparant le SeQuent® SCB et le SeQuent® Please NEO ont permis d'établir la non-infériorité du SCB, aussi bien en termes de *late loss* à 6 mois que

de MACE à 12 mois<sup>(5)</sup> (figure 1). Concernant les lésions *de novo*, deux autres études, l'une publiée<sup>(6)</sup>, l'autre présentée au TCT 2023 (B. Scheller, figure 2), confrontant le SeQuent® SCB au SeQuent® Please NEO, établissent elles aussi la non-infériorité du SCB (*late loss* à

6 mois et MACE à 12 mois comparables). Il est à noter la plus grande fréquence d'un remodelage positif (*negative late loss*) de l'artère en cas d'utilisation du PCB dans les lésions *de novo*.

Ces études permettent de pointer les éléments suivants :

- Contrairement au DES, où le SES (*sirolimus eluting stent*) a montré sa supériorité sur le PES (*paclitaxel eluting stent*), le supplantant totalement, il n'existe pour l'heure pas d'arguments pour une supériorité du SCB sur le PCB, tant pour la resténose de stent que pour la lésion *de novo*.
- La moindre fréquence d'un remodelage positif avec le SCB comparativement au PCB dans les lésions *de novo* reste à documenter plus, avant d'envisager leur utilisation respective dans des caractéristiques angiographiques particulières, réservant par exemple le PCB aux lésions de petit diamètre, et le SCB aux vaisseaux de plus grand diamètre.

Enfin, concernant la technique de revascularisation des lésions *de novo* sans stenting, il est bon de rappeler, qu'à l'instar du PCB, l'efficacité du SCB dans la prévention de la resténose des lésions *de novo* ne peut être attendue qu'au prix d'une plastie satisfaisante de cette lésion au préalable, appelée encore « phase de préparation de la lésion ». Cette plastie repose dans notre expérience<sup>(7)</sup> sur l'utilisation de dispositifs spécifiques tels que les ballons de scoring, de diamètre 1/1, inflatés de façon très progressive (paliers de 1 atm) à des pres-

sions maximales basses (généralement entre 4 et 8 atm). Cela permet d'obtenir un remodelage progressif de la plaque avec des paramètres angiographiques satisfaisants (sténose résiduelle de moins de 30 %, dissection de type B maximum). C'est uniquement après l'acquisition de cette première phase que le SCB ou le PCB peut être appliqué, toujours à un ratio 1/1, à des pressions basses (généralement entre 2 et 6 atm) et pendant une durée de 60 secondes dans notre pratique. ■

## Références

1. Zuin M, Rigatelli G. *Cardiovasc Revasc Med* 2018 ; 19 : 57-64. doi.org/10.1016/j.carrev.2017.07.003.
2. Räsänen A et al. *Catheter Cardiovasc Interv* 2023 ; 101 : 569-78. doi.org/10.1002/ccd.30558.
3. Shin ES et al. *JACC Cardiovasc Interv* 2023 ; 16 : 292-9. doi.org/10.1016/j.jcin.2022.10.049.
4. Jeger RV et al. *The Lancet* 2018 ; 392 (10150) : 849-56. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31719-7.
5. Scheller B et al. *Circulation. Cardiovasc Interv* 2022 ; 15(9) : e012305. doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.122.012305.
6. Ahmad WAW et al. *JACC Cardiovasc Interv* 2022 ; 15(7) : 770-9.
7. Meunier L et al. *Clin Res Cardiol* 2022 ; 112 : 1164-74. doi.org/10.1007/s00392-022-02054-7.

## Cas clinique

→ Ce patient âgé de 74 ans est hypertendu et un tabagisme sévère. Il a subi une plastie mitrale en 2016.

Il présente un syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST (NSTEMI) antérieur avec une atteinte monotronculaire : lésion de bifurcation 110 IVA-D1 (photo 1).

Un seul guide est mis en place, puis la plastie de l'IVA est réalisée au scoring NSE Alpha 3,0 (6 atm ; photo 2). Ensuite, un SeQuent® SCB 3,0 x 30 mm en prévention de la resténose est appliqué pendant 60 s (photo 3).

Le patient repart à son domicile à J1, avec une antiagrégation plaquettaire simple (ticagrelor).

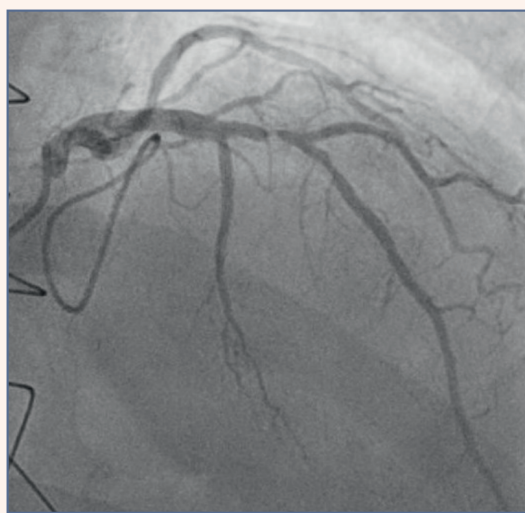


Photo 1.



Photo 2.

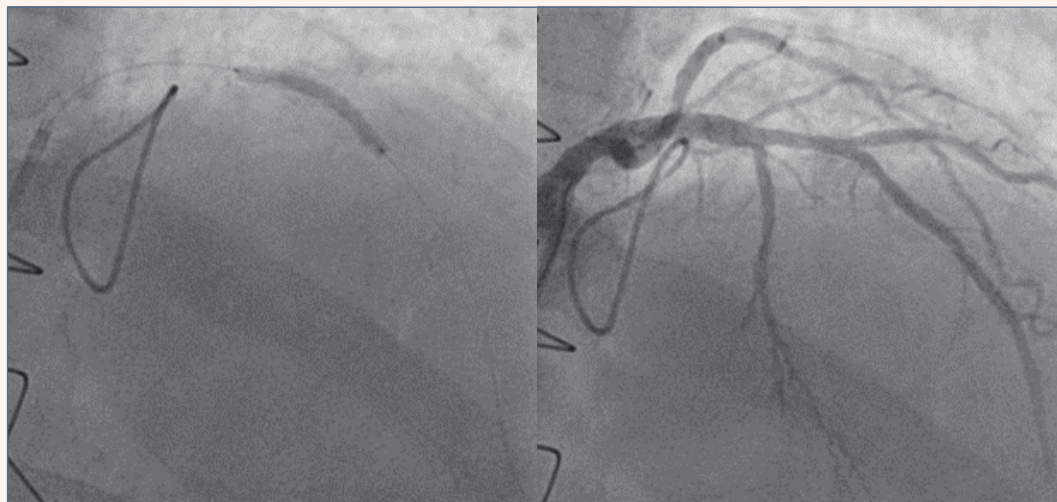


Photo 3.

## CONCLUSION

- ▷ Un *sirolimus coated balloon* (SCB) efficace dans la prévention de la resténose est plus difficile techniquement à concevoir qu'un *paclitaxel coated balloon* (PCB), du fait des propriétés pharmacocinétiques plus contraignantes du sirolimus. De ce fait, il ne peut être proposé d'effet classe entre les différents SCB présents sur le marché avant les résultats d'études comparatives contrôlées et randomisées.
- ▷ Le SeQuent® SCB a atteint la non-infériorité avec le SeQuent® Please NEO, aussi bien pour la resténose intrastent que pour la lésion *de novo*.
- ▷ Il n'existe pour l'heure pas d'indication privilégiée propre au SCB ou au PCB. Tout au plus, la tendance à un remodelage positif plus fréquent avec le PCB pourrait déterminer le choix de la molécule en fonction du diamètre du vaisseau.
- ▷ Quelle que soit la molécule utilisée, son efficacité dans la prévention de la resténose des lésions *de novo* ne pourra être obtenue qu'au prix d'une plastie correcte de la lésion effectuée au préalable. ●

# Anévrisme de l'aorte abdominale

## Procédure simultanée de réparation et TAVI par voie fémorale

Vincent PHAM, Patrice DE CASSIN, Arthur PETIT, Arnaud JEGOU, Grégoire DAMBRIN, Joseph ANCONINA,  
Département de cardiologie et radiologie Interventionnelle, Hôpital Privé Parly 2, Le Chesnay

Les pathologies cardiovasculaires deviennent de plus en plus fréquentes avec le vieillissement de la population. Parmi elles, le rétrécissement aortique constitue la valvulopathie la plus fréquente et touche environ 5 % de la population de plus de 75 ans. De même, l'anévrisme de l'aorte abdominale n'est pas rare chez le sujet âgé avec une prévalence d'environ 5 à 6 % chez les patients de plus de 80 ans.

Le TAVI (*transcatheter aortic valve implantation*) s'est développé comme le traitement de choix du rétrécissement aortique chez le sujet âgé avec une procédure interventionnelle presque mini-invasive comparativement au remplacement valvulaire chirurgical historique.

Cependant, les essais contrôlés randomisés comparant le TAVI (quel que soit le type de prothèse) ont montré les meilleurs résultats en cas d'abord fémoral possible et les patients présentant des anévrismes de l'aorte abdominale ont donc souvent été exclus. En effet, le risque de rupture anévrismale, de dissection aortique ou d'embolisation périphérique doit être pris en compte. Certains cas ont été rapportés dans la littérature avec la description d'une procédure d'endoprothèse aortique préalablement au TAVI permettant de restaurer un abord vasculaire iliofémoral<sup>(1)</sup>.

Nous présentons ici le cas d'un patient pris en charge pour un anévrisme de l'aorte abdominale par voie endovasculaire ayant permis lors de la même intervention et le même abord fémoral d'implanter une prothèse aortique percutanée auto-expandible.

### PRÉSENTATION CLINIQUE

Le patient âgé de 80 ans a été adressé en hospitalisation pour un bilan préthérapeutique d'un cancer du poumon. Ce patient était suivi pour une bronchopneumopathie obstructive (BPCO) sévère. L'échographie ...

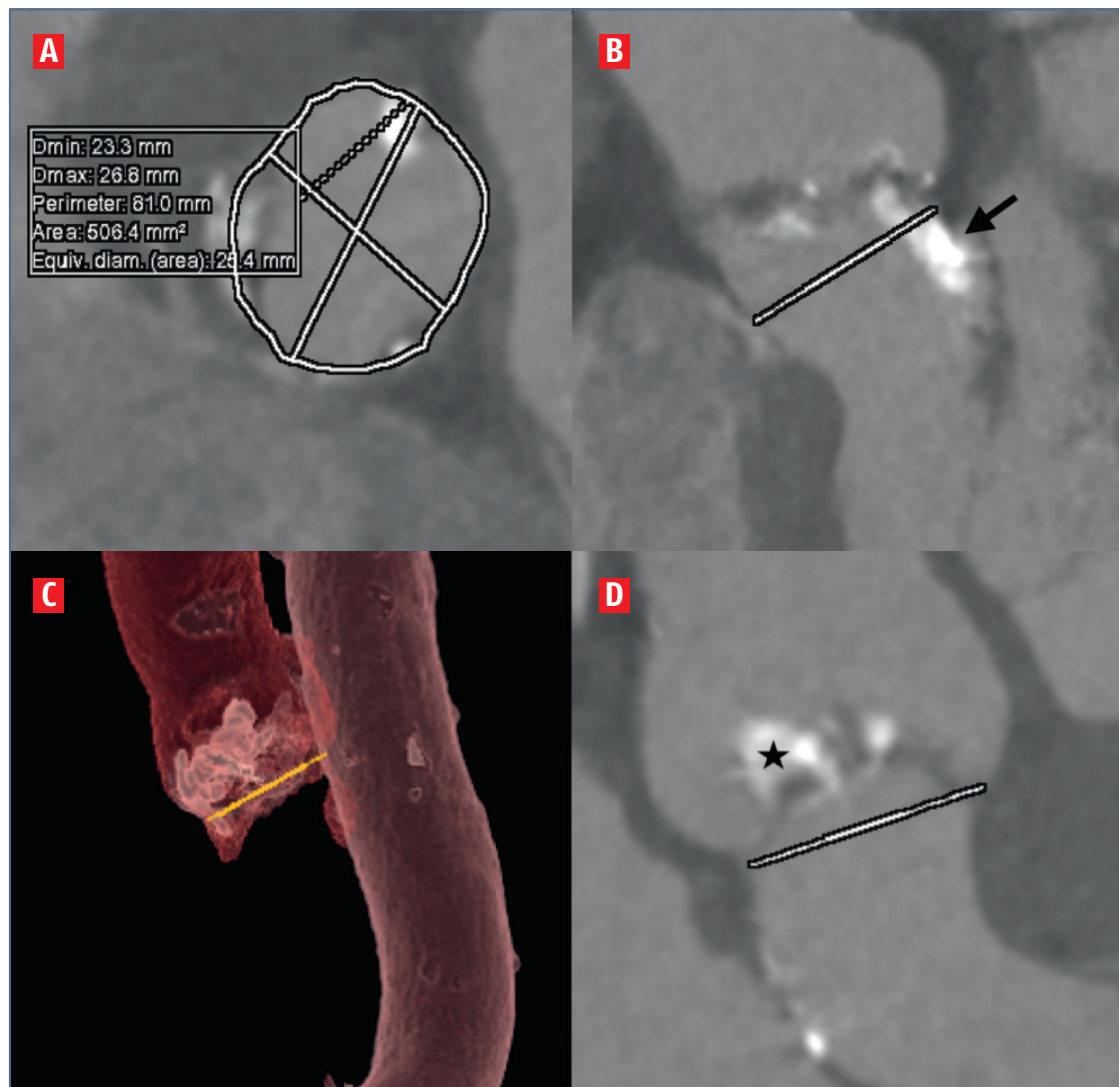


Figure 1. A : Angioscanner TAVI avec mesure de la taille de l'anneau aortique. B : Coupe scanner aortique mettant en évidence une calcification de la chambre de chasse du ventricule gauche (flèche). C : Coupe 3D du scanner permettant de déterminer l'incidence de travail. D : Coupe scanner mettant en évidence des calcifications valvulaires importantes (étoile).

Figure 2. Angioscanner aortique et des axes iliofémoraux mettant en évidence un volumineux anévrisme de l'aorte abdominale sous-rénale présentant des bords irréguliers de plaque ulcérée.

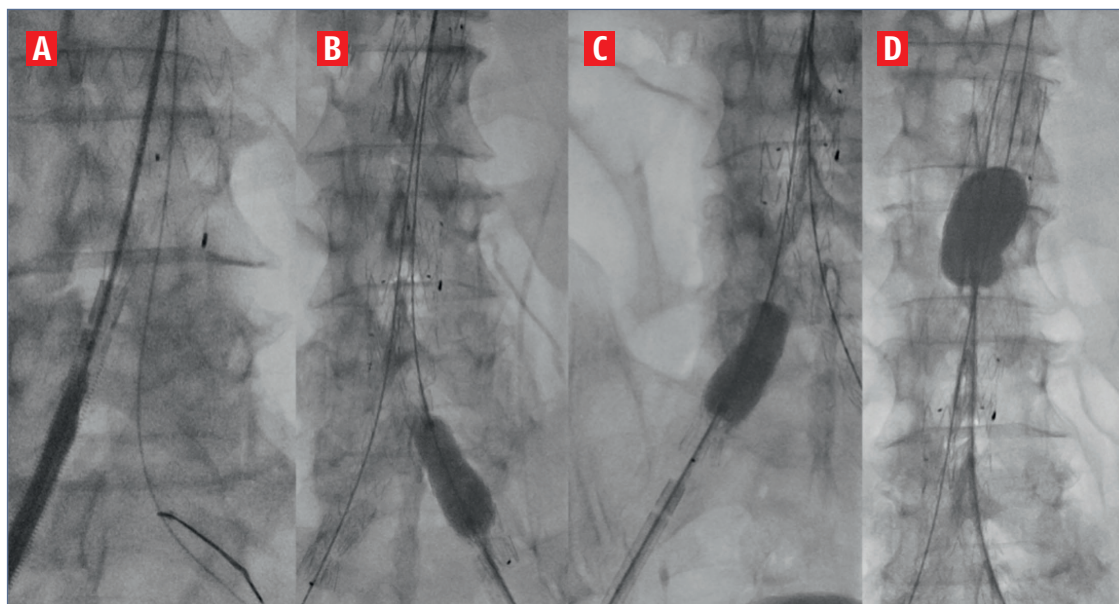
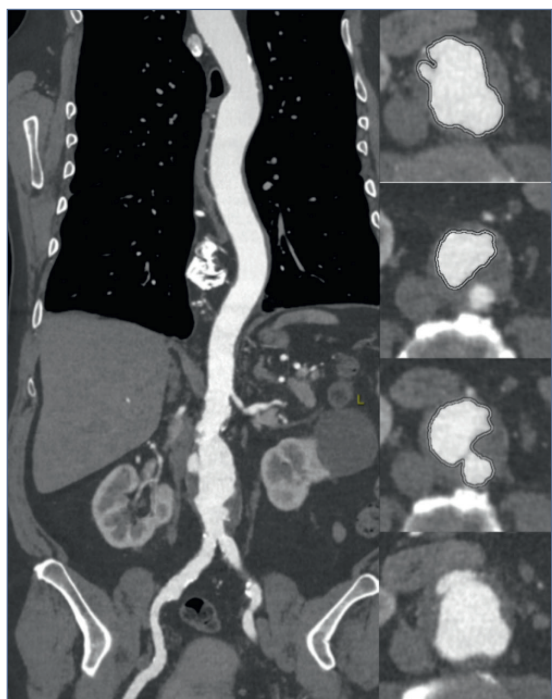


Figure 3. Procédure d'implantation d'endoprothèse aortique bifurquée. A : Récupération du guide intraprothétique par un lasso. B : Postdilatation de l'extension iliaque gauche. C : Postdilatation de l'extension iliaque droite. D : Postdilatation de l'endoprothèse.

cardiaque réalisée dans le cadre du bilan a retrouvé une fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) conservée et associée à un rétrécissement aortique serré sur une valve tricuspide et calcifiée. Le gradient moyen et la vitesse maximale du flux en Doppler étaient de 40 mmHg et 4 m/s, soit une surface d'environ 0,8 cm<sup>2</sup>. Un scanner pré-TAVI a été réalisé montrant une valve très calcifiée avec une calcification importante de la chambre de chasse (surface et périmètre d'anneau de 506,4 mm<sup>2</sup> et 81 mm ; *figure 1*). L'angiographe des axes artériels périphériques a mis en évidence un volumineux anévrisme de l'aorte abdominale irrégulier de 51 mm sur une aorte poly-ulcérée avec un risque de rupture et d'embolie important (*figure 2*).

Après discussion médicochirurgicale en *Heart Team* et avec l'équipe d'oncologie, compte tenu de la contre-indication chirurgicale sur un terrain de BPCO sévère, une indication de TAVI a été retenue.

### IMPLANTATION D'UNE ENDOPROTHÈSE AORTIQUE BIFURQUÉE

À travers l'introducteur fémoral La première partie de l'intervention consistait en la mise en place d'une endoprothèse aortique bifurquée par voie percutanée. L'intervention est réalisée sous anesthésie locale et sédation. Un double abord artériel fémoral droit et gauche est réalisé

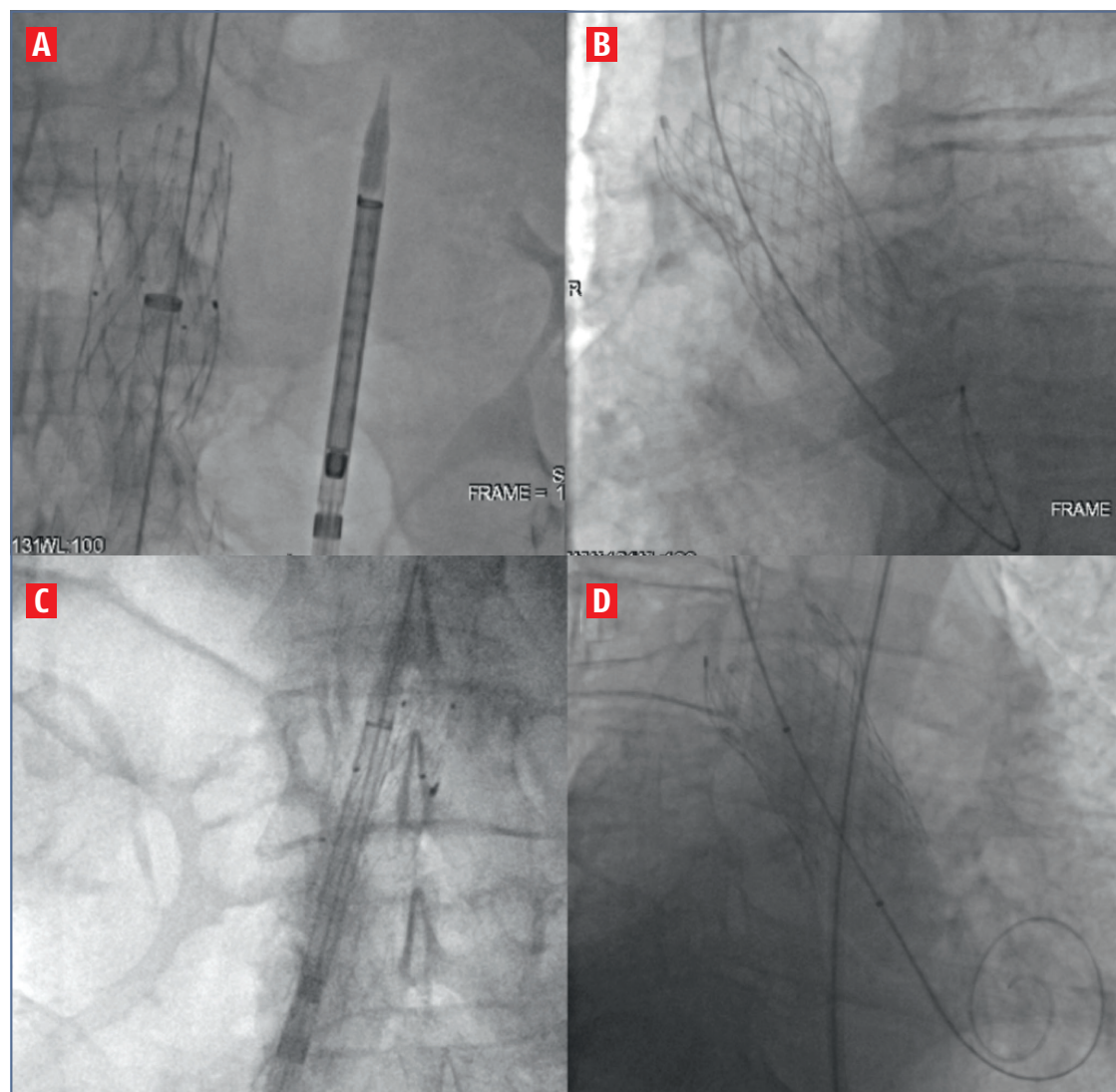


Figure 4. A : Vérification de la prothèse Evolut PRO+. B : Déploiement de la prothèse Evolut PRO+. C : Retrait du cathéter au travers de l'endoprothèse aortique. D : Postdilatation de la prothèse Evolut PRO+.

après ponction échoguidée avec un introducteur 16 F dans l'artère fémorale commune droite et un introducteur 12 F dans l'artère fémorale commune gauche après mise en place d'un *preclosing* par

ProStyle™ (Abbott) dans chaque abord. Un abord radial gauche est également mis en place. Après la montée d'un guide Lunderquist® Extra Stiff (Cook Medical) dans l'aorte ascendante, une prothèse bifurquée Zenith Alpha™ (Cook Medical) de 28 mm est amenée et positionnée dans l'aorte abdominale. Un guide de 0,35" Half Stiff est récupéré au lasso à travers le jambage iliaque gauche et extériorisé par le désilet fémoral gauche (*figure 3, A*). Une extension iliaque gauche est d'abord mise en place (prothèse de 16 mm de diamètre). Une extension iliaque droite est ensuite positionnée par l'abord fémoral droit. Une postdilatation est réalisée à la partie proximale de la prothèse ainsi que dans les deux jambages à l'aide d'un bal-

lon Reliant™ 12 F (Medtronic, *figure 3, B à D*) permettant l'application de la prothèse. Le résultat final est satisfaisant avec l'absence d'endofuites de type 1 et une endofuite minime de type 2.

### IMPLANTATION DU TAVI

À travers l'introducteur fémoral droit Sentrant™ 16 F (Medtronic) laissé en place, la procédure de remplacement valvulaire aortique est débutée. Après franchissement de la valve aortique et la mise en place d'un guide Safari2™ Small (Boston Scientific) dans le ventricule gauche, le désilet est échangé afin de placer un introducteur DrySeal® 18 F (Gore) au travers de l'endoprothèse aortique sans difficu-

letés et sous contrôle scopique (*figure 4, A*). Le système cathéter de largage Evolut PRO+ (Medtronic) de 29 mm est monté et mis en place.

La valve est déployée progressivement après stimulation rapide sur le guide à 140 battements par minute. Le résultat angiographique montre la présence d'une fuite aortique grade 2/4 motivant la réalisation d'une postdilatation. Le système de largage Evolut PRO+ est retiré à travers l'endoprothèse sur le guide Safari™ dont l'extrémité est maintenue dans le ventricule gauche. La postdilatation est ensuite réalisée sur le guide Safari™ en repassant à travers l'endoprothèse aortique avec un résultat final satisfaisant. La fermeture vasculaire est effectuée par 2 ProStyle™ mis en place en début de procédure. Devant la persistance d'un saignement, un Angio-Seal™ 8 F (Terumo) est ajouté permettant une hémostase efficace. La quantité totale de produit de contraste délivrée a été de 200 ml avec une dosimétrie de 1 500 mGy.

### CONTRÔLE POST-PROCÉDURAL

Un angiographe de l'aorte et des axes iliaques est réalisé à J2 afin de contrôler le résultat de l'endoprothèse aortique et les axes iliofémoraux (*figure 5*). Ce dernier montre l'absence d'endofuites de type 1 ou de complications au niveau des axes fémoraux, mais révèle une endofuite modérée de type 2.

Concernant la valve aortique, la surveillance en soins intensifs n'a pas objectivé de troubles de la conduction. L'échographie cardiaque de contrôle retrouve un gradient moyen à 17 mmHg sans fuite périprothétique. Le patient est rentré à domicile à J5.

### Référence

- Medda M *et al.* *J Cardiothorac Surg* 2023 ; 18 :231. doi:10.1186/s13019-023-02338-7.

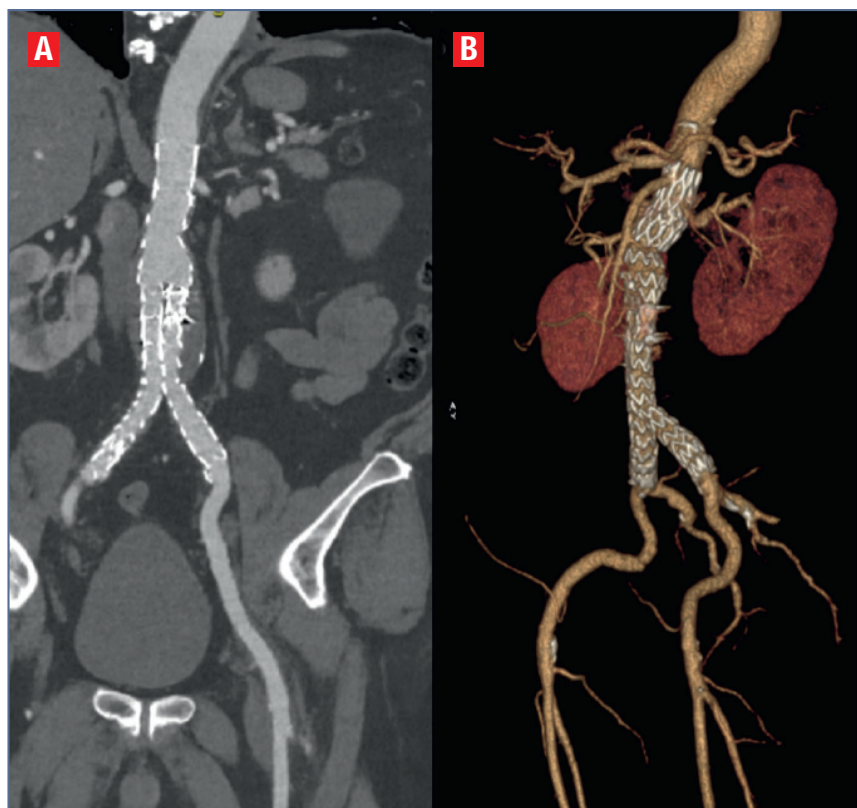


Figure 5. Angioscanner aortique de contrôle.

### CONCLUSION

► Une procédure hybride de cardiologie et de radiologie interventionnelle associant la double implantation d'une d'endoprothèse aortique bifurquée et d'une valve aortique percutanée auto-expansible. ●



UN SAPIN, C'EST BIEN...  
AVEC UN SAC À SAPIN,  
C'EST MIEUX !

1€  
50

**DE FINANCEMENT**  
pour nos missions humanitaires



**PRATIQUE**  
emballe votre sapin



**COMPOSTABLE**  
avec les déchets verts



Retrouvez nos produits et de nombreuses idées cadeaux sur :  
[boutique.handicap-international.fr](http://boutique.handicap-international.fr)



## BRÈVES DE PRODUITS

S. ELGOZI, Paris

## ▼ CORDIS

Cordis a récemment annoncé l'acquisition de la société MedAlliance, une entreprise basée en Suisse fabriquant le DEB (*drug eluting balloon* ou ballon à élution médicamenteuse) **SELUTION SLR™**.

La technologie unique DEB SELUTION SLR™ se distingue par la présence de microréservoirs conçus à partir d'un polymère biodégradable associé au sirolimus dont la libération est contrôlée et prolongée jusqu'à 90 jours.

Le DEB SELUTION SLR™ a d'ores et déjà prouvé son efficacité dans des études préliminaires, et est actuellement en évaluation dans trois essais cliniques randomisés multicentriques pour le traitement des artères coronaires, avec pour indications la resténose intrastent et les lésions *de novo*, dont l'étude SELUTION DeNovo (3 326 patients dans le monde, 6 centres français).

## ▼ BIOTRONIK

• Les résultats à 5 ans de l'étude BIOSTEMI présentés au TCT 2023 ont confirmé la supériorité à 5 ans du stent à élution médicamenteuse Orsiro™ (Biotronik) par rapport au Xience™ (Abbott) chez les patients présentant un infarctus du myocarde aigu avec élévation du segment ST (STEMI).

• De nouvelles données de l'étude BIOMAG-I (Biotronik) chez l'homme ont détaillé le processus de guérison vasculaire après l'implantation de DREAMS 3G, le nouvel étai en magnésium résorbable (RMS) de troisième génération Biotronik.

Une analyse détaillée de tomographie par cohérence optique (OCT) intravasculaire a démontré que 99,3 % des mailles étaient complètement dégradées au bout d'un an et montré le retour de la vasomotricité chez les patients traités

## ▼ TERUMO

La société Terumo France a le plaisir de vous informer que l'endoprothèse coronaire à élution de sirolimus, Ultimaster Nagomi™, est désormais remboursable après son inscription sur la LPPR confirmée par la publication au *Journal Officiel* du 15 août 2023<sup>(1)</sup>.

L'endoprothèse Ultimaster Nagomi™ est la dernière génération d'endoprothèse de la famille Ultimaster™, évaluée par la Haute Autorité de Santé en mars 2023<sup>(2)</sup>.

Ultimaster Nagomi™ partage l'ensemble des indications accordées aux générations antérieures d'endoprothèses Ultimaster™ ainsi que leurs modalités de prescription et d'utilisation spécifiques. Sur la base de l'étude MASTER-DAPT, la HAS a ainsi validé pour les endoprothèses Ultimaster™, la possibilité du recours à une bithérapie antiplaquettaire d'1 mois en cas de risque hémorragique élevé et après prise en compte du risque ischémique<sup>(3)</sup>.

1. Arrêté du 9 août 2023 portant inscription de l'endoprothèse coronaire enrobée de sirolimus ULTIMASTER NAGOMI et modification des conditions d'inscription d'ULTIMASTER et ULTIMASTER TANSEI des laboratoires Terumo France au titre III de la liste des produits et prestations remboursables prévue à l'article L.165-1 du code de la sécurité sociale-Légifrance (legifrance.gouv).

2. ULTIMASTER NAGOMI (has-sante.fr).

3. Haute Autorité de Santé – ULTIMASTER TANSEI (hassante.fr).

## LU POUR VOUS

O. Varenne  
Hôpital Cochin, Paris

## TAVI ou chirurgie pour rétrécissement aortique serré chez les patients à faible risque opératoire

Les 1 414 patients inclus dans l'essai EVOLUT Low-Risk ont été suivis pendant 3 ans. Il s'agit de patients avec rétrécissement aortique serré symptomatique et à faible risque chirurgical ayant été randomisés entre chirurgie de remplacement valvulaire (n = 684) ou TAVI (n = 730) avec la valve supra-annulaire autoexpandible Evolut™ (Medtronic). Les patients étaient âgés de 74 ans et 35 % étaient des femmes.

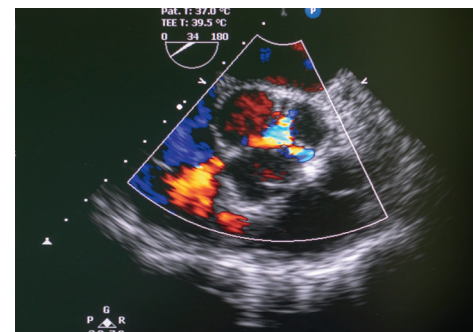
À 3 ans, le critère primaire d'efficacité est survenu chez 7,4 % des patients du groupe TAVI et 10,4 % des patients traités par chirurgie (HR : 0,70 ; IC 95 % : 0,49-1,00 ; p = 0,051). La différence entre les traitements en ce qui concerne la mortalité toutes causes et les AVC déficitaires était stable au cours du temps : 1,8 % la première année, 2,0 % la deuxième et 2,9 % la troisième.

Les incidences d'insuffisance aortique paravalvulaire modérée

(20,3 % TAVI vs 2,5 % chirurgie) et l'implantation de stimulateur cardiaque (23,2 % TAVI vs 9,1 % chirurgie ; p < 0,001) étaient plus basses en cas de chirurgie. Les patients traités par TAVI avaient de meilleurs paramètres hémodynamiques au niveau de la prothèse aortique Evolut™ (gradient moyen 9,1 mmHg vs 12,1 mmHg ; p < 0,001) à 3 ans.

**L'étude EVOLUT Low-Risk montre que les bons résultats sur la mortalité toutes causes et les AVC avec déficit du TAVI avec la prothèse Evolut™ se confirment à 3 ans.**

Forest JK et al. *J Am Coll Cardiol* 2023 ; doi: 10.1016/j.jacc.2023.02.017.



HIGHTECH  
MARSEILLE

REJOIGNEZ-NOUS À MARSEILLE !  
Réservez votre place



24

25

JANVIER 2024

26

Palais du Pharo

WWW.HIGHTECH-CARDIO.ORG



INSCRIPTION

CATH'LAB

REVUE DE CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

Édité par AXIS Santé

56, bd de la Mission Marchand - 92400 Courbevoie

Tél. : 01 47 55 31 41

cathlab@axis-sante.com

**Rédacteurs en chef :** Romain CADOR (Paris),  
Philippe DURAND (Paris)

**Conseiller de la rédaction :** Jean CHAPSAL (Paris)

**Comité éditorial :** Alexandre AVRAN (Marignane),  
Nicolas BOUDOU (Toulouse), Hervé FALTOT (Colmar),  
Nicolas LHOEST (Strasbourg), Olivier VARENNE (Paris)

**Secrétariat de rédaction :** Catherine LAVAUD

**Directrice de clientèle :**

Jessica VARRALL (jvarrall@mail.len-medical.fr)

**Directeur de la publication :** S. ELGOZI

**Réalisation :** Code à P-E

**Photos :** Adobe Stock, DR.

## Patients avec IDM : stratégie de désescalade du ticagrelor vers le clopidogrel

Une sous-étude de TALOS-AMI HBR a étudié le bénéfice d'une stratégie de désescalade du ticagrelor vers le clopidogrel chez 589 patients ARC-HBR avec infarctus du myocarde (IDM) traités par PCI. C'est une analyse *a posteriori* de l'étude TALOS-AMI.



Le critère primaire (décès cardiovasculaire, IDM, AVC, saignements BARC-2, 3 ou 5, 1 an après l'angioplastie) était inférieur chez les patients du groupe avec désescalade par rapport à ceux du groupe contrôle (HR : 0,47 ; IC 95 % : 0,26-0,84). Les saignements BARC type 3 ou 5 étaient également moins fréquents en cas de désescalade (HR : 0,24 ; IC 95 % : 0,07-0,84).

**Chez des patients ARC-HBR ayant été revascularisés après infarctus du myocarde, une désescalade du ticagrelor vers le clopidogrel est associée à une réduction des événements hémorragiques.**

Kim et al. *EuroInterv* 2023.

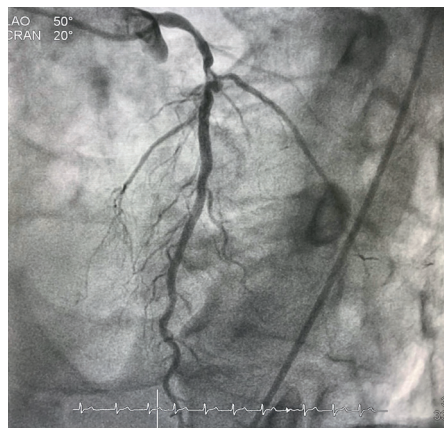
## Évaluation des différentes techniques de stenting dans les lésions de bifurcation

Les études comparant différentes techniques de bifurcations publiées jusqu'en 2022 ont été incluses dans cette analyse. Les techniques de stenting provisionnel (PS) étaient comparées aux techniques avec deux stents systématiques. Une analyse *a posteriori* a été réalisée pour comparer toutes les techniques entre elles. Le critère principal était la survenue de MACE. Un total de 24 essais et

6 890 patients traités par PS, stenting en T, DK-crush, crush, ou culotte, ont été inclus. Les résultats ne retrouvent aucune différence entre les techniques de stenting provisionnel et celles à deux stents. Cependant, en se limitant aux seuls patients avec des vraies lésions de bifurcation, il est retrouvé un taux plus faible de MACE avec les techniques à deux stents. Une branche fille sténosée entraîne également un meilleur résultat des techniques à deux stents. La technique DK crush était associée au plus bas taux de MACE (OR : 0,47 ; IC 95 % : 0,36-0,62 ;  $p < 0,01$ ).

**Globalement les techniques de dilatation à 2 stents ne sont pas supérieures au stenting provisionnel. Il peut y avoir un bénéfice aux techniques à deux stents chez certains patients avec des vraies lésions de bifurcation. Le DK crush semble associé au plus bas taux d'événements.**

Bujak K et al *EuroInterv* 2023 doi: 10.4244/EIJ-23-00013.



## DAPT ou anticoagulants oraux après fermeture de l'auricule gauche

Les fermetures de l'auricule gauche sont une alternative à la prévention des AVC chez les patients en FA ne pouvant pas prendre d'anticoagulants. Chez les patients bénéficiant d'une fermeture, nombreux sont à haut risque de saignements. Cette étude évalue une stratégie de DAPT comme alternative à une association aspirine et anticoagulants après fermeture de l'auricule gauche. Le registre LAAOS comprend 49 968 patients occlus par implantation d'une prothèse Watchman FLX™ (Boston Scientific) et traités par DAPT (n = 4 155), AOD/aspirine (n = 24 497), or AVK/aspirine (n = 3 913). Les patients étaient âgés de 77 ans et 40 % étaient des femmes. Les patients sous DAPT avaient plus de comorbidités que ceux traités par AOD et aspirine. Le critère primaire (décès, AVC, saignement majeur ou embolie systémique) à 45 jours était similaire entre les trois groupes (DAPT = 3,44 % vs AOD/aspirine : 4,06 % ;  $p = 0,13$  et DAPT = 3,23 % vs AVK/aspirine : 3,08 % ;  $p = 0,75$ ). Les saignements



majeurs sont plus fréquents sous AOD/Aspirine (DAPT = 2,48 % vs AOD/aspirine = 3,25 % ;  $p = 0,04$  et DAPT = 2,25 % vs AVK/aspirine = 2,22 % ;  $p = 0,93$ ).

**Dans ce large registre national américain des fermetures d'auricule gauche, une DAPT a un profil de sécurité similaire à l'association AOD et aspirine ou AVK et aspirine et pourrait entraîner moins de saignements majeurs.**

Coylewright M et al. *JACC Interv* 2023 ; (22) 2708-18.

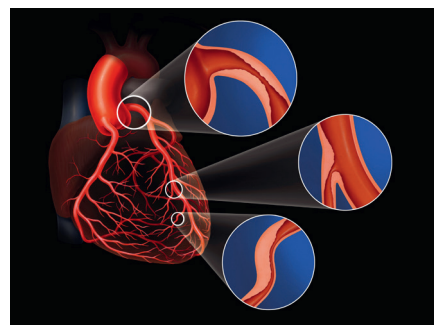
## Efficacité et sécurité de la lithotripsie intravasculaire dans les lésions calcifiées

L'étude DISRUPT CAD II est une étude prospective conduite dans 15 hôpitaux. Les 120 patients avec des lésions calcifiées (sévèrement calcifiées dans 94 % des cas) étaient revascularisés par angioplastie pré-cédée par une lithotripsie. La lithotripsie a été délivrée de façon efficace chez tous les patients. Le taux de sténose résiduelle était de  $32,7 \pm 10,4$  %.

Le critère primaire était l'évaluation des MACE intrahospitaliers (décès cardiaques, IDM, ou TVR) et est survenu chez 5,8 % des patients, dont 7 infarctus sans onde Q. Il n'y a eu aucune occlusion abrupte, ni aucun *slow* ou *no-flow* ou perforation. Chez les patients ayant bénéficié d'une imagerie intracoronaire, des images de fracture de plaque calcaire étaient observées dans 79 % des cas, dont  $3,4 \pm 2,6$  fractures par lésion, mesurant  $5,5 \pm 5,0$  mm de longueur.

**Dans cette étude prospective, l'utilisation de la lithotripsie intracoronaire chez des patients avec sténoses sévèrement calcifiées est associée à peu de complications malgré des fractures de plaques fréquemment observées en OCT.**

Ali ZA et al. *Circ Interv* 2023 ; doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.123.012898.



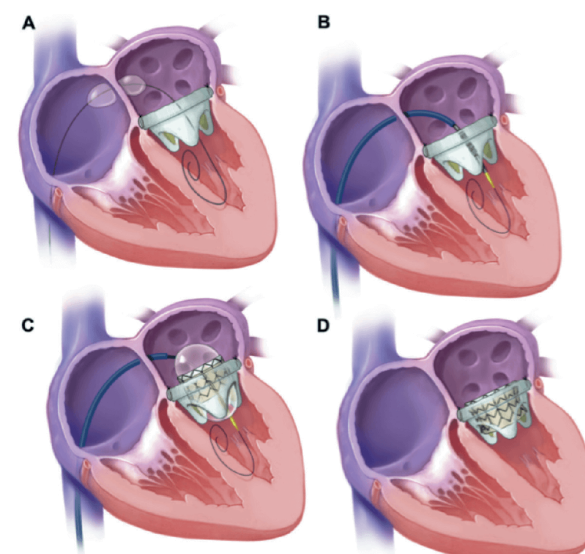
## TAVI dans les bioprothèses chirurgicales dégénérées

Ce travail s'intéresse aux procédures *valve-in-valve* (ViV) en comparant deux valves autoexpansibles. AVENGER est un registre multicentrique rétrospectif comparant les valves Acurate neo™/neo2™ (Boston Scientific) ou Evolut™ R/Pro/Pro+ (Medtronic). Un total de 835 patients dans 20 centres a été inclus (Acurate, n = 251 ; Evolut, n = 584). Les comparaisons étaient rendues possibles par un appariement dans une cohorte de 468 patients. Le critère primaire, un succès de l'implantation (VARC-3), était numériquement plus fréquent avec la valve Acurate™ (92,7 % vs 88,9 % ;  $p = 0,20$ ). Les taux de mortalité à 30 jours étaient similaires (2,8 % vs 1,6 % ;  $p = 0,392$ ) entre

les deux groupes. Les gradients transvalvulaires étaient comparables de même que le pourcentage de fuites paraprothétiques  $\geq$  modérées. Une implantation était plus fréquemment un succès avec les valves Acurate™ en cas de valve  $> 19$  mm et avec les valves Evolut™ en cas de valve  $\leq 19$  mm.

**Les TAVI ViV utilisant les valves Acurate™ et Evolut™ apportent des résultats similaires avec des différences suggérées en fonction du diamètre des prothèses.**

Kim WK et al. *EuroInterv* 2023.





# Medis QFR<sup>®</sup> 2.2

Technologie d'analyse du flux (Quantitative Flow Ratio)  
sans dispositif invasif ni injection de médicament

**NOUVEAU!**

La QFR<sup>®</sup>, un outil de physiologie et d'angioplastie virtuelle permettant la planification et l'obtention d'une valeur prédictive du résultat de l'angioplastie\*



Une précision cliniquement validée<sup>1</sup>  
et résultats fiables même dans les lésions excentriques grâce aux **2 incidences angiographiques**

Un gain de temps<sup>2</sup>  
avec un temps d'analyse **<1min**



Une technologie simple d'utilisation<sup>2</sup>

La **version 2.2** permet l'évaluation du caractère diffus ou focal de la lésion avec le **dQFR/ds** et bénéficie de nouvelles automatisations

## La QFR<sup>®</sup> est un partenariat Medis Medical Imaging et Biotronik France

\* Planification par la valeur de Residual QFR obtenue après choix de l'emplacement et de la longueur de la lésion à stenter

1. Se référer à la liste des publications VICVIRA-0721-227\_MEDIS QFR\_Publications\_2021 – MAJ 19 Decembre 2020: Favor 2. Tu, Shengxian, et al. "Diagnostic accuracy of fast computational approaches to derive fractional flow reserve from diagnostic coronary angiography: the international multicenter FAVOR pilot study." JACC: cardiovascular interventions 9.19 (2016): 2024-2035;

FAVOR III China (2022) est une étude multicentrique, prospective, sur 3825 patients randomisés 1:1, ayant pour objectif de comparer l'angioplastie guidée par QFR versus l'angioplastie guidée par angiographie (interprétation visuelle). Son critère d'évaluation primaire était les événements cardiaques majeurs à 12 mois définis comme le critère composé des décès cardiaques toutes causes, infarctus du myocarde ou revascularisation en lien avec une ischémie. L'incidence à 1 an des événements MACE dans le groupe guidé par QFR est significativement plus faible que dans le groupe guidé par angiographie (5,8% vs 8,8%). Une différence absolue hautement significative de -3% (57 événements en moins ; hazard ratio [HR] 0-65 [95% CI\*0-51 à 0-83] ; p=0-0004) dans le groupe QFR, ce qui signifie que le risque relatif de MACE a été réduit de 34%.

FAVOR II Europe-Japan (2018) est une étude prospective observationnelle, en aveugle initiée par l'investigateur, multicentrique (11 centres) sur 329 patients présentant un angor stable avec évaluation appariée de 345 lésions analysées en termes de valeur de la FFR, QFR et 2D-QCA par un core lab indépendant. L'objectif de cette étude était de détecter les lésions hémodynamiquement significatives par QFR et 2D-QCA en comparaison avec la méthode standard FFR. Son critère d'évaluation primaire était la sensibilité et la spécificité du QFR par rapport à 2D-QCA. Pour FFR et QFR, le taux d'obstructions significatives  $\leq 0,80$ . Le taux de sténose de diamètre  $> 50\%$  (% DS) pour 2D-QCA. Le temps to QFR et temps to FFR. La sensibilité et la spécificité par QFR étaient significativement plus élevées que par 2D-QCA. Le temps médian pour la QFR était significativement inférieur au temps médian pour la FFR (temps pour la QFR, 5,0 minutes par rapport au temps nécessaire à la FFR, 7,0 minutes. La QFR en ligne dans le cathlab est cliniquement réalisable et est supérieure au bilan angiographique pour l'évaluation des sténoses intermédiaires des artères coronaires utilisant FFR en tant que standard de référence.

QFR 2.2 et QANGIO : QAngio et QFR sont des marques déposées de Medis Associated bv et distribuées en France par BIOTRONIK France. QAngio XA 3D est un logiciel de visualisation, quantification et analyse d'images digitales dans le domaine de la radiologie diagnostique, dispositif médical de classe IIa, développé par Medis Associated bv et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par SGS 1639. QANGIO est indiqué pour une utilisation dans un environnement clinique dans lequel des résultats quantifiés validés et reproductibles sont nécessaires pour aider à l'évaluation de vaisseaux coronaires sur des images angiographiques aux rayons X, pour une utilisation sur des patients individuels atteints de maladies des artères coronaires. Avant toute utilisation, lire attentivement la notice et notamment la liste des indications, des contre-indications, mises en garde et précautions. Veuillez consulter la fiche technique pour ce qui concerne les caractéristiques et performances de ce dispositif. Ce dispositif n'est pas pris en charge par les organismes d'assurance maladie.

# QFR : l'intelligence artificielle en salle de cathétérisme cardiaque

**Benjamin COANUS,**  
Cadre IDE, Institut Arnault Tzanck, Saint-Laurent-du-Var

Depuis de nombreuses années maintenant, nos actes de cardiologie interventionnelle sont de plus en plus guidés par des choix thérapeutiques aidés par les nouvelles technologies. Parmi elles la FFR (*fractional flow reserve*) a permis de prouver l'ischémie dans les artères coronaires et ainsi permettre de diriger nos angioplasties. Cet acte a une recommandation niveau 1A pour l'évaluation des sténoses et un niveau 2A-B pour guider la revascularisation selon les dernières recommandations de la Société européenne de cardiologie. Les études FAME I et FAME II<sup>(1)</sup> montrent que cette technique apporte un réel bénéfice dans la prise en charge de nos patients présentant un angor stable pluritronculaire.

Le remboursement du guide a permis un essor de cette technique, mais depuis mars 2023 et le déremboursement de cette technique, plusieurs questions se posent. Allons-nous retourner à nos pratiques du début des années 2000 et revenir à une revascularisation non guidée par FFR ? Pour les établissements de santé, comment faire face à l'augmentation du surcoût économique liée à l'utilisation des guides de pression ?

## UNE ÈRE NOUVELLE, CELLE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA)

Nous vivons à l'ère du développement de l'IA qui repose sur la créa-

tion et l'application d'algorithmes. De nouveaux logiciels de post-traitement font ainsi leur apparition dans nos salles de cathlab pour permettre aux opérateurs de guider leurs choix thérapeutiques. Une des solutions innovantes est la QFR (*quantitative flow reserve*). À partir des images angiographiques traditionnelles avec une sonde diagnostique, la QFR permet de calculer, tout comme la FFR, le retentissement hémodynamique d'une sténose, mais avec la grande différence qu'il n'y a plus besoin de médicament pour provoquer l'hyperémie (l'adénosine) ni de guide de pression intracoronaire. Cette technique non invasive apparaît alors comme une réelle alternative à la FFR traditionnelle invasive.

## LA VALIDATION PAR LES ÉTUDES DE LA QFR

L'étude FAVOR II<sup>(2)</sup> a prouvé une très bonne concordance entre QFR et FFR. L'étude FAVOR III China<sup>(3)</sup> a montré un net bénéfice pour l'angioplastie guidée par QFR versus l'angioplastie guidée par l'angiographie seule. L'étude FAVOR III<sup>(4)</sup> Europe Japon dont les inclusions sont terminées permettra d'étudier si une stratégie de diagnostic basée sur la QFR produit des résultats cliniques non inférieurs à 12 mois par rapport à une stratégie standard guidée par FFR pour des patients souffrant d'angine de poitrine stable et de sténose coronarienne intermédiaire. Des études menées au sein de l'Institut Arnault Tzanck avec le Dr Adjedj ont également permis de mettre en évidence une non-infériorité des résultats entre une QFR réalisée par un médecin et une QFR faite par un paramédical<sup>(5)</sup>. De même, la QFR réalisée à partir d'images angiographiques avec des cathéters 4 F<sup>(6)</sup> est concordante avec la QFR réalisée en 6 F.

## LA QFR EN PRATIQUE DANS NOTRE QUOTIDIEN

Tout d'abord l'utilisation de cette technique est validée par une certification qui se passe en deux temps. Une première partie théorique pour comprendre les bases de la technique et son utilisation, et une deuxième partie plus pratique avec la réalisation de 6 cas devant tous être validés par la société Médis afin d'obtenir le certificat d'autorisation d'utilisation.

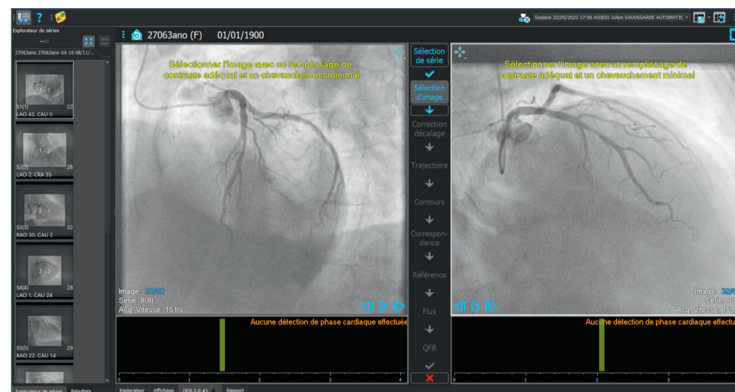


Figure 1. Sélection de l'image sur 2 incidences et en diastole.



Figure 2. Correction du décalage par la sélection de points de référence.

L'analyse de la QFR se fait par l'intermédiaire du logiciel QFR® Medis, distribué en France par la société Biotronik, et impose quelques précautions afin d'avoir des vues angiographiques de qualité. En effet, afin que les images soient parfaitement analysables, la QFR demande une cadence de 15 images par seconde, une table parfaitement fixe pour une image la plus stable possible. La boucle doit être un temps long, comprenant généralement 3 cycles cardiaques avec un remplissage optimal du réseau coronaire. L'in-

jection d'isosorbide dinitrate avant l'analyse est elle aussi obligatoire (*tableau*).

### Les différentes étapes

- Sélection de 2 images avec au moins 25° d'écart, en diastole et en évitant la superposition des vaisseaux (*figure 1*).
- Sélection de 2 points de référence pour indiquer la correspondance entre les 2 images. Dans la nouvelle version en cours de déploiement, l'IA propose automatiquement ces deux points validés par l'opérateur (*figure 2*).

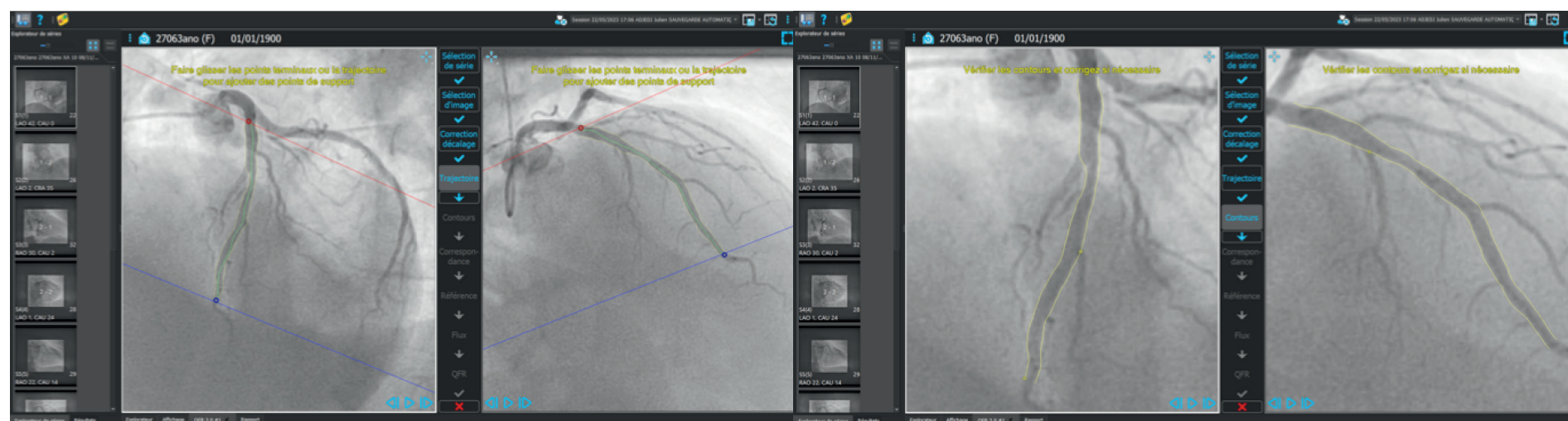


Figure 3. Sélection du trajet de la coronaire concernée.

- Sélection du trajet depuis l'ostium de la coronaire étudiée jusqu'en distalité de l'artère, suivie d'une vérification des contours par l'opérateur (figure 3).
- Calcul par le logiciel du diamètre de référence du vaisseau entre les 2 images. La concordance de ce diamètre entre les 2 images est vérifiée. Une artère étant cylindrique, le diamètre doit être superposable. En cas de non-conformité, il y a un problème dans les contours : dans ce cas, une vérification de

l'étape précédente est nécessaire (figure 4).

- Après la sélection du vaisseau étudié, l'étape suivante, et non la moindre, est celle qui consiste à reconnaître le vaisseau... Dans ce cas, s'agit-il d'une IVA ou d'une autre artère ?

À noter que la valeur de QFR apparaît avec une échelle de couleur (figure 5).

- Création d'un rapport pour agrémenter le dossier patient et pouvant être transmis au correspondant (figure 6).

## LE RÔLE PRIMORDIAL DU PARAMÉDICAL

La mise en place de cette technologie permet une mise en avant du binôme cardiologue-paramédical. Au cours de la FFR traditionnelle, le rôle du paramédical se limite au recueil du résultat *via* une console, sa place est toute autre dans la QFR. En effet, il devient un acteur primordial car c'est lui qui peut réaliser la mesure et ainsi épauler au mieux le méde-

cin. Ceci demande bien évidemment un investissement de temps au début pour l'apprentissage mais, à terme, valorise encore plus notre rôle. Alors que le cardiologue poursuit son exploration, le paramédical est en charge des analyses et va ainsi guider le cardiologue dans son choix thérapeutique. La mesure pouvant être faite ultérieurement, cette technique s'avère également efficace au cours d'infarctus avec une seconde lésion à étudier. ■

## Références

1. Nico H.J. Pijls *et al.* *J Am Coll Cardiol* 2010 ; 56(3) : 177-84.
2. Westra J *et al.* *J Am Heart Assoc* 2018 ; 7(14) : e009603.
3. Xu B *et al.* *Lancet* 2021 ; 398(10317) : 2149-59.
4. <https://classic.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03729739>.
5. Aminfar F *et al.* *J Invasive Cardiol* 2022 ; 34(4) : E281-E285.
6. Cuenin L *et al.* *Catheter Cardiovasc Interv* 2022 ; 99(3) : 746-53. doi: 10.1002/ccd.29933.



Figure 4. Vérification de la corrélation du diamètre de l'artère entre les 2 incidences.

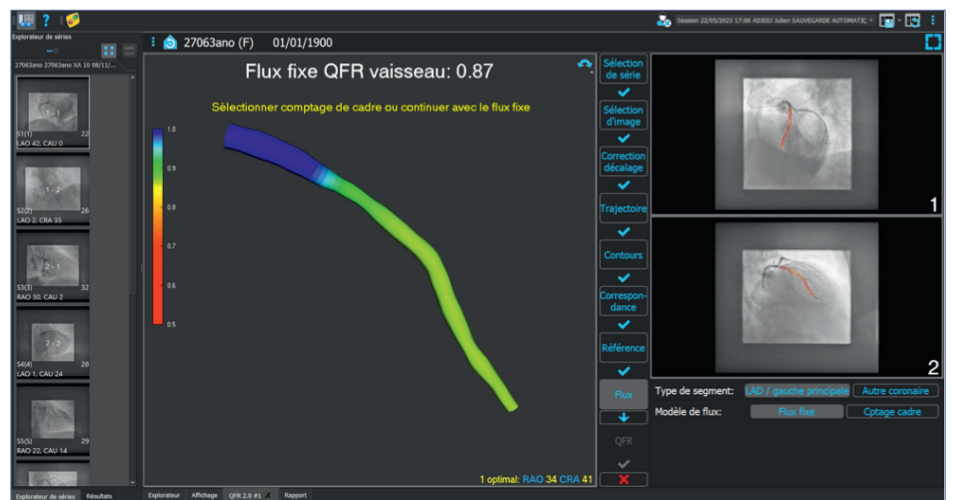


Figure 5. Résultat de la QFR avec barème de couleur pour faciliter la lecture. Nous passons du bleu pour la normale, au rouge pour sténose serrée en passant par le vert et l'orange pour les sténoses peu ou moyennement serrées.

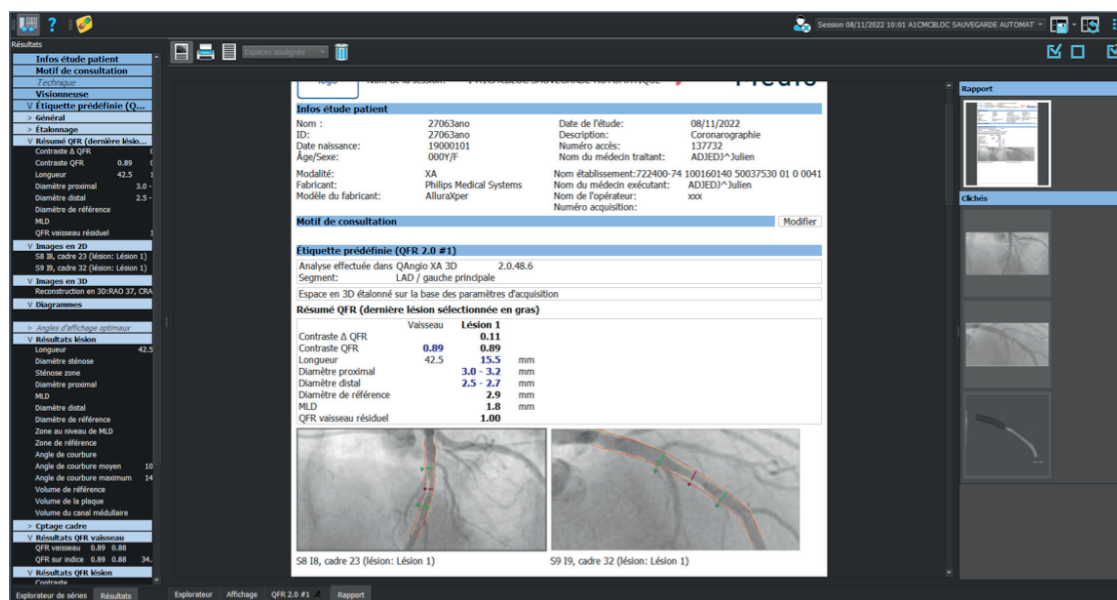


Figure 6. Intégration du rapport de la QFR dans le dossier patient.

## CONCLUSION

► De nombreuses études ont démontré que l'utilisation de la QFR en salle de cathétérisme apporte une vraie alternative à la FFR traditionnelle dans l'évaluation des lésions intermédiaires de nos patients. Moins invasive, ne nécessitant aucune exposition aux rayonnements ionisants, ni de produit de contraste supplémentaire, elle représente *in fine* un gain de temps pour les équipes médicales et paramédicales.

► Cette nouvelle technologie apporte sans nul doute une nette plus-value pour les équipes paramédicales qui s'approprient le calcul des sténoses pendant que le cardiologue interventionnel continue son examen. Mais comme toute technique, la QFR a ses limites : les pontages, les ponts musculaires, la mauvaise injection ou incidence ne dégageant pas correctement la lésion.

► La QFR n'est pas la seule alternative possible. Le FFRCT propose de calculer une FFR à partir de données d'un coroscaner tandis que l'OFI, en couplage de l'OCT et de la FFR, permet de recueillir des données sur le flux mais également sur le vaisseau et la nature de la plaque. Enfin, la  $\mu$ QFR valide un résultat à partir d'une seule vue angiographique. ●

### Tableau. Petit mémo des incidences selon le vaisseau étudié.

Vaisseaux	1 <sup>re</sup> vue	2 <sup>e</sup> vue
IVA / diagonales	CRANIALE 45	OAD 30 / CRANIALE 20
Cx / marginales	OAG 10 / CAUDALE 25	OAD 25 / CAUDALE 25
Coronaire droite	OAG 45 / CAUDALE 10	OAG 20 / CRANIALE 20
Tronc commun	OAD 20 / CAUDALE 45	CAUDALE 10

Tableau.

# Medtronic

Engineering the extraordinary\*

\* Concevoir l'extra-ordinaire

## Conçue pour durer

### Avalus™

Notre dernière génération de valve aortique

# 0%

de SVD\* à 5 ans<sup>1</sup>



**Principaux résultats de l'étude PERIGON<sup>1</sup>**  
à 5 ans sur 1118 patients implantés d'une valve Avalus™ :

- Durabilité : **0% SVD\*** à 5 ans
- Hémodynamique : **gradients moyens stables** sur toutes les tailles de valves
- Régurgitation paravalvulaire aucune ou trace : **97,4%**
- **Taux de survie élevé** à 5 ans

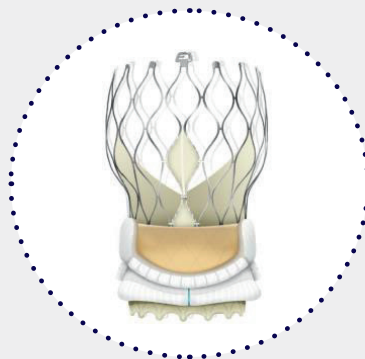
#### Circularité



Conçue pour rester **circulaire** grâce à sa base indéformable en PEEK\*\*.

Permet un flux laminaire pour une **durabilité** et une **hémodynamique** optimisées.

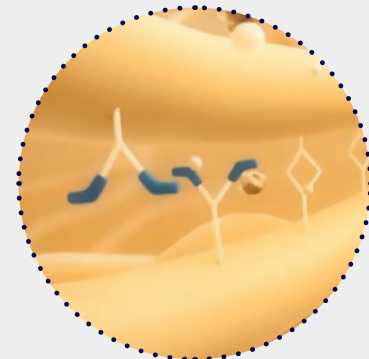
#### Pensée pour le futur



Base **circulaire** et radio-opaque pensée pour y déployer un potentiel TAVI.

**Sans métal** pour éviter la corrosion métal/métal avec le stent du TAVI

#### Traitement tissulaire éprouvé



Traitement AOA† : **+30 ans** de recul

Utilisé sur plus de 500 000 valves sur toutes nos valves chirurgicales dernière génération et sur notre plateforme TAVI.

## Le traitement de la sténose aortique avec Medtronic, la bonne valve, pour le bon patient, au bon moment.

\* Structural Valve Deterioration (Dégénérescence structurale de la valve)

† Le traitement à l'acide Alpha-Amino Oléique (AOA) vise à atténuer la calcification des feuillets. Il est utilisé depuis plus de 30 ans sur les valves tissulaires Medtronic.

\*\* Polyetherethercétone

1. Robert J.M. Klautz et al. au nom des investigateurs de l'étude PERIGON Surgical Aortic Valve Replacement with a Stented Pericardial Bioprosthesis: 5-year outcomes. Eur J Cardiothorac Surg 2022; doi: 10.1093/ejcts/ezac374. N=1118. Dispositif : Avalus (Medtronic, Minneapolis, Minnesota, USA). Étude internationale, multicentrique, non randomisée. L'objectif principal de sécurité est constitué des critères d'évaluation suivants: décès et événements liés à la valve (thromboembolies, thromboses, hémorragies, fuites paravalvulaires (PVL) liées à la valve, endocardite, hémolyse, dégénérescence structurale de la valve, dysfonctionnement non structurel, réintervention et explantation).

La bioprothèse Avalus™ est un dispositif médical de classe III, fabriqué par Medtronic Inc, CE n°0123.

Avalus™ est indiquée pour le remplacement d'une valve aortique native ou prothétique malade, endommagée ou présentant un dysfonctionnement.

Lire attentivement la notice du produit avant toute utilisation.