

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⁽¹⁾ 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⁽²⁾ a prouvé une très bonne concordance entre QFR et FFR. L'étude FAVOR III China⁽³⁾ a montré un net bénéfice pour l'angioplastie guidée par QFR versus l'angioplastie guidée par l'angiographie seule. L'étude FAVOR III⁽⁴⁾ 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⁽⁵⁾. De même, la QFR réalisée à partir d'images angiographiques avec des cathéters 4 F⁽⁶⁾ 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.

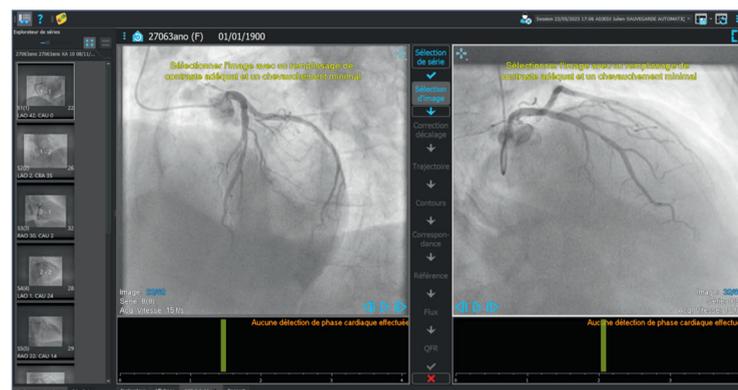


Figure 1. Sélection de l'image sur 2 incidences et en diastole.

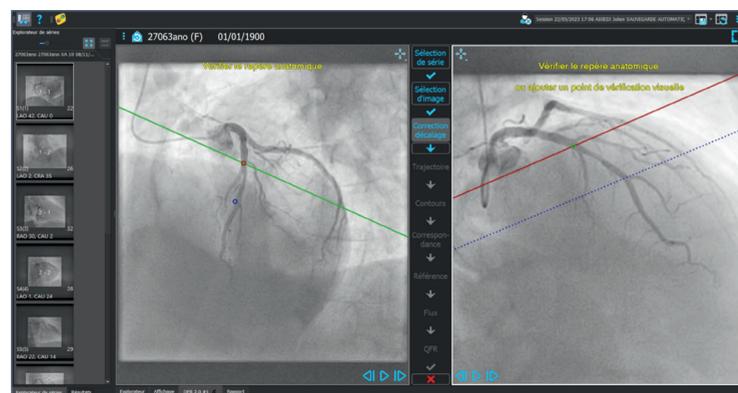


Figure 2. Correction du décalage par la sélection de points de référence.

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*).

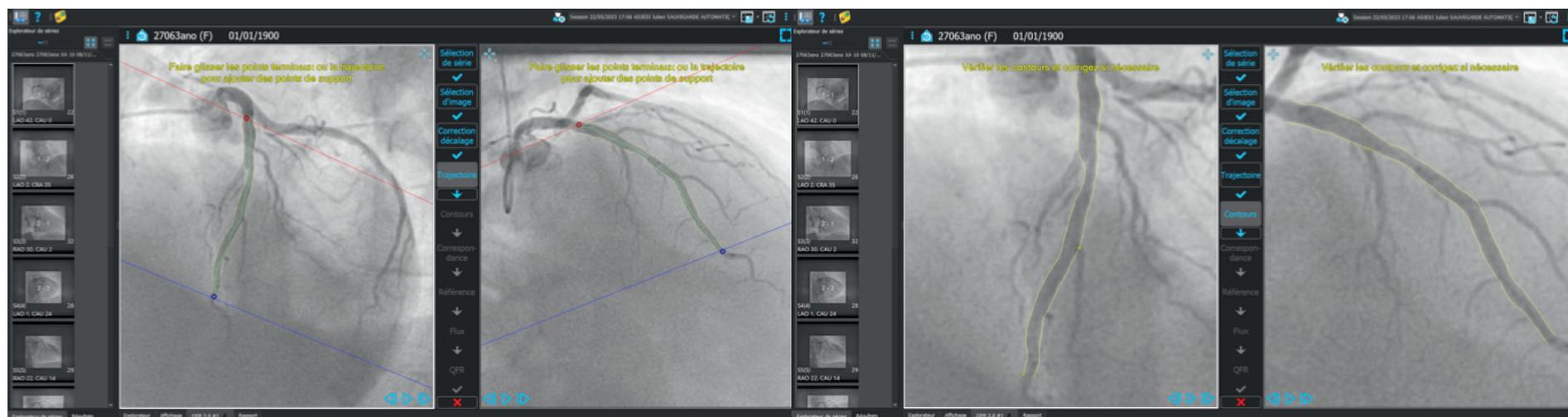


Figure 3. Sélection du trajet de la coronaire concernée.

- 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 du 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.

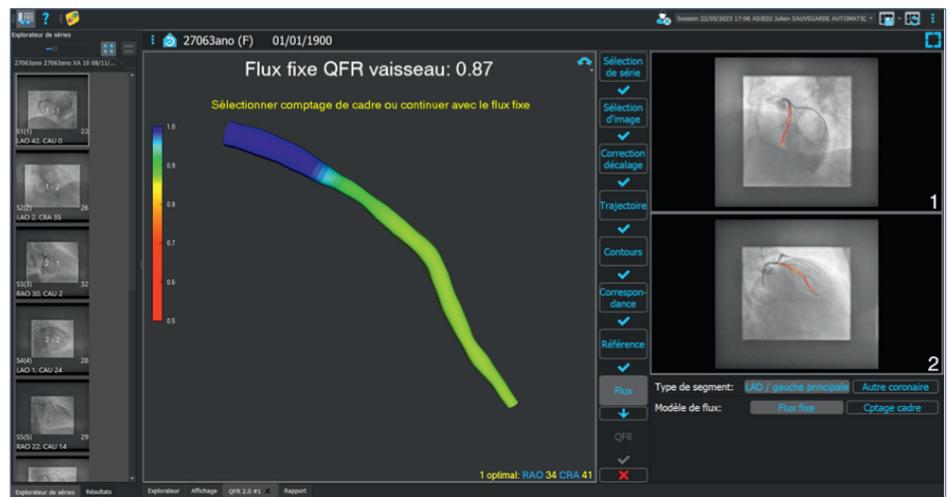


Figure 5. Résultat de la QFR avec barème de couleur pour faciliter la lecture. Nous passons du bleu pour la normale, au rouge pour sténose serrée en passant par le vert et l'orange pour les sténoses peu ou moyennement serrées.

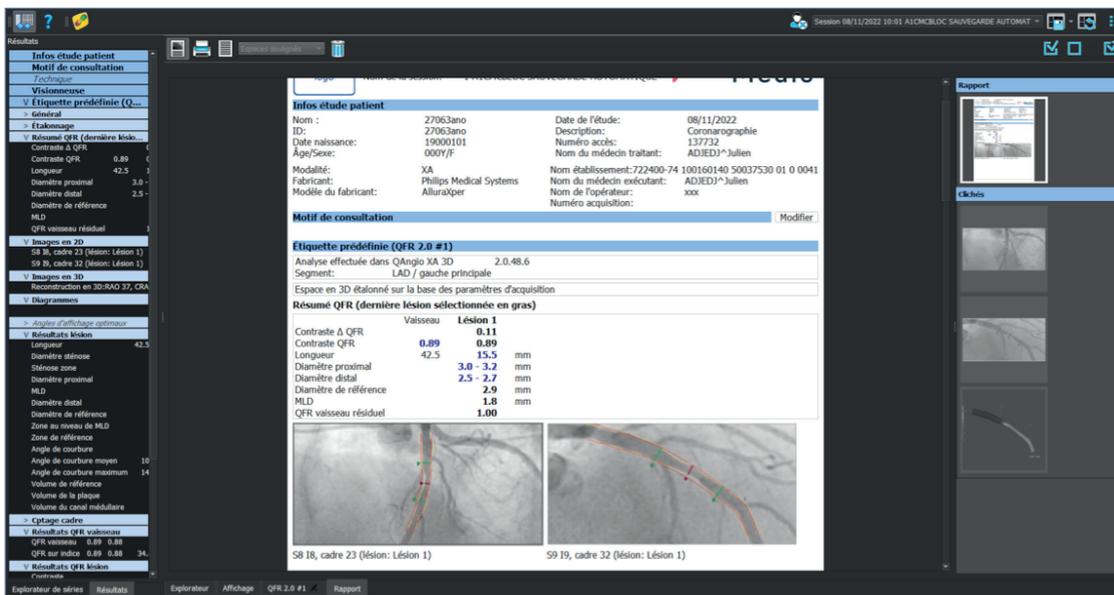


Figure 6. Intégration du rapport de la QFR dans le dossier patient.

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'OFR, 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 μ QFR valide un résultat à partir d'une seule vue angiographique. ●

Tableau. Petit mémo des incidences selon le vaisseau étudié.

Vaisseaux	1 ^{re} vue	2 ^e 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.