Quelle modalité d'imagerie pour l'analyse du tronc coronaire gauche ?

RÉSUMÉ : Les lésions du tronc coronaire gauche sont fréquentes en pratique courante (10 à 15 % des cas) et posent régulièrement des problèmes au praticien pour affirmer le diagnostic. La coronarographie est ainsi souvent prise en défaut et souffre d'un manque de sensibilité et une concordance inter-observateur médiocre. Les techniques d'imagerie endocoronaire représentent donc un outil intéressant dans cette indication.
L'IVUS permet une analyse fine des dimensions du vaisseau et de la lumière artérielle, en calculant au plus près le degré de sténoses. Les mesures IVUS ont ainsi été corrélées au caractère ischémiant des lésions et au pronostic des patients dans une abondante littérature.
L'OCT fournit des informations comparables, mais possède quelques limites techniques dans cette indication. De plus, l'emploi de cette technique plus récente n'est pas encore supporté par les études cliniques.
Enfin, en cas de décision d'angioplastie, le guidage de la pose du stent par IVUS réduit significativement le risque d'événements défavorables dans les suites.

→ **N. AMABILE**
Service de Cardiologie,
Institut mutualiste Montsouris,
PARIS.

Les lésions du tronc coronaire gauche (TCG) restent au quotidien un problème fréquent et un authentique challenge pour le praticien. Les séries historiques, telles le registre CASS, montrent ainsi une incidence proche de 13,5 % des sténoses angiographiques du TCG (> 50 % d'obstruction) chez les patients avec diagnostic d'angor certain [1]. Une incidence comparable a été retrouvée plus récemment dans une large méta-analyse internationale de sujets atteints de syndromes coronaires aigus [2].

La gravité des conséquences potentielles des lésions du TCG rend indispensable le diagnostic de certitude et doit, au moindre doute, faire recourir à l'ensemble des outils disponibles, notamment aux méthodes d'imagerie spécialisée.

L'angiographie coronaire : indispensable mais limitée

L'angiographie coronaire reste actuellement l'outil le plus utilisé pour le diagnostic des sténoses du TCG. En effet, la coronarographie représente le moyen privilégié de poser le diagnostic de coronaropathie en se plaçant comme le premier examen d'imagerie prescrit en cas de suspicion de la maladie.

La lésion significative du TCG se définit comme un rétrécissement de plus de 50 % du calibre artériel, évaluée de façon visuelle (*eyeball*) ou par mesure quantitative (*quantitative coronary angiography* [QCA]). Compte tenu des particularités anatomique du vaisseau, l'évaluation angiographique du TCG requiert une multiplication des incidences radiologiques (notamment l'emploi d'incidences de type *spider* et face craniale), ce qui malheureusement ne permet pas toujours d'objectiver avec certitude la sténose potentielle. De ce fait, l'angiographie coronaire reste un outil assez peu performant pour poser le diagnostic, grevé notamment par une reproductibilité inter-observateur médiocre et une corrélation faible avec les paramètres physiologiques de significativité des lésions (méthode FFR [*fractional flow reserve*]).

REVUES GÉNÉRALES
Cardiologie interventionnelle

Ainsi, plusieurs séries ont pu montrer les capacités limitées de la coronarographie pour détecter les sténoses significatives du TCG. Lindstaedt *et al.* ont ainsi publié une série de n = 51 lésions suspectes du TCG, analysées par 4 opérateurs expérimentés, et mis en évidence une corrélation inter-observateur de 51 % seulement, ainsi qu'une concordance angiographie/FFR de 60 % [3]. Dans cette série, la sensibilité et la spécificité de l'angiographie n'étaient respectivement que de 38 % et 51 % [3]. Ces résultats sont confortés par ceux de l'équipe d'Alost, qui avait publié peu après une cohorte de n = 213 lésions du TCG, analysées par 2 opérateurs avec comparaison coronarographie *vs* FFR. Dans cette étude, si la reproductibilité inter-observateur était meilleure (76 %), les valeurs de FFR et le degré de sténose étaient faiblement corrélés (r = –0,38 ; p < 0,001) avec, là encore, une sensibilité limitée de la coronarographie (46 %) [4].

Plusieurs facteurs expliquent ces performances décevantes de l'angiographie coronaire (***fig. 1***). Certaines sont d'origine anatomiques, inhérent aux caractéristiques propres du tronc coronaire gauche : artère de longueur réduite, avec possibilité d'angulation ostiale du vaisseau, existence de phénomène de *reverse tapering* (élargissement progressif de la lumière artérielle sans lésion associée), absence fréquente de segment de référence bien identifié pour calculer le degré de sténose. D'autres sont liées à la technique de coronarographie : position douteuse du cathéter avec injections excentrées, sélectives ou intubations trop profondes, existence de spasme en bout de cathéter, risque de superposition des branches filles sur le TCG selon les incidences donnant des images douteuses et ambiguës. Enfin, le dernier facteur de confusion a pour origine la progression des lésions athéroscléreuses *per se*, avec phénomène de remodelage positif et lésion tubulaires, donnant des luminographies faussement rassurantes du tronc coronaire [5].

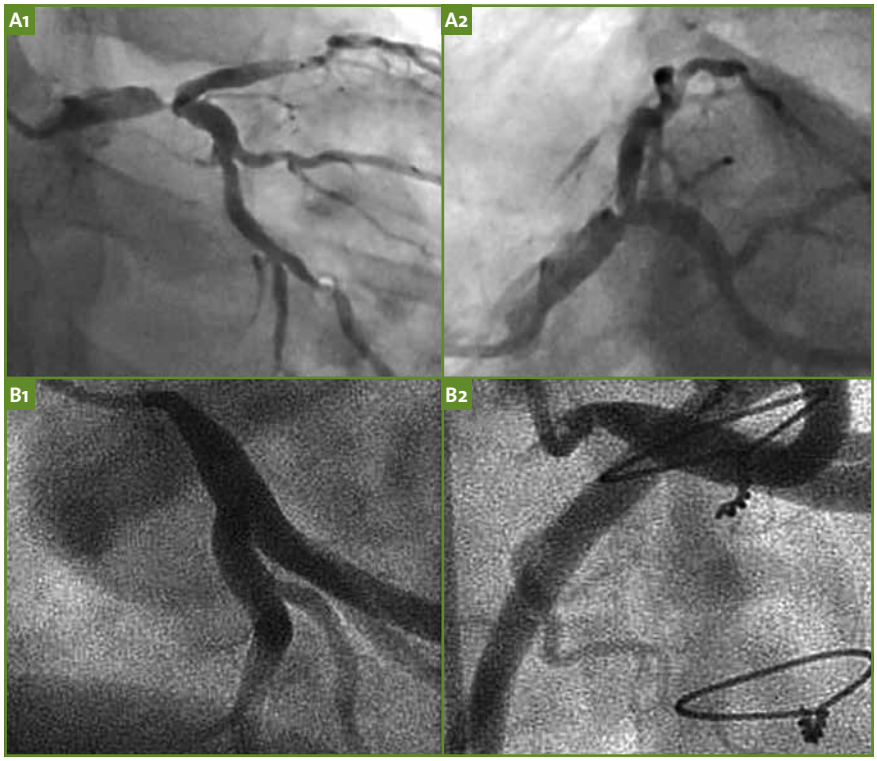

FIG. 1 : Ambiguïtés morphologiques du TCG. Si le patient A est porteur d'une lésion serrée significative du TCG distal, il n'existe pas de lésion ostiale chez le patient B. L'analyse IVUS révélera un phénomène de "*reverse tapering*".

IVUS : mature et efficace

Au vu de ces limites de l'angiographie, connues depuis plusieurs décennies, l'analyse des lésions du TCG semble donc une indication de choix pour les techniques d'imagerie endocoronaire. Ces différents outils permettent de déterminer avec certitude la présence d'une lésion athéromateuse, de quantifier objectivement sa sévérité, d'analyser sa composition et d'étudier le vaisseau sain sus- et sous-jacent.

Parmi les différentes possibilités, l'IVUS (imagerie par ultrasons) apparaît, à ce jour, comme la technique de choix. Basée sur la réflexion des ultrasons sur la paroi artérielle, l'IVUS permet une analyse en profondeur des différents composants du vaisseau et des plaques d'athérome, sans injection de contraste associée. L'IVUS est néanmoins potentiellement limitée par les lésions très calcifiées, à l'origine d'une atténuation forte du signal à leur niveau, et par une résolution axiale plus faible que l'OCT (100 µm *vs* 10 µm).

Les valeurs normales de mesure IVUS de la lumière artérielle du TCG sont bien connues depuis les travaux de Fassa *et al.* Ayant analysés n = 121 patients sains, les auteurs avaient pu montré que le MLA (*minimal lumen area*) normal était compris entre 7,65 et 24,85 mm^2 (moyenne = 16,25 mm^2) [6]. Cependant, la détermination des seuils à partir desquels on parle de lésion significative a été davantage débattue, et plusieurs valeurs ont pu être proposées pour aider le clinicien dans sa prise de décision. Cette varié-

tés des *cut-offs* s'explique par le type d'étude mené : on distingue globalement des séries cliniques qui se sont intéressées au devenir des patients en fonction du degré de sévérité de la lésion du tronc et des analyses physiologiques ayant comparé IVUS et FFR. Dans le premier cas, le MLA minimum proposé varie entre 6 et 7,5 mm^2, tandis que dans le second cas de figure, le MLA seuil varie entre 4,8 et 8 mm^2 [5]. Cependant, il est aujourd'hui consensuellement admis qu'une lésion du TCG avec MLA < 6 mm^2 en IVUS est significative et relève d'un traitement de revascularisation (***fig. 2***).

OCT : prometteur mais à évaluer

L'autre option d'imagerie endocoronaire disponible est l'OCT (imagerie de tomographie par cohérence optique), basée sur la réflexion et l'absorption de lumière de type infrarouge par la paroi artérielle. Si l'OCT offre une résolution sans pareille actuellement (10 µm), permet une analyse histologique plus fine de la paroi artérielle (dont les lésions calcifiées qui n'atténuent pas le signal) et un temps d'acquisition court (***fig. 3***), la technique est confrontée à deux écueils qui rendent son utilisation délicate dans les troncs coronaires. D'une part, sa faible profondeur de champ qui rend difficile l'analyse de l'ensemble d'un vaisseau de grande taille (> 4,5 mm), surtout en cas de position excentrée du cathéter dans la lumière, et entraînant un risque de non visualisation d'une partie de l'artère étudiée [7]. D'autre part, la nécessité de l'injection de contraste simultanément à l'acquisition, afin de "flusher" la lumière et donc une intubation correcte du *guiding* cathéter : cette contrainte rend quasi impossible la visualisation correcte de l'ostium du TCG en pratique.

Nous ne disposons actuellement que de très peu de données sur l'étude des TCG en OCT, contrastant ainsi avec l'abondante littérature de l'IVUS. Seule une série publiée a comparé spécifiquement OCT *vs* IVUS dans n = 32 lésions du TCG requérant une angioplastie. Les

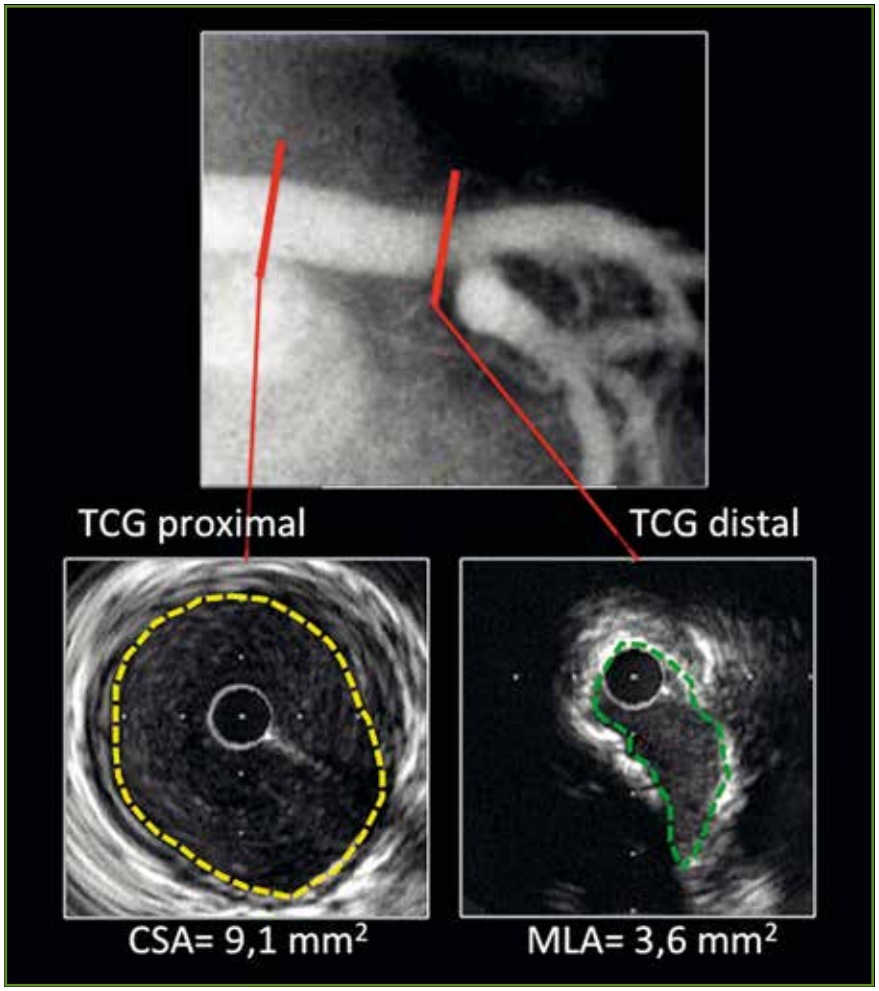

Fig. 2 : Exemple d'analyse IVUS du TCG. La mesure des surfaces luminales met en évidence une lésion excentrée, calcifiée et serrée du TCG distal (MLA < 6 mm^2).

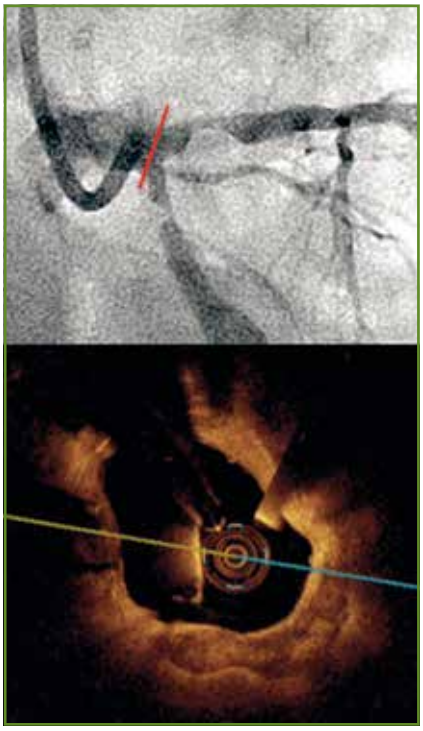

Fig. 3 : Exemple d'analyse OCT du TCG distal chez un patient porteur d'une resténose sévère d'un stent actif de l'IVA ostiale et d'une lésion *de novo* de la circonflexe proximale. S'il n'y a pas de lésion significative, on retrouve un aspect athéromateux calcifié quasi circonférentiel.

auteurs avaient ainsi mis en évidence une bonne corrélation entre les deux modalités d'imagerie, avec cependant des mesures de MLA plus petites en OCT qu'en IVUS pour les mêmes lésions [7]. La même équipe avait par ailleurs publié des résultats similaires dans les sténoses d'artères coronaires natives hors du TCG [8]. Ainsi, même si l'OCT semble assez performant pour mesurer la lumière artérielle, il existe probablement une discordance entre les mesures des deux techniques qui rendent délicate la translation des différentes valeurs seuils définies par l'imagerie ultrasonore vers l'OCT. Nous avons donc besoin de davantage de données dans le futur afin de définir la place exacte de l'OCT pour le diagnostic de significativité d'une lésion du TCG et la prise de décision de revascularisation de celle-ci.

Le scanner coronaire : une place qui se réduit

Le scanner coronaire avait bénéficié d'un engouement certain de la communauté cardiologique lors de la précédente décennie pour le diagnostic de coronaropathie et le guidage de la thérapeutique. Cette technique possède l'énorme avantage d'être non invasive et d'approcher efficacement l'anatomie en permettant des reconstructions dans des plans variés. La résolution spatiale du scanner s'est améliorée avec les différentes générations de machines, avec actuellement une corrélation assez satisfaisante avec l'IVUS pour l'évaluation du MLA intra-sténose [9]. De plus, cet examen semble pouvoir jouer un rôle dans la stratification du risque des patients : la présence d'une lésion significative du TCG (réduction de plus de 50 % du diamètre du vaisseau) détectée par scanner était associée à une augmentation majeure (*hazard ratio* = 6,6) du risque d'événements cardiovasculaires défavorables, dans une méta-analyse publiée récemment regroupant 11 études et 7 335 patients [10].

Cependant, les performances de la technique ont tendance à se dégrader en présence de lésions calcifiées, générant un phénomène de *blurring* qui tend à surestimer le degré de sténose. De plus, la place du scanner tend à se réduire actuellement dans les algorithmes de prises en charge proposées par les sociétés savantes. Ainsi, le scanner est actuellement proposé par l'ESC comme une alternative aux techniques d'imagerie de stress dans le but d'éliminer une coronaropathie chez les sujets à bas risque et chez lesquels on peut espérer une bonne qualité d'image (recommandation IIa), ou bien chez les mêmes sujets à bas risque, en cas d'échec d'un test non invasif, de recherche d'ischémie et dans le but d'éviter une coronarographie non nécessaire (recommandation IIa) [11]. En pratique, la place du scanner en routine clinique semble aujourd'hui réservée au dépistage de la coronaropathie chez les patients stables et à bas risque, en amont d'une éventuelle angiographie coronaire (***fig. 4***), ou dans quelques indications très spécifiques (suivi de patients aux antécédents de radiothérapie médiastinale).

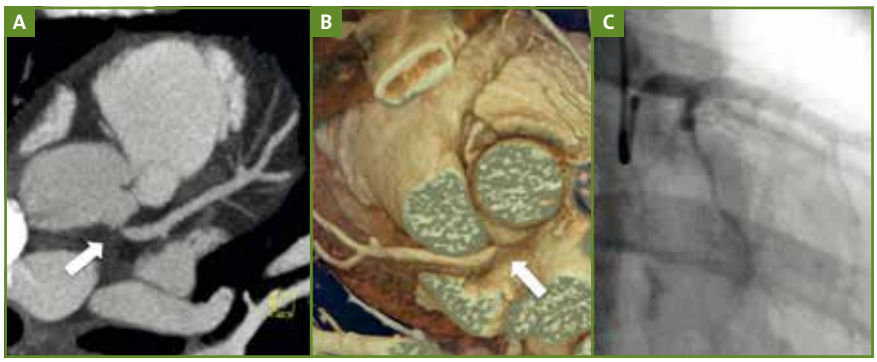

FIG. 4 : Exemple d'analyse scanner d'une lésion ostiale du TCG en MIP (**A**) et VRT (**B**) chez une patiente asymptomatique de 56 ans avec antécédents de radiothérapie médiastinale. La coronarographie (**C**) confirme le diagnostic.

L'angioplastie du TCG doit-elle être guidée par l'imagerie endocoronaire ?

L'intérêt et la pertinence de l'angioplastie du TCG plutôt qu'une revascularisation chirurgicale conventionnelle est à l'origine d'un débat passionné (et passionnel) au sein de la communauté cardiologique depuis des années. L'amélioration des résultats, avec notamment l'introduction des stents actifs, a permis à l'angioplastie de se poser en alternative crédible au pontage, même si les indications doivent être discutées en équipe et être consensuelles. L'angioplastie du TCG demeure une procédure à haut risque et qui nécessite une technique parfaite, pour éviter surtout les complications mécaniques précoces (sous-expansion du stent, malapposition des mailles, dissection résiduelles) à l'origine d'accidents thrombotiques gravissimes. Dans cette perspective, l'imagerie endocoronaire est parfaitement indiquée. Avant l'implantation, elle permet une analyse fine de l'anatomie (longueur de la lésion, diamètres des segments sains d'amont et d'aval…) avant implantation de l'endoprothèse et facilite le choix de celle-ci. Après implantation, l'imagerie identifie les anomalies précoces (cf. supra) et permet de les corriger (post-dilatation, stent supplémentaire…).

L'IVUS apparaît, dans les faits, comme la technique la plus éprouvée dans cette indication. Si la pertinence de l'angioplastie guidée par IVUS est discutée pour les lésions "basiques", il existe

plus de preuves en faveur de son emploi dans le TCG. Le registre coréen MAIN COMPARE a été le premier à mettre en évidence l'amélioration du pronostic des sujets ayant bénéficié d'une angioplastie du TCG avec pose d'un stent actif sous IVUS, avec une mortalité globale significativement réduite à 3 ans par rapport au groupe "standard" (sans IVUS) [12]. Ces résultats ont été confirmés très récemment par le registre multicentrique espagnol IVUS-TRONCO-ICP, qui a montré la supériorité nette de la stratégie d'angioplastie du TCG guidée par IVUS sur le groupe conventionnel (n = 505 sujets dans chaque groupe) en termes de mortalité globale, cardiovasculaire et taux de thrombose de stents (***fig. 5***) [13]. En comparaison, les données relatives à l'OCT sont bien plus limitées.

Cette technique apparaît comme bien plus sensible que l'IVUS pour la détection précoce des malapposition de mailles et des dissections [7], sans que l'on puisse établir formellement si la correction de ces anomalies améliore les résultats de la procédure. Les futurs résultats d'études actuellement en cours de réalisation devraient pouvoir répondre à ces questions dans un avenir proche.

POINTS **FORTS**

- Les lésions du tronc coronaire gauche sont un problème fréquent, touchant près de 10 à 15 % des patients avec suspicion de coronaropathie.
- L'angiographie coronaire est un outil souvent pris en défaut, souffrant d'une reproductibilité inter-observateur et d'une sensibilité limitée pour le diagnostic de lésion significative.
- Les techniques d'imagerie endocoronaire sont un complément performant à la coronarographie pour analyser le tronc coronaire gauche, particulièrement l'IVUS.
- Lorsqu'une angioplastie du tronc coronaire gauche est envisagée, sa réalisation sous contrôle de l'IVUS améliore le pronostic des patients.

Conclusion

Au total, les lésions du TCG demeurent un vrai défi au quotidien pour le cardiologue interventionnel et non interventionnel, à la fois pour établir un diagnostic de certitude et proposer le traitement le plus adapté. L'angiographie coronaire, qui reste la base de l'évaluation, est malheureusement souvent mise en défaut et implique l'utilisation large de techniques endocoronaires spécialisées, qu'elles soient hémodynamiques (FFR) ou d'imagerie. Si nous disposons de deux outils performants avec l'OCT et l'IVUS, les données de la littérature actuelle sont plus en faveur de l'imagerie ultrasonore à la fois pour identifier les lésions significatives et éventuellement guider leur angioplastie.

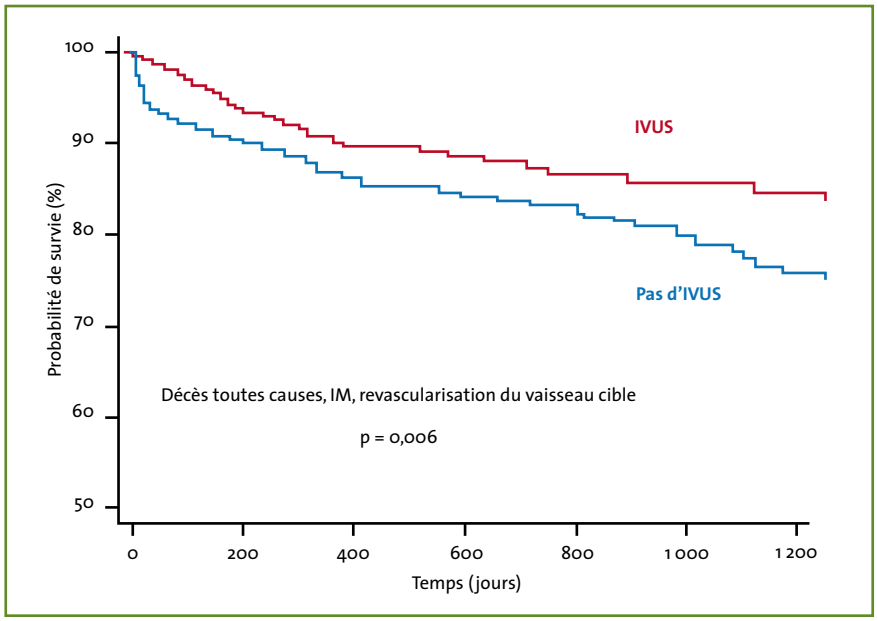

FIG. 5 : Survie hors événements défavorables (décès, infarctus, revascularisation du vaisseau cible) des patients ayant bénéficié d'une angioplastie du TCG avec ou sans guidage IVUS dans le registre multicentrique IVUS-TRUNCO-ICP [13].

Bibliographie

1. CHAITMAN BR, BOURASSA MG, DAVIS K *et al.* Angiographic prevalence of high-risk coronary artery disease in patient subsets (CASS). *Circulation*, 1981;64:360-367.
2. D'ASCENZO F, PRESUTTI DG, PICARDI E *et al.* Prevalence and non-invasive predictors of left main or three-vessel coronary disease: evidence from a collaborative international meta-analysis including 22 740 patients. *Heart*, 2012;98:914-919.
3. LINDSTAEDT M, SPIECKER M, PERINGS C *et al.* How good are experienced interventional cardiologists at predicting the functional significance of intermediate or equivocal left main coronary artery stenoses? *Int J Cardiol*, 2007;120:254-261.
4. HAMILOS M, MULLER O, CUISSET T *et al.* Long-term clinical outcome after fractional flow reserve-guided treatment in patients with angiographically equivo-

cal left main coronary artery stenosis. *Circulation*, 2009;120:1505-1512.
5. Puri R, Kapadia SR, Nicholls SJ *et al.* Optimizing outcomes during left main percutaneous coronary intervention with intravascular ultrasound and fractional flow reserve: the current state of evidence. *JACC Cardiovascular Interventions*, 2012;5:697-707.
6. Fassa AA, Wagatsuma K, Higano ST *et al.* Intravascular ultrasound-guided treatment for angiographically indeterminate left main coronary artery disease: a long-term follow-up study. *J Am Coll Cardiol*, 2005;45:204-211.
7. Fujino Y, Bezerra HG, Attizzani GF *et al.* Frequency-domain optical coherence tomography assessment of unprotected left main coronary artery disease-a comparison with intravascular ultrasound. *Catheterization and cardiovascular interventions*: official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions, 2013;82:E173-E183.
8. Bezerra HG, Attizzani GF, Sirbu V *et al.* Optical coherence tomography versus intravascular ultrasound to evaluate coronary artery disease and percutaneous coronary intervention. *JACC Cardiovascular Interventions*, 2013;6:228-236.
9. Dragu R, Kerner A, Gruberg L *et al.* Angiographically uncertain left main coronary artery narrowings: correlation with multidetector computed tomography and intravascular ultrasound. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*, 2008;24:557-563.
10. Bamberg F, Sommer WH, Hoffmann V *et al.* Meta-analysis and systematic review of the long-term predictive value of assessment of coronary atherosclerosis by contrast-enhanced coronary computed tomography angiography. *J Am Coll Cardiol*, 2011;57:2426-2436.
11. Task Force M, Montalescot G, Sechtem U *et al.* 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*, 2013;34:2949-3003.
12. Park SJ, Kim YH, Park DW *et al.* Impact of intravascular ultrasound guidance on long-term mortality in stenting for unprotected left main coronary artery stenosis. *Circulation Cardiovascular Interventions*, 2009;2:167-177.
13. De la Torre Hernandez JM, Baz Alonso JA, Gomez Hospital JA *et al.* Clinical impact of intravascular ultrasound guidance in drug-eluting stent implantation for unprotected left main coronary disease: pooled analysis at the patient-level of 4 registries. *JACC Cardiovascular Interventions*, 2014;7:244-254.

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