

# ATHÉRECTOMIE ROTATIONNELLE (ROTABLATOR®) :

## TECHNIQUE COMPLÉMENTAIRE DANS LA PRISE EN CHARGE DES LÉSIONS CORONAIRES INDILATABLES

GACH O (1), LEMPEREUR M (2), MARECHAL P (2), LANCELLOTTI P (3)

**RÉSUMÉ** : En 40 ans d'existence, la cardiologie interventionnelle a vu émerger l'introduction d'un nombre important d'outils et de techniques qui ont contribué à l'élargissement de l'application des interventions percutanées dans des situations anatomiques initialement non favorables et qui constituaient, à ce moment-là, des indications de revascularisation chirurgicale. Parmi ces situations hostiles, une des principales est représentée par la difficulté de dilater, de manière adéquate, les lésions coronaires et/ou par l'impossibilité d'implanter, de manière appropriée, un stent au site traité. Ces deux situations sont associées à des hauts taux de complications procédurales et à une évolution clinique à long terme défavorable. Grâce au développement de techniques complémentaires, telle que l'athérectomie rotationnelle, le traitement de la plupart des lésions fibreuses ou très calcifiées est devenu actuellement possible et ce, en toute sécurité. Le présent article décrit la technique d'athérectomie rotationnelle, ses indications et ses résultats cliniques.

**MOTS-CLÉS** : Angioplastie coronaire - Athérectomie rotationnelle - Calcifications - Stent

### ROTATIONAL ATHERECTOMY (ROTABLATOR®) : COMPLEMENTARY TECHNIQUE IN MANAGEMENT OF UNDILATABLE CORONARY LESIONS

**SUMMARY** : In 40 years of existence, interventional cardiology has witnessed the introduction of numerous tools and techniques that have contributed to the important application's broadening of percutaneous techniques, particularly in anatomical situations previously unfavourable, and which were, at that time, subject to surgical revascularization. Among these hostiles situations, one of the principal consists in failure to adequately dilate the lesions and/or to the inability to deliver and implant a stent appropriately, situations frequently associated with a high rate of procedural complications and poor long-term clinical outcomes. Thanks to the development of complementary dedicated techniques such as atherectomy device, the treatment of most fibrotic and heavily calcified lesions has become feasible and safe. The present article describes the rotational atherectomy procedure, its indications and its clinical results.

**KEYWORDS** : Coronary artery angioplasty - Rotational atherectomy - Calcifications - Stent

## INTRODUCTION

Malgré des progrès significatifs, les lésions coronaires sévèrement calcifiées représentent toujours un défi majeur pour une angioplastie efficace. L'âge avancé, l'insuffisance rénale et le diabète sont trois situations classiquement associées à des calcifications coronaires extensives, avec une atteinte sévère dans 6 à 20 % des patients traités par angioplastie (1). Les lésions sévèrement calcifiées sont, en général, plus difficiles à dilater de manière adéquate et augurent un moins bon résultat primaire et davantage de dissections. Elles sont aussi associées à des échecs plus fréquents d'implantation de stent, à une distribution inadéquate de la drogue active portée par les stents enrobés, à de possibles ruptures du polymère présent sur les stents enrobés et, surtout, à une sous-expansion des stents en question. Dès lors, les résultats de la revascularisation de lésions calcifiées sont invariablement caracté-

risés par une augmentation des complications procédurales, de la survenue d'événements secondaires à long terme et d'un haut taux de resténose (2). Mécaniquement, ces lésions sont résistantes à la dilatation, même à haute pression, surtout lorsque le calcium et/ou la fibrose envahisse(nt) un large segment de la circonférence vasculaire. L'expansion incomplète de la lésion peut également survenir quand la paroi du vaisseau opposé à l'arc calcaire est très souple, permettant alors une expansion asymétrique des ballons sans engendrer une fracture des calcifications.

Dans ces situations, le recours à l'athérectomie rotationnelle permet de mieux préparer la lésion coronaire, la rendant accessible à l'angioplastie au ballonnet et au déploiement adéquat des stents. Les centres expérimentés ont rapidement appris à maîtriser l'athérectomie rotationnelle pour sécuriser l'angioplastie des lésions complexes, notamment calcifiées, et l'ont progressivement adaptée aux situations de sauvetage des lésions indilatables fibrotiques. Le présent article décrit la technique d'athérectomie rotationnelle, ses indications et ses résultats cliniques.

(1) Professeur de Clinique, Chef de Clinique, Service de Cardiologie, CHU de Liège, Liège, Belgique.

(2) Chef de Clinique en Cardiologie, CHU de Liège, Liège, Belgique.

(3) Professeur, Université de Liège, Chef de Service, Service de Cardiologie, Directeur du GIGA Cardiovascular Sciences, Liège, Belgique.

## PRINCIPE DE L'ATHÉRECTOMIE ROTATIONNELLE

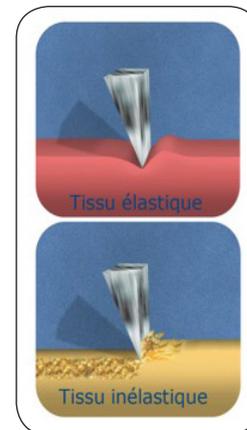
La préparation de la lésion avec une athérectomie a pour but d'altérer la morphologie de la plaque, créant des fractures dans la lésion calcifiée et modifiant la compliance lésionnelle afin d'optimiser et d'augmenter le gain luminal induit par l'angioplastie et de permettre une expansion complète des stents. L'athérectomie est, à l'heure actuelle, obtenue à l'aide de deux dispositifs dont un seul est disponible en Europe, à savoir, l'athérectomie rotationnelle par Rotablator®. Une autre technique, dénommée athérectomie orbitale, n'est disponible qu'aux Etats Unis et ne fera pas l'objet d'une description dans le présent article.

L'athérectomie rotationnelle a été introduite pour la première fois en 1988 par David Auth, initialement pour obtenir une réduction mécanique du volume de la plaque athéromateuse. Les différentes coupures induites par l'athérectomie rotationnelle génèrent une ablation mécanique de la plaque fibrocalcaire inélastique, en épargnant le tissu élastique adjacent qui fait dévier la fraise ablative (Figure 1). Cette technique fonctionne selon le principe du cisaillement différentiel qui permet de détruire une plaque athéromateuse calcifiée, sans endommager les tissus élastiques sous-jacents tels que ceux des parois normales des vaisseaux. L'utilisation pour la première fois chez l'humain a été réalisée par Fourier qui a validé l'efficacité et la sécurité de la technique (3). L'enthousiasme initial fut, néanmoins, rapidement réduit en raison du taux de resténose important.

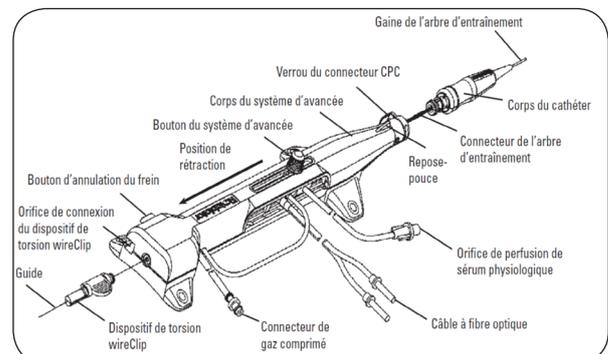
## LE SYSTÈME ROTABLATOR®

Le système Rotablator® (Boston Scientific) est constitué de trois unités : le dispositif d'avancement, la console et la fraise (Figure 2). Sur le système d'avancement, un port d'infusion de liquide physiologique permet la réduction de la chaleur des frictions et des spasmes coronaires par l'adjonction de vérapamil et d'héparine. Le fraisage est activé via une pédale au pied. La fraise en laiton plaquée de nickel, présente une forme elliptique et est «coatée» avec 2.000 à 3.000 cristaux de diamant microscopiques (20 microns) (Figure 3). Cette fraise est attachée à un arbre d'entraînement, également plaqué de nickel, de 1,35 m, couvert d'un «sheet» de teflon qui permet le refroidissement et la lubrification du système de rotation. Le système rotablateur est un système sur fil guide («over the wire»)

**Figure 1.** Illustration de la découpe différentielle obtenue avec le système d'athérectomie rotationnelle permettant l'ablation du tissu inélastique, calcifié athérosclérotique, formant la plaque (en bas), par comparaison au tissu sain élastique qui dévie le crystal de diamant de sa trajectoire (en haut).

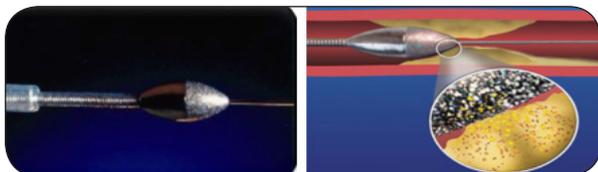


**Figure 2. Le système Rotablator® (Boston Scientific).**



avec le guide entrant dans la partie proximale de la fraise et sortant par l'extrémité distale du système d'avancement. Il existe deux types de fils guides spécifiques dédiés à l'utilisation du Rotablator®, tous deux d'un calibre inférieur aux

**Figure 3.** La fraise et son mode d'action. Fraise en laiton recouverte de nickel de forme elliptique avec 2000 à 3000 cristaux de diamant microscopiques sur le bord distal, la surface proximale étant lisse. Les cristaux de diamant ont une taille de 20 microns, avec seulement 5 microns d'extrusion du revêtement de nickel.



guides conventionnels et beaucoup plus longs: guide «Floppy» et guide «Extrasupport», l'un étant souple pour les lésions situées dans un segment rectiligne, l'autre plus rigide apportant plus de support dans les vaisseaux tortueux.

La technique contemporaine de rotablation a fait l'objet d'un document consensus généré par un groupe d'opérateurs très expérimentés (4). L'accès artériel utilisé peut être radial ou fémoral. La fraise initiale recommandée est, en général, une fraise de 1,5 mm de diamètre pour pouvoir traiter la plupart des lésions et obtenir une bonne modification de la plaque. La règle d'un ratio artère/fraise de 0,6 est souvent appliquée. La vitesse d'ablation recommandée varie entre 135.000 et 180.000 tours/min. Un point important, afin d'éviter les complications, est d'être attentif à la vitesse de décélération qui ne doit pas, a priori, dépasser 5.000 tours/min, le signal sonore étant, dans ce cas également, un élément très utile pour l'opérateur.

Initialement, notamment pour le traitement des artères coronaires droites, l'implantation intraveineuse d'une sonde de pacemaker temporaire était recommandé, mais celle-ci n'apparaît plus systématiquement indispensable depuis que l'on conseille d'utiliser des fraises plus petites à des vitesses inférieures. Notons que les éventuelles complications rythmiques sont, le plus souvent, résolues par l'administration d'atropine.

D'un point de vue anatomopathologique, la plaque traitée par rotablation est dispersée en fines particules dont le diamètre maximum est < à 5 microns, à savoir plus petit qu'un globule rouge. Ces micro-particules sont collectées par le système réticulo-endothélial et n'ont, en général, aucune répercussion clinique.

## INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS

L'angioplastie coronaire rotationnelle percutanée, avec le système d'athérectomie rotationnelle en tant que traitement unique ou en combinaison avec une angioplastie par ballonnet, est indiquée chez les patients souffrant d'une maladie coronarienne présentant les critères de sélection suivants :

- athérosclérose coronarienne affectant un seul vaisseau, avec sténose pouvant être franchie avec le fil guide;
- sténose coronaire calcifiée de manière importante, objectivée en angiographie ou en échographie endocoronaire et/ou lésion fibrotique;
- athérosclérose coronarienne d'un vaisseau natif d'une longueur < 25 mm;
- resténose intrastent très tardive.

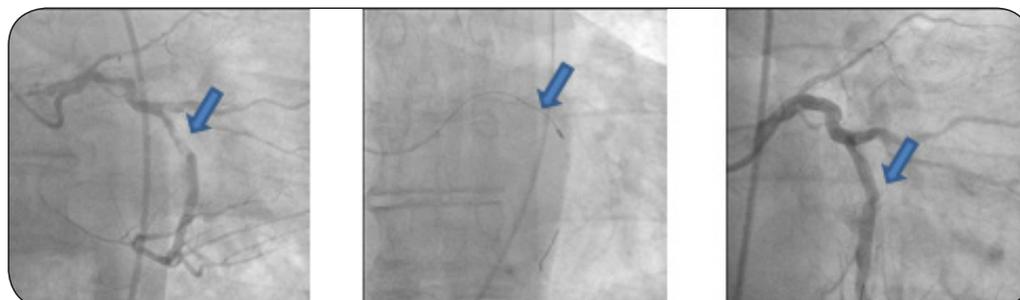
A l'inverse, l'utilisation de cette technique est contre-indiquée dans les situations suivantes :

- occlusion empêchant le passage d'un fil guide;
- dernier vaisseau restant disponible avec une fonction ventriculaire gauche compromise;
- greffon veineux saphène;
- mise en évidence d'un thrombus à l'angiographie;
- dissection avancée en post-angioplastie simple.

## RÉSULTATS CLINIQUES

La première étude réalisée en clinique validant la technique a été publiée en 1989 (3). Comme déjà précisé, l'enthousiasme initial a été largement tempéré par un taux de resténose supérieur lors de l'utilisation de l'athérectomie rotationnelle comparée à l'angioplastie simple (42 *versus* 32 %,  $p = 0,013$ ) (5). Ceci soulignait la limitation de cette technique comme outil unique en tant que stratégie de revascularisation (6). Par la suite, les essais STRATAS et CARAT ont randomisé 719 patients entre deux stratégies plus ou moins agressives de réduction de volume de plaque («debulking»), basées sur un ratio artère/fraise > ou < 0,7 (7, 8). Les résultats angiographiques aigus et à 6 mois n'étaient pas différents entre les deux stratégies, mais il existait des complications procédurales plus fréquentes lors de la stratégie de «debulking» agressive.

**Figure 4.** Résultats avant et après rotablation d'une lésion coronaire calcifiée. a) lésions sévèrement calcifiées étagées de l'artère circonflexe et de la première marginale, b) passage de la fraise à 180000 tours/minute, c) résultat après rotablation et implantation de trois stents enrobés.



Par la suite, l'athérectomie rotationnelle, en tant qu'outil technique complémentaire à l'angiographie avec implantation de stent enrobé, a connu un succès grandissant, vu les performances sans cesse croissantes des stents enrobés. Les études ont démontré une réduction de la resténose intrastent et de la nécessité de nouvelle revascularisation du vaisseau lorsque l'athérectomie rotationnelle était utilisée et suivie de l'implantation d'un stent enrobé par comparaison à une athérectomie rotationnelle suivie de l'implantation d'un stent métallique (9, 10). En pratique, en cas de lésions coronaires calcifiées, l'implantation d'un stent est impossible dans environ 6 % de cas et l'athérectomie rotationnelle est alors requise (11). Bien que la préparation des lésions complexes fibrocalcifiées par athérectomie rotationnelle avant implantation d'un stent enrobé donne d'excellents résultats à long terme, aucune étude randomisée n'a démontré sa supériorité par rapport à l'angioplastie conventionnelle au ballon complétée de la mise en place d'un stent enrobé dans les lésions coronaires sévèrement calcifiées. Ceci souligne les limitations d'une étude randomisée chez les patients présentant des lésions complexes, pour lesquels une stratégie commune ne peut être définie à l'aveugle. Le taux de «cross-over» (c'est-à-dire le passage d'un groupe de randomisation vers le groupe opposé en raison d'impossibilité technique de la stratégie initiale) de 8 %, rapporté dans l'étude ROTAXUS, témoigne de cette difficulté (12). Les dernières recommandations reflètent néanmoins les données disponibles accordant une classe IIa (niveau d'évidence C) pour l'athérectomie rotationnelle au Rotablator® pour la préparation des lésions très calcifiées ou sévèrement fibrotiques qui ne peuvent être dilatées de manière adéquate au ballon avant l'implantation de stent (13) (Figure 4).

## CONCLUSION

Parallèlement à la prise en charge de patients présentant des lésions anatomiques coronariennes de plus en plus complexes, une série d'outils et de techniques se sont développés afin de pouvoir aborder la majorité d'entre elles. Dans ce cadre, et compte tenu d'une population traitée de plus en plus vieillissante, caractérisée par des sténoses de plus en plus calcifiées, l'athérectomie rotationnelle par Rotablator® s'est démarquée comme un outil indispensable complémentaire, devant être présent dans tout laboratoire de cathétérisme cardiaque expérimenté prenant en charge des angioplasties complexes.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Mintz GS, Popma JJ, Pichard AD, et al.— Patterns of calcification in coronary artery disease. A statistical analysis of intravascular ultrasound and coronary angiography in 1155 lesions. *Circulation*, 1995, **91**, 1959-1965
2. Généreux P, Madhavan MV, Mintz GS, et al.— Ischemic outcomes after coronary intervention of calcified vessels in acute coronary syndromes. Pooled analysis from the HORIZONS-AMI (Harmonizing Outcomes With Revascularization and Stents in Acute Myocardial Infarction) and ACUITY (Acute Catheterization and Urgent Intervention Triage Strategy) TRIALS. *J Am Coll Cardiol*, 2014, **63**, 1845-1854.
3. Fourrier JL, Bertrand ME, Auth DC, et al.— Percutaneous coronary rotational angioplasty in humans: preliminary report. *J Am Coll Cardiol*, 1989, **14**, 1278.
4. Barbato E, Carrié D, Dardas P, et al.— European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. European expert consensus on rotational atherectomy. *EuroIntervention*, 2015, **11**, 306-382.

5. Reifart N, Vandormael M, Krajcar M, et al.— Randomized comparison of angioplasty of complex coronary lesions at a single center. Excimer Laser, Rotational Atherectomy, and Balloon Angioplasty Comparison (ERBAC) Study. *Circulation*, 1997, **96**, 91-98.
6. Bersin RM, Cedarholm JC, Kowalchuk GJ, et al.— Long-term clinical follow-up of patients treated with the coronary rotablator : a single-center experience. *Catheter Cardiovasc Interv*, 1999, **46**, 399-405.
7. Whitlow PL, Bass TA, Kipperman RM, et al.— Results of the study to determine rotablator and transluminal angioplasty strategy (STRATAS). *Am J Cardiol*, 2001, **87**, 699-705.
8. Safian RD, Feldman T, Muller DW, et al.— Coronary angioplasty and rotablator atherectomy trial (CARAT): immediate and late results of a prospective multicenter randomized trial. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2001, **53**, 213-220.
9. Rathore S, Matsuo H, Terashima M, et al.— Rotational atherectomy for fibro-calcific coronary artery disease in drug eluting stent era: procedural outcomes and angiographic follow-up results. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, **75**, 919-927.
10. Mangiacapra F, Heyndrickx GR, Puymirat E, et al.— Comparison of drug-eluting versus bare-metal stents after rotational atherectomy for the treatment of calcified coronary lesions. *Int J Cardiol*, 2012, **154**, 373-376.
11. Moussa I, Ellis SG, Jones M, et al.— Impact of coronary culprit lesion calcium in patients undergoing paclitaxel-eluting stent implantation (a TAXUS-IV sub study). *Am J Cardiol*, 2005, **96**, 1242-1247.
12. Abdel-Wahab M, Richardt G, Joachim Büttner H, et al.— High-speed rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: the randomized ROTAXUS (Rotational Atherectomy Prior To Taxus Stent Treatment For Complex Native Coronary Artery Disease) trial. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, **6**, 10-19.
13. Windecker S, Kolh P, Alfonso F, et al.— 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*, 2014, **35**, 2541-2619.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Prof P. Lancellotti, Université de Liège, Service de Cardiologie, CHU Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique.  
Email : [plancellotti@chuliege.be](mailto:plancellotti@chuliege.be)