

GUIDE DE BONNES PRATIQUES EN CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

Indications, techniques standardisées et algorithmes décisionnels

Comité de rédaction

Dr Amine Bahloul (Rapporteur du GTCI)

Dr Selma Charfeddine (Secrétaire générale de la STCCCV)

Dr Aymen Abdessalem (Coordinateur du GTCI)

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Dr Selim Boudiche (Past-Coordinateur du GTCI)

Dr Tarek Ellouze (Membre du Bureau GTCI)

Dr Housseem Ben Ayed (Membre du Bureau GTCI)

Dr Fourat Zouari (Membre du Bureau GTCI)

GTCI

Groupe Tunisien de Cardiologie Interventionnelle

Octobre 2026

Préface

La cardiologie interventionnelle a connu, au cours de la dernière décennie, une évolution technique et scientifique considérable. Les indications se sont affinées, les techniques se sont diversifiées et les outils diagnostiques et thérapeutiques se sont multipliés, imposant aux praticiens une actualisation constante de leurs connaissances et de leurs pratiques.

C'est dans ce contexte que le Groupe Tunisien de Cardiologie Interventionnelle (GTCI) a souhaité mettre à la disposition de la communauté médicale tunisienne un guide de bonnes pratiques structuré, rigoureux et directement applicable au lit du patient comme en salle de cathétérisme. Cet ouvrage n'a pas la prétention de se substituer aux recommandations internationales des sociétés savantes, mais vise à en proposer une lecture pratique, contextualisée et harmonisée entre les différents centres d'exercice.

Organisé en six parties couvrant l'ensemble du parcours interventionnel — de la préparation de la procédure à la gestion des complications, en passant par les voies d'abord, les procédures coronaires et le domaine structurel et valvulaire — ce guide se veut un outil de référence pour les cardiologues interventionnels, les internes et les résidents en formation, ainsi que pour l'ensemble des équipes de salle de cathétérisme.

Nous formons le vœu que cet ouvrage contribue à l'harmonisation des pratiques, à l'amélioration continue de la sécurité des patients et au rayonnement de la cardiologie interventionnelle tunisienne.

Le comité scientifique Groupe Tunisien de Cardiologie Interventionnelle (GTCI)

Position du GTCI : standard de soins et prise en charge

Ce guide décrit le standard de soins tel qu'il découle des preuves scientifiques actuelles et des recommandations internationales. Il n'a délibérément pas été ajusté aux contraintes de prise en charge en vigueur : un outil n'y est pas présenté comme optionnel au seul motif qu'il n'est pas encore remboursé.

Plusieurs moyens que ce guide considère comme indispensables à une angioplastie moderne — imagerie intracoronaire (IVUS/OCT), physiologie coronaire (FFR/iFR), ballons actifs, outils de préparation des lésions calcifiées, échoguidage des ponctions artérielles, assistance circulatoire dans le choc cardiogénique — ne font pas encore l'objet d'une prise en charge par la Caisse nationale d'assurance maladie (CNAM). Le GTCI considère cette situation comme transitoire.

Ce document a vocation à servir de référence dans les discussions avec les autorités de santé et la CNAM. L'**Annexe B** récapitule, pour chacun de ces dispositifs, les indications retenues dans le guide et le niveau de preuve correspondant. En contrepartie de leur prise en charge, le GTCI s'engage à promouvoir un usage ciblé et tracé de ces outils, mesuré par des indicateurs de qualité partagés.

Le Bureau du GTCI

Sommaire

Préface

Remerciements

Position du GTCI : standard de soins et prise en charge

Partie I — Avant la procédure

Chapitre 1 — Check-list préprocédurale et sécurité en salle 1

Chapitre 2 — Indications par pathologie ...

Chapitre 3 — Bilan pré-interventionnel ...

Partie II — Voies d'abord et matériel

Chapitre 4 — Abord radial versus fémoral ...

Chapitre 5 — Choix des cathéters, guides et ballons ...

Chapitre 6 — Stents actifs : critères de choix et implantation optimale ...

Partie III — Procédures coronaires

Chapitre 7 — Angioplastie primaire dans le SCA ST+ ...

Chapitre 8 — Angioplastie dans le SCA non-ST+ et l'angor instable ...

Chapitre 9 — Angioplastie du tronc commun gauche ...

Chapitre 10 — Physiologie coronaire : FFR, iFR et QFR ...

Chapitre 11 — Imagerie intrac coronaire : IVUS et OCT ...

Partie IV — Structurel et valvulaire

Chapitre 12 — TAVI (implantation valvulaire aortique percutanée) ...

Chapitre 13 — Fermetures percutanées : FOP, CIA et auricule gauche ...

Chapitre 14 — Réparation mitrale et tricuspide percutanée ...

Partie V — Gestion des risques

Chapitre 15 — Complications procédurales : dissection, perforation, no-reflow ...

Chapitre 16 — Le patient à haut risque : choc cardiogénique, insuffisance rénale, sujet âgé	...
Chapitre 17 — Gestion de l'antiagrégation et de l'anticoagulation périprocédures	...

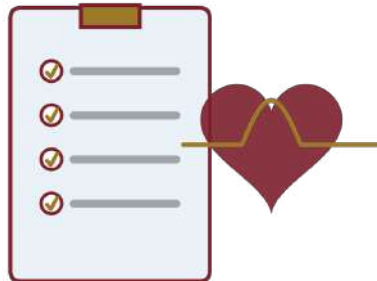
Partie VI — Qualité et perspectives

Chapitre 18 — Radioprotection et gestion de la dose	...
---	-----

Annexe A — Scores de risque utilisés dans ce guide

Annexe B — Dispositifs relevant du standard de soins

Partie I — Avant la procédure



Chapitre 1 — Check-list préprocédurale et sécurité en salle

Contexte et niveau de preuve

La sécurité procédurale en cardiologie interventionnelle repose sur une culture de vérification systématique, inspirée des check-lists de sécurité chirurgicale (type OMS) et adaptée au contexte spécifique de la salle de cathétérisme. Les erreurs évitables (erreur de patient, de côté, de matériel, allergie méconnue) restent une cause de morbidité évitable documentée dans les registres de sécurité procédurale.

Indications / situations d'application

Tableau 1 — Indications et niveaux de recommandation — Check-list préprocédurale et sécurité en salle

	Situation	Classe
✓	Check-list de sécurité réalisée avant toute ponction artérielle, quelle que soit l'urgence	I, C
✓	Vérification croisée identité / procédure / côté par deux opérateurs avant induction	I, C
⚠	Allègement de la check-list en contexte de choc / arrêt cardiaque : items vitaux uniquement	IIa, C
✗	Omission de la check-list pour "gain de temps" hors situation vitale immédiate	III

Check-list standardisée — étapes

1. Vérification de l'identité du patient (nom, prénom, date de naissance) par deux professionnels indépendamment
2. Confirmation de l'indication et du geste prévu (dossier, imagerie, avis pluridisciplinaire si applicable)
3. Recherche active d'allergies (iode, héparine, latex, antiagrégants) et de contre-indications (grossesse, insuffisance rénale sévère)
4. Vérification biologique : fonction rénale, hémoglobine, plaquettes, bilan d'hémostase si pertinent
5. Vérification de l'arrêt/poursuite des traitements (anticoagulants, metformine, antiagrégants)
6. Confirmation du site d'abord vasculaire prévu et marquage si nécessaire
7. Vérification de la disponibilité du matériel spécifique (tailles de stents, dispositifs de fermeture, matériel de sauvetage)
8. Briefing d'équipe : rôles, plan en cas de complication, disponibilité du bloc de chirurgie cardiaque si structurel
9. Radioprotection vérifiée avant la première image : paravent plafonnier, jupe de table et bavolet latéral en place, protections individuelles et dosimètres portés par toute l'équipe (cf. Chapitre 18)
10. Time-out final juste avant la ponction : dernière confirmation croisée identité / procédure / côté

Points de vigilance

- Ne jamais déléguer la vérification d'identité à un seul membre de l'équipe
- Documenter explicitement toute dérogation à la check-list et sa justification
- Réévaluer la check-list si changement d'opérateur ou d'indication en cours de procédure
- Porter une attention particulière aux patients non communicants ou sédatisés à l'arrivée

Gestion des situations à risque

En contexte d'urgence vitale (arrêt cardiaque, choc cardiogénique réfractaire), la check-list peut être allégée aux items vitaux : identité, allergie connue, côté du geste — sans jamais être totalement omise. La check-list complète est alors complétée a posteriori et tracée dans le dossier.

Algorithme décisionnel

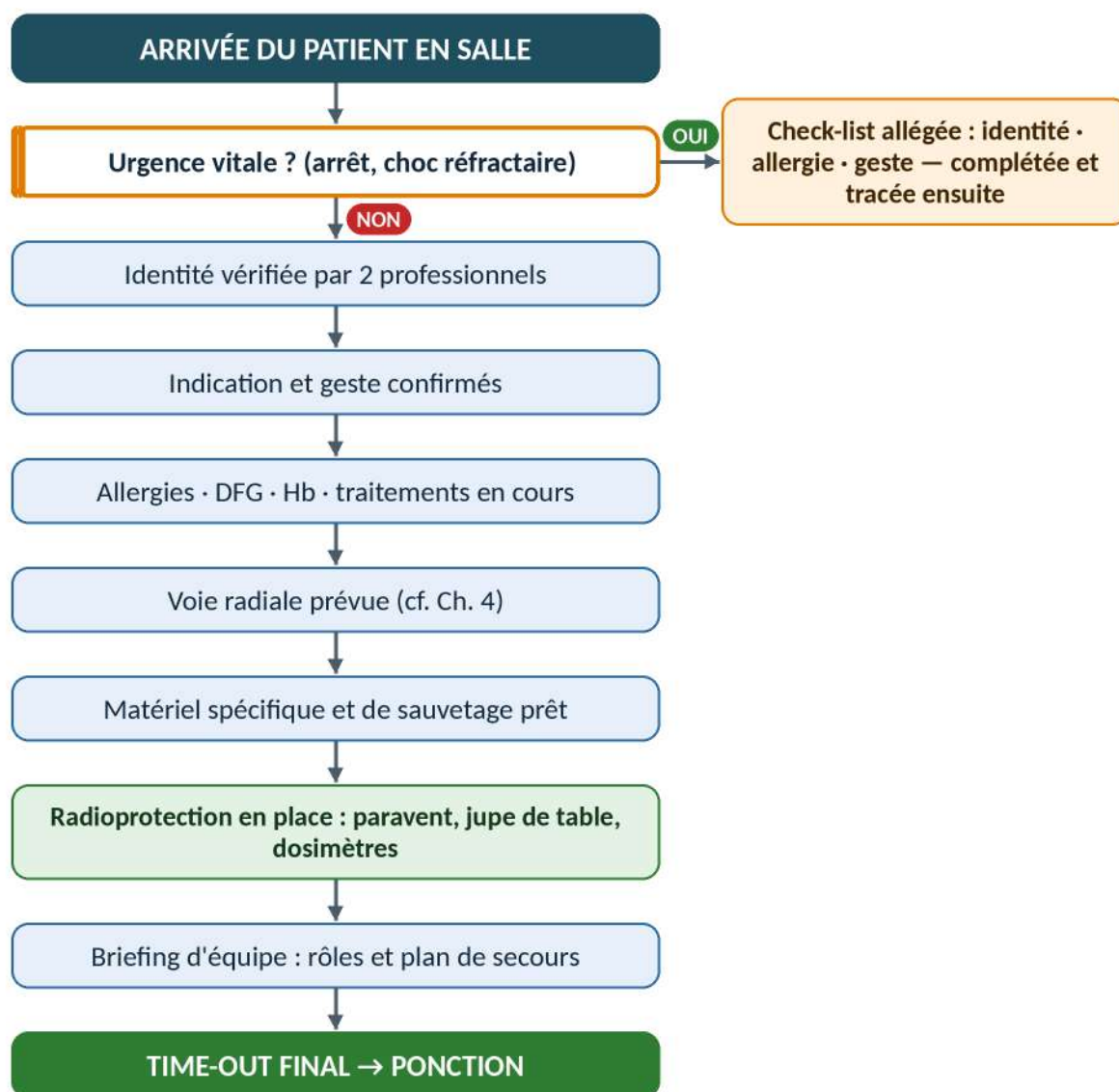


Figure 1 — Algorithme — check-list préprocédurale et sécurité en salle

Références bibliographiques

1. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, et al. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. *N Engl J Med*. 2009;360(5):491-499.
2. Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(24):e44-e122.

3. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165.
4. World Health Organization. WHO Guidelines for Safe Surgery 2009: Safe Surgery Saves Lives. Geneva: WHO Press; 2009.
5. Société Française de Cardiologie, Groupe Athérome et Cardiologie Interventionnelle (GACI). Recommandations de bonnes pratiques en salle de cathétérisme cardiaque. *Arch Cardiovasc Dis*. 2020.

Chapitre 2 — Indications par pathologie

Contexte et niveau de preuve

L'indication à une prise en charge invasive en cardiologie interventionnelle dépend avant tout du type de présentation clinique : syndrome coronarien aigu avec ou sans sus-décalage du segment ST, coronaropathie stable, ou pathologie structurelle/valvulaire. Le triage initial par l'ECG et le dosage de troponine ultra-sensible conditionne le délai et la stratégie de prise en charge (recommandations ESC 2023 sur les SCA et ESC 2024 sur les syndromes coronariens chroniques).

Indications / situations d'application

Tableau 2 — Indications et niveaux de recommandation — Indications par pathologie

	Situation	Classe
✓	SCA ST+ < 12h avec accès à un centre PPCI < 120 min	I, A
✓	SCA non-ST+ à très haut risque (instabilité hémodynamique/choc, arrêt cardiaque récupéré, arythmie menaçant le pronostic vital, douleur réfractaire, complication mécanique) : coronarographie immédiate < 2h	I, C
✓	SCA non-ST+ à haut risque (NSTEMI confirmé, score GRACE > 140, sus-décalage ST transitoire, modifications dynamiques ST/T) : coronarographie précoce < 24h	I, A
✓	Angor stable avec ischémie documentée (test fonctionnel ou FFR/iFR positif)	I, A
✗	Angioplastie, dans le syndrome coronarien chronique, d'une sténose guidée par la seule angiographie, sans preuve d'ischémie ni évaluation fonctionnelle (cf. Chapitre 10)	III
✗	Revascularisation systématique chez un patient asymptomatique sans preuve d'ischémie ni critère pronostique	III
✓	SCA ST+ avec échec de fibrinolyse : angioplastie de sauvetage (rescue PCI) immédiate	I, A
✓	SCA ST+ après fibrinolyse réussie : coronarographie systématique de routine dans les 2 à 24h	I, A
✓	SCA non-ST+ non à haut risque (biomarqueurs négatifs, absence de critère de haut risque) : stratégie invasive sélective guidée par tests non invasifs	I, A
⚠	SCA ST+ vu > 12h après le début des symptômes, patient stable et asymptomatique	IIa, B
✓	Choc cardiogénique compliquant un SCA pluritronculaire : revascularisation de la lésion coupable uniquement en première intention	I, B
✗	Revascularisation systématique des lésions non coupables au moment du geste index en cas de choc cardiogénique	III, B
✗	Coronarographie immédiate systématique après arrêt cardiaque récupéré sans sus-décalage ST, chez un patient hémodynamiquement stable	III, A

Critères de sélection par pathologie

1. SCA ST+ : angioplastie primaire en urgence quel que soit le délai si choc cardiogénique ; sinon dans les 120 minutes suivant le premier contact médical
2. SCA non-ST+ : stratification en deux niveaux selon l'ESC 2023 — très haut risque → coronarographie immédiate (<2h) ; haut risque (NSTEMI confirmé, GRACE >140, modifications ST/T dynamiques) → coronarographie précoce (<24h). La catégorie « risque intermédiaire » (fenêtre 24-72h) des recommandations 2015/2020 a été supprimée ; les patients non à haut risque relèvent désormais d'une stratégie invasive sélective
3. Syndrome coronarien chronique : documentation de l'ischémie (test fonctionnel non invasif ou FFR/iFR) avant toute décision de revascularisation — **une angioplastie guidée par la seule angiographie n'est pas acceptable** (cf. Chapitre 10)
4. Lésions pluritronculaires : score SYNTAX pour orienter entre angioplastie et chirurgie, en concertation Heart Team
5. Valvulopathies symptomatiques : décision systématique en Heart Team pluridisciplinaire (cardiologue interventionnel, chirurgien cardiaque, imageur, gériatre si besoin)
6. Patients asymptomatiques : revascularisation non recommandée en dehors de critères pronostiques stricts (sténose du tronc commun, dysfonction VG documentée d'origine ischémique)

Points de vigilance

- Ne pas se fier au seul délai symptomatique pour éliminer un SCA ST+ évolutif
- Répéter l'ECG et la troponine en cas de forte suspicion clinique malgré un premier bilan négatif
- Ne pas réviser une indication de revascularisation sur la seule base de l'angiographie sans preuve d'ischémie en dehors du contexte aigu
- Impliquer systématiquement le patient dans la décision partagée pour les indications de classe IIa/IIb

Gestion des situations à risque

Chez le patient présentant des critères de très haut risque (instabilité hémodynamique ou électrique, angor réfractaire, complication mécanique), la coronarographie doit être réalisée en urgence immédiate, sans attendre les résultats de troponine. Chez le sujet âgé ou fragile, l'indication de revascularisation doit intégrer l'espérance de vie, l'autonomie et les comorbidités, en particulier pour les indications structurelles.

Algorithme décisionnel

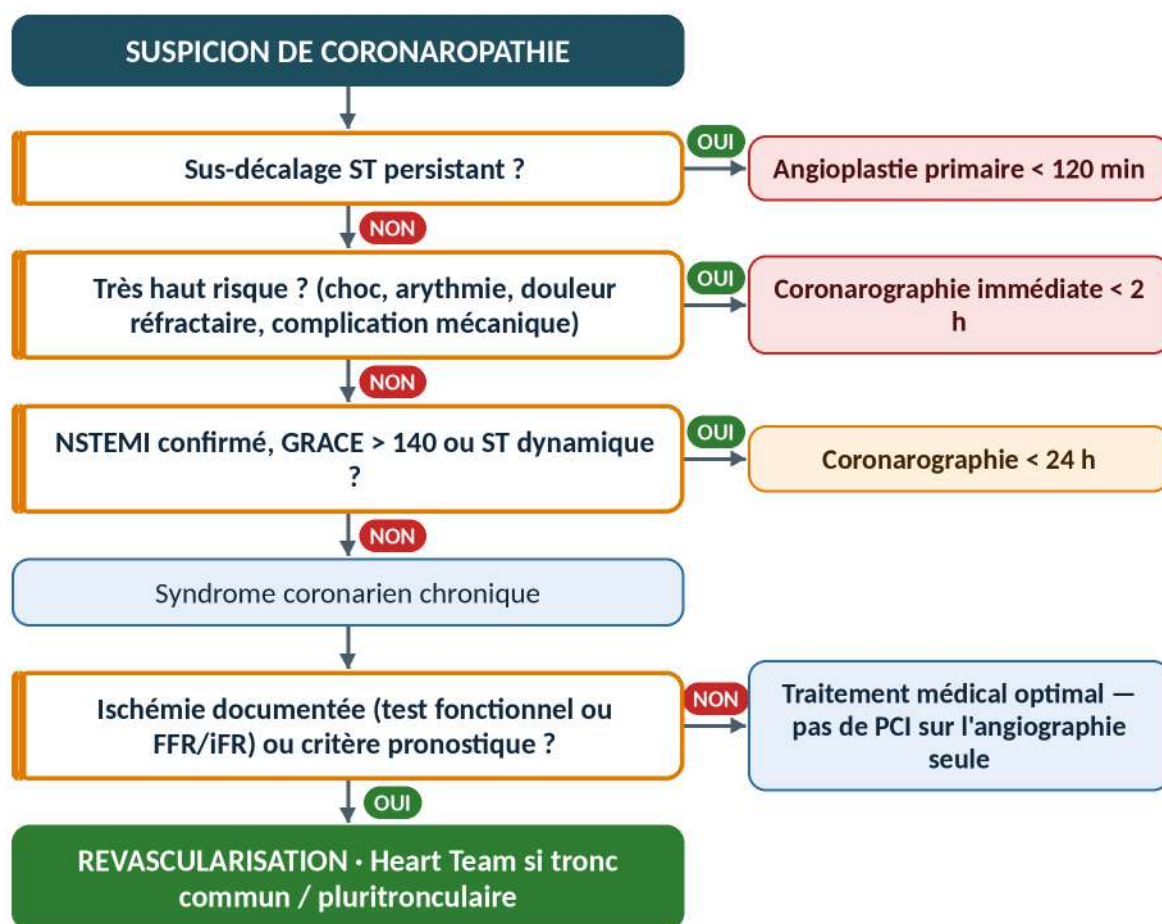


Figure 2 — Algorithme — orientation selon la présentation clinique

Références bibliographiques

1. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. Eur Heart J. 2023;44(38):3720-3826.
2. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. Eur Heart J. 2019;40(2):87-165.
3. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2022;43(7):561-632.
4. Fox KA, Dabbous OH, Goldberg RJ, et al. Prediction of risk of death and myocardial infarction in the six months after presentation with acute coronary syndrome: prospective multinational observational study (GRACE). BMJ. 2006;333(7578):1091.
5. Neumann FJ, et al. SYNTAX Score in clinical practice: a review. EuroIntervention. 2015.

Chapitre 3 — Bilan pré-interventionnel

Contexte et niveau de preuve

Le bilan pré-interventionnel vise à identifier et corriger les facteurs de risque modifiables avant le geste : néphropathie induite par les produits de contraste, risque hémorragique, interactions médicamenteuses. Une évaluation structurée réduit significativement l'incidence des complications périprocédurales, en particulier chez les patients âgés, diabétiques ou insuffisants rénaux.

Indications / situations d'application

Tableau 3 — Indications et niveaux de recommandation — Bilan pré-interventionnel

	Situation	Classe
✓	Évaluation systématique de la fonction rénale avant toute injection de produit de contraste	I, A
✓	Hydratation IV péri-procédurale chez le patient à haut risque de néphropathie induite	I, A
✓	Évaluation du risque hémorragique (CRUSADE/ARC-HBR) avant adaptation du traitement antithrombotique	I, B
✗	Arrêt systématique des anticoagulants sans évaluation individuelle du rapport bénéfice/risque	III
✗	Injection de contraste iodé sans réévaluation de la fonction rénale chez l'insuffisant rénal connu	III

Étapes du bilan standardisé

1. Bilan biologique de base : NFS, plaquettes, hémostase, ionogramme sanguin
2. Évaluation du débit de filtration glomérulaire (formule CKD-EPI) avant toute injection de contraste
3. Calcul du score de risque de néphropathie induite (score de Mehran) chez le patient à risque
4. Évaluation du risque hémorragique (ARC-HBR ; CRUSADE dans le SCA non-ST+) pour adapter la stratégie antithrombotique
5. Réévaluation des traitements en cours : anticoagulants oraux, antiagrégants, metformine
6. Imagerie complémentaire ciblée si nécessaire : échocardiographie transthoracique, coroscanner

Points de vigilance

- Ne jamais négliger la réévaluation de la fonction rénale chez un patient déjà exploré il y a plus de 3 mois
- Anticiper le relais des anticoagulants oraux directs selon leur demi-vie et la fonction rénale
- Suspendre la metformine 48h avant si injection de contraste chez l'insuffisant rénal, selon les protocoles locaux
- Documenter systématiquement le score de risque hémorragique dans le dossier avant la procédure

Gestion des situations à risque

Chez l'insuffisant rénal sévère (DFG < 30 mL/min/1,73m²) ou dialysé, la quantité de contraste doit être strictement minimisée et une concertation néphrologique est recommandée avant tout geste non urgent. En cas d'urgence vitale, le

bénéfice de la reperfusion prime sur le risque rénal, sans que cela dispense d'une prévention active post-procédurale (hydratation, surveillance de la créatinine à 48-72h).

Algorithme décisionnel

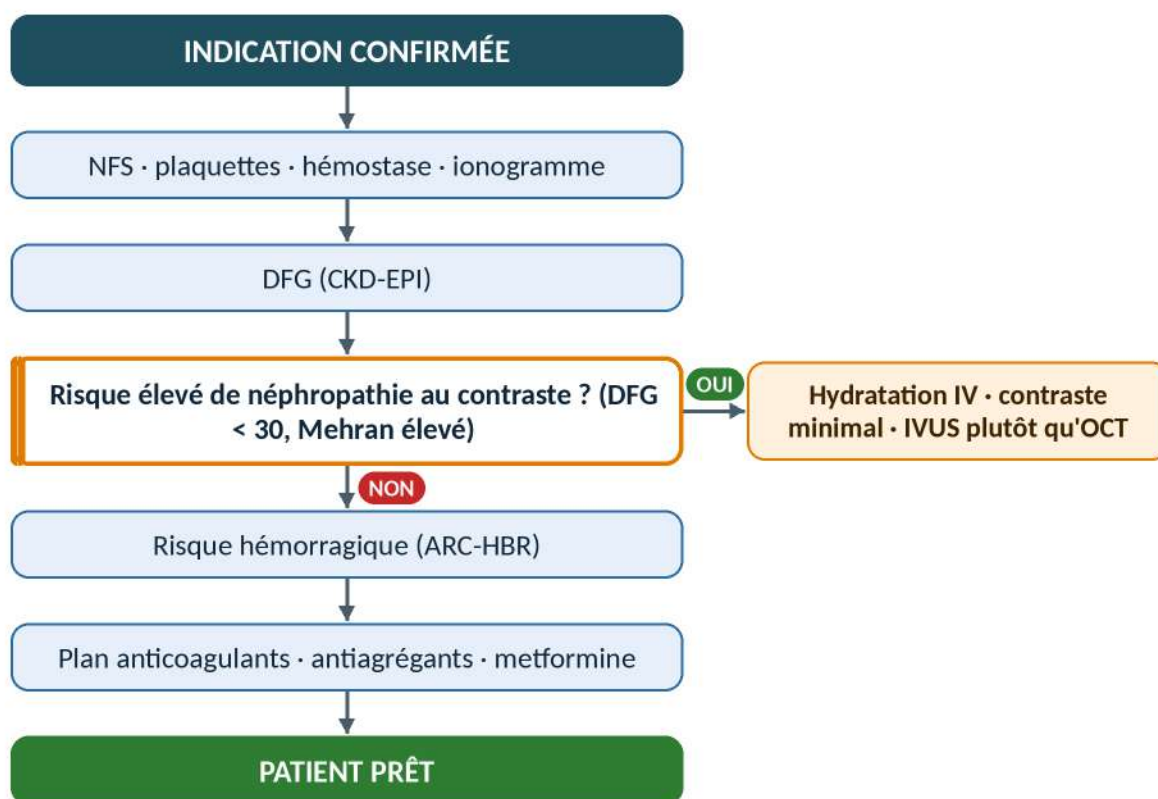


Figure 3 — Algorithme — bilan pré-interventionnel

Références bibliographiques

1. Mehran R, Aymong ED, Nikolsky E, et al. A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(7):1393-1399.
2. Subherwal S, Bach RG, Chen AY, et al. Baseline risk of major bleeding in non-ST-segment-elevation myocardial infarction: the CRUSADE bleeding score. *Circulation*. 2009;119(14):1873-1882.
3. Urban P, Mehran R, Collieran R, et al. Defining high bleeding risk in patients undergoing percutaneous coronary intervention: a consensus document from the ARC-HBR. *Eur Heart J*. 2019;40(31):2632-2653.
4. Levin A, Stevens PE, Bilous RW, et al. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int Suppl*. 2013;3(1):1-150.
5. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165.

Partie II — Voies d'abord et matériel

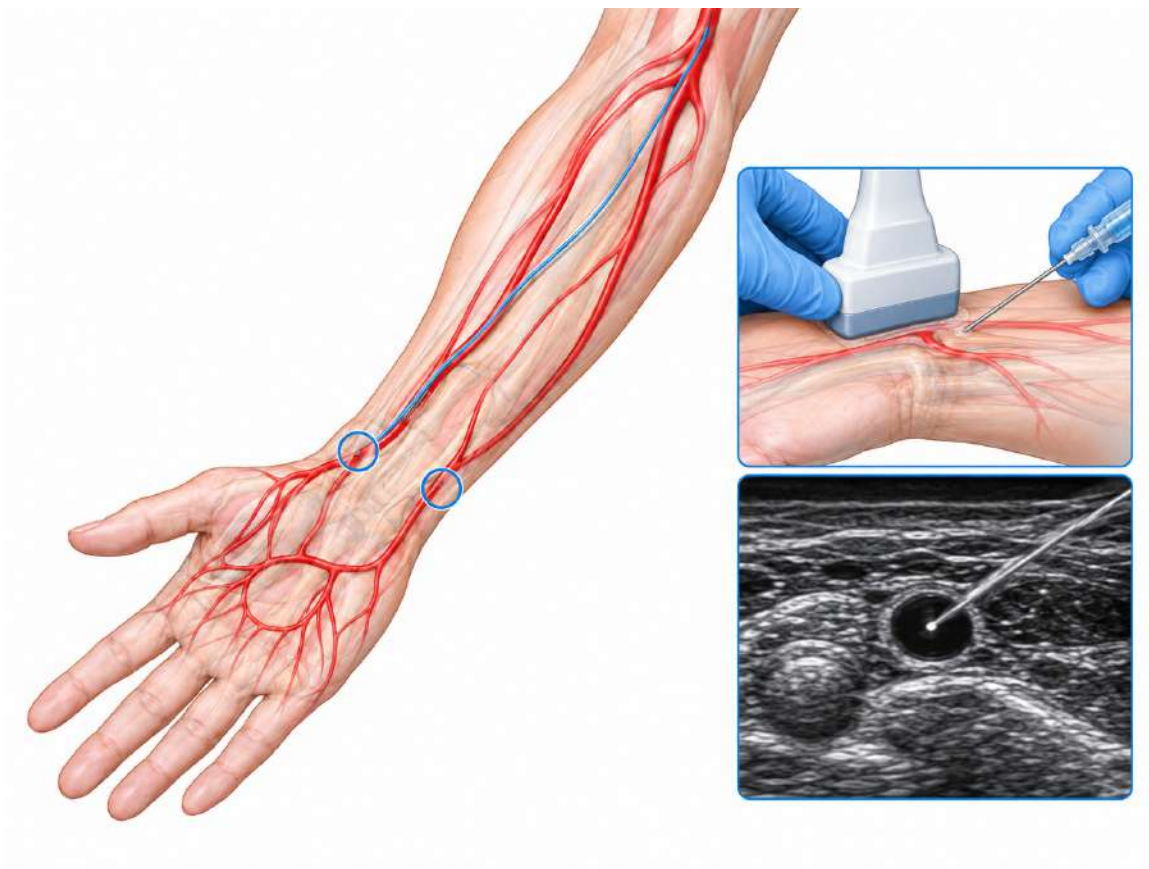


Figure 4 — Abord radial échoguidé : sites de ponction radial et ulnaire, coupe échographique en petit axe

Chapitre 4 — Abord radial versus fémoral

Contexte et niveau de preuve

La voie radiale est devenue l'abord de référence en cardiologie interventionnelle. Le bénéfice clinique ne vient pas d'une supériorité intrinsèque de la radiale, mais bien de l'éviction de la voie fémorale, qui concentre l'essentiel des complications hémorragiques et vasculaires locales — avec un bénéfice de mortalité démontré dans le SCA (essai MATRIX). Cette distinction a une conséquence pratique directe : en cas d'échec de la radiale, la voie fémorale ne doit pas être considérée comme le second choix par défaut, les alternatives radiales/ulnaires devant être épuisées en premier (cf. Technique standardisée). La voie radiale nécessite néanmoins une courbe d'apprentissage spécifique et n'est pas universellement applicable.

Indications / situations d'application

Tableau 4 — Indications et niveaux de recommandation — Abord radial versus fémoral

	Situation	Classe
✓	Voie radiale en première intention pour toute coronarographie/angioplastie, opérateur entraîné	I, A
⚠	Ponction radiale échoguidée pour réduire le risque d'échec et de complications locales ; échographe vasculaire disponible en permanence en salle	IIa, A
✓	Hémostase « patent » préservant le flux radial antérograde après retrait du désilet	I, A
⚠	Voie fémorale par nécessité de gros calibre (certaines procédures structurales, assistance circulatoire)	IIa, B
✗	Ponction fémorale sans repérage échographique ou fluoroscopique en dehors de l'urgence vitale	III
✗	Repli sur la voie fémorale après échec de la radiale droite sans avoir épuisé les alternatives radiales et ulnaires, hors urgence vitale ou nécessité de gros calibre	Position GTCI

Technique standardisée

1. Évaluation préalable : palpation du pouls radial, test de Barbeau ou d'Allen modifié (informatif, non obligatoire) ; un test anormal ne contre-indique pas la voie radiale
2. Ponction échoguidée de l'artère radiale, au site classique ou distal (tabatière anatomique) selon l'opérateur — l'échoguidage est la règle, pas l'exception
3. Administration d'un cocktail anti-spasme intra-artériel (vérapamil et/ou nitrés) après mise en place du désilet
4. Anticoagulation systémique adaptée au poids, quelle que soit la voie d'abord choisie
5. En cas d'échec ou de spasme réfractaire : le bénéfice de la voie radiale provient avant tout de l'éviction de la voie fémorale, principale pourvoyeuse d'événements hémorragiques — la fémorale n'est donc pas le second choix. Épuiser avant elle les alternatives radiales/ulnaires : ponction échoguidée, radiale controlatérale, radiale distale (tabatière anatomique) d'un côté puis de l'autre, puis voie ulnaire bilatérale ; certains opérateurs expérimentés recanalisent une radiale occluse pour la réutiliser. La voie fémorale reste réservée aux échecs de l'ensemble de ces options ou à l'urgence vitale

6. Hémostase compressive « patent » préservant le flux radial antérograde, retrait progressif du dispositif de compression
7. Surveillance post-procédure du pouls radial et des signes de complication locale

Illustration — Test d'Allen modifié

Le test d'Allen modifié évalue la suppléance de l'arcade palmaire par l'artère ulnaire avant ponction radiale. Il n'est pas obligatoire (la double vascularisation palmaire limite le risque ischémique même en cas de test anormal) mais reste un élément d'information utile, en particulier avant un abord radial chez un patient aux antécédents vasculaires périphériques.

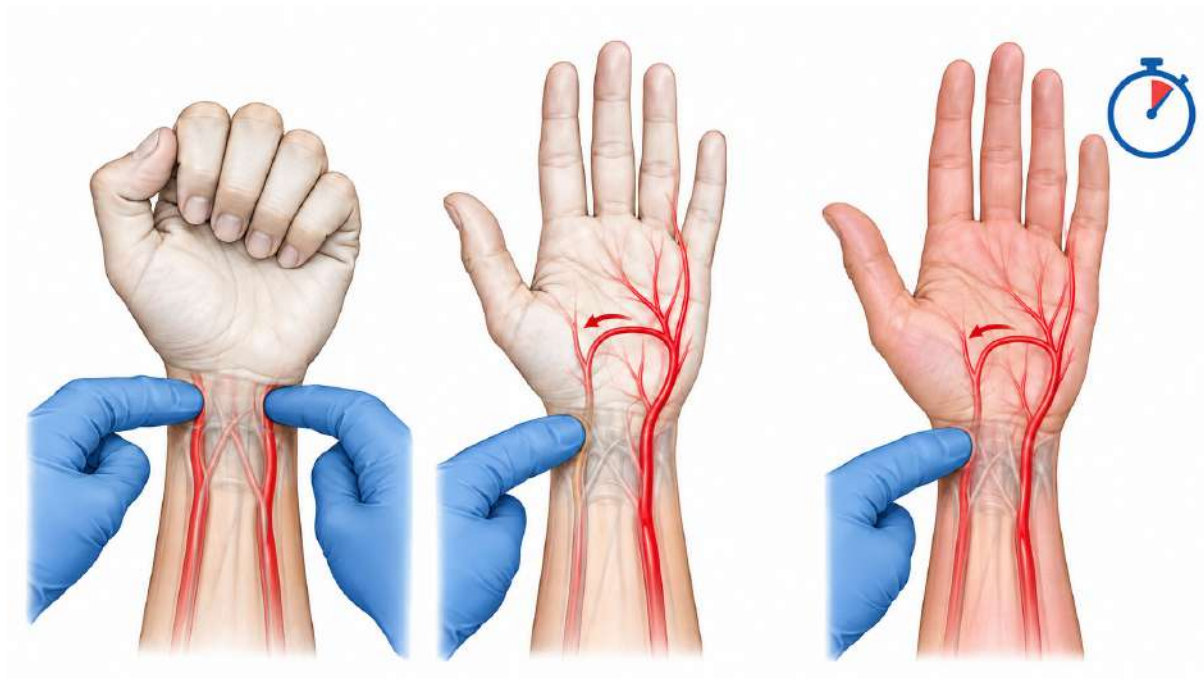


Figure 5 — *Test d'Allen modifié : compression bilatérale, relâchement ulnaire, recoloration palmaire en moins de 10 secondes*

Illustration — Ponction échoguidée de la radiale distale (tabatière anatomique)

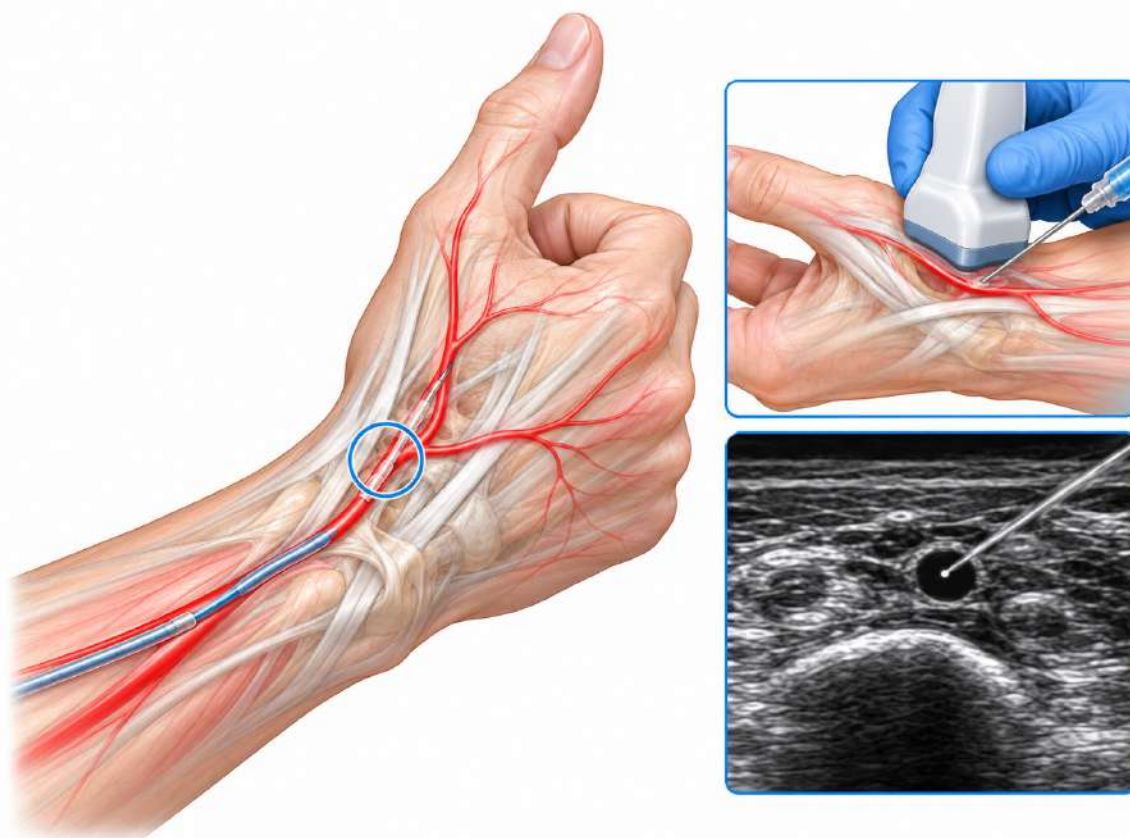


Figure 6 — Ponction échoguidée de la radiale distale dans la tabatière anatomique

Points de vigilance

- L'absence de pouls cubital ou un test de Barbeau anormal ne contre-indique pas formellement la voie radiale mais impose une hémostase particulièrement prudente
- Éviter une compression trop prolongée ou trop forte, principal facteur de risque d'occlusion radiale (RAO)
- Privilégier le poignet non dominant en l'absence de contrainte anatomique, pour préserver l'accès controlatéral
- En cas de choc cardiogénique ou de nécessité de matériel de gros calibre, ne pas s'obstiner sur la voie radiale au détriment du délai de prise en charge

Gestion des complications

L'occlusion de l'artère radiale (RAO) est la complication la plus fréquente mais généralement asymptomatique grâce à la double vascularisation de la main ; sa prévention repose essentiellement sur l'hémostase « patent ». Les complications de la voie fémorale (hématome, faux anévrisme, fistule artério-veineuse, hémorragie rétropéritonéale) justifient une surveillance clinique rapprochée et un repérage échographique systématique de la ponction lorsque cette voie est utilisée.

Algorithme décisionnel

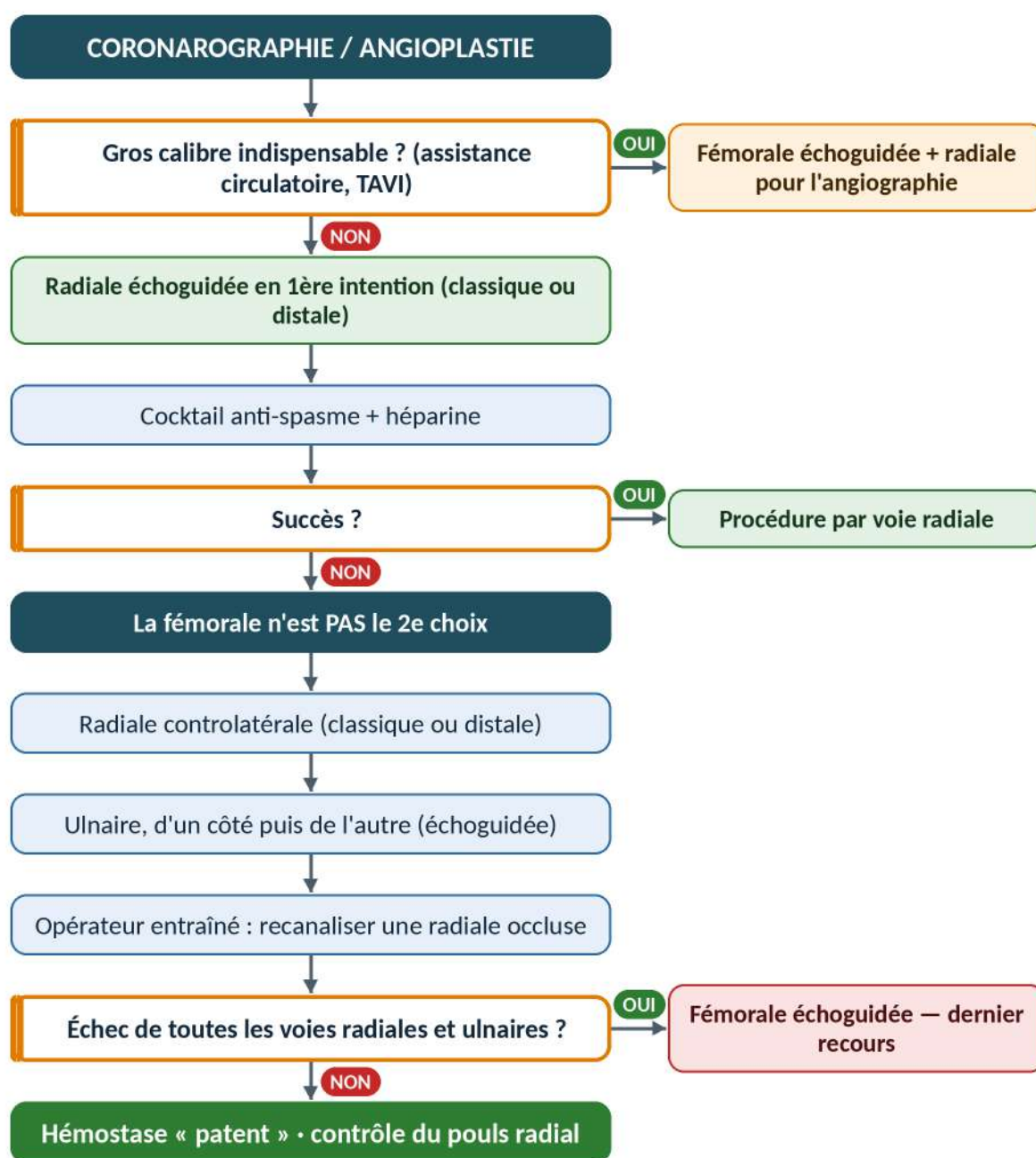


Figure 7 — Algorithme — choix de la voie d'abord : la fémorale en dernier recours

Références bibliographiques

1. Valgimigli M, Gagnor A, Calabró P, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial (MATRIX). *Lancet*. 2015;385(9986):2465-2476.
2. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165.

3. Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(1):e002686.
4. Sgueglia GA, Di Giorgio A, Gaspardone A, Babunashvili A. Anatomic basis and physiological rationale of distal radial artery access for percutaneous coronary and endovascular procedures. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11(20):2113-2119.
5. Bertrand OF, Rao SV, Pancholy S, et al. Transradial approach for coronary angiography and interventions: results of the first international transradial practice survey. *JACC Cardiovasc Interv.* 2010;3(10):1022-1031.
6. Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L, et al. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1010 patients. *Am Heart J.* 2004;147(3):489-493.

Chapitre 5 — Choix des cathéters, guides et ballons

Contexte et niveau de preuve

Le succès et la sécurité d'une angioplastie coronaire dépendent directement d'une sélection appropriée du matériel : cathéter guide adapté à l'anatomie de l'origine coronaire, guide d'angioplastie adapté à la complexité de la lésion, et ballon dimensionné au vaisseau de référence. Une préparation de plaque insuffisante en cas de calcification sévère est une cause reconnue de sous-expansion du stent et d'échec procédural.

Indications / situations d'application

Tableau 5 — Indications et niveaux de recommandation — Choix des cathéters, guides et ballons

	Situation	Classe
✓	Mesure du diamètre de référence du vaisseau avant le choix du ballon (angiographie quantitative ou imagerie intrac coronaire)	I, A
⚠	Préparation de plaque (athérectomie rotationnelle/orbitale, ballon de scoring) en cas de calcification sévère avant stenting	IIa, B
✓	Utilisation d'un guide dédié (hydrophile ou rigide) pour les occlusions chroniques totales (CTO)	I, C
✗	Surdimensionnement du ballon par rapport au vaisseau de référence (ratio > 1,1)	III
✗	Implantation d'un stent sans préparation adéquate de la lésion (prédilatation) en cas de calcification ou de sténose serrée non franchie	III
✗	Utilisation du Judkins gauche comme cathéter de 1 ^{ère} intention pour l'angioplastie du réseau coronaire gauche (sonde diagnostique, support insuffisant)	Position GTCI

Étapes de sélection du matériel

- Choix du cathéter guide selon l'anatomie de l'origine coronaire : pour le réseau gauche, l'EBU est le cathéter d'angioplastie de première intention — le Judkins gauche est une sonde diagnostique, non conçue pour le support nécessaire à l'angioplastie, et ne doit pas être encouragé comme premier choix pour un geste interventionnel. Pour la coronaire droite, le Judkins droit (JR) reste un premier choix raisonnable, à changer pour une forme à support actif (Amplatz, multipurpose) dès que le support s'avère insuffisant
- Évaluation de la complexité de la lésion : calcification, tortuosité, occlusion chronique, bifurcation
- Choix du guide d'angioplastie : guide souple « workhorse » pour les lésions simples, guide hydrophile ou dédié CTO pour les lésions complexes
- Préparation de plaque si calcification sévère : ballon de scoring/cutting, athérectomie rotationnelle ou orbitale, ou lithotripsie intravasculaire, choisie selon la morphologie du calcium à l'imagerie intrac coronaire (cf. algorithme ci-dessous)
- Mesure du diamètre de référence du vaisseau, de préférence par imagerie intrac coronaire (IVUS/OCT), à défaut par angiographie quantitative
- Sélection du ballon de prédilatation : ratio ballon/artère de 0,8 à 1,0, ballon semi-compliant en première intention
- Réévaluation après prédilatation avant de procéder à l'implantation du stent

Sélection du cathéter guide selon l'anatomie

Le tableau suivant résume les formes de cathéter guide les plus courantes et leur usage typique en fonction de l'anatomie d'origine coronaire. Le choix conditionne à la fois la coaxialité avec l'ostium et le support disponible pour l'avancée du matériel.

Tableau 6 — Sélection du cathéter guide selon l'anatomie (Chapitre 5)

Forme	Anatomie ciblée	Support fourni	Usage typique
Judkins gauche (JL 3,5-4)	Cathéter diagnostique de référence ; coronaire gauche d'angulation standard	Support passif faible — non adapté à l'angioplastie	Diagnostic uniquement — proscrit en 1ère intention pour la PCI
Judkins droit (JR 4)	Coronaire droite d'origine standard	Support passif modéré	1ère intention CD
Amplatz gauche/droit (AL/AR)	Origines atypiques, racine aortique dilatée	Support actif élevé	Anatomies difficiles
Extra Backup / XB / EBU	Coronaire gauche — cathéter d'angioplastie de 1ère intention	Support actif élevé	1ère intention PCI réseau gauche ; support renforcé pour CTO/lésions calcifiées
Multipurpose (MP)	Origine coronaire horizontale ou pontage veineux	Support variable	Anatomies horizontales, pontages

Classification des guides d'angioplastie

La sélection du guide d'angioplastie repose sur la charge de pointe (tip load, exprimée en grammes) et le revêtement, qui déterminent la capacité de pénétration et le risque de dissection sous-intimale. Les guides dédiés aux occlusions chroniques totales (CTO) suivent une escalade progressive de rigidité, conformément à l'algorithme hybride (cf. ci-dessous).

Tableau 7 — Classification des guides d'angioplastie (Chapitre 5)

Catégorie	Charge de pointe	Caractéristiques	Indication typique
Workhorse souple	≈ 1 g	Pointe atraumatique, bonne visibilité, faible risque de dissection	Lésions simples, usage systématique
Guide de support intermédiaire	≈ 1-3 g	Corps plus rigide, meilleure transmission de force	Tortuosité modérée, calibrage de ballon
Guide hydrophile	Variable	Revêtement polymère glissant, franchissement facilité	Vaisseaux tortueux, collatérales
Guide CTO progressif	3-4 g / 6 g / 9 g / 12 g ⁺	Rigidité croissante par paliers pour pénétrer le capuchon fibreux	Occlusions chroniques (CTO), approche antérograde
Guide de réentrée	≥ 12 g	Très rigide, pointe conçue pour la réentrée sous-intimale	Dissection/réentrée antérograde ou rétrograde (CTO complexe)

Algorithme hybride de franchissement des occlusions chroniques (CTO)

L'algorithme hybride, formalisé par le groupe CTO PROGRESS et l'EuroCTO Club, structure le choix de la stratégie de franchissement (antérograde direct, dissection/réentrée antérograde, ou rétrograde) selon quatre critères angiographiques évalués sur une injection bilatérale simultanée : qualité du moignon proximal, longueur de l'occlusion, qualité du lit d'aval, et disponibilité de collatérales interventionnelles. Cette approche standardisée améliore le taux de succès tout en limitant le temps de procédure et l'exposition aux rayons X.

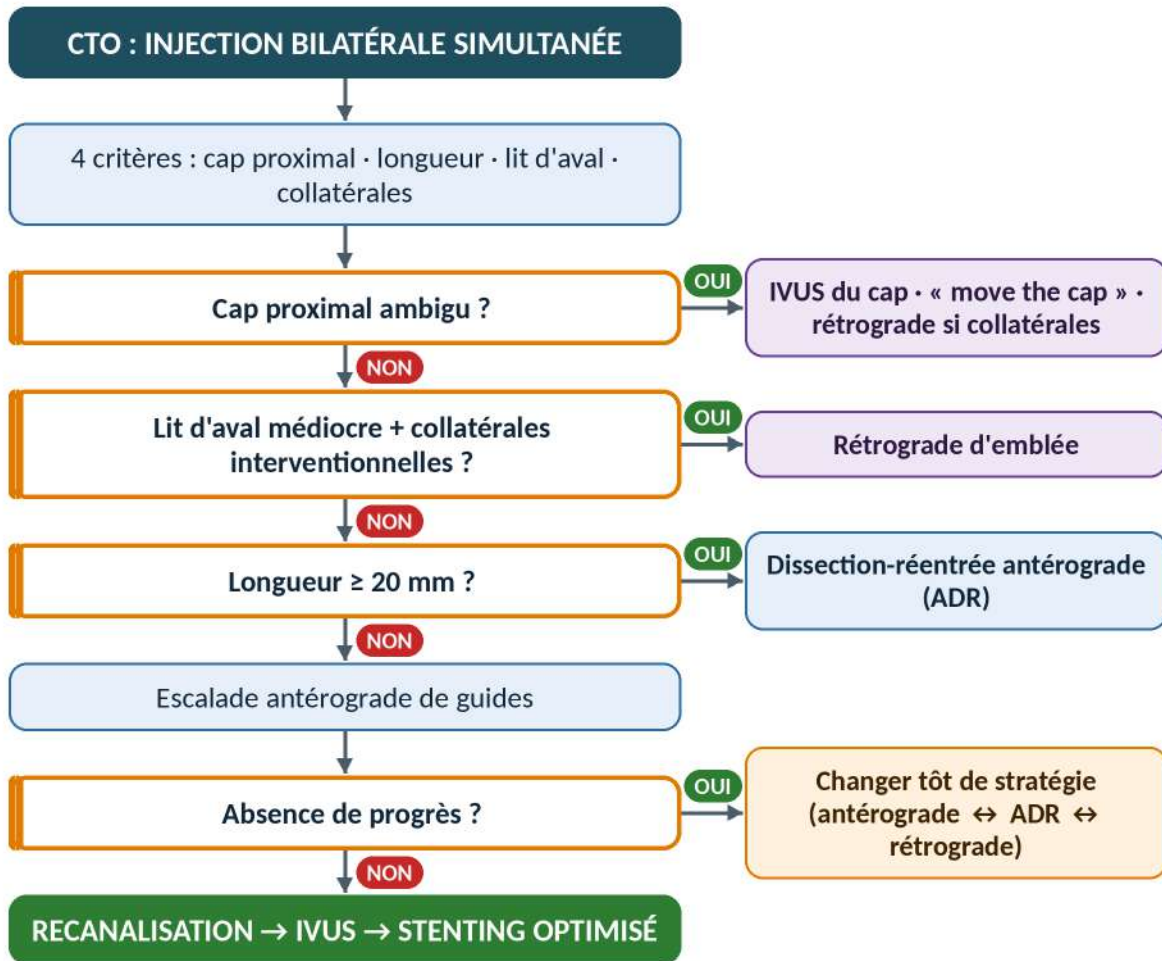


Figure 8 — Algorithme hybride de franchissement des occlusions coronaires chroniques

Classification des ballons

Le choix du ballon dépend de l'objectif procédural : prédilatation, préparation d'une plaque résistante, ou optimisation post-implantation du stent. Le respect du ratio ballon/artère et de la pression de rupture indiquée par le fabricant est essentiel pour limiter le risque de dissection ou de rupture vasculaire.

Tableau 8 — Classification des ballons (Chapitre 5)

Type de ballon	Caractéristiques	Indication typique
Compliant	Expansion importante avec la pression, faible pression de rupture	Usage limité en coronaire (risque de surdimensionnement)
Semi-compliant	Expansion modérée, bon suivi du diamètre nominal	Prédilatation standard, 1ère intention
Non compliant (NC)	Diamètre stable à haute pression, haute pression de rupture	Post-dilatation du stent, optimisation de l'expansion
Scoring / cutting balloon	Lames ou fils longitudinaux créant une incision contrôlée de la plaque	Préparation de plaque fibreuse/calcifée, resténose intra-stent
Ballon actif (drug-coated balloon)	Libération locale d'un antiprolifératif (paclitaxel/sirolimus) sans stent	Resténose intra-stent, petits vaisseaux, lésions diffuses distales, pontages, haut risque hémorragique (cf. Chapitre 6)
Ballon de lithotripsie (IVL)	Ondes de choc acoustiques pulsées fracturant le calcium	Calcification sévère circonférentielle, alternative à l'athérectomie

Prise en charge des lésions calcifiées (consensus SCAI)

Le consensus d'experts SCAI 2020 propose une démarche structurée reposant sur la quantification de la calcification par imagerie intrac coronaire (arc circonférentiel, épaisseur, longueur) pour orienter le choix entre préparation par ballon de scoring/cutting, athérectomie rotationnelle ou orbitale, ou lithotripsie intravasculaire, avant réévaluation et implantation du stent.

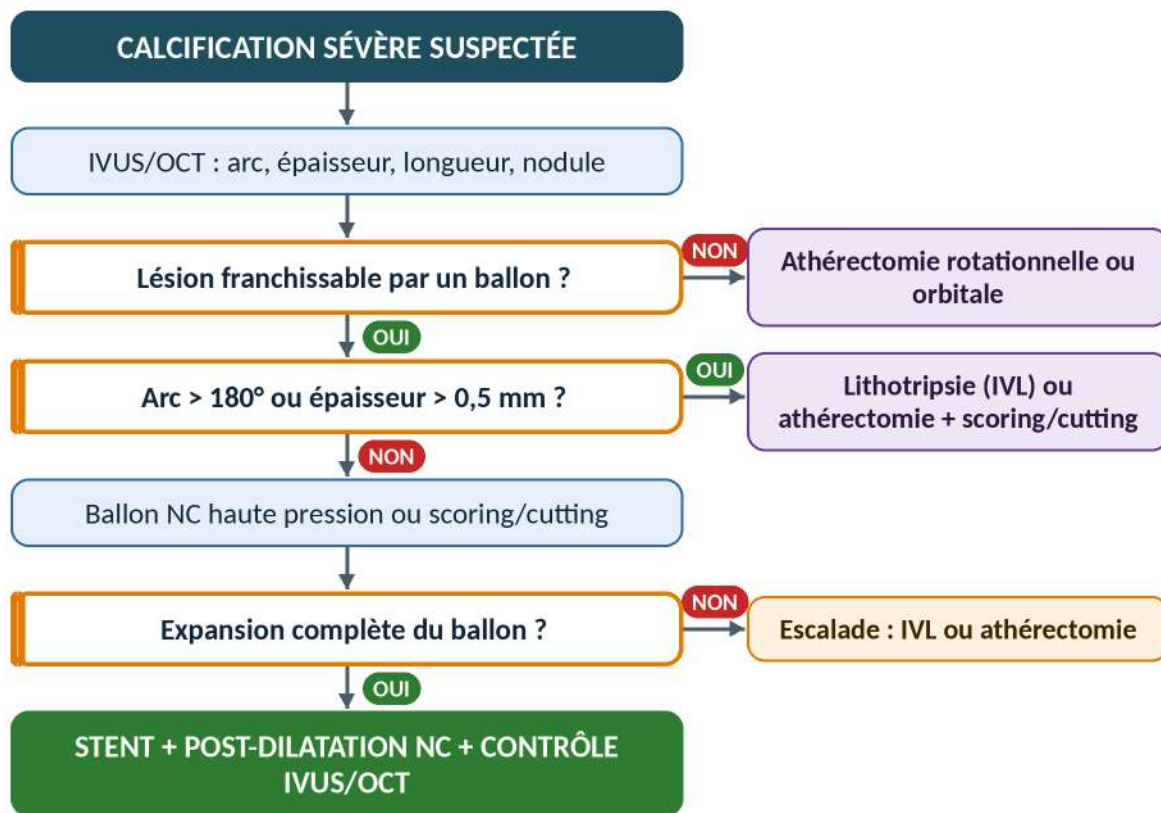


Figure 9 — Algorithme — prise en charge des lésions calcifiées

Points de vigilance

- Ne jamais forcer la progression d'un guide rencontrant une résistance sans contrôle fluoroscopique et injection de contraste
- Vérifier systématiquement la pression nominale et la pression de rupture du ballon avant gonflage
- Anticiper le risque de dissection lors de l'utilisation de cathéters à fort support dans les vaisseaux tortueux
- Ne pas sous-estimer une calcification circonférentielle visible en imagerie intracoronaire, prédictive d'une sous-expansion du stent
- En cas d'approche rétrograde, assurer une fermeture soignée des ports de collatérales pour limiter le risque de perforation

Gestion des complications

La perforation coronaire liée au guide (perforation distale) impose l'arrêt immédiat de la progression, le retrait prudent du matériel et une surveillance échocardiographique de l'épanchement péricardique. La rupture d'un ballon lors d'une inflation à haute pression en zone calcifiée peut entraîner une dissection ; l'utilisation de ballons non compliants à haute pression nominale et le respect strict des pressions de rupture indiquées par le fabricant limitent ce risque. Lors d'une athérectomie rotationnelle, le risque de bas débit ou de bloc auriculo-ventriculaire transitoire (réflexe vagal) justifie une surveillance hémodynamique rapprochée.

Algorithme décisionnel général

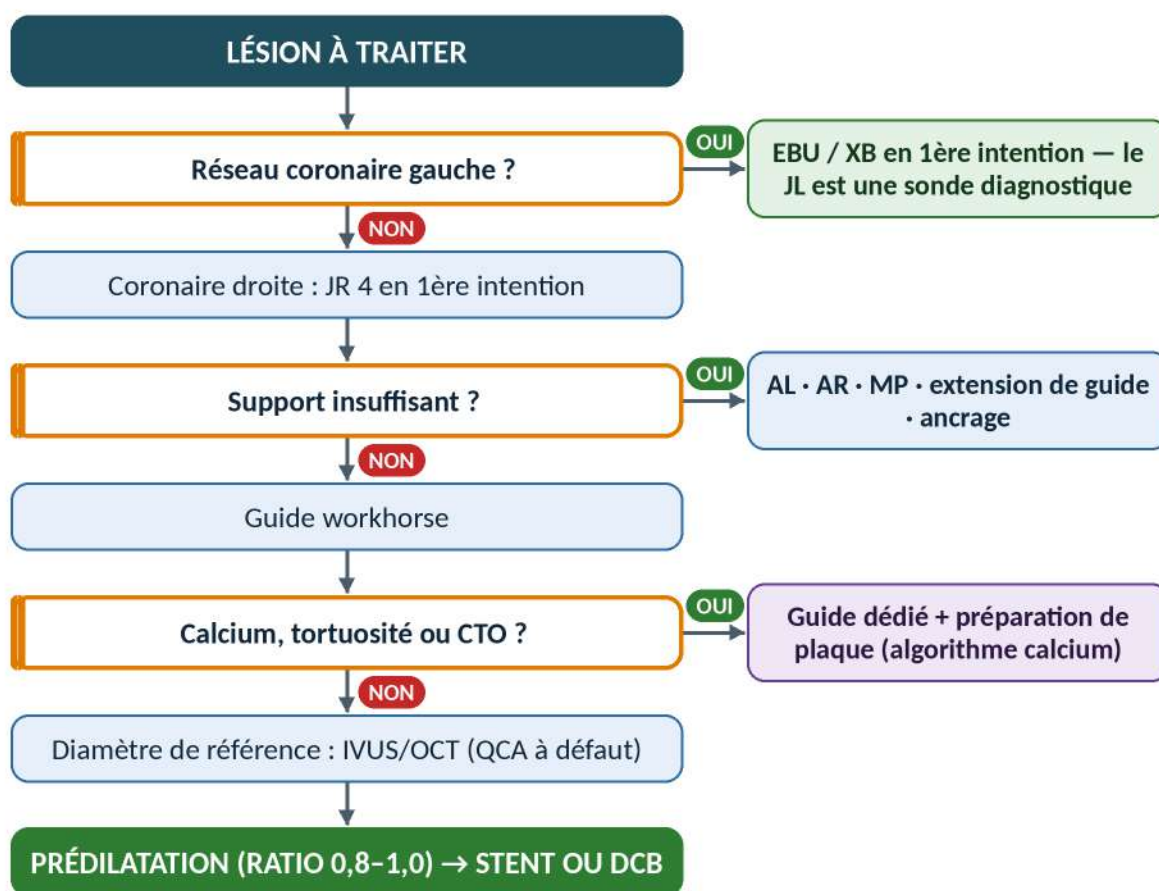


Figure 10 — Algorithme — choix du cathéter guide, du guide et du ballon

Références bibliographiques

1. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. Eur Heart J. 2019;40(2):87-165.
2. Barbato E, Carrié D, Dardas P, et al. European expert consensus on rotational atherectomy. EuroIntervention. 2015;11(1):30-36.
3. Généreux P, Redfors B. Calcified coronary lesions: a practical approach to lesion preparation. J Am Coll Cardiol Interv. 2021.
4. Räber L, Mintz GS, Koskinas KC, et al. Clinical use of intracoronary imaging: an EAPCI consensus document. Eur Heart J. 2018;39(35):3281-3300.
5. Riley RF, Henry TD, Mahmud E, et al. SCAI expert consensus statement on the management of calcified coronary lesions. Catheter Cardiovasc Interv. 2020;96(3):346-362.
6. Brilakis ES, Mashayekhi K, Tsuchikane E, et al. Guiding principles for chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: a global expert consensus document (hybrid algorithm). Circulation. 2019;140(5):420-433.
7. Galassi AR, Sianos G, Werner GS, et al. Retrograde recanalization of chronic total occlusions in Europe: procedural, in-hospital, and long-term outcomes from the multicenter ERCTO registry. J Am Coll Cardiol. 2015;65(21):2388-2400.
8. Kandzari DE, Gershlick AH, Serruys PW, et al. SYNTAX-based lesion complexity and the role of drug-coated balloons and lithotripsy in contemporary PCI. EuroIntervention. 2021.

Chapitre 6 — Stents actifs : critères de choix et implantation optimale

Contexte et niveau de preuve

Les stents actifs (DES) de nouvelle génération, à mailles fines et polymère durable ou biodégradable, constituent le standard de soin en cardiologie interventionnelle, ayant démontré leur supériorité sur les stents nus (BMS) en termes de resténose et, avec le recul, un profil de sécurité au moins équivalent en thrombose tardive. Les endoprothèses biorésorbables de première génération, un temps envisagées comme alternative, ont été retirées du marché après la démonstration d'un sur-risque de thrombose de stent dans le programme d'essais ABSORB. Une actualisation majeure des recommandations européennes (ESC 2024, syndromes coronariens chroniques) a par ailleurs rehaussé l'imagerie intracoronaire (IVUS/OCT) de la classe IIa à la classe I, niveau A, pour guider l'angioplastie des lésions complexes (tronc commun, bifurcations vraies, lésions longues), sur la base d'essais randomisés récents (RENOVATE-COMPLEX-PCI, OCTOBER, ILUMIEN IV).

Indications / situations d'application

Tableau 9 — Indications et niveaux de recommandation — Stents actifs : critères de choix et implantation optimale

	Situation	Classe
✓	Stent actif (DES) de nouvelle génération en première intention, quel que soit le contexte clinique	I, A
✓	Imagerie intracoronaire (IVUS/OCT) pour guider et optimiser le stenting des lésions complexes (tronc commun, bifurcation vraie, lésion longue) — mise à jour ESC 2024	I, A
✓	Stratégie provisoire (stent du vaisseau principal) en première intention pour la majorité des bifurcations	I, A
⚠	Imagerie intracoronaire à considérer sur lésion angiographiquement ambiguë en dehors des critères ci-dessus	IIb, C
⚠	Stratégie à 2 stents planifiée (DK-crush, culotte) pour bifurcation vraie avec large branche fille et atteinte ostiale étendue	IIa, B
✗	Utilisation systématique d'un stent nu (BMS) en dehors d'une contre-indication formelle et durable à la bithérapie antiplaquettaire	III
✗	Utilisation en routine des endoprothèses biorésorbables de 1ère génération (retrait du marché après les essais ABSORB)	III, A

Génération de stents et endoprothèses

Le tableau suivant retrace l'évolution des plateformes et leur statut actuel dans la pratique.

Tableau 10 — Générations de stents et endoprothèses (Chapitre 6)

Génération	Caractéristiques	Statut actuel
Stent nu (BMS)	Métal seul, sans revêtement pharmacologique	Obsolète en pratique courante ; réservé aux rares contre-indications durables à la bithérapie
DES 1ère génération	Polymère durable, mailles épaisses (sirolimus/paclitaxel)	Retirés du marché (surrisque de thrombose tardive)
DES de nouvelle génération	Mailles fines, polymère durable ou biodégradable, évérolimus/zotarolimus/sirolimus	Standard de soin actuel (classe I, A)
Endoprothèse biorésorbable (BVS)	Plateforme résorbable (acide polylactique), disparition progressive	1ère génération retirée (essais ABSORB : surrisque de thrombose) ; nouvelles générations en évaluation, non recommandées en routine

Étapes d'implantation optimale

1. Évaluer la complexité de la lésion (tronc commun, bifurcation vraie, lésion longue) pour déterminer l'indication à l'imagerie intracoronaire (classe I, A depuis 2024 pour ces situations)
2. Choisir un stent actif de nouvelle génération, dimensionné 1:1 par rapport au diamètre de référence mesuré par imagerie ou angiographie quantitative
3. Positionner le stent en couvrant l'intégralité de la lésion préparée, en évitant tout « geographic miss » (bord de stent sur zone non traitée)
4. Réaliser une post-dilatation systématique par ballon non compliant à haute pression pour optimiser l'expansion
5. Vérifier par imagerie intracoronaire (lorsqu'indiquée) l'atteinte des critères d'optimisation : expansion ≥ 80 % de la surface de référence, apposition complète, absence de dissection de bord significative
6. Pour les bifurcations : privilégier la stratégie provisoire (stenting du vaisseau principal) en première intention, sauf anatomie défavorable (grande branche fille, atteinte ostiale étendue)

Algorithme décisionnel — Implantation optimale

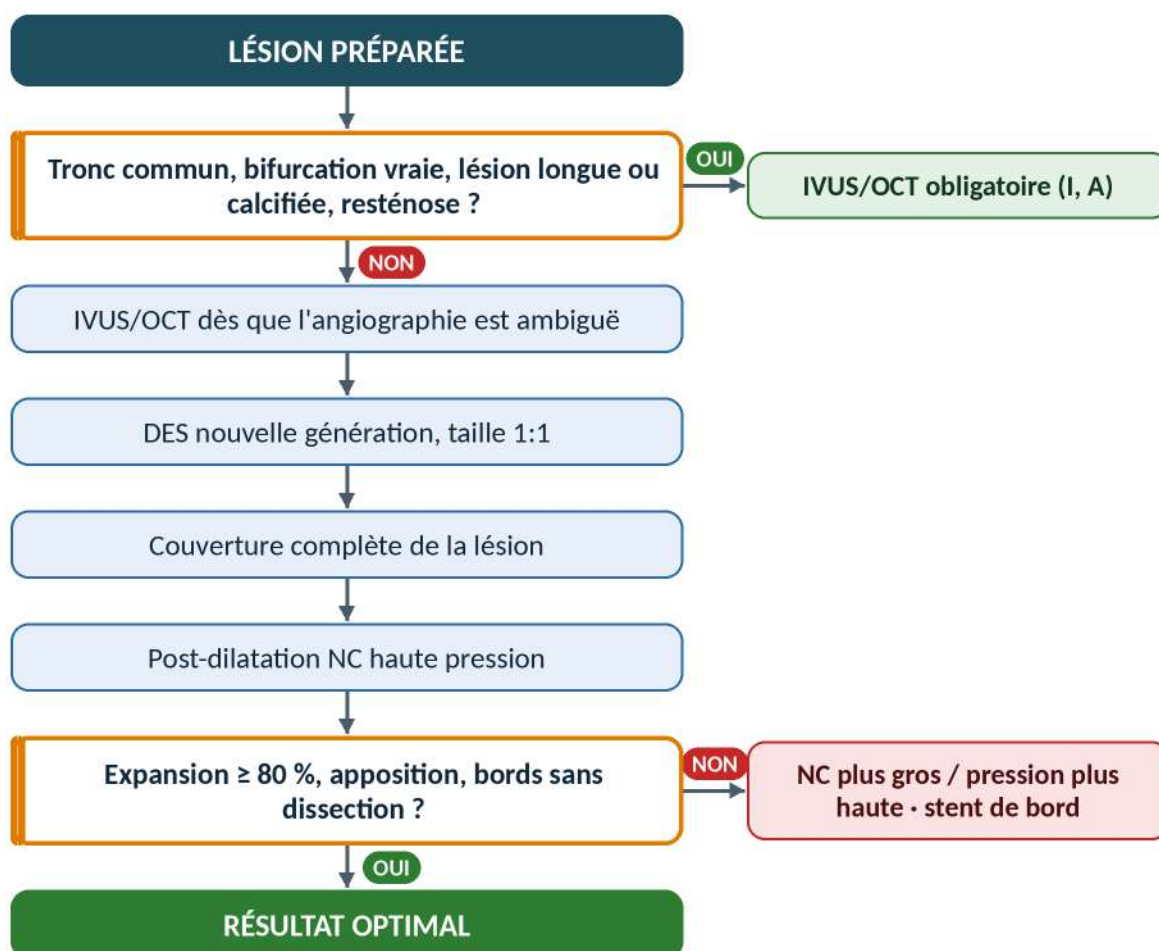


Figure 11 — Algorithme — implantation optimale du stent actif

Stratégie des lésions de bifurcation

La stratégie provisoire (stenting du vaisseau principal avec traitement de la branche fille seulement si nécessaire) reste la stratégie par défaut recommandée en classe I, A pour la majorité des bifurcations. Les données de l'essai EBC MAIN suggèrent qu'une petite branche fille (< 3,25 mm) et une atteinte ostiale courte (< 10 mm) favorisent la stratégie provisoire, tandis que l'essai DKCRUSH-V a montré la supériorité d'une stratégie à 2 stents planifiée (DK-crush) sur la stratégie provisoire pour les bifurcations vraies du tronc commun distal à anatomie défavorable, avec un bénéfice qui se maintient à 3 ans (échec de la lésion cible : 8,3 % vs 16,9 % ; $p = 0,005$).

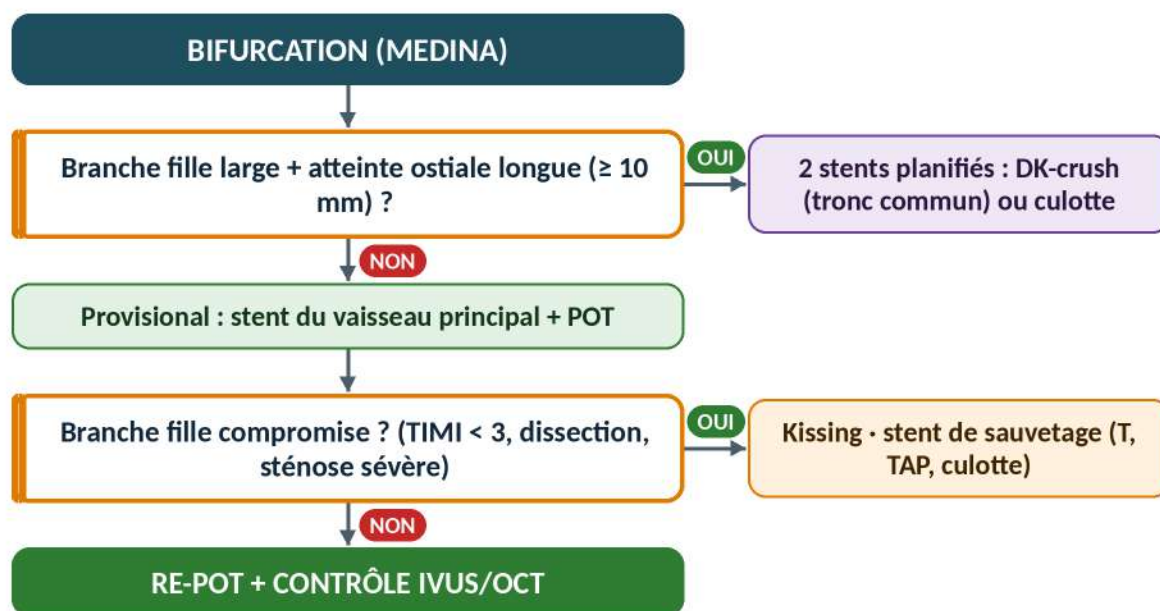


Figure 12 — Algorithme — stratégie des lésions de bifurcation

Stents à bithérapie antiplaquettaire courte validés chez les patients à haut risque hémorragique (HBR)

Chez les patients à haut risque hémorragique (critères ARC-HBR, cf. Annexe A), plusieurs plateformes de stents actifs de nouvelle génération ont été spécifiquement validées, dans des essais randomisés ou des études prospectives dédiées, pour une durée de bithérapie antiplaquettaire (DAPT) raccourcie à 1 mois, avec un profil ischémique favorable et une réduction significative des complications hémorragiques par rapport à une DAPT standard de 3 à 6 mois.

Tableau 11 — Stents à bithérapie antiplaquettaire courte validés chez les patients à haut risque hémorragique (HBR) (Chapitre 6)

Stent (plateforme)	Essai clé	DAPT	Résultat principal
BioFreedom (biolimus A9, sans polymère)	LEADERS FREE (2015)	1 mois	Supériorité sur stent nu (BMS) en sécurité et efficacité avec DAPT courte chez patients HBR
Resolute Onyx (zotarolimus, polymère durable)	Onyx ONE / Onyx ONE Clear (2019-2020)	1 mois	Non-infériorité par rapport au BioFreedom avec DAPT de 1 mois chez patients HBR
Ultimaster (sirolimus, polymère biodégradable)	MASTER DAPT (2021)	1 mois (abrégée)	Non-infériorité en événements ischémiques et réduction significative des saignements vs DAPT standard
Synergy (évérolimus, polymère bioabsorbable)	Analyse groupée SENIOR/POEM	1 mois	Faible taux d'événements ischémiques et hémorragiques à 1 mois et 1 an chez patients HBR âgés

Ces données ont conduit les recommandations ESC et ACC/AHA à admettre une DAPT aussi courte qu'1 mois chez des patients HBR sélectionnés, sous réserve d'une stratégie individualisée tenant compte du risque ischémique résiduel (complexité de la procédure, présentation clinique).

Guide pratique des ballons actifs (drug-coated balloons)

Les ballons actifs (DCB) délivrent un agent antiprolifératif (le plus souvent le paclitaxel) directement dans la paroi vasculaire lors d'un gonflage unique, sans laisser d'implant permanent. Initialement validés pour la resténose intra-stent, leur champ d'application s'est étendu aux lésions de novo de petit vaisseau, aux lésions diffuses distales et aux lésions de pontage, avec un corpus de preuves aujourd'hui solide et des recommandations qui évoluent rapidement des deux côtés de l'Atlantique.

Tableau 12 — Guide pratique des ballons actifs (drug-coated balloons) (Chapitre 6)

Indication	Niveau de preuve	Données clés
Resténose intra-stent (BMS ou DES)	Classe I, A (ESC, depuis 2014) ; FDA (2024)	Essai AGENT IDE : réduction de l'échec de la lésion cible à 1 an (17,9 % vs 28,6 % ; $p = 0,006$) vs angioplastie simple, base de l'approbation FDA
Lésion de novo de petit vaisseau (< 3 mm)	IIa (Europe), en expansion	BASKET-SMALL 2 : non-infériorité vs DES à 3 ans. PICCOLETO II : réduction des événements tardifs vs DES à 3 ans
Patient à haut risque hémorragique (HBR)	Émergent (IIb)	Absence d'implant permanent autorisant une bithérapie plus courte ; analyse HBR de BASKET-SMALL 2 : moins de saignements majeurs qu'avec DES
SCA (bifurcation de novo, branche fille)	Émergent, hors recommandation formelle	PEPCAD-NSTEMI, REVELATION : non-infériorité au stenting provisoire dans des populations sélectionnées

Lésions diffuses distales (chirurgie non envisageable)	Avis d'experts (consensus international DCB)	Option à privilégier lorsque la chirurgie n'est pas un choix réaliste (lit d'aval diffus, pontage non indiqué). Stratégie hybride : stent focal sur le segment le plus sévère + DCB sur les segments diffus d'aval, pour éviter un long segment stenté (« full metal jacket »)
Lésions de pontage (veineux ou artériel)	Données en expansion	Aikawa et al. (JACC Cardiovasc Interv 2026) rapportent, à 1 an, des résultats non inférieurs de la stratégie DCB par rapport au DES sur les lésions de pontage (réf. 19), avec un éditorial associé (réf. 20). Données rétrospectives antérieures concordantes sur greffons veineux de novo (Lin et al., 2023). Option à considérer, en particulier pour éviter l'empilement de stents dans un greffon
Gros vaisseau de novo non complexe	Non recommandé en routine	REC-CAGEFREE I (Lancet 2024, n = 2272) : la stratégie DCB avec stent de sauvetage n'a pas atteint la non-infériorité face au DES à 2 ans (critère composite 6,4 % vs 3,4 %), l'écart se concentrant sur les vaisseaux de gros calibre. Le DES reste le standard dans cette situation

Points techniques clés pour la réussite d'un DCB

1. La préparation de la lésion est l'étape déterminante du succès : une pré-dilatation adéquate ($\pm$ ballon de scoring/cutting) est indispensable avant tout DCB
2. Vérifier l'absence de dissection limitante après préparation ; une FFR $\geq 0,80$ après pré-dilatation est un seuil acceptable rapporté par le consensus international DCB
3. Dimensionner le DCB au ratio 1:1 par rapport au diamètre de référence du vaisseau (contrairement au léger surdimensionnement parfois utilisé pour les stents)
4. Respecter un temps de gonflage de 30 à 60 secondes pour une délivrance optimale du principe actif
5. Éviter tout contact prolongé du DCB hors de la zone cible (risque de perte du principe actif) et proscrire son usage en présence de thrombus angiographique visible
6. En cas de résultat insuffisant après DCB (dissection significative, recul élastique), ne pas hésiter à implanter un stent de sauvetage plutôt que d'insister sur la seule angioplastie au ballon

Algorithme décisionnel — Ballons actifs

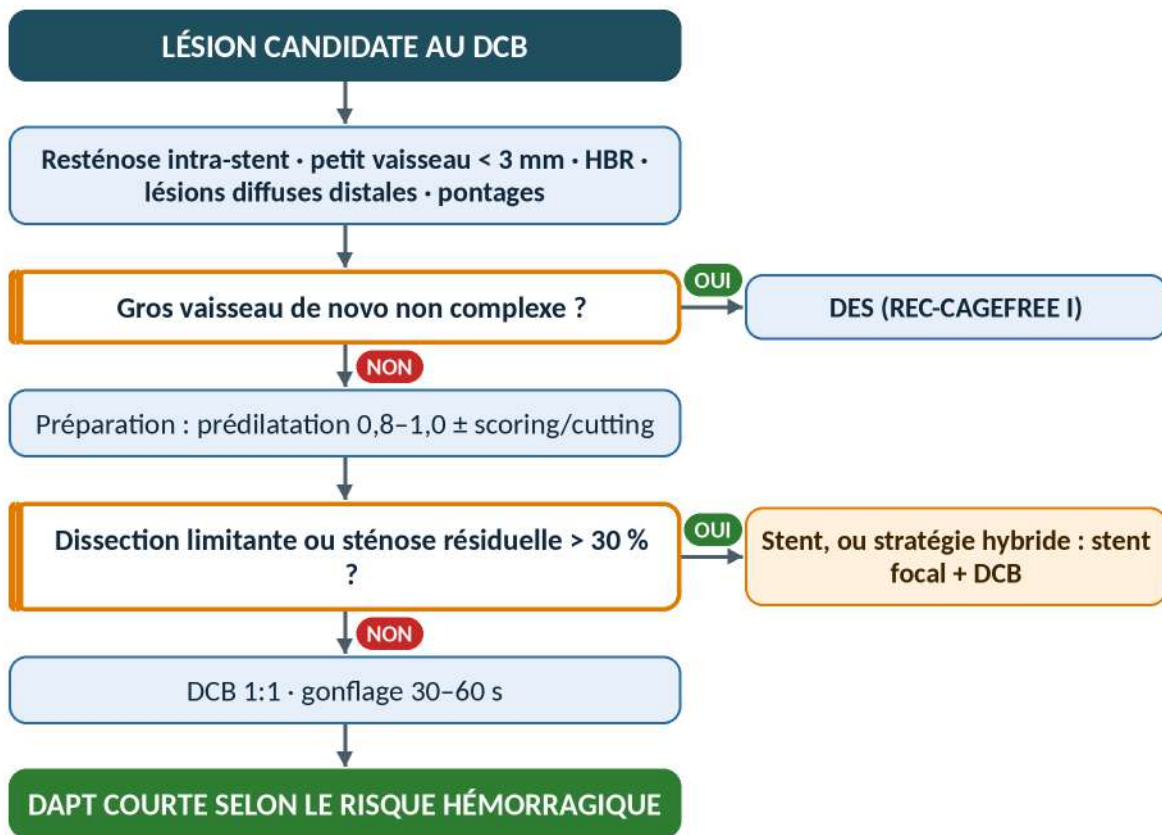


Figure 13 — Algorithme — ballons actifs (DCB)

Points de vigilance

- La sous-expansion du stent, souvent méconnue en angiographie seule, est la première cause corrigible de resténose et de thrombose de stent
- Ne jamais négliger une dissection de bord significative ($> 60^\circ$) visible en imagerie intracoronaire
- Éviter le chevauchement excessif de plusieurs stents, source de resténose et de complexité en cas de nouvelle intervention
- La conversion d'une stratégie provisoire vers une stratégie à 2 stents doit rester une option de sauvetage anticipée, non un aveu d'échec
- Le choix d'un stent à DAPT courte ne dispense pas d'une évaluation individuelle du risque ischémique résiduel avant raccourcissement de la bithérapie

Gestion des complications

La thrombose de stent, classée en aiguë (< 24 h), subaiguë (24h-30j), tardive (30j-1an) et très tardive (> 1 an), impose une coronarographie en urgence et une réévaluation de l'observance et de la puissance du traitement antiplaquettaire. La resténose intra-stent est explorée par imagerie intracoronaire pour distinguer sous-expansion (nécessitant une post-dilatation ou un nouveau stent) et hyperplasie néo-intimale (pouvant relever d'un ballon actif ou d'un nouveau DES selon les recommandations en vigueur).

Références bibliographiques

1. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3415-3537.
2. Ali ZA, Landmesser U, Maehara A, et al. Optical coherence tomography-guided versus angiography-guided PCI (ILUMIEN IV). *N Engl J Med*. 2023;389(16):1466-1476.
3. Holm NR, Andreasen LN, Neghabat O, et al. OCT or angiography guidance for PCI in complex bifurcation lesions (OCTOBER). *N Engl J Med*. 2023;389(16):1477-1487.
4. Lee JM, Choi KH, Song YB, et al. Intravascular imaging-guided or angiography-guided complex PCI (RENOVATE-COMPLEX-PCI). *N Engl J Med*. 2023;388(18):1668-1679.
5. Chen SL, Zhang JJ, Han Y, et al. Double kissing crush versus provisional stenting for left main distal bifurcation lesions: DKCRUSH-V randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(21):2605-2617.
6. Chen X, Li X, Zhang JJ, et al. 3-year outcomes of the DKCRUSH-V trial. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(19):1927-1937.
7. Burzotta F, Lassen JF, Louvard Y, et al. European Bifurcation Club consensus document on percutaneous treatment of left main bifurcation lesions. *EuroIntervention*. 2018;14(1):112-120.
8. Ellis SG, Kereiakes DJ, Metzger DC, et al. Everolimus-eluting bioresorbable scaffolds for coronary artery disease (ABSORB III). *N Engl J Med*. 2015;373(20):1905-1915.
9. Byrne RA, Joner M, Kastrati A. Stent thrombosis and restenosis: what have we learned and where are we going? *Eur Heart J*. 2015;36(47):3320-3331.
10. Urban P, Meredith IT, Abizaid A, et al. Polymer-free drug-coated coronary stents in patients at high bleeding risk (LEADERS FREE). *N Engl J Med*. 2015;373(21):2038-2047.
11. Windecker S, Latib A, Kedhi E, et al. Polymer-based or polymer-free stents in patients at high bleeding risk (Onyx ONE). *N Engl J Med*. 2020;382(13):1208-1218.
12. Valgimigli M, Frigoli E, Heg D, et al. Dual antiplatelet therapy after PCI in patients at high bleeding risk (MASTER DAPT). *N Engl J Med*. 2021;385(18):1643-1655.
13. Yeh RW, Shlofmitz R, Moses J, et al. Paclitaxel-coated balloon vs uncoated balloon for coronary in-stent restenosis: the AGENT IDE randomized clinical trial. *JAMA*. 2024;331(12):1015-1024.
14. Jeger RV, Farah A, Ohlow MA, et al. Long-term efficacy and safety of drug-coated balloons versus drug-eluting stents for small coronary artery disease (BASKET-SMALL 2): 3-year follow-up. *Lancet*. 2020;396(10261):1504-1510.
15. Cortese B, Testa G, Rivero F, Enriquez A, Alfonso F. Long-term outcome of drug-coated balloon vs drug-eluting stent for small coronary vessels: PICCOLETO-II 3-year follow-up. *J Am Coll Cardiol Interv*. 2023;16(9):1054-1061.
16. Jeger RV, Eccleshall S, Wan Ahmad WA, et al. Drug-coated balloons for coronary artery disease: third report of the International DCB Consensus Group. *J Am Coll Cardiol Interv*. 2020;13(12):1391-1402.
17. Gao C, He X, Ouyang F, et al. Drug-coated balloon angioplasty with rescue stenting versus intended stenting for the treatment of patients with de novo coronary artery lesions (REC-CAGEFREE I): an open-label, randomised, non-inferiority trial. *Lancet*. 2024;404(10457):1040-1050.
18. Lin L, Lu W, Wang X, et al. Short-term outcomes of drug-coated balloon versus drug-eluting stent for de novo saphenous vein graft lesions in coronary heart disease. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:982880.
19. Aikawa T, Yamaji K, Kuno T, Kohsaka S, Ishii H, Matsue Y, et al. 1-year outcomes of drug-coated balloon angioplasty versus drug-eluting stent for coronary artery bypass graft lesions. *JACC Cardiovasc Interv*. 2026;19(18):2429-40. doi:10.1016/j.jcin.2026.06.023
20. Macaya-Ten F, Gonzalo N. Drug-coated balloon PCI for bypass graft lesions. *JACC Cardiovasc Interv*. 2026;19(18):2441-3. doi:10.1016/j.jcin.2026.06.035

Partie III — Procédures coronaires

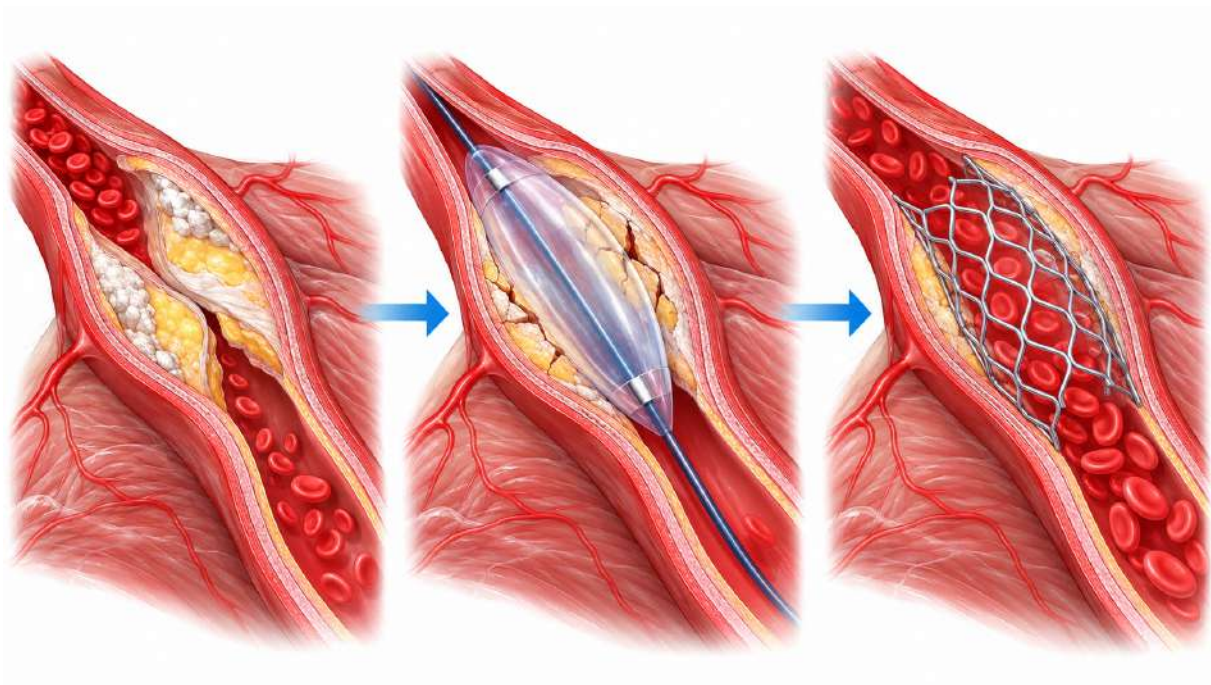


Figure 14 — *De la sténose au stent : lésion athéromateuse, dilatation au ballon, stent implanté*

Chapitre 7 — Angioplastie primaire dans le SCA ST+

Contexte et niveau de preuve

Au-delà du traitement de la lésion coupable, la prise en charge procédurale du SCA ST+ a été profondément renouvelée par les données récentes sur la revascularisation complète, l'aspiration du thrombus et la stratégie en cas de choc cardiogénique. Environ la moitié des patients présentant un SCA ST+ ont une maladie coronaire multitrunculaire associée, justifiant une réflexion systématique sur le traitement des lésions non coupables.

Indications / situations d'application

Tableau 13 — Indications et niveaux de recommandation — Angioplastie primaire dans le SCA ST+

	Situation	Classe
✓	Traitement de la lésion coupable en priorité absolue lors de l'angioplastie primaire	I, A
✓	Revascularisation complète des lésions non coupables significatives chez le patient hémodynamiquement stable, pendant la procédure index ou dans les 45 jours	I, A
✗	Coronarographie immédiate systématique chez le patient ressuscité d'un arrêt cardiaque sans sus-décalage ST et hémodynamiquement stable	III, A
✗	Aspiration systématique du thrombus (essai TOTAL)	III, A
✗	Revascularisation systématique des lésions non coupables en cas de choc cardiogénique (essai CULPRIT-SHOCK)	III, B

Conduite pratique du geste

1. Traiter en priorité la lésion coupable identifiée par l'ECG et confirmée à la coronarographie
2. Évaluer l'ensemble de l'arbre coronaire pour rechercher une maladie multitrunculaire associée (sténose angiographique $\geq 70\%$)
3. Chez le patient hémodynamiquement stable avec maladie multitrunculaire, planifier une revascularisation complète, pendant la procédure index ou dans un second temps sous 45 jours selon la faisabilité technique et le contexte (volume de contraste, durée de procédure, disponibilité)
4. En cas de choc cardiogénique, se limiter à la lésion coupable ; ne pas traiter les lésions non coupables au même temps sauf instabilité imputable à une autre lésion critique
5. Ne pas recourir à l'aspiration systématique du thrombus, réservée aux situations de charge thrombotique majeure avec no-reflow au ballon seul
6. Chez le patient ressuscité d'un arrêt cardiaque sans sus-décalage ST, différer la coronarographie et stabiliser en soins intensifs plutôt que réaliser un geste invasif immédiat systématique

Points de vigilance

- La décision de revascularisation complète doit être individualisée : elle ne s'applique qu'aux patients hémodynamiquement stables avec sténoses angiographiquement significatives

- Le moment de traitement des lésions non coupables (immédiat vs différé) n'a pas montré de différence de pronostic dans les grands essais randomisés (COMPLETE, MULTISTARS AMI) : le choix doit tenir compte du contexte local
- Ne pas confondre une lésion non coupable significative avec une lésion incertaine (40-70 %) : une évaluation fonctionnelle (FFR) peut être utile hors contexte aigu
- La revascularisation en cas de choc cardiogénique reste un domaine en évolution ; certains sous-groupes pourraient bénéficier d'une approche plus complète, sans preuve robuste actuelle

Gestion des complications

Le no-reflow angiographique après désobstruction de la lésion coupable justifie l'administration intracoronaire d'un vasodilatateur (adénosine, vérapamil, nitroprussiate) plutôt qu'une aspiration mécanique systématique. En cas de choc cardiogénique réfractaire, une assistance circulatoire mécanique peut être discutée en complément de la revascularisation de la lésion coupable, selon les critères de l'essai DanGer Shock (cf. Chapitre 16) et le pronostic global du patient.

Algorithme décisionnel

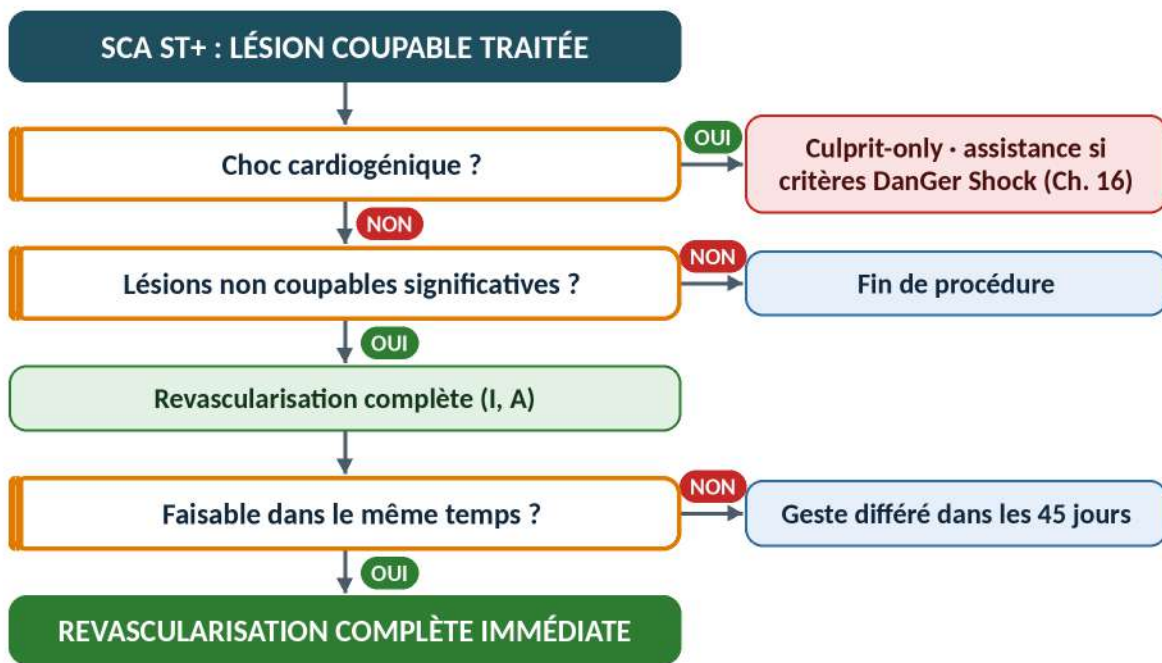


Figure 15 — Algorithme — angioplastie primaire dans le SCA ST+

Références bibliographiques

1. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. Eur Heart J. 2023;44(38):3720-3826.
2. Mehta SR, Wood DA, Storey RF, et al. Complete revascularization with multivessel PCI for myocardial infarction (COMPLETE). N Engl J Med. 2019;381(15):1411-1421.
3. Stähli BE, Varbella F, Linke A, et al. Timing of complete revascularization with multivessel PCI for myocardial infarction (MULTISTARS AMI). N Engl J Med. 2023;389(15):1368-1379.
4. Diletti R, den Dekker WK, Bennett J, et al. Immediate versus staged complete revascularisation in patients presenting with acute coronary syndrome and multivessel disease (BIOVASC). Lancet. 2023;401(10383):1172-1182.

5. Thiele H, Akin I, Sandri M, et al. PCI strategies in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock (CULPRIT-SHOCK). *N Engl J Med*. 2017;377(25):2419-2432.
6. Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, et al. Randomized trial of primary PCI with or without routine manual thrombectomy (TOTAL). *N Engl J Med*. 2015;372(15):1389-1398.
7. Desch S, Freund A, Akin I, et al. Angiography after out-of-hospital cardiac arrest without ST-segment elevation (TOMAHAWK). *N Engl J Med*. 2021;385(27):2544-2553.

Chapitre 8 — Angioplastie dans le SCA non-ST+ et l'angor instable

Contexte et niveau de preuve

Au-delà de la stratification du risque et du délai de coronarographie (cf. Chapitre 2), la conduite procédurale du SCA non-ST+ pose des questions spécifiques : le moment optimal d'administration du traitement antiplaquettaire P2Y12, l'identification de la lésion coupable lorsque plusieurs sténoses coexistent, et l'extension de la revascularisation complète — validée dans le SCA ST+ — à cette population. Les recommandations ESC 2023, qui unifient pour la première fois la prise en charge du SCA ST+ et non-ST+, ont notablement révisé la position sur le prétraitement antiplaquettaire, s'écartant d'une pratique auparavant répandue.

Indications / situations d'application

Tableau 14 — Indications et niveaux de recommandation — Angioplastie dans le SCA non-ST+ et l'angor instable

	Situation	Classe
✓	Revascularisation complète des lésions non coupables significatives chez le patient stable avec maladie multitronculaire	I, A
⚠	Prétraitement par P2Y12 envisageable si stratégie invasive différée (>24h) ou conservatrice, sans haut risque hémorragique	IIb, C
⚠	Imagerie intracoronaire (OCT) ou évaluation fonctionnelle (FFR/iFR) en cas de lésion coupable non évidente	IIa, C
✗	Prétraitement systématique par P2Y12 lorsque l'anatomie coronaire est inconnue et qu'une stratégie invasive précoce (<24h) est prévue	III, A

Conduite pratique du geste

1. Ne pas administrer de P2Y12 en prétraitement systématique si une stratégie invasive précoce est prévue et que l'anatomie coronaire est inconnue
2. Réserver le prétraitement aux patients pour lesquels une stratégie invasive différée ou conservatrice est anticipée, en l'absence de haut risque hémorragique
3. À la coronarographie, rechercher une corrélation entre le territoire électrique/échographique et la lésion angiographique pour identifier la lésion coupable
4. En cas de lésion coupable non évidente (plusieurs sténoses de sévérité similaire), recourir à l'imagerie intracoronaire (OCT, à la recherche d'une rupture ou érosion de plaque) ou à une évaluation fonctionnelle (FFR/iFR) des lésions litigieuses
5. Chez le patient présentant une maladie multitronculaire associée, appliquer les mêmes principes de revascularisation complète que dans le SCA ST+ (classe I, A)
6. Éliminer un diagnostic différentiel (MINOCA, myocardite, syndrome de Takotsubo) en l'absence de lésion coupable identifiable malgré une coronarographie normale ou subnormale

Points de vigilance

- Le prétraitement systématique par P2Y12, longtemps pratiqué par habitude, expose à un excès de saignement sans bénéfice ischémique démontré (essai ACCOAST) lorsque l'anatomie n'est pas connue
- Ne pas se précipiter vers le traitement de la première sténose venue sans corrélation clinique, au risque de traiter une lésion non responsable du tableau aigu

- En cas de SCA traité par angioplastie, le prasugrel doit être préféré au ticagrelor (essai ISAR-REACT 5 ; ESC 2023, classe IIa, B), en l'absence de contre-indication (antécédent d'AVC, âge ≥ 75 ans ou poids < 60 kg imposant une adaptation)
- Une coronarographie normale ou quasi normale chez un patient présentant un tableau de SCA non-ST+ doit faire rechercher activement un diagnostic différentiel (MINOCA) avant de conclure à tort à une origine non coronarienne

Algorithme décisionnel

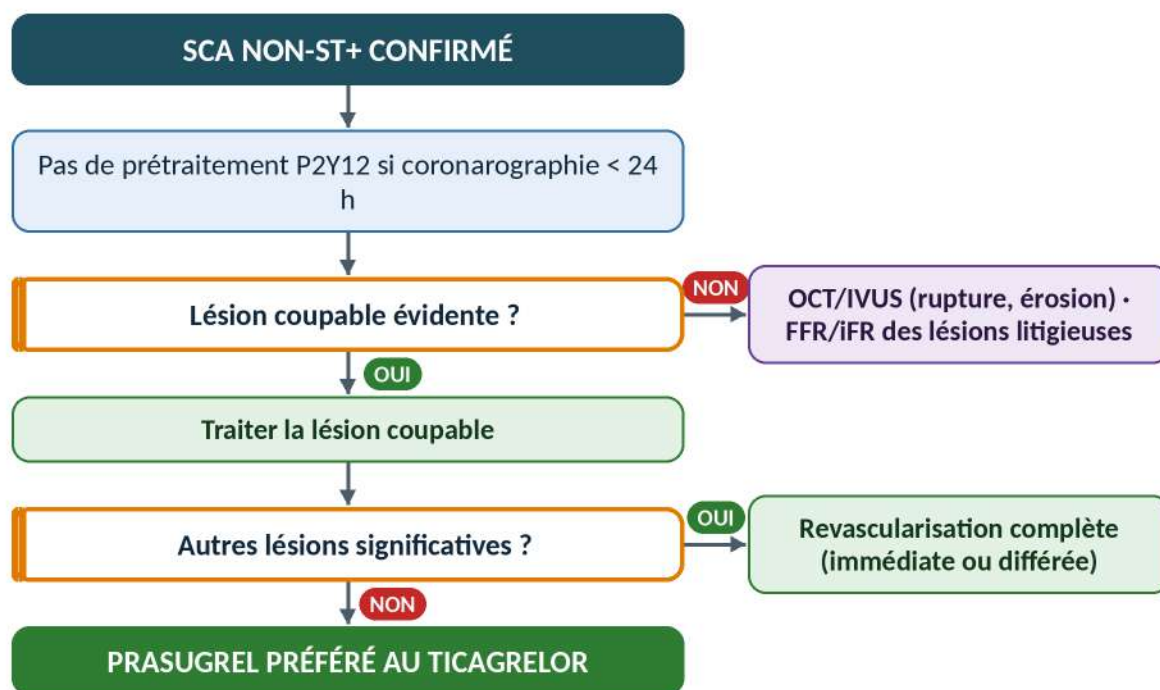


Figure 16 — Algorithme — angioplastie dans le SCA non-ST+

Références bibliographiques

1. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. Eur Heart J. 2023;44(38):3720-3826.
2. Montalescot G, Bolognese L, Dudek D, et al. Pretreatment with prasugrel in non-ST-segment elevation acute coronary syndromes (ACCOAST). N Engl J Med. 2013;369(11):999-1010.
3. Schüpke S, Neumann FJ, Menichelli M, et al. Ticagrelor or prasugrel in patients with acute coronary syndromes (ISAR-REACT 5). N Engl J Med. 2019;381(16):1524-1534.
4. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. Eur Heart J. 2019;40(2):87-165.

Chapitre 9 — Angioplastie du tronc commun gauche

Contexte et niveau de preuve

La revascularisation du tronc commun gauche a fait l'objet d'une controverse scientifique majeure à la suite des résultats à 5 ans de l'essai EXCEL, qui ont montré un excès de mortalité toutes causes avec la PCI par rapport au pontage (CABG), conduisant l'EACTS à retirer son soutien au chapitre correspondant des recommandations ESC/EACTS 2018. Une réévaluation conjointe ESC/EACTS, s'appuyant sur une méta-analyse indépendante n'ayant pas confirmé de différence de mortalité significative à 5 ans, a abouti à une révision des recommandations dans les lignes directrices 2024 sur les syndromes coronariens chroniques : le pontage reste la stratégie globalement préférée, mais la PCI est une alternative de classe I, A lorsque la complexité anatomique est faible ($\text{SYNTAX} \leq 22$) et de classe IIa entre 23 et 32.

Indications / situations d'application

Tableau 15 — Indications et niveaux de recommandation — Angioplastie du tronc commun gauche

	Situation	Classe
✓	Pontage (CABG) comme stratégie de revascularisation globalement préférée chez le patient à bas risque chirurgical	I, A
✓	Discussion en Heart Team systématique avant toute décision ; pas de PCI ad hoc si CABG et PCI sont également recommandées	I, C
✓	IVUS systématique pour guider et optimiser toute PCI du tronc commun (l'OCT est inadaptée à l'ostium et au tronc)	I, A
✓	PCI en alternative au pontage si $\text{SYNTAX} \leq 22$ et revascularisation complète équivalente réalisable (ESC 2024)	I, A
⚠	PCI à considérer si $\text{SYNTAX} 23\text{--}32$ et revascularisation complète équivalente réalisable	IIa, A
✗	PCI du tronc commun sans IVUS, ou sans discussion Heart Team préalable, en dehors de l'urgence vitale	III

Démarche décisionnelle

1. Calculer systématiquement le score SYNTAX pour quantifier la complexité anatomique de l'atteinte du tronc commun et des lésions associées
2. Évaluer le risque chirurgical par un score validé (STS) plutôt que par le seul jugement clinique
3. $\text{SYNTAX} > 32$: pontage. $\text{SYNTAX} 23\text{--}32$: pontage préféré, PCI envisageable (IIa). $\text{SYNTAX} \leq 22$: PCI et pontage sont deux options de classe I, A, le choix étant partagé avec le patient
4. Ne retenir la PCI que si une revascularisation complète équivalente à la chirurgie est réalisable par voie percutanée ; chez le patient à risque chirurgical prohibitif, la PCI est discutée en Heart Team quelle que soit la complexité
5. Impliquer systématiquement le patient dans la décision partagée, en particulier lorsque les deux options sont recommandées de façon équivalente
6. En cas de PCI retenue, recourir systématiquement à l'IVUS (avant et après stenting) et adapter la technique de stenting à l'atteinte ou non de la bifurcation distale (cf. Chapitre 6)

Points de vigilance

- Ne jamais décider d'une PCI du tronc commun en dehors d'une discussion Heart Team documentée, sauf urgence vitale
- **Règle simple à retenir : pas de tronc commun sans IVUS** — l'IVUS n'est pas une option parmi d'autres mais un préalable systématique à toute PCI du tronc commun, pour le dimensionnement comme pour l'optimisation ; en urgence vitale, il est réalisé dès que l'état hémodynamique le permet, au minimum pour le contrôle final
- La classification de la controverse EXCEL/NOBLE illustre l'importance de la définition retenue pour l'infarctus périprocédural dans l'interprétation des essais de revascularisation
- Une atteinte associée de la bifurcation distale (IVA/circonflexe) complexifie significativement le geste et doit être anticipée dans le choix de la stratégie (cf. algorithme de bifurcation, Chapitre 6)
- Le score STS, bien que largement utilisé, ne remplace pas le jugement clinique global de l'équipe (fragilité, comorbidités non capturées par le score)

Algorithme décisionnel

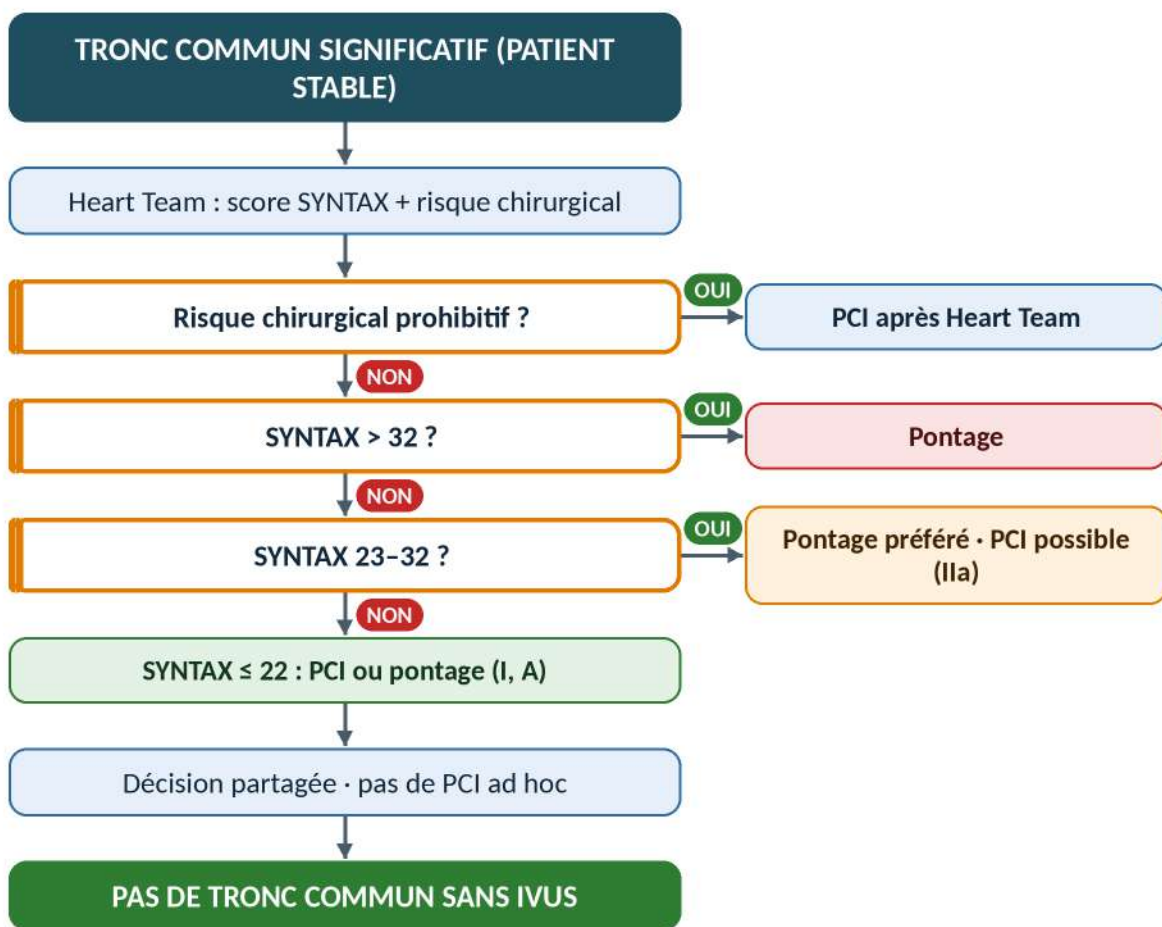


Figure 17 — Algorithme — revascularisation du tronc commun gauche

Références bibliographiques

1. Stone GW, Kappetein AP, Sabik JF, et al. Five-year outcomes after PCI or CABG for left main coronary disease (EXCEL). *N Engl J Med*. 2019;381(19):1820-1830.
2. Holm NR, Mäkilä T, Lindsay MM, et al. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting for unprotected left main stenosis: 5-year outcomes (NOBLE). *Lancet*. 2020;395(10219):191-199.

3. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3415-3537.
4. Head SJ, Milojevic M, Daemen J, et al. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: a pooled analysis of individual patient data. *Lancet*. 2018;391(10124):939-948.

Chapitre 10 — Physiologie coronaire : FFR, iFR et QFR

Contexte et niveau de preuve

L'estimation visuelle du degré de sténose en angiographie est notoirement imprécise pour les lésions intermédiaires (40 à 90 % en diamètre). L'évaluation fonctionnelle par fil de pression (FFR sous hyperémie, ou indices de repos tels que l'iFR) permet d'objectiver le retentissement hémodynamique réel d'une sténose et de guider la décision de revascularisation, avec un bénéfice clinique démontré par rapport à la seule angiographie (essais FAME et FAME 2). Les indices de repos (iFR, RFR, DFR), plus rapides et sans besoin d'hyperémie pharmacologique, ont démontré une non-infériorité par rapport au FFR (essais DEFINE-FLAIR et iFR-SWEDEHEART) et sont aujourd'hui considérés comme équivalents dans les recommandations.

Dans le syndrome coronarien chronique, le réflexe consistant à traiter toute sténose jugée « serrée » à l'œil nu reste répandu, alors que les données disponibles vont dans le sens inverse : l'essai ORBITA n'a pas montré de bénéfice symptomatique de la PCI guidée par l'angiographie seule sur un critère d'effort objectif face à une procédure simulée, et l'essai ISCHEMIA n'a pas montré de réduction des événements cardiovasculaires d'une stratégie invasive systématique par rapport au traitement médical optimal chez des patients stables, y compris en présence d'ischémie significative. Associées aux données de FAME 2, ces études convergent vers un message simple : en dehors de l'urgence, une angioplastie guidée par la seule angiographie dans le syndrome coronarien chronique expose le patient aux risques procéduraux et au risque de thrombose/resténose du stent sans bénéfice clinique garanti si la sténose n'est pas confirmée hémodynamiquement significative.

Indications / situations d'application

Tableau 16 — Indications et niveaux de recommandation — Physiologie coronaire : FFR, iFR et QFR

	Situation	Classe
✓	FFR ou iFR (ou indice de repos équivalent) pour guider la décision de revascularisation sur une sténose angiographiquement intermédiaire	I, A
✓	Différer la revascularisation d'une lésion avec FFR > 0,80 ou iFR > 0,89 (sécurité démontrée à long terme)	I, A
⚠	QFR (dérivé de l'angiographie, sans fil de pression) en alternative lorsque l'évaluation invasive n'est pas réalisable	IIa, B
⚠	Évaluation de la réserve coronaire (CFR) et de la résistance microvasculaire (IMR) en cas de suspicion de dysfonction microvasculaire (angor à coronaires non obstructives)	IIa, B
✗	Angioplastie d'une sténose jugée significative sur la seule estimation visuelle en angiographie, dans le syndrome coronarien chronique, sans confirmation fonctionnelle (FFR/iFR) : les données actuelles indiquent qu'une telle stratégie peut exposer le patient à un risque procédural sans bénéfice clinique démontré	III

Repères techniques

1. FFR : rapport de pression distale/aortique sous hyperémie maximale (adénosine IV ou intracoronaire) ; seuil de significativité $\leq 0,80$
2. iFR (et indices de repos apparentés RFR, DFR) : mesure en diastole sans hyperémie ; seuil de significativité $\leq 0,89$

3. QFR : calcul de la FFR à partir de la reconstruction 3D de l'angiographie coronaire, sans fil de pression ni hyperémie ; alternative validée (FAVOR III China) lorsque l'évaluation par fil de pression n'est pas réalisable, et non substitut d'économie
4. Pull-back manuel ou automatisé pour cartographier une atteinte diffuse ou des lésions tandem et distinguer la contribution de chaque segment
5. CFR (réserve de flux coronaire) et IMR (index de résistance microvasculaire) pour l'exploration spécifique de la microcirculation, en particulier dans l'angor à coronaires non obstructives (ANOCA/INOCA)

Points de vigilance

- Une hyperémie sous-optimale (dose insuffisante d'adénosine, voie d'administration inadaptée) peut faussement rassurer sur une lésion significative
- La dysfonction microvasculaire (diabète, hypertrophie ventriculaire gauche, infarctus ancien) peut modifier l'interprétation du FFR indépendamment de la sténose épicaudique
- Le dérive (drift) du capteur de pression doit être systématiquement vérifié en fin de procédure
- En phase aiguë de SCA, la physiologie des lésions non coupables peut être transitoirement altérée par la vasoconstriction et l'inflammation ; une évaluation différée est parfois préférable à une évaluation immédiate

Algorithme décisionnel

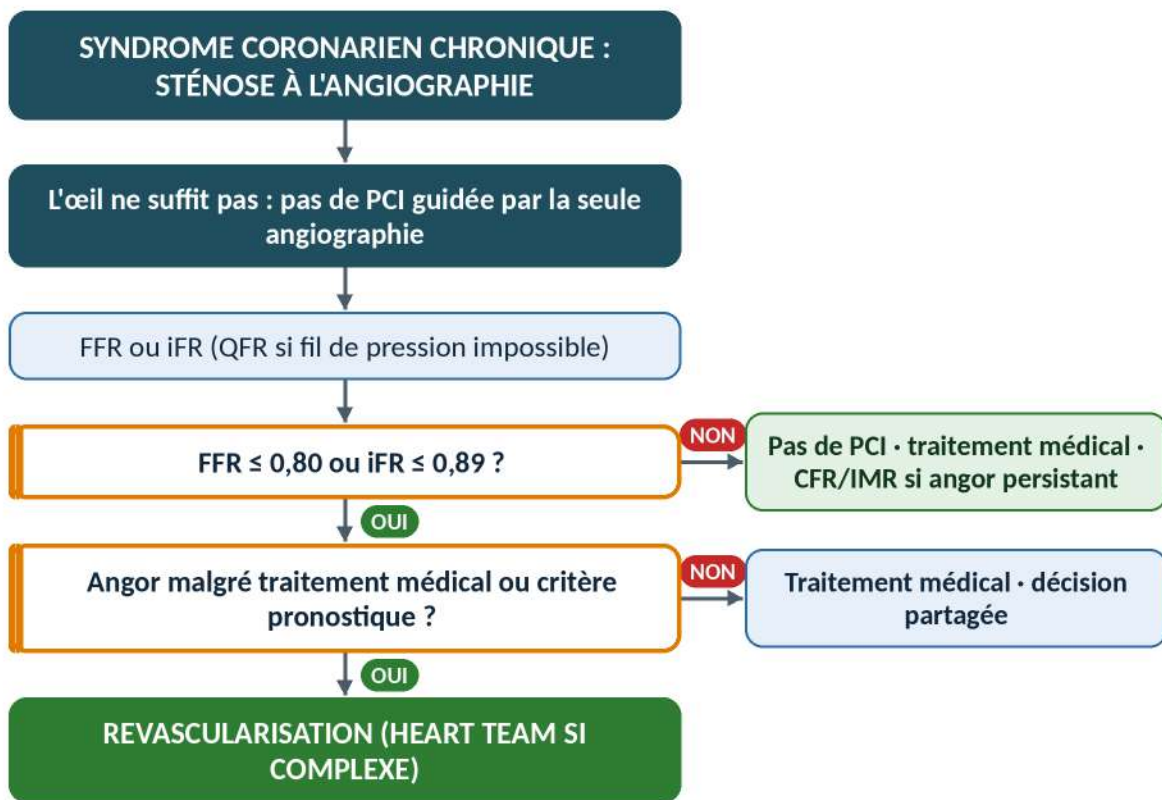


Figure 18 — Algorithme — physiologie coronaire dans le syndrome coronarien chronique

Références bibliographiques

1. De Bruyne B, Pijls NH, Kalesan B, et al. Fractional flow reserve-guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease (FAME 2). *N Engl J Med*. 2012;367(11):991-1001.

2. Davies JE, Sen S, Dehbi HM, et al. Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI (DEFINE-FLAIR). *N Engl J Med*. 2017;376(19):1824-1834.
3. Götberg M, Christiansen EH, Gudmundsdottir IJ, et al. Instantaneous wave-free ratio versus fractional flow reserve to guide PCI (iFR-SWEDEHEART). *N Engl J Med*. 2017;376(19):1813-1823.
4. Xu B, Tu S, Song L, et al. Angiographic quantitative flow ratio-guided coronary intervention (FAVOR III China). *Lancet*. 2021;398(10317):2149-2159.
5. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3415-3537.
6. Al-Lamee R, Thompson D, Dehbi HM, et al. Percutaneous coronary intervention in stable angina (ORBITA): a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet*. 2018;391(10115):31-40.
7. Maron DJ, Hochman JS, Reynolds HR, et al. Initial invasive or conservative strategy for stable coronary disease (ISCHEMIA). *N Engl J Med*. 2020;382(15):1395-1407.

Chapitre 11 — Imagerie intracoronaire : IVUS et OCT

Contexte et niveau de preuve

L'échographie endocoronaire (IVUS) et la tomographie par cohérence optique (OCT) permettent de dépasser les limites bien documentées de l'angiographie seule — projection bidimensionnelle d'une structure tridimensionnelle, incapacité à caractériser la composition de la paroi vasculaire. Une actualisation majeure des recommandations européennes (ESC 2024, syndromes coronariens chroniques) a rehaussé l'imagerie intracoronaire de la classe IIa à la classe I, niveau A, pour guider l'angioplastie des lésions complexes, sur la base d'essais randomisés récents (RENOVATE-COMPLEX-PCI, OCTOBER, ILUMIEN IV) déjà présentés au Chapitre 6. Le consensus d'experts de l'EAPCI, publié en deux volets (2018 pour l'optimisation procédurale, 2019 pour les syndromes coronariens aigus et les situations angiographiquement ambiguës), reste le document de référence européen le plus complet sur le sujet. Du côté américain, la synthèse de l'état de l'art publiée par l'American College of Cardiology fait référence, dans un contexte où l'adoption de l'imagerie intracoronaire demeure historiquement plus faible qu'en Asie ou en Europe malgré des données probantes concordantes.

IVUS et OCT : deux technologies complémentaires

L'IVUS utilise les ultrasons, qui traversent le sang et pénètrent profondément dans la paroi vasculaire (jusqu'à environ 10 mm), au prix d'une résolution axiale limitée (100-150 μm) insuffisante pour distinguer les structures fines telles qu'une chape fibreuse. L'OCT utilise une lumière proche infrarouge dont la résolution est nettement supérieure (10-20 μm), au prix d'une pénétration tissulaire limitée (1-2 mm) et de la nécessité de purger transitoirement le sang de la lumière artérielle (flush au sérum ou au contraste) pour acquérir l'image, ce qui la rend inadaptée en cas d'insuffisance rénale sévère ou de vaisseau de très gros calibre.

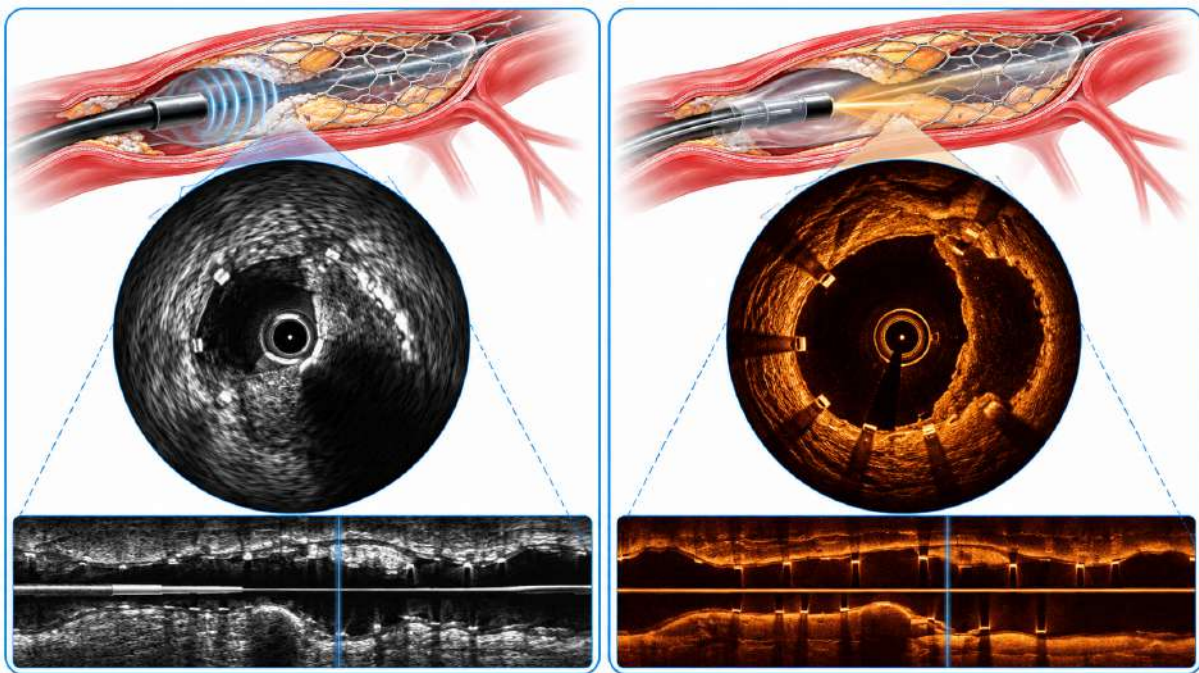


Figure 19 — IVUS (à gauche) et OCT (à droite) : même segment stenté en coupe transversale et en vue longitudinale

Tableau 17 — *IVUS et OCT : comparaison pratique des deux techniques*

Critère	IVUS	OCT
Principe physique	Ultrasons (20–60 MHz)	Lumière proche infrarouge ($\approx 1\,300\text{ nm}$)
Résolution axiale	100–150 μm ($\approx 40\text{ }\mu\text{m}$ en haute définition)	10–20 μm
Pénétration tissulaire	5–10 mm : paroi entière visible	1–2 mm : limitée par la plaque lipidique
Purge du sang	Non nécessaire	Indispensable (contraste ou sérum à chaque acquisition)
Limite externe (EEM)	Visible, y compris sous plaque épaisse	Souvent masquée par une plaque lipidique ou épaisse
Calcium	Arc mesurable ; épaisseur non mesurable (cône d'ombre)	Arc, épaisseur et longueur mesurables
Chape fibreuse, thrombus, érosion	Caractérisation limitée	Chape fine ($< 65\text{ }\mu\text{m}$), érosion, thrombus rouge ou blanc identifiables
Apposition et couverture des mailles	Évaluation correcte	Évaluation fine, maille par maille
Dimensionnement du stent	Sur l'EEM (moyenne des diamètres, arrondie à la taille inférieure)	Sur l'EEM si visible ; sinon sur la lumière (+ 0,25 à 0,5 mm)
Critère d'expansion (hors tronc commun)	Surface minimale du stent $> 5,5\text{ mm}^2$ ou $> 90\%$ de la référence distale	Surface minimale du stent $> 4,5\text{ mm}^2$ ou $> 90\%$ de la référence distale
Situations préférentielles	Tronc commun et lésions ostiales, gros vaisseaux, insuffisance rénale, CTO	SCA (mécanisme), calcium à préparer, échec de stent, bifurcations hors tronc
Limites principales	Résolution, artéfacts de l'anneau proximal, interprétation de la plaque	Ostium aorto-coronaire, vaisseaux $> 5\text{ mm}$, contraste supplémentaire, thrombus volumineux

Indications / situations d'application

Tableau 18 — Indications et niveaux de recommandation — Imagerie intracoronaire : IVUS et OCT

	Situation	Classe
✓	Imagerie intracoronaire (IVUS ou OCT) pour guider le stenting des lésions complexes : tronc commun (IVUS), bifurcations vraies, lésions longues, lésions calcifiées	I, A
✓	Imagerie intracoronaire systématique en cas d'échec de stent (thrombose ou resténose) pour en déterminer le mécanisme	I, C
⚠	IVUS préférentiel pour l'évaluation de la sévérité d'une sténose du tronc commun et le dimensionnement en cas d'insuffisance rénale	IIa, B
⚠	OCT préférentiel pour la caractérisation d'un mécanisme de SCA (rupture vs érosion de plaque) et l'évaluation fine de l'apposition du stent	IIa, B
✗	OCT en présence d'une insuffisance rénale sévère non dialysée ou d'un vaisseau trop large pour un flush efficace (nécessité d'injection de contraste supplémentaire)	III

Mesures et critères d'optimisation

1. Surface luminale minimale (MLA) : critère central de sévérité d'une sténose intermédiaire, en particulier au tronc commun (seuil habituel $< 6 \text{ mm}^2$ évocateur de sténose significative en IVUS)
2. Charge de plaque (plaque burden) et caractérisation du type de plaque (fibreuse, lipidique, calcifiée) pour orienter la préparation de lésion (cf. Chapitre 5)
3. Arc calcique et épaisseur du calcium (IVUS) pour la décision d'athérectomie ou de lithotripsie
4. Épaisseur de la chape fibreuse et présence d'un centre lipidique volumineux (OCT) pour l'identification d'une plaque à risque de rupture
5. Après implantation du stent : expansion (rapport à la surface de référence, cible $\geq 80 \%$), apposition complète des mailles, absence de dissection de bord significative ($> 60^\circ$ de circonférence ou $> 3 \text{ mm}$ de longueur)
6. En cas d'échec de stent : recherche systématique d'une sous-expansion, d'une malapposition tardive, d'une néo-athérosclérose ou d'une fracture de stent selon le contexte (resténose vs thrombose)

Points de vigilance

- L'OCT ne doit pas être utilisée en présence d'un thrombus volumineux, qui masque l'analyse de la paroi sous-jacente et peut être confondu avec du matériel de plaque
- Un flush insuffisant en OCT (purge incomplète du sang) dégrade la qualité d'image et peut conduire à une sous-estimation de la sévérité d'une lésion
- L'IVUS reste préférable à l'OCT pour l'évaluation du tronc commun en raison de son diamètre souvent supérieur à la profondeur de pénétration de l'OCT
- La courbe d'apprentissage de l'interprétation, plus que le coût du matériel, demeure le principal frein à l'adoption répandue de l'imagerie intracoronaire selon les experts des deux continents
- Le non-remboursement actuel des cathéters d'imagerie ne modifie pas les indications : l'imagerie intracoronaire est un standard de soins dont le GTCI demande la prise en charge (cf. Annexe B)
- Aucune des deux techniques ne remplace le jugement clinique global ; l'imagerie oriente la décision mais ne la détermine pas isolément

Gestion des complications spécifiques

Le passage du cathéon d'imagerie peut occasionnellement provoquer un spasme coronaire, résolutif après administration intracoronaire de nitrés, ou plus rarement une dissection localisée liée au guide ou au cathéter lui-même. La purge nécessaire à l'acquisition OCT peut transitoirement provoquer une ischémie ou des troubles du rythme, en particulier en cas d'injection prolongée ou de débit coronaire déjà compromis ; l'acquisition doit alors être interrompue sans délai.

Algorithme décisionnel

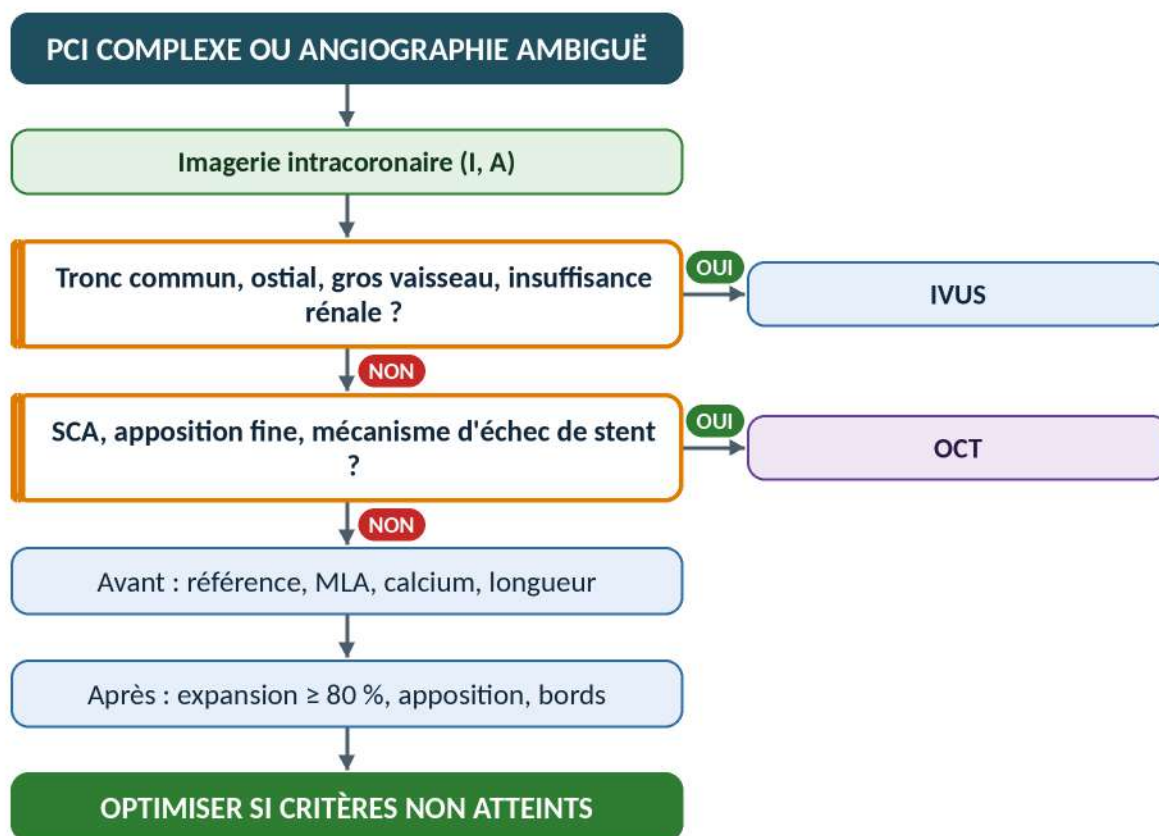


Figure 20 — Algorithme — choix et usage de l'imagerie intracoronaire

Références bibliographiques

1. Räber L, Mintz GS, Koskinas KC, et al. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. An EAPCI consensus document. *Eur Heart J*. 2018;39(35):3281-3300.
2. Johnson TW, Räber L, di Mario C, et al. Clinical use of intracoronary imaging. Part 2: acute coronary syndromes, ambiguous coronary angiography findings, and guiding interventional decision-making. *Eur Heart J*. 2019;40(31):2566-2584.
3. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3415-3537.
4. Truesdell AG, Alasnag MA, Kaul P, et al. Intravascular imaging during percutaneous coronary intervention: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2023;81(6):590-605.
5. Lee JM, Choi KH, Song YB, et al. Intravascular imaging-guided or angiography-guided complex PCI (RENOVATE-COMPLEX-PCI). *N Engl J Med*. 2023;388(18):1668-1679.
6. Holm NR, Andreasen LN, Neghabat O, et al. OCT or angiography guidance for PCI in complex bifurcation lesions (OCTOBER). *N Engl J Med*. 2023;389(16):1477-1487.

Partie IV — Structurel et valvulaire

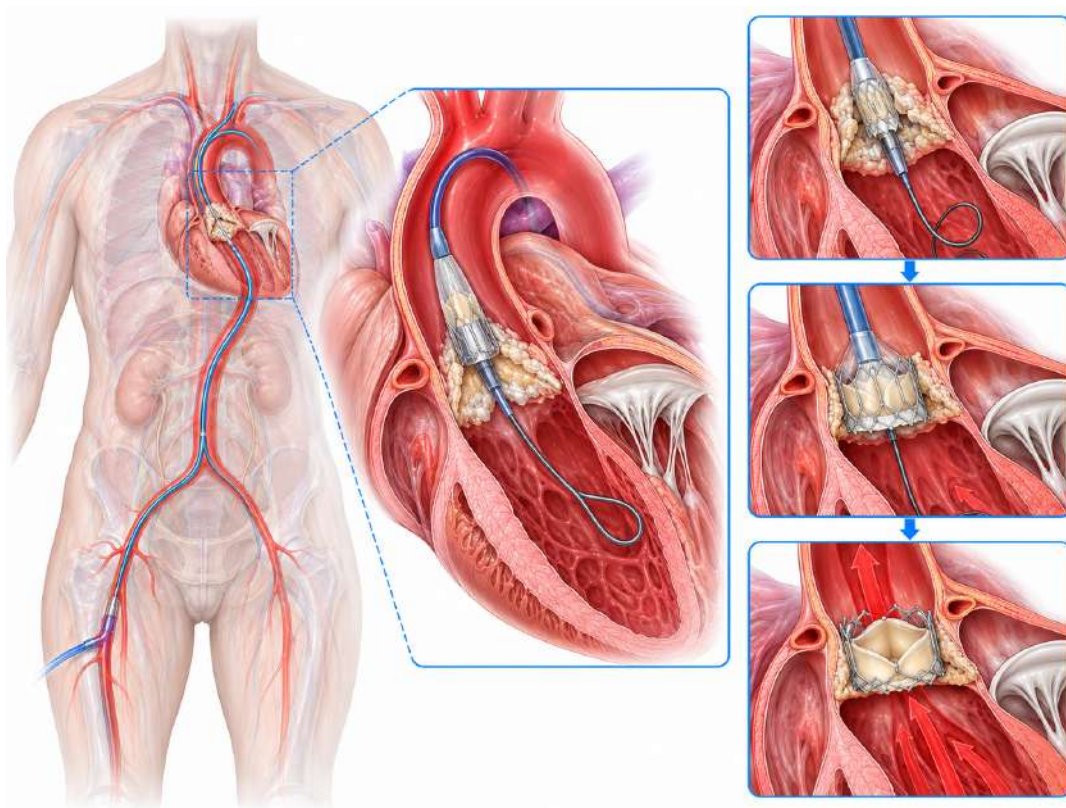


Figure 21 — Principe du TAVI transfémoral : trajet du système, franchissement de la valve calcifiée, déploiement, prothèse fonctionnelle

Chapitre 12 — Implantation valvulaire aortique par voie percutanée (TAVI)

Contexte et niveau de preuve

La TAVI, initialement réservée aux patients inopérables ou à haut risque chirurgical, s'est progressivement étendue aux patients à risque intermédiaire puis faible, à la suite des essais PARTNER 3 et Evolut Low Risk (2019), qui ont montré une non-infériorité, voire une supériorité, sur le critère composite à court et moyen terme par rapport à la chirurgie chez des patients à bas risque. Les recommandations ESC/EACTS 2025 sur les valvulopathies, qui actualisent la version 2021, et les recommandations américaines ACC/AHA 2020 convergent sur une approche fondée avant tout sur l'âge et l'espérance de vie plutôt que sur le seul score de risque chirurgical, tout en présentant des seuils d'âge légèrement différents entre les deux continents. Les recommandations européennes 2025 ont abaissé de 75 à 70 ans le seuil d'âge à partir duquel la TAVI est privilégiée chez le patient à valve tricuspidale.

Indications / situations d'application

Tableau 19 — Indications et niveaux de recommandation — Implantation valvulaire aortique par voie percutanée (TAVI)

	Situation	Classe
✓	TAVI chez le patient ≥ 70 ans avec RAC serré symptomatique sur valve tricuspidale et anatomie fémorale adaptée (ESC/EACTS 2025)	I, A
✓	Remplacement valvulaire chirurgical chez le patient < 70 ans à bas risque chirurgical (ESC/EACTS 2025)	I, B
✓	Décision partagée entre TAVI et SAVR chez le patient de 65-80 ans, selon anatomie, comorbidités et préférence (ACC/AHA 2020)	I, A
✓	Voie transfémorale privilégiée par rapport aux voies alternatives (trans-apicale, sous-clavière) chaque fois qu'anatomiquement réalisable	I, A
✗	TAVI hors Heart Team / Heart Valve Centre en dehors de l'urgence vitale	III

Conduite pratique du geste

1. Bilan pré-procédural systématique par angioscanner cardiaque et vasculaire pour le dimensionnement de la prothèse et l'évaluation des voies d'accès
2. Discussion systématique en Heart Team (ou Heart Valve Centre) intégrant cardiologue interventionnel, chirurgien cardiaque et imageur
3. Privilégier la voie transfémorale ; recourir à une voie alternative (trans-apicale, sous-clavière, carotidienne) uniquement si l'anatomie ilio-fémorale est défavorable
4. Positionner la prothèse sous guidage fluoroscopique et échocardiographique, avec attention particulière à la profondeur d'implantation (risque de trouble conducteur)
5. Évaluer le résultat immédiat par aortographie et échocardiographie (recherche de fuite paravalvulaire, position de la prothèse)
6. Surveiller le rythme cardiaque pendant au moins 24 à 48h à la recherche d'un trouble conducteur nécessitant un stimulateur cardiaque définitif

Points de vigilance

- Un dimensionnement inadéquat de la prothèse (sous- ou sur-dimensionnement) est le principal facteur de risque de fuite paravalvulaire significative et de complication vasculaire
- La proximité des ostia coronaires par rapport aux feuillets natifs doit être anticipée sur l'imagerie pré-procédurale (risque d'occlusion coronaire, rare mais gravissime)
- Les patients avec bloc de branche droit préexistant ou implantation profonde de la prothèse présentent un risque accru de trouble conducteur nécessitant un pacemaker
- Les patients de moins de 65 ans n'ont pas été inclus dans les grands essais randomisés ; les données de durabilité à très long terme restent limitées dans cette population

Gestion des complications

Les complications vasculaires liées à l'accès fémoral restent la complication la plus fréquente et justifient un repérage échographique ou tomodensitométrique systématique de la voie d'abord. Un trouble conducteur de haut degré (bloc atrio-ventriculaire complet) justifie l'implantation d'un stimulateur cardiaque définitif selon les critères habituels ; une fuite paravalvulaire modérée à sévère peut nécessiter une post-dilatation, l'implantation d'une valve dans la valve (valve-in-valve), voire une conversion chirurgicale dans de rares cas.

Algorithme décisionnel

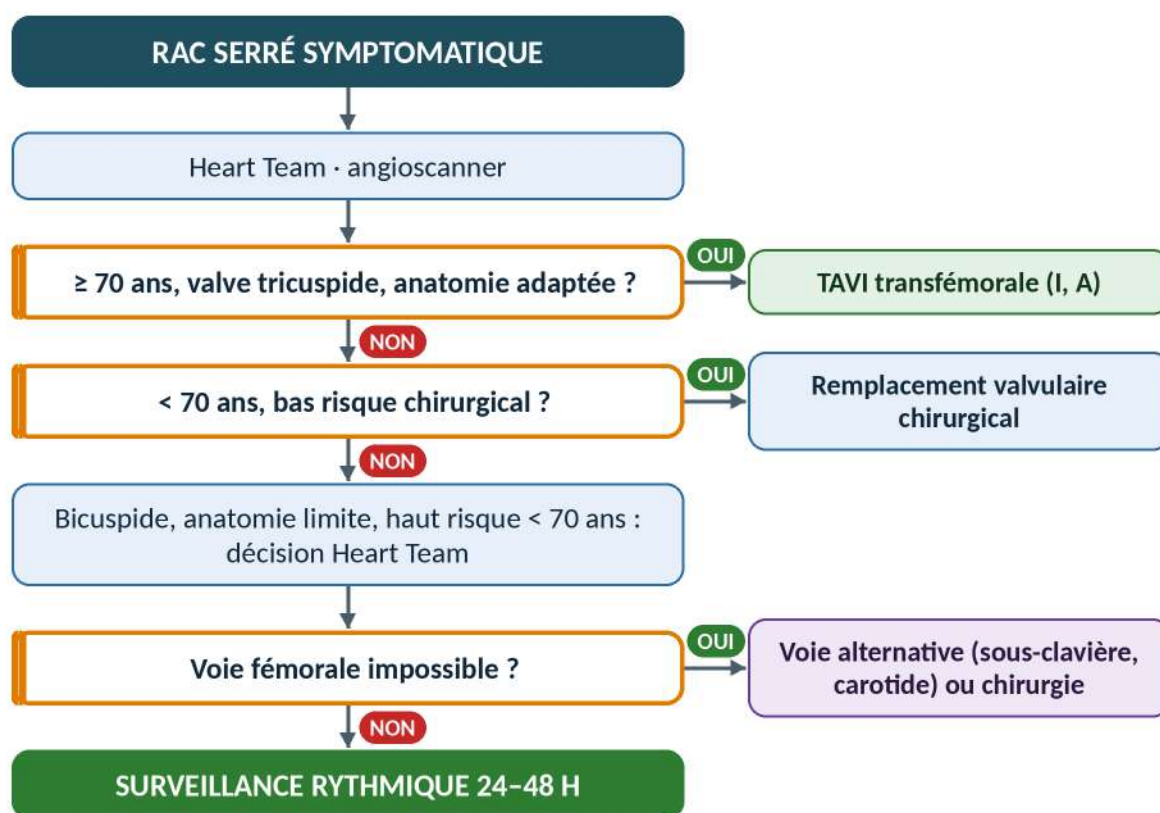


Figure 22 — Algorithme — TAVI

Références bibliographiques

1. Praz F, Borger MA, Lanz J, et al. 2025 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2025;46(44):4635-4736.

2. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the management of patients with valvular heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77(4):e25-e197.
3. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a balloon-expandable valve in low-risk patients (PARTNER 3). *N Engl J Med*. 2019;380(18):1695-1705.
4. Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding valve in low-risk patients (Evolut Low Risk). *N Engl J Med*. 2019;380(18):1706-1715.

Chapitre 13 — Fermetures percutanées : FOP, CIA et auricule gauche

Contexte et niveau de preuve

Trois procédures de fermeture percutanée partagent une même logique interventionnelle — accès veineux, guidage échographique, mise en place d'un dispositif d'occlusion — pour des indications très différentes : la communication interauriculaire (CIA) de type ostium secundum, le foramen ovale perméable (FOP) après AVC cryptogénique, et l'auricule gauche chez le patient en fibrillation atriale ne pouvant recevoir d'anticoagulation au long cours. La fermeture du FOP a connu une évolution notable depuis 2017, avec la publication convergente de plusieurs essais randomisés (RESPECT actualisé, CLOSE, REDUCE, DEFENSE-PFO) ayant démontré un bénéfice chez des patients soigneusement sélectionnés.

Indications / situations d'application

Tableau 20 — Indications et niveaux de recommandation — Fermetures percutanées : FOP, CIA et auricule gauche

	Situation	Classe
✓	Fermeture de CIA de type ostium secundum par voie percutanée en 1 ^{ère} intention si anatomie adaptée	I, B
⚠	Fermeture du FOP chez le patient < 60 ans avec AVC cryptogénique et caractéristiques à haut risque, après exclusion d'une autre cause	IIa, A
⚠	Occlusion de l'auricule gauche en cas de FA et contre-indication durable à l'anticoagulation orale — classe IIa aux États-Unis (ACC/AHA/HRS 2023)	IIa, B
⚠	Occlusion de l'auricule gauche dans la même situation — classe IIb en Europe (ESC 2024), nuance transatlantique à connaître	IIb, C
✗	Fermeture systématique d'un FOP fortuitement découvert en l'absence d'AVC cryptogénique ou d'autre indication reconnue	III

Fermeture du foramen ovale perméable après AVC cryptogénique

1. Exclure une autre cause d'AVC par un bilan exhaustif (Holter prolongé pour fibrillation atriale, imagerie vasculaire cervicale et intracrânienne, bilan de thrombophilie si contexte évocateur)
2. Caractériser le FOP en échocardiographie (taille du shunt, anévrisme du septum interauriculaire) et calculer un score de probabilité (score RoPE) pour estimer la causalité du FOP dans l'AVC
3. Réserver la fermeture aux patients de moins de 60 ans présentant des caractéristiques à haut risque, après décision pluridisciplinaire neuro-cardiologique
4. Réaliser la fermeture sous guidage échographique (ICE ou ETO) avec un dispositif dédié, par ponction veineuse fémorale

Occlusion de l'auricule gauche

5. Confirmer une contre-indication durable et non réversible à l'anticoagulation orale au long cours (saignement majeur non réversible, chutes récidivantes non maîtrisables)
6. Discuter le rapport bénéfice-risque en concertation pluridisciplinaire avant de retenir l'indication
7. Réaliser la procédure sous guidage ETO ou échographie intracardiaque après ponction transseptale
8. Prévoir un contrôle échographique à 45 jours-3 mois à la recherche d'un thrombus sur dispositif ou d'une fuite péri-dispositif significative

Points de vigilance

- La fermeture du FOP n'est pas indiquée en prévention primaire ni en cas de découverte fortuite sans lien causal établi avec un événement clinique
- Un shunt résiduel après fermeture de CIA ou de FOP doit être surveillé mais ne justifie pas systématiquement un geste de reprise s'il est minime
- La définition de la contre-indication à l'anticoagulation orale doit être rigoureuse : un simple inconfort ou une préférence du patient ne suffit pas à justifier une occlusion de l'auricule en dehors d'essais cliniques
- La discordance de classe de recommandation entre l'Europe et les États-Unis pour l'occlusion de l'auricule reflète des lectures différentes d'un corpus de preuves encore incomplet ; elle doit être expliquée au patient dans le cadre de la décision partagée

Gestion des complications

L'embolisation du dispositif, rare mais potentiellement grave, impose une récupération percutanée ou chirurgicale selon la localisation. L'érosion tardive de la paroi auriculaire après fermeture de CIA reste exceptionnelle mais justifie une vigilance clinique à long terme. Après occlusion de l'auricule gauche, un thrombus sur dispositif détecté à l'imagerie de contrôle justifie la reprise d'une anticoagulation transitoire, sous réserve de la tolérance du patient.

Algorithme décisionnel — Fermeture du FOP

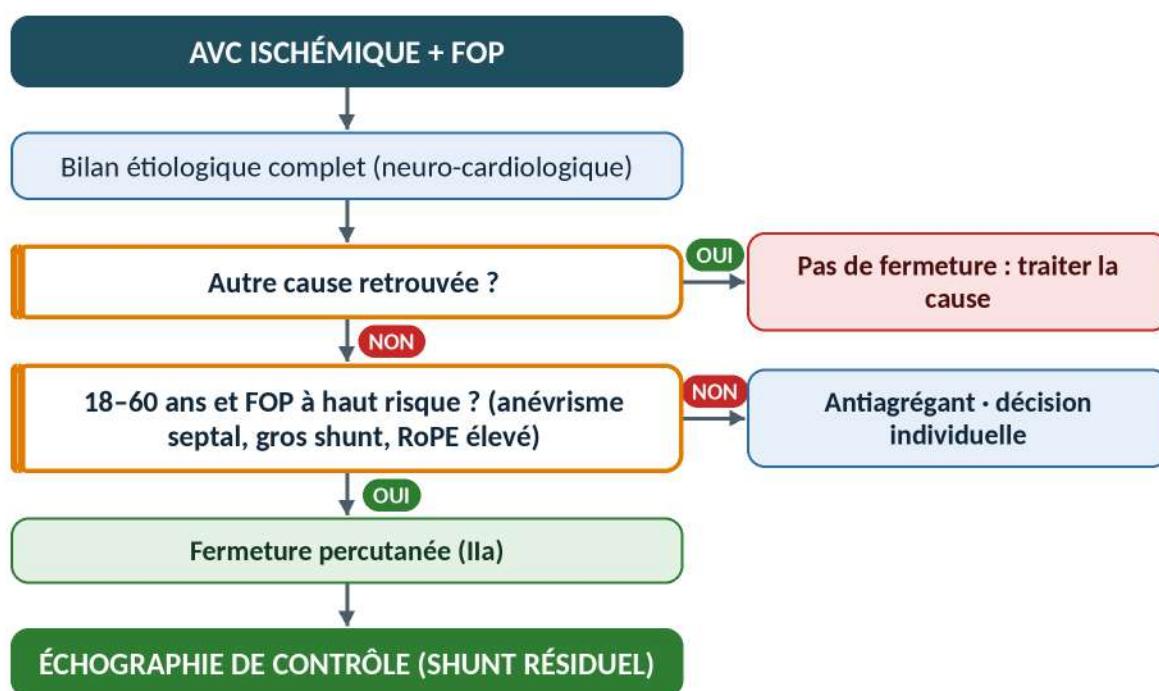


Figure 23 — Algorithme — fermeture du foramen ovale perméable

Algorithme décisionnel — Occlusion de l'auricule gauche

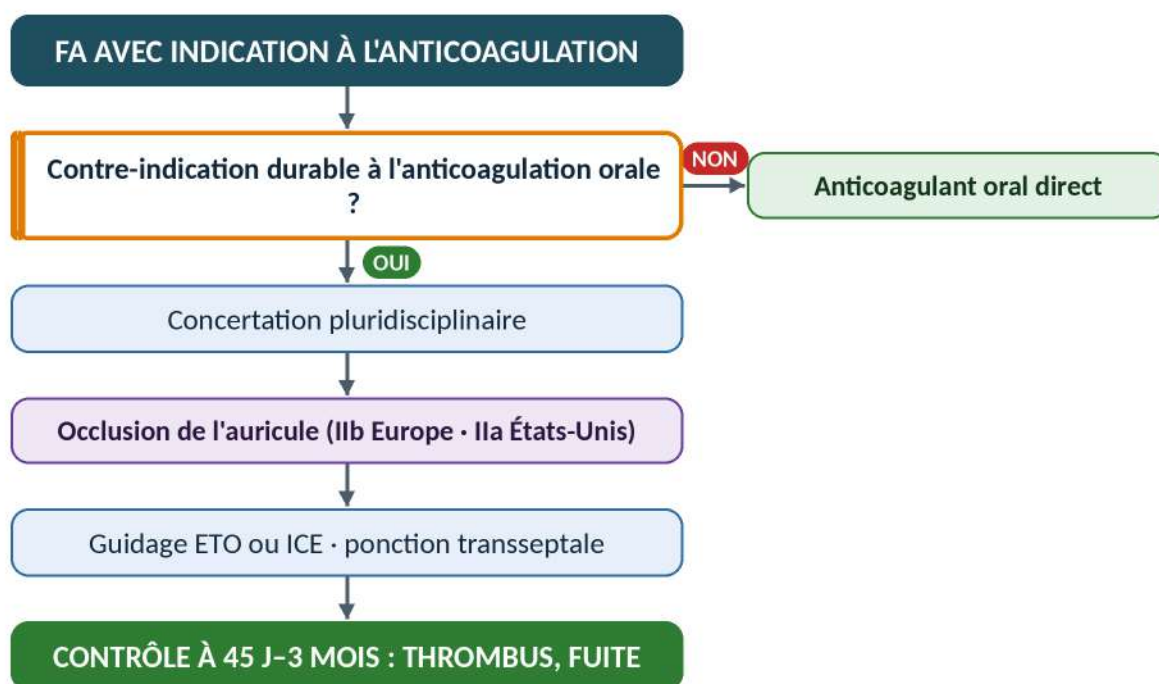


Figure 24 — Algorithme — occlusion de l'auricule gauche

Références bibliographiques

1. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur Heart J*. 2021;42(6):563-645.
2. Saver JL, Carroll JD, Thaler DE, et al. Long-term outcomes of patent foramen ovale closure or medical therapy after stroke (RESPECT). *N Engl J Med*. 2017;377(11):1022-1032.
3. Mas JL, Derumeaux G, Guillon B, et al. Patent foramen ovale closure or anticoagulation vs. antiplatelets after stroke (CLOSE). *N Engl J Med*. 2017;377(11):1011-1021.
4. Søndergaard L, Kasner SE, Rhodes JF, et al. Patent foramen ovale closure or antiplatelet therapy for cryptogenic stroke (REDUCE). *N Engl J Med*. 2017;377(11):1033-1042.
5. Lee PH, Song JK, Kim JS, et al. Cryptogenic stroke and high-risk patent foramen ovale: the DEFENSE-PFO trial. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(20):2335-2342.
6. Joglar JA, Chung MK, Armbruster AL, et al. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the diagnosis and management of atrial fibrillation. *Circulation*. 2024;149(1):e1-e156.
7. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation. *Eur Heart J*. 2024;45(36):3314-3414.
8. Osmancik P, Herman D, Neuzil P, et al. Left atrial appendage closure versus direct oral anticoagulants in high-risk patients with atrial fibrillation (PRAGUE-17). *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(25):3122-3135.

Chapitre 14 — Réparation mitrale et tricuspide percutanée

Contexte et niveau de preuve : une décennie de controverses scientifiques

Peu de domaines de la cardiologie interventionnelle ont connu une controverse scientifique aussi structurante que la réparation mitrale percutanée bord-à-bord (M-TEER). L'essai EVEREST II (2011) a d'abord établi la faisabilité et la sécurité du dispositif MitraClip dans l'insuffisance mitrale (IM) primaire, au prix d'une efficacité inférieure à la chirurgie sur la réduction de la fuite résiduelle, positionnant le M-TEER comme une option pour les patients à haut risque chirurgical plutôt qu'une alternative de première intention.

La question s'est déplacée en 2018 avec la publication simultanée de deux essais randomisés testant le M-TEER dans l'IM secondaire (fonctionnelle) associée à l'insuffisance cardiaque : COAPT a démontré une réduction spectaculaire des hospitalisations pour insuffisance cardiaque et de la mortalité toutes causes à 24 mois, tandis que MITRA-FR, publié le même jour, n'a montré aucun bénéfice sur ces mêmes critères. Cette discordance, initialement attribuée à la notion de disproportion entre sévérité de l'IM et dilatation ventriculaire gauche (« IM proportionnée versus disproportionnée »), a été réexaminée à la lumière d'un troisième essai, RESHAPE-HF2, publié en 2024 : celui-ci a montré un bénéfice significatif du M-TEER malgré une sévérité de l'IM à l'inclusion proche de celle de MITRA-FR, ce qui a conduit plusieurs analyses de réconciliation (fondées notamment sur le volume télédiastolique du ventricule gauche) à proposer un cadre plus continu que la simple dichotomie proportionnée/disproportionnée. Les éditorialistes soulignent cependant qu'aucun de ces trois essais ne doit être interprété isolément, et que RESHAPE-HF2 ne justifie pas un élargissement non encadré des indications actuelles. Les recommandations ESC/EACTS 2025 ont élevé le M-TEER en classe I dans l'IM secondaire ventriculaire répondant à ces critères.

Le versant tricuspide a connu une évolution plus rapide : longtemps qualifiée de « valve oubliée », l'insuffisance tricuspide (IT) sévère dispose désormais de trois essais randomisés (TRILUMINATE Pivotal pour le TEER, Tri.Fr pour le TEER isolé, TRISCEND II pour le remplacement transcathéter), qui ont conduit les recommandations ESC/EACTS 2025 à faire passer le traitement transcathéter de l'IT de la classe IIb à la classe IIa, tout en maintenant une prudence explicite chez les patients à risque de futilité procédurale (dysfonction ventriculaire sévère, hypertension pulmonaire précapillaire).

Indications / situations d'application

Tableau 21 — Indications et niveaux de recommandation — Réparation mitrale et tricuspide percutanée

	Situation	Classe
✓	Chirurgie (réparation privilégiée) en 1 ^{ère} intention pour l'IM primaire sévère symptomatique à bas risque chirurgical	I, A
⚠	M-TEER pour IM primaire sévère à haut risque chirurgical, anatomie favorable (EVEREST II)	IIa, B
✓	M-TEER pour IM secondaire ventriculaire restant symptomatique malgré un traitement médical optimal, critères anatomiques et fonctionnels de type COAPT (ESC/EACTS 2025)	I, A
⚠	Traitement transcathéter (TEER ou remplacement) pour IT sévère symptomatique isolée, hors dysfonction VG/VD sévère ou HTP précapillaire (ESC/EACTS 2025, upgradé de IIb à IIa)	IIa, A
✗	Traitement transcathéter de l'IT en cas de dysfonction ventriculaire sévère ou d'HTP précapillaire (risque de futilité procédurale)	III

Réparation mitrale : démarche pratique

1. Déterminer le mécanisme de l'IM (primaire/dégénérative versus secondaire/fonctionnelle), qui conditionne entièrement la suite de la démarche
2. Pour l'IM primaire : privilégier la chirurgie (réparation plutôt que remplacement) si le risque chirurgical est bas à intermédiaire ; réserver le M-TEER aux patients à haut risque avec anatomie valvulaire favorable (feuillet postérieur suffisant, absence de calcification sévère)
3. Pour l'IM secondaire : optimiser au préalable le traitement médical de l'insuffisance cardiaque (incluant resynchronisation si indiquée) pendant au moins 3 mois avant de réévaluer la sévérité de l'IM
4. Vérifier les critères anatomiques et fonctionnels ayant guidé la sélection des patients dans COAPT (FEVG 20-50 %, orifice régurgitant effectif et volume régurgité significatifs, dimensions ventriculaires compatibles) avant de proposer un M-TEER
5. Réaliser le geste sous guidage échographique transoesophagien 3D, par ponction transseptale, avec évaluation continue du gradient mitral résiduel pour éviter une sténose mitrale iatrogène

Réparation tricuspide : démarche pratique

6. Optimiser le traitement diurétique et réévaluer la sévérité de l'IT et le retentissement ventriculaire droit avant toute décision interventionnelle
7. Écarter une dysfonction ventriculaire gauche ou droite sévère et une hypertension pulmonaire précapillaire, situations où le traitement médical seul reste préférable en raison d'un risque de futilité
8. En cas de geste chirurgical par ailleurs indiqué (valve mitrale ou aortique associée), privilégier une annuloplastie tricuspide chirurgicale concomitante plutôt qu'un geste percutané isolé différé
9. Pour l'IT isolée, évaluer l'anatomie valvulaire (coaptation des feuillets, taille de l'anneau) pour orienter entre TEER (TriClip) et remplacement transcathéter (EVOQUE, évalué dans TRISCEND II) en cas d'anatomie défavorable au bord-à-bord
10. Informer le patient que le bénéfice attendu du TEER tricuspide porte avant tout sur les symptômes et la qualité de vie, les essais n'ayant pas démontré de réduction significative de la mortalité isolément

Points de vigilance

- La discordance COAPT/MITRA-FR/RESHAPE-HF2 rappelle qu'un essai positif ou négatif isolé ne doit jamais être extrapolé sans considérer la population exacte étudiée (sévérité de l'IM, dilatation ventriculaire, statut de l'insuffisance cardiaque)
- Le essai Tri.Fr, contrairement à TRILUMINATE Pivotal, n'a pas démontré de bénéfice clinique significatif du TEER isolé sur les critères cliniques durs, ce qui explique la prudence de la classe IIa (et non I) retenue par les recommandations 2025
- Le détachement d'un feuillet du dispositif (single leaflet device attachment, SLDA) est une complication spécifique du TEER, à rechercher systématiquement en cas de réapparition d'une fuite significative
- Une sténose mitrale ou tricuspide iatrogène (gradient moyen élevé) après TEER doit être activement recherchée et peut limiter le bénéfice clinique du geste
- La décision d'intervention doit toujours être précédée d'une optimisation maximale du traitement médical, la fenêtre d'évaluation de 3 mois sous GDMT étant un prérequis méthodologique commun à COAPT et RESHAPE-HF2

Gestion des complications

Au-delà du SLDA et de la sténose iatrogène, les complications propres au TEER incluent la perforation cardiaque lors de la ponction transseptale, l'embolisation gazeuse, et la persistance d'une régurgitation résiduelle significative justifiant l'implantation d'un second dispositif dans le même temps ou lors d'une procédure ultérieure. Le remplacement transcathéter tricuspide expose en outre à un risque spécifique de gêne au passage d'une future sonde de stimulation, à anticiper chez les patients susceptibles de nécessiter un dispositif électronique implantable.

Algorithme décisionnel — Réparation mitrale

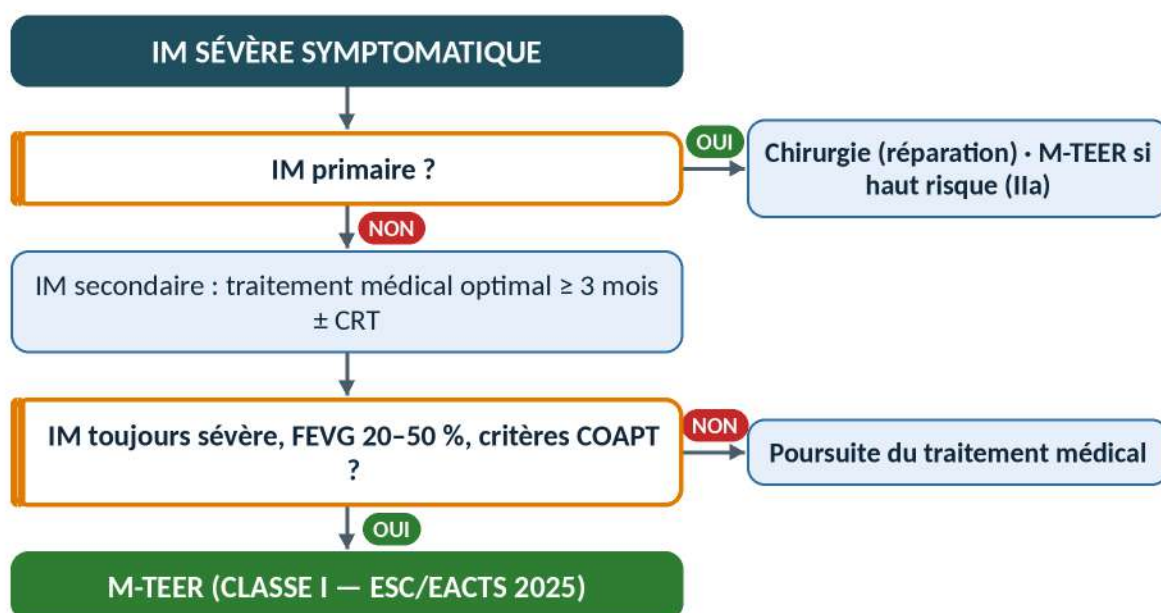


Figure 25 — Algorithme — réparation mitrale percutanée

Algorithme décisionnel — Réparation tricuspide

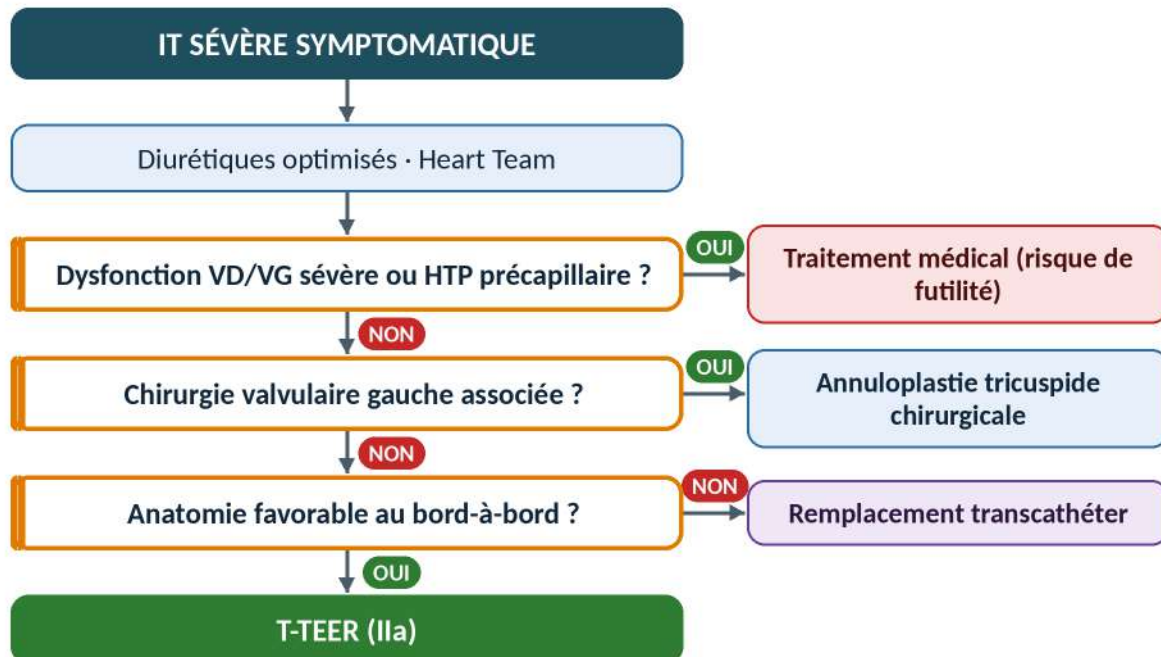


Figure 26 — Algorithme — réparation tricuspide percutanée

Références bibliographiques

1. Praz F, Borger MA, Lanz J, et al. 2025 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2025;46(44):4635-4736.
2. Feldman T, Foster E, Glower DD, et al. Percutaneous repair or surgery for mitral regurgitation (EVEREST II). *N Engl J Med*. 2011;364(15):1395-1406.
3. Stone GW, Lindenfeld J, Abraham WT, et al. Transcatheter mitral-valve repair in patients with heart failure (COAPT). *N Engl J Med*. 2018;379(24):2307-2318.
4. Obadia JF, Messika-Zeitoun D, Leurent G, et al. Percutaneous repair or medical treatment for secondary mitral regurgitation (MITRA-FR). *N Engl J Med*. 2018;379(24):2297-2306.
5. Anker SD, Friede T, von Bardeleben RS, et al. Transcatheter valve repair in heart failure with moderate to severe mitral regurgitation (RESHAPE-HF2). *N Engl J Med*. 2024. DOI:10.1056/NEJMoa2314328.
6. Sorajja P, Whisenant B, Hamid N, et al. Transcatheter repair for patients with tricuspid regurgitation (TRILUMINATE Pivotal). *N Engl J Med*. 2023;388(20):1833-1842.
7. Donal E, Dreyfus J, Leurent G, et al. Transcatheter edge-to-edge repair for severe isolated tricuspid regurgitation (Tri.Fr). *JAMA*. 2025;333(2):124-132.
8. Hahn RT, Makkar R, Thourani VH, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement in patients with tricuspid regurgitation (TRISCEND II). *N Engl J Med*. 2024.

Partie V — Gestion des risques

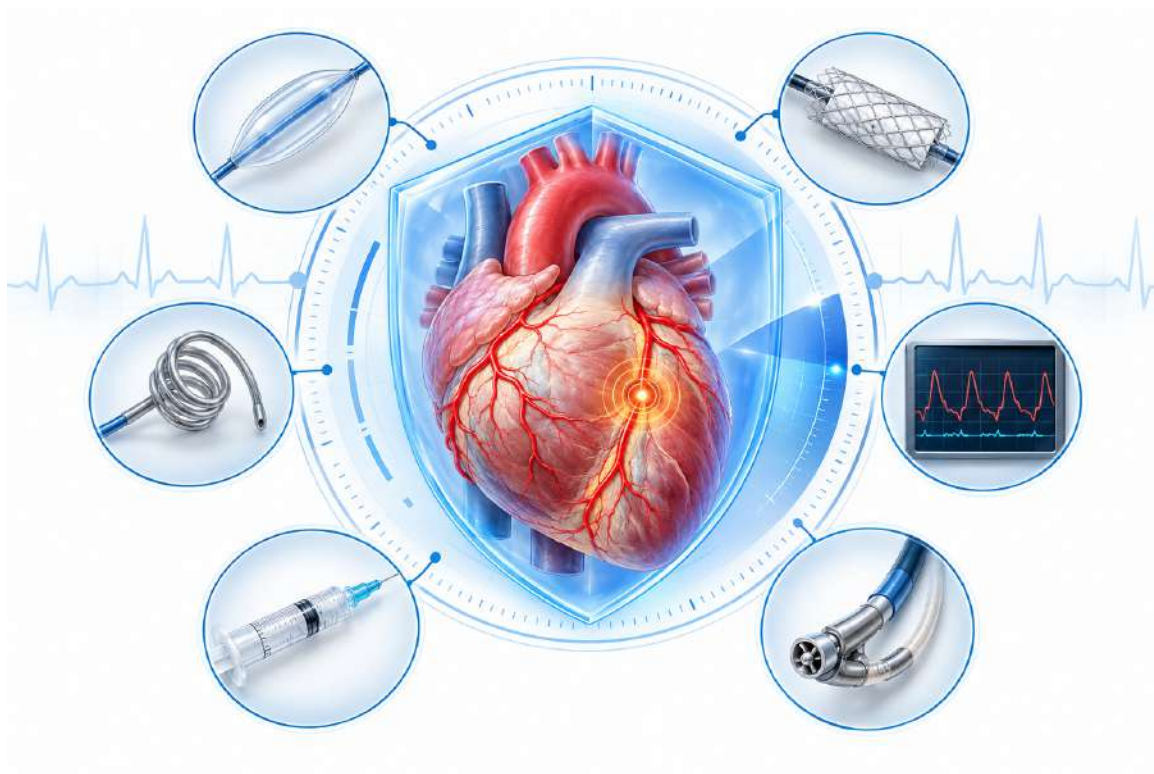


Figure 27 — *Vigilance procédurale : surveillance continue et matériel de sauvetage prêt à l'emploi*

Chapitre 15 — Complications procédurales : dissection, perforation, no-reflow

Contexte et niveau de preuve

Trois complications mécaniques dominent la morbidité procédurale immédiate en cardiologie interventionnelle : la dissection coronaire, la perforation, et le phénomène de no-reflow. Leur reconnaissance précoce et leur prise en charge protocolisée conditionnent directement le pronostic. La classification de la dissection coronaire du National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI, types A à F) et la classification de la perforation coronaire d'Ellis (types I à III) constituent les référentiels historiques toujours utilisés pour structurer la décision thérapeutique.

Indications / situations d'application

Tableau 22 — Indications et niveaux de recommandation — Complications procédurales : dissection, perforation, no-reflow

	Situation	Classe
✓	Gonflage immédiat d'un ballon en amont de toute perforation coronaire confirmée (tamponnade interne)	I, C
✓	Implantation d'un stent couvert en urgence pour toute perforation de type III (Ellis) avec jet actif	I, C
✓	Vasodilatateurs intracoronaires (adénosine, vérapamil, nitroprussiate) en 1 ^{ère} intention pour le no-reflow	I, B
⚠	Dissection coronaire de type A/B (NHLBI), limitée et sans retentissement sur le flux : surveillance possible sans stenting systématique	IIa, C
✗	Utilisation de vasodilatateurs systémiques (IV) pour traiter le no-reflow	III

Dissection coronaire : reconnaissance et conduite à tenir

1. Classer la dissection selon la classification NHLBI : types A et B (irrégularités mineures ou linéaires sans persistance de produit de contraste) généralement sans conséquence hémodynamique
2. Types C à F : dissection spirale, persistance de contraste, ou occlusion — retentissement sur le flux plus fréquent, stenting généralement nécessaire
3. Toute dissection compromettant le flux (TIMI < 3) doit être traitée par stent couvrant l'intégralité du segment disséqué
4. Une dissection limitée sans retentissement sur le flux peut être surveillée sans geste complémentaire, avec contrôle angiographique après quelques minutes

Perforation coronaire : conduite à tenir selon la classification d'Ellis

5. Type I (cratère extraluminal sans extravasation) : surveillance et poursuite prudente de la procédure, sans mesure de sauvetage spécifique
6. Type II (extravasation myocardique ou péricardique sans jet net) : gonflage prolongé d'un ballon en amont (au moins 10 minutes), réversion de l'héparine si nécessaire
7. Type III (extravasation par un jet net, souvent liée au fil-guide en distalité ou à un ballon/stent surdimensionné) : stent couvert en urgence pour un vaisseau proximal ou moyen (technique à deux guides, « block and deliver »), embolisation (coils, graisse, thrombine) pour les perforations distales ou de collatérales

8. Surveillance échocardiographique systématique à la recherche d'un épanchement péricardique, avec seuil bas pour la péricardiocentèse en cas de tamponnade

No-reflow : diagnostic différentiel et prise en charge

9. Éliminer une cause mécanique corrigible (dissection résiduelle, thrombus proximal, spasme focal) avant de retenir le diagnostic de no-reflow vrai
10. Administrer un vasodilatateur par voie intracoronaire distale au site (adénosine, vérapamil ou nitroprussiate de sodium), à répéter si nécessaire
11. Ne jamais utiliser de vasodilatateur par voie systémique (IV), sans effet démontré sur la microcirculation coronaire et exposant à un risque d'hypotension
12. En cas d'instabilité hémodynamique réfractaire, discuter une assistance circulatoire par pompe à flux micro-axial selon les critères du Chapitre 16 ; la contre-pulsion intra-aortique n'a plus de place en routine

Points de vigilance

- La perforation coronaire liée au fil-guide (perforation distale) est souvent retardée dans sa présentation clinique ; y penser devant une instabilité hémodynamique inexpliquée en fin de procédure
- Ne jamais retirer précipitamment le matériel de la zone de perforation avant d'avoir sécurisé une tamponnade par ballon
- Le no-reflow est plus fréquent en contexte de SCA ST+ avec charge thrombotique élevée ; son pronostic est indépendamment associé à une mortalité accrue
- Toute réversion de l'héparine par la protamine expose à un risque de thrombose aiguë du site traité ; le rapport bénéfice-risque doit être évalué au cas par cas

Algorithme décisionnel — Perforation coronaire

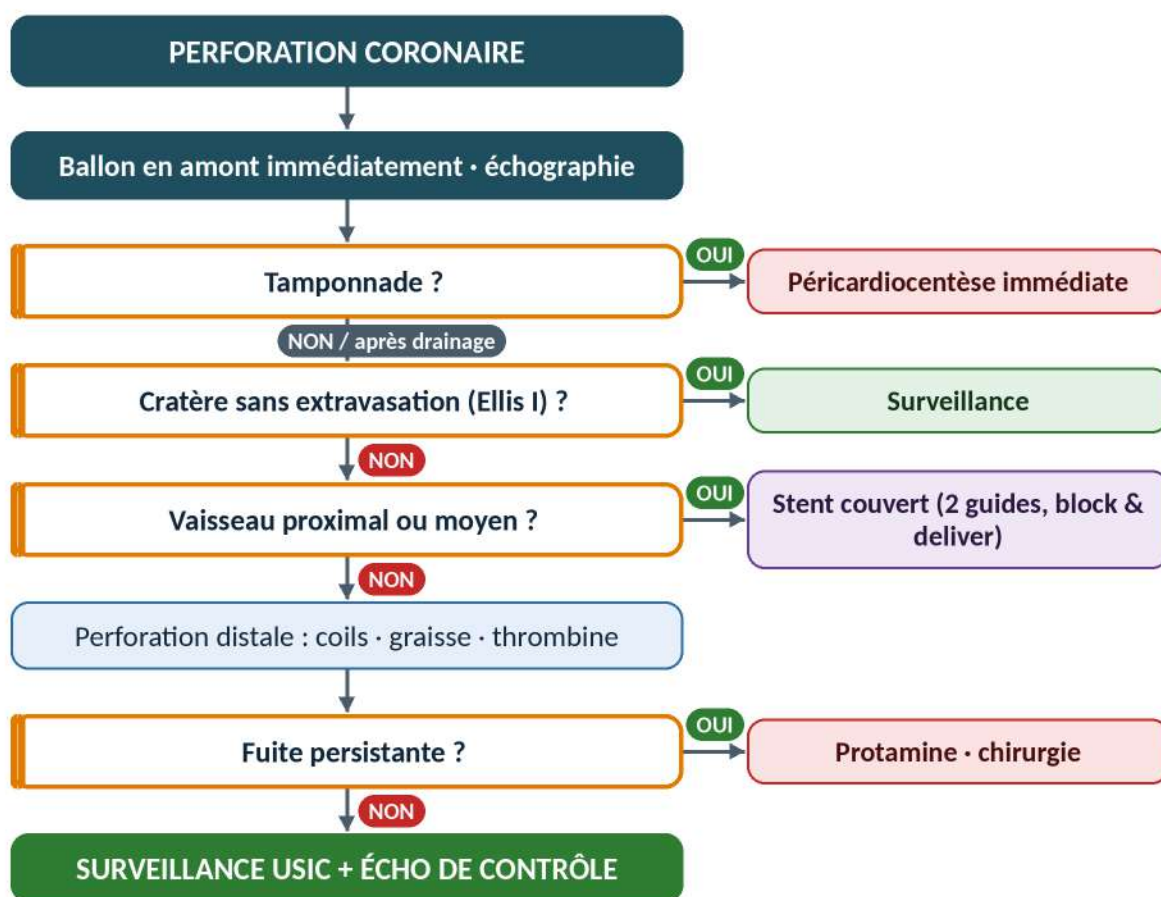


Figure 28 — Algorithme — perforation coronaire

Algorithme décisionnel — No-reflow

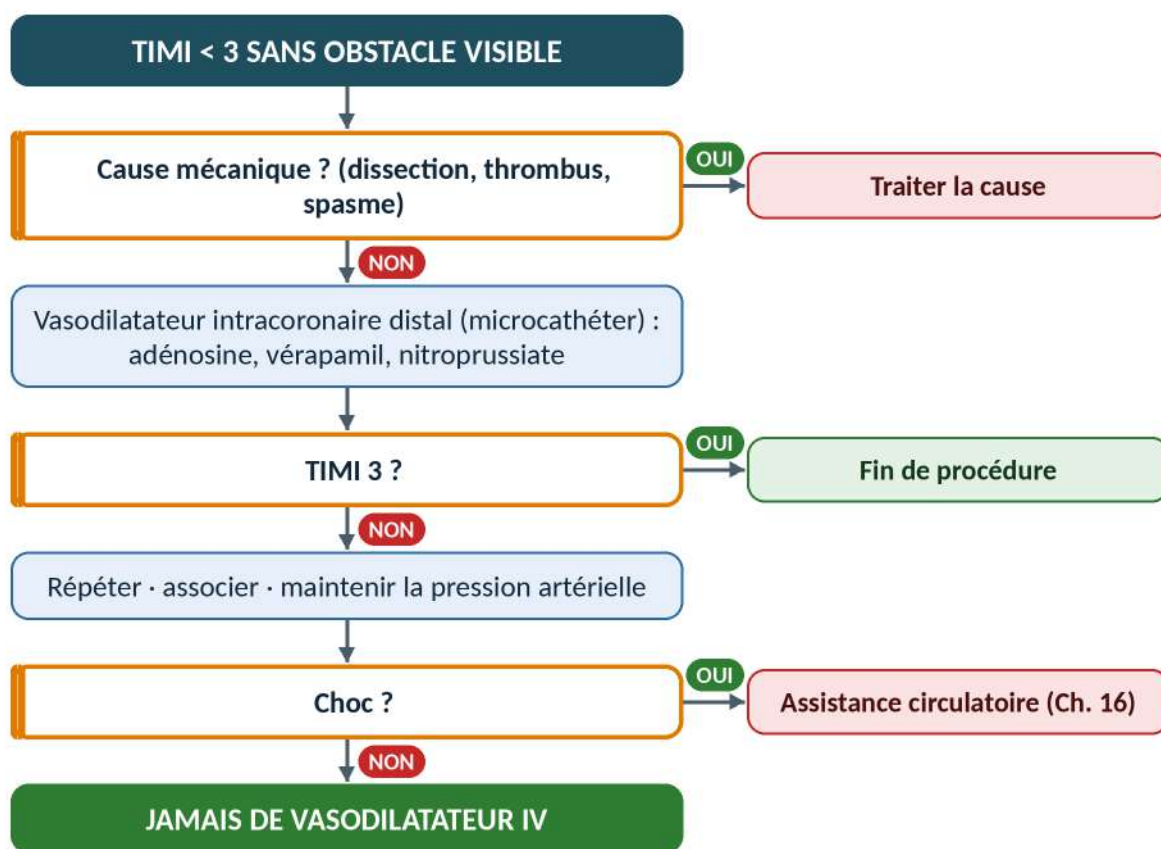


Figure 29 — Algorithme — no-reflow

Références bibliographiques

1. Ellis SG, Ajluni S, Arnold AZ, et al. Increased coronary perforation in the new device era. Incidence, classification, management, and outcome. *Circulation*. 1994;90(6):2725-2730.
2. Huang R, Grines C. National Heart, Lung, and Blood Institute coronary dissection classification and management. *Cardiovasc Revasc Med*. 2016.
3. Niccoli G, Kharbanda RK, Crea F, Banning AP. No-reflow: again prevention is better than treatment. *Eur Heart J*. 2010;31(20):2449-2455.
4. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3720-3826.
5. Shaukat A, Tajti P, Sandoval Y, et al. Contemporary management of coronary artery perforation. *EuroIntervention*. 2021.

Chapitre 16 — Le patient à haut risque : choc cardiogénique, insuffisance rénale, sujet âgé

Contexte et niveau de preuve

Trois profils de patients concentrent l'essentiel du risque procédural et pronostique en cardiologie interventionnelle. Le choc cardiogénique compliquant un infarctus reste grevé d'une mortalité proche de 40 à 50 % malgré la revascularisation, et a longtemps constitué un terrain d'échecs thérapeutiques répétés (contre-pulsion intra-aortique, ECMO veino-artérielle) jusqu'à la publication en 2024 de l'essai DanGer Shock, premier essai randomisé multicentrique à démontrer un bénéfice de mortalité d'une assistance circulatoire (pompe à flux micro-axial Impella CP) dans cette indication — bénéfice confirmé et amplifié dans le suivi à 10 ans publié en 2025. L'insuffisance rénale chronique et le grand âge, quant à eux, ne sont pas des contre-indications à la revascularisation mais imposent une adaptation systématique de la stratégie procédurale.

Indications / situations d'application

Tableau 23 — Indications et niveaux de recommandation — Le patient à haut risque : choc cardiogénique, insuffisance rénale, sujet âgé

	Situation	Classe
✓	Angioplastie de la lésion coupable en urgence chez le patient en choc cardiogénique compliquant un SCA ST+	I, B
⚠	Pompe à flux micro-axial (Impella CP) chez le patient répondant aux critères de l'essai DanGer Shock (lactate élevé, absence d'anoxie cérébrale) — ACC/AHA 2025	IIa, B
✓	Stent actif de nouvelle génération avec DAPT courte chez le sujet âgé (≥ 75 ans), y compris en cas de SCA (essai SENIOR)	I, A
⚠	Approche gériatrique individualisée (évaluation de la fragilité) avant toute décision de revascularisation complexe chez le sujet âgé	IIa, C
✗	Contre-pulsion intra-aortique systématique dans le choc cardiogénique compliquant un SCA (essai IABP-SHOCK II)	III, B
✗	ECMO veino-artérielle systématique dans le choc compliquant un infarctus (essai ECLS-SHOCK) — ACC/AHA 2025	III
✗	Hémofiltration prophylactique systématique chez l'insuffisant rénal avant angioplastie (essais MYTHOS, RENPHYLAXIS négatifs)	III, B

Choc cardiogénique : la place nouvelle de l'assistance mécanique

1. Réaliser l'angioplastie de la lésion coupable en urgence, en se limitant à cette lésion (culprit-only) conformément à l'essai CULPRIT-SHOCK
2. Évaluer l'éligibilité à une pompe à flux micro-axial selon les critères de l'essai DanGer Shock : lactate élevé, absence d'anoxie cérébrale post-arrêt cardiaque, mise en place idéalement précoce (avant ou pendant la revascularisation)
3. Ne plus recourir à la contre-pulsion intra-aortique de façon systématique, son absence de bénéfice ayant été démontrée par l'essai IABP-SHOCK II

4. Réserver l'ECMO veino-artérielle aux situations réfractaires, en gardant à l'esprit la neutralité des essais randomisés récents (ECLS-SHOCK) sur la mortalité isolée
5. Anticiper les complications propres à l'assistance mécanique (hémolyse, saignement, complications vasculaires), significativement plus fréquentes dans le groupe assisté de DanGer Shock

Insuffisance rénale sévère : adapter sans s'abstenir

6. Minimiser strictement le volume de produit de contraste (cf. Chapitre 3) et privilégier l'IVUS à l'OCT pour l'imagerie intracoronaire (cf. Chapitre 11)
7. Ne pas recourir à l'hémofiltration ou à l'hémodialyse prophylactique systématique, dont le bénéfice n'a pas été confirmé par les essais randomisés
8. Assurer une hydratation péri-procédurale adaptée et surveiller la fonction rénale à 48-72h, y compris chez le patient dialysé chronique
9. Ne jamais différer une revascularisation urgente au seul motif de l'insuffisance rénale, le pronostic vital primant sur le risque rénal

Sujet âgé et fragile : individualiser sans sous-traiter

10. Utiliser un stent actif de nouvelle génération associé à une DAPT courte, stratégie validée spécifiquement chez le sujet de 75 ans et plus par l'essai SENIOR, supérieure au stent nu même en cas de DAPT brève
11. Privilégier systématiquement la voie radiale, qui a démontré un bénéfice de sécurité particulièrement marqué dans cette population
12. Intégrer une évaluation de la fragilité (autonomie, cognition, comorbidités) à la décision de revascularisation, au-delà du seul âge chronologique
13. Ne pas exclure a priori le sujet âgé d'une stratégie invasive complète : l'âge avancé ne doit pas, à lui seul, justifier une prise en charge minimaliste

Points de vigilance

- Les critères d'inclusion de DanGer Shock étaient stricts (SCA ST+, lactate élevé, absence d'anoxie cérébrale) ; l'extrapolation à d'autres causes de choc cardiogénique (non-STEMI, choc non ischémique) n'est pas validée
- Le bénéfice de l'assistance mécanique s'accompagne d'un surcroît significatif de complications (hémolyse, saignement, insuffisance rénale nécessitant une épuration extra-rénale) devant être anticipé et surveillé
- Chez le sujet âgé, la iatrogénie médicamenteuse et les interactions du traitement antithrombotique doivent être systématiquement réévaluées
- La fragilité n'est pas synonyme de contre-indication : un sujet âgé autonome et sans comorbidité majeure peut bénéficier d'une stratégie identique à un patient plus jeune

Gestion des complications spécifiques

Les complications vasculaires liées à l'implantation d'une assistance circulatoire (Impella, ECMO) imposent une surveillance rapprochée du membre perfusé et un dépistage systématique de l'ischémie de jambe en cas de canulation fémorale pour l'ECMO. Chez l'insuffisant rénal, la surveillance de la créatinine et de la diurèse doit se prolonger au-delà de la sortie d'unité de soins intensifs. Chez le sujet âgé, un syndrome confusionnel post-procédural doit systématiquement faire rechercher une cause organique (hypoperfusion, effet indésirable médicamenteux) avant d'être attribué au seul contexte hospitalier.

Algorithme décisionnel — Choc cardiogénique

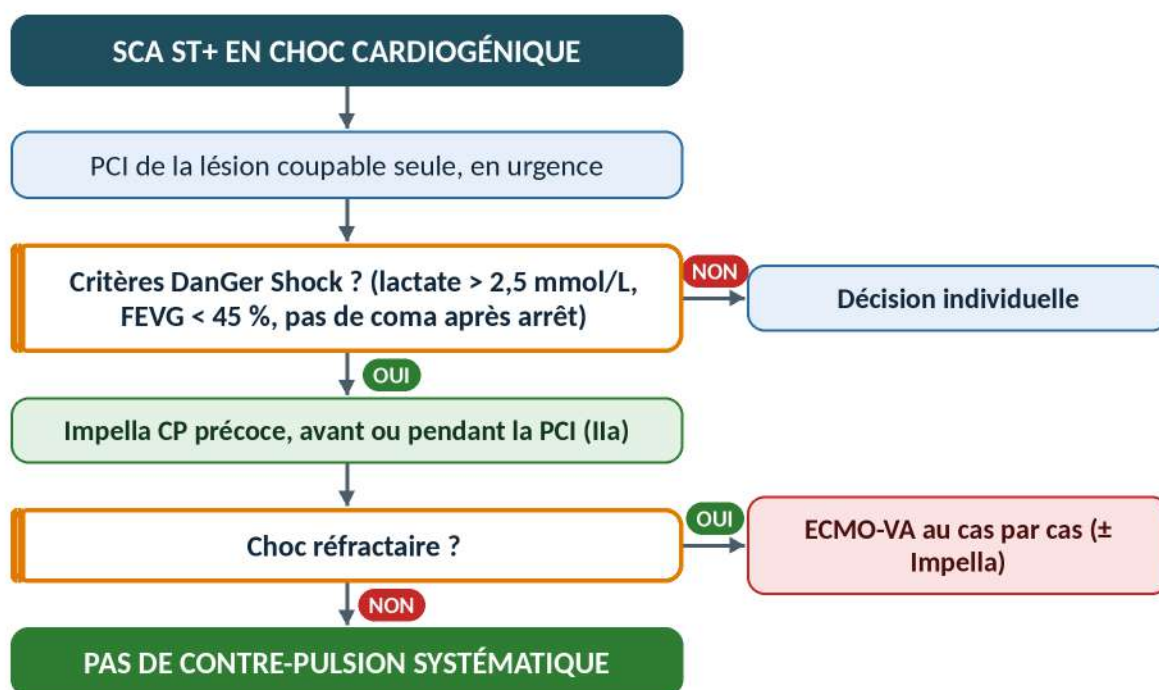


Figure 30 — Algorithme — choc cardiogénique

Références bibliographiques

1. Møller JE, Engstrøm T, Jensen LO, et al. Microaxial flow pump or standard care in infarct-related cardiogenic shock (DanGer Shock). *N Engl J Med*. 2024;390(15):1382-1393.
2. Møller JE, et al. Long-term outcomes of the DanGer Shock trial. *N Engl J Med*. 2025.
3. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intra-aortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock (IABP-SHOCK II). *N Engl J Med*. 2012;367(14):1287-1296.
4. Thiele H, Zeymer U, Akin I, et al. Extracorporeal life support in infarct-related cardiogenic shock (ECLS-SHOCK). *N Engl J Med*. 2023;389(14):1286-1297.
5. Varenne O, Cook S, Sideris G, et al. Drug-eluting stents in elderly patients with coronary artery disease (SENIOR). *Lancet*. 2018;391(10115):41-50.
6. Briguori C, Visconti G, Focaccio A, et al. Renal insufficiency after contrast media administration trial II (REMEDIAL II / MYTHOS). *Circulation*. 2011.
7. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3720-3826.

Chapitre 17 — Gestion de l'antiagrégation et de l'anticoagulation périprocédurales

Contexte et niveau de preuve

La stratégie antithrombotique périprocédurale a connu deux évolutions majeures au cours de la dernière décennie. Chez le patient en fibrillation atriale nécessitant une angioplastie, la trithérapie (anticoagulant oral + double antiagrégation), longtemps la norme, a été supplantée par une bithérapie (anticoagulant oral + un seul antiagrégant, généralement le clopidogrel), à la suite d'une série cohérente d'essais randomisés — WOEST, PIONEER AF-PCI, RE-DUAL PCI et enfin AUGUSTUS, qui en a confirmé la synthèse. Chez le patient sans indication à une anticoagulation chronique, la tendance est similaire : après une phase de double antiagrégation courte, l'arrêt de l'aspirine au profit d'une monothérapie par inhibiteur P2Y12 puissant (ticagrelor) a été validé par les essais TWILIGHT, TICO, T-PASS et, plus récemment, ULTIMATE-DAPT (2024), premier essai en double aveugle contre placebo à confirmer cette approche.

Indications / situations d'application

Tableau 24 — Indications et niveaux de recommandation — Gestion de l'antiagrégation et de l'anticoagulation périprocédurales

	Situation	Classe
✓	Héparine non fractionnée en 1 ^{ère} intention comme anticoagulant procédural, quelle que soit la voie d'abord	I, A
✓	Bithérapie (anticoagulant oral + clopidogrel) préférée à la trithérapie prolongée chez le patient en FA après angioplastie (AUGUSTUS, PIONEER AF-PCI, RE-DUAL PCI, WOEST)	I, A
⚠	Trithérapie périprocédurale brève (≤ 1 semaine) chez le patient en FA à haut risque ischémique	IIa, B
⚠	Monothérapie par inhibiteur P2Y12 (arrêt de l'aspirine) après 1 à 3 mois de DAPT chez le patient stable sous traitement (TWILIGHT, T-PASS, ULTIMATE-DAPT 2024)	IIa, A
⚠	Bivalirudine en alternative à l'héparine chez le patient à haut risque hémorragique	IIb, A

Patient en fibrillation atriale : de la trithérapie à la bithérapie

1. Réserver la trithérapie (anticoagulant oral + aspirine + P2Y12) à la période périprocédurale immédiate, idéalement inférieure à une semaine, chez les patients à haut risque ischémique
2. Basculer ensuite vers une bithérapie associant l'anticoagulant oral (de préférence un anticoagulant oral direct) et le clopidogrel, stratégie validée par la synthèse des essais PIONEER AF-PCI, RE-DUAL PCI et AUGUSTUS
3. Poursuivre la bithérapie pendant 6 à 12 mois selon le risque ischémique résiduel, puis passer à l'anticoagulant oral seul
4. Privilégier le clopidogrel aux inhibiteurs P2Y12 plus puissants (ticagrelor, prasugrel) en association avec l'anticoagulant oral, ces derniers n'ayant pas démontré de bénéfice net dans ce contexte et exposant à un excès de saignement

Patient sans anticoagulation chronique : vers une désescalade précoce

5. Débuter par une double antiagrégation standard (aspirine + inhibiteur P2Y12), dont la durée dépend du contexte clinique (SCA vs coronaropathie stable, cf. Chapitre 2)
6. Chez le patient stable et sans événement à 1-3 mois, envisager l'arrêt de l'aspirine au profit d'une monothérapie par ticagrelor, en particulier si le risque hémorragique n'est pas négligeable (TWILIGHT, T-PASS, ULTIMATE-DAPT)
7. Chez le patient à haut risque hémorragique persistant, privilégier d'emblée les stents validés pour une DAPT courte (cf. Chapitre 6) plutôt que d'attendre une désescalade tardive
8. Ne pas extrapoler les données de désescalade au ticagrelor vers le clopidogrel ou le prasugrel sans donnée spécifique dédiée

Anticoagulation procédurale

9. Utiliser l'héparine non fractionnée en 1^{ère} intention pour l'anticoagulation peropératoire, quelle que soit la voie d'abord
10. Réserver la bivalirudine aux patients à haut risque hémorragique, en tenant compte de résultats d'essais hétérogènes selon la voie d'abord et l'utilisation ou non d'inhibiteurs des glycoprotéines IIb/IIIa associés
11. Ne pas administrer de prétraitement systématique par P2Y12 avant une coronarographie en cas de SCA non-ST+ avec stratégie invasive précoce prévue (cf. Chapitre 8)

Points de vigilance

- La désescalade vers une monothérapie doit toujours être précédée d'une période de DAPT effective et documentée sans événement ischémique ni hémorragique
- Les données de désescalade concernent essentiellement le ticagrelor ; leur extension au prasugrel ou au clopidogrel reste à confirmer par des essais dédiés
- Chez le patient en fibrillation atriale, ne jamais reprendre une trithérapie prolongée par réflexe après un événement ischémique sans réévaluation complète du rapport bénéfice-risque
- La gestion périprocédurale des anticoagulants oraux directs (interruption, reprise) doit tenir compte de la fonction rénale et du type de geste, au-delà des seules recommandations génériques

Algorithme décisionnel

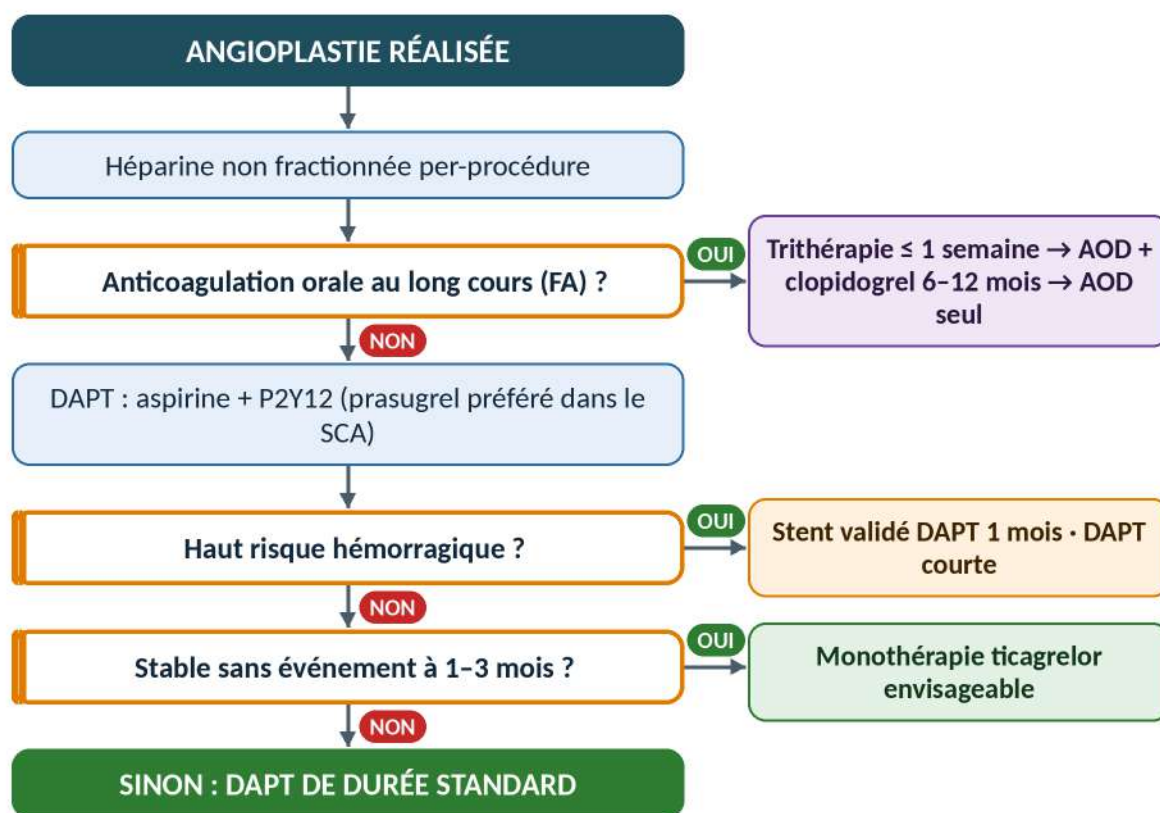
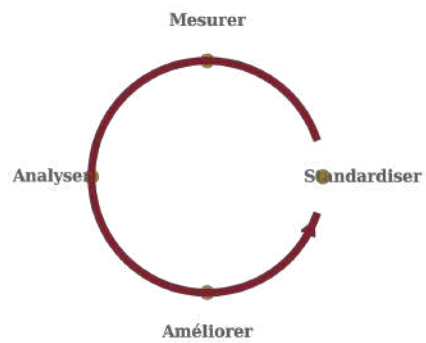


Figure 31 — Algorithme — antithrombotiques périprocéduraux

Références bibliographiques

1. Dewilde WJ, Oirbans T, Verheugt FW, et al. Use of clopidogrel with or without aspirin in patients taking oral anticoagulant therapy and undergoing PCI (WOEST). *Lancet*. 2013;381(9872):1107-1115.
2. Gibson CM, Mehran R, Bode C, et al. Prevention of bleeding in patients with atrial fibrillation undergoing PCI (PIONEER AF-PCI). *N Engl J Med*. 2016;375(25):2423-2434.
3. Cannon CP, Bhatt DL, Oldgren J, et al. Dual antithrombotic therapy with dabigatran after PCI in atrial fibrillation (REDUAL PCI). *N Engl J Med*. 2017;377(16):1513-1524.
4. Lopes RD, Heizer G, Aronson R, et al. Antithrombotic therapy after acute coronary syndrome or PCI in atrial fibrillation (AUGUSTUS). *N Engl J Med*. 2019;380(16):1509-1524.
5. Mehran R, Baber U, Sharma SK, et al. Ticagrelor with or without aspirin in high-risk patients after PCI (TWILIGHT). *N Engl J Med*. 2019;381(21):2032-2042.
6. Ge Z, Kan J, Gao X, et al. Ticagrelor alone versus ticagrelor plus aspirin from month 1 to month 12 after PCI in patients with acute coronary syndromes (ULTIMATE-DAPT). *Lancet*. 2024;403(10439):1866-1878.
7. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2023;44(38):3720-3826.

Partie VI — Qualité et perspectives



Chapitre 18 — Radioprotection et gestion de la dose

Contexte et niveau de preuve

L'augmentation constante de la complexité des procédures de cardiologie interventionnelle (CTO, structural, procédures combinées) s'accompagne d'une exposition croissante aux rayonnements ionisants, pour le patient comme pour l'équipe soignante. Le document de référence transatlantique sur le sujet, publié conjointement par l'ACC, la HRS, la NASCI, la SCAI et la SCCT en 2018, structure les bonnes pratiques autour du principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable) et distingue les effets déterministes (lésions cutanées, seuil-dépendants) des effets stochastiques (risque de cancer radio-induit, sans seuil identifié). Une position équivalente a été publiée par les sociétés savantes européennes de cardiologie dès 2014.

Indications / situations d'application

Tableau 25 — Indications et niveaux de recommandation — Radioprotection et gestion de la dose

	Situation	Classe
✓	Enregistrement systématique du kerma dans l'air et du produit dose-surface (PDS) pour chaque procédure	I, C
✓	Application systématique du principe ALARA : collimation, réduction de la cadence de scopie, minimisation des acquisitions ciné	I, B
✓	Suivi dermatologique structuré au-delà d'un kerma de 5 Gy au point de référence	I, C
✓	Port systématique d'un dosimètre individuel et d'équipements de protection plombés par l'ensemble du personnel de salle	I, C
✓	Déploiement, avant la première image, des protections collectives fournies avec la salle : écran plafonnier, jupe de table, bavolet latéral	I, C
✓	Protocoles « basse dose » par défaut : scopie pulsée à 7,5 i/s, ciné à cadence réduite, mode haute qualité réservé aux besoins ponctuels	I, C
✗	Utilisation du temps de scopie seul comme indicateur de dose reçue par le patient	III

Principe ALARA appliqué à la salle de cathétérisme

Trois leviers permettent de réduire l'exposition, aussi bien du patient que de l'opérateur : limiter le temps d'exposition, maximiser la distance à la source, et interposer un écran protecteur.

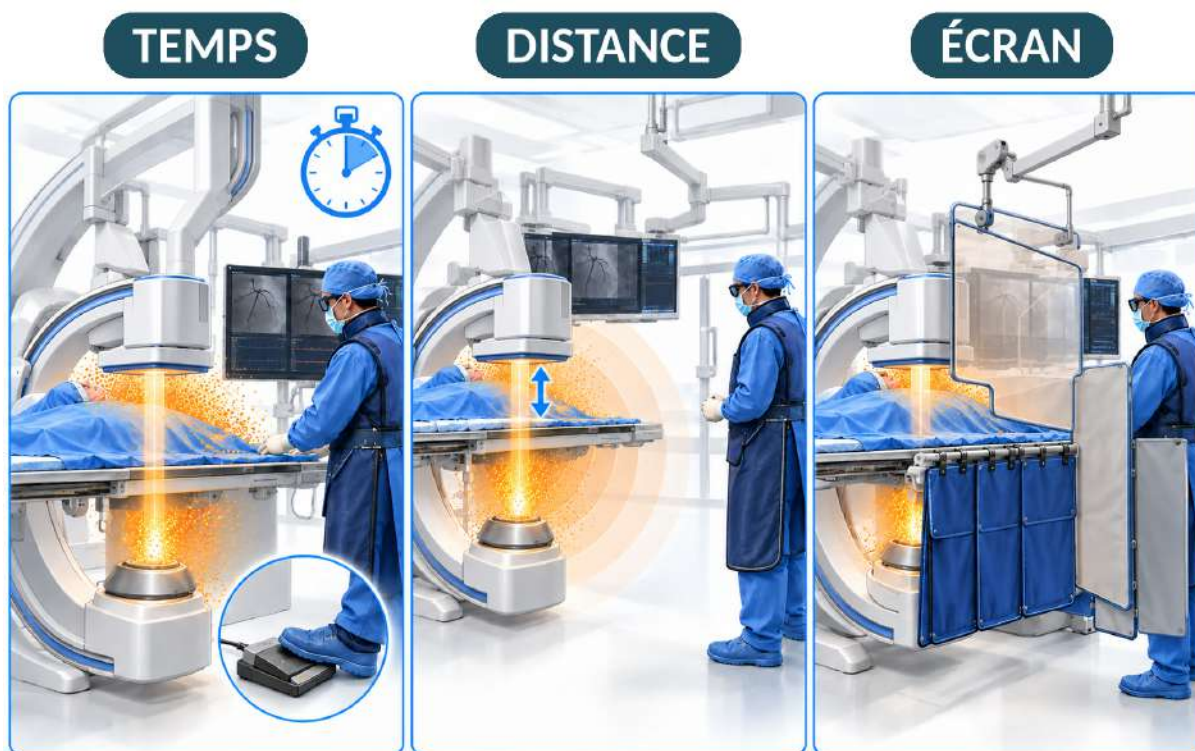


Figure 32 — Principe ALARA en salle de cathétérisme : scopie brève et pulsée, éloignement de la source, protections collectives en place

Mesures pratiques de réduction de dose

1. Utiliser la collimation la plus étroite compatible avec le champ d'intérêt, afin de réduire la surface irradiée et la dose diffusée
2. Réduire la cadence de scopie (7,5 images/seconde plutôt que 15 ou 30) chaque fois que la qualité d'image le permet
3. Choisir par défaut les programmes « basse dose » de scopie et de graphie proposés par le constructeur ; ne passer en mode haute qualité (graphie, scopie) que ponctuellement, par exemple pour visualiser un stent
4. Limiter le nombre et la durée des acquisitions en mode cinéfluorographie, principal contributeur de dose par rapport à la scopie pulsée
5. Positionner le détecteur au contact du patient et la table aussi haute que l'ergonomie le permet, afin d'éloigner le patient de la source et de réduire le rayonnement diffusé
6. Éviter les angulations obliques prolongées (notamment LAO crâniale), qui augmentent significativement la dose délivrée
7. Utiliser systématiquement les protections suspendues au plafond et les tabliers plombés de table, en complément de la protection individuelle
8. Déployer systématiquement le paravent plombé mobile fourni avec la salle (protection suspendue latérale et jupe de table) pour protéger les membres inférieurs et le flanc de l'opérateur : cet équipement, disponible dans la quasi-totalité des salles, reste trop souvent laissé de côté en pratique courante

Points de vigilance

- Le temps de scopie seul est un indicateur trompeur : deux procédures de durée identique peuvent délivrer des doses très différentes selon l'angulation et le mode d'acquisition utilisés
- En pratique, plusieurs leviers simples restent insuffisamment respectés dans de nombreuses salles de cathétérisme : cadence d'images par seconde excessive, réglages de qualité de scopie et de graphie non ajustés au besoin clinique,

distance récepteur-patient non optimisée, et sous-utilisation des paravents et protections de table fournis avec l'installation — un rappel régulier de ces bonnes pratiques auprès de l'ensemble de l'équipe est nécessaire

- La voie radiale, bien que privilégiée pour la sécurité vasculaire (cf. Chapitre 4), peut exposer l'opérateur à une dose accrue en l'absence de protection suspendue adaptée ; des champs plombés dédiés réduisent ce surcroît d'exposition
- Le personnel féminin en âge de procréer doit bénéficier d'une information et d'un suivi dosimétrique spécifique, avec déclaration précoce de toute grossesse
- Un kerma cumulé élevé sur plusieurs procédures rapprochées chez un même patient doit être pris en compte de façon cumulative, et non procédure par procédure

Gestion des expositions élevées

Au-delà d'un kerma dans l'air au point de référence de 5 Gy, un suivi cutané structuré est recommandé, le seuil d'érythème transitoire se situant autour de 2 Gy et celui de l'épilation permanente autour de 7 Gy. Au-delà de 10 à 15 Gy, le risque de nécrose cutanée retardée justifie un examen dermatologique programmé, la lésion pouvant n'apparaître que plusieurs semaines après la procédure. Ces cas doivent faire l'objet d'un signalement conforme à la réglementation locale de radiovigilance et d'une analyse rétrospective en revue de staff.

Algorithme décisionnel

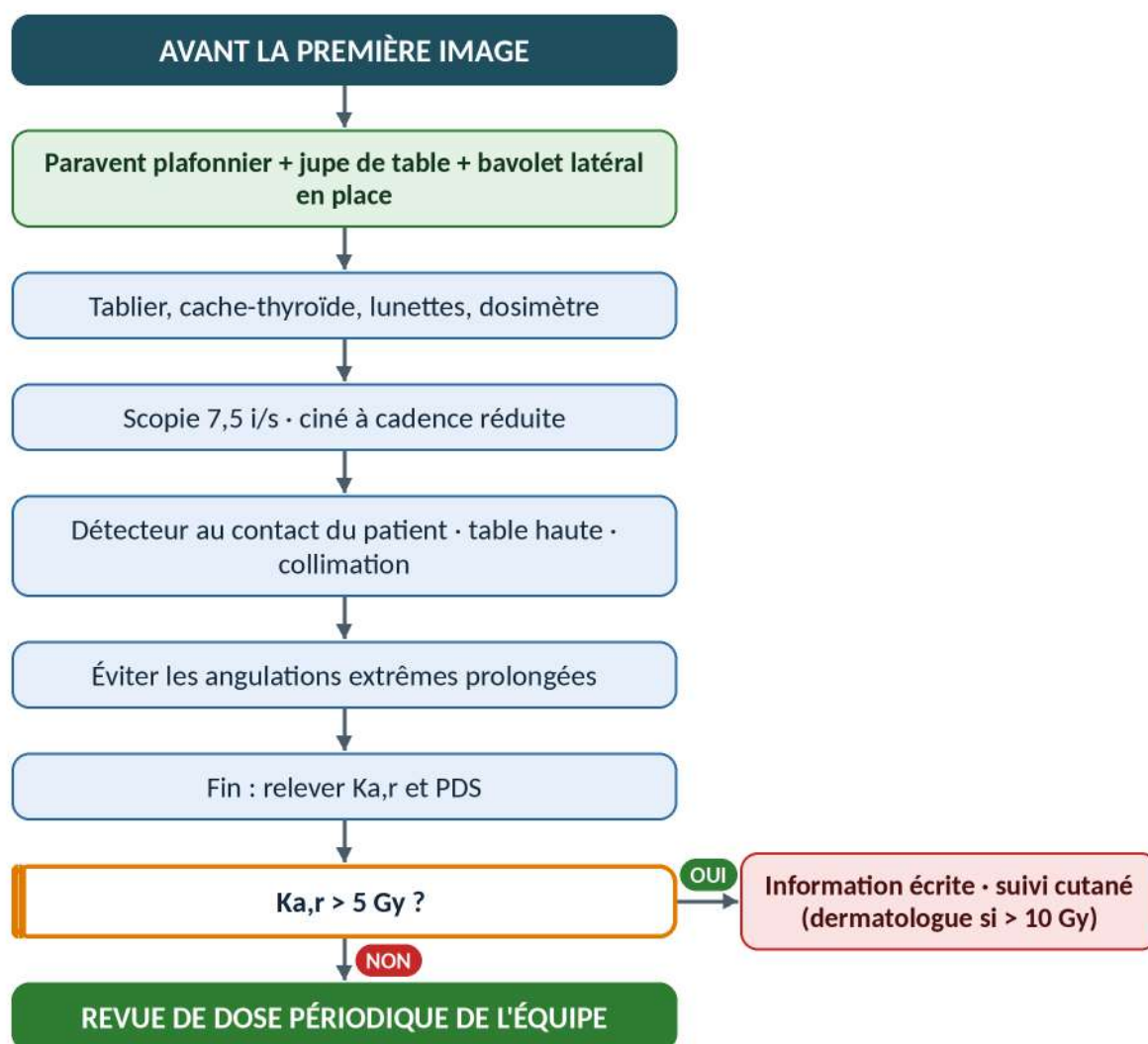


Figure 33 — Algorithme — radioprotection et gestion de la dose

Références bibliographiques

1. Hirshfeld JW, Ferrari VA, Bengel FM, et al. 2018 ACC/HRS/NASCI/SCAI/SCCT Expert Consensus Document on Optimal Use of Ionizing Radiation in Cardiovascular Imaging, Part 1: Radiation Physics and Radiation Biology. J Am Coll Cardiol. 2018;71(24):2811-2828.
2. Hirshfeld JW, Ferrari VA, Bengel FM, et al. 2018 ACC/HRS/NASCI/SCAI/SCCT Expert Consensus Document, Part 2: Radiological Equipment Operation, Dose-Sparing Methodologies, Patient and Medical Personnel Protection. J Am Coll Cardiol. 2018;71(24):2829-2855.
3. Picano E, Vañó E, Rehani MM, et al. The appropriate and justified use of medical radiation in cardiovascular imaging: a position document of the ESC Associations of Cardiovascular Imaging, Percutaneous Cardiovascular Interventions and Electrophysiology. Eur Heart J. 2014;35(10):665-672.

Annexe A — Scores de risque utilisés dans ce guide

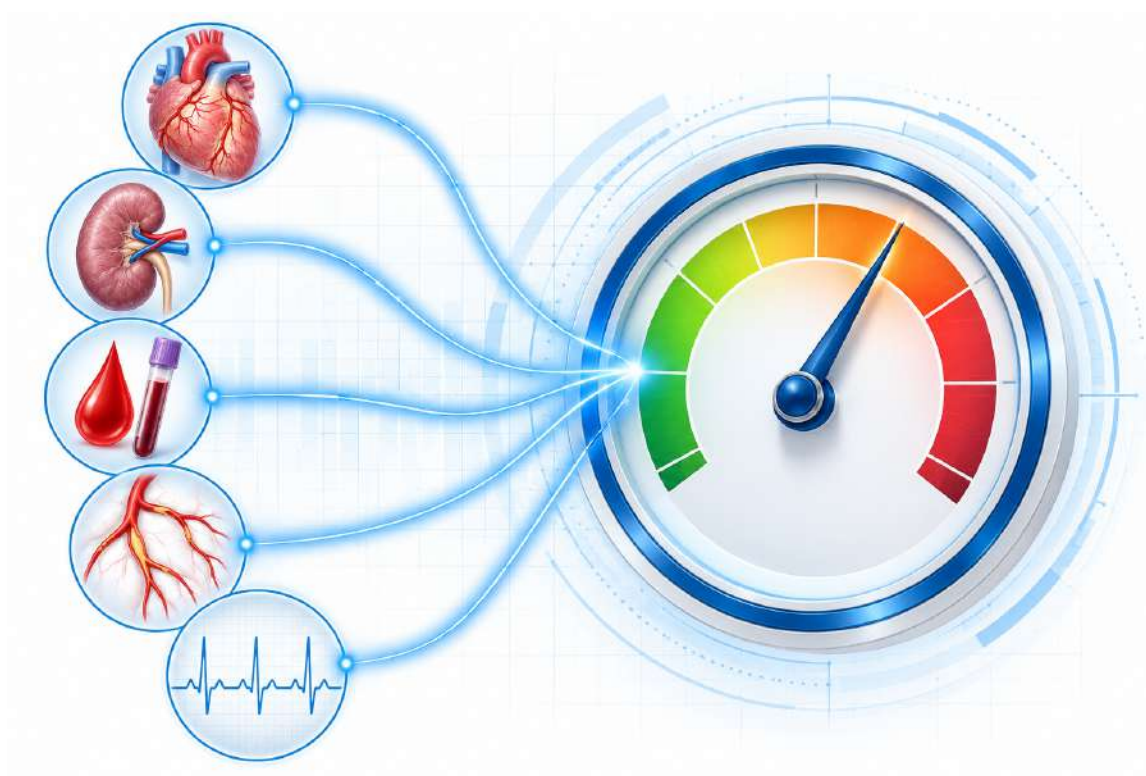


Figure 34 — Scores de risque : des paramètres cliniques, biologiques et anatomiques intégrés en une estimation du risque

Cette annexe regroupe les scores de risque cités dans les chapitres précédents, avec leurs principaux paramètres et modalités d'interprétation, à titre de référence rapide.

Tableau 26 — Scores de risque utilisés dans ce guide

Score	Objectif	Paramètres principaux	Interprétation
GRACE	Pronostic à court/moyen terme dans le SCA non-ST+ ; guide le délai de coronarographie	Âge, fréquence cardiaque, pression artérielle systolique, créatinine, classe Killip, arrêt cardiaque, sus-décalage ST, marqueurs cardiaques	GRACE > 140 = critère de haut risque (ICA < 24h). Depuis l'ESC 2023, seules 2 catégories guident le délai : très haut risque (<2h) et haut risque (<24h) ; la catégorie « risque intermédiaire » a été supprimée
SYNTAX	Complexité anatomique coronaire ; oriente entre angioplastie et chirurgie	Nombre, localisation et complexité des lésions coronaires (bifurcations, CTO, calcifications)	Faible (≤22) / intermédiaire (23-32) / élevé (>32)
Mehran	Risque de néphropathie induite par le produit de contraste	Hypotension, contre-pulsion, insuffisance cardiaque, âge, anémie, diabète, volume de contraste, DFG	Faible / modéré / haut / très haut risque
CRUSADE	Risque hémorragique intra-hospitalier dans le SCA non-ST+	Hématocrite, clairance créatinine, fréquence cardiaque, sexe, signes d'insuffisance cardiaque, antécédents vasculaires, diabète, PAS	Très bas à très haut risque (5 classes)
ARC-HBR	Identification du profil hémorragique élevé avant angioplastie, oriente la durée de la bithérapie	Critères majeurs et mineurs : anémie, thrombopénie, insuffisance rénale/hépatique sévère, saignement récent, anticoagulation orale	Haut risque si ≥1 critère majeur ou ≥2 critères mineurs
RoPE	Estime la probabilité qu'un FOP découvert soit la cause d'un AVC cryptogénique (oriente vers la fermeture, cf. Chapitre 13)	Absence d'HTA, de diabète, d'AVC/AIT antérieur, statut non-fumeur, infarctus cortical à l'imagerie, âge jeune	Score de 0 à 10 ; score élevé = FOP probablement causal (meilleure réponse attendue à la fermeture)

Annexe B — Dispositifs relevant du standard de soins : base de négociation pour leur prise en charge

Cette annexe récapitule les dispositifs que le présent guide considère comme faisant partie du standard de soins de l'angioplastie moderne et qui ne bénéficient pas encore d'une prise en charge par la CNAM. Pour chacun, elle rappelle les indications retenues et le niveau de preuve qui les fonde.

Tableau 27 — *Dispositifs relevant du standard de soins : base de négociation pour leur prise en charge*

Dispositif	Indications dans ce guide	Niveau de preuve	Demande du GTCI
IVUS / OCT	Tronc commun (IVUS systématique), bifurcations vraies, lésions longues ou calcifiées, échec de stent (Ch. 6, 9, 11)	ESC 2024 : classe I, A (RENOVATE-COMPLEX-PCI, OCTOBER, ILUMIEN IV)	Prise en charge du cathéter d'imagerie par acte
FFR / iFR (fil de pression) et QFR	Sténoses intermédiaires du syndrome coronarien chronique, lésions non coupables ambiguës (Ch. 10)	Classe I, A (FAME, FAME 2, DEFINE-FLAIR, iFR-SWEDEHEART) ; QFR IIa, B (FAVOR III)	Prise en charge du guide de pression ou de l'analyse QFR
Ballon actif (DCB)	Resténose intra-stent, petits vaisseaux, haut risque hémorragique, lésions diffuses distales, pontages (Ch. 6)	Resténose intra-stent : classe I, A ; petits vaisseaux : IIa (BASKET-SMALL 2, PICCOLETO II)	Prise en charge au même titre que le stent actif
Préparation des lésions calcifiées (athérectomie rotationnelle/orbitale, lithotripsie, ballons scoring/cutting)	Calcification sévère quantifiée par imagerie (Ch. 5)	Consensus d'experts SCAI ; sous-expansion du stent = première cause corrigible de resténose et de thrombose	Prise en charge selon la morphologie du calcium
Échographe vasculaire en salle	Ponction radiale, ulnaire et fémorale échoguidée (Ch. 4)	Ponction radiale échoguidée : IIa, A	Équipement standard de toute salle
Pompe à flux micro-axial (Impella CP)	Choc cardiogénique compliquant un SCA ST+, critères DanGer Shock (Ch. 16)	IIa (ACC/AHA 2025) ; réduction de mortalité à 180 jours, maintenue à 10 ans (DanGer Shock)	Prise en charge dans les centres de référence

En contrepartie de leur prise en charge, le GTCI propose un encadrement de leur usage : indications limitées à celles du guide, traçabilité dans le compte rendu de procédure, et suivi annuel d'indicateurs de qualité par centre (taux d'IVUS sur

les PCI du tronc commun, taux d'évaluation fonctionnelle avant PCI dans le syndrome coronarien chronique, taux d'abord radial, doses délivrées). Ces indicateurs pourront alimenter un registre national et servir de base aux révisions ultérieures de la nomenclature.

GUIDE DE BONNES PRATIQUES EN CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

Indications, techniques standardisées et algorithmes décisionnels

Premier guide tunisien de cardiologie interventionnelle

Fruit du travail du Groupe Tunisien de Cardiologie Interventionnelle (GTCl), ce guide propose une synthèse pratique et actualisée des bonnes pratiques en cardiologie interventionnelle.

Conçu pour accompagner les cardiologues interventionnels, les internes, les résidents et l'ensemble des équipes de salle de cathétérisme, il couvre l'ensemble du parcours interventionnel : de la préparation de la procédure à la gestion des complications, en passant par les voies d'abord, les procédures coronaires et le domaine structural et valvulaire.

Élaboré à partir des données scientifiques les plus récentes et des recommandations internationales, ce guide vise à harmoniser les pratiques, à renforcer la sécurité des patients et à soutenir l'excellence de la cardiologie interventionnelle tunisienne.



PRATIQUE



RIGoureux



COLLABORATIF



AU SERVICE
DU PATIENT

ISBN : 978-9909-03-028-8



9 789909 030288