

DOCUMENT DE CONSENSUS

Accès libre



Recommandations de la Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) pour la rédaction des comptes rendus d'examens d'imagerie par résonance magnétique cardiovasculaire.

W. Gregory Hundley^{1*} , David A. Bluemke², Jan Bogaert³, Scott D. Flamm⁴, Marianna Fontana⁵, Matthias G. Friedrich^{6, 19}, Lars Grosse-Wortmann⁷, Theodoros D. Karamitsos⁸, Christopher M. Kramer⁹, Raymond Y. Kwong¹⁰, Michael McConnell¹¹, Eike Nagel¹², Stefan Neubauer¹³, Robin Nijveldt¹⁴, Dudley J. Pennell¹⁵, Steffen E. Petersen¹⁶, Subha V. Raman¹⁷, and Albert van Rossum¹⁸.

Traduit par : Abderrahmane Mekkaoui. (Choix terminologiques et méthodologie à la fin de l'article)

Ces recommandations de rédaction sont préconisées par la Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) afin de fournir un cadre structurel pour le compte rendu des résultats d'examens d'imagerie par résonance magnétique cardiovasculaire (CMR). Le présent document s'appuie sur les recommandations précédemment publiées par diverses sociétés savantes (ACC/AHA/ACR/ESC/EACVI, entre autres) [1 – 3], et est ici adapté spécifiquement à la pratique de l'IRM cardiovasculaire. Il est par ailleurs admis que le jugement final concernant la pertinence de toute procédure spécifique ou méthodologie de compte rendu incombe au médecin ou aux professionnels de santé impliqués dans les structures de soins réalisant l'examen. Une approche alternative s'écartant de ces recommandations ne signifie pas nécessairement, en soi, qu'elle est inférieure aux standards de soins usuels. Au contraire, un praticien consciencieux peut raisonnablement adopter des éléments de compte rendu différents de ceux énoncés dans ces préconisations lorsque, selon son jugement éclairé, une telle démarche est justifiée par l'état du patient, les limites des ressources disponibles ou toute nouvelle avancée scientifique ou technologique survenue après la publication de ce document.

Avant de réaliser l'examen, la SCMR recommande que les patients soient orientés vers des examens d'IRM cardiaque conformément aux critères d'utilisation appropriée développés par la SCMR, l'American College of Cardiology (ACC), l'American College of Radiology (ACR), l'American Heart Association (AHA), l'European Society of Cardiology (ESC) et l'European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) [4, 5]. La SCMR recommande que les examens soient réalisés conformément aux directives élaborées par la SCMR pour l'acquisition et l'analyse des images [6].

La SCMR recommande d'inclure les éléments clés dans tous les documents, notamment les données relatives (a) au centre et à l'équipement, (b) aux données démographiques du patient, (c) aux indications de l'examen, (d) à la réalisation de l'examen, (e) aux résultats de l'imagerie cardiovasculaire, et (f) aux conclusions qui synthétisent les résultats de l'examen en un diagnostic global, pouvant être utilisé pour la planification du traitement ou l'évaluation du pronostic. En présence d'études antérieures, il est essentiel d'indiquer la date de l'examen précédent ainsi que d'effectuer une comparaison, qui devra être intégrée dans le rapport.

La SCMR souligne qu'une communication efficace est un élément essentiel de toute procédure d'imagerie diagnostique pour un patient atteint ou suspecté d'être atteint d'une maladie cardiovasculaire.

*Correspondance : greg.hundley@vcuhealth.org

¹ Division de cardiologie, Département de médecine interne, VCU Pauley Heart Center, Virginia Commonwealth University, 1200 East Broad Street, P.O. Box 980335, Richmond, VA 23298, États-Unis

La liste complète des informations sur les auteurs est disponible à la fin de l'article



© Les auteurs 2022. **Accès libre** Cet article est sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International, qui autorise l'utilisation, le partage, l'adaptation, la distribution et la reproduction sur tout support ou format, à condition de citer correctement les auteurs originaux et la source, de fournir un lien vers la licence Creative Commons et d'indiquer si des modifications ont été apportées. Les images ou autres éléments provenant de tiers inclus dans cet article sont couverts par la licence Creative Commons de l'article, sauf indication contraire dans la mention de crédit relative à l'élément concerné. Si un élément n'est pas couvert par la licence Creative Commons de l'article et que l'utilisation que vous envisagez n'est pas autorisée par la réglementation en vigueur ou dépasse l'usage autorisé, vous devrez obtenir l'autorisation directement auprès du détenteur des droits d'auteur. Pour consulter une copie de cette licence, rendez-vous sur <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. La renonciation Creative Commons Public Domain Dedication (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) s'applique aux données mises à disposition dans cet article, sauf indication contraire dans la mention de crédit relative aux données.

La qualité des soins prodigués aux patients est optimale lorsque les résultats des examens sont communiqués dans des délais appropriés aux personnes chargées de prendre les décisions thérapeutiques. En conséquence, la SCMR recommande que le compte rendu finalisé soit disponible, dans la mesure du possible, dans les deux jours ouvrables suivant la réalisation de l'examen pour les examens de routine, mais le jour même pour les patients adressés pour des pathologies aiguës graves (par ex. suspicion d'embolie pulmonaire ou de dissection aortique).

Ce document sert de guide pour identifier (a) les éléments recommandés et facultatifs de rédaction des comptes rendus, (b) les principes utilisés pour générer un rapport final, et (c) les communications suggérées qui peuvent avoir lieu en dehors du rapport final. Une interprétation ou un rapport final écrit doit être généré et archivé à la suite de tout examen, procédure ou consultation officiellement demandée en IRM pour examiner les images, quel que soit la structure où l'IRM a été réalisée (hôpital, centre d'imagerie, cabinet médical, unité mobile, etc.). Dans le présent document, tous les éléments recommandés et facultatifs sont en gras, et les informations sont présentées sous forme de plan.

Le plan général de présentation des éléments à inclure dans un rapport CMR structuré est le suivant.

I. Informations générales (tableau 1)

A. Administratifs — 5 éléments au total (3 recommandés ; 2 facultatifs)

1. **Identifiant du site** (recommandé) : l'identifiant du site est un numéro unique attribué à chaque site où l'examen est réalisé.
2. **Lieu de prestation** (recommandé) : Indiquez le type d'établissement qui transmet les résultats. Il peut s'agir d'un hôpital, d'un centre des soins ambulatoires, d'un centre d'imagerie indépendant, d'un cabinet ou d'une unité mobile.
3. **l'aimant** (recommandé) : indiquez le type d'aimant, le fabricant, le numéro de modèle, l'intensité du champ et la plate-forme utilisé pour l'analyse
4. **Statut d'accréditation** (facultatif) : Indiquez « oui », « en attente » ou « non ».
5. **Organisme d'accréditation** (facultatif) : par ex. Intersocietal Accreditation Commission — Magnetic Resonance Laboratories (<https://www.intersocietal.org/mri/>), etc.

B. Données démographiques — (4 éléments recommandés)

1. **Identifiant unique du patient** : numéro de dossier médical utilisé par le système de soins de santé où l'examen IRM a été réalisé

2. **Date de naissance du patient**
3. **Sexe du patient**
4. **Origine ethnique du patient**

C. Données relatives à l'orientation vers l'examen — (2 éléments facultatifs)

1. **Médecin référent** — Identifiant national du prestataire (RPPS)
2. **Spécialité du médecin référent**

D. Planification et réalisation de l'examen — (6 éléments recommandés)

1. **Date de l'examen**
2. **Heure de début de l'examen**
3. **Personnel impliqué dans l'examen**
 - i. Infirmiers
 - ii. Stagiaires (par ex. fellows, internes, résident)
 - iii. Médecins
 - iv. Techniciens
4. **Indication principale de l'examen**
5. **Qualité de l'examen**
6. **Liste des séquences utilisées**
 - i. Ciné
 - ii. Ciné avec marquage tissulaire (Tagging) et autres séquences d'encodage de la déformation (Strain)
 - iii. Imagerie pondérée en T1 et T2 (T1w ; T2w)
 - iv. Cartographie (mapping) T1 et T2 quantitative
 - v. Cartographie T2*
 - vi. Rehaussement précoce au gadolinium
 - vii. Rehaussement tardif au gadolinium
 - viii. Ciné en contraste de phase avec encodage de la vitesse
 - ix. Angio-IRM (ou Angiographie par résonance magnétique)
 - x. Perfusion myocardique

E. Antécédents et facteurs de risque — (3 recommandés)

1. **Taille**
2. **Poids**
3. Pour les examens utilisant un produit de contraste à base de gadolinium, la valeur et la date d'acquisition du **dernier taux de créatinine sérique** et du **débit de filtration glomérulaire** estimé doivent être incluses.

Tableau 1 Informations générales relatives au rapport d'IRM cardiaque

	Recommandé	Recommandé si acquis/si présent	Facultatif
Administratif	Site de réalisation Système d'imagerie	N/A	Identifiant du centre Entité d'accréditation et statut
Données démographiques	Identifiant unique du patient Date de naissance ou âge en années du patient Sexe du patient Motifs justifiant des examens limités Résumé des résultats Signature du médecin et date (la signature électronique et la date doivent être clairement indiquées) Description adéquate de l'examen	Comparaison avec les études antérieures	Origine ethnique du patient
Données relatives à l'orientation vers l'examen	Médecin référent	N/A	Numéro du médecin référent Spécialité du médecin référent
Planification et réalisation de l'examen	Date de l'examen Personnel impliqué dans l'examen	N/A	temps de l'examen
Liste des séquences utilisées	Sang noir Rehaussement tardif au gadolinium (LGE) Œdème Ciné Strain Perfusion Flux Fer Angiographie par résonance magnétique	N/A	N/A
Antécédents et facteurs de risque	Taille (en pouces ou cm) Poids (lb ou kg) Surface corporelle (SC) Fréquence cardiaque (battements par minute) Rythme Pression artérielle brachiale ou fémorale (préciser laquelle) pression artérielle systolique et diastolique (mmHg)	Pour les examens utilisant des agents de contraste, valeur et date de la créatinine sérique et du débit de filtration glomérulaire estimé (DFGe) les plus récents	N/A
Résultats non liés à l'imagerie associés aux examens			
Études nécessitant un électrocardiogramme à 12 dérivations	Interprétation Rythme Fréquence ventriculaire Présence d'ondes Q Segment ST Anomalies de l'onde T	N/A	N/A
Examens intégrant des épreuves de stress	Fréquence cardiaque et rythme Saturation en oxygène Fréquence cardiaque maximale théorique selon l'âge Chaque mesure doit être enregistrée aux moments suivants et plus fréquemment si cela est cliniquement indiqué : au début de l'examen, à chaque niveau de stress, après récupération.	N/A	Pressions artérielles systolique et diastolique
Examens utilisant des molécules pharmacologiques vasoactifs ou inotropes positifs	Type de la molécule Quantité Durée d'action Voie d'administration Médicaments associés et présence /absence d'effets secondaires	N/A	N/A
Examens utilisant des agents de contraste	Type et nom de l'agent de contraste Volume de l'agent Voie d'administration Posologie de l'agent et présence/absence d'effets secondaires	N/A	N/A

Tableau 1 (suite)

	Recommandé	Recommandé en cas d'acquisition/si présent	Facultatif
Études utilisant une sédation	Anesthésie générale monitoring continu (hémodynamique ou électrique) Enregistrement de la fréquence et du rythme cardiaques et/ou de la pression artérielle Type, volume, voie d'administration Effets secondaires éventuels Réaction cardiovasculaire et pulmonaire Raison de l'administration	N/A	N/A
Critères de rapport pour les examens CMR	Format de rapport standardisé convenu au sein de l'établissement Rapport final examiné par un membre du personnel médical chargé de l'interprétation Interprétations finales vérifiées et signées par le personnel médical (manuellement ou électroniquement) dans les deux jours ouvrables suivant l'examen pour les examens de routine, mais communiquées le jour même pour les patients référés pour des problèmes aigus majeurs Enregistrement permanent de l'interprétation Mécanisme défini permettant de communiquer les résultats qui révèlent des conclusions urgentes ou potentiellement mortelles aux professionnels de santé appropriés	Si des rapports préliminaires sont publiés, leur caractère préliminaire doit être indiqué.	N/A

F. Résultats non liés à l'imagerie associés aux examens — (5 éléments recommandés)

1. Dans les études nécessitant un **électrocardiogramme (ECG) 12 dérivations**, son **interprétation** doit être fournie. Cela comprend la fréquence, le rythme et la *présence d'ondes Q*, les anomalies du segment *ST* ou de l'onde *T*, ou d'autres troubles du rythme.
2. Pour les études évaluant des conditions importantes sur le plan hémodynamique (c'est-à-dire les valvulopathies cardiaques, les shunts intracardiaques, le débit cardiaque, etc.), la **fréquence et le rythme cardiaques**, ainsi que la **pression artérielle systolique et diastolique** doivent être fournis pendant l'acquisition de l'IRM cardiaque. Pour les CMR de stress, la **fréquence et le rythme cardiaques**, la **saturation en oxygène**, les **pressions artérielles systolique et diastolique**, ainsi que le **pourcentage de la réponse par rapport à la fréquence cardiaque maximale théorique** doivent tous être enregistrés aux moments suivants :
 - i. Au début du test
 - ii. À chaque pallier de stress
 - iii. Après la récupération

3. Pour les études utilisant des agents vasoactifs ou inotropes positifs, **l'agent, sa quantité, sa durée, sa posologie, la voie d'administration et les médicaments associés** doivent être indiqués.
4. Pour les études utilisant des agents de contraste, **le type (c'est-à-dire paramagnétique), le nom, la dose et la voie d'administration** doivent être indiqués.
5. Pour les études nécessitant une sédation, une anesthésie générale ou une assistance ventilatoire ou cardiaque (hémodynamique ou électrique), **la dose, la nature, la voie et les modalités d'administration de ces agents ou dispositifs d'assistance** doivent être consignées. De même, la **réponse cardiovasculaire et pulmonaire** du patient (FC, PA, FR et saturation en oxygène) doit être enregistrée. Enfin, **le motif** justifiant l'administration de l'agent doit être précisé.

II. Techniques générales (tableau 2)

Dans cette section, la SCMR recommande d'indiquer l'orientation dans laquelle les images ont été acquises, par exemple si une série ciné destinée à l'évaluation des volumes ventriculaires a été acquise dans des plans axiaux ou dans des plans petit axe ; les séquences utilisées ; et si l'ensemble de données était en deux ou trois dimensions. Le statut « recommandé » ou « facultatif » de chaque élément décrit dans la section II est indiqué par rapport au protocole clinique spécifique à la maladie fourni dans la section III.

Tableau 2 Méthodes et procédures d'acquisition pour les structures cardiovasculaires

	Recommandé	Recommandé si acquis/si présent	Facultatif
Structure et fonction du ventricule gauche (VG)	Méthode d'acquisition Méthode d'analyse VTDVG/VTDVGi VTSVG/MTSVGi VES/VESi FEVG DC/IC Masse VG/MVGi Épaisseur de la paroi VG en télédiastole Cinétique segmentaire Présence d'anévrismes	N/A	Évaluation qualitative de l'épaississement de la paroi
Structure et fonction ventriculaire droite (VD)	Méthode d'acquisition Méthode d'analyse FEVD Cinétique segmentaire de la paroi	N/A	VTDVD/VTVDi VTSVD/MTSVDi VESVD/VESVDi Masse VD Évaluation qualitative de l'épaississement de la paroi Courbure du septum interventriculaire
Perfusion de premier passage	N/A	Perfusion de premier passage et rehaussement tardif au gadolinium Caractérisation tissulaire post-IDM	N/A
Rehaussement tardif au gadolinium	Localisation Distribution myocardique Étendue Interprétation	N/A	Masse totale du tissu infarcté
Perfusion sous stress (vasodilatateur)	Aspect visuel du rehaussement Nombre de segments concernés et étiologie présumée des défauts de perfusion Étendue	N/A	Perfusion myocardique en ml/min/g
Fonction de stress (dobutamine)	Cinétique segmentaire Anomalies induites de la cinétique segmentaire Réserve contractile	Perfusion myocardique	Index de mouvement des parois myocardiques (WMSI)
Étude de Flux	Direction et gamme de l'encodage de vitesse Mesures des débits	N/A	Vitesses maximales et moyennes et surfaces d'orifice

Tableau 2 (suite)

	Recommandé	Recommandé si acquis/si présent	Facultatif
Caractérisation tissulaire avancée	<i>Quantification du fer</i> : T2* myocardique natif septal ; T1 myocardique natif global <i>Hémorragie</i> : T1 myocardique natif régional ; T2 myocardique natif régional ; T2* myocardique natif régional <i>Lésion myocardique aiguë globale suspectée</i> : T2 myocardique natif global ou régional ; T1 myocardique natif global ou régional <i>Fibrose/infiltration/cicatrice dans les cardiomyopathies</i> : T1 myocardique natif global ou régional ; <i>Inflammation - lésion + œdème</i> : T1 myocardique natif global ou régional ; T2 myocardique natif global ou régional	N/A	<i>Quantification du fer</i> : T2 myocardique natif global ; T2 myocardique natif global <i>Lésion myocardique aiguë globale suspectée</i> : valeurs T2 globales ou régionales du myocarde natif ; valeurs T1 globales ou régionales du myocarde natif ; <i>Fibrose/infiltration/cicatrice dans les cardiomyopathies</i> : ECV global ou régional <i>Inflammation - lésion + œdème</i> : ECV global ou régional
Déformation (strain)	Orientation Étendue globale ou régionale	Valeurs absolues pour la déformation maximale	N/A
Structure et fonction des oreillettes	Évaluation des tailles de l'oreillette gauche (OG) et de l'oreillette droite (OD) autant que normale ou dilatée Présence d'une communication inter-auriculaire Présence d'une hypertrophie lipomateuse du septum inter-auriculaire	N/A	Degré de dilatation Volumes OG et OD et volumes indexés correspondants Volume maximal de l'OG Volume maximal de l'OG indexé volume maximal de l'OD Volume maximal de l'OD indexé Volume minimal de l'OG Volume minimal de l'OD Dimensions et surfaces longitudinales et transversales de l'OG, mesurées sur des boucles ciné en télé-systole à 2, 3 et 4 cavités Longueur OD mesurée sur une boucle ciné 4 cavités en télé-systole Recommandations d'évaluation et de post-traitement Dimensions ou surface auriculaires
Péricarde	Épaisseur péricardique Épanchement péricardique Signes de tamponnade cardiaque Interdépendance ventriculaire Inflammation des couches péricardiques Signes de myocardite associée	N/A	Mobilité/fusion Profils de flux des chambres de chasse VD/VG Œdème des feuillets péricardiques

Tableau 2 (suite)

	Recommandé	Recommandé si acquis/si présent	Facultatif
Angiographie par résonance magnétique	Diamètre externe maximal ou diamètres externes perpendiculaires maximaux pour les dimensions asymétriques Pour la plaque/sténose : diamètre externe maximal Localisation de l'athérosclérose et caractéristiques de la plaque Épaisseur/taille de l'athérosclérose et caractéristiques de la plaque Mobilité des plaques d'athérosclérose et caractéristiques de la plaque Estimation du pourcentage de sténose athéromateuse et caractéristiques de la plaque si significative sur le plan hémodynamique Anneau aortique Sinus de Valsalva Jonction sinotubulaire Diamètres de l'aorte thoracique ascendante et descendante au niveau de l'artère pulmonaire Diamètre de l'arc aortique Commentaire sur l'effacement sinotubulaire Commentaire sur la tortuosité de l'aorte thoracique Diamètre maximal de l'aorte abdominale Nombre et perméabilité des artères rénales État des artères coeliaque, mésentérique supérieure et mésentérique inférieure Présence/absence de stent ; perméabilité/occlusion ; présence de thrombus Aspect postopératoire/post procédural Maladie inflammatoire des gros vaisseaux Comparaison avec les examens antérieurs Aspect postopératoire	Aspect après injection de produit de contraste/rehaussement et caractéristiques de la plaque Inflammation athéromateuse et caractéristiques de la plaque, si séquences acquises Changement par rapport aux examens précédents (inclure les dimensions et la date précédentes) Diamètres minimaux de la lumière le long des artères fémorales communes, des artères iliaques externes et des artères iliaques communes bilatérales	Pour la plaque/sténose : diamètre de la lumière Section(s) transversale(s), en particulier lorsque les dimensions sont asymétriques Mesures de la surface et du volume de l'aorte abdominale et des artères périphériques
Évaluation valvulaire	Morphologie à signaler comme normale ou anormale Descripteurs qualitatifs de la fonction Résultats quantitatifs de la fonction (degré de sténose ou des valves semi-lunaires, surface valvulaire, degré de sténose des valves auriculo-ventriculaires) Degré de régurgitation valvulaire Sévérité de toute sténose ou régurgitation	N/A	Paramètres hémodynamiques pertinents

OG, oreillette gauche ; VG, ventricule gauche ; VTDVG, volume télédiastolique ventriculaire gauche ; VTDVGi, volume télédiastolique ventriculaire gauche indexé ; FEVG, fraction d'éjection ventriculaire gauche ; VTSVG, volume télé-systolique ventriculaire gauche ; VTSVGi, indice du volume télé-systolique ventriculaire gauche indexé ; OD, oreillette droite ; VTDVD, volume télé-diastolique ventriculaire droit ; VTDVDi, volume télé-diastolique ventriculaire droit indexé ; FEVD, fraction d'éjection ventriculaire droite ; VTSVD, volume télé-systolique ventriculaire droit ; VTSVDi volume télé-systolique ventriculaire droit indexé

Vous trouverez ci-dessous les éléments recommandés et facultatifs pour chacun de ces composants.

A. Structure et fonction du ventricule gauche (VG)

1. Volume VG

- i. **Méthode d'acquisition** (recommandé) : doit être indiquée conformément au document « SCMR Protocol Recommendations » (2).
- ii. **Méthode d'analyse** (recommandé) : doit être indiquée conformément au document « SC MR post-processing Recommendations » (1,9).
- iii. **Mesures** (6 recommandés) : elles doivent être rapportées par rapport aux valeurs normales pour la technique d'acquisition et le champ.

- a. **Volume télédiastolique ventriculaire gauche (VTDVG)** : défini comme le volume total de sang (ml) dans le ventricule gauche après remplissage maximal.
- b. **Volume téléstolique ventriculaire gauche (VTSVG)** : défini comme le volume sanguin restant (ml) dans le ventricule gauche après vidange maximale.
- c. **Volume d'éjection systolique du VG (VESVG)** : défini comme la quantité de sang (ml) pompée par battement cardiaque (VTDVG - VTSVG).
- d. **Fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG)** : définie comme le pourcentage (%) du volume de sang éjecté par le VG pendant la systole (VES / VTDVG).
- e. **Débit cardiaque ventriculaire gauche (DCVG)** : défini comme le VESVG multiplié par la fréquence cardiaque.
- f. **Masse ventriculaire gauche (MVG)** : définie comme le volume myocardique VG multiplié par 1.05, exprimée en grammes (g).
- iv. **Volumes ventriculaires gauches indexés** (5 recommandés) : méthode d'indexation selon le document « SCMR post-processing Recommendations » (1,9), par rapport aux valeurs normales pour la technique d'acquisition et l'intensité du champ.

Remarque : les valeurs peuvent également être indexées par rapport au poids.

- a. **VTDVG indexé** = VTDVG/surface corporelle (SC)
- b. **VTSVG indexé** = VTSVG/SC
- c. **VESVG indexé** = VESVG/SC
- d. **DCVG indexé** = DCVG/SC
- e. **MVG indexé** = MVG/SC

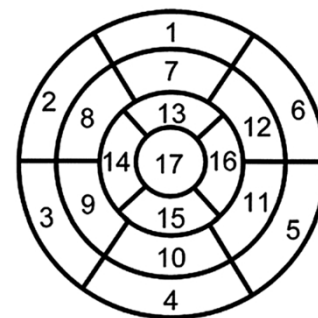
- v. **Épaisseur de la paroi** (recommandé) : doit être indiquée comme fine, *hypertrophiée* ou *normale*.

- a. L'hypertrophie ventriculaire gauche peut être décrite comme *concentrique*, *excentrique* ou *asymétrique*.

2. Cinétique segmentaire ventriculaire gauche

- i. **Cinétique segmentaire** (recommandé) : doit être décrite selon le modèle à 17 segments. Il est recommandé de classer chaque segment de manière qualitative comme *normal*, *hyperkinétique*, *hypokinétique*, *akinétique*, *dyskinétique*, *dyssynchrone*, *non évaluable en raison d'un artefact* ou *non évalué*.

Segmentation VG



- | | | |
|----------------------|------------------------|------------------|
| 1. antérobasal | 7. antéromédian | 13. antéroapical |
| 2. antéroseptobasal | 8. antéroseptomédian | 14. septoapical |
| 3. inféroseptobasal | 9. inféroseptomédian | 15. inféroapical |
| 4. inférobasal | 10. inféromédian | 16. latéroapical |
| 5. inférolatérobasal | 11. inférolatéromédian | 17. apex |
| 6. antérolatérobasal | 12. antérolatéromédian | |

- ii. **Mesure quantitative** (facultatif) : épaississement ou déformation myocardique par segment
- iii. **Anévrismes** (recommandé) : doivent être identifiés comme de larges segments dyskinétiques, des zones impliquant des segments multiples ou discontinus, et doivent être définis comme vrais ou faux (pseudo-anévrismes) afin d'inclure les informations relatives aux structures adjacentes.

B. Structure et fonction du ventricule droit (VD)

1. Volume du VD

- i. **Méthode d'acquisition** (recommandé) : doit être indiquée conformément au document « SCMR Protocol Recommendations » (2).
- ii. **Méthode d'analyse** (recommandé) : doit être rapportée conformément au document SCMR Post-Processing Recommendations (1,9).

iii. Mesures (6 facultatifs) : elles doivent être rapportées par rapport aux valeurs normales pour la technique d'acquisition et le champ.

a. **Volume télédiastolique ventriculaire droit (VTDVD)** : défini comme le volume total de sang (ml) dans le ventricule droit après remplissage maximal.

b. **Volume télésystolique ventriculaire droit (VTSVD)** : défini comme le volume sanguin restant (ml) dans le ventricule droit après vidange maximale.

c. **Volume d'éjection systolique ventriculaire droit (VESVD)** : défini comme le volume de sang (ml) pompée par battement cardiaque (VTDVD - VTSVD).

d. **Fraction d'éjection ventriculaire droite (FEVD)** : définie comme le pourcentage (%) du volume de sang éjecté par le VD pendant la systole (VESVD/VTDVD).

e. **Débit cardiaque ventriculaire droit (DCVD)** : défini comme le VESVD multiplié par la fréquence cardiaque.

f. **Masse ventriculaire droite (MVD)** : la mention de la MVD peut être indiquée dans les cas d'hypertrophie VD, tels que la cardiomyopathie hypertrophique ou l'hypertension pulmonaire.

iv. **Volumes VD indexés** (5 recommandés) : méthode d'indexation selon le document sur le post-traitement (1,9), par rapport aux valeurs normales pour la technique d'acquisition et l'intensité du champ. L'indexation par rapport à la taille peut également être effectuée.

a. **VTDVD indexé** = VTDVD/surface corporelle (SC)

b. **VTSVD indexé** = VTSVD/SC

c. **VESVD indexé** = VESVD/SC

d. **DCVD indexé** = DCVD/SC

e. **MVD indexé** = MVD/SC

v. **Épaisseur de la paroi** (recommandé) : doit être indiquée comme fine, *hypertrophiée* ou *normale*.

a. **L'hypertrophie ventriculaire droite** peut être décrite comme *concentrique*, *excentrique* ou *asymétrique*.

2. Cinétique segmentaire ventriculaire droite

i. **Cinétique segmentaire** (recommandé) : doit être décrite qualitativement au niveau de l'apex, de la paroi septale et antérieure et au niveau médio-ventriculaire de la paroi libre du VD. Les segments doivent être identifiés comme *normokinétiques*, *hyperkinétiques*, *akinétiques*, *dyskinétiques*, *dyssynchrones*, *non évaluables* ou *non évalués*.

ii. **Mesure quantitative** (facultatif) : épaissement de la paroi ou déformation par segment

3. **Courbure du septum interventriculaire** (facultatif) : la position du septum interventriculaire est un marqueur de la pression et de la charge volumique du ventricule droit et doit être décrite (séparément pour la télé-diastole et au pic de systole) comme *normale* (*convexe vers la droite*), *plate* ou *bombante vers le ventricule gauche*.

C. Masses (5 éléments recommandés)

1. **Localisation**

2. **Dimensions**

3. **Relation avec d'autres structures**

4. **Critères de malignité**

5. **Perfusion de premier passage et rehaussement tardif**, si réalisées

i. *Présent (e)* ou *absent(e)*

ii. Profil (*homogène* ou *hétérogène*)

D. Rehaussement tardif au gadolinium (LGE)

1. **Localisation** (recommandé) : La localisation des segments doit être rapportée en se référant à la section II. A. (structure et fonction du VG) et à la section II. B. (structure et fonction du VD).

2. **Distribution intramurale** (recommandé) : La distribution intramurale du LGE doit être classée comme adjacente à l'épicarde (*sous-épicardique*), au milieu de la paroi (*centro-myocardique*), adjacente à l'endocarde (*sous-endocardique*) ou couvrant l'ensemble du segment (*transmurale*).

3. **Étendue** (recommandé) : dans chacun des 17 segments du VG, l'étendue transmurale du rehaussement au sein de ce segment doit être décrite en utilisant les valeurs incrémentielles suivantes :

i. $\leq 25\%$

ii. $26\% \text{ à } \leq 50\%$

iii. $51\% \text{ à } \leq 75\%$

iv. $76\% \text{ à } 100\%$

4. **Masse totale du tissu rehaussé** (facultatif) : elle doit être mesurée en *grammes* (g) et également indiquée en pourcentage par rapport à la masse myocardique totale.

5. **Topographie** (recommandé) : l'apparence du rehaussement doit être décrite comme suit :

i. **Focal** : le rehaussement apparaît dans une seule ou quelques zones non contiguës.

ii. **Multifocal** : le rehaussement apparaît dans plusieurs zones, potentiellement adjacentes les unes aux autres.

- iii. Diffus : le rehaussement apparaît dispersé et parsemé à travers plusieurs segments.

6. **Interprétation** (recommandé) : l'aspect du rehaussement doit être interprété comme indiquant une

- a. Lésion ischémique (infarctus du myocarde)
- b. Lésion non ischémique ou infiltration (myocardite, cardiomyopathie hypertrophique, sarcoïdose, etc.)

E. Perfusion myocardique par vasodilatateurs

À l'heure actuelle, la majorité des séquences de perfusion sous stress par vasodilatateurs décrivent de manière qualitative le passage du produit de contraste à travers les tissus myocardiques du VG et du VD. Comme indiqué dans la partie consacrée aux résultats non liés à l'imagerie de la liste ci-dessus, les paramètres tels que les signes vitaux, les médicaments et l'administration d'agents de contraste doivent être consignés. Nous recommandons de présenter les informations relatives au myocarde VG sous la forme d'un modèle à 17 segments à l'aide d'un diagramme, d'un tableau ou de cartes polaires (appelées « diagrammes en œil de bœuf »).

1. Pour chaque segment myocardique du VG ou du VD, il est recommandé de caractériser l'aspect visuel du **rehaussement du contraste** dans le segment concerné, et il doit être caractérisé comme suit :
 - i. *Présent ou absent*
 - a. En outre, après ces évaluations, le nombre de segments concernés et l'étiologie présumée des défauts de perfusion doivent être identifiés.
 - ii. *Persistance du rehaussement* : définie comme persistant pour ≤ 5 battements, ou > 5 mais ≤ 10 battements, ou > 10 battements.
2. **Quantitative** (facultatif) : perfusion myocardique en ml/min/g

F. Épreuve de stress (dobutamine ou exercice)

Comme décrit dans la partie consacrée aux résultats non liées à l'imagerie de la liste ci-dessus, les paramètres tels que les signes vitaux, les médicaments et l'administration d'agents de contraste doivent être indiqués. Nous recommandons de présenter les informations relatives au myocarde VG sous la forme d'un modèle à 17 segments à l'aide d'un diagramme, d'un tableau ou de cartes polaires (appelées « diagrammes en œil de bœuf »)

1. Fonction pariétale (4 recommandés, 1 facultatif)
 - i. **Cinétique de la paroi** (recommandé) : doit être décrite de manière qualitative (tel qu'indiqué ci-dessus dans les descriptions de la cinétique segmentaire des parois VG et VD) ou quantitative (mesure de référence telle que le pourcentage d'épaississement de la paroi ou le strain) pendant le l'épreuve.

- ii. **Index de mouvement des parois myocardiques (WMSI)** (facultatif) : défini comme la somme des scores de mouvement de la paroi divisée par le nombre de segments notés, il doit être indiqué à chaque niveau de stress.

- iii. **Anomalies induites de la cinétique segmentaire** (recommandé) : définies comme une *dégradation de la cinétique segmentaire* (par ex. normal au repos à hypokinétique au stress), elles doivent être identifiées dans chacun des segments myocardiques. Il convient également d'identifier l'absence d'amélioration ou d'aggravation de la fonction VG globale pendant l'effort.

- iv. **Réserve contractile** (recommandé) : définie comme une *amélioration de la cinétique segmentaire* (par ex. une akinésie s'améliorant pour devenir une hypokinésie) pendant une perfusion à faible dose de dobutamine, elle doit être identifiée dans chacun des 17 segments myocardiques en présence d'une dysfonction du VG au repos.

- v. **Perfusion myocardique** (élément facultatif, mais rapport recommandé une fois acquis) : La SCMR suggère que la perfusion au sein de chacun des 17 segments soit définie selon la transmuralité et la persistance du défaut. Le société recommande de comparer les défauts de perfusion de stress (d'effort ou pharmacologique) avec la perfusion au repos ou les segments correspondants en rehaussement tardif (co-enregistrés), afin d'identifier les zones ischémiques, infarctées ou non ischémiques. Il est également admis que des artefacts peuvent simuler des défauts ; ceux-ci doivent alors être décrits.

G. Flux

Lorsque des mesures quantitatives du flux sont acquises, les éléments suivants sont recommandés :

1. **Direction du codage de la vitesse** (facultatif) : doit être précisée selon les axes *antéro-postérieur*, *cranio-caudal* (ou *supéro-inférieur*), *droite-gauche*, *perpendiculaire au plan* (through-plane) ou une *combinaison* de ceux-ci.
2. **Plage de codage de la vitesse, ou réglage Venc**, (recommandé) : *mètres/seconde*.
3. **Mesures du débit** (recommandé) : *millilitres ou litres, par battement cardiaque ou par minute*
4. **Vitesses maximales et moyennes et surfaces d'orifice** (recommandé) : avec mesures de vitesse en m/sec et résultats de surface en cm^2 . Le cas échéant, les vitesses maximales et moyennes doivent inclure les estimations correspondantes des gradients de pression maximaux et moyens calculés selon l'équation de Bernoulli modifiée [7].

1. Caractérisation tissulaire avancée

Outre les séquences standard pour le LGE, d'autres séquences, notamment les séquences pondérées en T2 sensibles à l'œdème, les séquences pondérées en T2* sensibles au fer et à l'hémorragie, et le rehaussement précoce au gadolinium, ainsi que la cartographie T1 myocardique, peuvent être utilisées pour détecter une cardiomyopathie [8]. Pour les pathologies couramment suspectées, nous recommandons de mentionner les paramètres suivants en plus des paramètres standards. Il est important de noter que l'intensité du champ magnétique (I.A.iii.) doit être indiquée lors de la mention des valeurs T1 myocardiques.

1. Quantification du fer (2 recommandés, 2 facultatifs)

- i. **Le T2* myocardique natif septal** doit être rapporté comme *diminué ou normal, avec sa valeur*.
- ii. **Le T1 myocardique natif septal** doit être rapporté comme *diminué ou normal*.
- iii. **T2* myocardique natif global** (facultatif)
- iv. **T1 myocardique natif global** (facultatif)

2. Hémorragie (3 recommandés)

- i. **Le T1 myocardique natif régional** doit être signalé comme *diminué ou normal*.
- ii. **Le T2 myocardique natif régional** doit être signalé comme *diminué ou normal*.
- iii. **Le T2* myocardique natif régional** doit être signalé comme *diminué ou normal*.

3. Séquence pondérée en T2 sensible à l'œdème : l'intensité du signal par rapport à l'intensité du signal dans le muscle squelettique peut être indiquée. Lors de l'évaluation, il est recommandé d'identifier la localisation de l'hypersignal T2 par rapport au modèle à 17 segments.

4. Rehaussement précoce : Dans les premières minutes suivant le premier passage d'un produit de contraste à base de gadolinium par voie intraveineuse, des zones de rehaussement précoce peuvent être observées sur des séquences en écho de gradient avec inversion-récupération (ou séquences comparables). Lorsqu'un tel rehaussement est identifié, sa localisation doit être précisée selon le modèle à 17 segments.

5. Œdème global ou régional en cas de suspicion de lésion myocardique aiguë (2 recommandés, 2 facultatifs)

- i. **T2 myocardique natif global ou régional** Il convient de signaler *une augmentation ou une valeur normale*.
- ii. **Le T1 myocardique natif global ou régional** doivent être indiquées comme *augmentées ou normales*.

iii. Valeurs T2 myocardique natif globales ou régionales (facultatif)

iv. Valeurs T1 myocardique natif globales ou régionales (facultatif)

6. Fibrose/ infiltration/ cicatrice globale ou régionale dans les cardiomyopathies (1 recommandé, 1 facultatif)

- i. **Le T1 myocardique natif global ou régional** doit être rapporté comme *augmenté ou normal*.
- ii. **ECV (volume extracellulaire) global ou régional** doit être indiqué comme *étant augmenté ou normal* et sa valeur absolue (%) doit être fournie (facultatif).

7. Lésion inflammatoire et œdème myocardique global ou régional (2 recommandés, 1 facultatif)

- i. **T1 myocardique natif global ou régional** Il convient de signaler *une augmentation ou une valeur normale*.
- ii. **T2 myocardique natif global ou régional** doit être signalé comme *augmenté ou normal*.
- iii. **L'ECV global ou régional** doit être indiqué comme *étant augmenté ou normal* et sa valeur absolue (%) doit être fournie (facultatif).

I. Le Strain

Les valeurs de déformation myocardique du ventricule gauche sont facultatives. Lorsqu'elles sont rapportées, les informations suivantes sont suggérées.

1. Méthode d'acquisition (images sources)

2. Orientation

- i. *Circonférentielle, longitudinale, radiale*

3. Distribution régionale

- i. L'étendue et la sévérité, qu'elles soient globales ou régionales, ainsi que les valeurs absolues du pic de déformation (peak strain) ou du taux de déformation (strain rate), peuvent être mentionnés (facultatif)

J. Structure et fonction auriculaires

1. Les variables qualitatives suivantes doivent être rapportées (3 facultatifs, 3 recommandés) :

- i. **Évaluation de la taille de l'OG et de l'OD comme normale ou dilatée** (recommandé)

ii. **Degré de dilatation classé comme léger, modéré, sévère** (facultatif)

iii. **Volumes de l'OG et de l'OD et volumes indexés à la surface corporelle** (facultatif)

iv. **Présence d'un foramen ovale perméable ou d'une communication interauriculaire**, si identifiée (recommandé).

v. **Présence d'une hypertrophie lipomateuse du septum interauriculaire**, si identifiée (recommandé).

vi. **Fonction de l'OG** (facultatif)

2. S'il est quantifié, le **volume maximal de l'OG** (en ml) doit être calculé au téléstole ventriculaire sur la dernière image ciné avant l'ouverture de la valve mitrale. Les volumes minimaux de l'OG doivent être calculés sur la première image ciné après la fermeture de la valve mitrale. Les volumes maximaux et minimaux de l'OD doivent être calculés à l'aide des images ciné correspondantes de la valve tricuspide.

i. **Volumes maximaux de l'OG et de l'OD et volumes indexés à la surface corporelle** (facultatif) ;

ii. **Volumes minimaux de l'OG et de l'OD indexés à la surface corporelle** (facultatif) ;

iii. **Rapport des dimensions longitudinales et transversales et des surfaces de l'OG et de l'OD, mesurées sur des images ciné en coupes 2, 3 et 4 cavités** (facultatif).

iv. Technique d'imagerie utilisée pour les mesures, conformément au document « SCMR Evaluation and Post-Processing Recommendations » (1, 9) (recommandé) (par ex. méthode de Simpson modifiée, méthode biplan aire-longueur, sommation multi-coupes ou qualitative) :

v. **Rapport de la fraction d'éjection de l'OG et de l'OD calculée à partir des volumes maximal et minimal** (facultatif)

vi. Rapport des volumes systoliques (et volumes systoliques indexés) de l'OG et de l'OD respectifs calculés à partir des volumes maximal et minimal (facultatif).

K. Péricarde — lors de l'évaluation du péricarde, les éléments suivants doivent être indiqués

a. **Épaisseur péricardique** (sang noir pondérée T1, ciné) (recommandé) en *mm*

b. **Épanchement péricardique** (sang noir pondérée T1, ciné) (recommandé) *circonférentiel ou focal*

c. **Mobilité/ fusion** des couches péricardiques (facultatif) — séquence de marquage (tagging)

d. **Signes de tamponnade cardiaque** — collapsus diastolique de la paroi du VD / collapsus proto-systolique de la paroi de l'OD (recommandé)

1. Peut être intermittent (ciné en temps réel durant une respiration libre).

e. **(Inter) dépendance ventriculaire** — ciné en temps réel durant une inspiration profonde (recommandé)

1. Inversion/ aplatissement septal inspiratoire en proto-diastole

2. Déplacement septal ventriculaire total lié à la respiration

f. **Profils de remplissage VD/ VG** — en cas de péricardite constrictive (facultatif)

1. *Profils de flux* des valves auriculo-ventriculaires / veines caves et pulmonaires

2. *Flux cardiaque en temps réel durant* une respiration libre

g. **Œdème des couches péricardiques**, c'est-à-dire hypersignal sur les images pondérées T2w (facultatif)

h. **Inflammation des couches péricardiques**, c'est-à-dire hypersignal sur les séquences LGE si du gadolinium a été administré (recommandé)

i. **Preuve d'une myocardite associée**, rehaussement tardif myocardique non ischémique ou œdème sur T2w / valeurs élevées sur la cartographie T1-T2 (recommandé)

L. Masses cardiaques et paracardiaques, y compris les thrombus

a. **La présence, le nombre, la localisation et l'étendue** des masses cardiaques et paracardiaques doivent être signalés (recommandé).

b. Les questions fonctionnelles concernent :

1. **L'étendue de l'infiltration myocardique** (recommandé). Les images ciné avec marquage peuvent aider à définir une masse comme infiltrant le myocarde ou l'espace péricardique (facultatif)

2. **Impact** sur divers aspects de la fonction cardiaque, tels que la **déformation myocardique** et la **fonction valvulaire** (recommandé)

3. Les mesures de routine des **dimensions ventriculaires** et de la **fonction systolique** doivent être obtenues à partir des séquences ciné dans les plans de coupe cardiaques standards (par ex., grand axe horizontal, petit axe, etc.), et des plans ciné supplémentaires peuvent aider à délimiter l'impact fonctionnel d'une masse cardiaque ou paracardiaque. (recommandé)

4. Le **rehaussement** d'une masse en imagerie de perfusion de premier passage confirme sa vascularisation ou sa communication avec le compartiment vasculaire ; des indices complémentaires issus de l'imagerie morphologique peuvent aider à interpréter les résultats de la perfusion de premier passage. (recommandé)

5. Caractérisation tissulaire

- i. Description des principales caractéristiques d'intensité du signal dans les séquences T1w, T2w, LGE et LGE avec long TI
- ii. Composition tissulaire prédominante suspectée (par ex. fibreuse, graisseuse, œdème, noyau nécrotique), si possible

M. AngioIRM (ARM) — pour les vaisseaux concernés, les éléments suivants doivent être signalés

1. Dimensions — Diamètre maximal, ou diamètres perpendiculaires pour les dimensions asymétriques, mesurés sur des plans orthogonaux à la ligne centrale du vaisseau. La surface peut également être rapportée. Il n'existe pas de consensus dans la littérature sur l'inclusion de la lumière ou de la paroi aortique dans la mesure des diamètres, car cela dépend en partie de l'indication et de la technique de CMR/ARM utilisée. En cas d'anévrisme, de plaque ou de sténose, le diamètre externe maximal et le diamètre de la lumière peuvent tous deux être mentionnés. Nous renvoyons au document des recommandations de la SCMR sur le post-traitement (1, 9) pour plus de détails [9]. Précisez l'évolution par rapport aux examens antérieurs, en incluant les dimensions précédentes et leurs dates respectives.

2. Athérosclérose et caractéristiques des plaques — Les éléments suivants doivent être indiqués :

- i. **Description** de la localisation
 - ii. **Mobilité et étendue** des plaques
 - iii. **Estimation du pourcentage de sténose du diamètre** si cela est pertinent sur le plan hémodynamique
 - iv. **rehaussement/ aspect** après injection de produit de contraste (si séquences acquises)
3. Flux : sur les images angioRM de l'aorte avec séquence de contraste de phase ou par mesure du flux 4D, *la direction et l'amplitude du flux* doivent être indiquées. En cas de dissection, le flux dans *la vraie et la fausse lumière* doit être indiqué.
4. Inflammation : les résultats des images T1w ou T2w doivent être indiqués si les séquences sont acquises. La présence ou l'absence de rehaussement du contraste doit également être indiquée si les séquences ont été réalisées.

III. Protocoles d'IRM cardiaque spécifiques aux pathologies

Après avoir confirmé la pertinence de l'examen d'IRM cardiaque prescrit, il incombe au médecin interpréteur de rapporter un ou plusieurs éléments recommandés relatifs à la prise en charge du processus pathologique évalué. À ce titre, la SCMR recommande de rapporter les données propres à chaque scénario clinique énuméré ci-dessous et classées dans les sections suivantes (Tableau 3) : caractéristiques anatomiques/structurelles, fonctionnelles, de perfusion, de caractérisation tissulaire, ainsi que les éléments cliniques liés à la maladie. Ces derniers incluent, par exemple, la durée des symptômes depuis leur apparition jusqu'à l'IRM ou la revascularisation, le délai entre la revascularisation et l'IRM, les antécédents de revascularisation (type, localisation), ainsi que le statut des artères coronaires et des pontages (perméables, sténose significative, occlus).

A. Cardiomyopathies ischémiques

i. IDM ou syndromes coronariens aigus

a. Anatomiques/structurelles (4 recommandés)

1. **Volumes VG et VD** en télédiastole et en télésystole (absolus et indexés à la surface corporelle), présence d'anévrysmes
2. **MVG**
3. **Thrombus** (*localisation, taille*), le cas échéant
4. **Péricarde**

b. Fonctionnelle (3 recommandés)

1. **FEVG et FEVD, volume systolique et débit cardiaque**
2. **Fonction valvulaire** (*mitrale, aortique*)
3. **Cinétique segmentaire anormale**, le cas échéant, pour chacun des segments (*hyperkinétique, hypokinétique, akinétique, dyskinétique*)

c. Perfusion (1 recommandé)

1. **L'obstruction microvasculaire (MVO)** doit être signalée si elle est évaluée lors de la perfusion de premier passage

d. Caractérisation tissulaire (2 recommandés, 2 facultatifs)

1. **Rehaussement précoce** (facultatif) : Présence, localisation, étendue, transmuralité segmentaire ; facultatif : % de la MVG, % de LGE.

Tableau 3 Protocoles spécifiques aux maladies cardiovasculaires**Cardiopathie ischémique**

Infarctus aigu du myocarde (IDM) ou syndromes coronariens aigus

Cardiopathie ischémique chronique et viabilité

Cardiomyopathies et myocardites

Myocardite aiguë

Cardiomyopathie hypertrophique

Cardiomyopathie arythmogène du VD (CAVD)

Cardiopathie hypertensive

Non-compaction du VG

Cardiomyopathie dilatée

Cardiomyopathie par surcharge en fer

Cardiomyopathie restrictive (par ex., amylose cardiaque)

Sarcoïdose cardiaque

Cardiomyopathies liées au cancer

Cardiomyopathies induites par la consommation de substances récréatives

Transplantation cardiaque

Maladie vasculaire (aorte thoracique)

Anévrisme aortique

Dissection aortique, hématome intramural et ulcère pénétrant

Anatomie postopératoire

Maladies inflammatoires de l'aorte

Maladie congénitale

Maladie vasculaire (artères coronaires)

Anomalies des artères coronaires

Anévrismes, malformations artérioveineuses coronaires et fistules coronaires

Maladie vasculaire (veineuse)

Sténose ou thrombose

Veines pulmonaires avant et après ablation

Cardiopathie valvulaire

VTDPV, VTDPV, VTSVG, VTSVG, VESVG, VESVG, FEVG, VTDPV, VTSVDi, VESVDi et FEVD

Degré de sténose des valves auriculo-ventriculaires

2. **LGE** (recommandé) : *présence, localisation, type, étendue, transmuralité segmentaire, facultatif: % MVG, relation entre LGE et mouvement de la paroi (par ex. segment hypokinétique sans LGE) et interprétation concernant l'hibernation; rehaussement péricardique.*

3. **Hémorragie intramyocardique** (recommandée) : *présence, localisation, étendue*

4. **Imagerie ou cartographie T2** (facultative) : présence, localisation et étendue, y compris l'augmentation du T2 au-delà des zones de rehaussement tardif, exprimée en pourcentage de la masse VG

f. Perfusion sous stress

1. Informations générales pertinentes issues de la section I (recommandé)
2. Données de perfusion sous stress pertinentes issues de la section II (recommandé)

g. Cinétique segmentaire sous stress

1. Informations générales pertinentes issues de la section I (recommandé)
2. Données de cinétique segmentaire sous stress pertinentes issues de la section II (recommandé)

e. Autres (4 facultatif)

1. **Durée des symptômes** entre leur apparition et la réalisation de l'examen ou de la revascularisation

2. **Durée entre la revascularisation et la CMR**

3. **Revascularisation antérieure** (type, localisation) 4. **État**

du pontage aorto-coronarien (PAC) – si disponible : perméable, sténose significative, occlusion

ii. Cardiopathie ischémique chronique et viabilité

a. Anatomiques/structurelles (5 recommandés)

1. **Volumes VG et VD** en télédiastole et en télésystole (absolus et indexés à la surface corporelle), anévrismes, amincissement de la paroi, remodelage.

2. MVG

3. **Thrombus intraventriculaires** (taille, localisation, forme plate ou masse protubérante)

4. **Épanchement péricardique et/ou épaississement**

5. **La présence et la localisation** des épanchements pleuraux doivent être signalées.

b. Fonctionnelles (3 recommandés)

1. **FEVG et FEVD**, débit cardiaque et volume d'éjection systolique

2. **Fonction valvulaire** (mitrale, aortique, tricuspide)

3. **Cinétique segmentaire** pour chacun des 17 segments (hyperkinétique, normokinétique, hypokinétique, akinétique, dyskinétique)

c. Caractérisation tissulaire (2 recommandés, 4 facultatifs)

1. **Présence de métaplasie lipomateuse** (facultatif) à partir des séquences pondérées en T2 ou sur les séquences de rehaussement tardif avant administration du Gadolinium (LookLocker).

2. **Infarctus aigu vs chronique** à partir des séquences T2w (facultatif)

3. **LGE** (recommandé) : présence, localisation, taille et étendue intramurale

4. **Étendue transmurale du LGE** (%) pour les segments myocardiques atteints en cas de dysfonction myocardique sous-tendue par une sténose limitant le flux (recommandé).

5. **Informations sur une revascularisation antérieure** (intervention coronarienne percutanée/ pontage aorto-coronarien) et résultats angiographiques (facultatif)

d. Perfusion sous stress

1. Informations générales pertinentes issues de la section I (recommandé)

2. Données de perfusion de stress pertinentes issues de la section II (recommandé)

e. Cinétique segmentaire sous stress

1. Informations générales pertinentes de la section I (recommandés)

2. Données de cinétique segmentaire sous stress pertinentes issues de la section II (recommandés)

B. Cardiomyopathies non ischémiques

i. Myocardite

Outre les séquences standard utilisées pour caractériser le tissu myocardique (T2w sensible à l'œdème, T2* sensible au fer et à l'hémorragie, rehaussement précoce au gadolinium et LGE), la cartographie myocardique (mapping) est de plus en plus utilisée pour détecter l'inflammation myocardique. Récemment, les recommandations consensuelles des experts ont été mises à jour et incluent désormais les cibles suivantes pour détecter l'inflammation non ischémique [11] :

a. Anatomique/structurale

1. Morphologie du VG (2 recommandés)

i. **VTDVG et VTDVGI**

ii. **VTSVG et VTSVGI**

b. Fonctionnelle (4 recommandées, 1 facultative)

1. **FEVG**

2. **FEVD**

3. **DCVG**

4. **Index cardiaque du VG**

5. **Score de cinétique segmentaire** ventriculaire gauche (facultatif)

c. Caractérisation tissulaire

1. **Œdème** : Augmentation globale ou régionale de l'intensité du signal sur les images pondérées en T2 (présente vs absente) ou T2 myocardique natif global ou régional (augmenté vs normal), avec précision de la localisation.

2. **Lésion inflammatoire/post-inflammatoire/cicatrice** :

T1 natif régional ou global (augmenté vs normal) ou **rehaussement tardif régional** selon une topographie non ischémique (présent vs absent) ou volume extracellulaire (ECV) global ou régional (augmenté vs normal).

d. Autres (1 recommandé, 3 facultatifs)

1. Index de mouvement des parois myocardiques (facultatif)

2. Épanchement péricardique (recommandé)

3. VTDVD, VTDVDi, VTSVD, VTSVDi, FEVD (facultatif)

4. MVGi (facultatif)

ii. Cardiomyopathie hypertrophique

a. Anatomique/structurel (tous recommandés)

1. Anatomie, type d'hypertrophie

- i. Répartition régionale prédominante de l'hypertrophie (par ex. apicale, septale, médiane), si asymétrique
- ii. Inversion de la *courbure septale*
- iii. *Obstruction médiane-ventriculaire ou de la chambre de chasse du VG (CCVG)*
- iv. *Présence et localisation* de fentes ou de cryptes
- v. *Atteinte du ventricule droit*

2. **Gravité** de l'hypertrophie (mesure sur ciné bSSFF (balanced steady state free precession) sur le petit axe)

- i. *Épaisseur maximale de la paroi*
- ii. *Épaisseur des segments non hypertrophiés*

3. Anatomie des muscles papillaires

- i. hypertrophiés ou non
- ii. Déplacement apical

4. Thrombus intraventriculaire

- i. Taille, localisation, mobilité du thrombus

5. Volumes VG

- i. VTDVG, VTDVGI, VTSVG, VTSVGI
- ii. MVG et MVGI

6. Volumes VD

- i. VTDVD, VTDVDi, VTSVD, VTSVDi

7. Taille auriculaire

- i. Diamètre de l'oreillette gauche sur une coupe trois cavités du VG
- ii. Volume de l'oreillette gauche

8. Anévrisme apical, le cas échéant

b. Fonctionnel (tous recommandés)

1. FEVG**2. FEVD****3. Mouvement systolique antérieur (SAM) des feuillets de la valve mitrale ou des cordages**

- i. Turbulence sur la chambre de chasse VG sur les séquences ciné en coupe 3-cavités du VG
- ii. Vitesse/ gradient systolique maximal de la CCVG (à noter que le gradient maximal peut être sous-estimé sur CMR par rapport à l'échocardiographie pour des raisons techniques)

4. Régurgitation mitrale

- i. Jet excentrique ou non, décrire le mécanisme de la régurgitation mitrale, par ex. association avec un SAM
- ii. Quantification du volume et de la fraction de régurgitation

c. Perfusion (facultatif)

1. Perfusion sous stress vasodilatateur

- i. Chez les patients souffrant de douleurs thoraciques, pour identifier une ischémie microvasculaire et la différencier d'une ischémie due à une maladie coronaire.

d. Caractérisation tissulaire (recommandé, si acquis)

- 1. Fibrose régionale sur LGE (présence, étendue, localisation, profil de distribution régionale intramurale)

2. Indices avancés de caractérisation tissulaire (3 recommandés - si acquis, 4 facultatifs)

- i. T1 native pour les segments myocardiques évalués (facultatif)
- ii. Localisation du T1 anormale (recommandé - si acquis)
- iii. *Localisation et ampleur* de l'augmentation régionale du T2 chez les patients présentant une élévation de la troponine (recommandé - si acquis)
- iv. *ECV* dans les segments myocardiques évalués (facultatif)
- v. *ECV global* (facultatif)
- vi. *Localisation et ampleur (%)* de l'élévation de l'ECV (recommandé - si acquis)

iii. Cardiomyopathie arythmogène du VD (CAVD) Outre les commentaires spécifiés dans d'autres composantes de ces recommandations pour la fonction ventriculaire gauche et droite, le rapport de CMR pour la CAVD doit spécifiquement commenter les éléments suivants des critères du groupe de travail sur la CAVD [10] :

a. Anatomique/structurel (tous recommandés)

1. VTDVG, VTDVGI, VTSVG, VTSVGI, MVG, MVGI.**2. VTDVD, VTDVDi, VTSVD, VTSVDi**

3. **troubles de la cinétique segmentaire du VD** (akinésie ventriculaire droite, dyskinésie ou contraction dyssynchrone, et le cas échéant, localisation du trouble de la cinétique segmentaire).

b. Fonctionnel (tous recommandés)

1. FEVG

2. FEVD

- c. Caractérisation tissulaire (tous facultatifs) — Les caractéristiques secondaires qui appuient le diagnostic de CAVD ou qui conduisent à d'autres diagnostics (par ex. sarcoïdose, myocardite) doivent également être mentionnées. Elles comprennent :

1. **La présence et la localisation** d'un LGE (*par ex. VD, VG — profil ischémique ou non ischémique*)
2. **La présence et la localisation** d'une anomalie T1 pouvant suggérer une infiltration graisseuse
3. **La présence et la localisation** d'un œdème myocardique (si des images T2w sont acquises)

iv. **Cardiopathie hypertensive**

a. Anatomique/structurel (tous recommandés)

1. **Volumes et masse du VG**

- i. VTDVG, VTDVGi, VTSVG, VTSVGi
- ii. MVG, MVGi

2. **Épaisseur** moyenne et maximale **de myocarde** (indexé à la surface corporelle)

i. Volume ventriculaire gauche *normal ou dilaté*

3. **Volumes ventriculaires droits**

i. VTDVD, VTDVDi, VTSVD, VTSVDi

4. **Taille auriculaire**

- i. *Diamètre de l'oreillette gauche sur coupe trois cavités du VG*
- ii. *Volume de l'oreillette gauche*

b. Fonctionnel

1. FEVG (recommandé)
2. FEVD (recommandé)
3. **Anomalies de la cinétique segmentaire du VG**
4. **Régurgitation mitrale**

- i. *Centrale ou excentrique*, décrire **le mécanisme** probable de la RM, par ex. dilatation de l'anneau mitral

- ii. Quantification du volume et de la fraction de régurgitation

5. Évaluer **la fonction de la valve aortique** pour détecter une régurgitation, en particulier chez les patients présentant une dilatation de la racine aortique et/ou de l'aorte ascendante (recommandé)

Évaluer **les diamètres de l'aorte thoracique** : *anneau, sinus, aorte ascendante, crosse, aorte thoracique descendante*

c. Perfusion

1. **Stress avec vasodilatateur** (facultatif)

- i. chez les patients présentant une maladie coronarienne connue afin d'évaluer une ischémie inducible
- ii. chez les patients dont l'anatomie coronarienne n'est pas connue, afin d'exclure une ischémie inducible

d. Caractérisation tissulaire

1. Anomalie segmentaire de rehaussement tardif (tous recommandés)

- i. **Présence** d'une anomalie segmentaire (*oui/non*)
- ii. **Localisation** de l'anomalie segmentaire
- iii. **Profil** de LGE non ischémique (mi-paroi, *patchy*)
- iv. Décrire **la présence** de toute cicatrice d'infarctus coexistante
- v. **Étendue** du LGE (évaluation qualitative de l'étendue)

2. Indices avancés de caractérisation des tissus (facultatif)

- i. *T1 natif*
- ii. *ECV*

v. **Non-compactation du VG**

a. Anatomique/structurel (tous recommandés)

1. **Volumes VG**

- i. VTDVG, VTDVGi, VTSVG, VTSVGi, FEVG, VESVG

2. Volumes ventriculaires droits

- i. *VTDVD, VTDVDi, VTSVD, VTSVDi, FEVD, VESVD*

3. Trabéculations excessives associées à un myocarde compacté fin :

- i. **Mesure du rapport maximal** entre l'épaisseur de la couche endocardique trabéculée et la couche épicaudique compactée sur des images ciné en coupe transversale (recommandé).

- ii. **Pourcentage de la MVG** constitué de trabéculations (optionnel).

- iii. **Rotation systolique de l'apex** (optionnel).

- iv. **Anomalies de la cinétique segmentaire** des segments non compactés (recommandé).

b. Fonctionnels (2 recommandés)

1. FEVG

2. FEVD

c. Caractérisation tissulaire

1. Fibrose myocardique

- i. Caractéristiques CMR : *LGE* du myocarde VG (recommandé)

2. Thrombus VG ou VD dans les récessus intertrabéculaires s'ils sont présents (recommandé).

3. Caractérisation tissulaire avancée

- i. Caractéristiques des phénotypes associés tels que la cardiomyopathie hypertrophique et la cardiomyopathie dilatée (recommandé si des séquences adéquates ont été réalisées)

vi. Cardiomyopathie dilatée

a. Anatomique/structurel (tous recommandés)

1. Volumes et masse du VG

- i. *VTDBG, VTDVGi, VTSVG, VTSVGi*
- ii. *MVG, MVGi*

2. Épaisseur de paroi

- i. *Préservée, fine ou augmentée*

3. Trabéculations

- i. *Normales*
- ii. *Proéminentes*
- iii. Répondant *aux critères* de non-compactation du VG

4. Volumes ventriculaires droits

- i. *VTDVD, VTDVDi, VTSVD, VTSVDi*

5. Oreillettes

- i. *Diamètre de l'oreillette gauche* sur une coupe à trois cavités du VG

- ii. *Volume de l'oreillette gauche*

- iii. **Anatomie des veines pulmonaires** chez les patients atteints de fibrillation auriculaire pouvant nécessiter une ablation (facultatif)

b. Fonctionnels (tous recommandés)

1. FEVG

2. FEVD

3. Anomalies de la cinétique segmentaire (hypokinésie, akinésie, dyskinésie)

4. Dyssynchronie

- i. *Présence et localisation de la dyssynchronie* (recommandé)

- ii. Données relatives à la déformation (facultatif)

5. Thrombus intraventriculaire, le cas échéant (recommandé)

- i. *Taille, localisation, mobilité* du thrombus

6. Régurgitation mitrale (recommandé)

- i. *Central ou excentrique*, décrire le mécanisme probable de la régurgitation mitrale, par ex. dilatation de l'anneau mitral

- ii. *Quantification* du volume et de la fraction de régurgitation

7. Fonction valvulaire aortique / exclure une régurgitation aortique significative

c. Perfusion

1. Stress aux vasodilatateurs (facultatif)

- i. Chez les patients présentant une maladie coronarienne connue, évaluer une ischémie résiduelle inductible

- ii. Chez les patients dont l'anatomie coronaire n'est pas connue, pour exclure une ischémie inductible

d. Caractérisation tissulaire

1. Fibrose régionale sur les séquences de LGE (présence, localisation, répartition régionale) (recommandé)
2. **Étendue** du LGE (% de la MVG) (facultatif)
3. Indices avancés de caractérisation tissulaire (facultatif)

- i. *T1 natif*
- ii. *T2 (chez les patients présentant une élévation de la troponine)*
- iii. *ECV*

vii. Cardiomyopathie due à une surcharge en fer

a. Anatomique/structurel (tous recommandés)

1. Volumes et masse ventriculaires gauches

- i. *VTDTV, VTDTV_i, VTSVG, VTSVG_i*
- ii. *MVG*

2. Volumes ventriculaires droits

- i. *VTDVD, VTDVD_i, VTSVD, VTSVD_i*

3. Taille auriculaire

- i. *Surface de l'oreillette gauche indexée à la surface corporelle*

b. Fonctionnel (2 recommandés)

1. **FEVG**
2. **FEVD**

c. Caractérisation tissulaire

- i. **Valeurs T2*** de toute l'épaisseur du septum interventriculaire (recommandé).
- ii. **T1 natif** (facultatif)

viii. Cardiomyopathie restrictive, amylose

a. Anatomique/structurel (tous recommandés)

1. Masse et volumes du VG et du VD : augmentation de la MVG, épaisseur de la paroi du VG et remodelage concentrique.

2. Taille auriculaire : dilatation auriculaire, contraction, épaissement de la paroi auriculaire.

3. Anomalies extracardiaques : épanchement péricardique et pleural.

b. Fonctionnel (tous recommandés)

1. **FEVG**
2. **FEVD**

c. Caractérisation tissulaire (tous recommandés)

1. **LGE** : Présence d'un rehaussement tardif diffus, sous-endocardique ou transmural, associé à un signal du sang intra-cavitaire anormalement bas. Difficulté à obtenir l'annulation du signal myocardique (nulling) sur une large gamme de temps d'inversion (TI). La quantification du LGE n'est pas recommandée.

2. **T1 myocardique natif** (augmenté par rapport à la normale)

3. **ECV** (augmentation diffuse, marqueur précoce).

4. **T2** (augmenté par rapport à la normale)

ix. Sarcoïdose cardiaque

a. Anatomique/structurel (tous recommandés)

1. Présence de régions présentant un amincissement significatif de la paroi ou des anévrysmes du VG

2. Volumes et masse du VG et du VD :

- i. *VTDTV*
- ii. *VTSVG*
- iii. *VESVG*
- iv. *MVG*

3. Fonction systolique du VG et du VD

- i. *FEVG, FEVD*
- ii. *DC, IC*

4. Taille et fonction auriculaire :

- i. Description de la taille et de la fonction auriculaires (recommandé)
- ii. Diamètres de l'OG et de l'OD (facultatif)
- iii. Volumes de l'OG et de l'OD (facultatif)
- iv. Fraction de vidange de l'OG (facultatif)

5. **La fonction et la structure myocardiques** globales peuvent être normales chez une grande partie des patients atteints de sarcoïdose cardiaque avérée.

b. Fonctionnel (tous recommandés)

1. **FEVG**
2. **FEVD**

c. Caractérisation tissulaire (tous recommandés)

1. **Présence, localisation et étendue des anomalies LGE**
2. **Modèle de distribution LGE** (coexistence d'une distribution ischémique et non ischémique)
3. **Cœdème** (séquences T2w / T2 mapping) avec *localisation et ampleur* de l'élévation T2.

x. Cardiomyopathies liées au cancer

a. Anatomiques/structurels (tous recommandés)

1. Volumes et masse du ventricule gauche

- i. *VTDBG, VTDVGi, VTSVG, VTSVGi*
- ii. *MVG, MVGi*

2. Épaisseur de la paroi

- i. *Préservée, fine ou augmentée*

3. Volumes ventriculaires droits

- i. *VTDVD, VTDVDi, VTSVD, VTSVDi*

4. Taille auriculaire

- i. *Diamètre de l'OG* sur coupe à trois cavités du VG
- ii. *Volume de l'OG*

b. Fonctionnels (recommandés)

1. FEVG

2. FEVD

3. Anomalies de la cinétique segmentaire

4. Perfusion sous stress aux vasodilatateurs (facultatif)

- i. Chez les patients présentant une maladie coronarienne connue, pour évaluer une ischémie inducible
- ii. Chez les patients dont l'anatomie coronarienne n'est pas connue, pour exclure une ischémie inducible

5. Maladie de péricarde (le cas échéant)

c. Caractérisation tissulaire

1. Anomalie myocardique régionale selon la présence, l'étendue, la localisation et le profil de distribution du LGE (recommandé)

2. Indices avancés de caractérisation tissulaire

- i. *T1 natif* pour les segments myocardiques évalués (facultatif)

- ii. *Localisation et ampleur* de l'élévation du T1 (recommandé)

- iii. T2 pour les segments myocardiques évalués chez les patients présentant une élévation de la troponine (facultatif)

- iv. Localisation et degré d'élévation régionale du T2 chez les patients présentant une élévation de la troponine (recommandé)

- v. ECV dans les segments myocardiques évalués (facultatif)

- vi. ECV globale (facultatif si réalisé)

- vii. *Localisation et ampleur (%)* de l'élévation de l'ECV (recommandé si réalisé)

d. Autres

1. Fonction valvulaire

i. Sténose valvulaire

- a. Évaluer qualitativement la présence d'un épaississement valvulaire (voir valvulopathies)
- b. Signaler **la gravité d'une sténose valvulaire** par planimétrie et méthodes de continuité
- c. Signaler **les gradients transvalvulaires moyens et maximaux**

2. Régurgitation mitrale

- i. Central ou excentrique, mécanisme de la régurgitation mitrale, par ex. dilatation de l'anneau mitral, le cas échéant
- ii. Quantification du volume et de la fraction de régurgitation

3. Masses myocardiques

- i. Tumeur cardiaque ou paracardiaque
- ii. Thrombus intraventriculaire
 - a. Taille, mobilité, localisation
 - b. Perfusion

Aspect qualitatif et hétérogénéité de la perfusion dans deux plans orthogonaux

xi. Cardiomyopathies induites par la consommation de drogues récréatives (cocaïne, amphétamines et alcool)

a. Anatomiques/structurels

1. Hypertrophie ventriculaire gauche, dilatation (recommandé)

- i. *VTDVG, VTDVGi, VTSVG, VTSVGi, VES, MVG*
- 2. Implication du ventricule droit (**dilatation ventriculaire droite**) (recommandé)
 - i. *VTDVD, VTDVDi, VTSVD, VTSVDi, VESVD*
- 3. **Atteinte vasculaire**
 - i. *Anévrisme aortique, dissection/hématome ou dissection ou anévrisme des artères coronaires proximales* (facultatif)
- b. Fonctionnels (recommandés)
 - 1. **FEVG**
 - 2. **FEVD**
 - 3. **Anomalies de la cinétique segmentaire**
- c. Perfusion
 - 1. Défauts de perfusion myocardique induits, associés à une maladie microvasculaire (facultatif)
- d. **Caractérisation tissulaire** (recommandés) :
 - 1. **Rehaussement tardif**
 - i. Présence, localisation, étendue, distribution intramurale
 - 2. **Œdème myocardique**
 - i. Présence, localisation, étendue

xii. Transplantation cardiaque

Les éléments suivants doivent être rapportés après une transplantation cardiaque :

- a. Anatomiques/structurels :
 - 1. **Volumes** du VG et du VD (recommandé)
 - 2. **Masse du VG** (facultatif)
 - 3. **Taille des oreillettes** (recommandé)
- i. *Approche chirurgicale bi-atriale* : Oreillettes dilatées de façon bilatérale (principalement dans les dimensions longitudinales) avec un aspect de « double oreillette gauche ». Les modifications de la structure atriale du cœur transplanté sont quasi systématiquement causées par les altérations structurelles rendues nécessaires par l'implantation chirurgicale.
- b. Fonctionnels (recommandés)

1. **FEVG** et **FEVD** : Similairement aux patients ayant subi d'autres formes de chirurgie cardiaque, les patients transplantés cardiaques présentent souvent des anomalies de la cinétique du septum interventriculaire (recommandé).

2. Régurgitation aortique et régurgitation mitrale

c. Caractérisation tissulaire (recommandé)

1. LGE atypique de l'infarctus.

d. Découvertes extra cardiaques : **épanchements péricardiques**

e. Critères de **défaillance primaire du greffon** (facultatif), identifiés comme suit :

- 1. Dysfonction systolique sévère du VG
- 2. Une élévation globale du T2
- 3. l'absence de rehaussement tardif (LGE)

f. Critères de **rejet aigu** (facultatif)

- 1. Une détérioration aiguë de la fonction VG
- 2. Augmentation du T1 natif et du T2 myocardique
- 3. Augmentation du volume extracellulaire (ECV)

g. Critères de **vasculopathie du greffon** cardiaque (facultatif)

- 1. *LGE de topographie ischémique typique*
- 2. *Réduction de la réserve de perfusion myocardique*

h. Critères de **défaillance chronique du greffon** (facultatif)

- 1. Une dysfonction globale ou régionale
- 2. LGE secondaire à un infarctus lié à une vasculopathie.

C. Maladie vasculaire (artérielle)

1. **Aorte thoracique**

i. Dimensions/zones à inclure (tous recommandés) :

- a. *Anneau aortique*
- b. *Sinus de Valsalva*
- c. *Jonction sinotubulaire*
- d. *Aorte ascendante et descendante* au niveau de l'artère pulmonaire
- e. *Crosse aortique — parties proximale et distale* ; préciser si l'aorte est située à droite ou à gauche.

ii. **Résultats** lorsqu'ils sont présents (tous) :

- a. Commentaire sur **l'effacement sinotubulaire** (recommandé)
- b. Commentaire sur **la tortuosité** (recommandé)

c. Anévrisme aortique

1. *Diamètre* maximal
2. *Morphologie* (sacculaire ou fusiforme)
3. *Localisation* dans l'aorte
4. *Relation* avec les branches vasculaires
5. *Présence, taille et localisation* d'un thrombus mural
6. *Effets de compression* viscérale (effacement ou expansion de l'aorte contre les structures environnantes)
7. *Présence* d'anomalies de la valve aortique
8. *Présence* d'épanchement péricardique, médiastinal, péricardique ou pleural.

d. Dissection aortique, hématome intramural et ulcère pénétrant (recommandé) :

1. *Classification* de la dissection (selon Stanford ou DeBakey)
2. *Présence* d'un flap intimal, localisation de la déchirure (porte d'entrée) ou des zones de communication (si possible)
3. *Description de la taille et de l'étendue* de la vraie et de la fausse lumière
4. *Présence* d'un thrombus dans la fausse lumière
5. *Description du flux dans la fausse lumière*
6. *Atteinte des branches vasculaires*
7. *Présence* de liquide péricardique, médiastinal, péricardique ou pleural

e. Aspect post-opératoire (recommandé) :

1. comme ci-dessus, en notant *les points d'insertion de la prothèse et ses dimensions*

f. Maladies inflammatoires de l'aorte (recommandés) :

1. *Épaisseur* de la paroi aortique
2. *Caractérisation tissulaire (séquence T2, prise de contraste)*
3. *Atteinte des branches vasculaires*
4. *Présence* de liquide péricardique, médiastinal, pleural ou péricardique

g. Maladie congénitale impliquant l'aorte et les connexions ventriculo-artérielles (recommandé) :

1. Voir le document « SCMR Recommendations for Reporting CMR in Congenital Heart Disease » [12].
- iii. Caractéristiques de la plaque, telles que décrites dans la section II.M.2.
- iv. Débit, tel que décrit dans la section II.M.3.
- v. Inflammation, telle que décrite dans la section II.M.4.

2. Artères coronaires**a. Anatomiques/structurels****1. Origines des artères coronaires normales ou anormales (recommandé)**

- i. Si elles sont anormales, signaler le trajet proximal des vaisseaux anormaux
- ii. Pour plus de détails, se référer au document « SCMR Recommendations for Reporting CMR in Congenital Heart Disease ».

2. Présence d'anomalies supplémentaires acquises ou congénitales, le cas échéant (recommandé)

- i. Anévrismes
- ii. Malformations artérioveineuses coronaires, fistules coronaires

b. Caractérisation tissulaire (facultatif)**1. Vascularite coronarienne**

- i. *Présence/absence* de rehaussement par contraste (si séquences réalisées)

D. Maladie vasculaire (veineuse) (tous recommandés)

Le nombre et la position des veines pulmonaires doivent être rapportés, en précisant la présence de troncs communs ou de veines pulmonaires accessoires. **Des preuves de sténose ou de thrombose** peuvent être fournies par la mesure de la surface de section transversale de la veine pulmonaire. Une console de post-traitement 3D peut être utilisée pour calculer les **grands et petits axes**, et/ ou **la surface de section de chaque ostium de veine pulmonaire**. Les dimensions et surfaces transversales des veines pulmonaires avant et après ablation doivent être comparées côte à côte.

i. Éléments qualitatifs devant figurer dans le rapport d'IRM cardiaque sur les veines pulmonaires (recommandés) :

- a. **Nombre** de veines pulmonaires, en particulier s'il y en a quatre (*supérieure droite, inférieure droite, supérieure gauche et inférieure gauche*) ;
- b. **Côté atrial** (*droit ou gauche*) et **position** (*supérieure ou inférieure*) du retour veineux pulmonaire ;
- c. **Identification** des veines pulmonaires accessoires ou anormales (à mentionner dans des paragraphes distincts) ;
- d. **Présence** ou **absence** de sténose dans chaque veine pulmonaire, en particulier dans les rapports d'examens post-ablation ;

- e. **Position** de l'œsophage par rapport à la veine pulmonaire la plus proche.
 - f. **Conclusion** générale indiquant si le retour veineux pulmonaire est *normal* ou *anormal*.
- ii. Les éléments **quantitatifs** qui devraient être inclus dans le rapport sur les veines pulmonaires sont (recommandés) :
- a. **Surface de section transversale** et **dimension ostiale maximale** de chaque veine pulmonaire, idéalement dérivées d'une imagerie selon deux plans orthogonaux ;
 - b. **Phase cardiaque** (par ex. *fin de la diastole atriale*) et **phase respiratoire** (par ex. *fin de l'expiration*) pendant l'acquisition des images utilisées pour les mesures ;
 - c. **La surface de section transversale** et **dimension ostiale minimale** de chaque veine pulmonaire sténosée ; et
 - d. **Technique d'imagerie** utilisée pour les mesures.

E. Valvulopathies cardiaques

- i. Anatomiques/structuraux (tous recommandés)
- a. **VTDVG, VTDVGi, VTSVG, VTSVGi, VESVG, FEVG, VTDVDi, VTSVDi, VESVD, FEVD**
 - b. Pour la ou les valves concernées, **la morphologie** doit être décrite comme *normale* ou *anormale*, avec des détails sur toute anomalie (par ex. bicuspidie aortique, fente mitrale, déplacement apical de l'anneau tricuspide avec raccourcissement du feuillet septal tricuspide).
- ii. Fonctionnels (tous recommandés)
- a. Pour la ou les valves concernées, **les descripteurs qualitatifs** de la fonction doivent être rapportés comme *normaux* (par ex. cinétique normale des cusps aortiques) ou *anormaux* (par ex. restriction de l'ouverture des cusps aortiques).
 - b. Pour la ou les valves concernées, **les paramètres quantitatifs** de la fonction doivent être rapportés, en fonction de la pathologie.

1. Degré de sténose des valves sigmoïdes

- i. *vitesse systolique maximale*,
- ii. *gradient moyen*,
- iii. *surface valvulaire*, y compris la méthode utilisée pour calculer la surface valvulaire.

2. Degré de sténose des valves auriculo-ventriculaires

- i. *gradient moyen*
- ii. autres *paramètres hémodynamiques pertinents* (par ex. temps de décélération dans la sténose mitrale).

3. Le degré de régurgitation valvulaire doit être indiqué sous forme de fraction de régurgitation.

- d. Toute **sténose ou régurgitation** doit être décrite comme *légère*, *modérée* ou *sévère* sur la base d'une interprétation collective des résultats qualitatifs et quantitatifs (par ex. régurgitation pulmonaire modérée, sténose aortique légère).

iii. Caractérisation tissulaire

- a. Il est recommandé de rechercher des **signes associés de cardiopathie** par les séquences de rehaussement tardif et de séquences T1 et T2, si ces dernières ont été réalisées.
- b. **Les résultats quantitatifs**, lorsqu'ils sont obtenus, doivent être rapportés avec, dans la mesure du possible, des indications sur le mécanisme sous-jacent potentiel de l'anomalie (par ex. LGE intramyocardique étendu ou suspicion d'amylose cardiaque).

iv. Angiographie

- a. Il est recommandé de signaler **les dimensions aortiques** lorsque cela est possible, en particulier dans les cas de valvulopathies associées à une maladie de l'aorte (par ex. bicuspidie aortique).
 - b. Il est recommandé de rapporter **les autres signes angiographiques** pertinents (par ex. dimensions de l'artère pulmonaire chez les patients présentant une régurgitation pulmonaire significative après cure de tétralogie de Fallot; ou toute découverte anormale).
- c. Caractéristiques cliniques liées à la maladie

- 1. **Les antécédents pertinents du patient et les données contextuelles** qui ont permis de concevoir et d'interpréter l'examen CMR peuvent être mentionnés de manière facultative.

IV. Découvertes extracardiaques

A. Il est reconnu que des résultats sans rapport avec le système cardiovasculaire peuvent être identifiés lors des procédures d'IRM cardiovasculaire. Ces résultats doivent être rapportés conformément aux normes locales. Cependant, la SCMR reconnaît que les techniques/ le contraste, la résolution et le champ de vision d'une IRM CV sont optimisés pour le système cardiovasculaire plutôt que pour évaluer les anomalies en dehors de celui-ci

V. Résumé et conclusions

La SCMR recommande que chaque rapport se termine par des déclarations appropriées qui relient spécifiquement les résultats aux indications de l'examen. Nous recommandons que ces déclarations fournissent aux médecins traitants des conclusions qui permettent de prescrire un traitement basé sur les résultats de l'examen. Nous recommandons que la conclusion du rapport comporte la signature manuscrite ou électronique de la personne qui a rédigé le rapport, ainsi que la date et l'heure de la signature. Nous considérons qu'il est facultatif de fournir l'identifiant du prestataire de soins de santé pour le médecin qui signe le rapport.

VI. Principes de diffusion du rapport final

- A. Le rapport final signé est considéré comme le moyen définitif de communication avec le médecin traitant ou tout autre prestataire de soins pertinent. D'autres méthodes de communication rapide sont encouragées dans certaines situations, telles que les résultats critiques, les résultats anormaux inattendus ou les résultats susceptibles de modifier immédiatement le traitement du patient. Lorsque des résultats urgents sont communiqués, le mode de contact, le nom, la date et l'heure du contact doivent être indiqués dans le rapport.
- B. Le rapport doit être vérifié afin de détecter toute erreur d'interprétation, de description ou de transcription avant la transmission des résultats finaux.
- C. Le rapport final doit être rédigé conformément à la réglementation gouvernementale ou à celle de l'établissement de soins de santé en matière de dossiers médicaux.
- D. Le rapport écrit signé doit être immédiatement transmis au médecin traitant ou au prestataire de soins de santé qui traite le patient dès qu'il est finalisé et conformément aux exigences gouvernementales appropriées.
- E. Dans la mesure du possible, une copie des images clés pertinentes doit accompagner le rapport final.
- F. Une copie du rapport final doit être archivée dans le service d'imagerie médicale, sur le dossier médical du patient et être accessible pour référence future. La conservation et la distribution de ces dossiers doivent être conformes aux réglementations gouvernementales et aux politiques de l'établissement.
- G. Communications autres que le rapport final

1. Nous encourageons vivement la diffusion rapide du rapport final. Il est toutefois reconnu que des rapports préliminaires peuvent être nécessaires dans certaines situations. Les rapports préliminaires doivent être identifiés comme tels ; toutefois, il est reconnu que leur exactitude peut être limitée.
2. Si un changement est apporté à un rapport préliminaire diffusé qui diffère de l'interprétation finale, il convient alors de fournir une documentation écrite et d'en informer tous les médecins traitants ou référents.
3. Il est recommandé d'inclure toutes les méthodes de communication utilisées dans le rapport final.

K. Patients auto-orientés et orientés par un tiers : Nous reconnaissons que certaines personnes peuvent demander des examens d'imagerie dans le cadre d'une auto-orientation ou d'une orientation par un tiers, tel qu'un assureur ou un employeur.

1. Patients auto-orientés

- i. Les techniciens en imagerie doivent reconnaître que la réalisation d'examens d'imagerie sur des patients qui se sont présentés spontanément établit une relation médecin-patient qui implique la responsabilité de communiquer les résultats des examens d'imagerie directement au patient et d'organiser un suivi approprié

2. Patients référés par un tiers

- i. Les patients peuvent être orientés vers des examens d'imagerie par des compagnies d'assurance, des employeurs, des études de recherche, d'autres programmes d'avantages sociaux ou, dans certains cas, des avocats. Dans de tels cas, les rapports de ces examens sont souvent communiqués par l'entité qui en a fait la demande à un clinicien ou directement au clinicien tiers désigné. Les résultats de ces examens sont ensuite communiqués directement au patient. Quelle que soit la source de l'orientation, le technicien en imagerie diagnostique a la responsabilité éthique de s'assurer que les résultats inattendus ou graves sont communiqués aux patients. Il est recommandé que chaque organisme d'imagerie qui souhaite réaliser des examens et générer des rapports sur des patients orientés par eux-mêmes ou par des tiers élabore des politiques de communication au sein de ses centres afin de traiter les questions émergentes dans ce domaine.

Abréviations

ACC : American College of Cardiology (Collège américain de cardiologie) ; ACR : American College of Radiology (Collège américain de radiologie) ; AHA : American Heart Association (Association américaine de cardiologie) ; CAVD : cardiomyopathie arythmogène du ventricule droit ; SC : surface corporelle ; bSSFP : Balanced steady state free precession ; PAC : pontage aorto-coronarien ; CMR : résonance magnétique cardiovasculaire ; EACVI : Association européenne d'imagerie cardiovasculaire ; ECG : électrocardiogramme ; ECV : volume extracellulaire ; ESC : Société européenne de cardiologie ; OG : oreillette gauche ; LGE : rehaussement tardif au gadolinium ; VG : ventricule gauche ; DCVG : débit cardiaque ventriculaire gauche ; VTDVG : volume télédiastolique ventriculaire gauche ; VTDVGi : volume télédiastolique ventriculaire gauche indexé ; FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche ; VTSVG : volume télésystolique ventriculaire gauche ; VTSVGi : volume télésystolique ventriculaire gauche indexé ; MVG : masse ventriculaire gauche ;

CCVG : chambre de chasse ventriculaire gauche ; VESVG : volume d'éjection systolique ventriculaire gauche ; VTSVGi : volume télésystolique ventriculaire gauche indexé ; IDM : infarctus du myocarde ; MVO : obstruction microvasculaire ; CP : contraste de phase ; ICP : intervention coronarienne percutanée ; OD : oreillette droite ; VD : ventricule droit ; DCVD : débit cardiaque ventriculaire droit ; VTDVD : volume télédiastolique ventriculaire droit ; VTDVDi : volume télédiastolique ventriculaire droit indexé ; FEVD : Fraction d'éjection ventriculaire droite ; VTSVD : Volume télésystolique ventriculaire droit ; VTSVDi : volume télésystolique ventriculaire droit indexé ; MVD : Masse ventriculaire droite ; VESVD : Volume d'éjection systolique ventriculaire droit ; VTSVDi : volume télésystolique ventriculaire droit indexé ; SAM : Mouvement antérieur systolique ; SCMR : Société de la résonance magnétique cardiovasculaire ; T1w : Pondération T1 ; T2w : Pondération T2 ; TI : temps d'inversion

Remerciements

Sans objet.

Contribution des auteurs

MF, SDF, AvR, JB, RN, SEP, DJP, SN, MM, DB, RYK, MGF, CMK, TK, SVR, GH, EN, LGW ont contribué à la conception de l'article, à la rédaction du manuscrit et à la révision critique. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

Financement

MF : salaire versé par la British Heart Foundation. SF : aucun. RN : subvention de recherche sans rapport avec le sujet accordée par Philips Volcano et Biotronik. SEP remercie le Barts NIHR Biomedical Research Centre pour son soutien. DJP, AvR, JB, MM, DB, RYK, CMK, TK, SVR, EN, LGW : Aucun lien. SN remercie le Centre de recherche biomédicale NIHR d'Oxford et le Centre d'excellence en recherche de la British Heart Foundation pour leur financement. MF remercie l'Université McGill pour son financement. WGH : environ 10 millions de dollars de subventions du NI¹.

Disponibilité des données et des matériaux

Sans objet.

Déclarations

Approbation éthique et consentement à participer

Sans objet.

Consentement à la publication

Sans objet.

Conflits d'intérêts

MF, SF, RN, DJP, SN, AR, JB, DB, RYK, TK, SVR, LGW déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts. SEP fournit des services de conseil à Circle Cardiovascular Imaging, Inc., Calgary, Alberta, Canada, et en est actionnaire. MM : employé et actionnaire de Google. MF : actionnaire, conseiller et membre du conseil d'administration de Circle CVI Inc (Calgary, Canada), une société qui produit des logiciels d'évaluation des images IRM cardiaques. CMK : consultant pour Eli Lilly, Bristol Meyers Squibb et Cytokinetics. WGH : Comité consultatif de l'université du Michigan, podcast hebdomadaire « Circulation on the Run » de l'AHA, Cardiology Today, ACC Lectures and Review Board, faculté de l'université Wake Forest, propriétaire de Prova (logiciel d'affichage d'images), brevets liés à la technologie d'imagerie détenus par l'université Wake Forest Health Sciences. EN : NeoSoft, Medis : soutien en nature ; Bayer : honoraires de conférencier, honoraires de consultant, subventions.

Détails sur l'auteur

¹ Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, VCU Pauley Heart Center, Virginia Commonwealth University, 1200 East Broad Street, P.O. Box 980335, Richmond, VA 23298, USA. ² Department of Radiology, University of Wisconsin-Madison School of Medicine and Public Health, Madison, WI, USA. ³ Department of Radiology, Medical Imaging Research Center, Leuven, Belgium. ⁴ Imaging Institute, and Heart and Vascular Institute, Cleveland Clinic, Cleveland, OH, USA. ⁵ Division of Medicine, National Amyloidosis Centre, University College London, London, UK. ⁶ Departments of Medicine and Diagnostic Radiology, McGill University, Montreal, Canada. The Labatt Family Heart Centre in the Department of Pediatrics, The Hospital for Sick Children, University of Toronto, Toronto, ON, Canada. ⁸ 1st Department of Cardiology, Aristotle University, AHEPA Hospital, Thessaloniki, Greece. ⁹ Departments of Medicine and Radiology, University of Virginia Health System, Charlottesville, VA, USA. ¹⁰ Department of Medicine, Brigham and Women's Hospital, Boston, MA, USA. ¹¹ Division of Cardiovascular Medicine, Stanford University School of Medicine, Stanford, CA, USA. ¹² Institute for Experimental and Translational Cardiovascular Imaging, University Hospital

Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany. ¹³ Oxford Centre for Clinical Magnetic Resonance Research, John Radcliffe Hospital, University of Oxford, Oxford, UK. ¹⁴ Department of Cardiology, Radboudumc, Nijmegen, The Netherlands. ¹⁵ Cardiovascular Magnetic Resonance Unit, Royal Brompton Hospital, London, UK. ¹⁶ William Harvey Research Institute, Queen Mary University of London, London, UK.

¹⁷ Ohio State University Wexner Medical Center, Columbus, OH, USA. ¹⁸ Amsterdam University Medical Center, Amsterdam, The Netherlands. ¹⁹ Department of Medicine, Heidelberg University, Heidelberg, Germany.

Received: 21 September 2021 Accepted: 3 November 2021

Published online: 28 April 2022

Références

- Schulz-Menger J, Bluemke DA, Bremerich J, Flamm SD, Fogel MA, Friedrich MG, Kim RJ, von Knobelsdorf-Brenkenhof F, Kramer CM, Pennell DJ, Plein S, Nagel E. Standardized image interpretation and post processing in cardiovascular magnetic resonance: society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) Board of Trustees Task Force on Standardized Post Processing. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013;15:35.
- Kramer CM, Barkhausen J, Bucciarelli-Ducci C, Flamm SD, Kim RJ, Nagel E. Standardized cardiovascular magnetic resonance imaging (CMR) protocols: 2020 update. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2020;17:22.
- Wolk MJ, Bailey SR, Doherty JU, Douglas PS, Hendel RC, Kramer CM, Min JK, Patel MR, Rosenbaum L, Shaw LJ, Stainback RF, Allen JM. American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force. ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2013 multimodality appropriate use criteria for the detection and risk assessment of stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(4):380–406.
- American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging. A report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group. *J Am Coll Radiol*. 2006;3(10):751–71.
- Friedrich MG, Larose E, Patton D, Dick A, Merchant N, Paterson I. Canadian Society for CMR. Canadian Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (CanSCMR) recommendations for cardiovascular magnetic resonance image analysis and reporting. *Can J Cardiol*. 2013;29(3):260–5.
- Kramer CM, Barkhausen J, Bucciarelli-Ducci C, Flamm SD, Kim RJ, Nagel E. Standardized cardiovascular magnetic resonance imaging (CMR) protocols: 2020 update. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2020;22:17.
- Lotz J, Meier C, Leppert A, Galanski M. Cardiovascular flow measurement with phase-contrast MR imaging: basic facts and implementation. *Radiographics*. 2002;22(3):651–71.
- Messroghli DR, Moon JC, Ferreira VM, Grosse-Wortmann L, He T, Kellman P, Mascherbauer J, Nezafat R, Salerno M, Schelbert EB, Taylor AJ, Thompson R, Ugander M, van Heeswijk RB, Friedrich MG. Clinical recommendations for cardiovascular magnetic resonance mapping of T1, T2, T2* and extracellular volume: a consensus statement by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) endorsed by the European Association for Cardiovascular Imaging (EACVI). *J Cardiovasc Magn Reson*. 2017;19(1):75.

9. Schulz-Menger J, Bluemke DA, Bremerich J, Flamm SD, Fogel MA, Friedrich MG, Kim RJ, von Knobelsdorf-Brenkenhof F, Kramer CM, Pennell DJ, Plein S, Nagel E. Standardized image interpretation and post-processing in cardiovascular magnetic resonance —2020 update. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2020;22:19.
10. te Riele AS, Tandri H, Bluemke DA. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy (ARVC): cardiovascular magnetic resonance update. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2014;16(1):50.
11. Ferreira VM, Schulz-Menger J, Holmvang G, Kramer CM, Carbone I, Sechtem U, Kindermann I, Gutberlet M, Cooper LT, Liu P, Friedrich MG. Cardiovascular magnetic resonance in nonischemic myocardial infarction: expert recommendations. *J Am Coll Cardiol.* 2018;72(24):3158–76.
12. Fratz S, Chung T, Greil GF, et al. Guidelines and protocols for cardiovascular magnetic resonance in children and adults with congenital heart disease: SCMR expert consensus group on congenital heart disease. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2013;15:51.

Note de l'éditeur

Springer Nature reste neutre en ce qui concerne les revendications juridictionnelles dans les cartes publiées et les affiliations institutionnelles.

Note du traducteur : Choix terminologiques et méthodologie

La présente traduction s'appuie sur deux ouvrages de référence pour garantir la rigueur des termes et des abréviations utilisés : la version française de l'article sur le post-traitement (coordonnée par les Dr Théo Pezel et Dr Aurélien Bustin) ainsi que la traduction officielle du guide de poche de l'EACVI sur l'IRM cardiaque.

Dans un souci de clarté et de précision, les choix suivants ont été opérés :

Maintien des abréviations anglo-saxonnes (LGE, CMR, ECV) : Bien que l'utilisation d'abréviations francophones (ex. : RT pour Rehaussement Tardif) soit tout à fait légitime, le manque actuel de consensus au sein de la communauté francophone m'a conduit à privilégier les acronymes utilisés par mes aînés et dans la littérature scientifique majeure. L'unification de ces termes est essentielle, non seulement pour tendre vers une nomenclature française commune, mais aussi pour éviter toute confusion, notamment avec l'acronyme IRMc, qui peut désigner indifféremment l'imagerie cardiaque ou cérébrale selon le contexte.

Préférence pour le terme « Régurgitation » : Contrairement à l'usage clinique courant du terme « Insuffisance » (ex. : insuffisance mitrale), j'ai systématiquement privilégié les termes « Régurgitation » ou « Fuite ». Le terme « insuffisance » est jugé imprécis, car une sténose constitue également, sur le plan physiopathologique, une forme d'insuffisance fonctionnelle. Cette approche permet de s'aligner sur la précision des travaux anglophones.

Prêt à soumettre votre recherche ? Choisissez BMC et bénéficiez des avantages suivants :

- soumission en ligne rapide et pratique
- d'une évaluation approfondie par des pairs expérimentés dans votre domaine
- publication rapide après acceptation
- soutien aux données de recherche, y compris les types de données volumineux et complexes
- Accès libre « gold » qui favorise une collaboration plus large et augmente le nombre de citations
- visibilité maximale pour vos recherches : plus de 100 millions de visites par an sur le site web

Chez BMC, la recherche est toujours en cours.



Pour en savoir plus, rendez-vous sur

biomedcentral.com/submissions