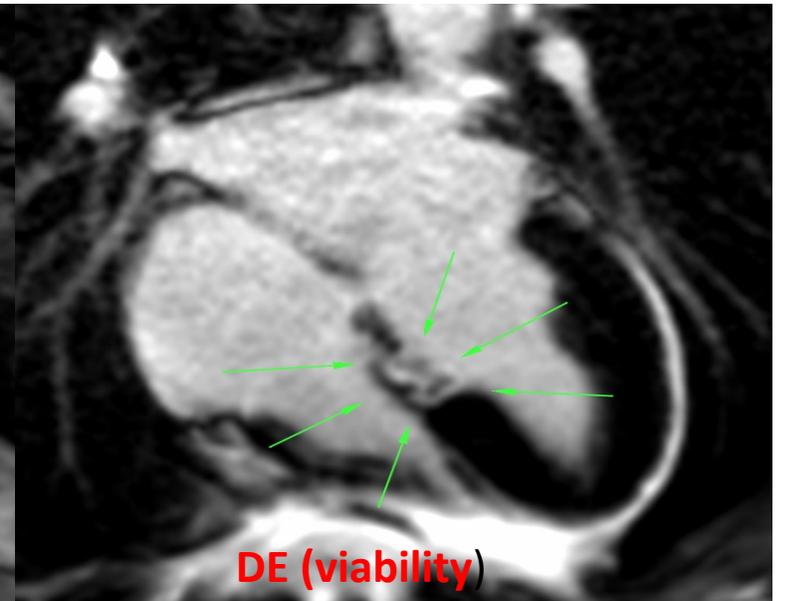
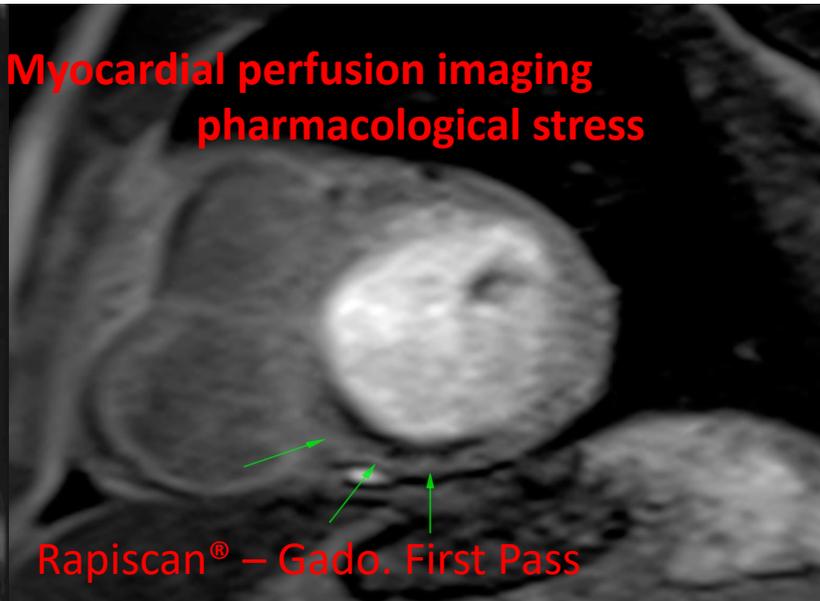
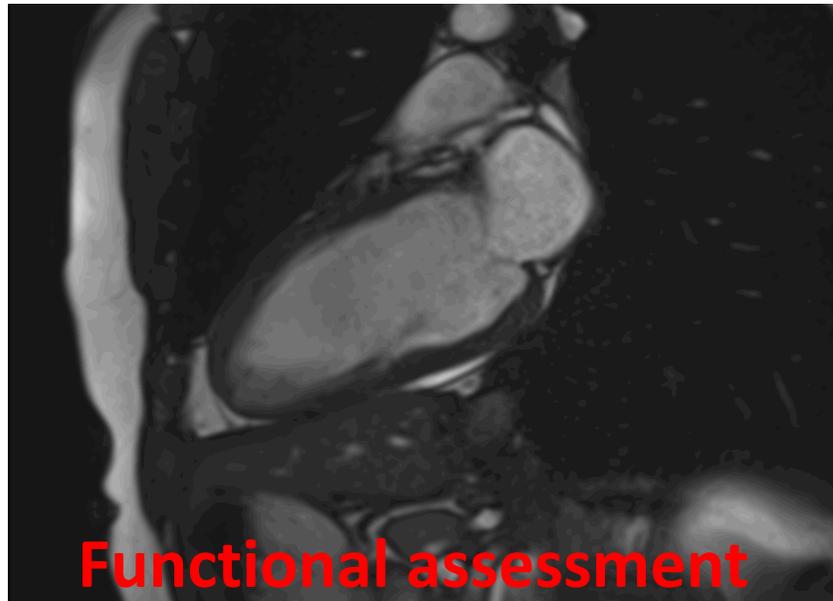


# **Gestion et reconnaissance des artéfacts en IRM cardiaque**

## **Ou comment faire un cours avec ses images les plus vilaines...**

- L'IRM cardiaque est devenue un examen incontournable en cardiologie
- Les artéfacts inhérents à la technique sont nombreux et doivent être connus (et reconnus) des médecins et des manipulateurs pour éviter les erreurs diagnostiques
- Ils sont très nombreux
  - il est impossible d'être exhaustif dans leur description



# Manipulateur/trice en IRM cardiaque

- Son rôle est majeur dans la qualité image et la gestion des artéfacts
- Il/elle travaille en lien direct avec le médecin et l'industriel
- Points essentiels
  - activité exclusive ou quasi exclusive en IRM,
  - formation approfondie en IRM cardio-vasculaire
    - Physio., anatomie, ECG, spécificités techniques, grands syndromes..



Une des premières IRM cardiaques au CHU de Rouen dans les années 90

# Artéfact

- *Artis facta* : effet de l'art
  - Signal inapproprié apparaissant au sein d'une image
  - Les reconnaître pour les supprimer
  - Surtout, les utiliser à bon escient pour affiner le diagnostic

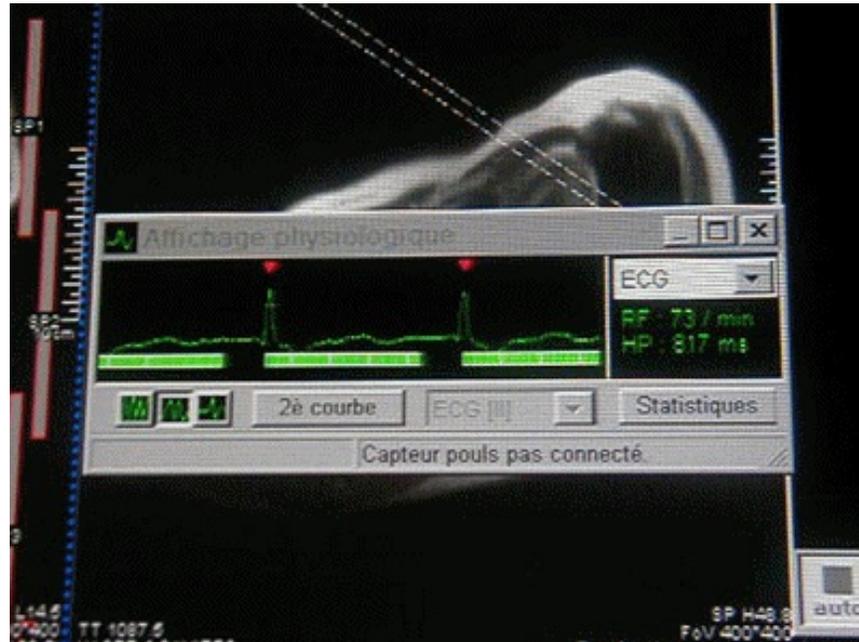
# Différents types d'artéfacts en IRM

1. Équipement
2. Reconstruction
3. Physiologie

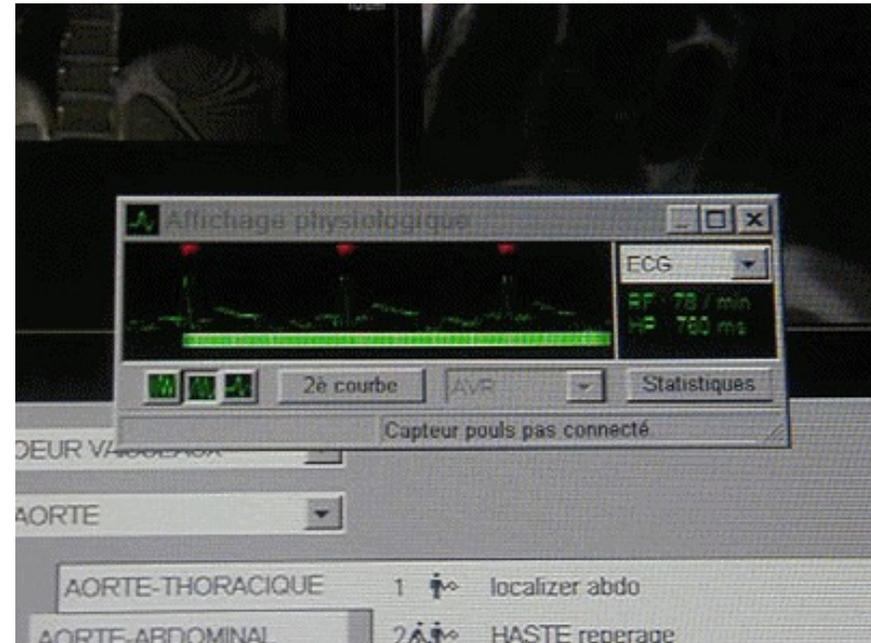
- Le risque est de conduire à un diagnostic erroné et à une prise en charge inappropriée
- En cardiologie, les artéfacts liés à la physiologie prédominent
  - Artéfact cinétique
    - Mouvement du patient, respiration, cardiaque, battement aortique, LCR...

# Synchronisation / VCG

- Indispensable préalable à la réalisation d'un examen
  - La synchronisation est vitale pour la qualité image
  - Ne jamais démarrer un examen si la synchro est défailante
  - Vérifier que chaque onde R (et seulement elle) est considérée



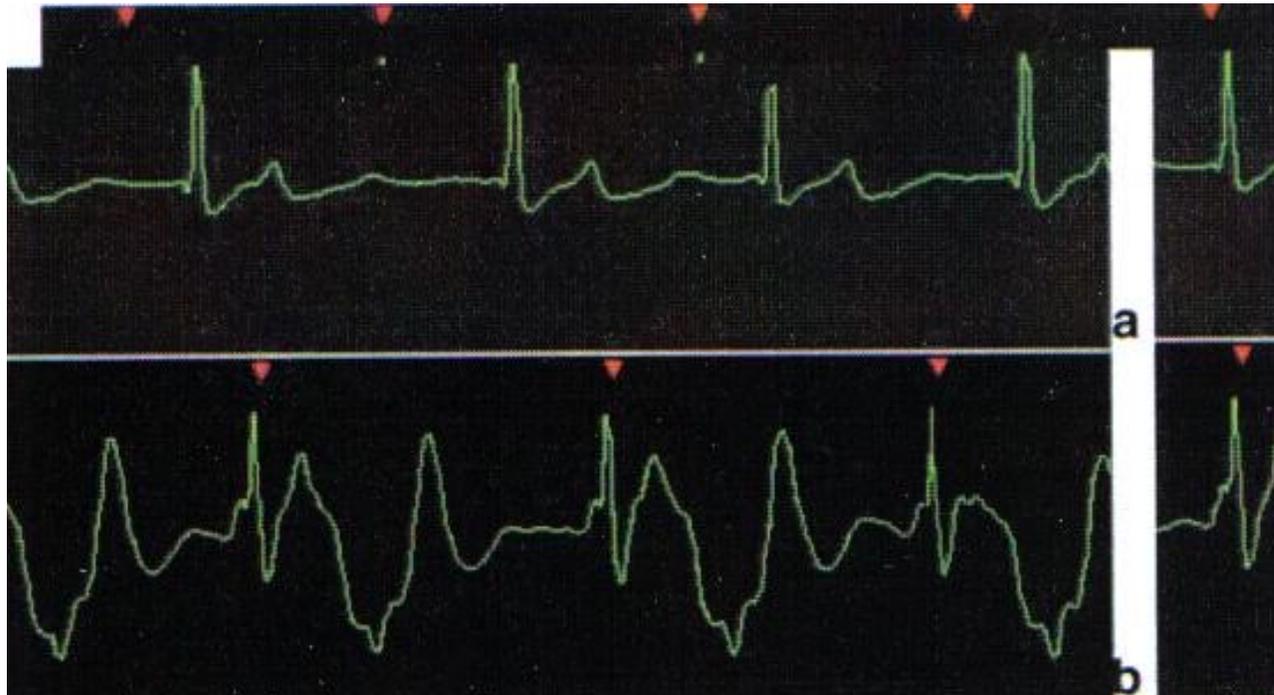
Synchro prospective



Synchro rétrospective

# Effet des hauts champs magnétiques

- Effet magnéto hydrodynamique:
  - Pseudo croissance onde T
    - Risque : la considérer comme une onde R
    - Pas de diagnostic ECG en IRM +++



0.5 Tesla

7.0 Tesla

# Cas clinique

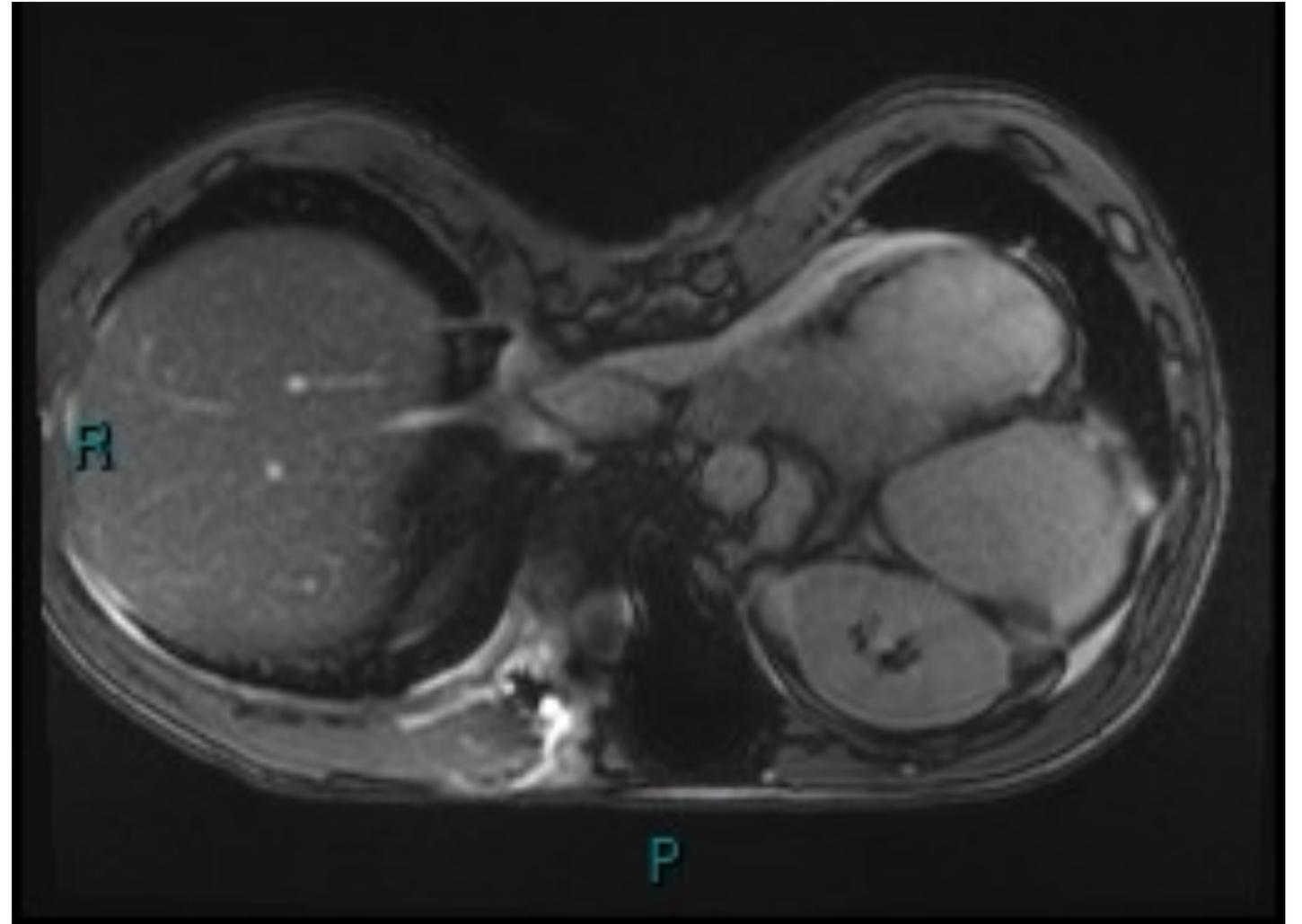
JH, 23 ans

Marfan, Ao dilatée en ETT

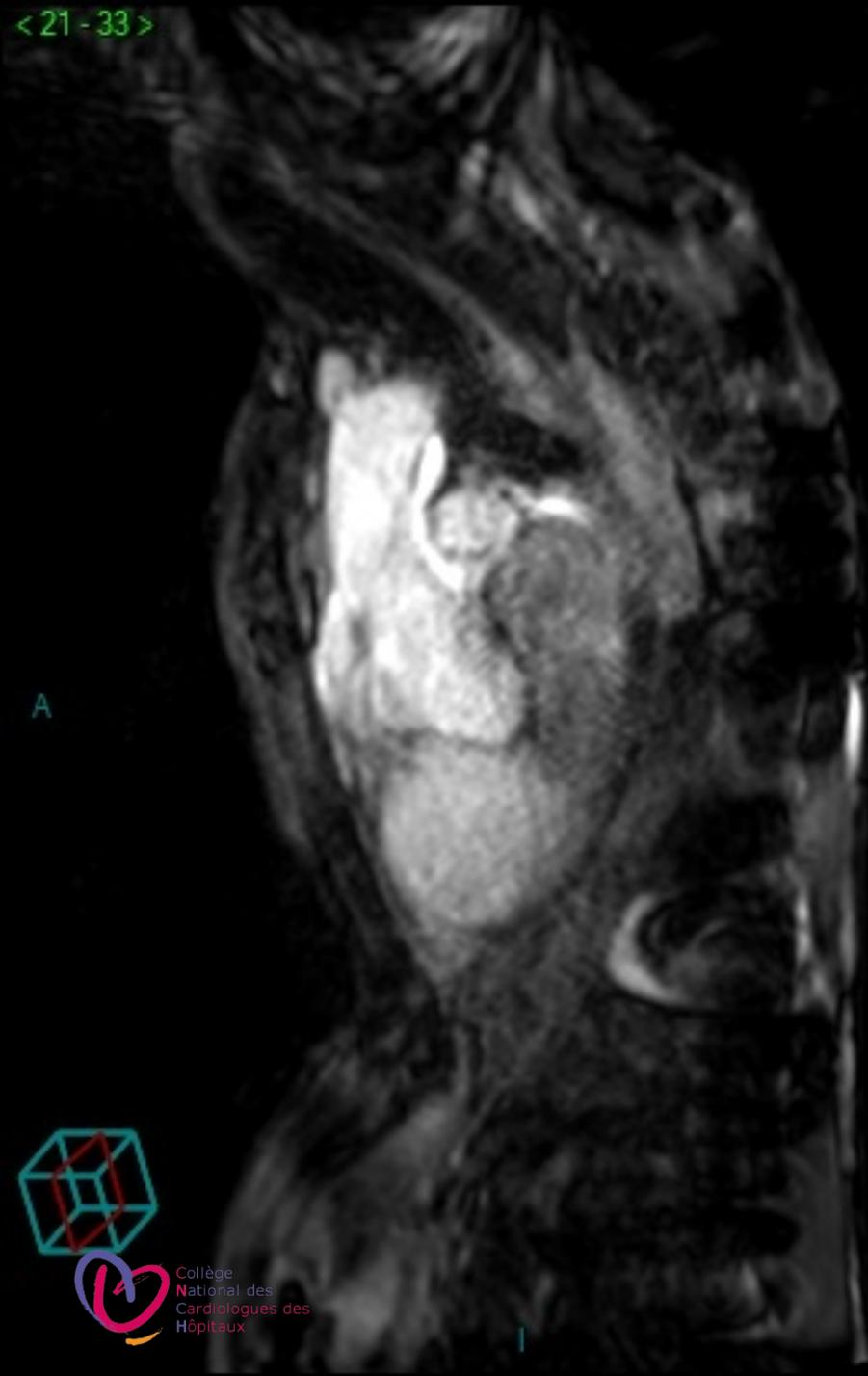
Arthrodèse vertébrale

Pectus excavatum majeur

Difficultés à obtenir un signal ECG  
de qualité



< 21 - 33 >



JH, 23 ans  
3D T2 sub-mm

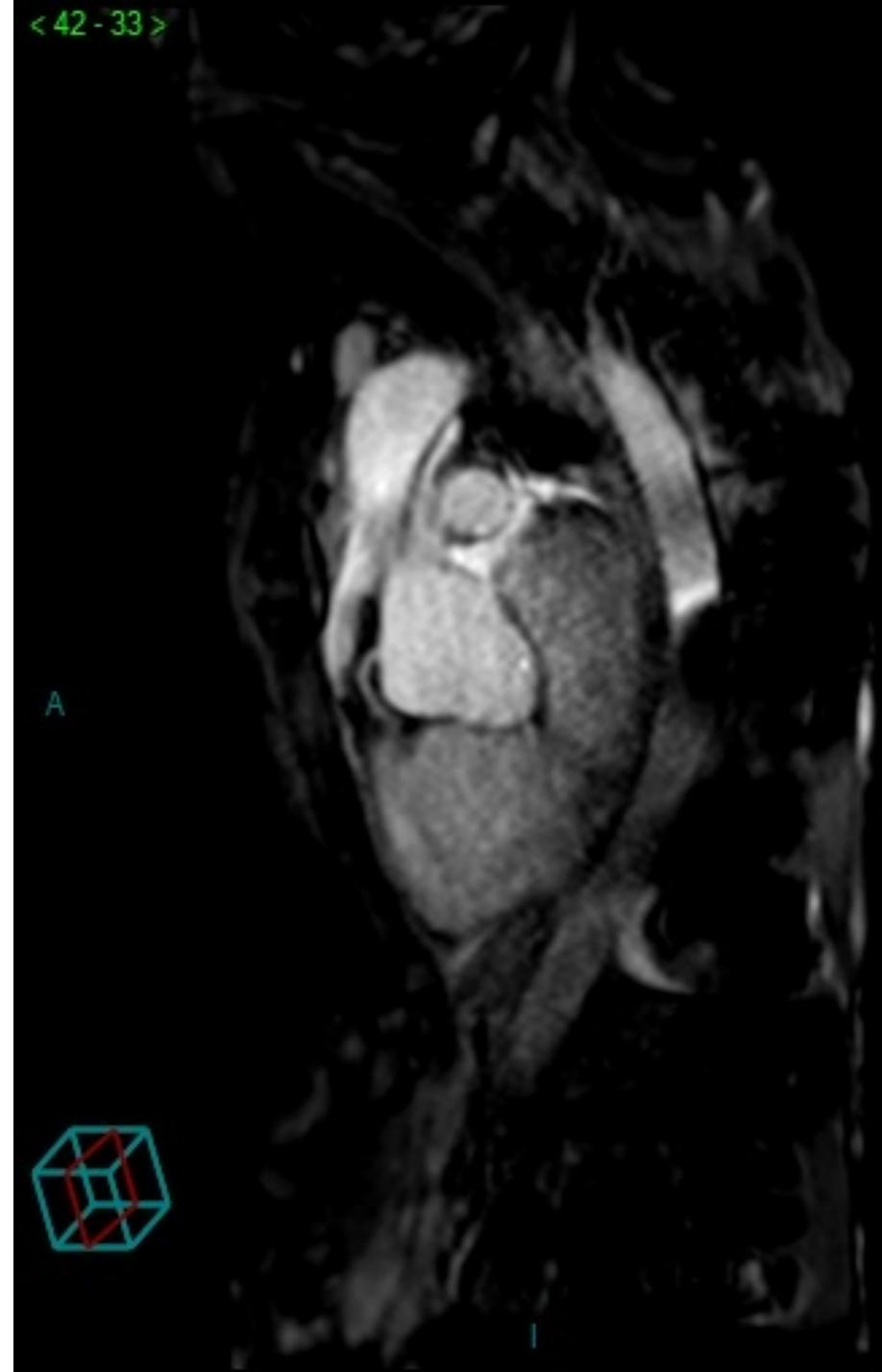
ECG défaillant



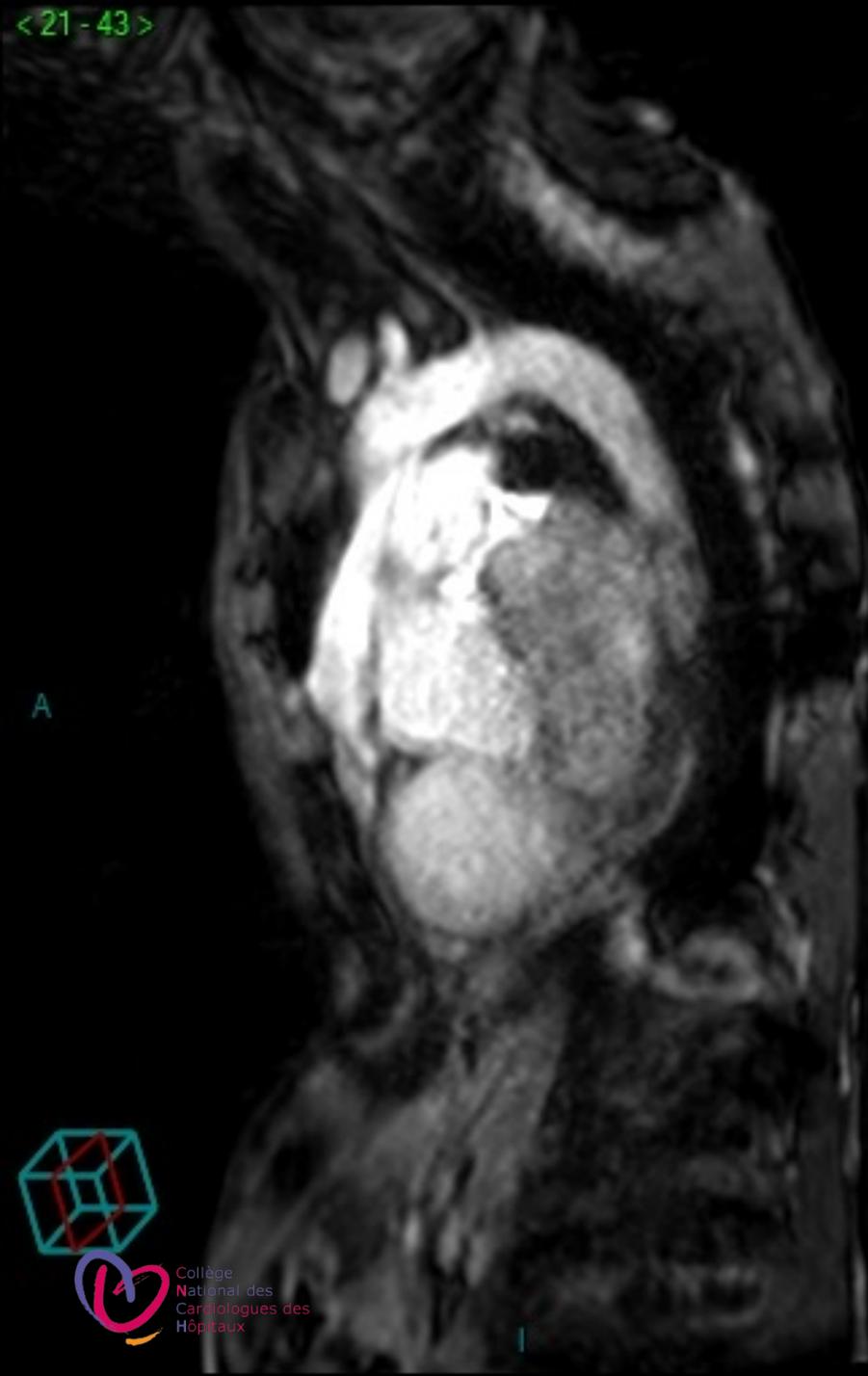
Onde de pouls



< 42 - 33 >



< 21 - 43 >



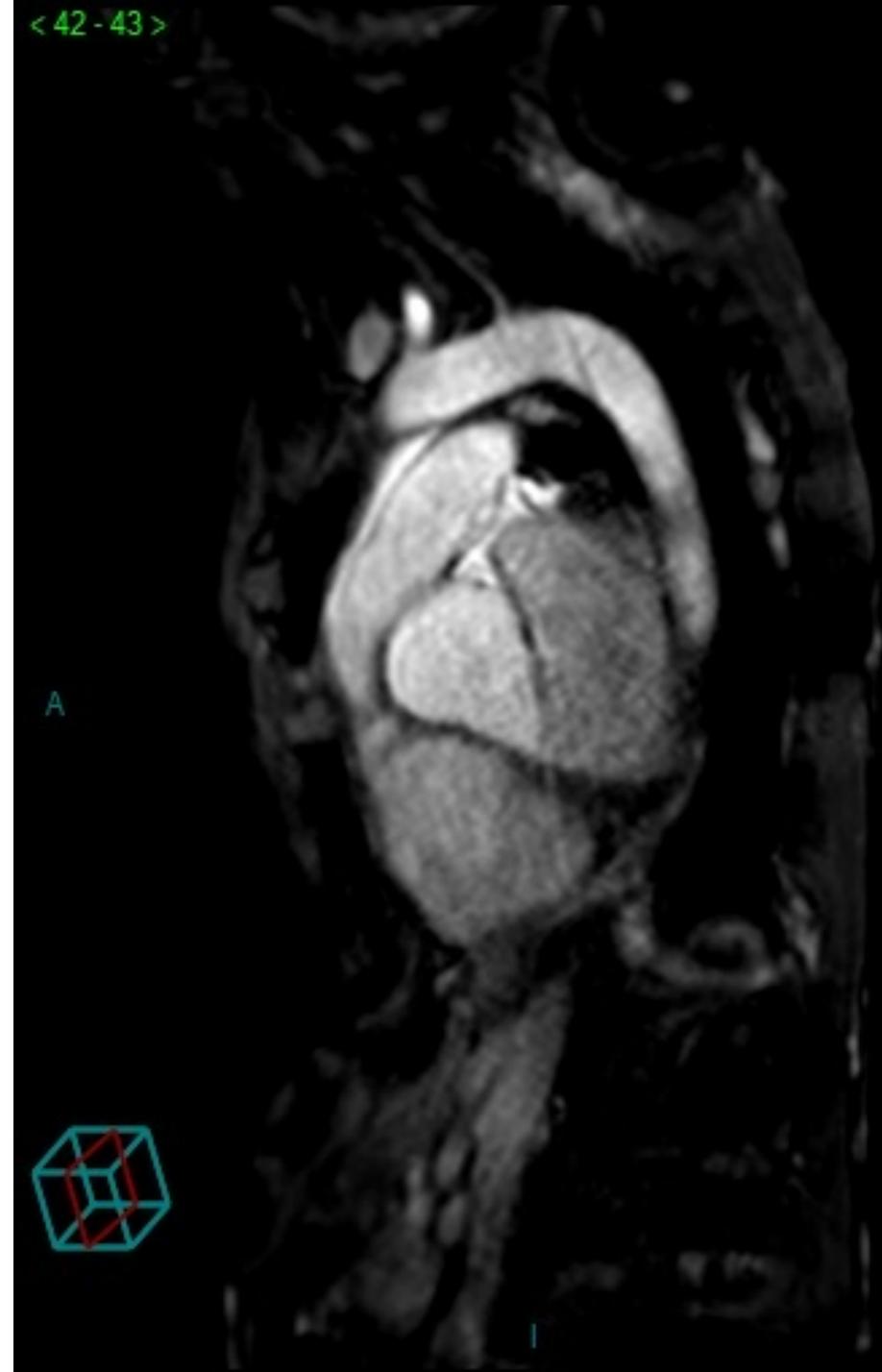
ECG défaillant



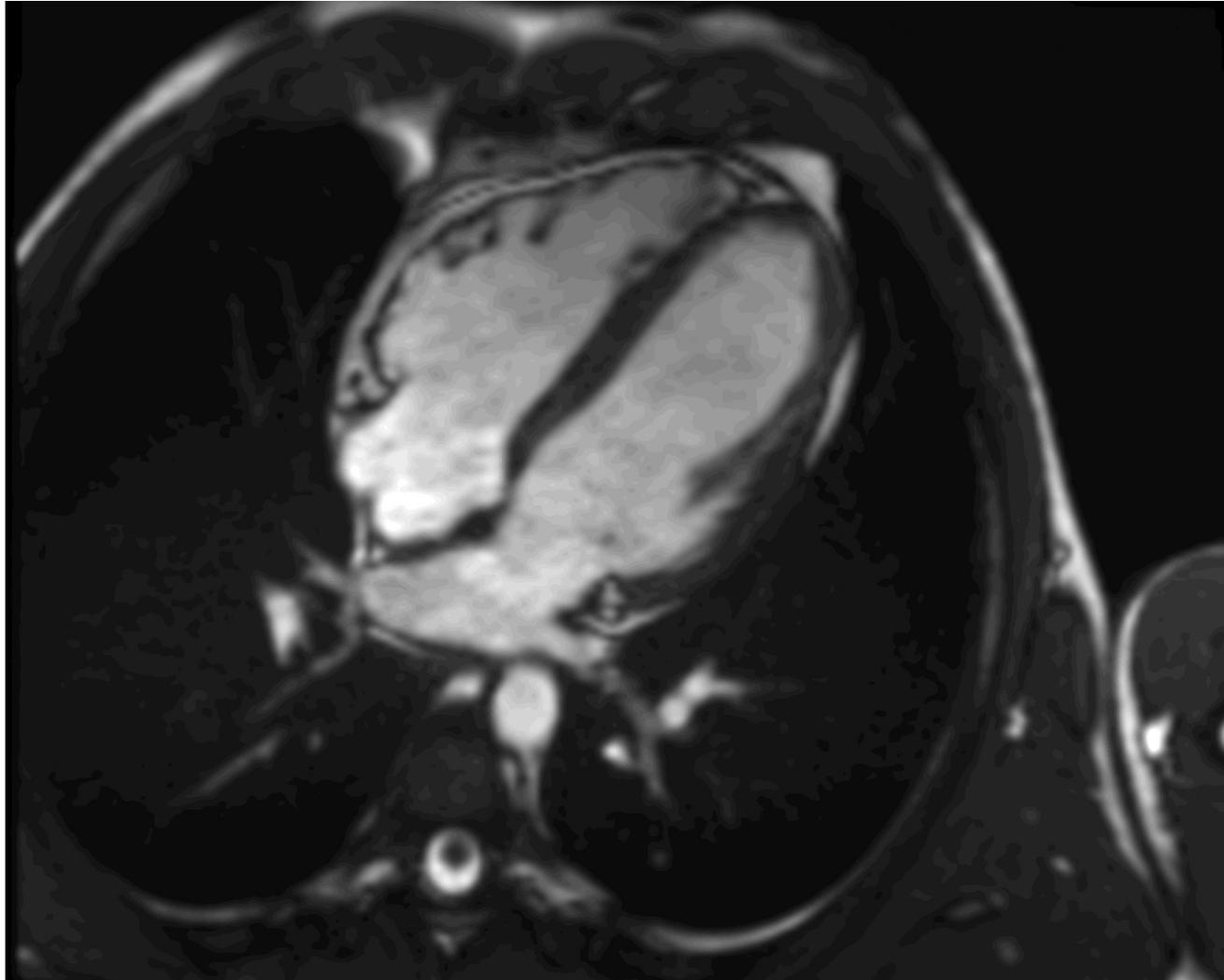
Onde de pouls



< 42 - 43 >



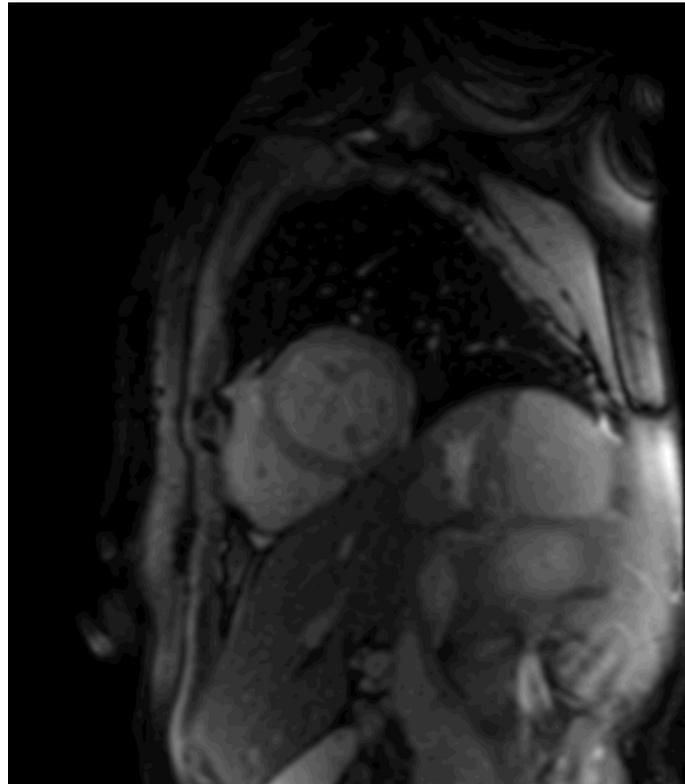
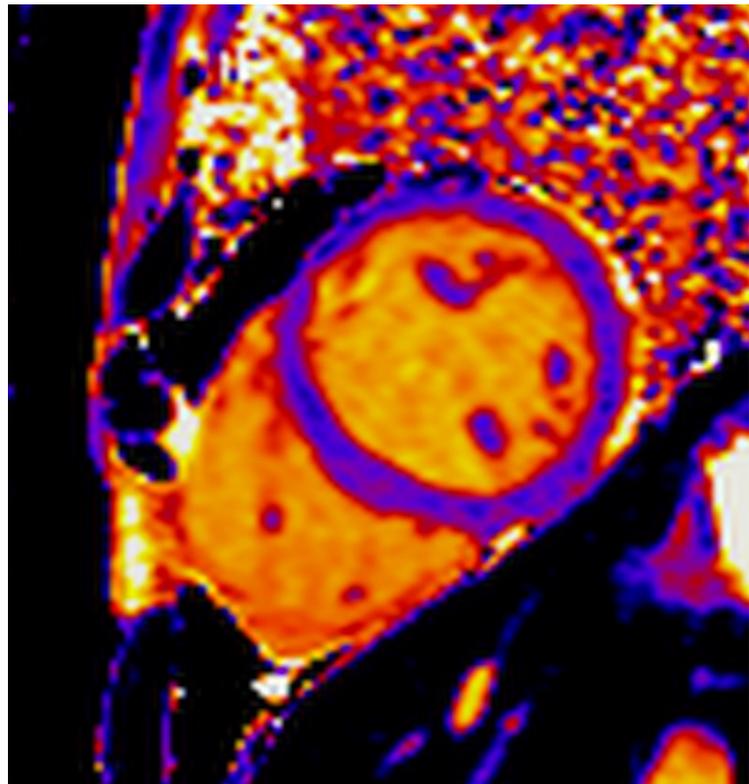
# Arythmie; risque = sous estimation FE



## Remèdes

- Répéter l'acquisition
- Utiliser le Compressed Sensing real time breath hold CINE
- Paramètres utilisables
  - VTD; Masse
- Sous estimation
  - FE; VTS; VES

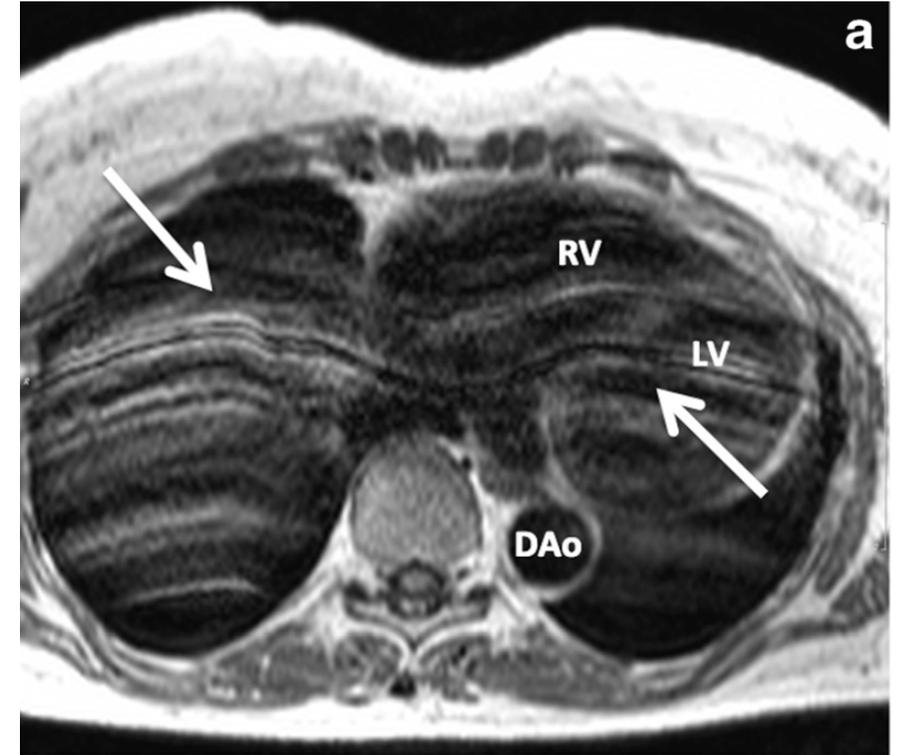
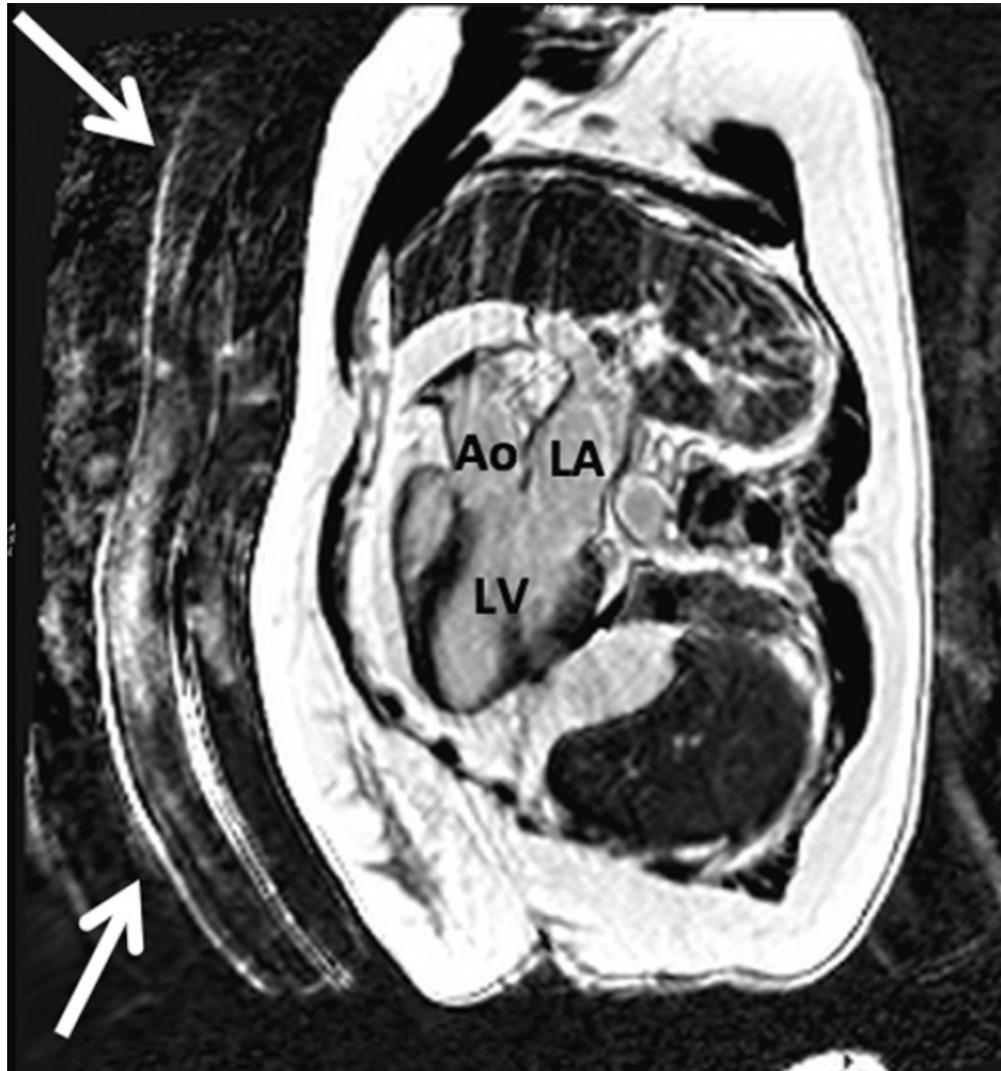
# Arythmie; risque = erreur de mesure en Mapping



## Remèdes

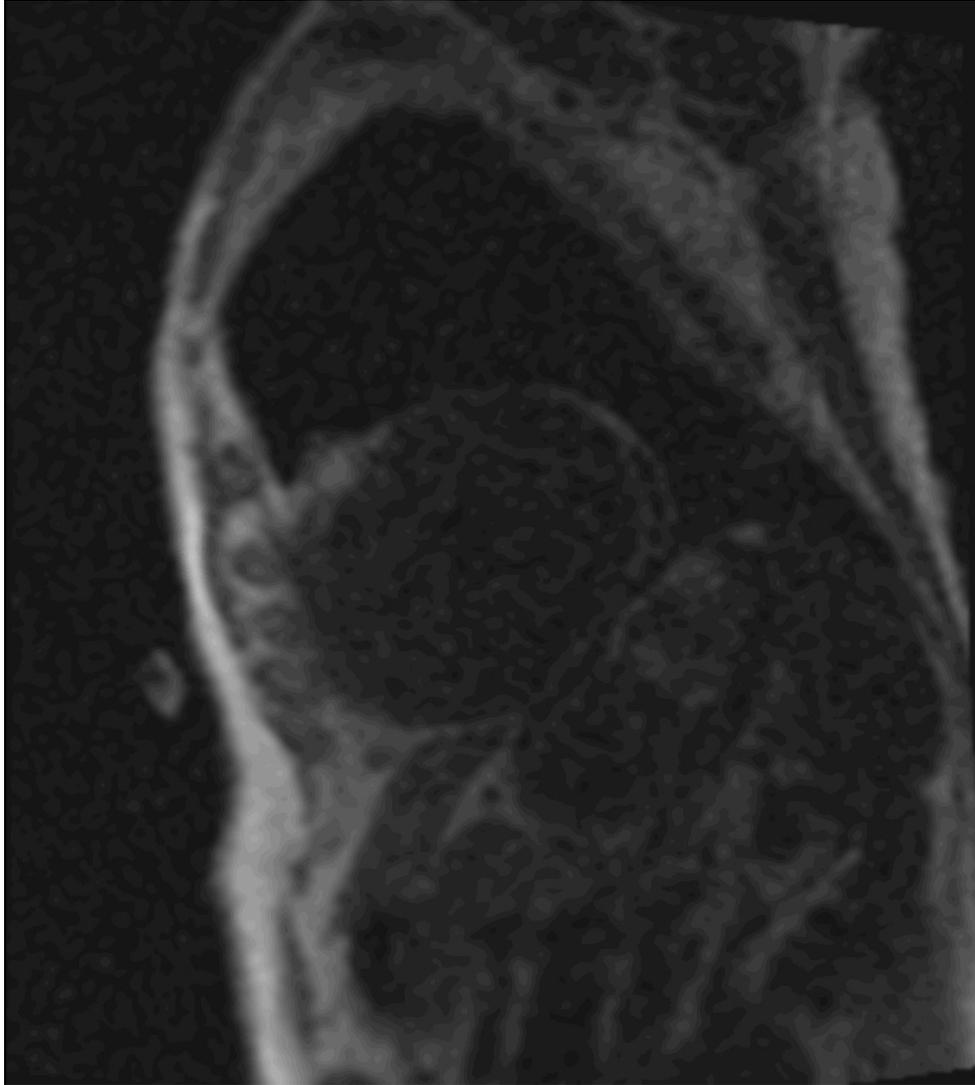
- Ne pas se contenter de lire les images paramétriques
- Analyser les images natives
- Vérifier la position du septum
- Vérifier la qualité du MoCo
- Répéter la mesure ou ne pas en tenir compte si artéfact

# Respiration (ghost artifact)

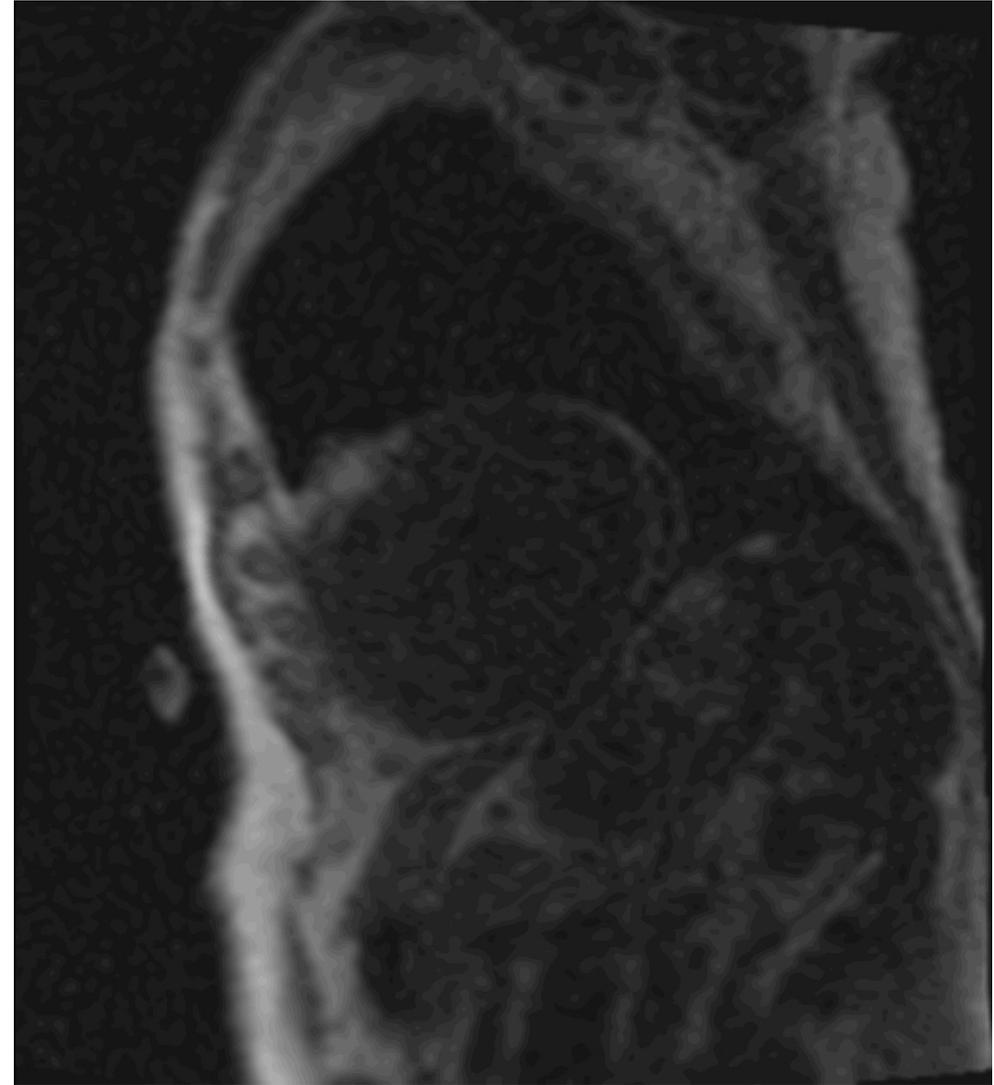


- Entraînement du patient
- Fin d'expiration
- Réduire le temps d'acquisition
- Gating respiratoire (écho navigateur)
- Swap (inverser phase fréquence)
- Bande de saturation

# Artéfact Respiratoire; gating respiratoire ou recalage

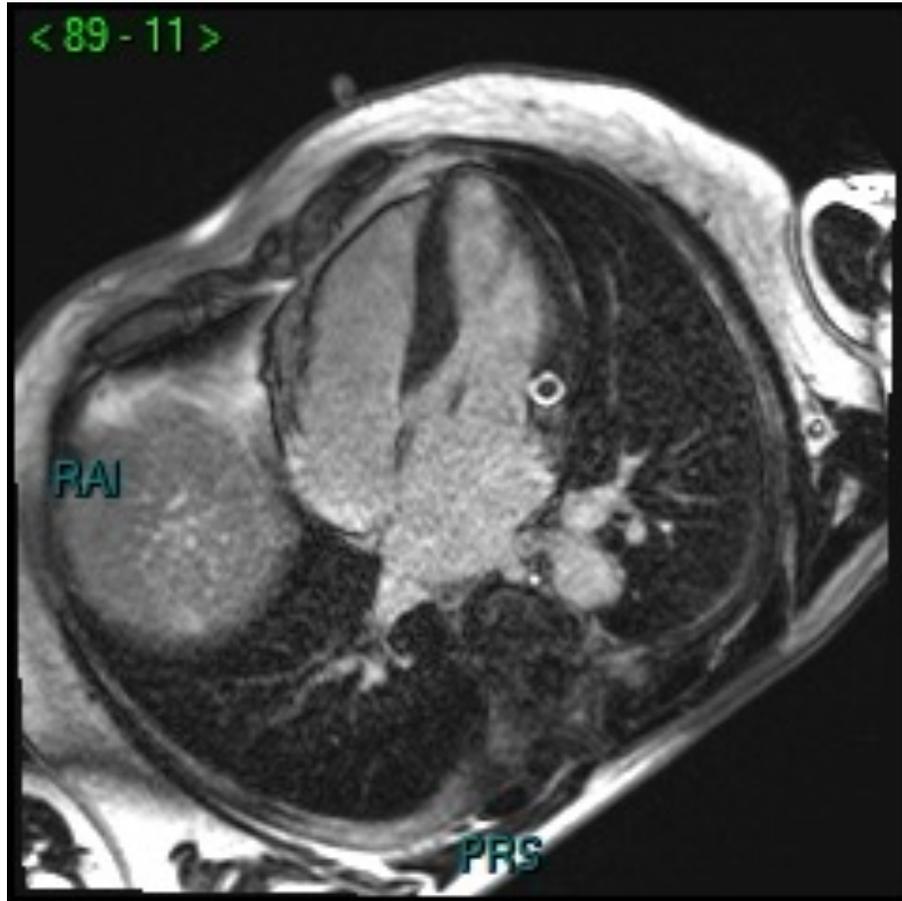


Respiration libre et calme



Recalage MOCO® (MOTION COMPENSATION – SIEMENS)

# RT acquisition radiaire; nodule cardiaque ?



Les images adjacentes montrent la même structure arrondie de signal plus faible

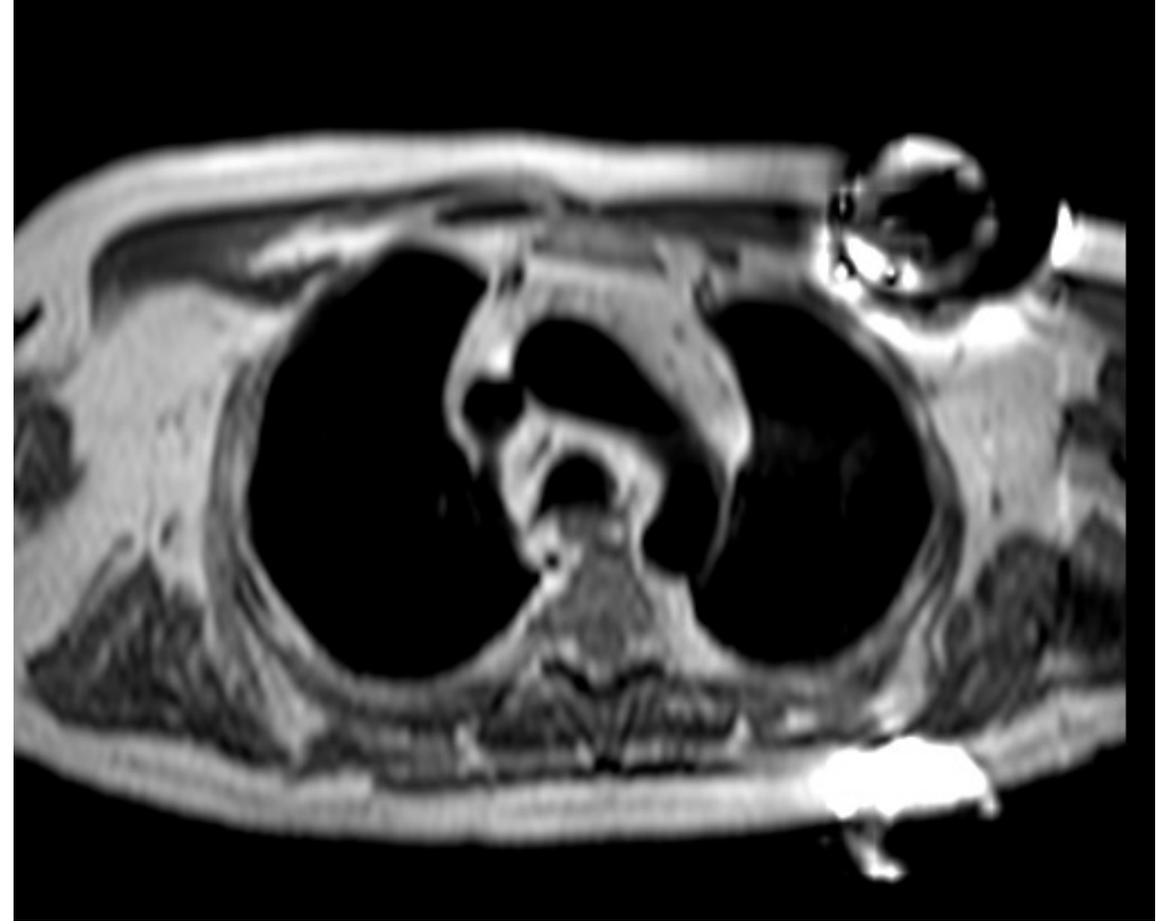
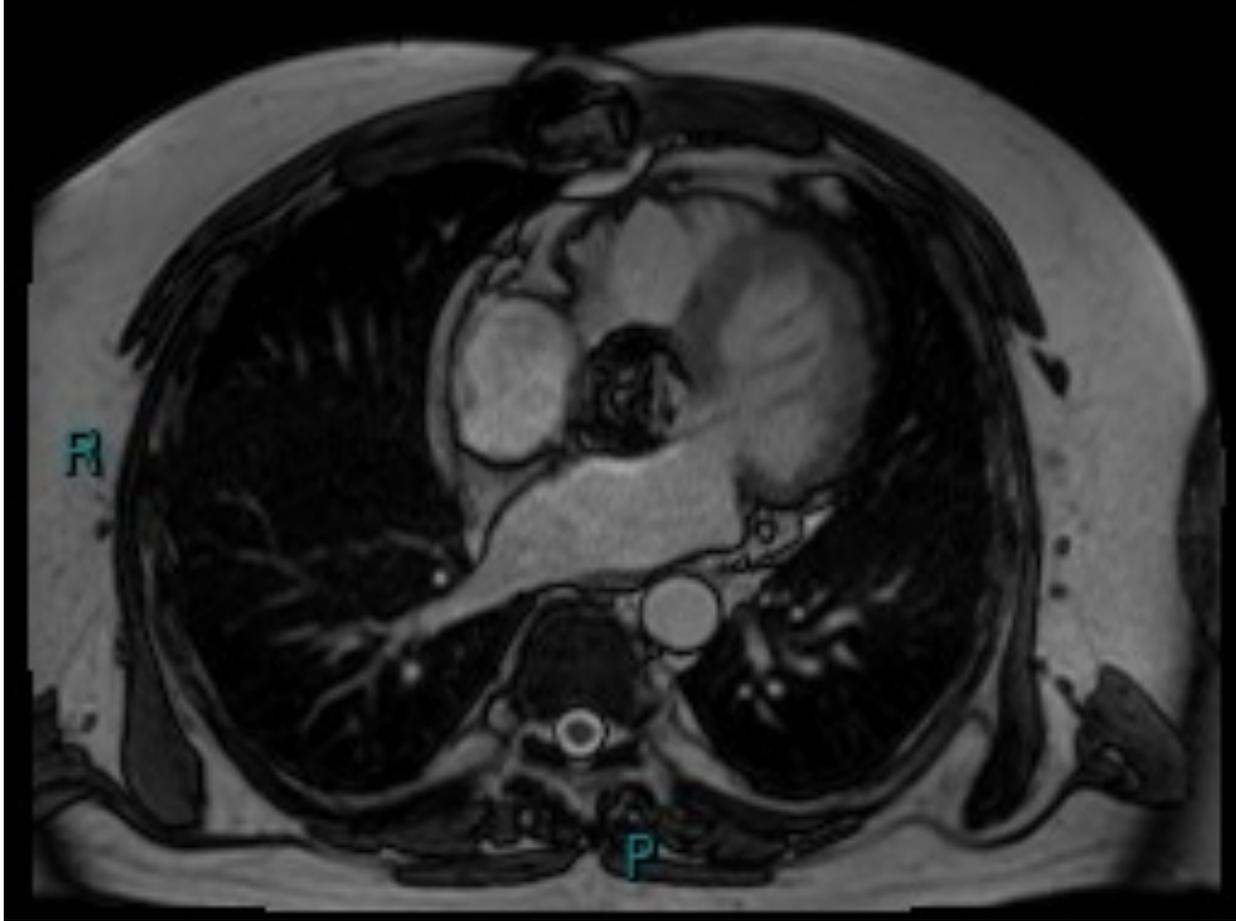
Une autre image en hypersignal apparaît sur une VP gauche

Une ligne droite passe strictement par le rachis dans le sens du codage de phase

« Ghost artefact » ; moelle épinière (battement du LCR)

Principe: ne pas poser un diagnostic si l'anomalie est visible dans un seul plan de coupe

# Artefacts de susceptibilité magnétique

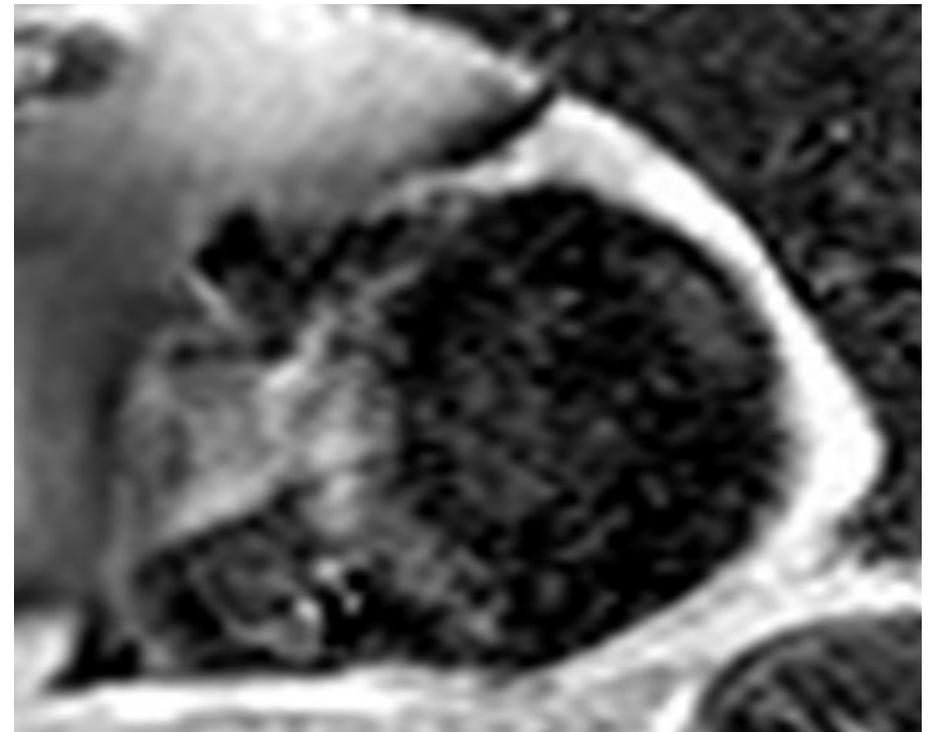
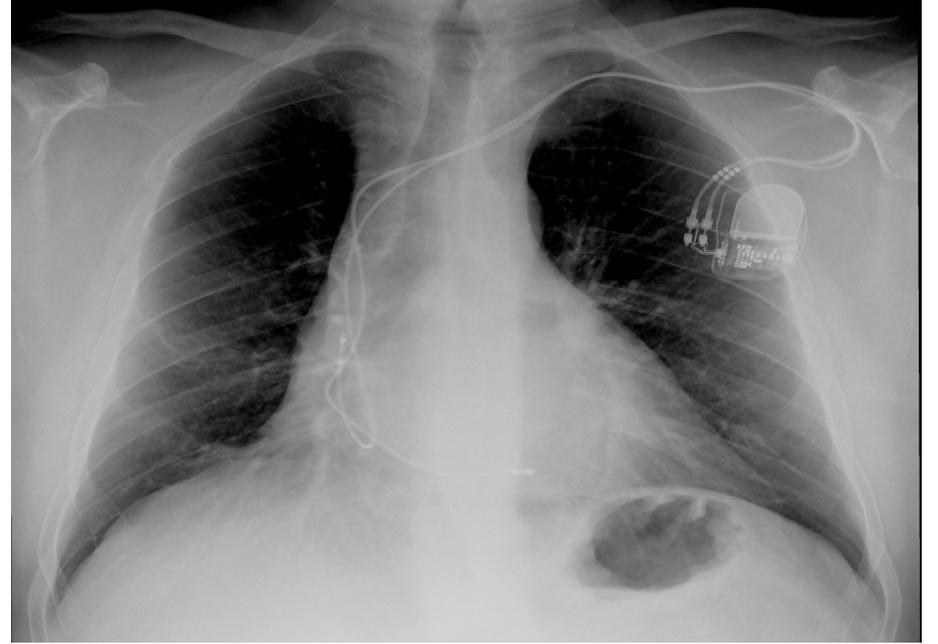
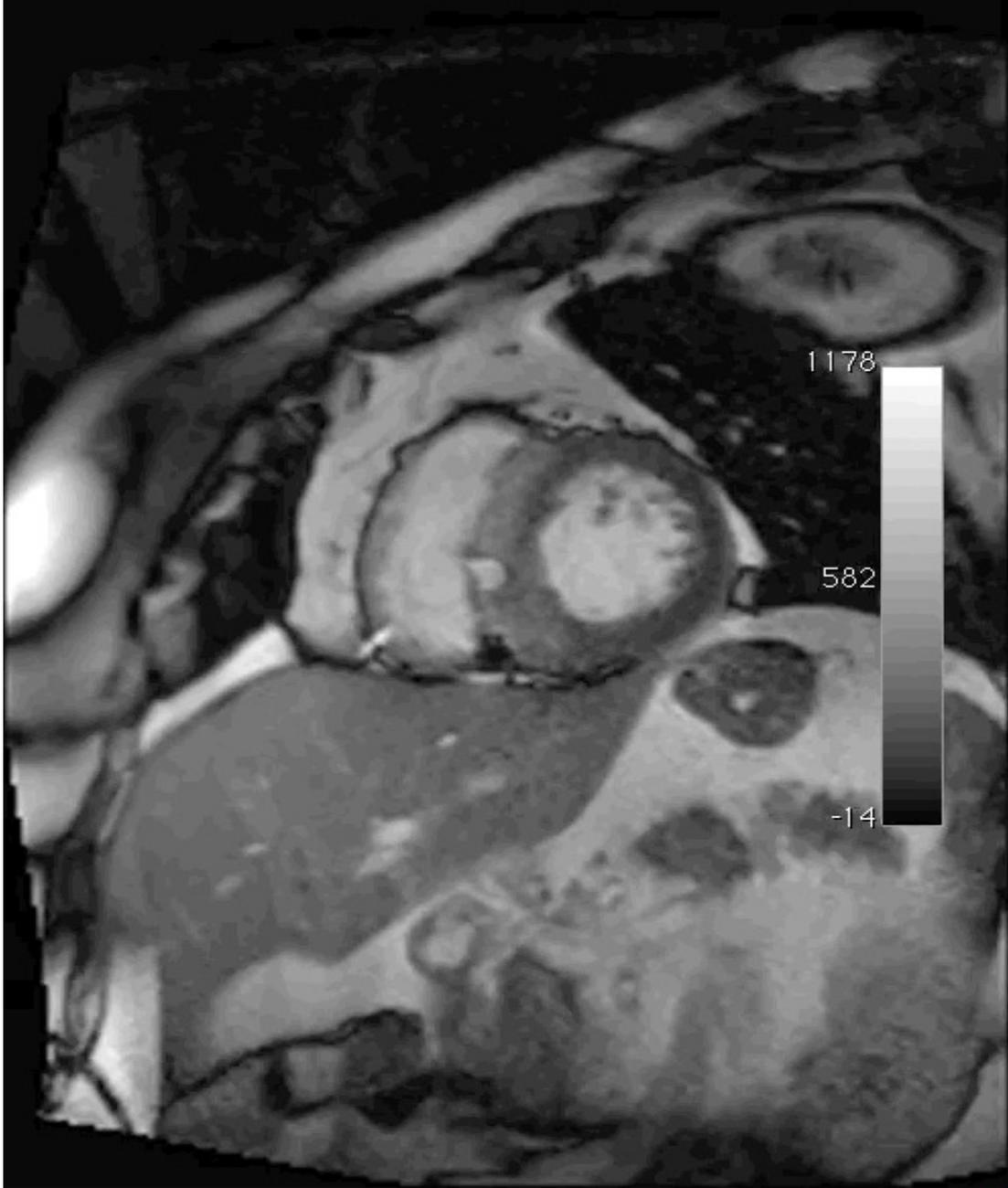


Fils sternaux – Valve Ao mécanique – pace maker en position pectorale

# Cas Clinique

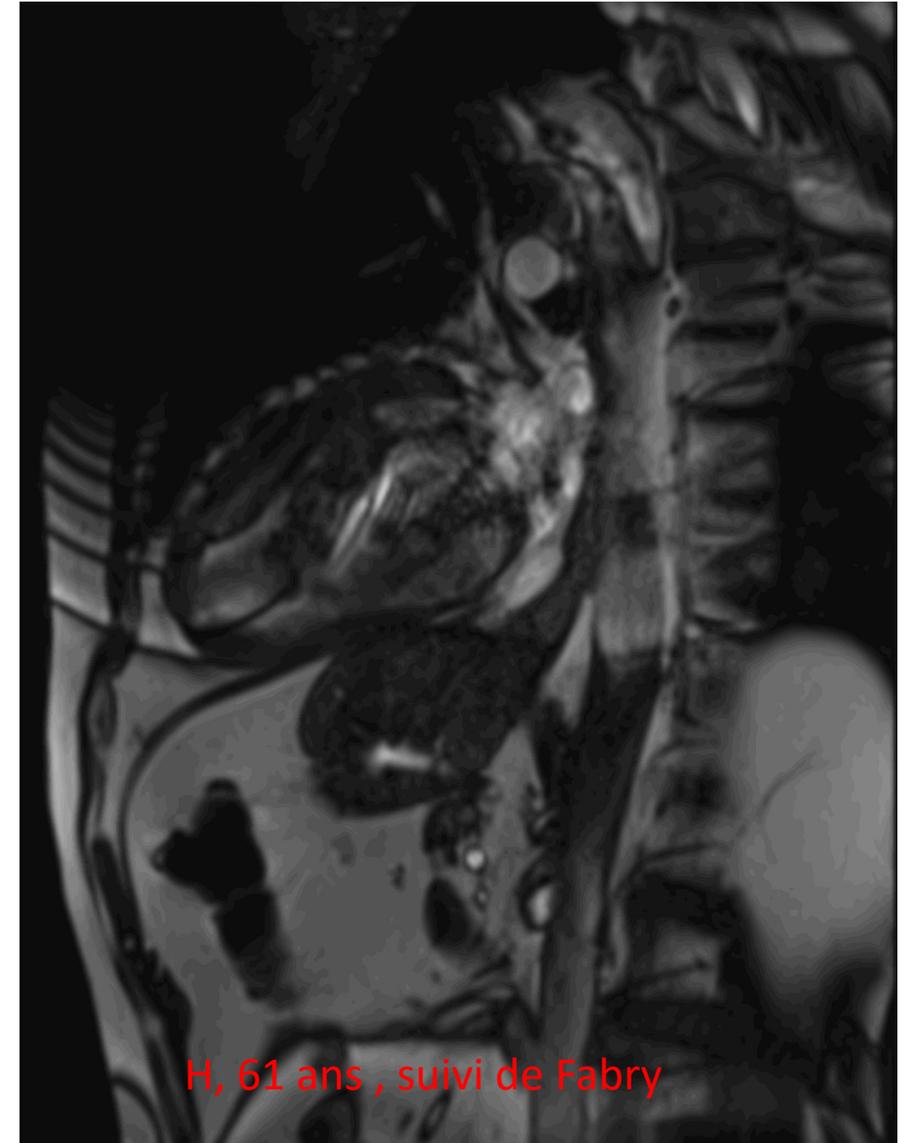
- Patient de 46 ans
- Vertiges avec chutes et vomissements
- Hydrocéphalie tétra ventriculaire
- IRM crâne initiale
  - Diagnostic de leptoméningite
- Dans les suites, apparition d'un BAV symptomatique
  - Chez ce patient qui était connu porteur d'une hypertrophie septale sous aortique
  - Adénopathies médiastinales
  - Traité par PM St Jude « MR conditionnel »
    - Bilan étiologique et suivi post PM : IRM crâne, coeur





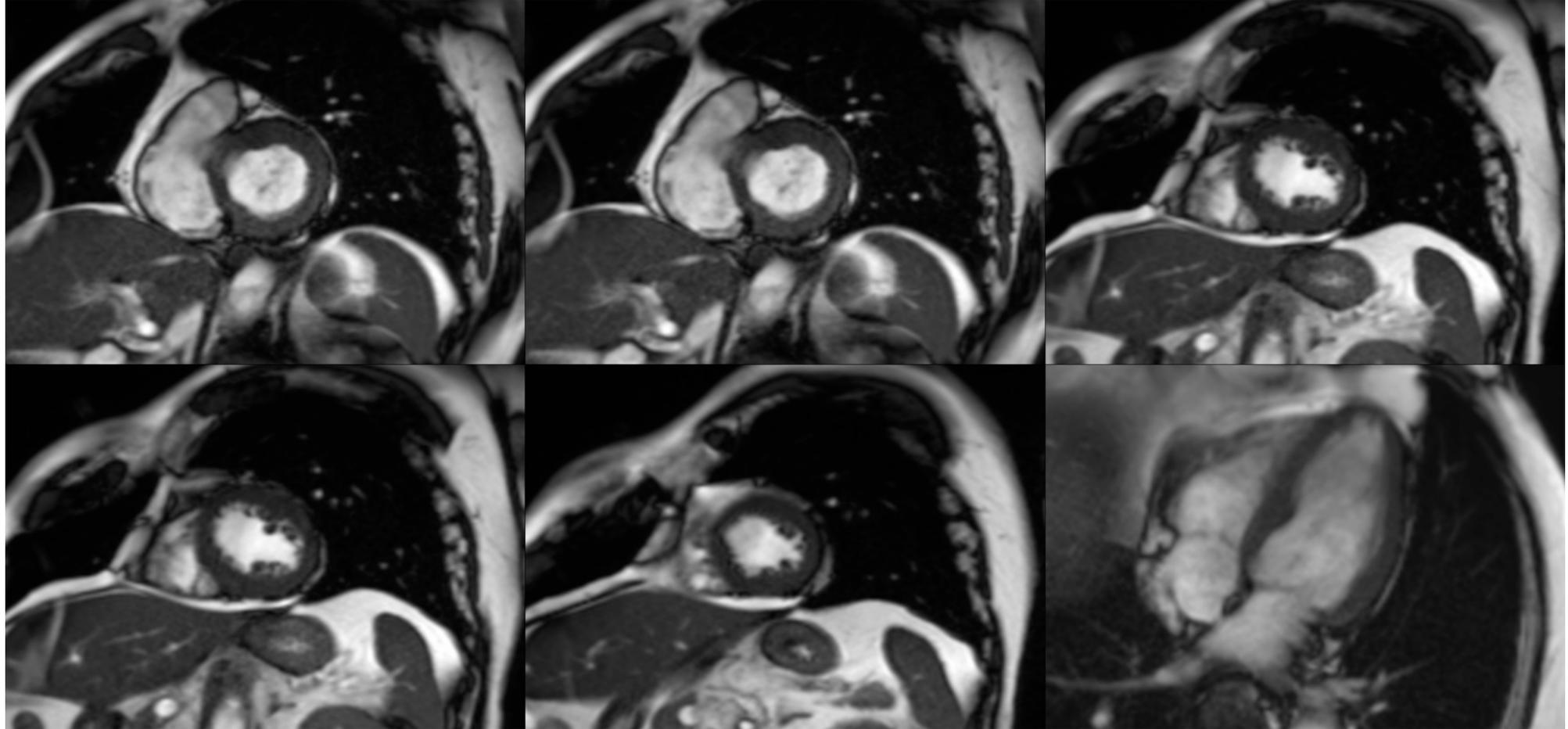
# IRM cardiaque et DAI

- Contre indication fréquente à l'IRM
- Artéfacts de susceptibilité majorés
- L'examen IRM est théoriquement faisable dans des conditions de sécurité maximales
  - Cerveau, abdomen, os..
- Mais l'examen cardiaque est en général peu interprétable

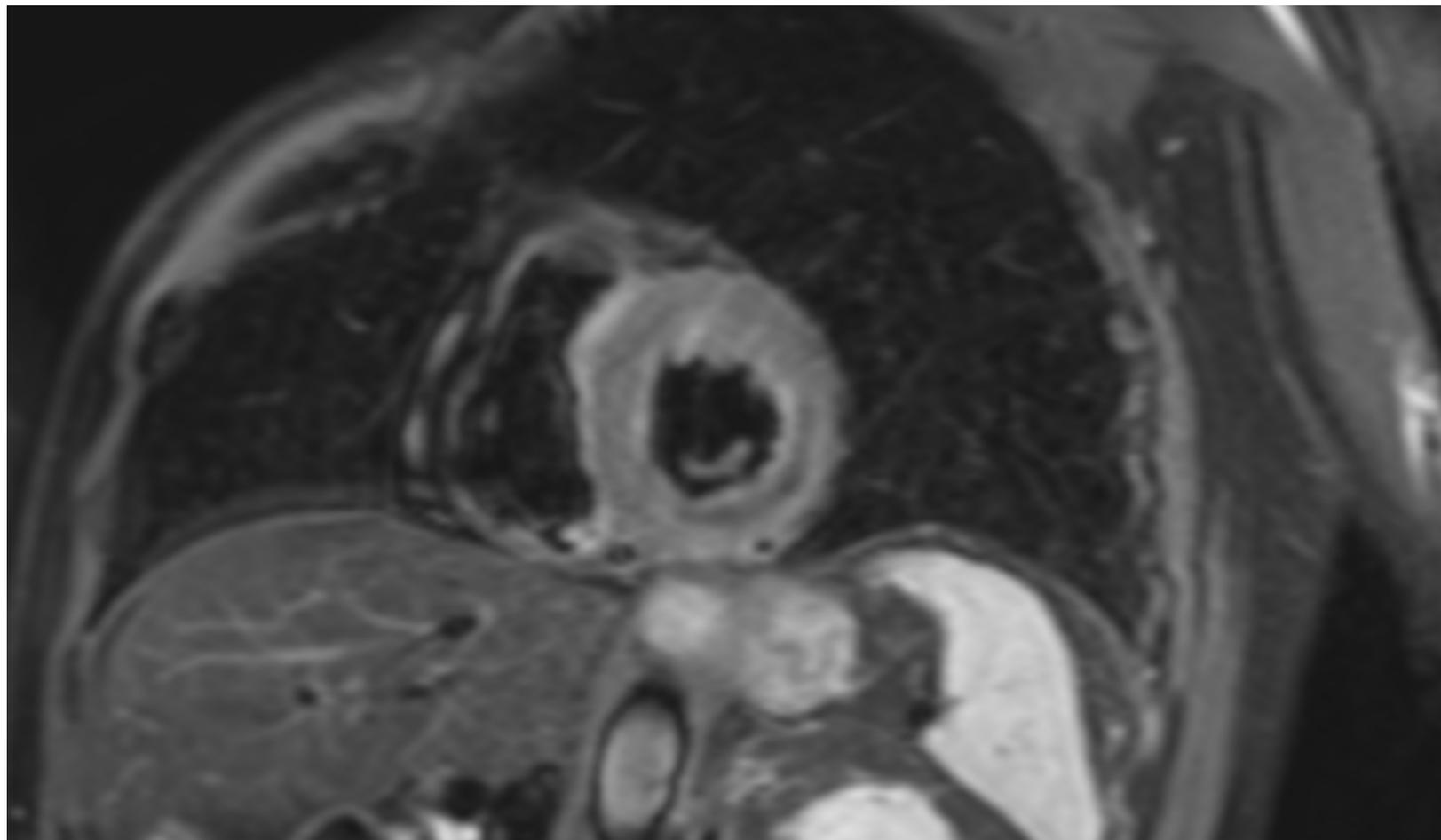


# Utiliser l'artéfact de susceptibilité magnétique à des fins diagnostiques

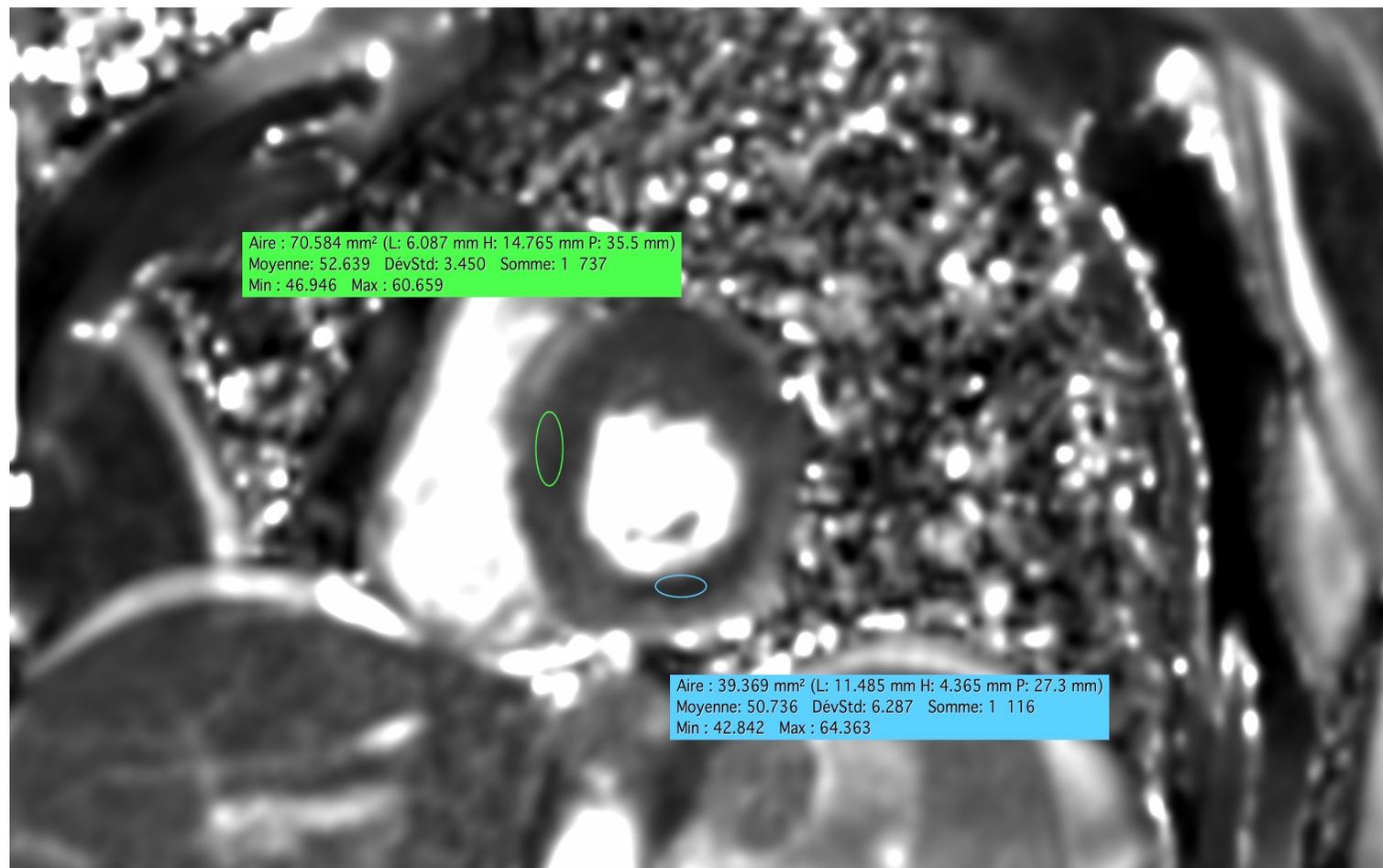
- Exemple clinique
  - Patient de 81 ans examiné à J6 d'un IDM inférieur



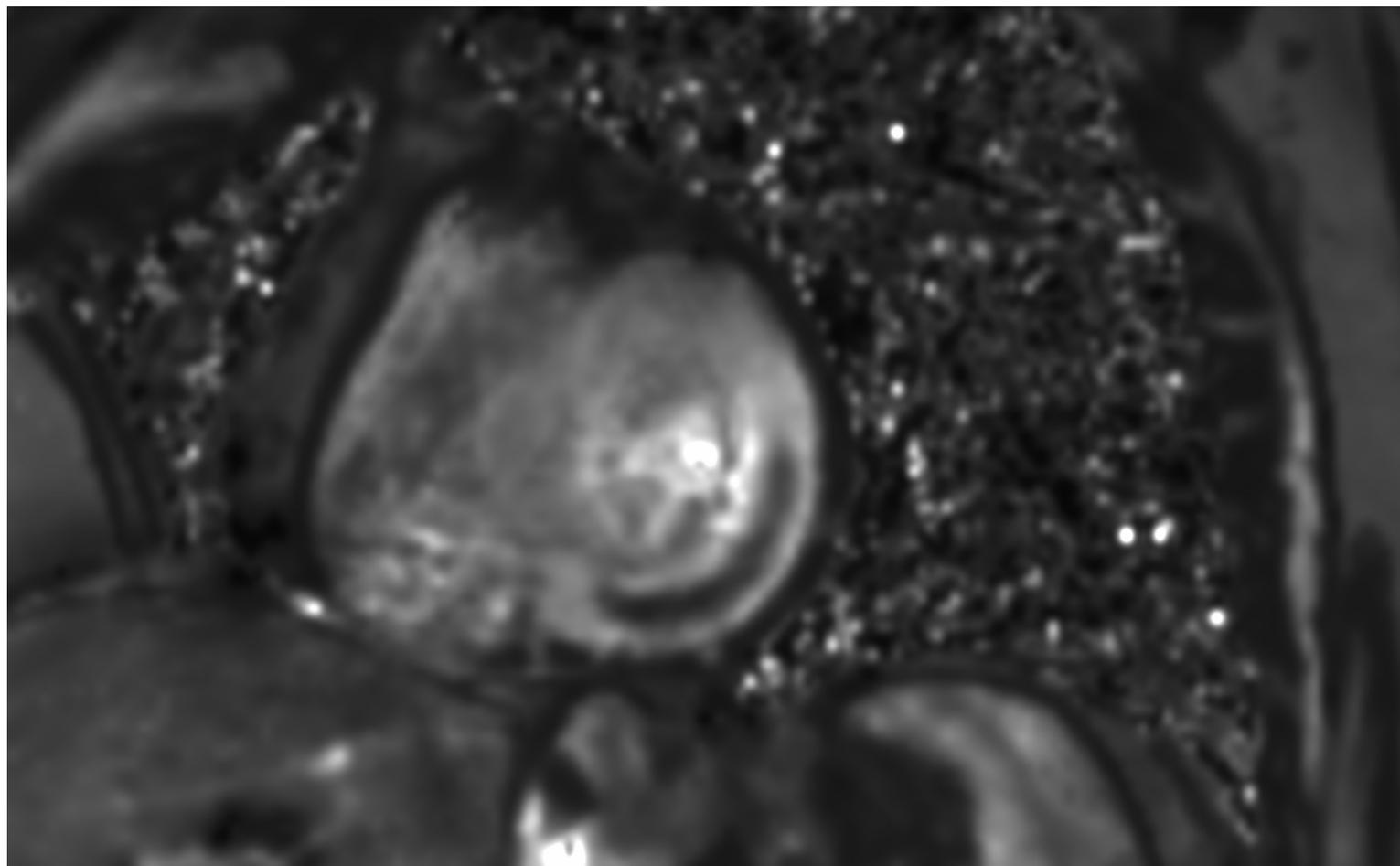
# STIR – PA base



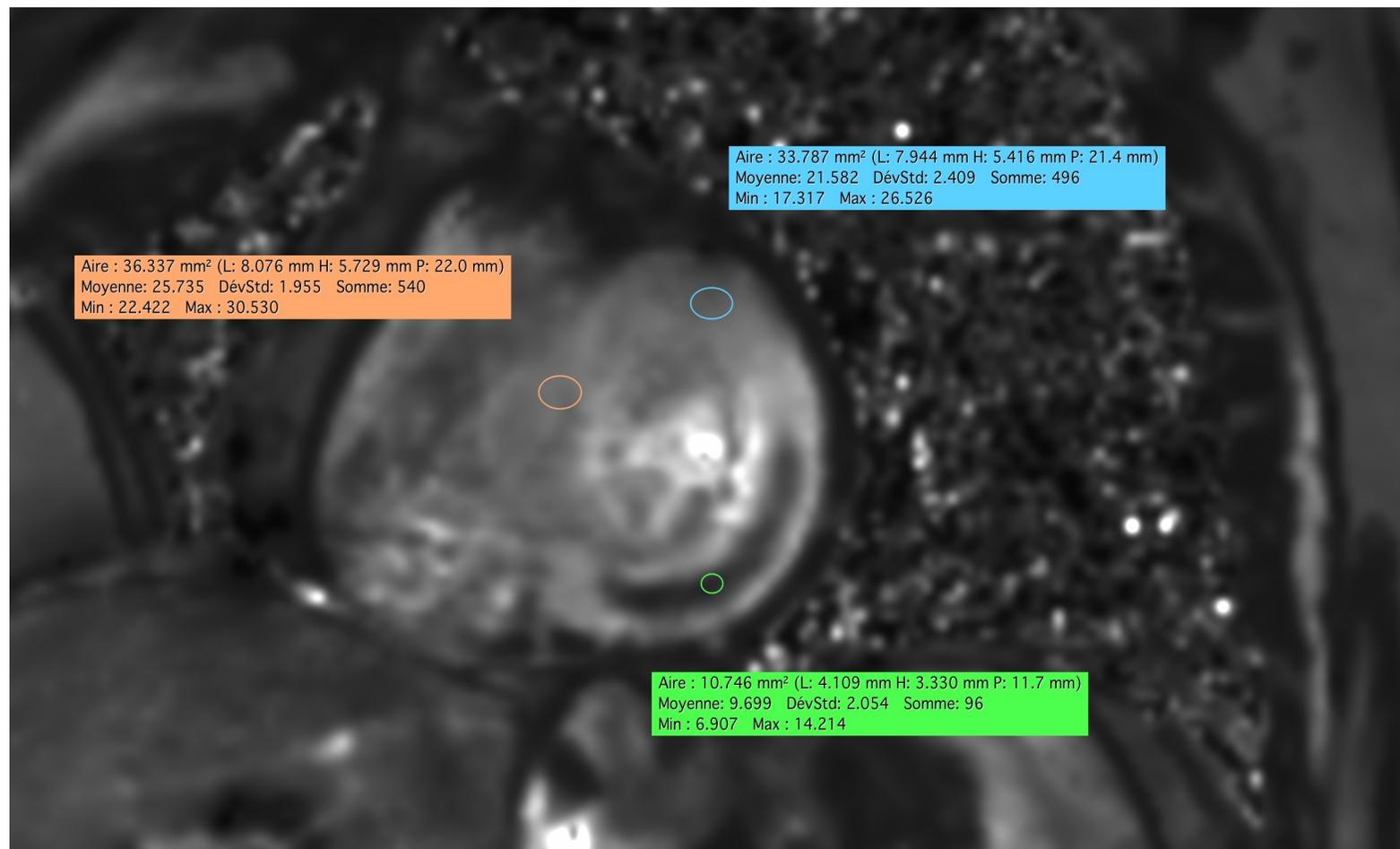
# T2 mapping



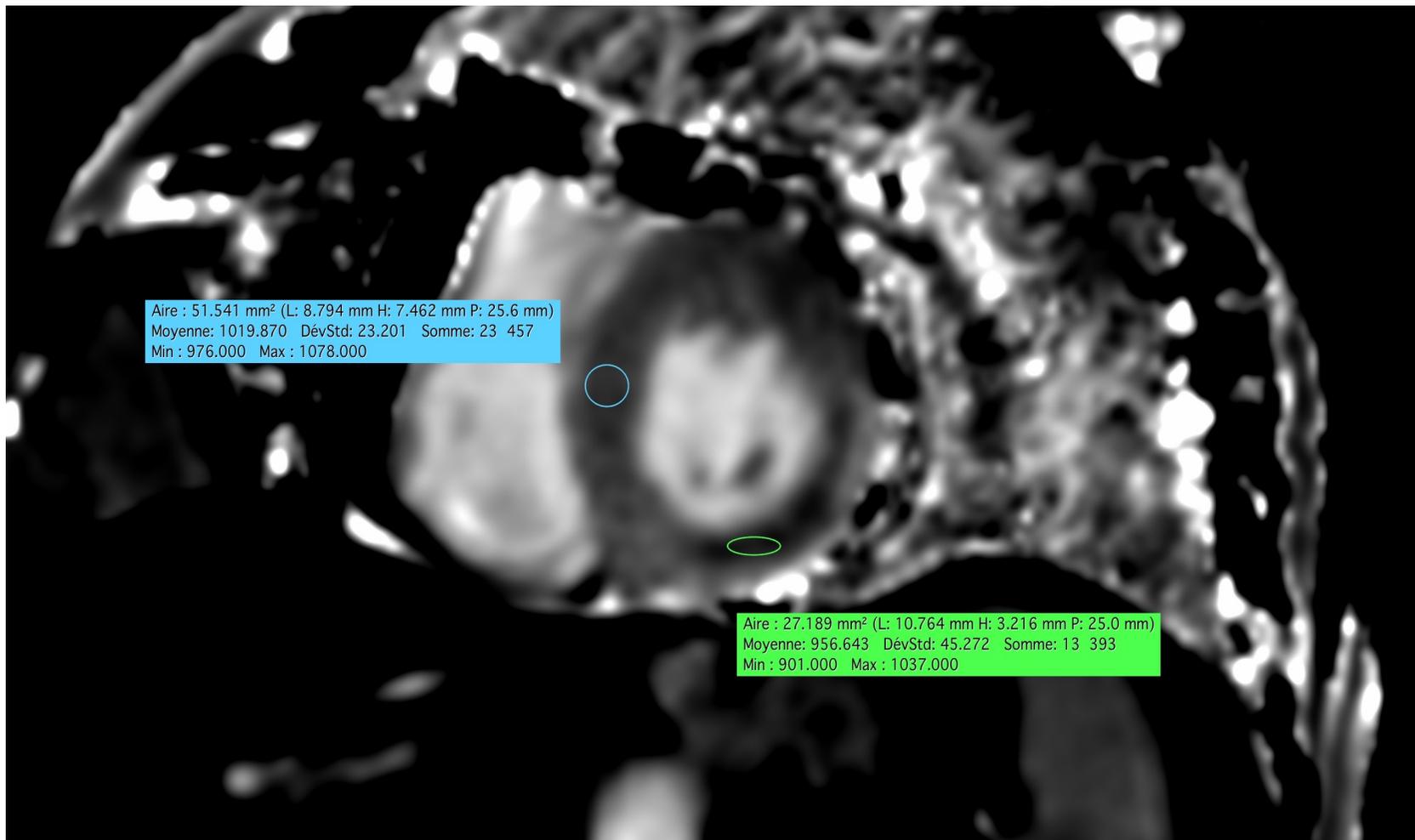
# T2 \* mapping



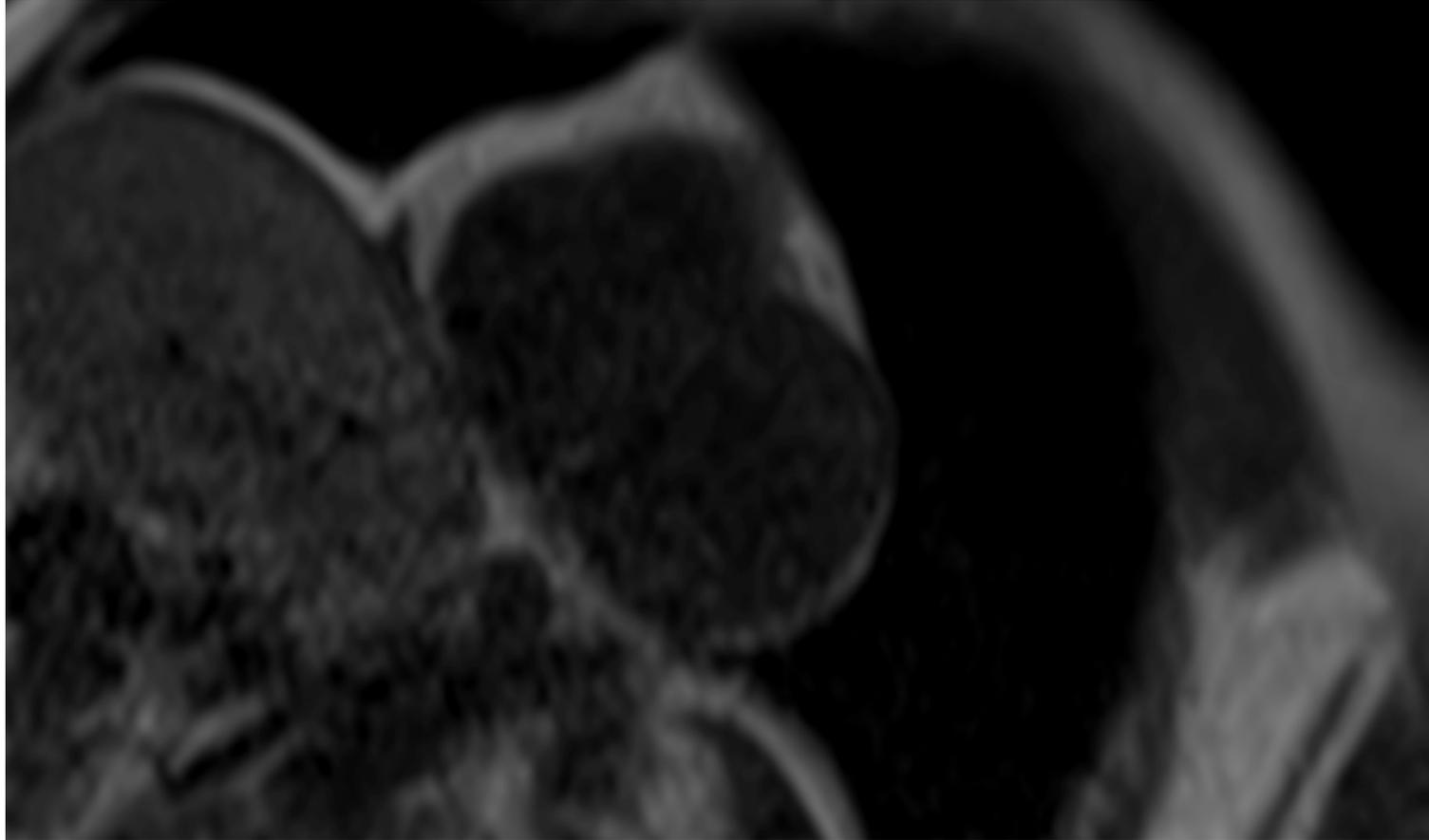
# T2\* mapping

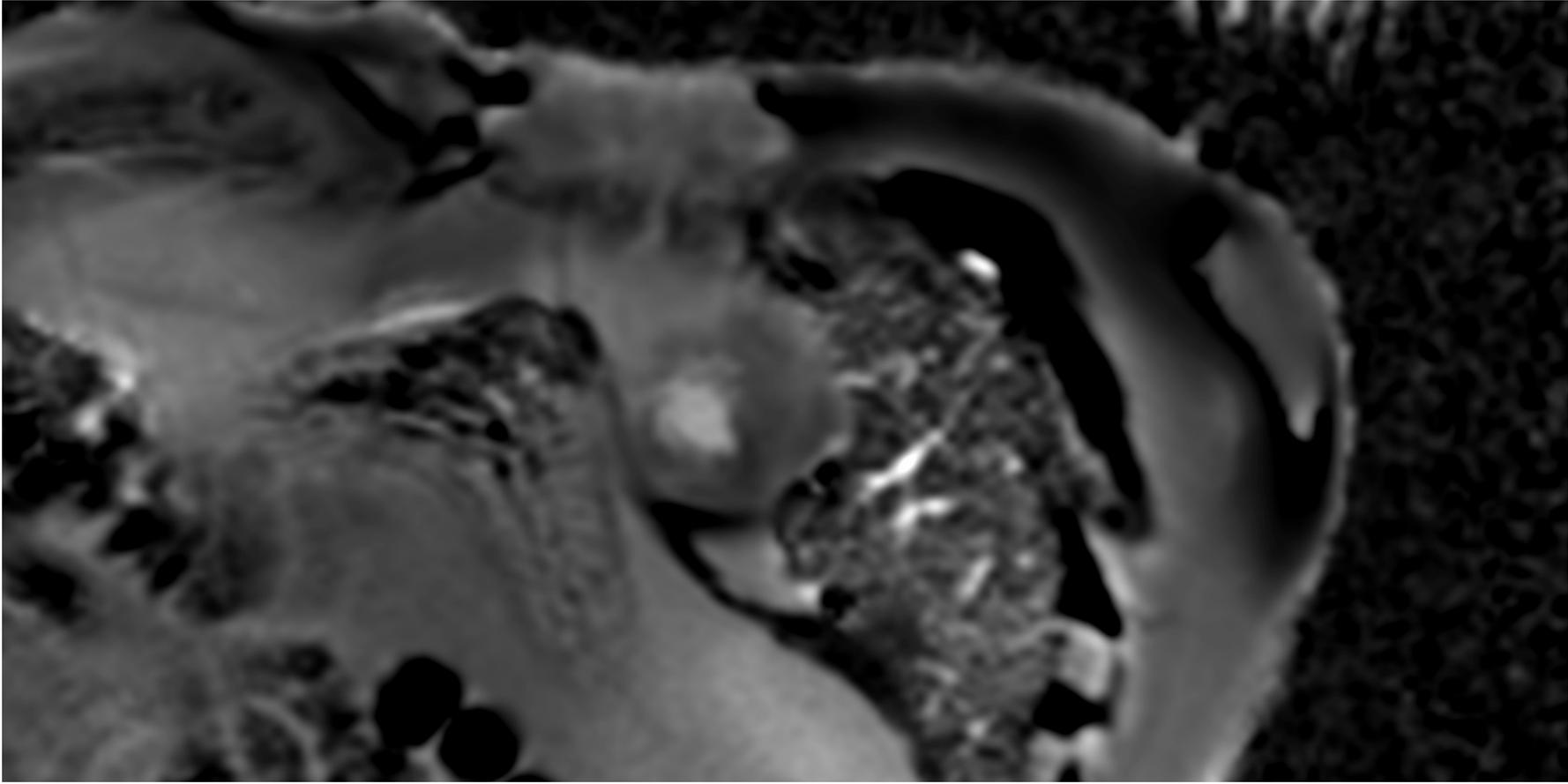


# T1 mapping



# Perf de Repos

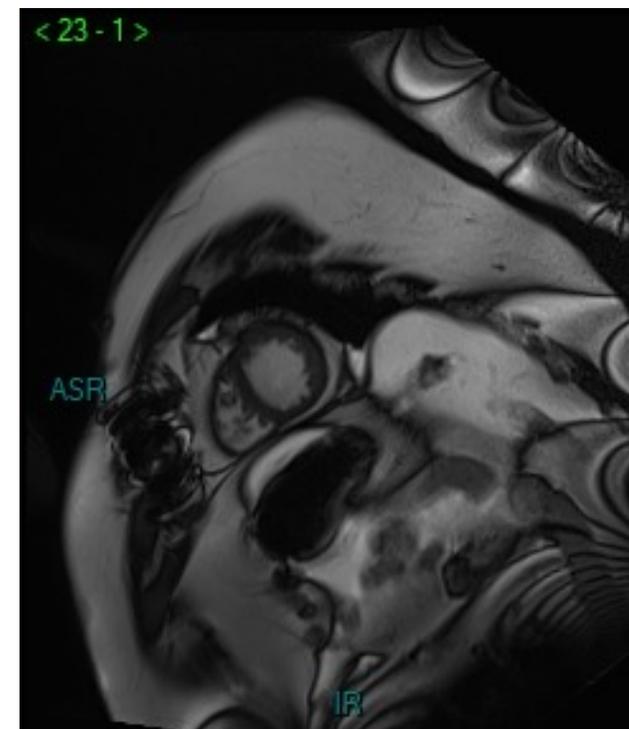
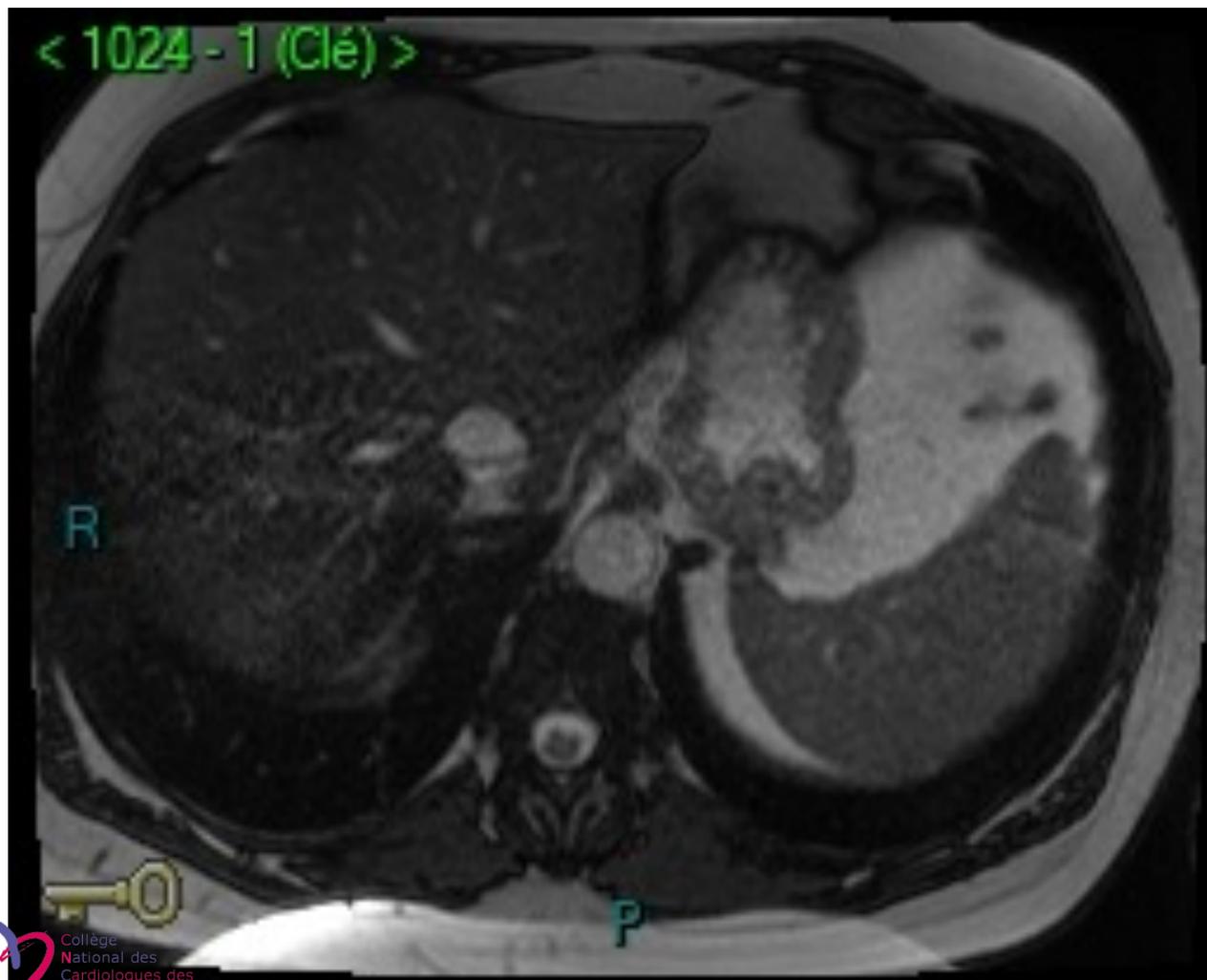




# L'association T1 et T2\*

- Efficace dans la caractérisation tissulaire et le diagnostic de l'atteinte microcirculatoire (MVO) et de l'hémorragie dans l'IDM
  - T1 natif abaissé si MVO
    - Augmenté en l'absence de MVO
  - T2\* natif effondré si hémorragie
    - Artéfact de susceptibilité magnétique
    - À la limite entre des substances de susceptibilité magnétique différente
    - Interface myocarde / dépôts d'hémosidérine
    - Permet d'affirmer la présence d'un infarctus hémorragique

# Repliement spatial (aliasing spatial)

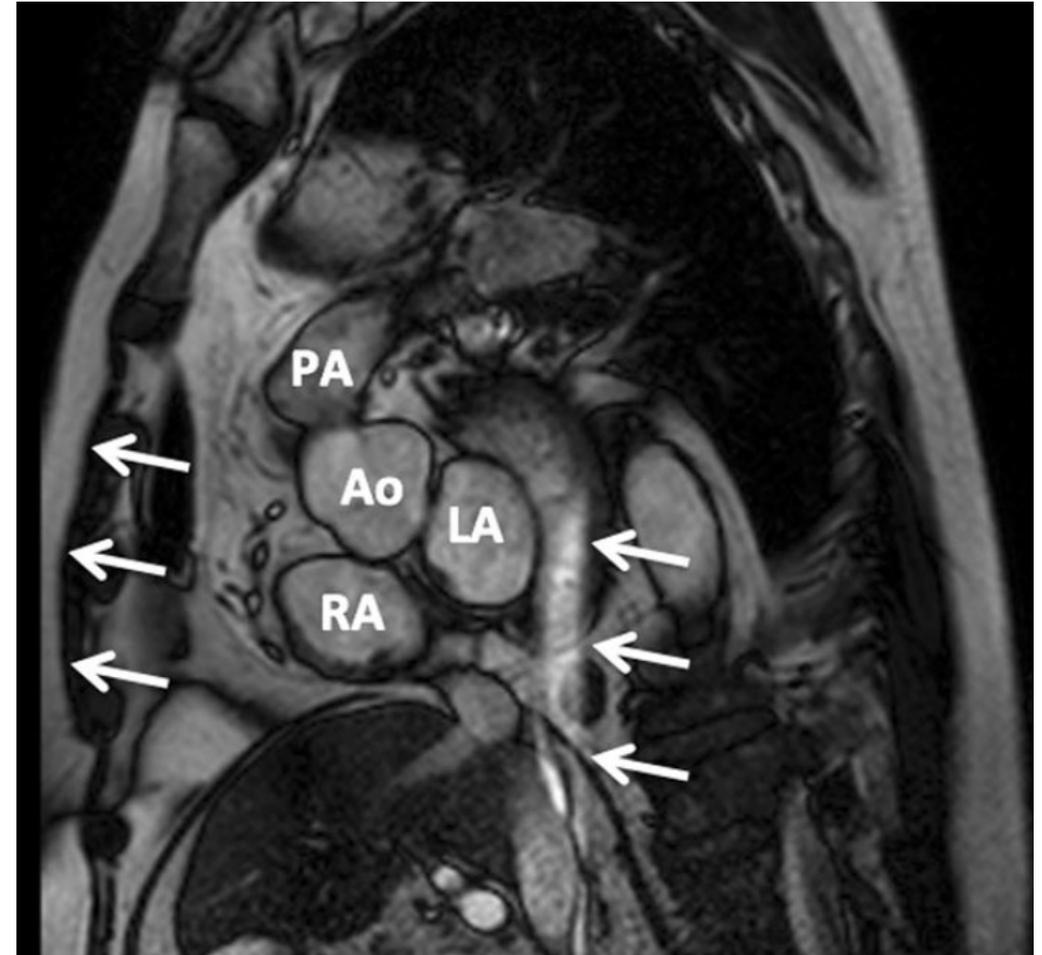


Remèdes

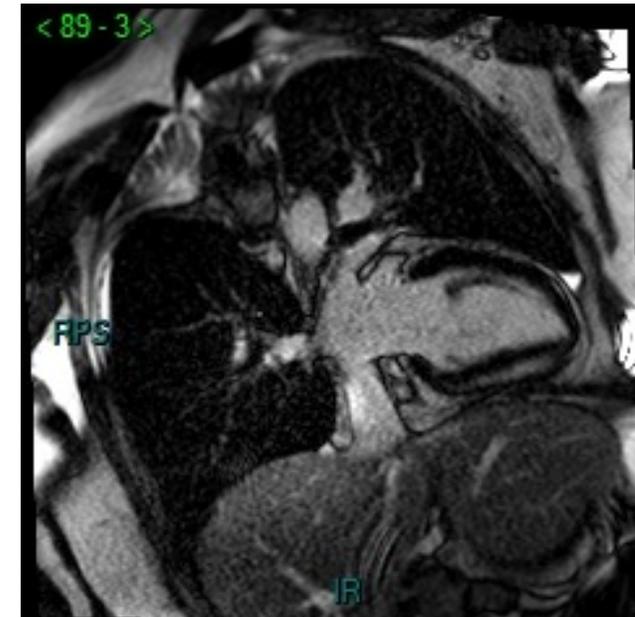
Augmenter le champ de vue  
Suréchantillonner

# Artéfact d'imagerie parallèle

- Sous échantillonnage (désiré) de l'image dans le sens du codage de phase
- Diminuer le facteur d'accélération
- Ou augmenter le champ de vue

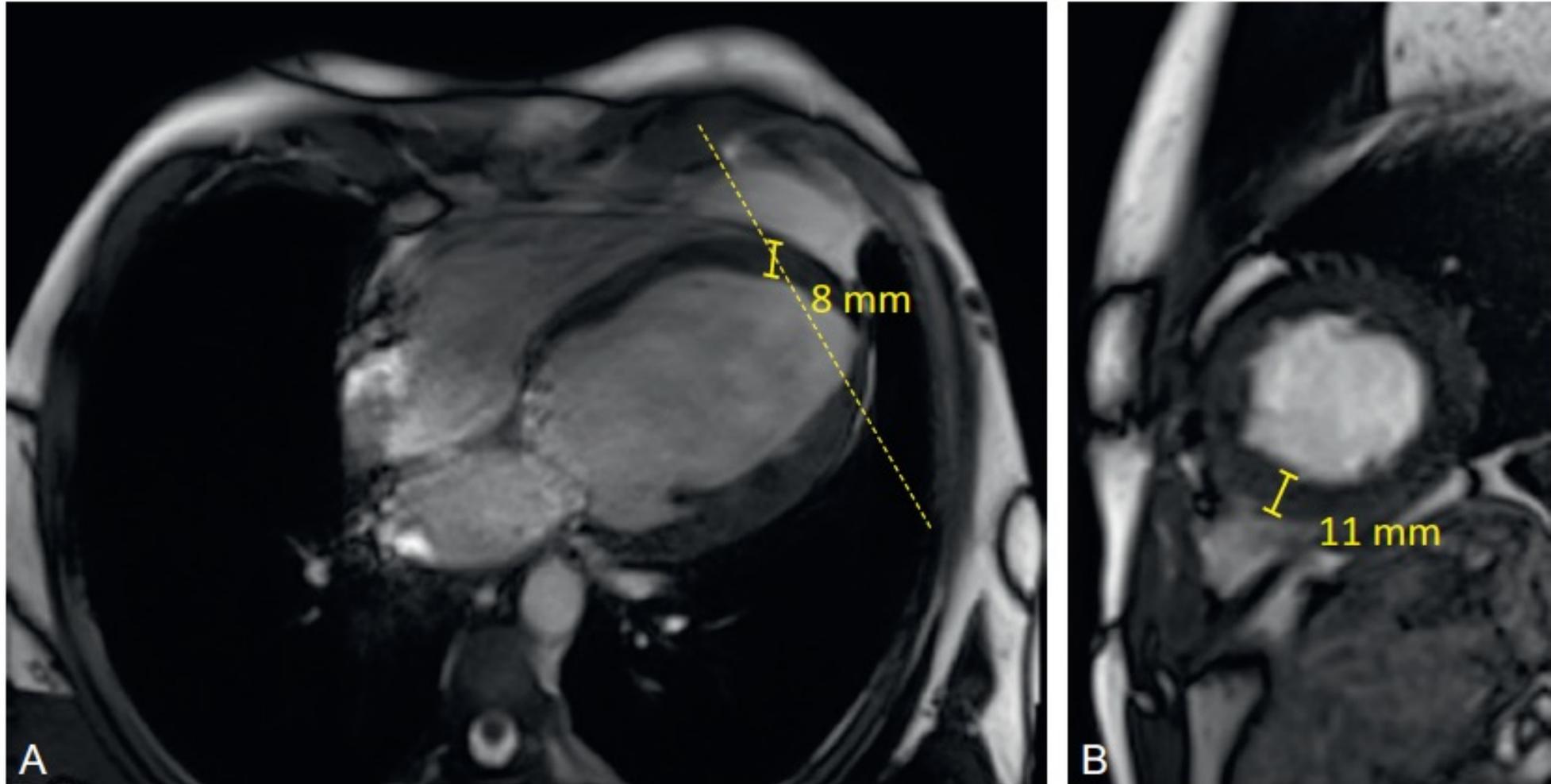


Effet de volume partiel; risque d'erreur en RT



Effet de volume partiel; toujours mesurer le myocarde sur une coupe orthogonale à celui ci

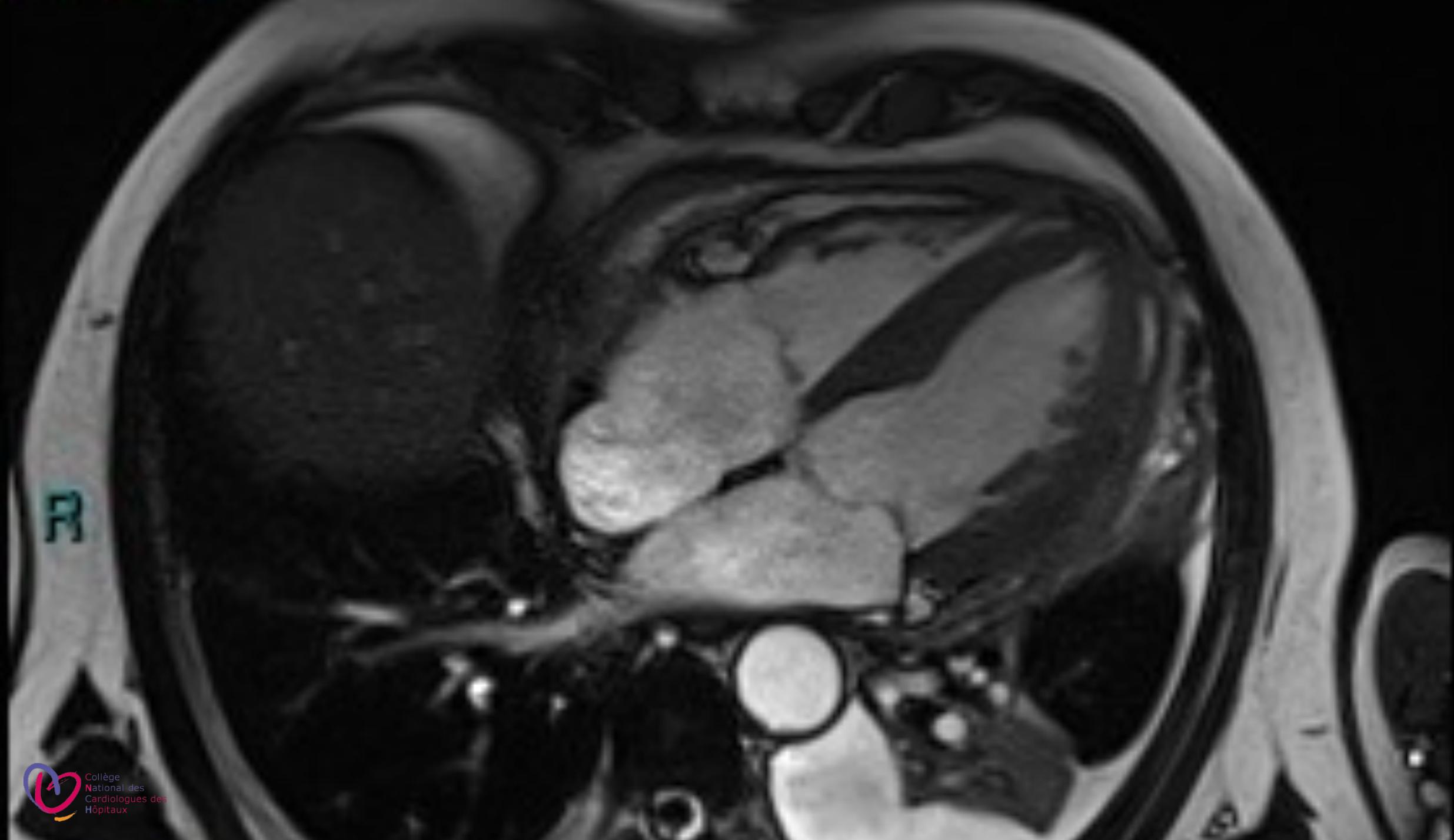
Épaisseur de coupe typique en CINE bFFE: 7 mm



*Imagerie Cardiaque Laissy JP, Furber A eds. Elsevier Masson 2021*

# Déplacement chimique / chemical shift

- Utile à la caractérisation de la graisse
  - Avec la saturation de graisse
    - Lipomes, graisse intra myocardique, DVDA..
- Optimise la visualisation du péricarde
  - En surestimant son épaisseur
    - Mobilité
    - Manque de résolution spatiale
    - Déplacement chimique



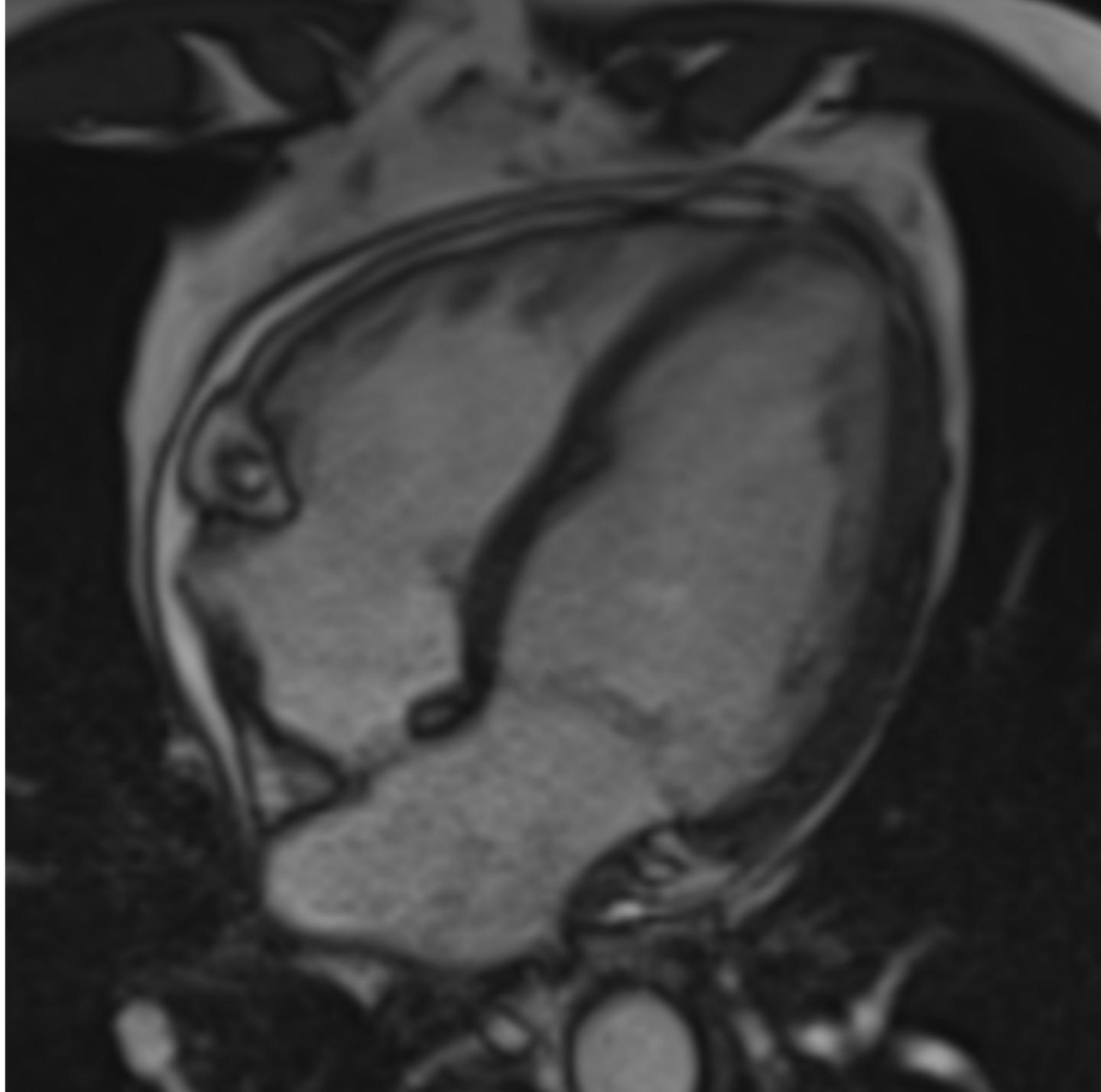
< 15 - 1 >



AR

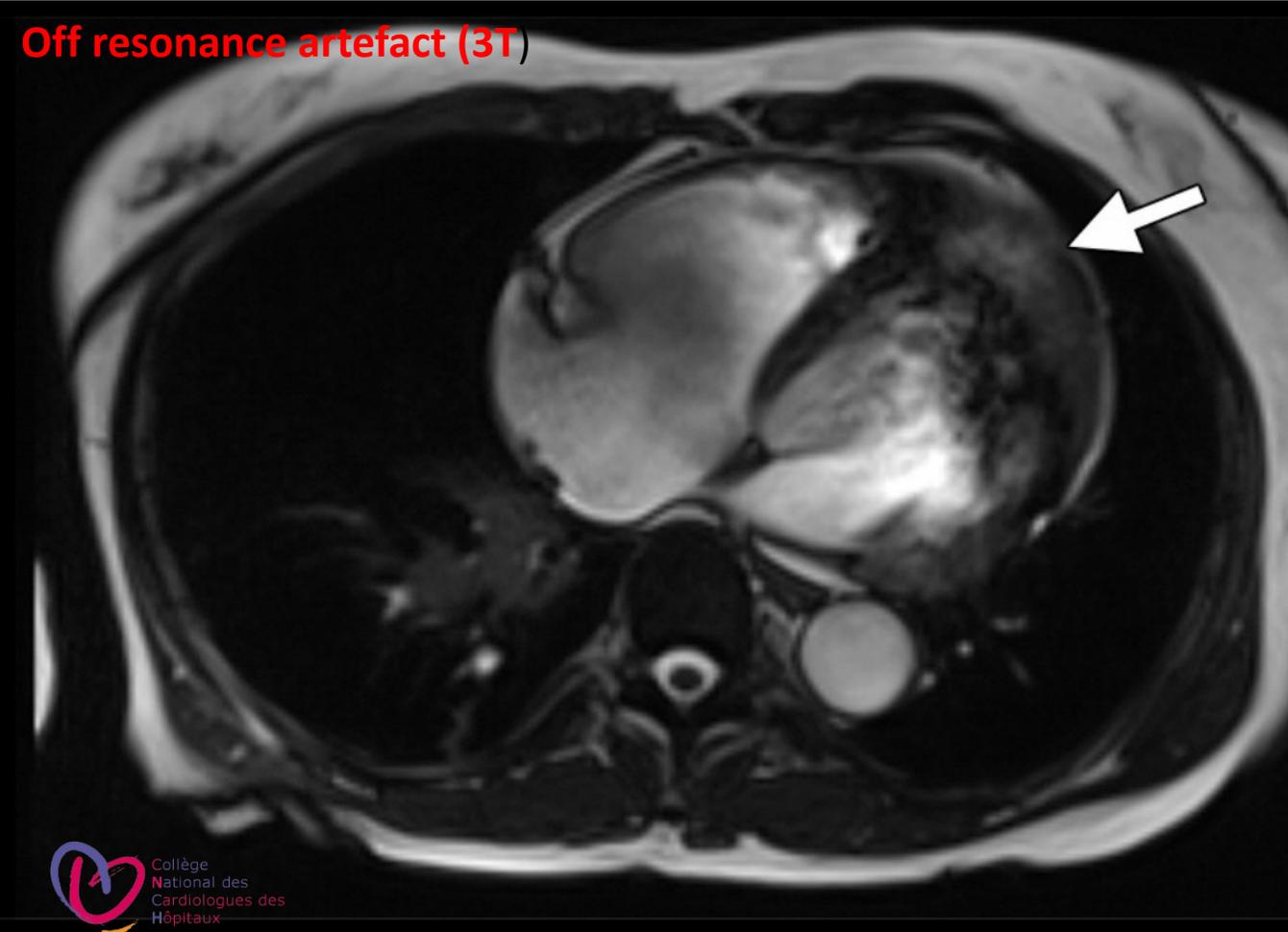
## Artéfact de déplacement chimique

- péricarde
- limite graisse – épanchement
- infiltration graisseuse du SIA



# Artéfacts liés au flux

Off resonance artefact (3T)

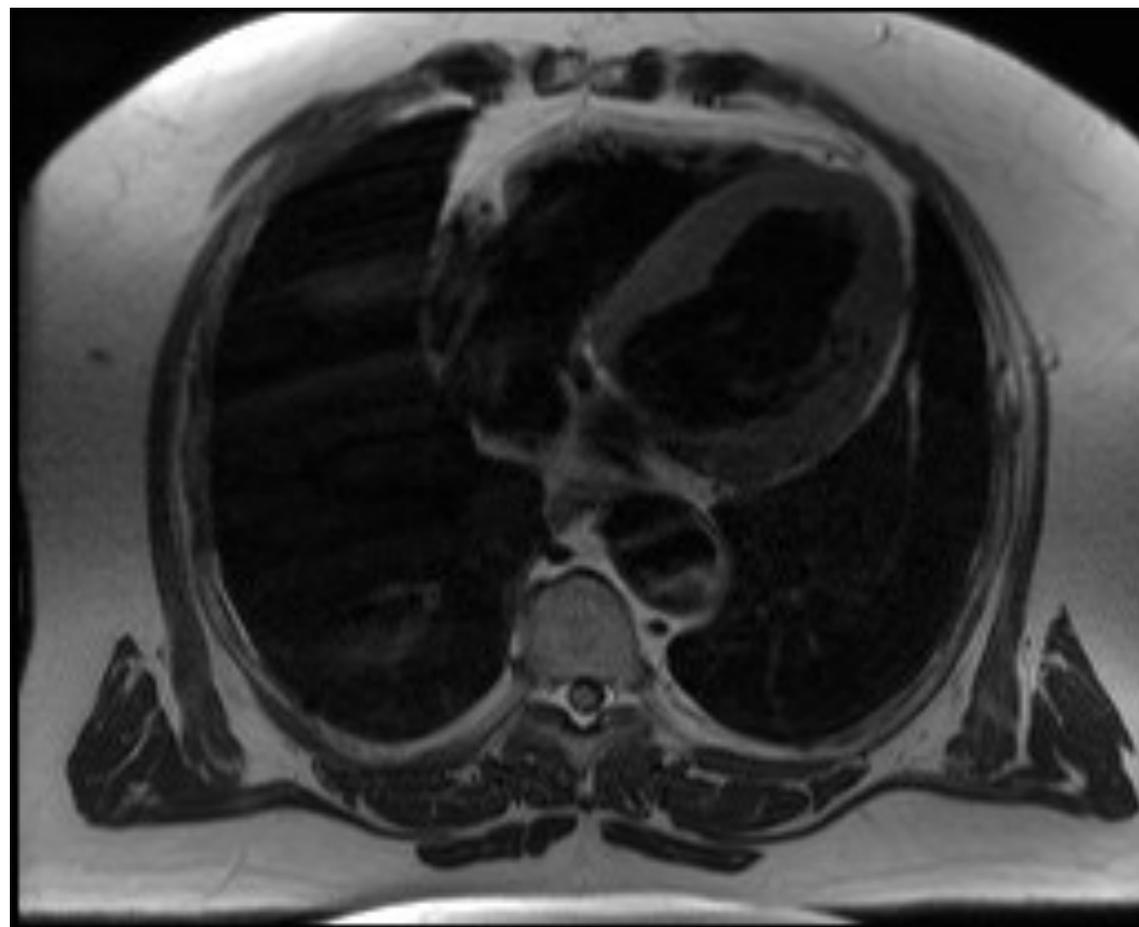
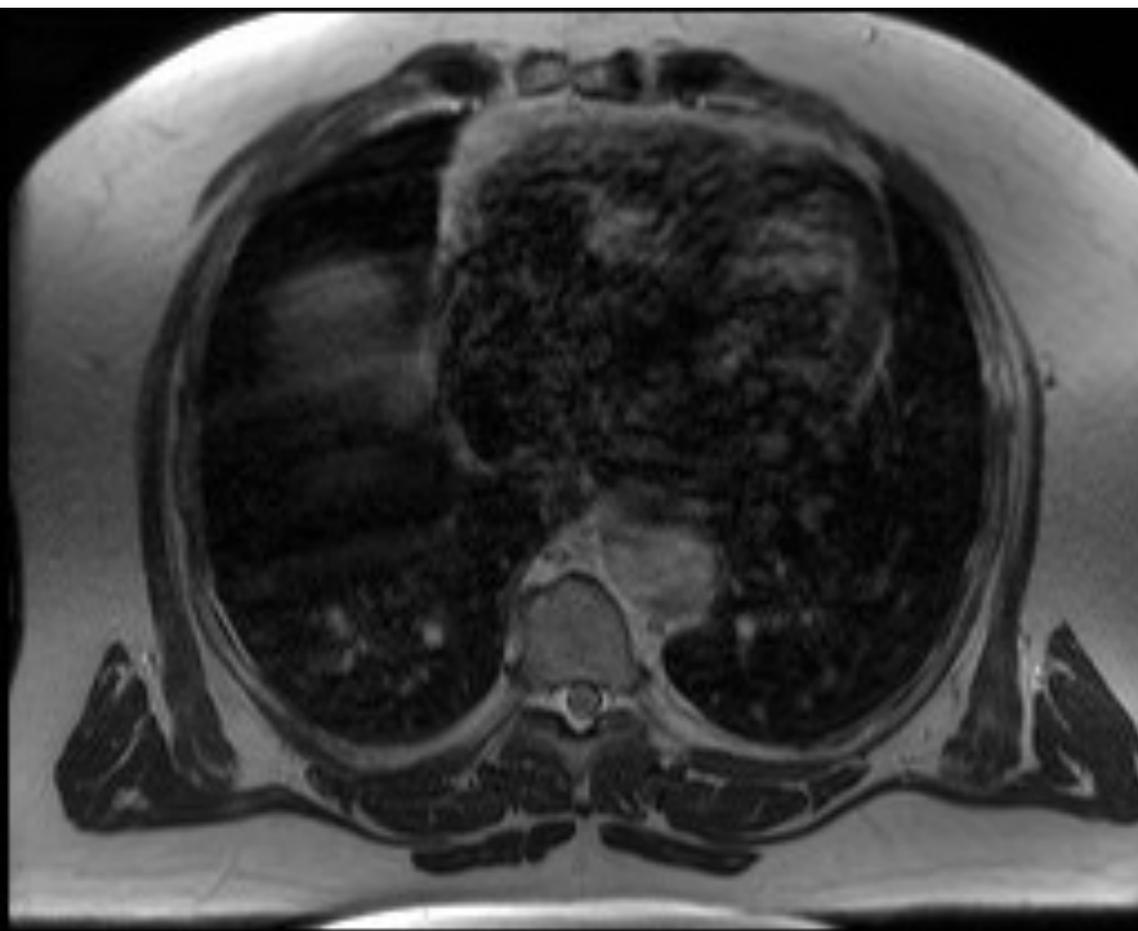


Artefact surtout rencontré à 3T

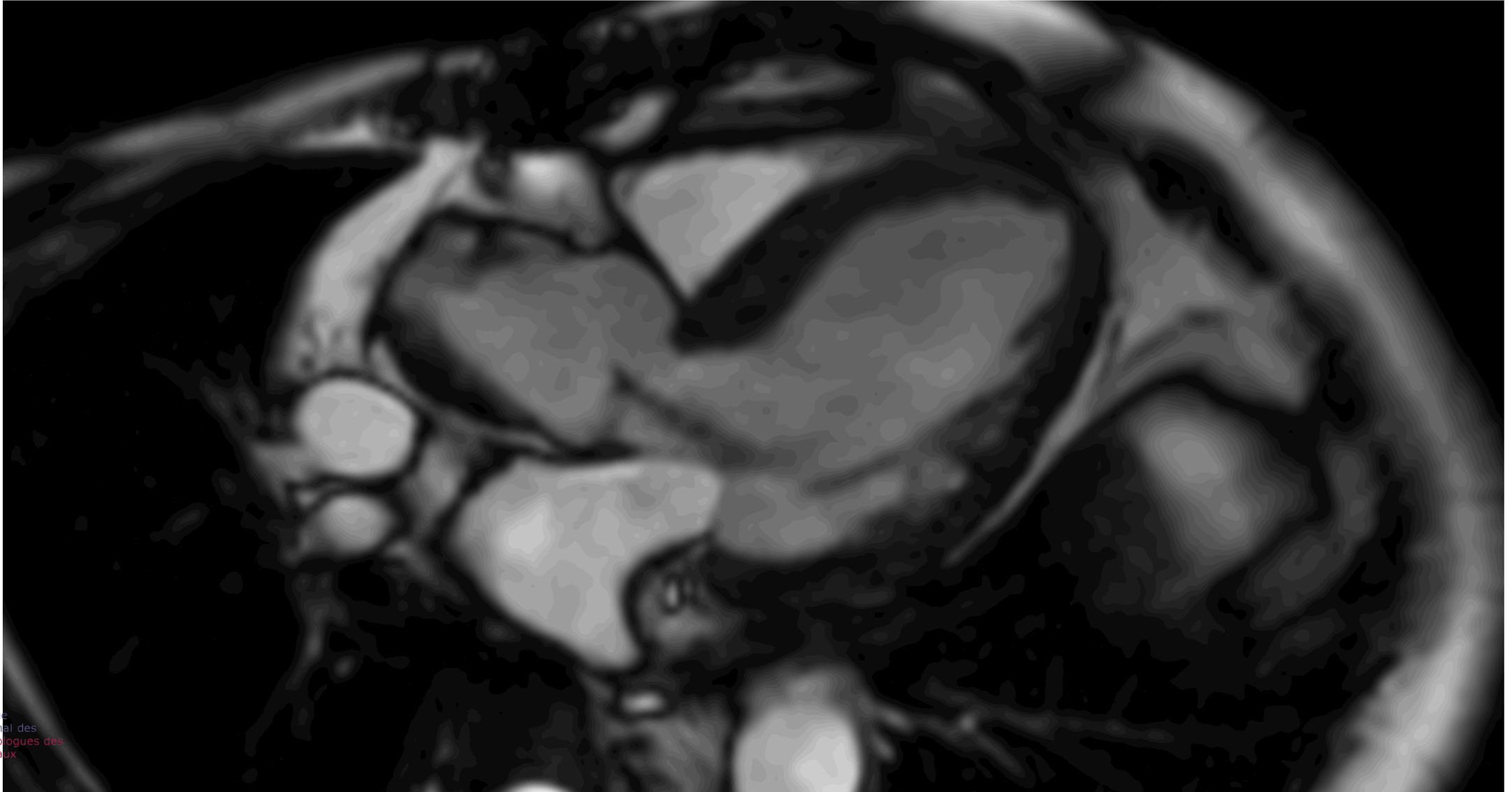
Remède

Utiliser un « scout fréquentiel »  
pour trouver la fréquence optimale

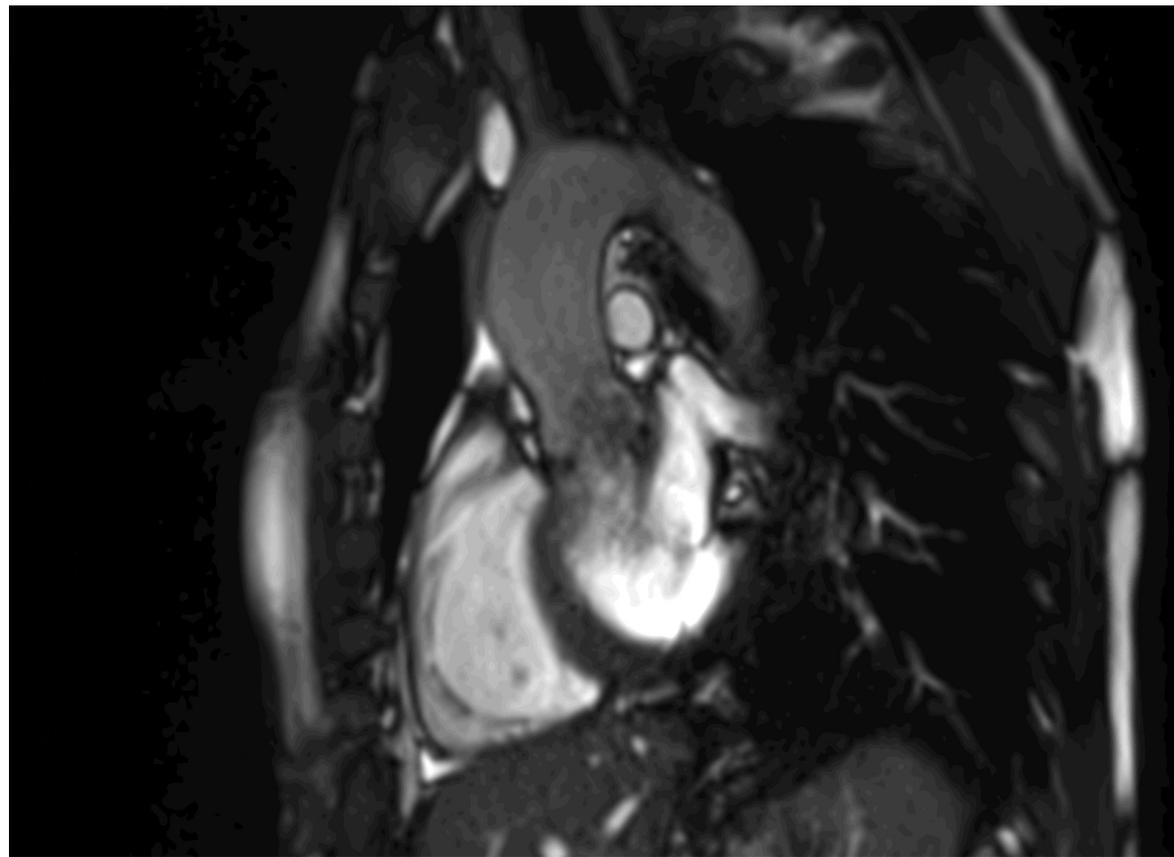
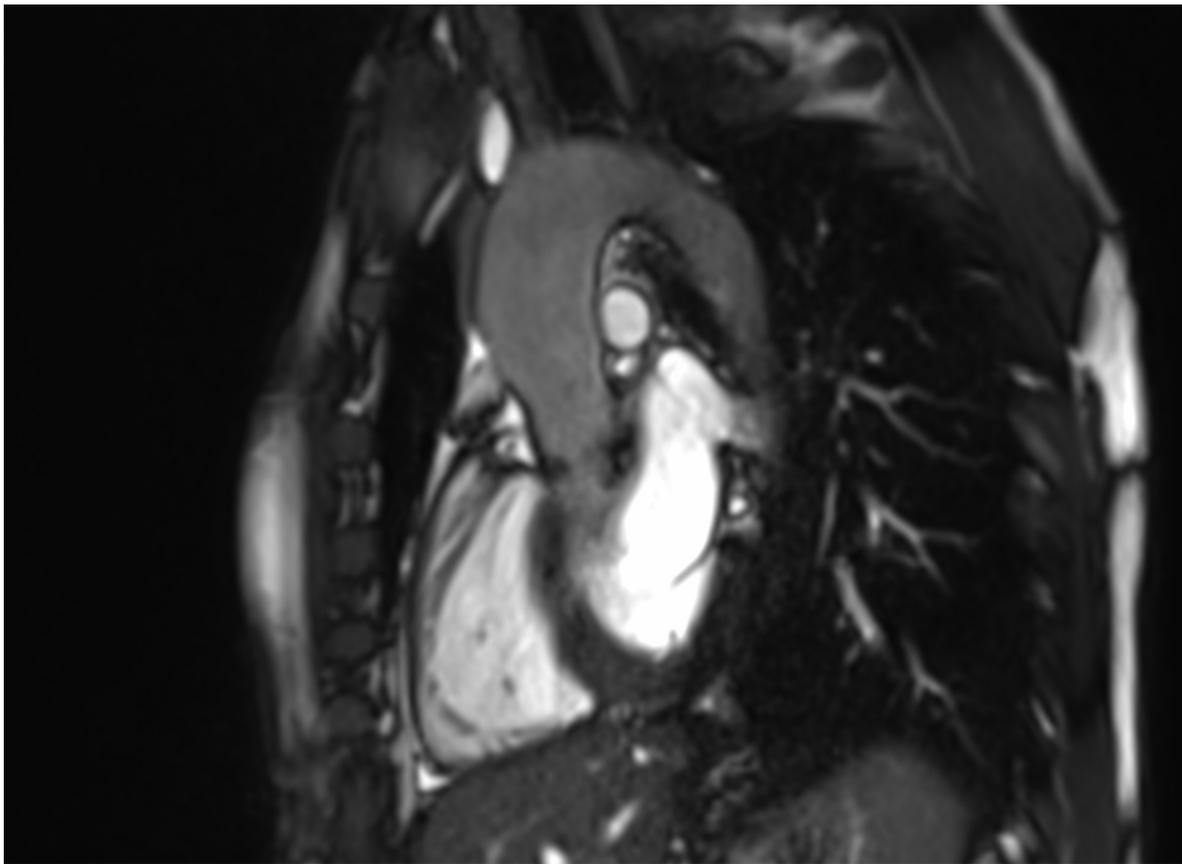
# Black blood; défaut technique



# Hyposignal et turbulences

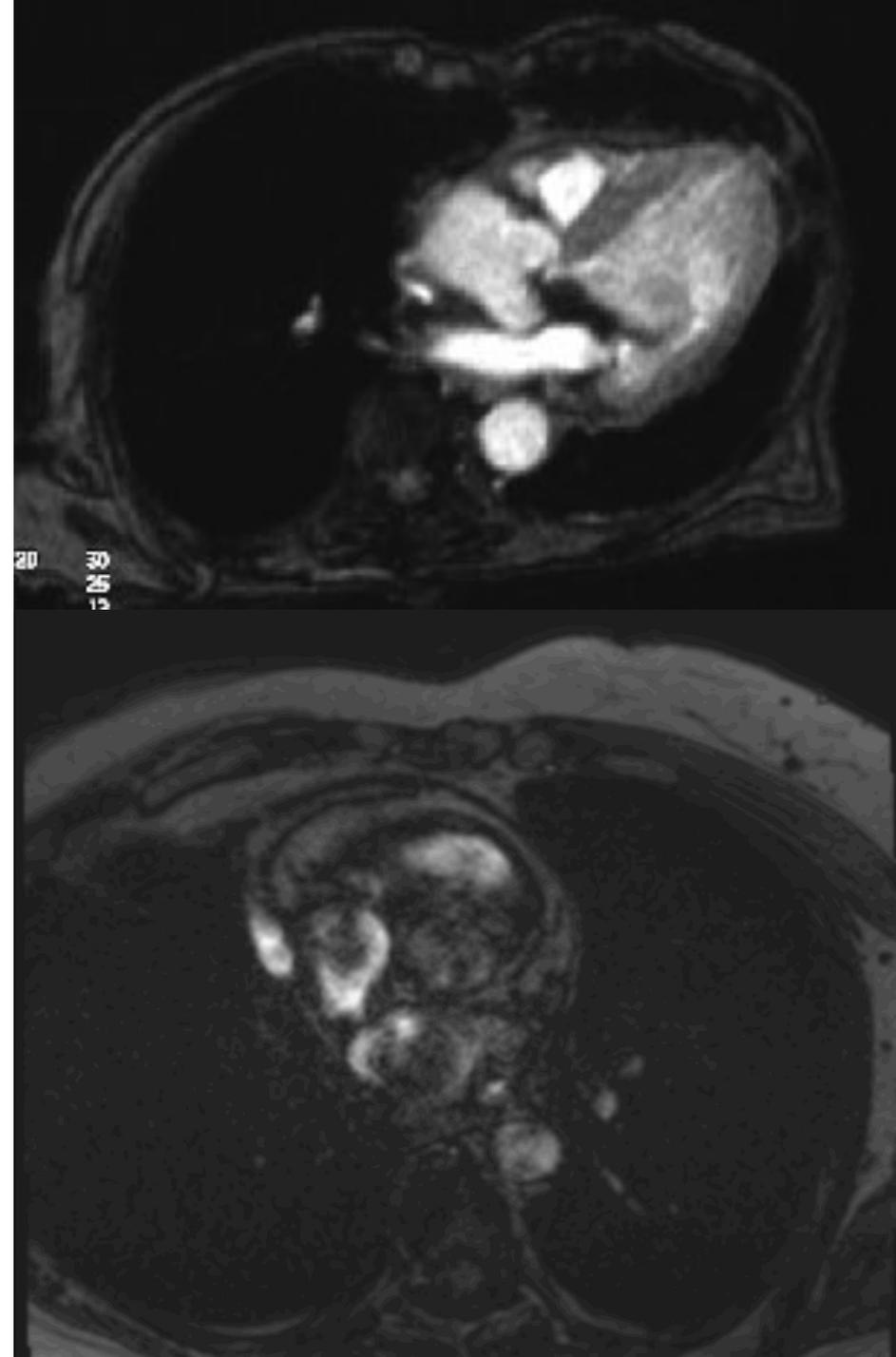


# Aorte « noire »



# GRE: oldie but a goodie!

- Les séquences CINE bFFE (renforcement de l'aimantation transversale résiduelle) utilisées en routine tendent à lisser le signal du sang circulant
  - Ne pas hésiter à revenir à l'écho de gradient classique (avec destruction de l'aimantation transversale résiduelle – spoiler) pour accentuer l'image du déphasage et repérer par exemple une  $V_{\max}$
  - Dans notre centre, la séquence de routine utilisée pour analyser la valve aortique est une GRE

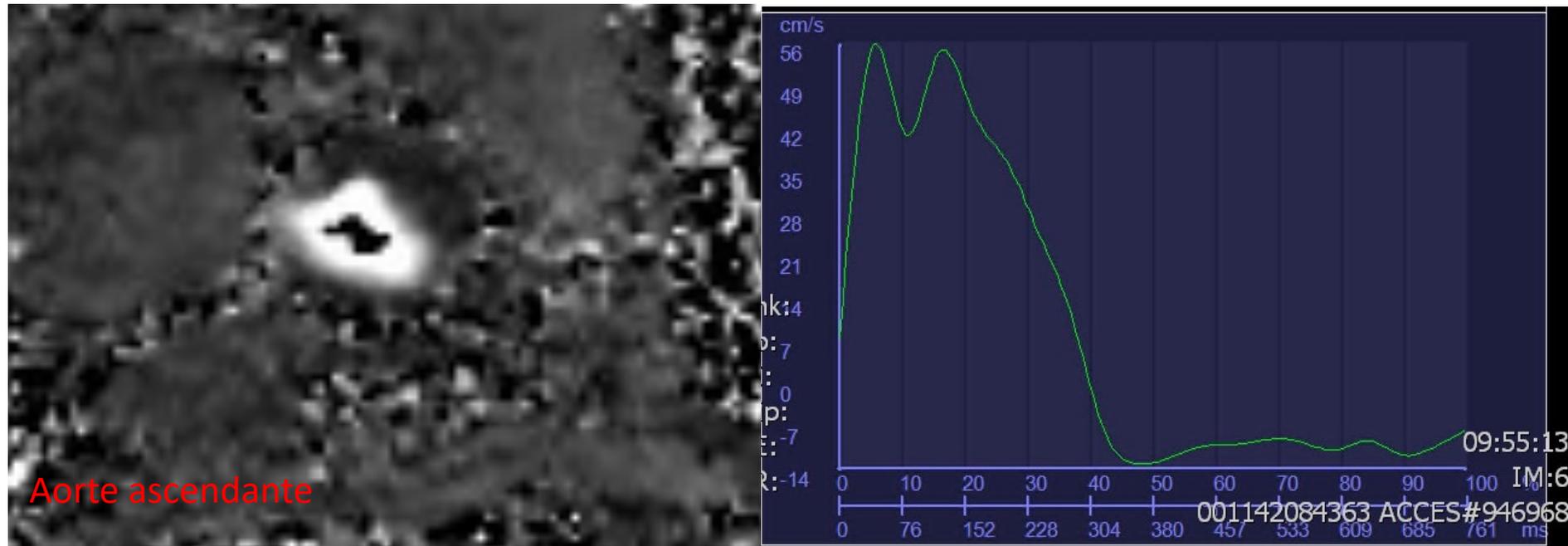


# Encodage de Vitesse ( $V_{enc}$ )

## Contraste de Phase

- Principes de base
  - Mesure à l'isocentre de l'aimant
  - Petit axe du vaisseau repéré dans 2 plans orthogonaux
  - Régler la vitesse d'encodage au plus proche de la  $V_{max}$  réelle
    - La précision est d'autant plus grande que la  $V_{enc}$  et la  $V_{max}$  sont proches

# Encodage de Vitesse sous estimé

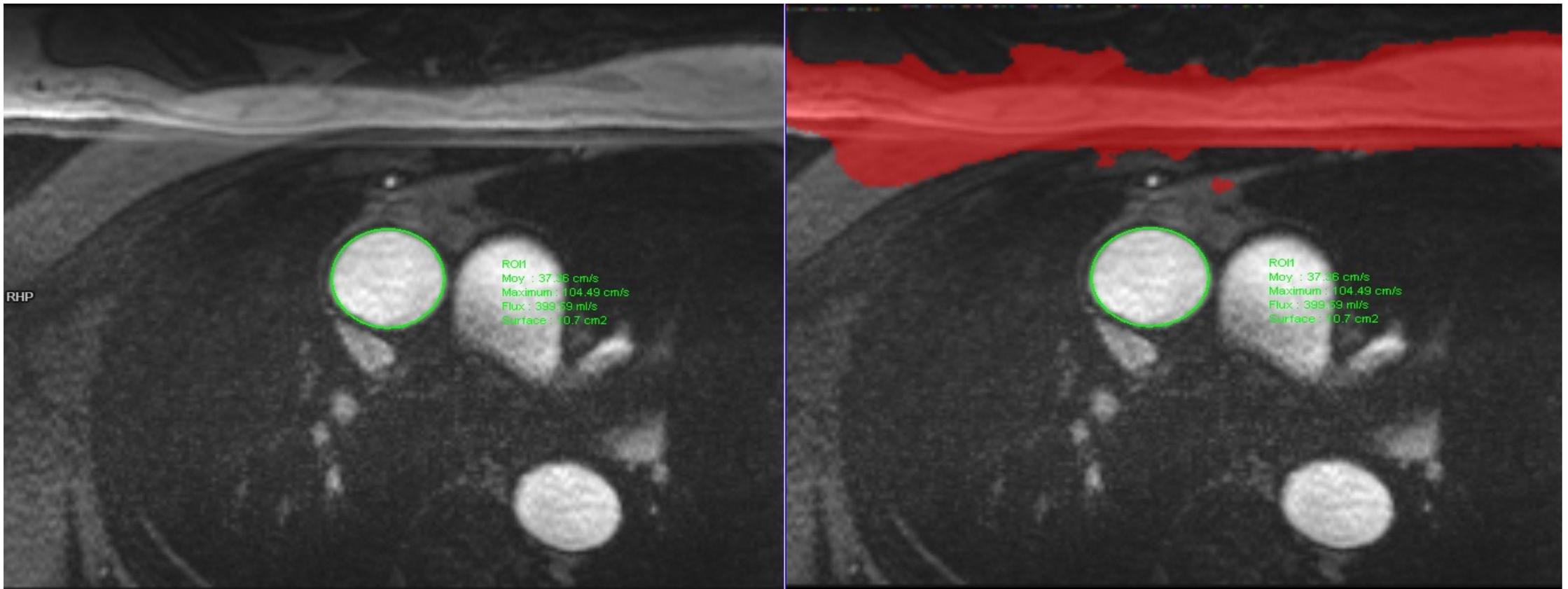


Aliasing fréquentiel; Vitesse programmée inférieure à la vitesse maximale

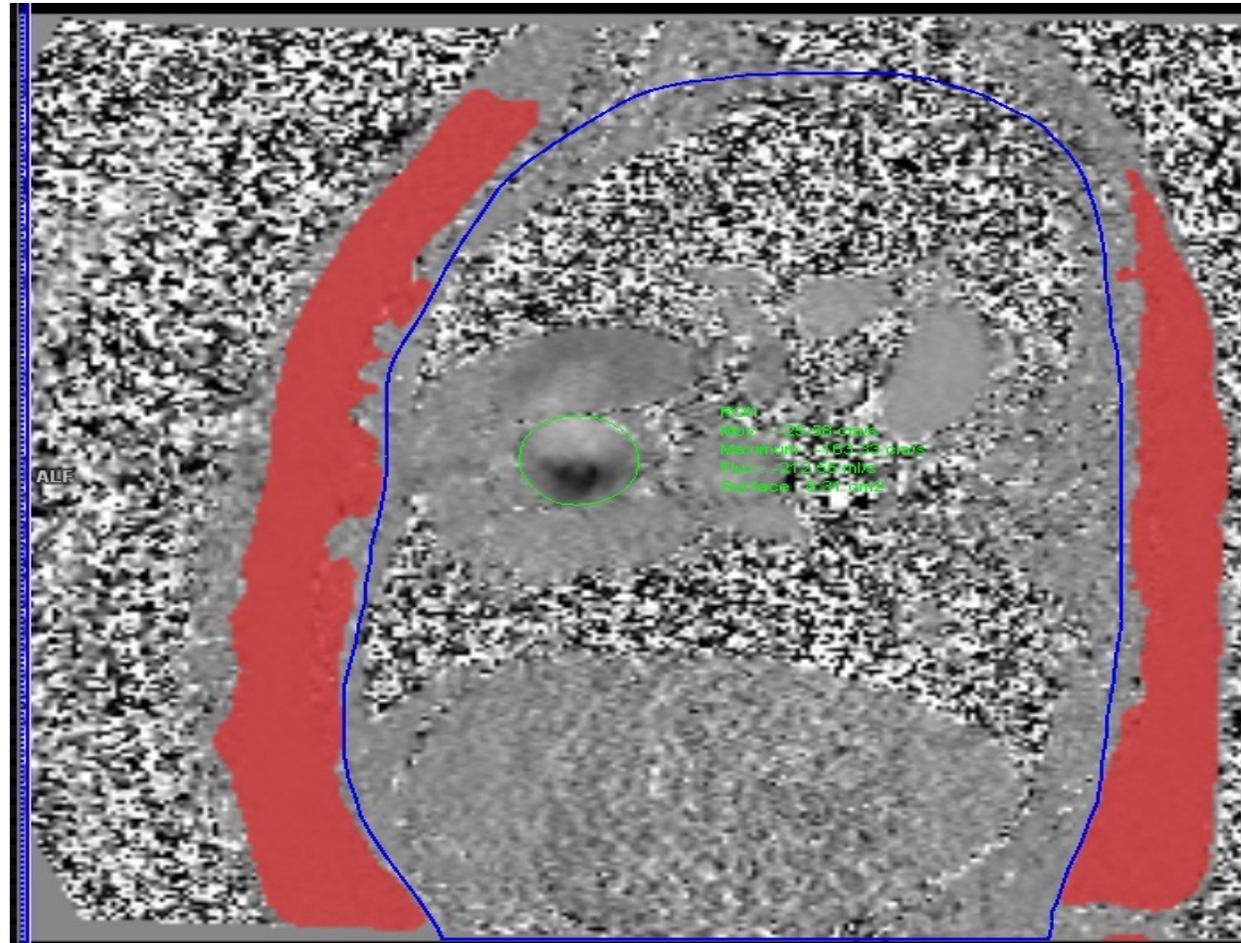
Remède;

augmenter la  $V_{enc}$  par pas de 20 cm/sec  
utiliser les données échographiques

# Éviter le repliement spatial qui dégrade les mesures



# Identifier les tissus stationnaires (Phase-shift correction)



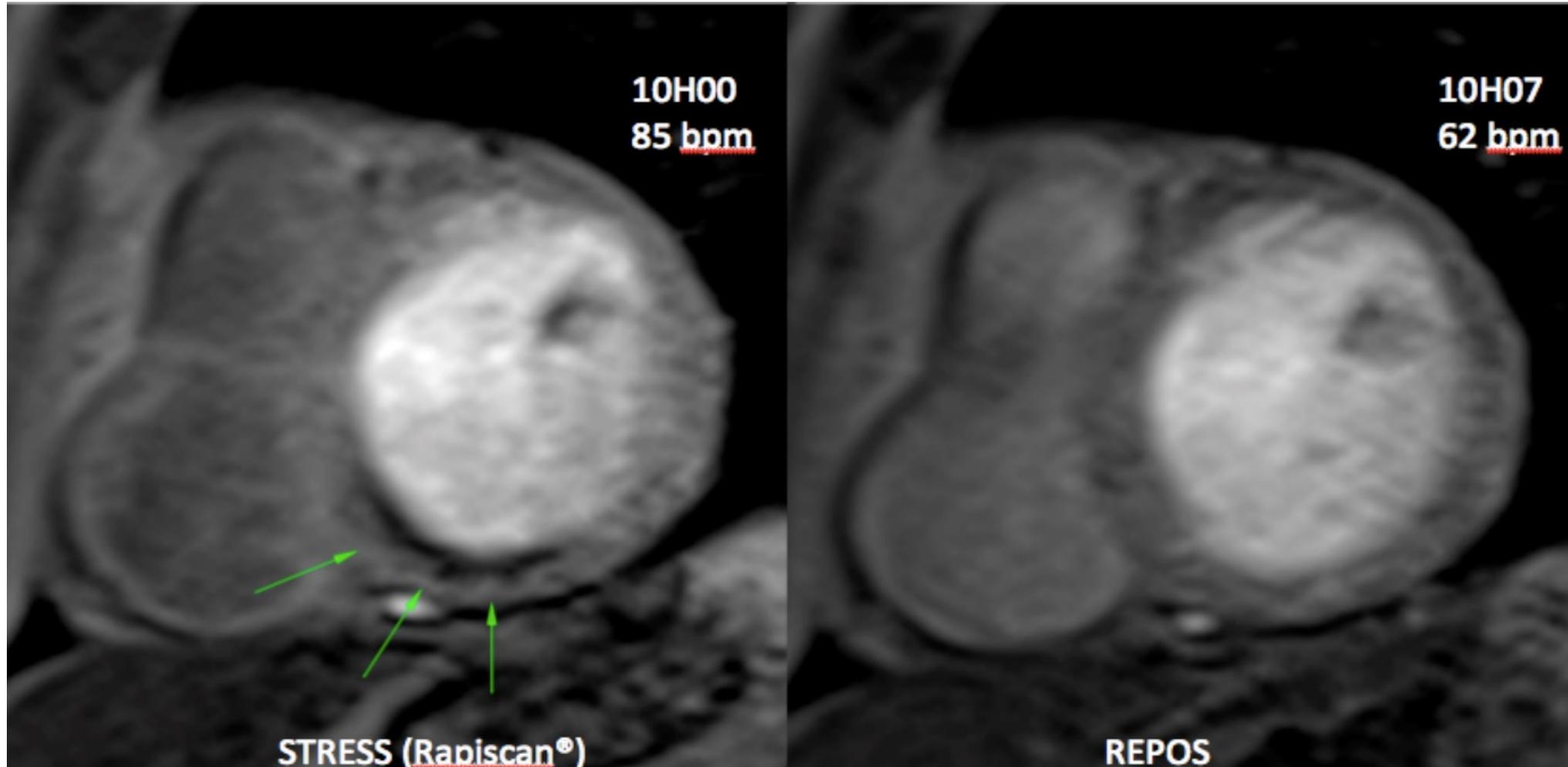
*Gatehouse PD et al. J Cardiovasc Magn Reson 2012 Oct 20 ; 14:72*

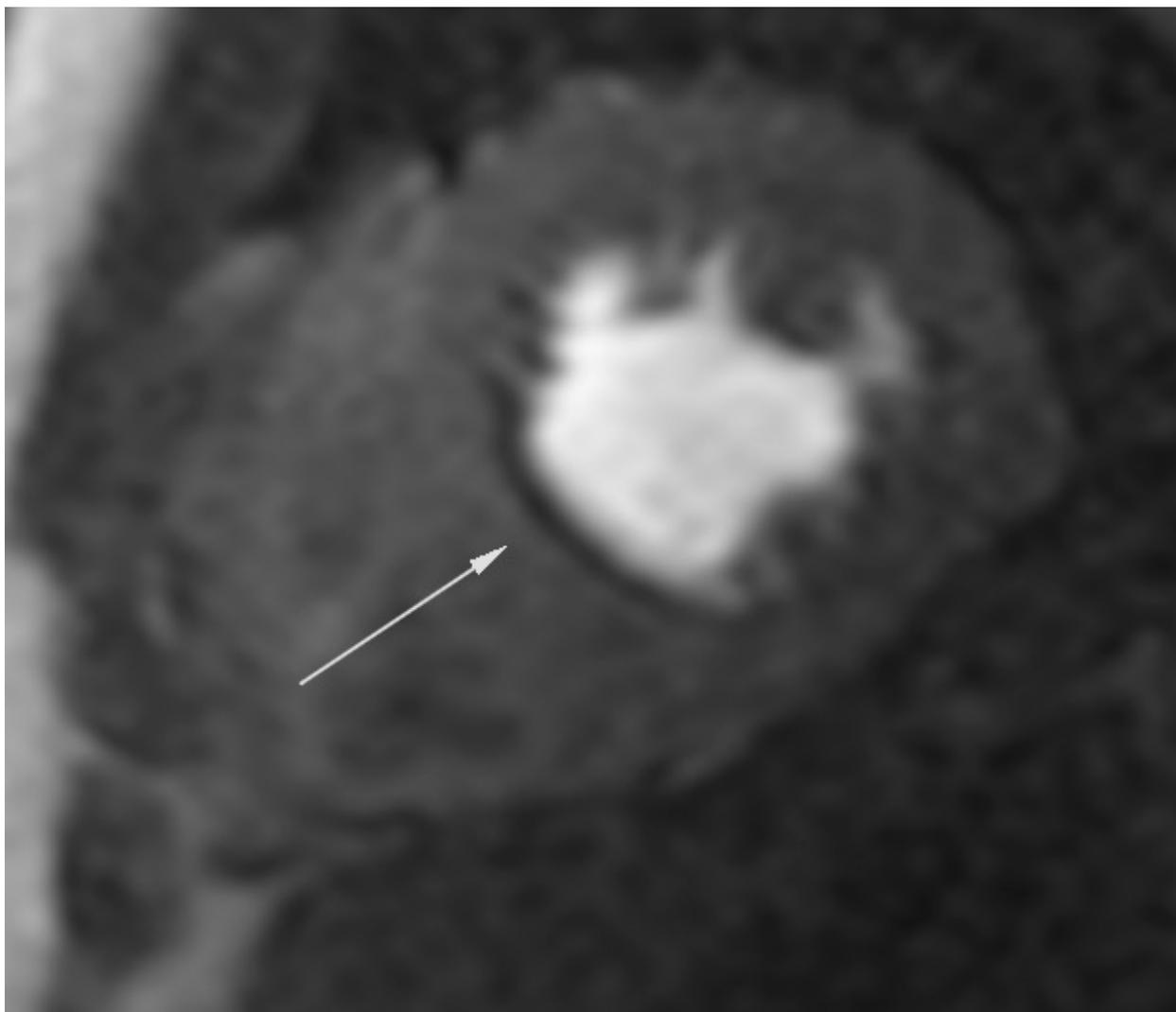
# Contraste de Phase



- Critères de qualité (Ao)
  - VES
    - Comparable entre  $V_{enc}$  et Simpson
      - IM et coronaires
  - Courbes harmonieuses
  - Pas d'aliasing
    - Spatial / Fréquentiel
  - Tissus stationnaires

# IRM de stress: reconnaître l'artéfact de Gibbs





# Diagnostic différentiel ischémie artéfact

## Gibbs - Troncature

- Dans le sens du codage de phase (septal)
- Non systématisé
- Fugace
- Fin liseré hyposignal du sous endocarde
- Visible également au repos

## Ischémie vraie

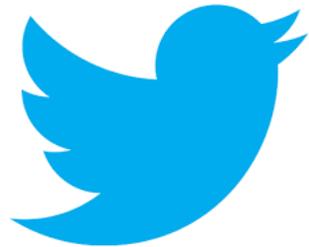
- Systématisé à un territoire coronaire
- En front de vague
- Non fugace
- Disparaît au repos en cas d'ischémie réversible

# Conclusion

- L'artéfact est inhérent à la pratique de l'IRM
  - Le plus courant est l'artéfact généré par un mouvement non souhaité (respiration, ES, patient..)
  - Il est important de le reconnaître quand il induit une potentielle erreur de diagnostic
  - On peut également l'utiliser pour affiner le diagnostic
  - L'essentiel = une équipe médico-technique spécialisée et entraînée et une bonne relation avec l'industriel



Suivez le CNCH sur le Social Média!  
**#CNCHcongres**



**@CNCHcollege**



shutterstock.com • 278925056

**@CNCHcollege**

Si vous voulez devenir Ambassadeur social média CNCH adressez-nous un email à [cnch@sfcadio.fr](mailto:cnch@sfcadio.fr)