

Les principaux Artefacts en IRM

Pr. Douaïed BEN SALEM

Neuroradiologie

CHU BREST



Les principaux Artefacts en Neuro-imagerie

- **Objectifs:** Reconnaître les principaux artefacts et les moyens de s'en affranchir.
- **Définition**
- **Principaux artefacts**
 - Artefacts de déplacement chimique
 - Artefacts de troncature (artéfact de Gibbs)
 - Artefacts de susceptibilité
 - Artefacts de repliement ou d'aliasing
 - Artefacts de mouvements (ghosting)
 - Artefacts de « Zipper »
 - Artefacts du « point »
 - Hétérogénéité de B_0 (champ statique)
 - Hétérogénéité de B_1 (champ de radiofréquence)
 - Artefact de saturation (cross-talk)



Les principaux Artefacts en IRM

■ Définition:

- Artéfact ou Artefact (nm) ? *Artis Facta: effet de l'art*
- Il s'agit d'un signal inapproprié qui apparaît avec une localisation spatiale précise au sein d'une image.
- Il est caractérisé par une augmentation de l'intensité du signal dans une zone qui n'est pas censé en produire, ou par une perte de signal alors que du signal devrait être produit.

Les différentes sources d'artefacts

- **Artefacts liés à l'équipement**
- **Artefacts liés à la reconstruction de l'image**
 - Artefacts de repliement ou d'aliasing
 - Artefacts de troncature (artéfact de Gibbs)
 - Artefacts de « Zipper »
 - Bruit
 - Artefacts liée à l'imagerie parallèle
- **Artefacts physiologiques** (liés au patient)
 - Artefacts de mouvements (ghosting)
 - Artefacts de flux

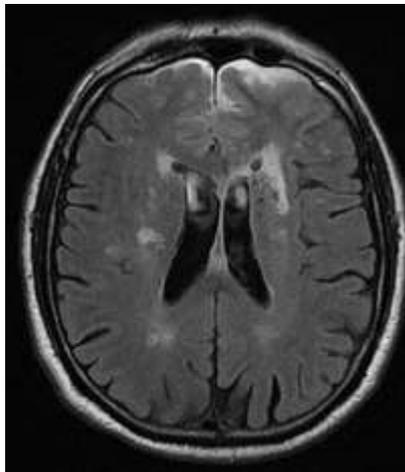
Artéfacts en IRM

- Les artefacts peuvent:
 - Dégrader la qualité des images
 - Masquer ou mimer une lésion (MDR-183091: Surgery was performed on a patient based on an artifact present on an MR image (1/30/90).

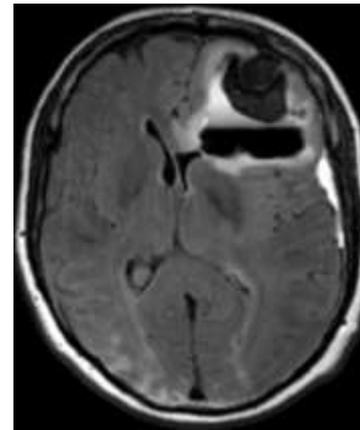
<http://www.fda.gov/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm107721.htm>

Hémorragie méningée ?

T2 FLAIR



T2 FLAIR



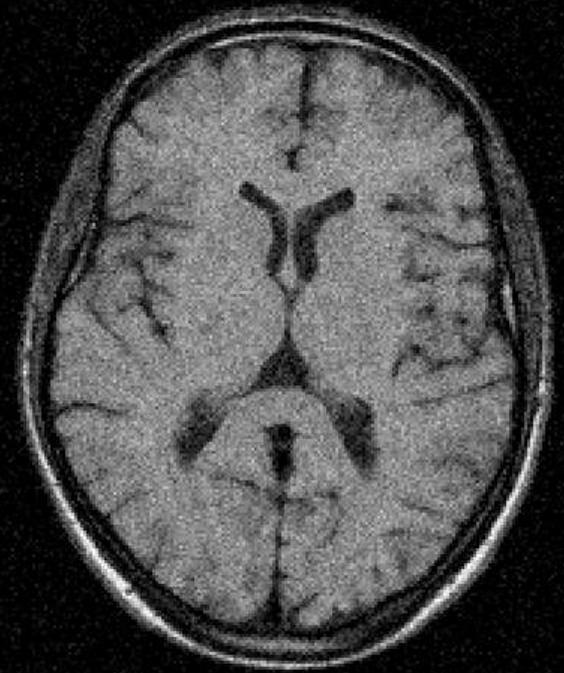
Artéfacts en IRM

- Que faire des artéfacts ?
 - Les corriger
 - Les minimiser ou les réorienter
 - Les accepter et les reconnaître

Nuclear Magnetic Resonance Tomography of the Brain, G. N. Holland, W. S. Moore, and R. C. Hawkes, *J Comput Assist Tomogr* 4(1):1-3, 1980.

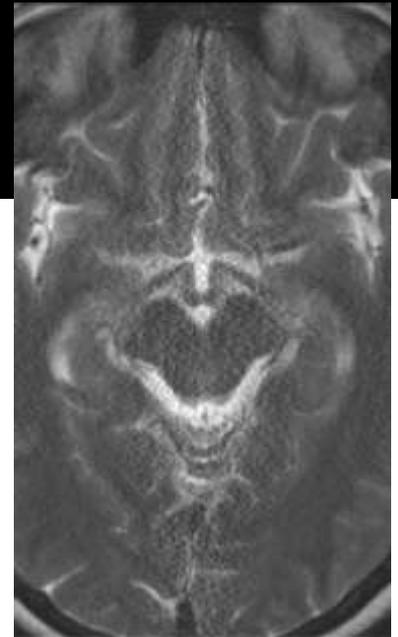


Bruit



Rapport Signal/Bruit (S/B) trop faible
La répartition du bruit est homogène sur l'image

Bruit au centre de l'image > Bruit à la périphérie:
Artefact lié à l'imagerie parallèle.
Facteur d'Accélération trop élevé



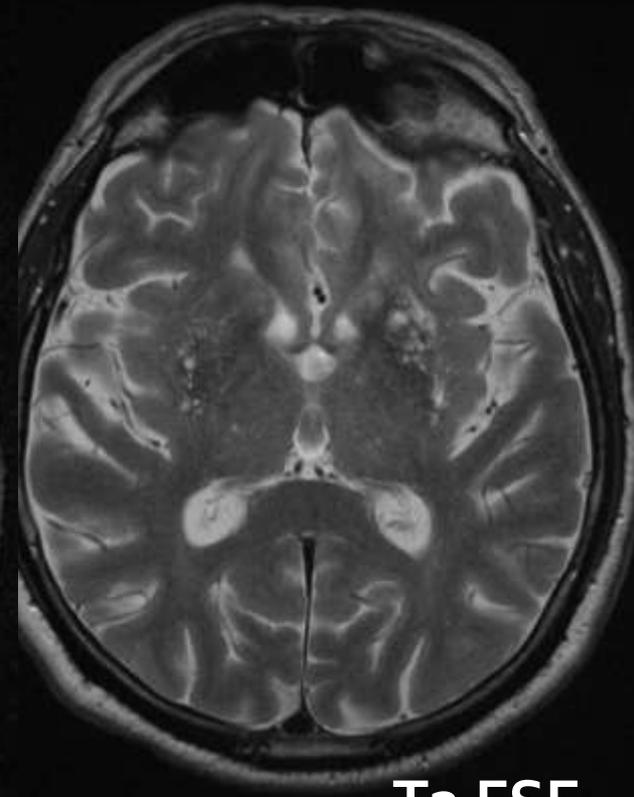
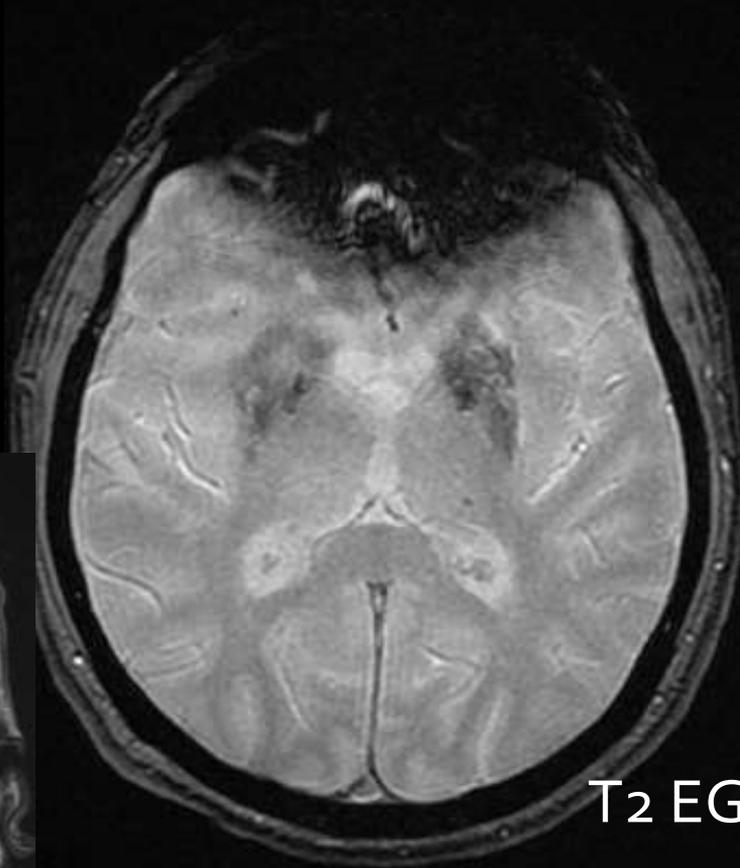
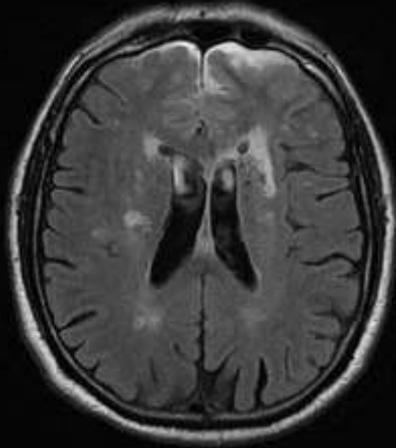
Artéfact de Susceptibilité

Il s'agit d'un artefact, au niveau de la frontière entre des substances de susceptibilité magnétique différente.

Il produit une Distorsion du Champ Magnétique Local:

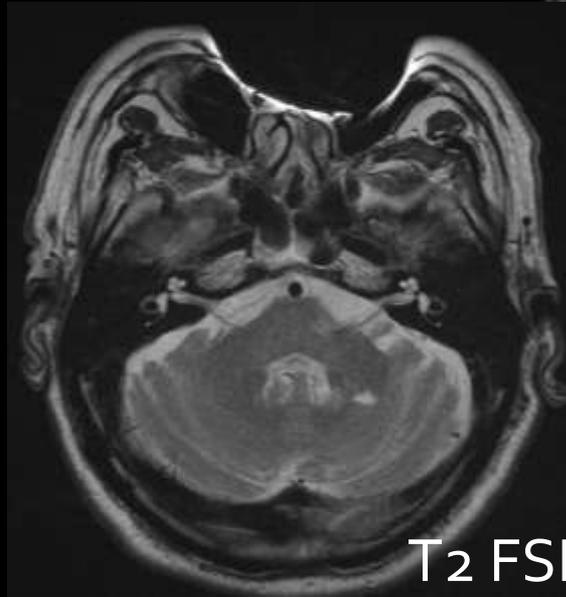
- Interface Air_Os: sinus, nasopharynx
- Métal
- Dépôt calcique
- Dépôt hémorragique

Artéfact de Susceptibilité: Artéfact métallique



T₂ EG

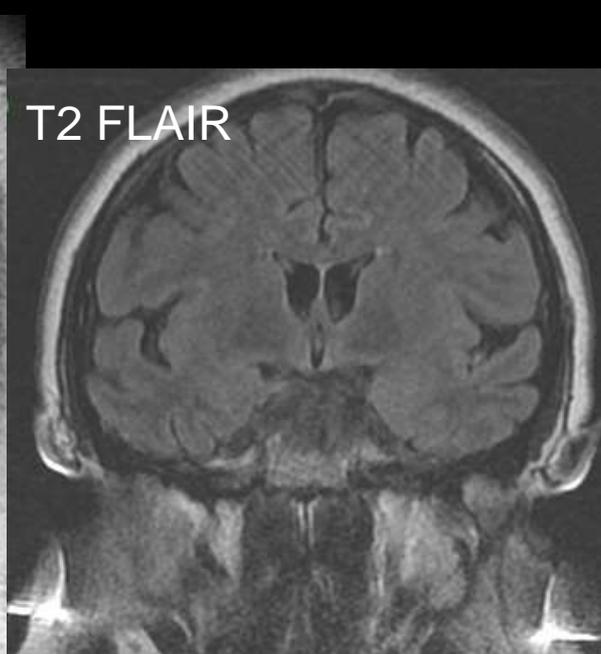
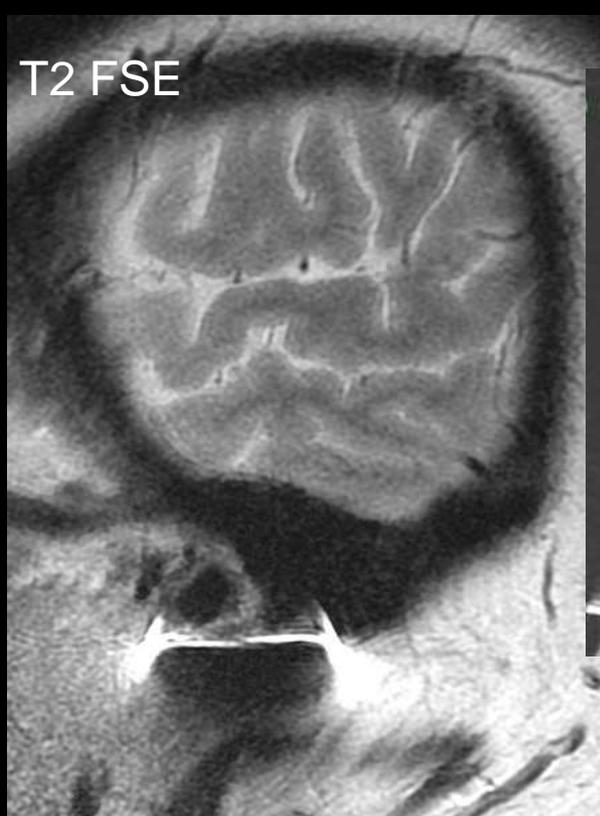
T₂ FSE



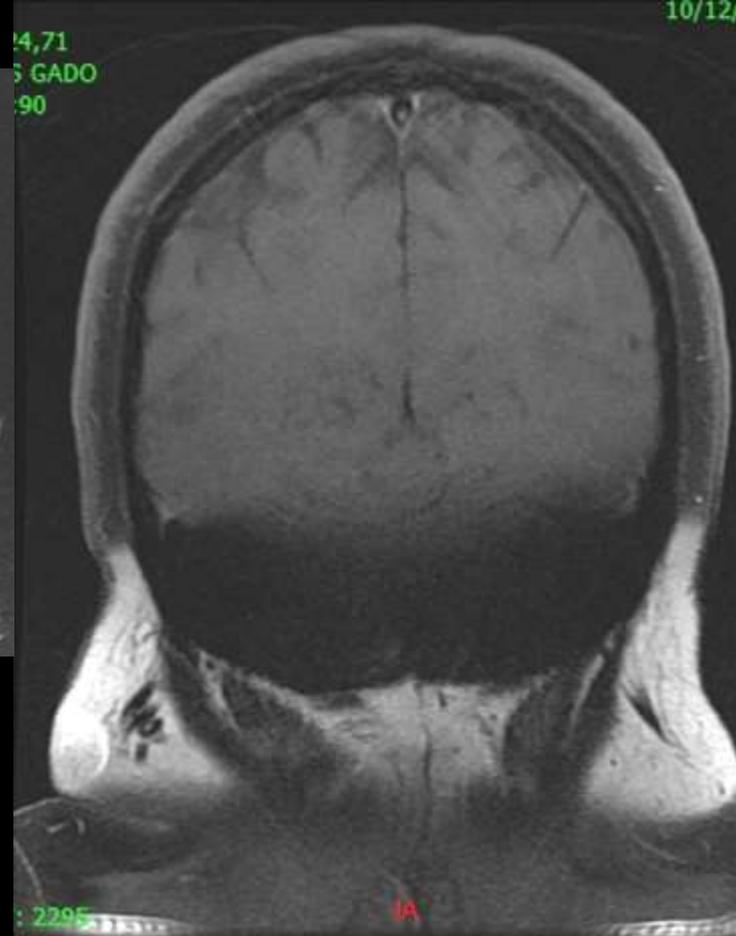
T₂ FSE

Artéfact métallique

- Il se présente sous la forme d'un vide de signal, entouré d'un arc en hypersignal.
- Penser aux clips vasculaires, au mascara, aux plombages ou implants dentaires, aux boucles d'oreilles, aux barrettes de cheveux



Auriculothérapie



Artéfact métallique

Artéfact de Susceptibilité:

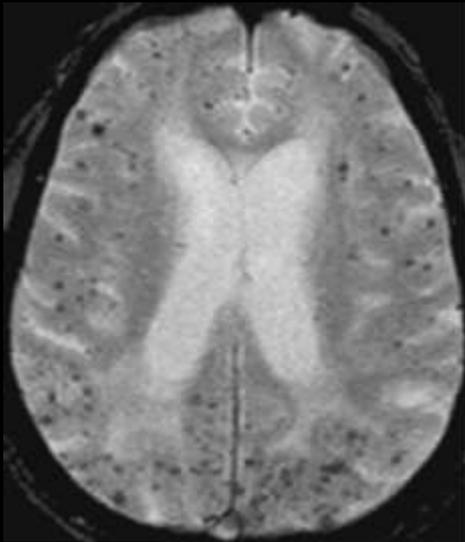
Artéfact métallique

- **Correction:**
 - Diminuer le TE
 - Utiliser des séquences SPIN ECHO
 - Utiliser un bas champ magnétique
 - S'abstenir de la saturation de graisse (Fat Sat) ou de faire de la spectroscopie
 - L'imagerie parallèle (Sense...) réduit l'artefact de susceptibilité

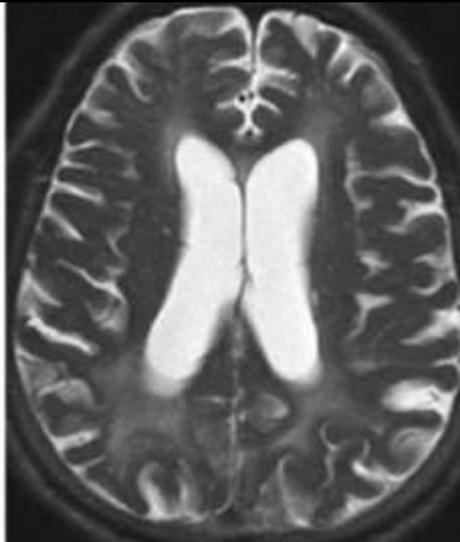
T2* (ECHO de Gradient),

SWI

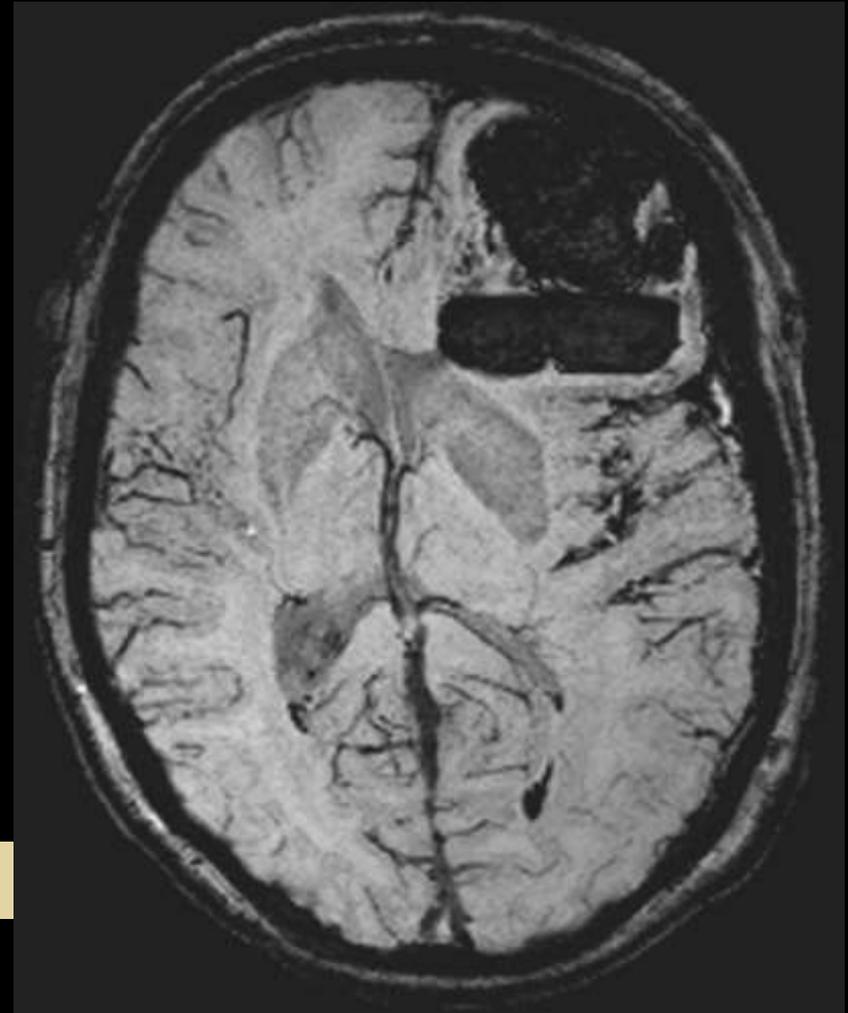
Dépôts d'hémosidérine,
(bien visible sur le T2*)
à l'origine d'un hyposignal



T2-EG



T2-TSE

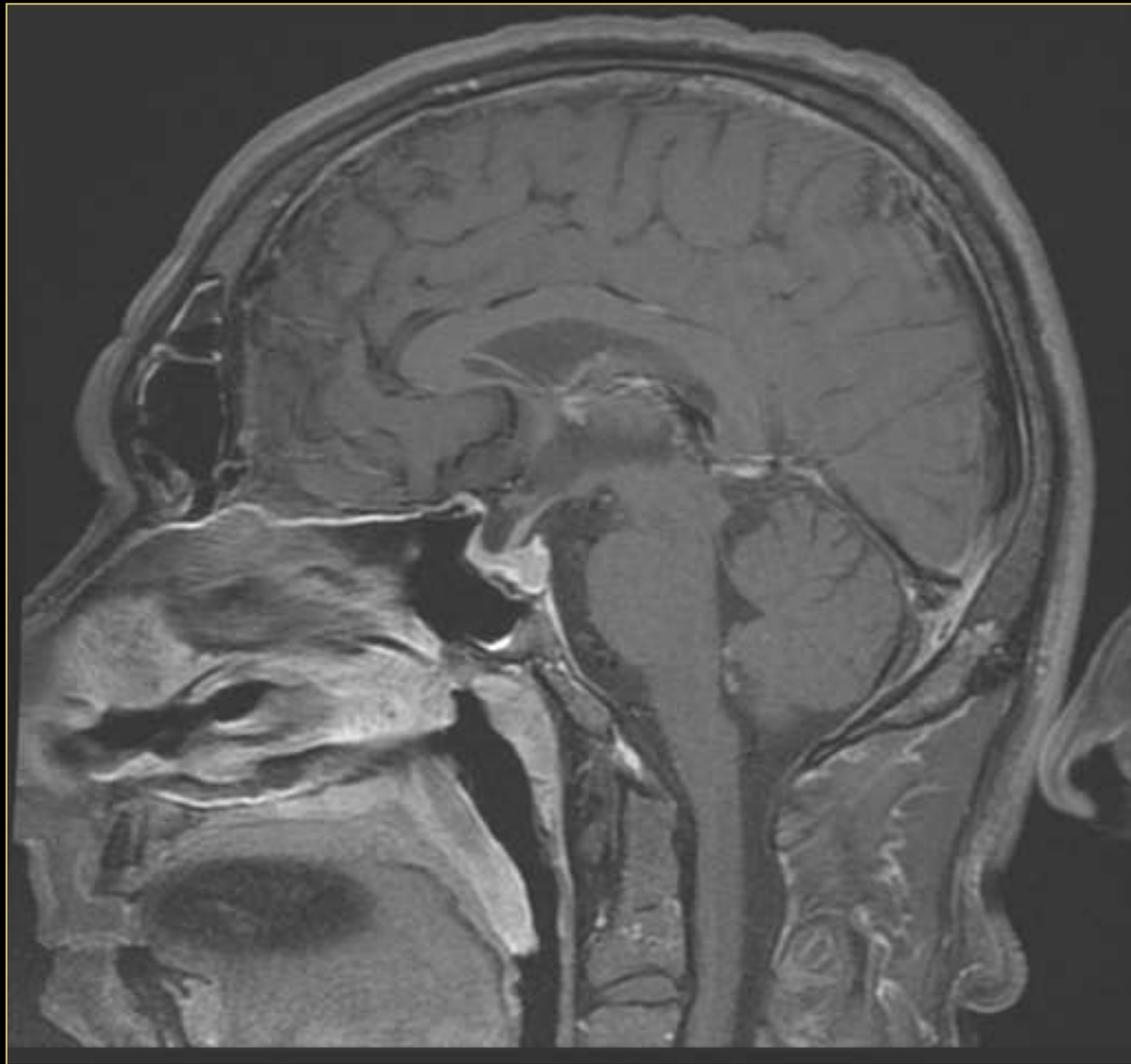


F de 80 ans, démente depuis
4 ans. Pas de FRCV: AA

Artéfact de Repliement: Aliasing

- Il peut survenir dans le sens du codage de la phase ou de la fréquence ce qui entraîne une erreur dans le codage spatial.
- *La fréquence d'échantillonnage doit être au moins double de la plus haute fréquence présente dans le signal.*
- Il survient quand le champs de vue (FOV) est plus petit ou qu'il est décentré par rapport à la région à étudier.

Artéfact de repliement: Aliasing



Artéfact de Repliement

■ Correction:

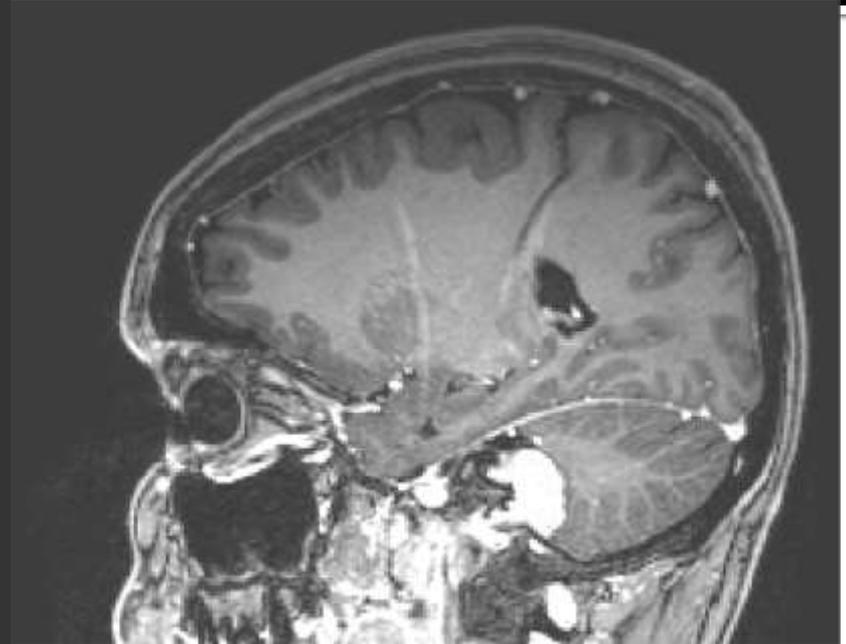
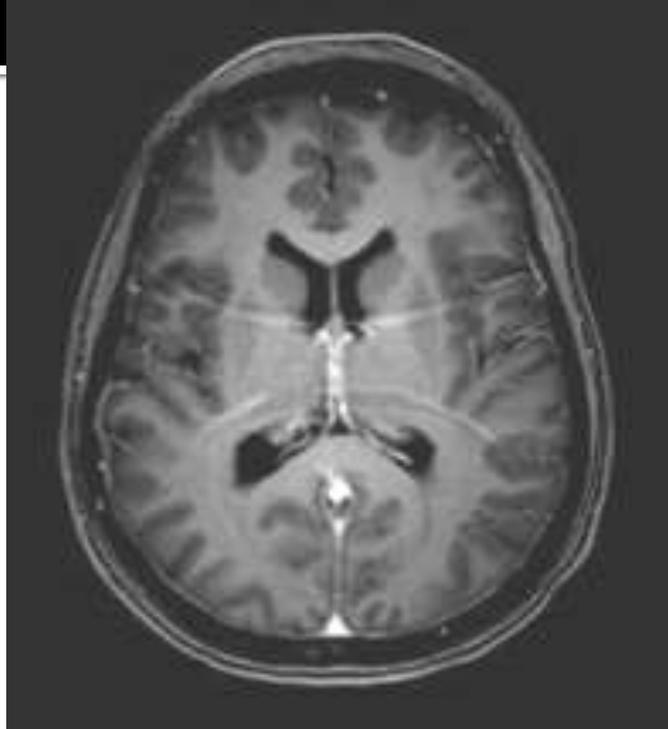
- Suréchantillonnage (Oversampling) dans le sens d'encodage de la fréquence (ce qui ne change pas le temps d'acquisition)
- Suréchantillonnage dans le sens de la phase:
 - « No Phase Wrap » chez GE: ça double le Nbre de Phases, mais ça réduit de moitié le nombre d'excitation.
 - « Oversampling » chez Siemens, l'augmentation du nombre de phase est réglable par l'utilisateur

Artéfact de repliement

- **Correction:**
 - L'aliasing peut survenir dans les séquences volumiques 3D, dans le sens du gradient de sélection de coupe. GE élimine systématiquement les coupes les plus périphériques: au lieu d'avoir les 128 coupes acquises, il n'y en aura plus que 124

Artéfact de repliement

Facteur
d'accélération
SENSE
(*sensitivity
encoding*)
: 2,5
Antenne 16
canaux.



Le FOV semble adapté et les images de repliement sont centrales:

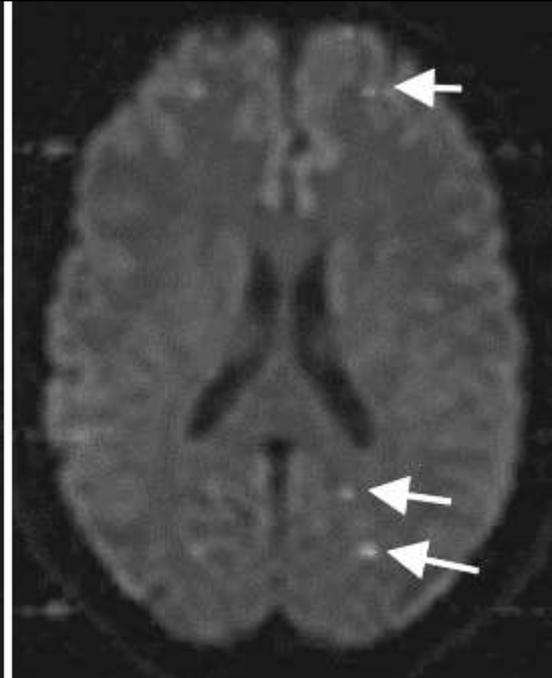
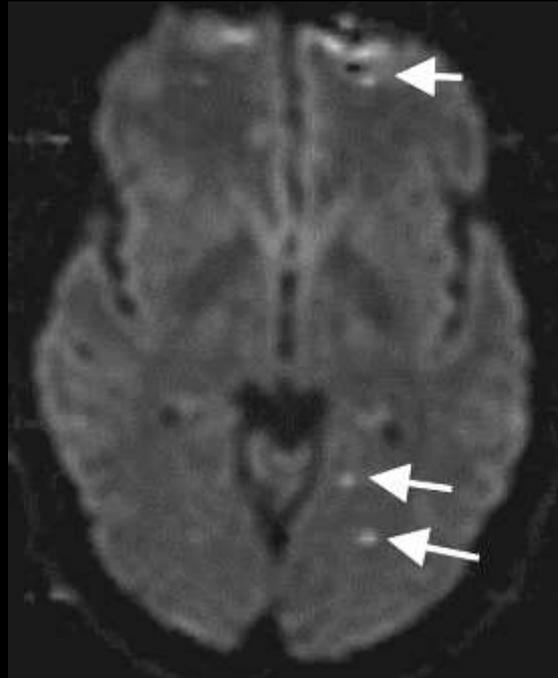
Il s'agit d'un Artéfact de repliement lié à la technique d'imagerie parallèle.

Le ZIPPER Artéfact

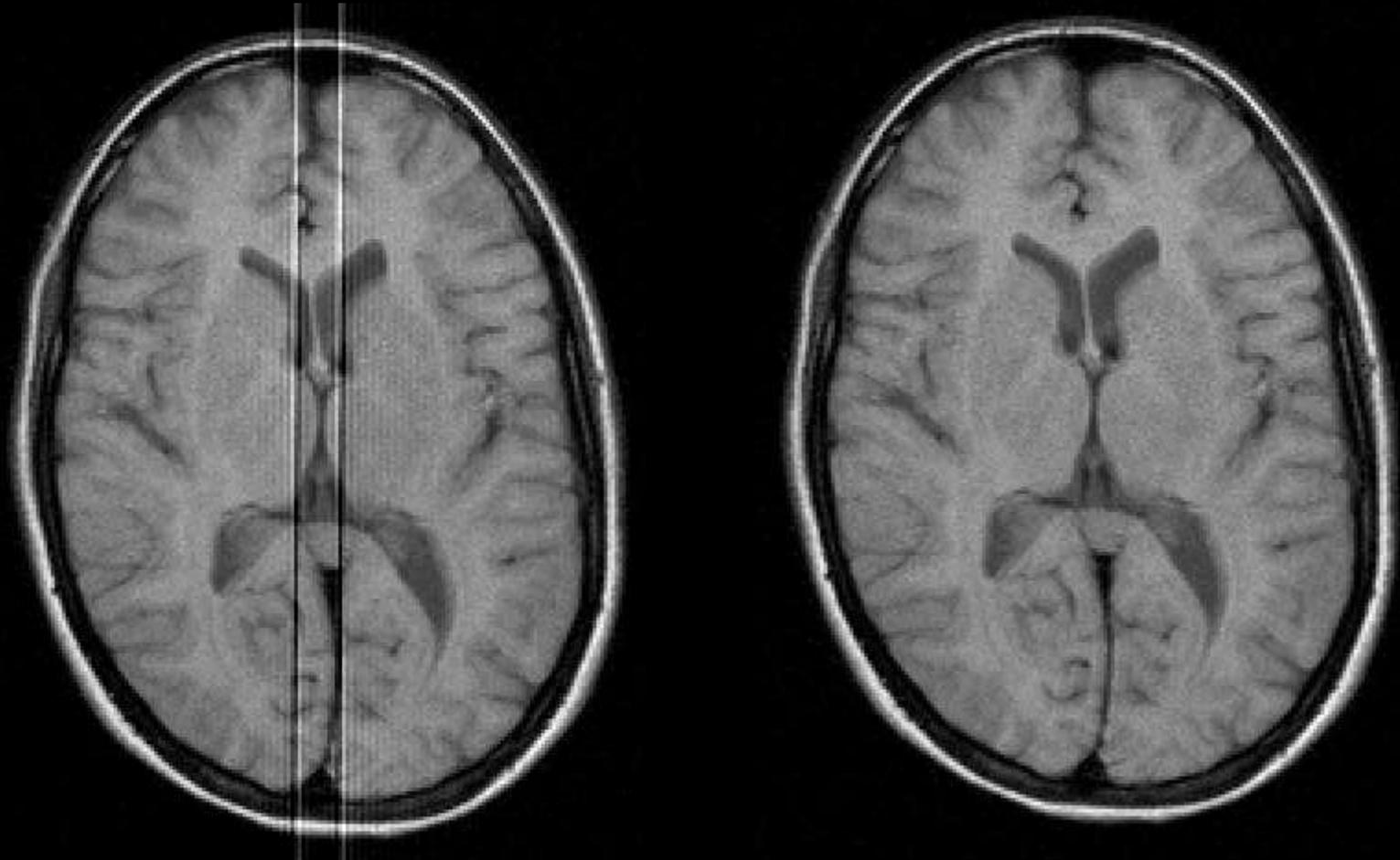
Sources:

- **Echo stimulé** (généralisé dans les séquences multiéchos)
- **Fuite de radiofréquence:** l'antenne reçoit quelques ondes d'excitation à partir d'un composant électronique apporté dans l'enceinte de la cage de Faraday.
- Bruit électronique extérieur

Le ZIPPER Artéfact



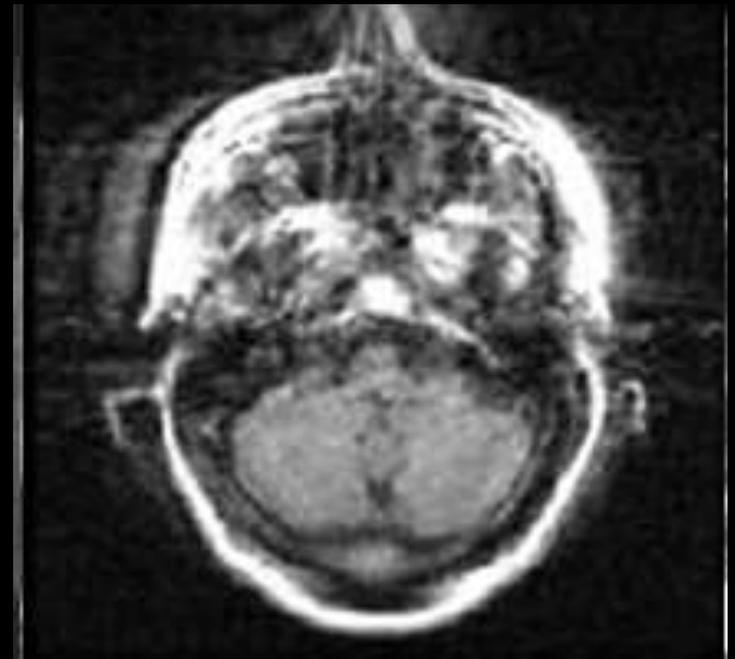
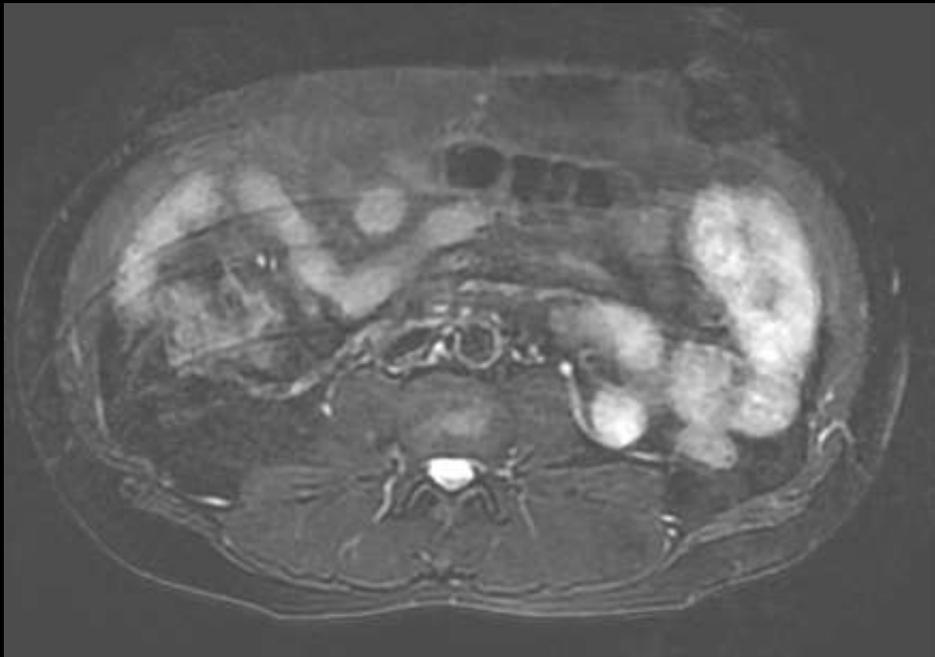
Fuite de radiofréquence



Une solution consiste à réduire la Bande Passante (Hz/pixel)

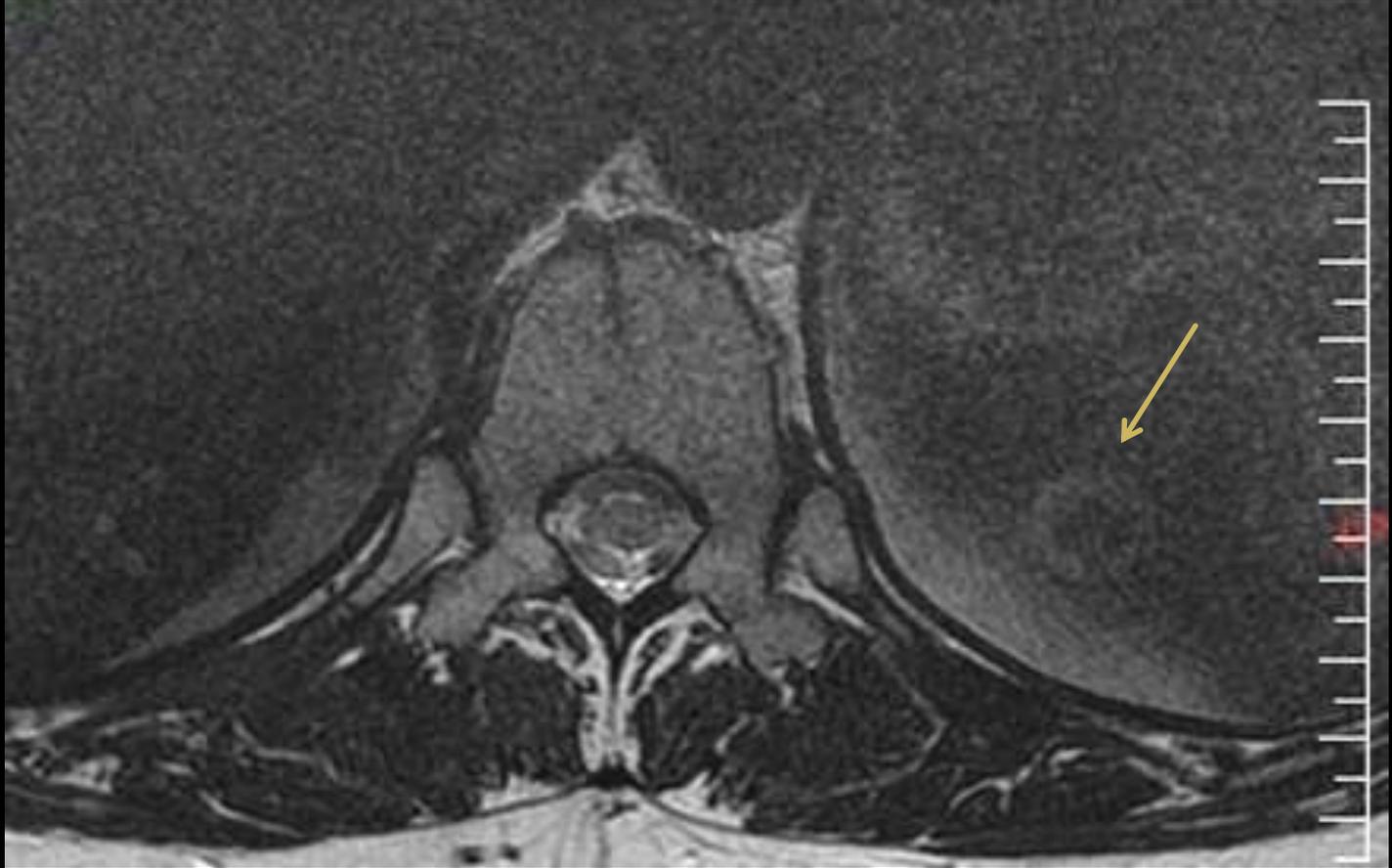
Artéfacts de Mouvements (ghosting)

- Artéfact fréquent, à l'origine d'une dégradation de la qualité des images.
- Il se manifeste par une réplique de la région anatomique étudiée, dans le sens de la Phase



Artéfacts de mouvements (ghosting)

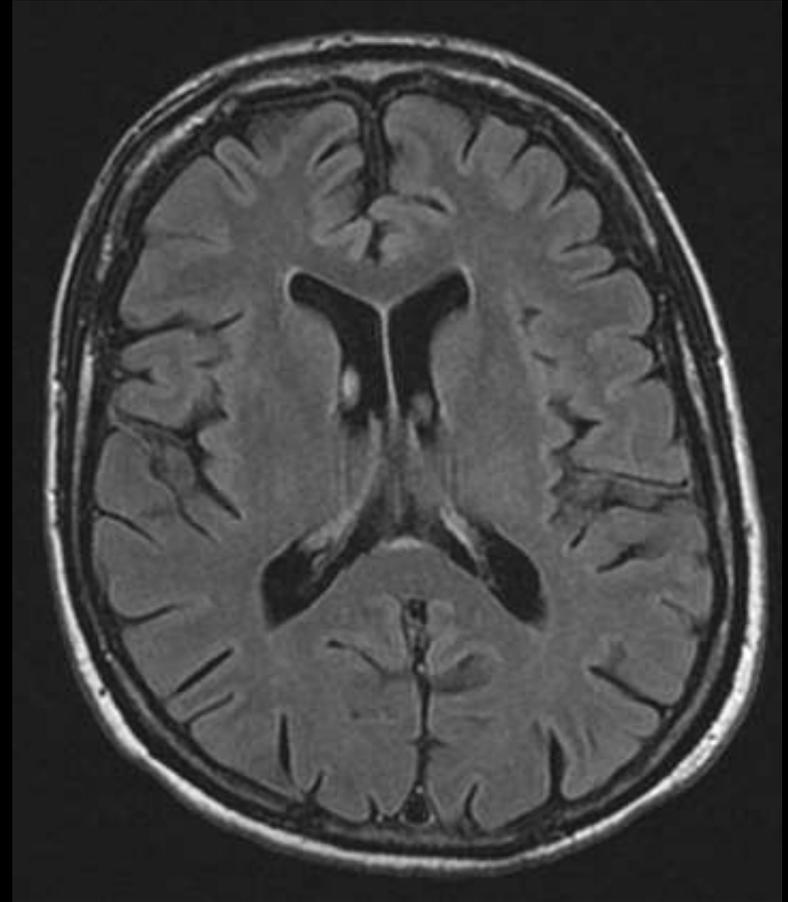
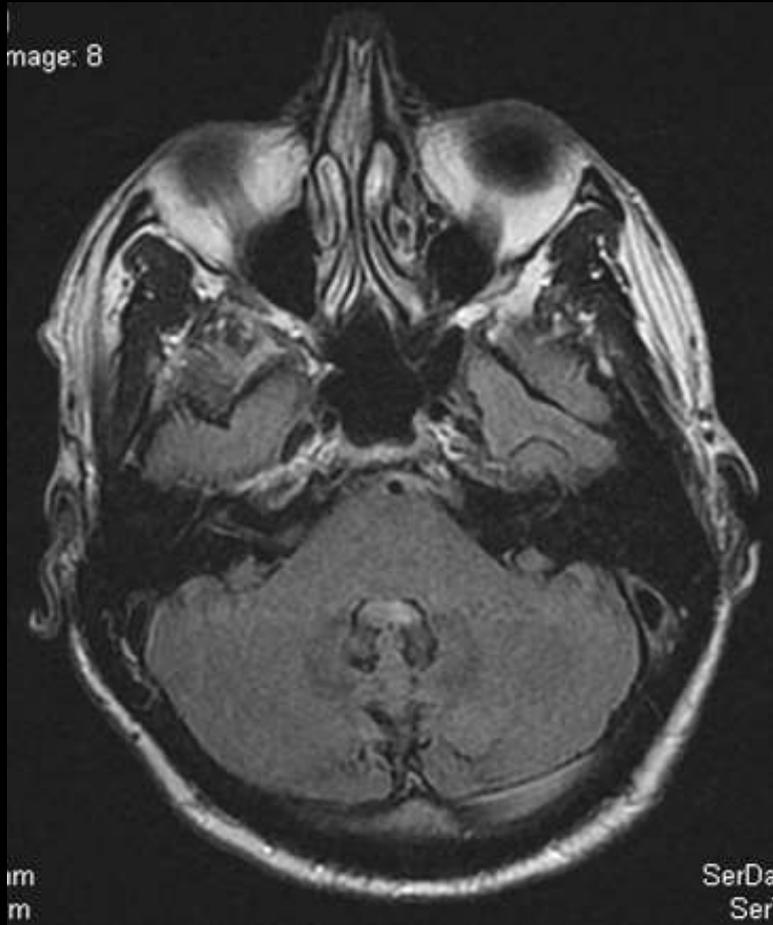
- Il survient avec les flux pulsatiles de sang ou de LCR, ainsi qu'avec les Mvts périodiques.
- Sa sévérité augmente avec l'intensité de signal et la vitesse du tissu en Mvt.



Artéfacts de mouvements (ghosting)

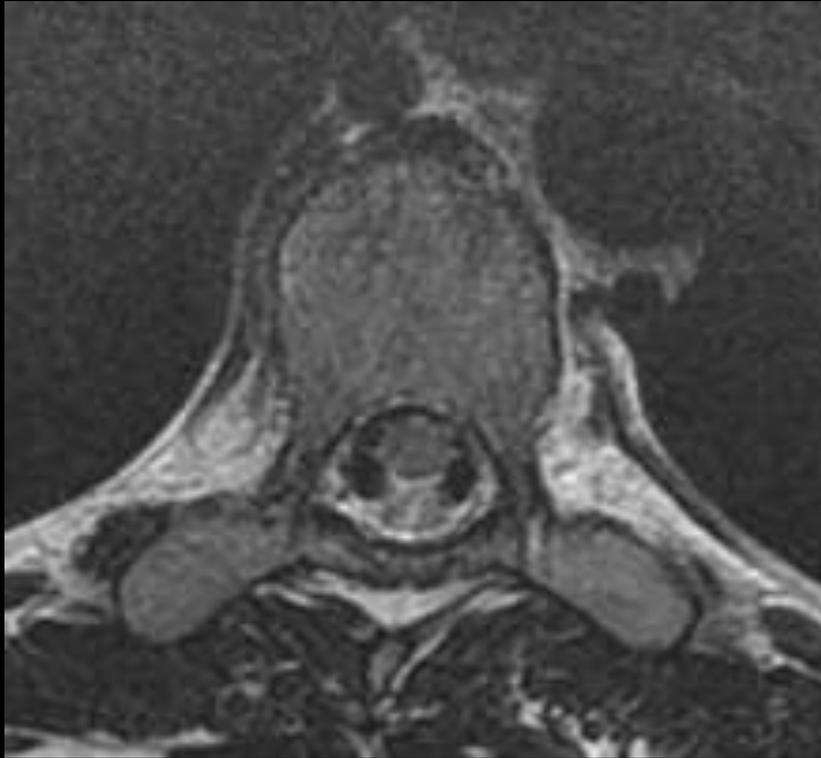
- **Comment s'en affranchir:**
 - Utiliser des bandes de saturations en dehors du FOV pour diminuer le signal du flux entrant, ou dans le FOV pour supprimer le signal de la graisse
 - Utiliser une synchronisation cardiaque ou respiratoire.
 - Utiliser des séquences rapide en apnée
 - Inverser le sens de la phase et de la fréquence, pour que l'artefact se projette ailleurs.
 - \uparrow NEX pour \uparrow SNR mais ça augmente la durée de la série

Artéfact de flux



Hypersignal dans le V4 et les VL, à cause de l'arrivée de nouveaux protons n'ayant pas reçu l'inversion de 180° au TI destiné à annuler le signal de l'eau

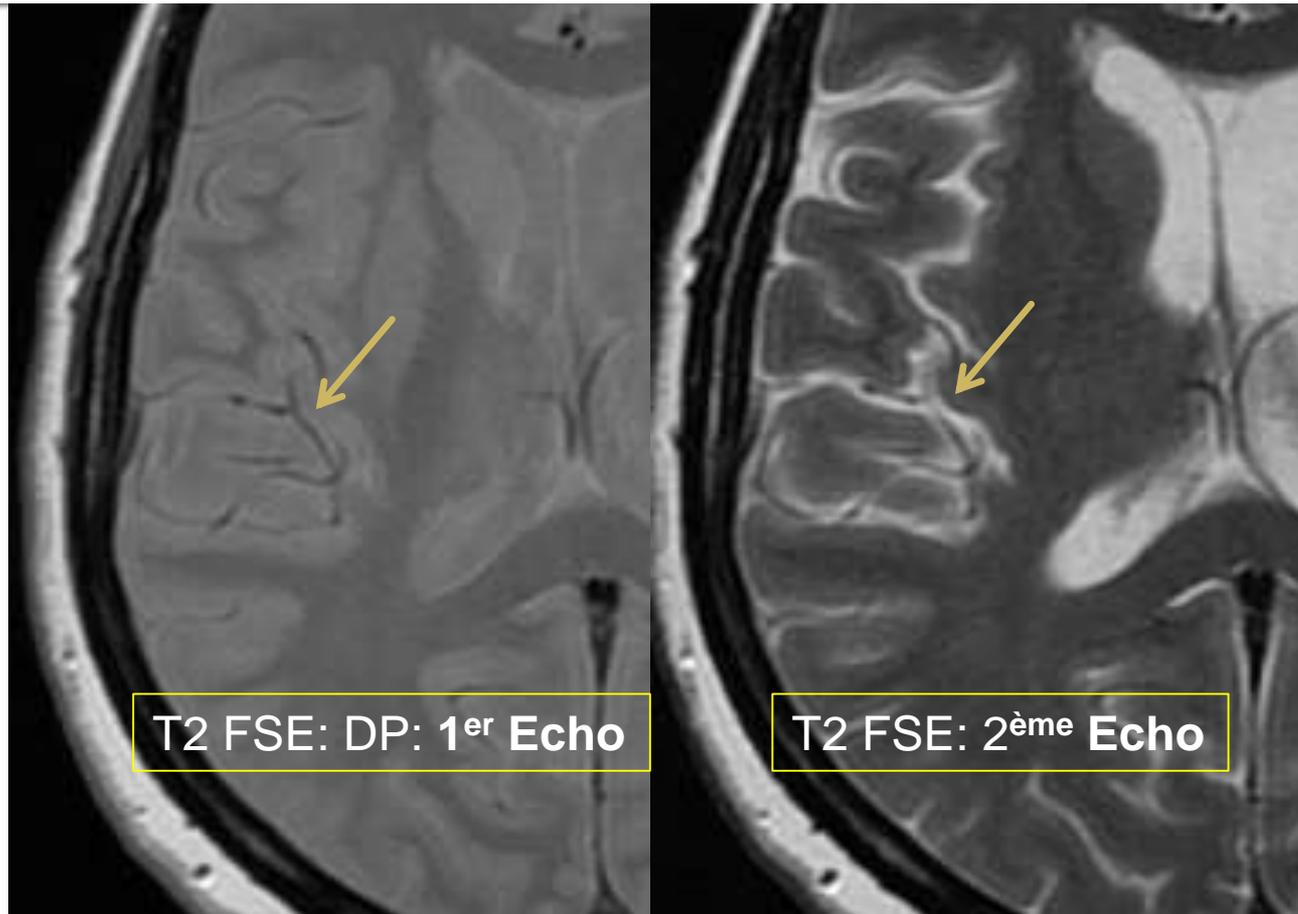
Artéfact de flux



T2 FSE; TR/TE 3600/113



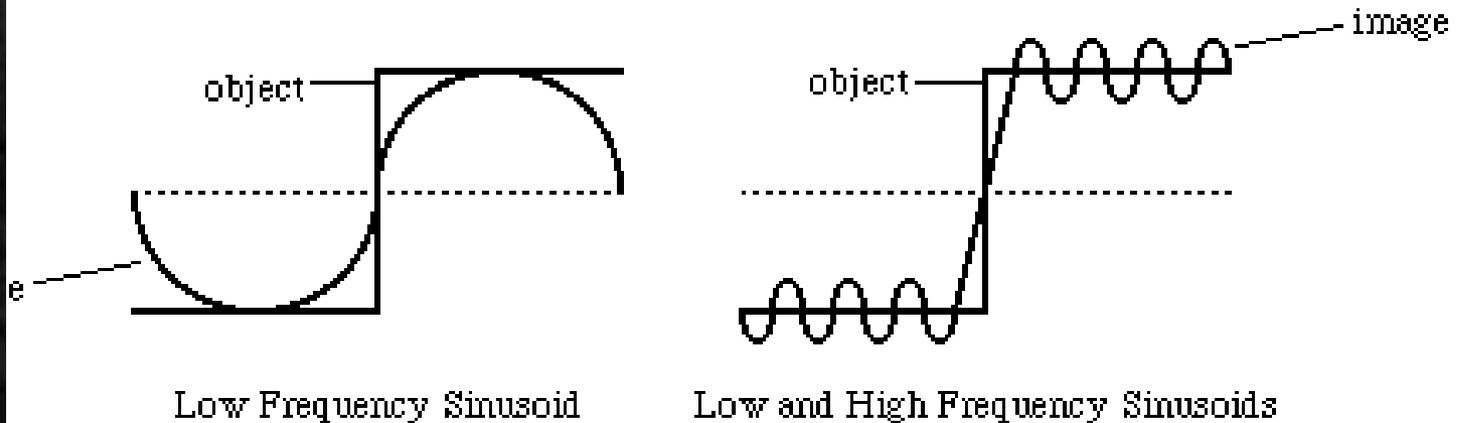
**Pour les flux (lents) circulants dans le plan de coupe.
Il y a sur les séquences SE un hypersignal sur le
2ème écho.**



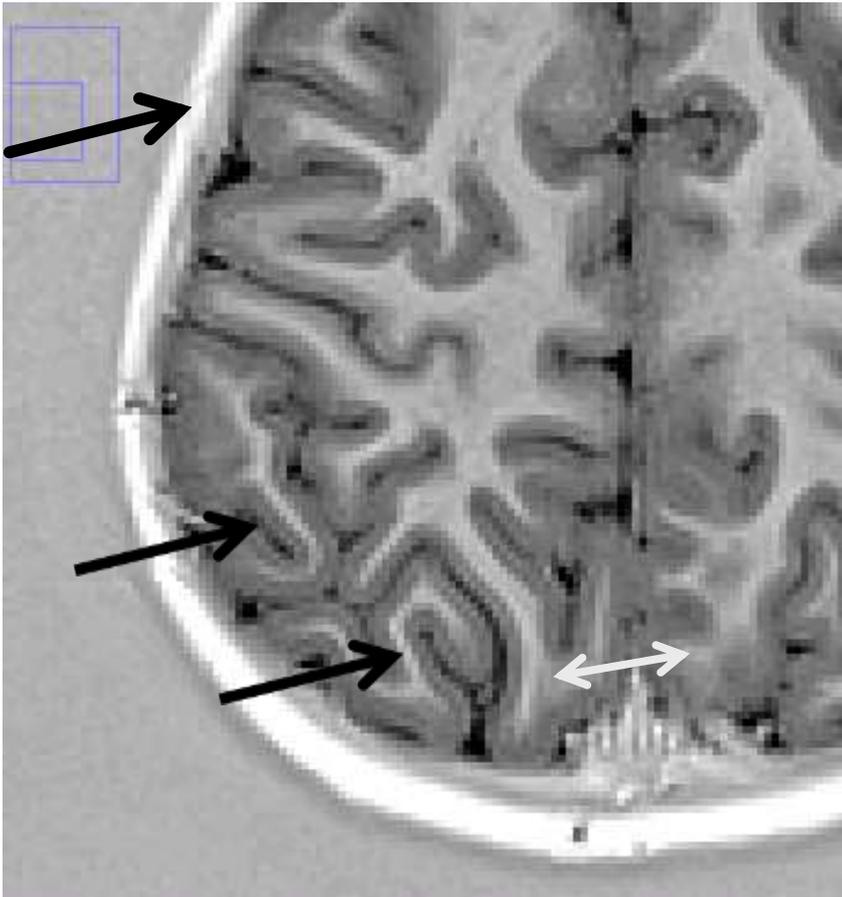
Artéfact de troncature: Gibbs

Résulte de la reconstruction de l'image dans le plan de fourier.
Théoriquement, l'image est reconstitué par un nombre infini de sinusoides, de fréquences, phases et amplitudes différentes.

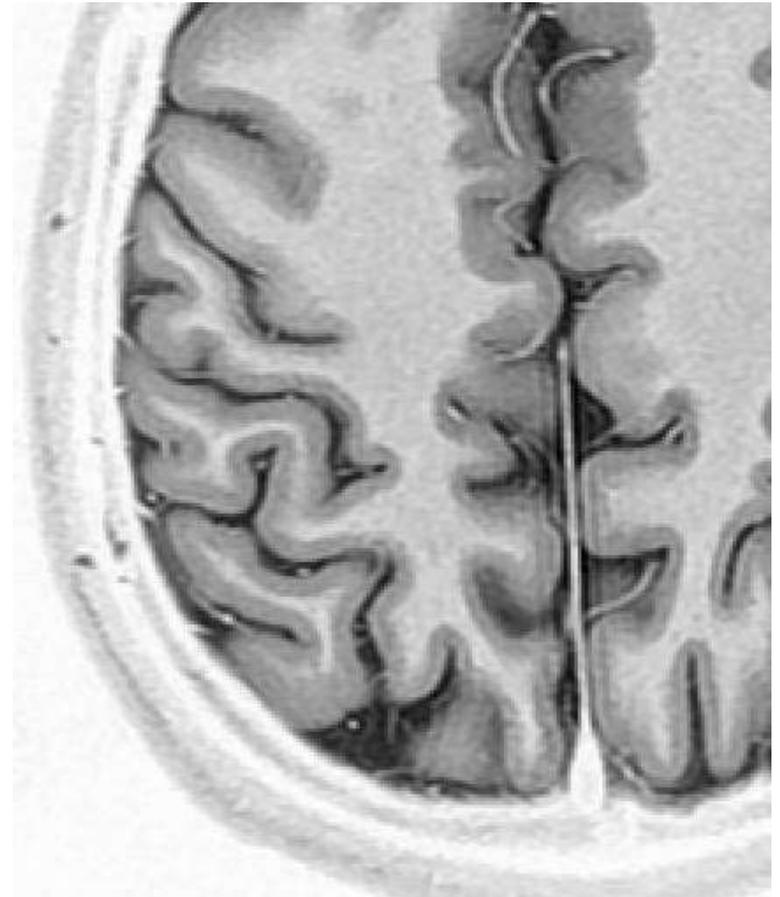
En pratique ce nombre est fini, d'où des artéfacts dans les zones de transitions brutales du signal.



Constructeur X



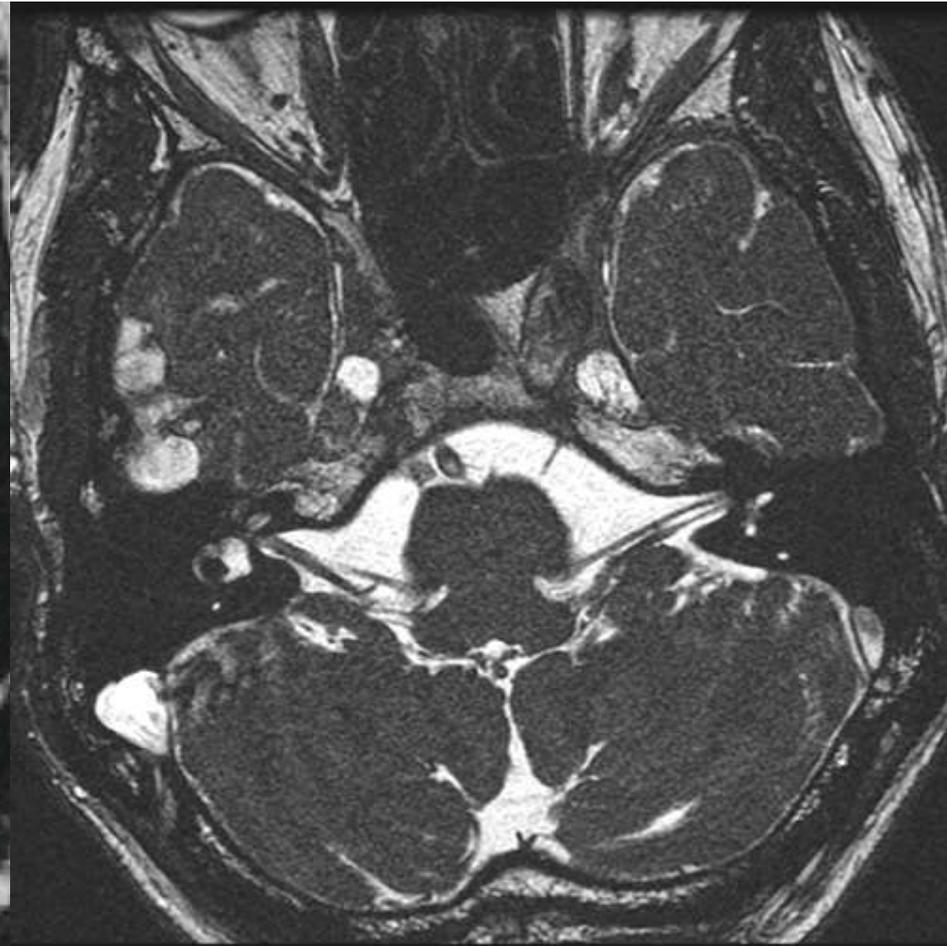
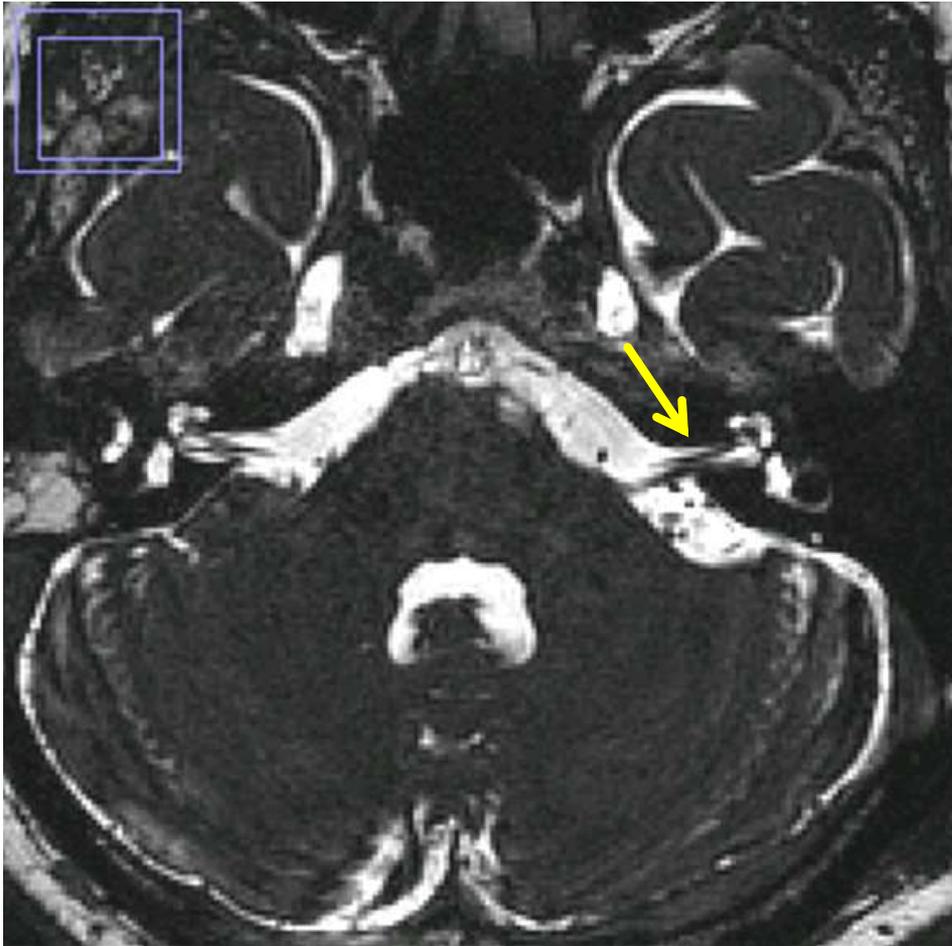
Constructeur Y



**Artéfacts de Troncature
(flèches noires) + Blurring (flèche blanche)**

Constructeur X

Constructeur Y



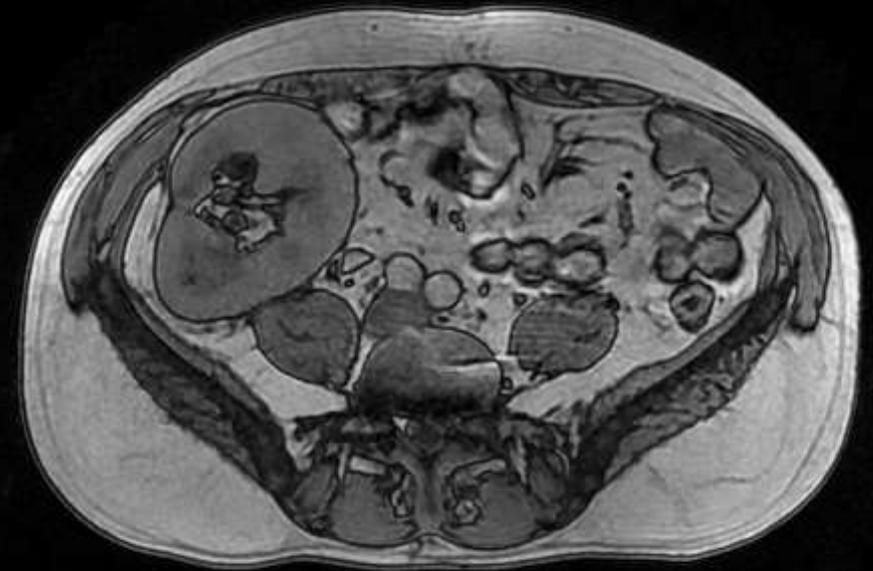
**Artéfacts de Troncature
(flèche jaune))**

Artéfact de troncature

- **Corrections:**
 - Augmenter le nombre de phase
 - Réduire le champs de vue
 - Augmenter la matrice de l'image
 - Filtrer l'image

Artéfacts de déplacement chimique

Coupe en Opposition de Phase, les interfaces Eau_Graisse, contiennent autant de graisse que d'eau, ce qui annule leur signal.



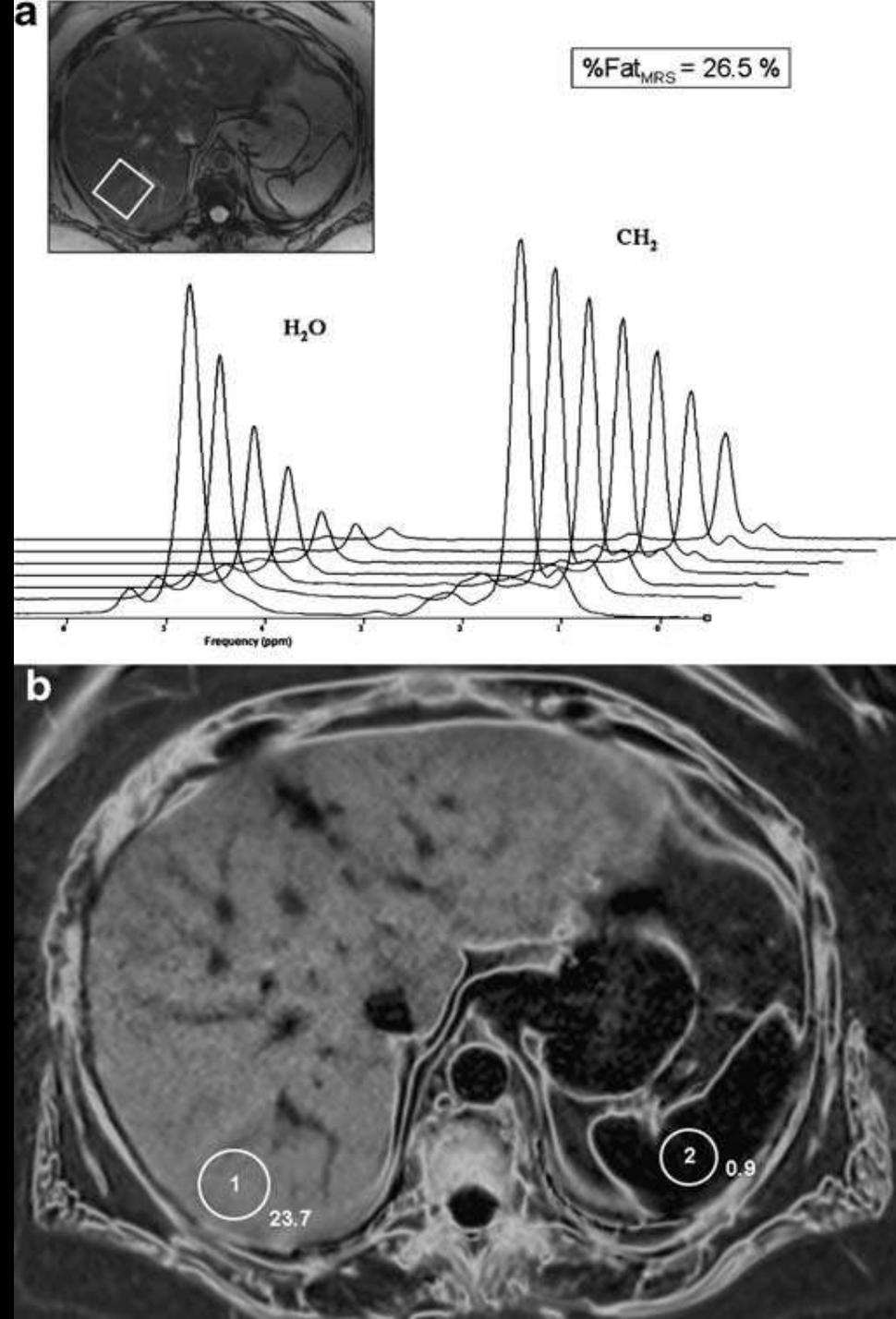
Artéfacts de déplacement chimique

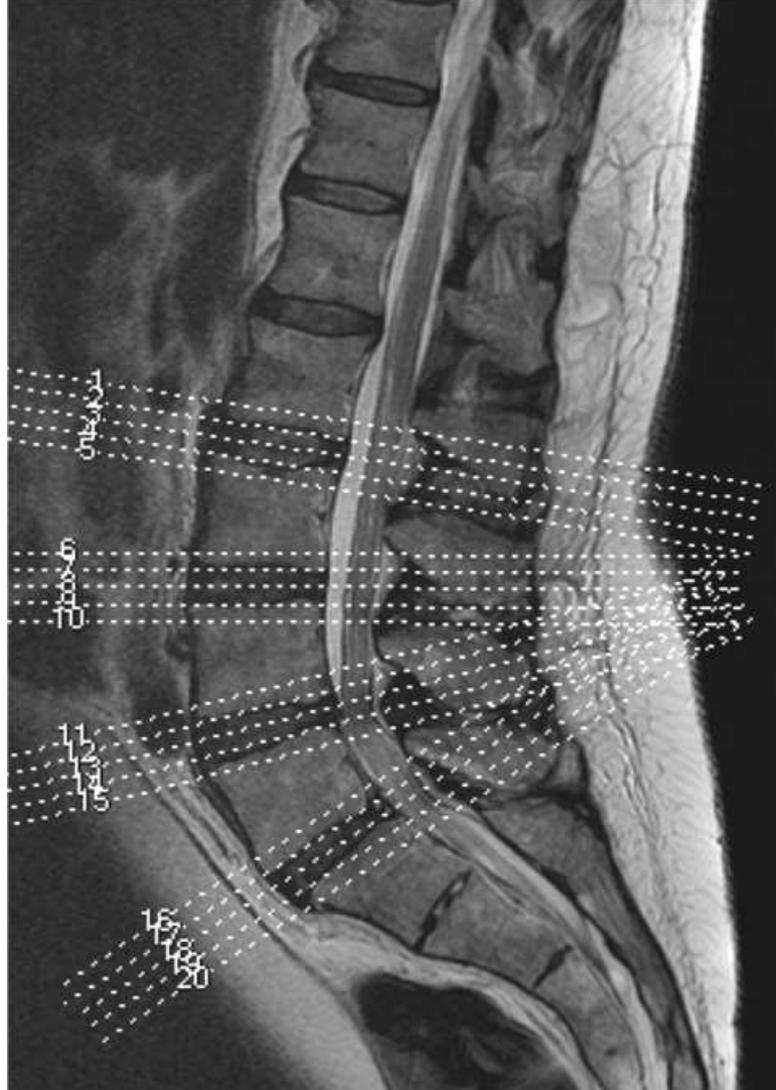
- La faible différence de fréquence de résonance des protons de la graisse et des muscles, simule une différence d'encodage spatial: artéfact de DC de 1^{er} ordre: + la Bande Passante est étroite plus l'artéfact augmente.
- Dans les séq EG, l'absence de pulse de rephasage à 180° à certains TE => Eau + Graisse s'annulent mutuellement. (encre de chine)

Artéfacts de déplacement chimique

Les séquences IOP et Dixon permettent de quantifier le % de graisse dans un organe, de manière aussi fiable que la spectroscopie.

Correction: Augmenter la Bande Passante, ajuster le TE en fonction de B_0



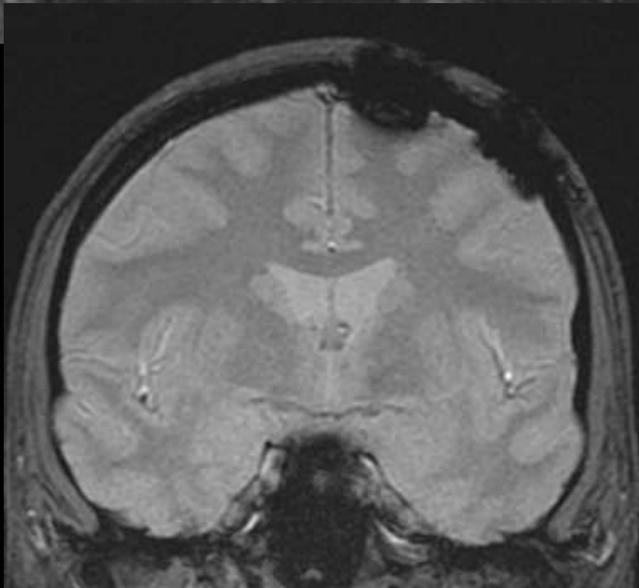
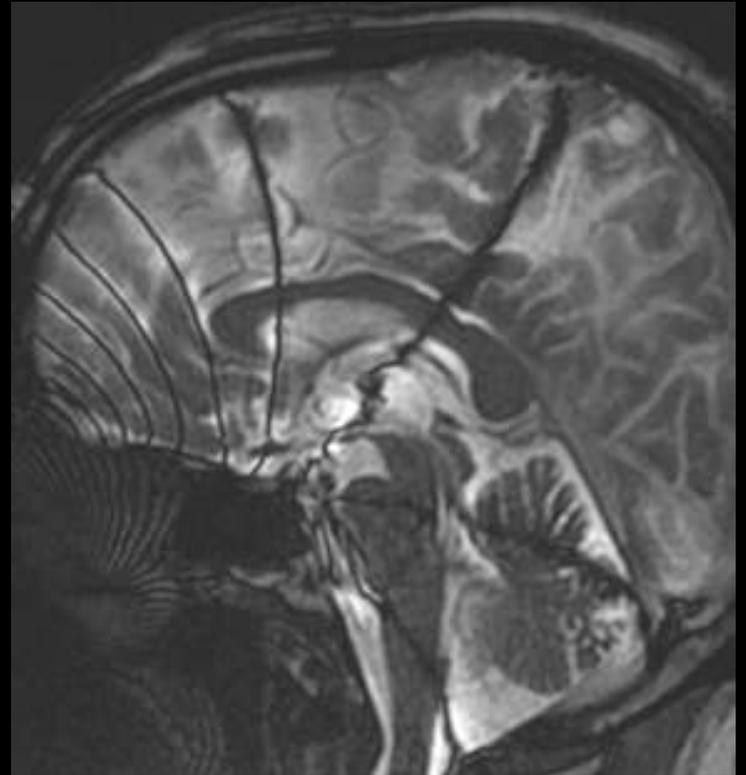
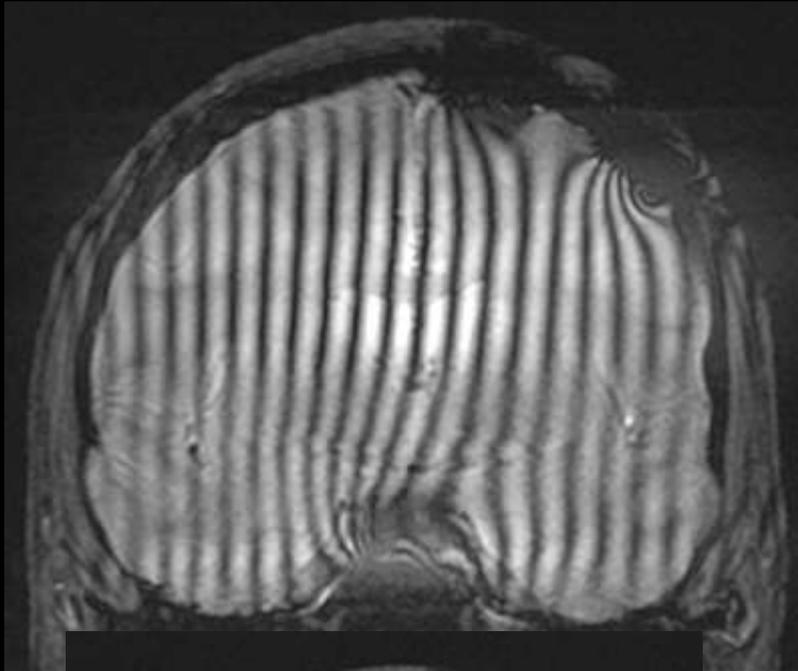


Apparition de bandes sombres
au niveau des Intersections de Coupes
ou alternance d'une coupe
sombre et d'une coupe claire (s eq 2D)

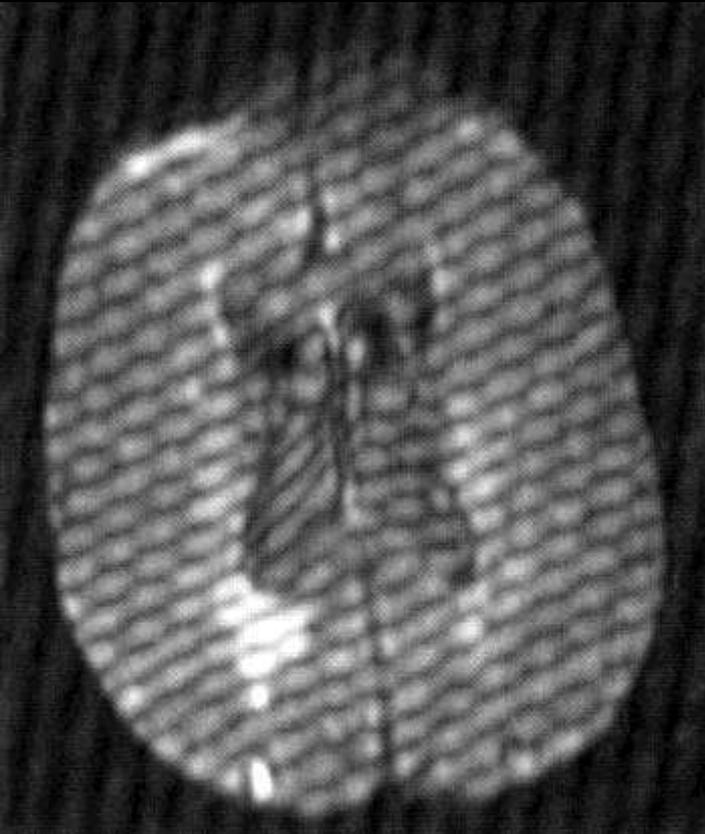
ARTEFACT de SATURATION
ou *Cross-Talk* :

Solution: Espacer les coupes, ou Acq. entrelac ee

Hétérogénéité de B_0

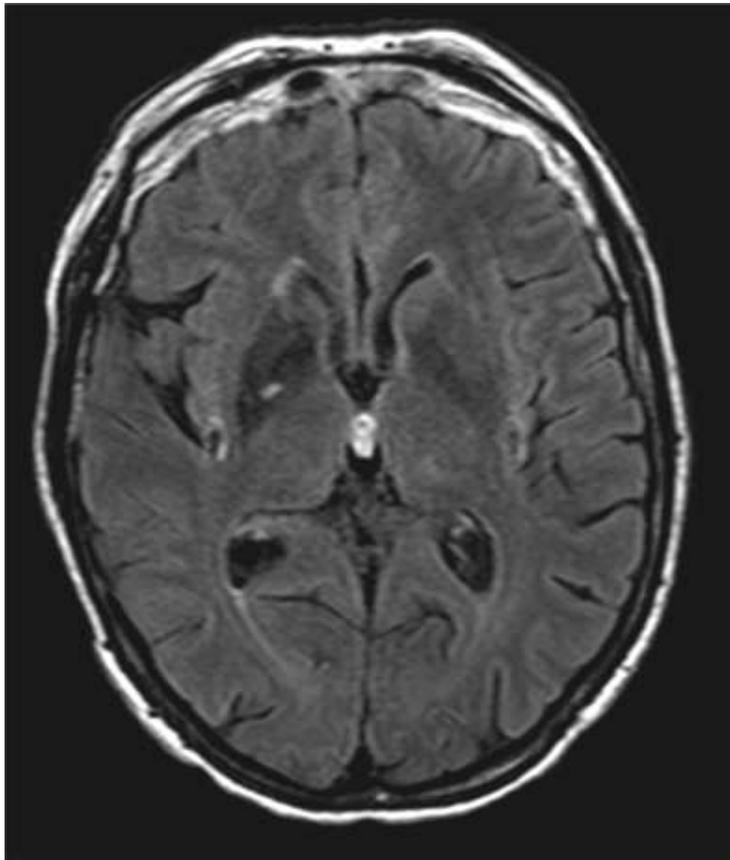


Artéfact point

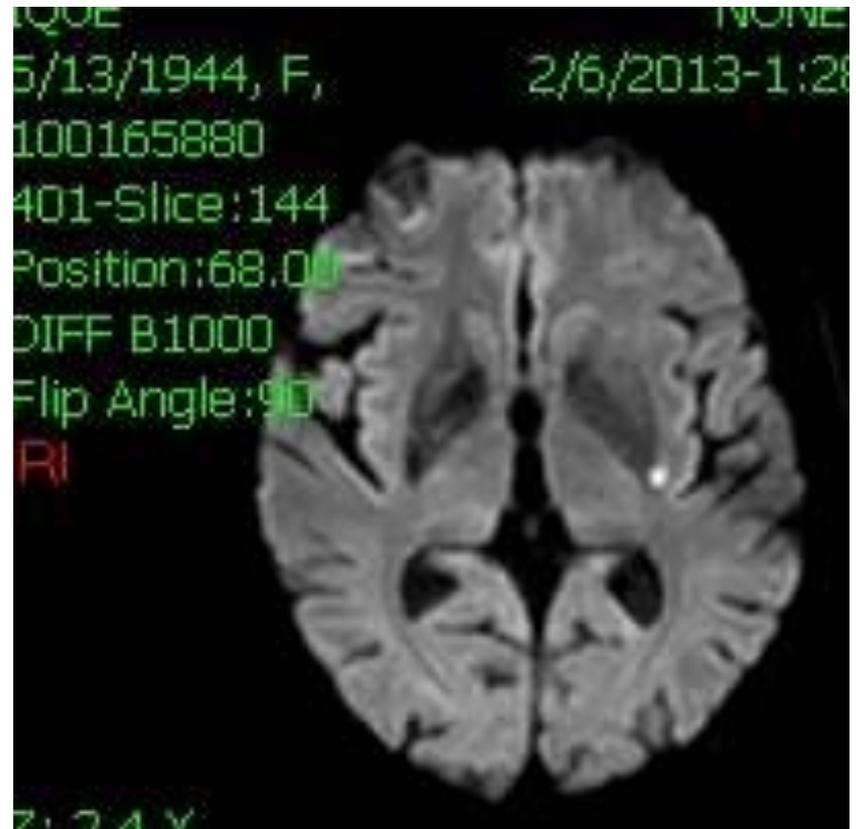


- Lié à une humidité insuffisante de la salle d'IRM
- Lié à des câbles défectueux
- Erreurs dans l'unité de l'amplificateur haute fréquence.

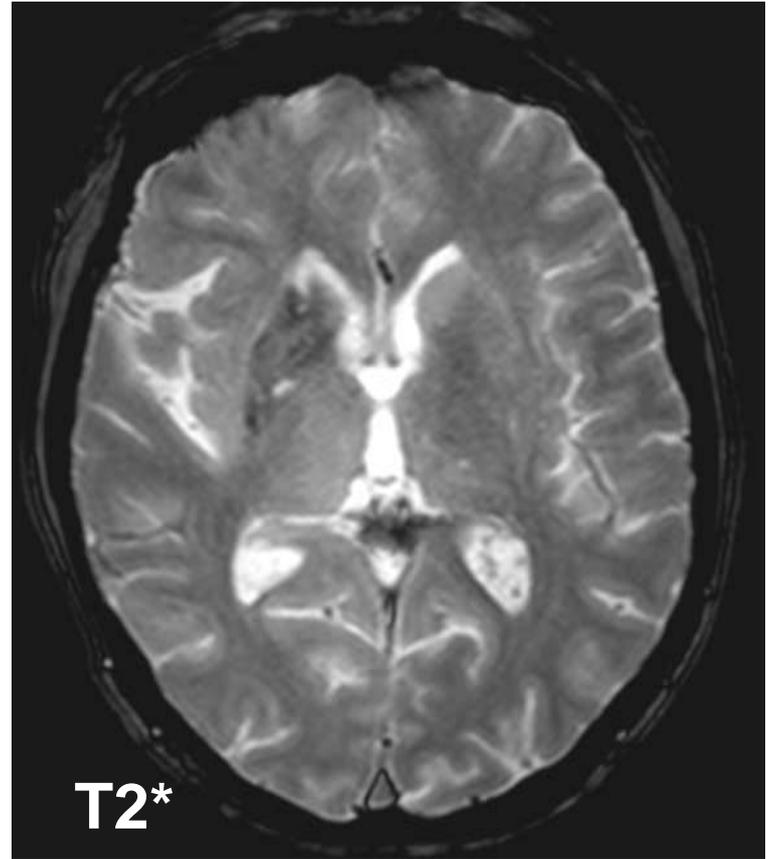
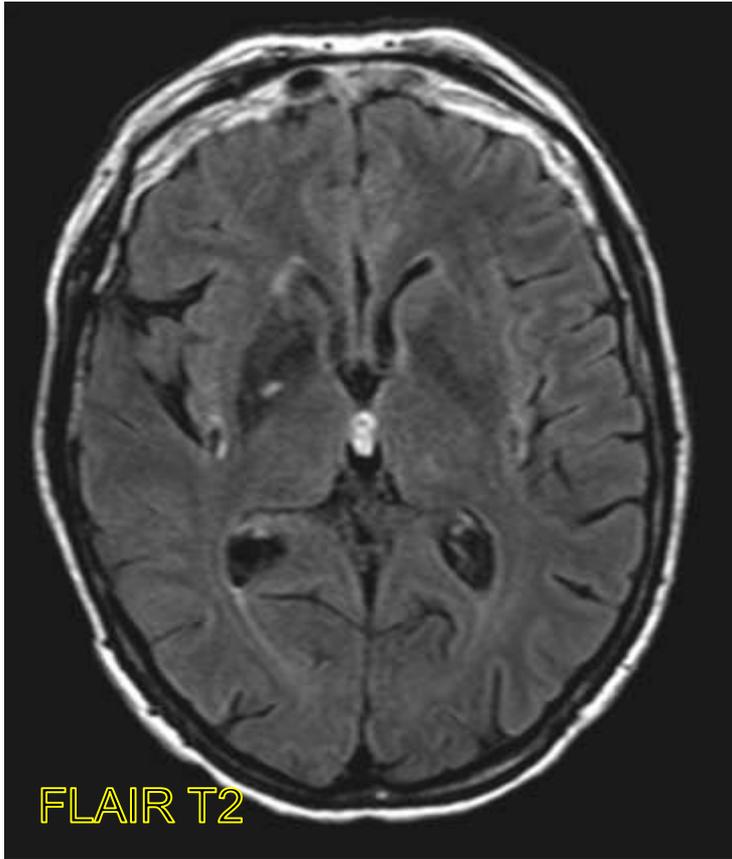
QUIZZ ?



FLAIR T2







Double artefact: Flux et Mouvements (pulsatilité)

Conclusion

- Si vous suspecter un artéfact:
 - Utiliser un second plan de coupe
 - Changer de séquence
 - Réorienter la phase et la fréquence

Références

- Comprendre l'IRM : Manuel d'auto-apprentissage.
B. Kastler et al. Ed. Masson
- MR in Medecine. *Peter A. Rinck*; Ed. Blackwell
- Brain Imaging. K. Sartor et al; 2008 Ed.
Thieme
- Artefacts en IRM. E. de Kerviler et al.
EMC_RADIO 35-260-A-10. 2005. Ed. Elsevier Masson.
- MR Artifacts, Safety, and Quality Control.
Radiographics 2006; 26 (1)