

IRM corps entier en Oncologie

E. de Kerviler. Paris - O. Ernst, Lille

Pourquoi l'IRM corps entier en cancérologie ?

Myélome

TEP SCAN



IRM



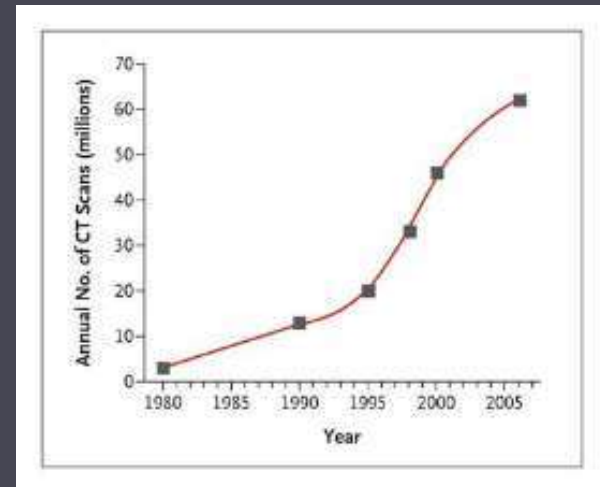
THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE

REVIEW ARTICLE

CURRENT CONCEPTS

Computed Tomography — An Increasing Source of Radiation Exposure

David J. Brenner, Ph.D., D.Sc., and Eric J. Hall, D.Phil., D.Sc.



Comment démarrer

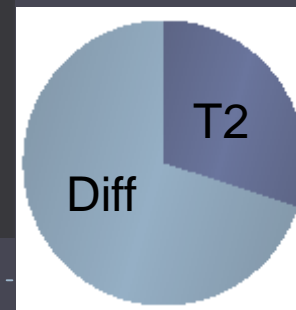
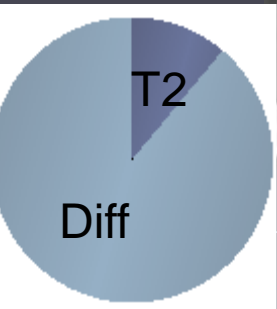
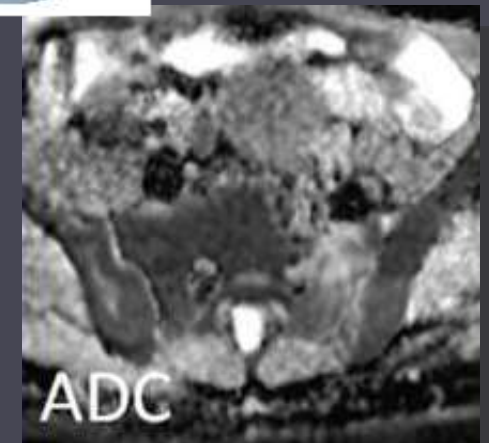
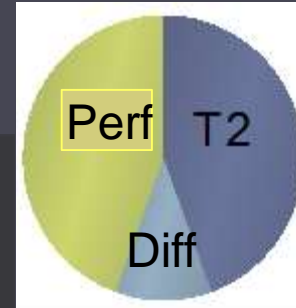
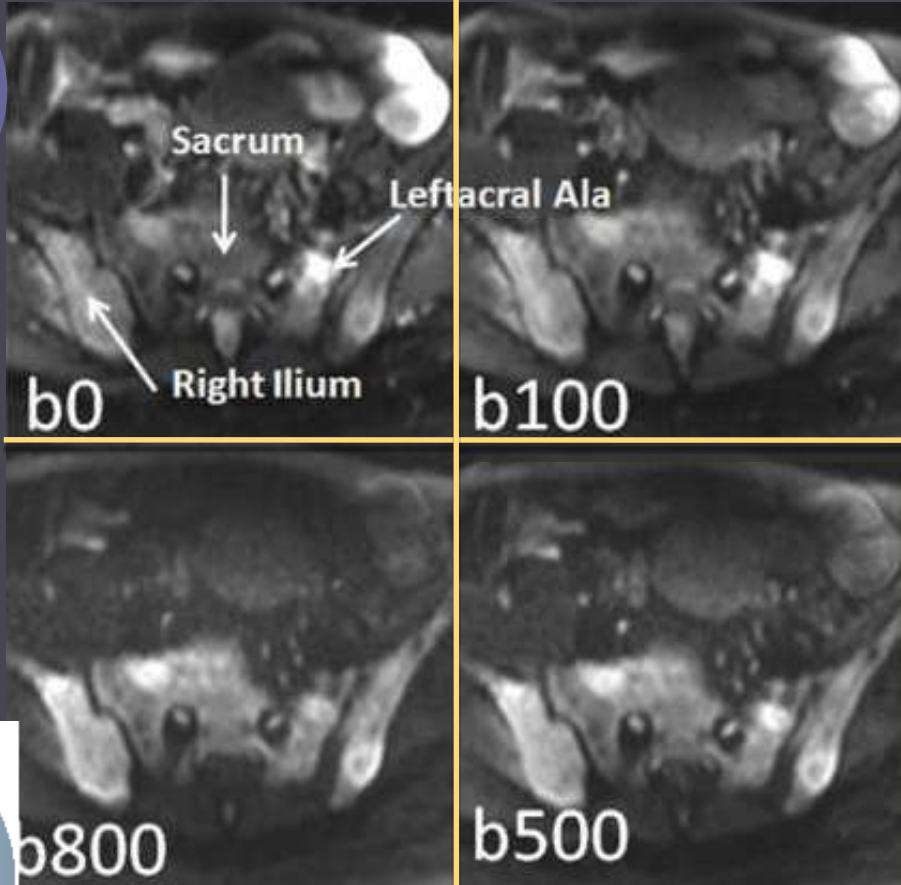
- ▶ Quels plans de coupe ?
- ▶ Quels contrastes ?
- ▶ Quelles valeurs de b ?
- ▶ Quand calculer une carte ADC ?
- ▶ Comment lire les images ?
- ▶ Quand utiliser la fusion d'image ?



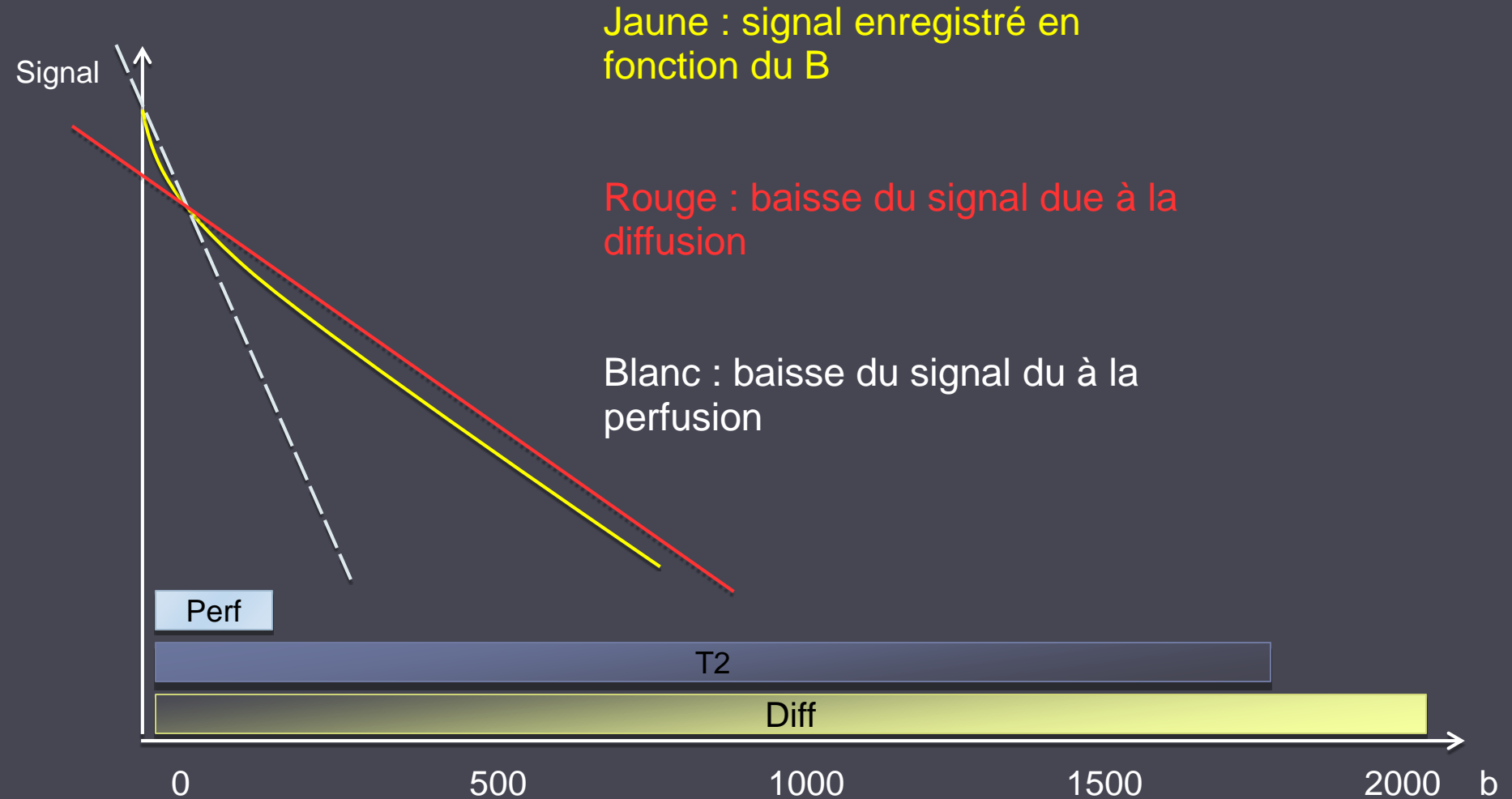
Gradients de diffusion

Mesure le mouvement des protons de l'eau.

T2



Quelles valeurs de b ?



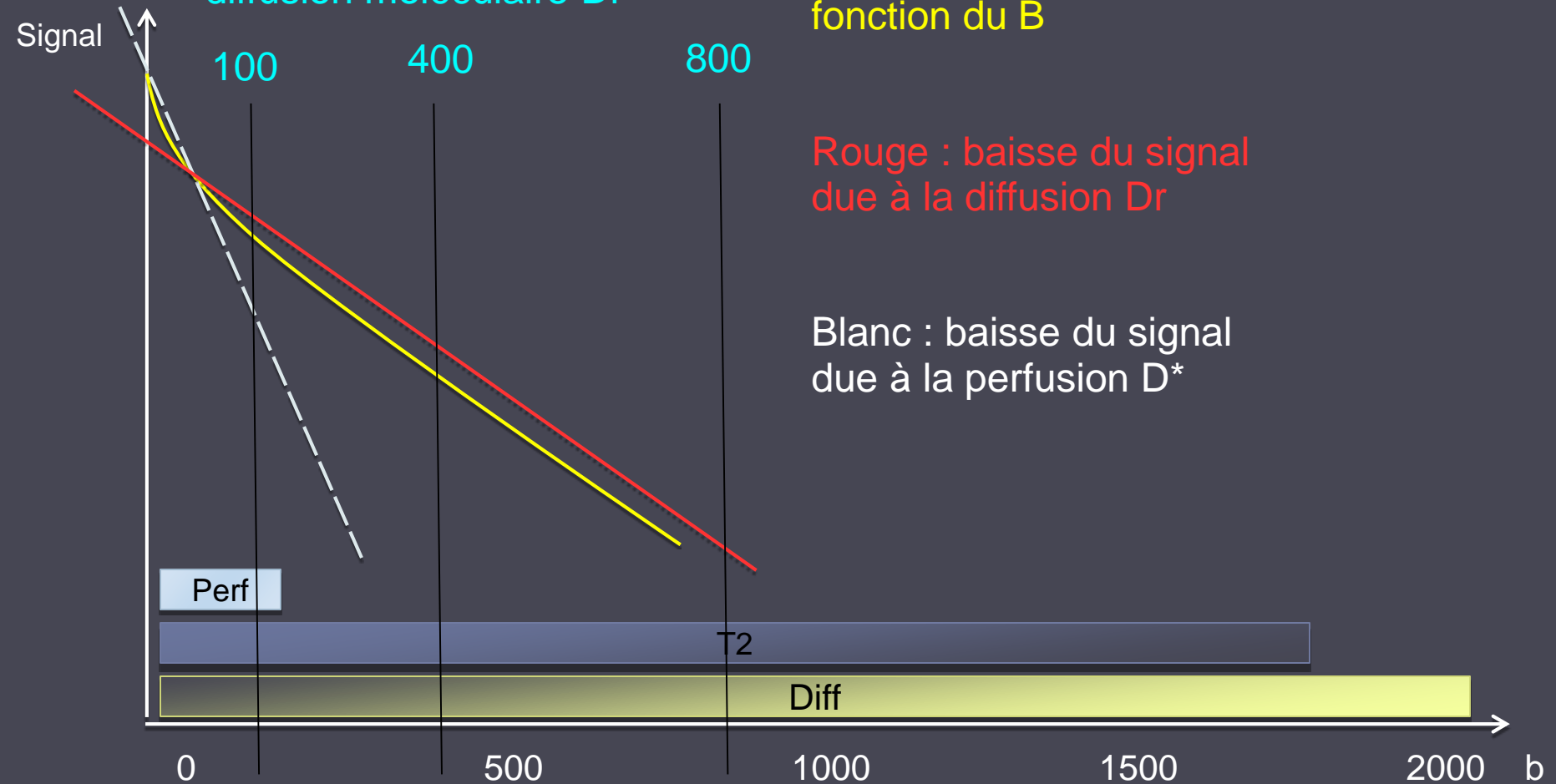
Quelles valeurs de b ?

Valeurs de B pour diffusion moléculaire D_r

Jaune : signal enregistré en fonction du B

Rouge : baisse du signal due à la diffusion D_r

Blanc : baisse du signal due à la perfusion D^*



● **Trois représentations des séquences de diffusion**

- Images natives : fond : noir anomalie (faible diffusion - T2 long) : blanc
- Images natives inversées (représentation comme TEP) :
 fond : blanc anomalie (faible diffusion - T2 long) : noir
- ADC : fond : noir anomalie tumorale (faible diffusion) : gris foncé
 anomalie bénigne (T2 long et diffusion importante) : gris clair

Problématique en Cancérologie

▶ *Dépistage*

Couverture anatomique

▶ *Bilan d'extension*

Sensibilité

▶ Evaluation de la
réponse thérapeutique

Spécificité

▶ Surveillance après
traitement

Reproductibilité

Critères objectifs

Généralités

- ↖ La majorité des lésions osseuses se situent donc sur le squelette axial
- ↖ Des lésions secondaires extra-osseuses sont possibles dans tous les organes depuis le pelvis jusqu'à l'encéphale

Vertex à fémur sauf mélanome des Membres inférieurs



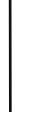
55 minutes

20-30
minutes

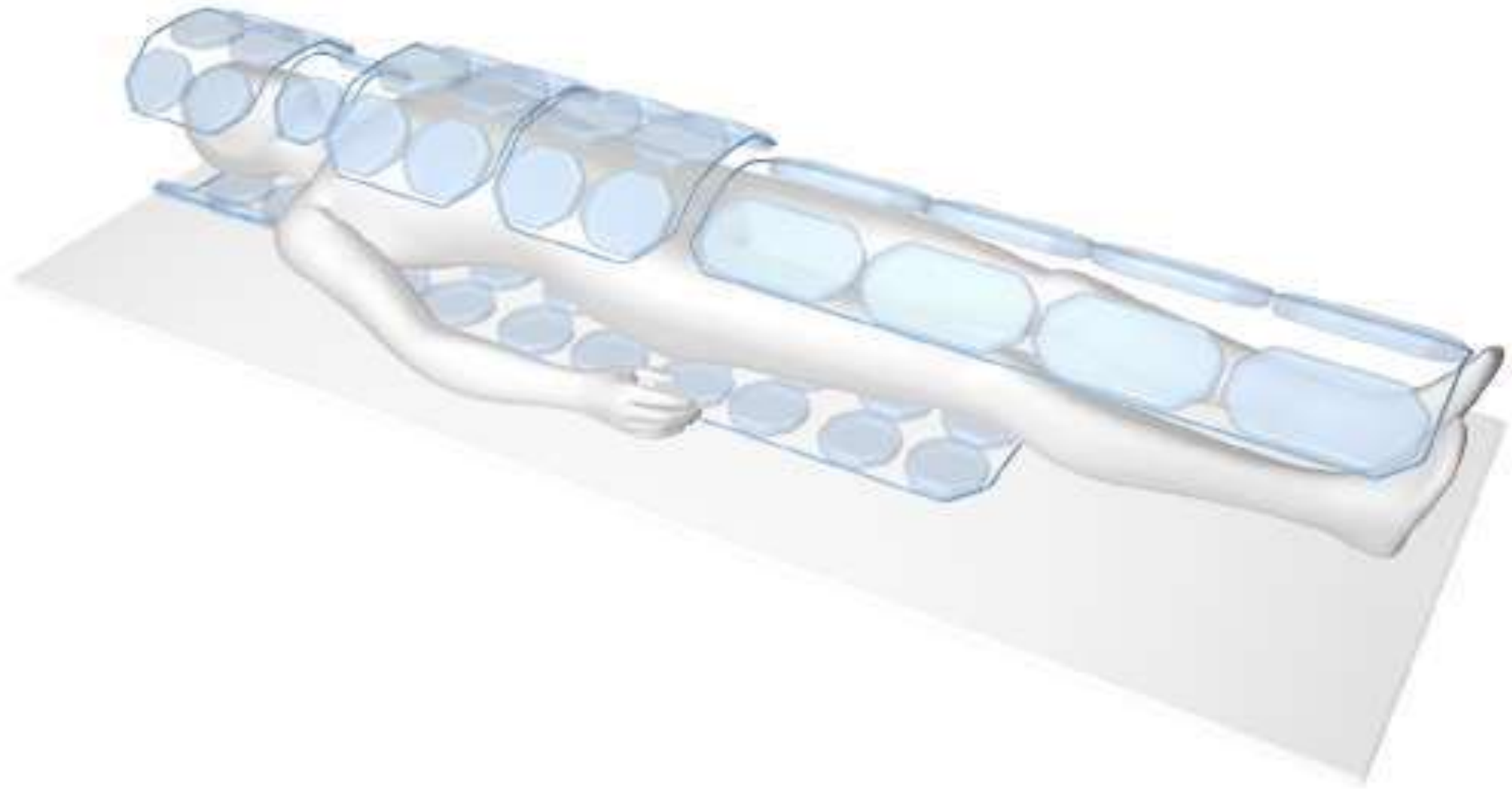
Head coil



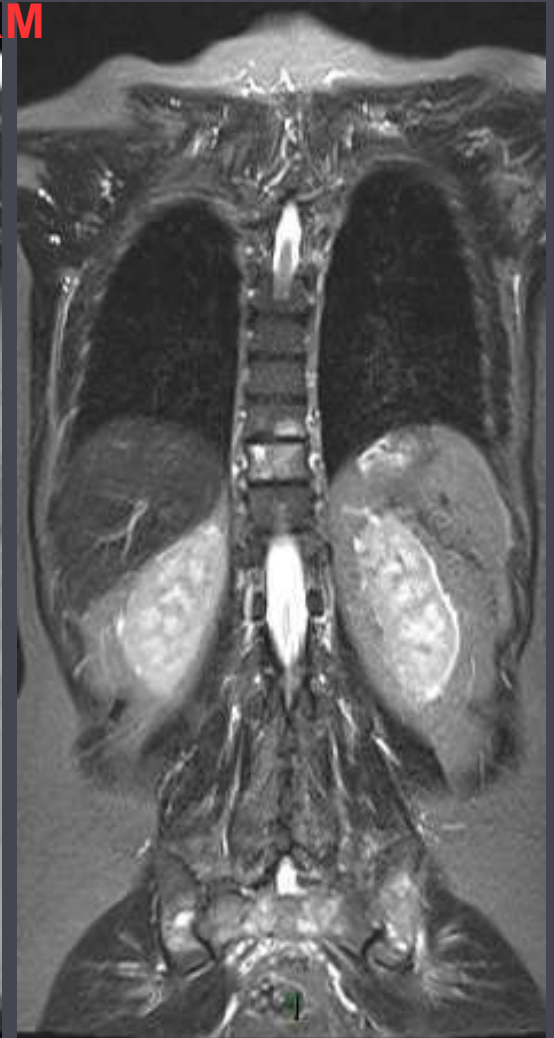
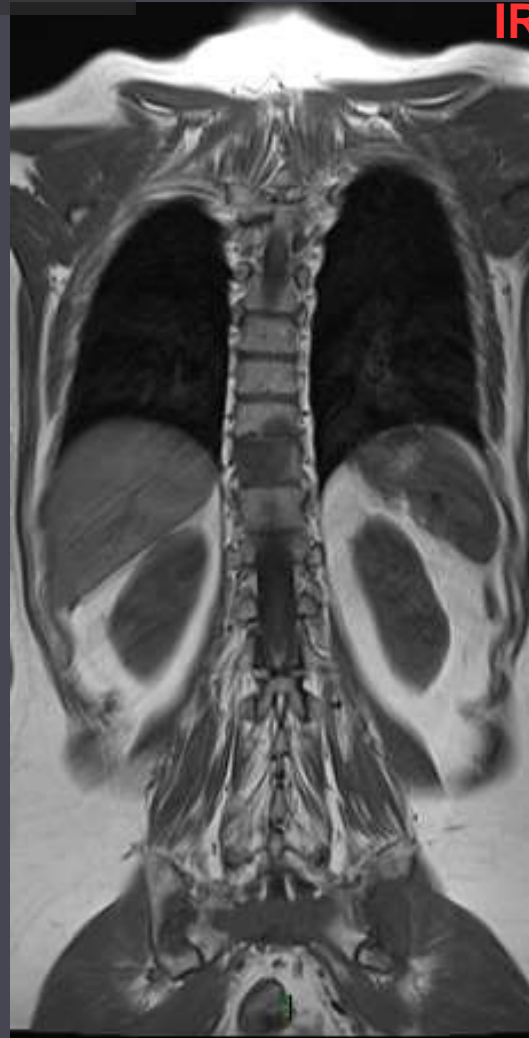
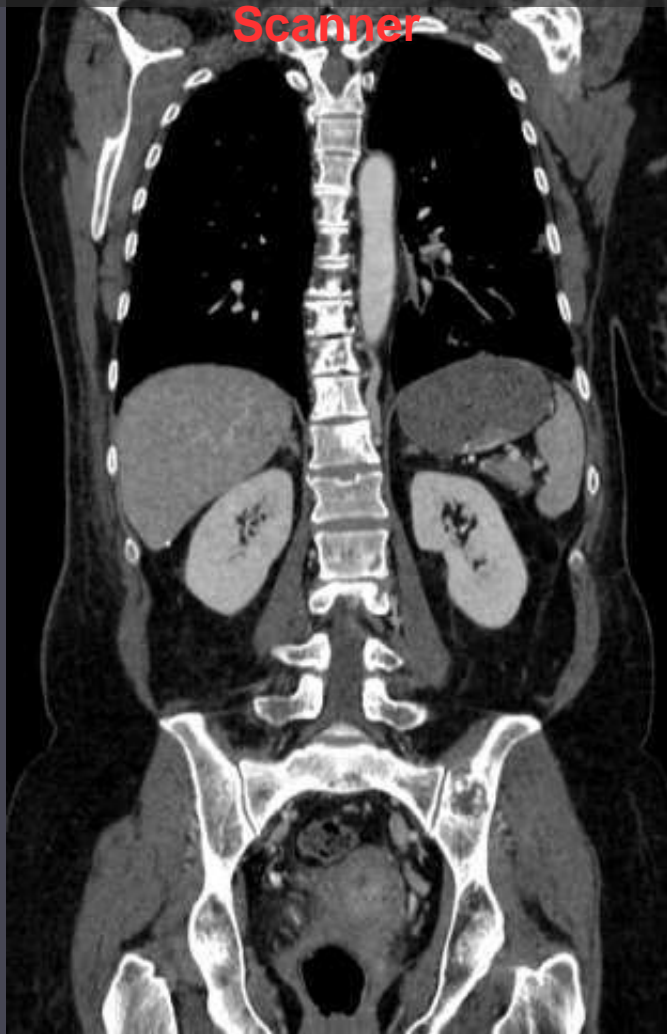
Neck coil



Phased array coil

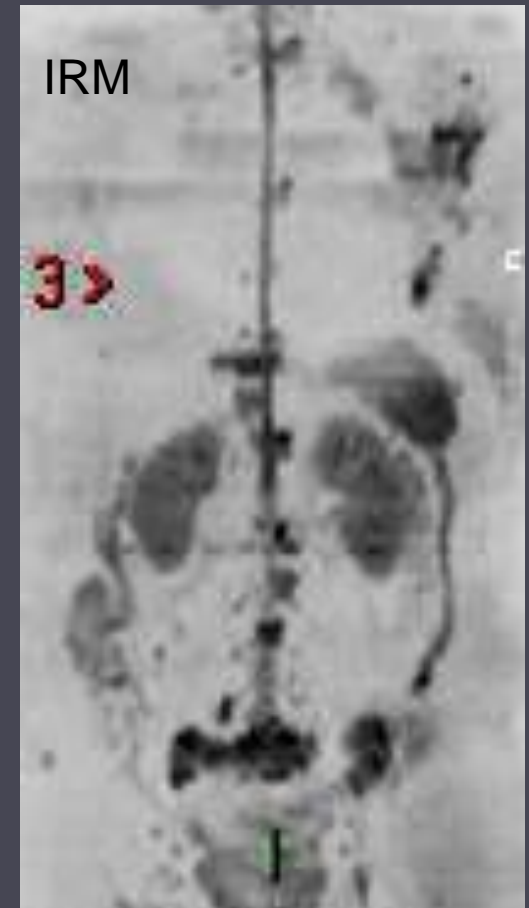


Résolution spatiale



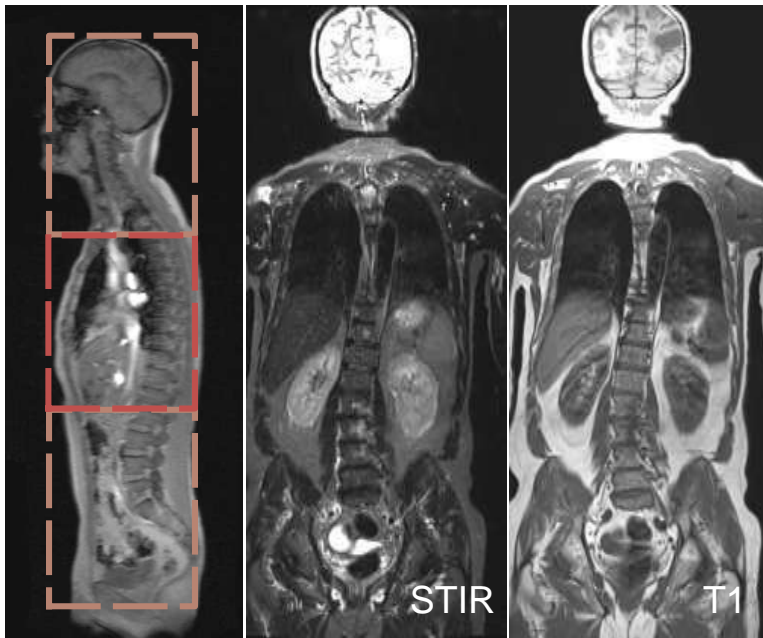
Résolution en contraste : Diffusion

K du sein métastatique

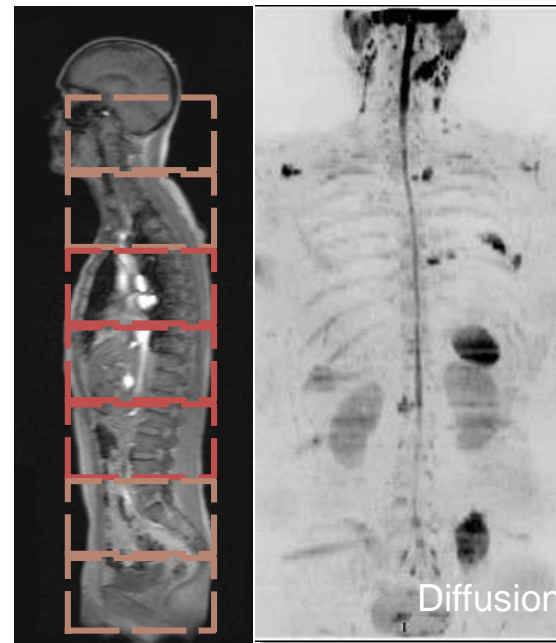


IRM corps entier « classique »

Protocole IRM classique



Séquences coronales T1 et STIR (Ex 3 paliers)



Séquences axiales diffusion (Ex 7 paliers)
avec MIP

Bilan initial d'un
myélome
multiple

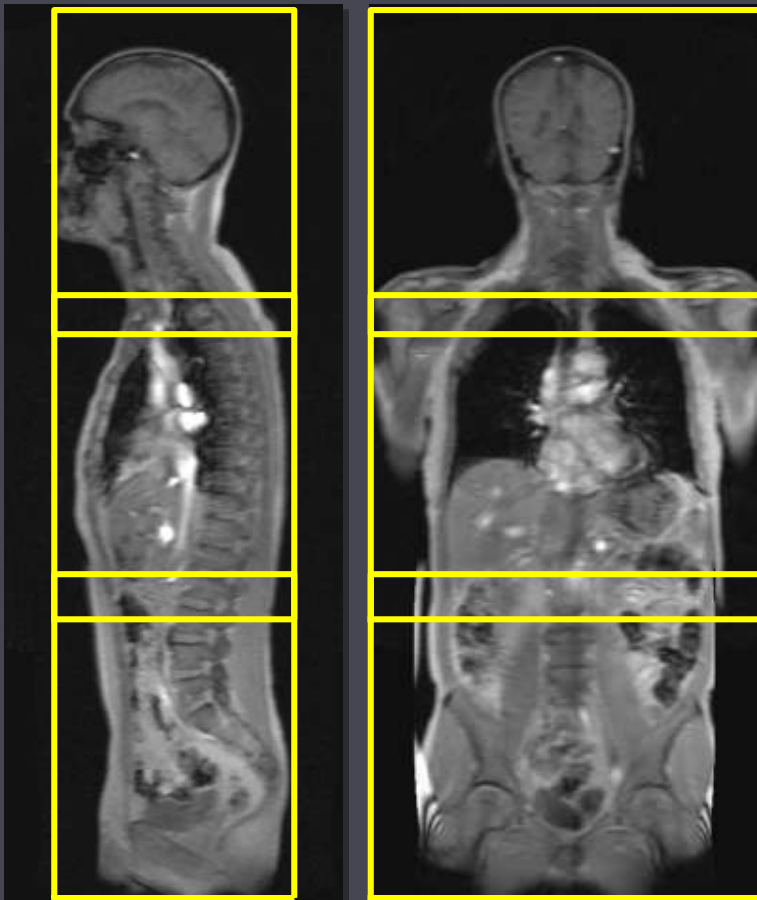
Protocole standard :

- Séquences coronales STIR ou T2 FatSat
- Séquences coronales ES T1
- Séquences axiales diffusion (b=50 ou 100, b=800), cartes ADC

Les coupes réalisées au
niveau de l'abdomen doivent
bénéficier d'un
asservissement respiratoire
ou d'une apnée

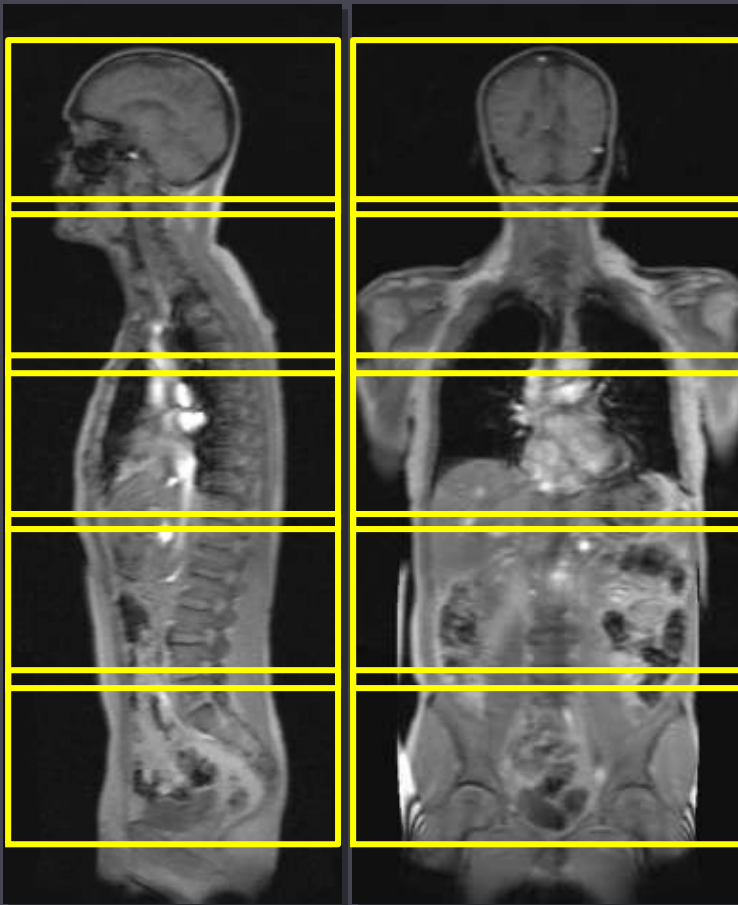
Acquisition dans un plan CORONAL en diffusion

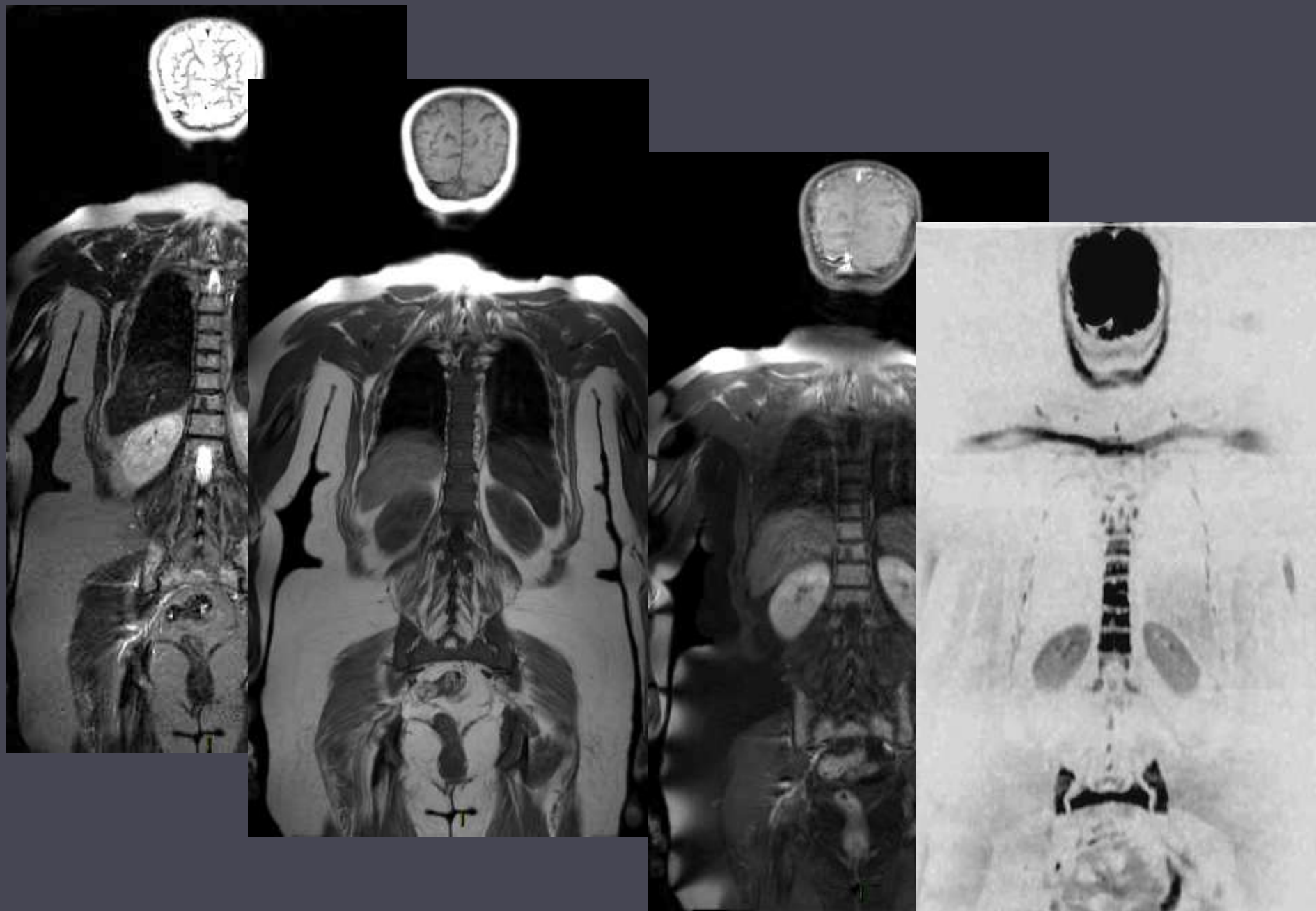
Choix non recommandé : acquisition coronale sensible aux artéfacts (épaules, bordure de champ).



Acquisition dans un plan AXIAL en diffusion

Meilleure solution, artéfacts rares correspondant souvent à des structures anatomiques (ganglion cervicaux, canal rachidien...).

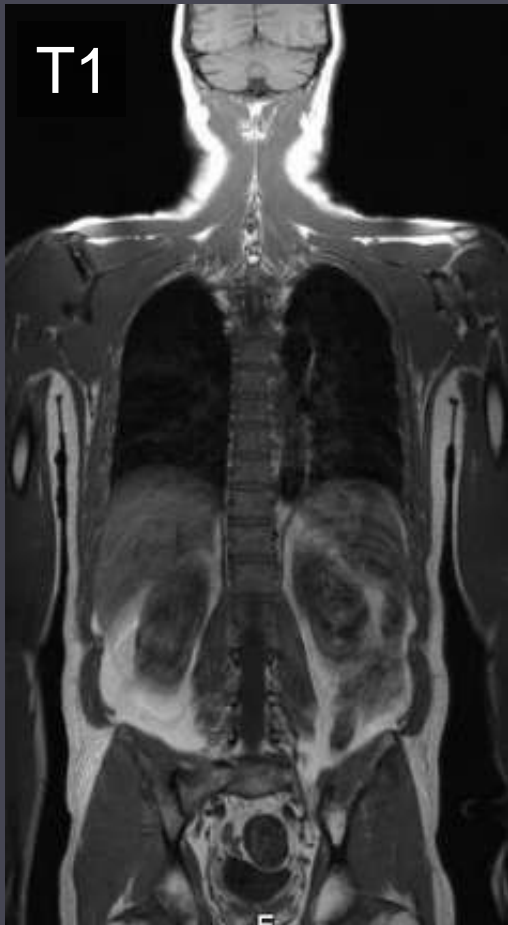




Rechute Myélome multiple

Retrouver les anomalies détectées

Myélome multiple



+



=



Rôle de la diffusion dans l'interprétation

▶ Détecter les lésions grâce aux images

« fonctionnelles »

▶ Facilite la détection des lésions⁽¹⁾

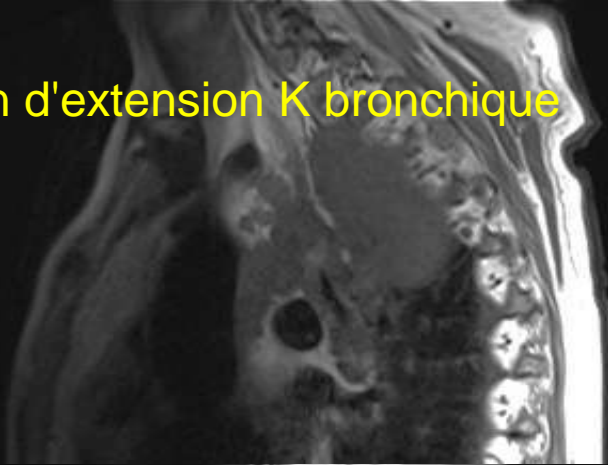
- ▶ 43% tumeurs supplémentaires détectées grâce à la diffusion
- ▶ 6,5% visibles uniquement sur les séquences DWI
- ▶ 1,8% tumeurs bénignes

▶ Localiser les images à l'aide de la **fusion**

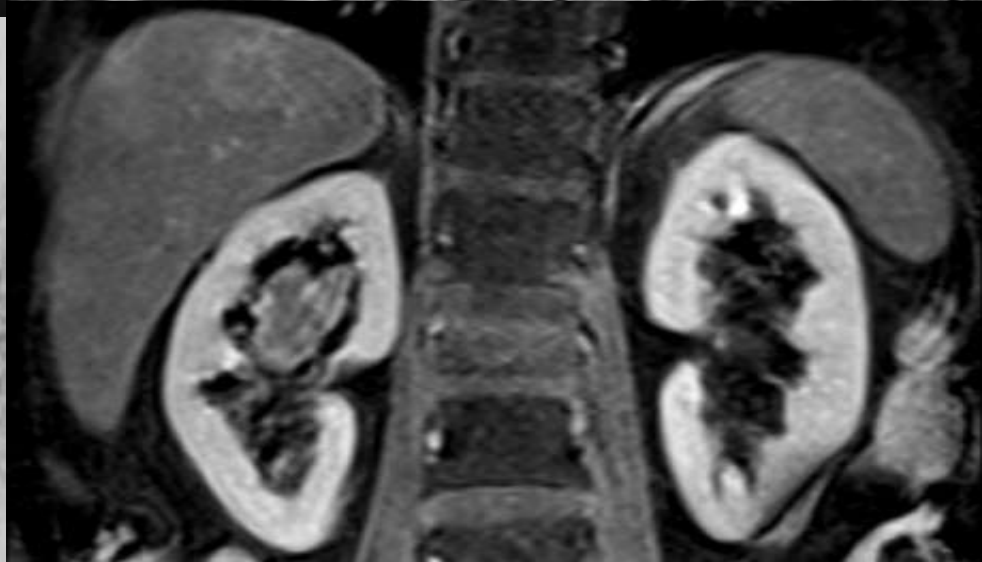
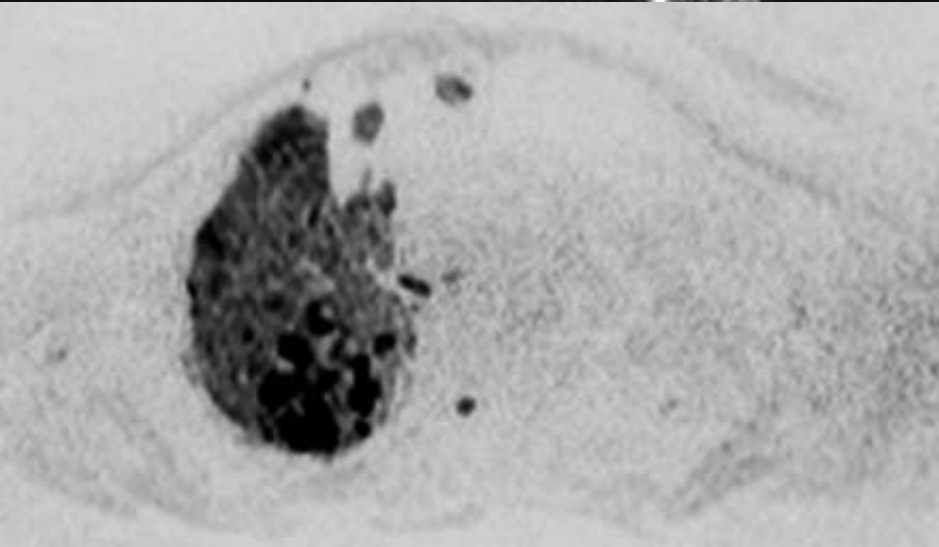
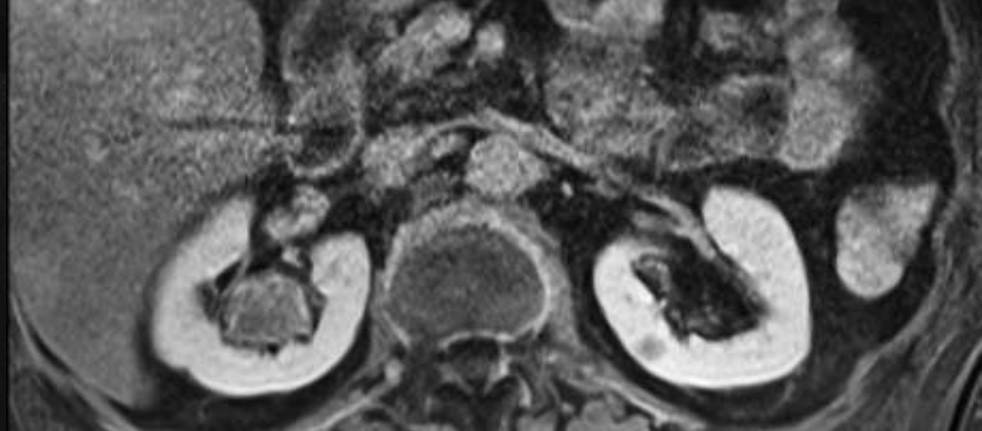
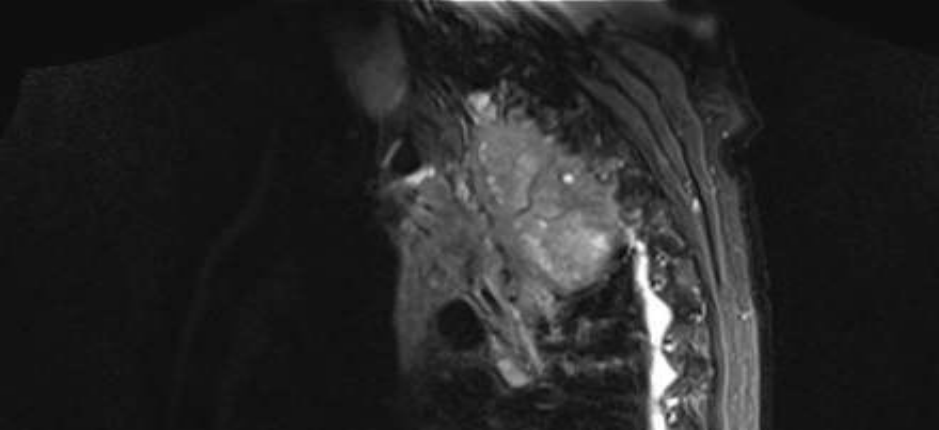
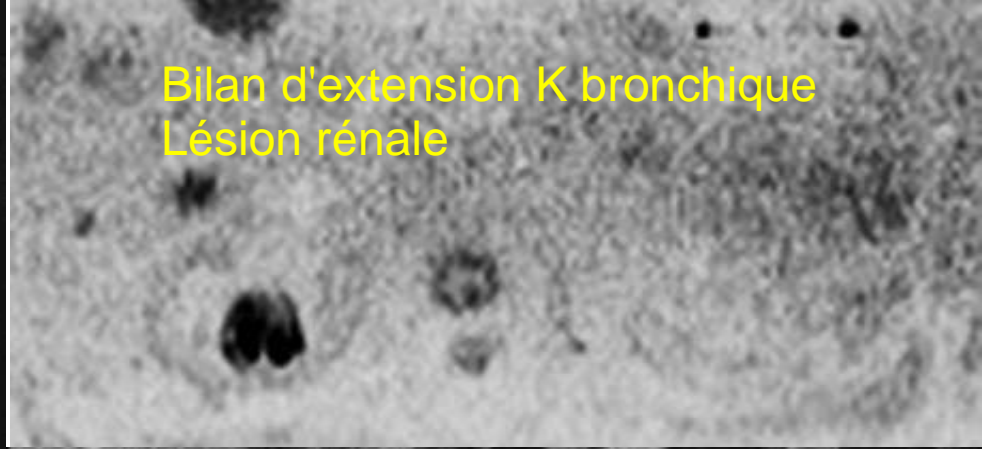
▶ Améliore la sensibilité et la spécificité⁽²⁾

	Fusion (diffusion + T1)	Diffusion et T1
Sensibilité	90%	72%
Spécificité	82%	59%

Bilan d'extension K bronchique



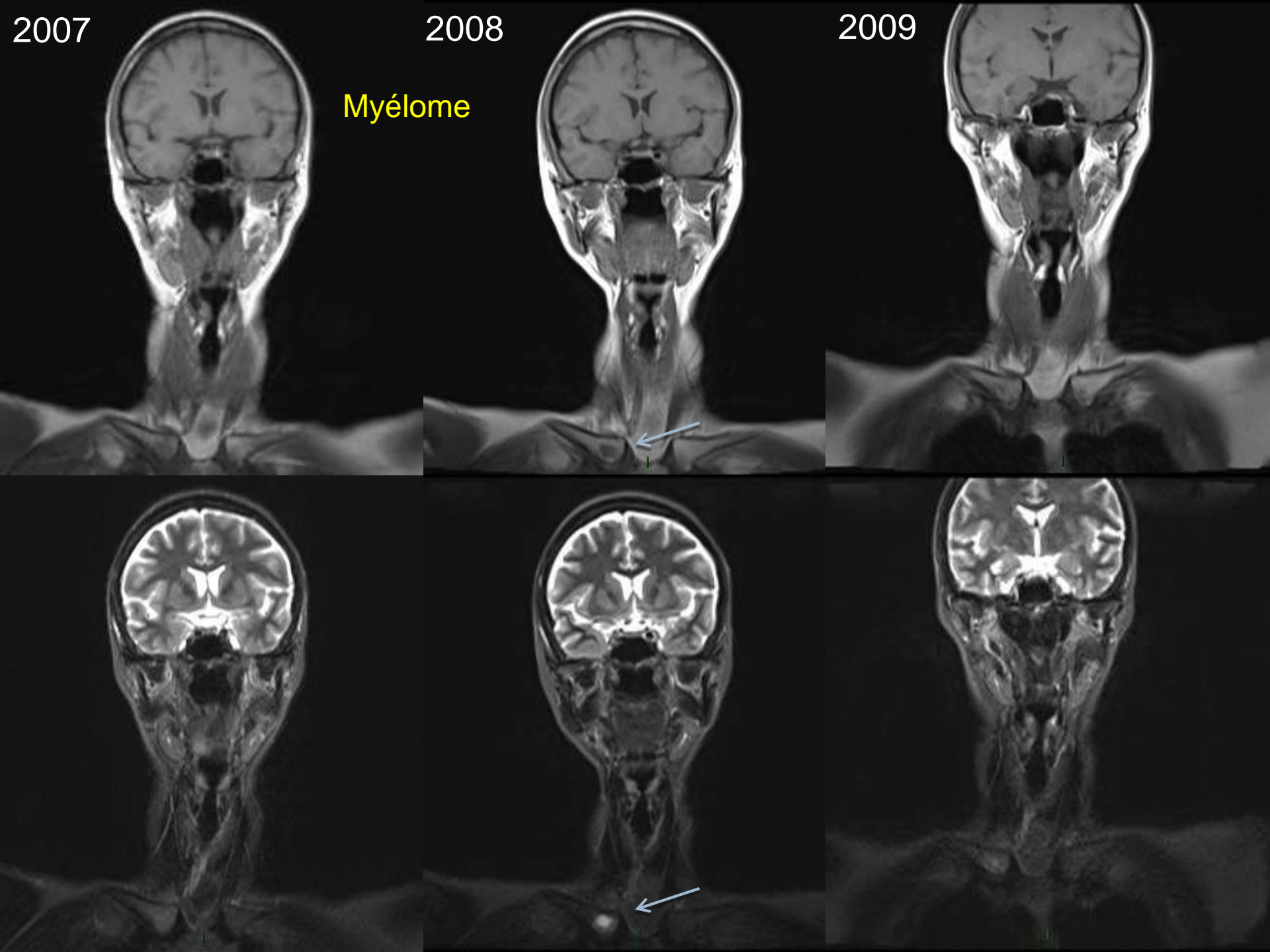
Bilan d'extension K bronchique
Lésion rénale



Réponse thérapeutique

- ▶ Même plan de coupe à chaque visite
- ▶ Mêmes paramètres de mesure (diffusion +++)
- ▶ Calcul des cartes ADC
- ▶ Comparaison des visites ...





Incertain...

Critères de réponse tumorale

Bilan initial

Après traitement

ADC = $0,891 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$

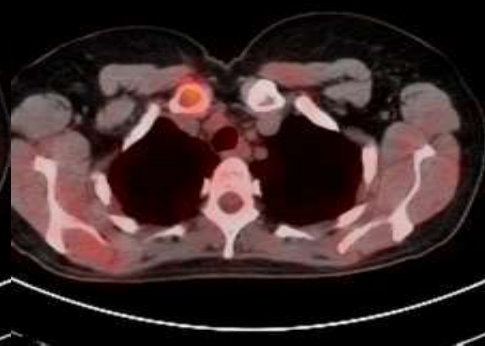
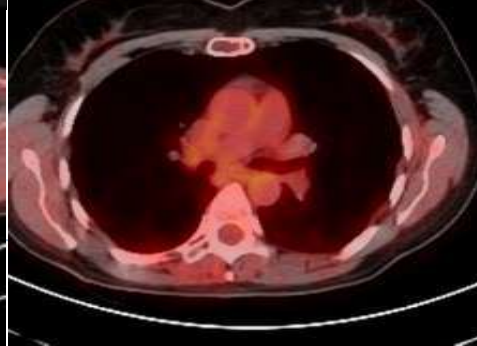
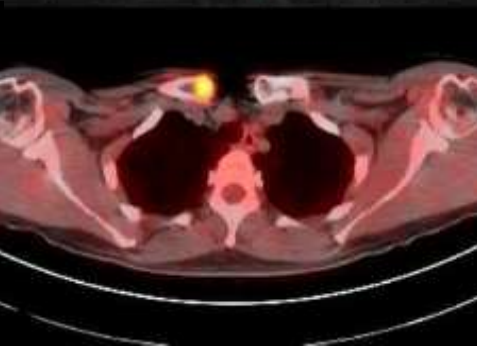
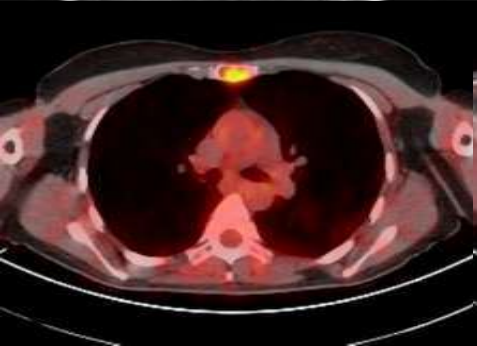
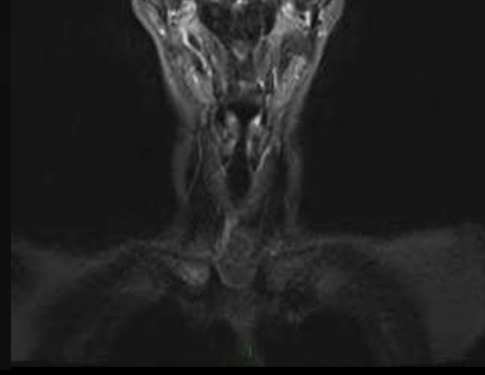
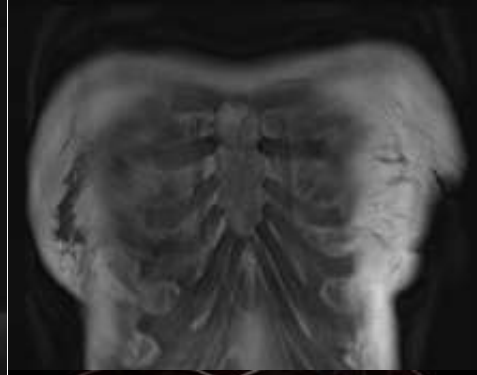
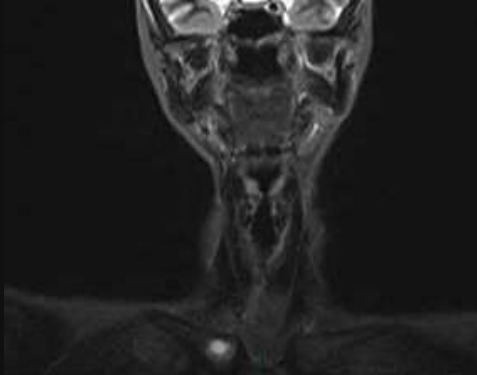
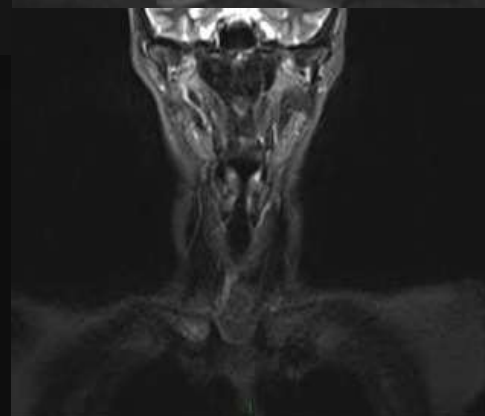
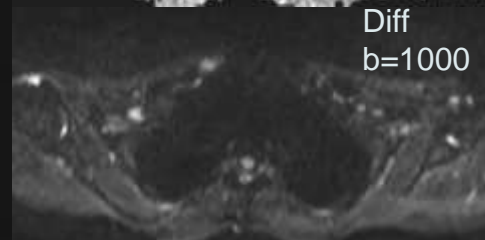
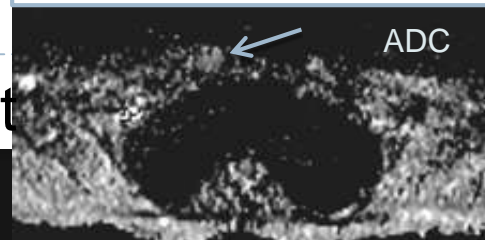
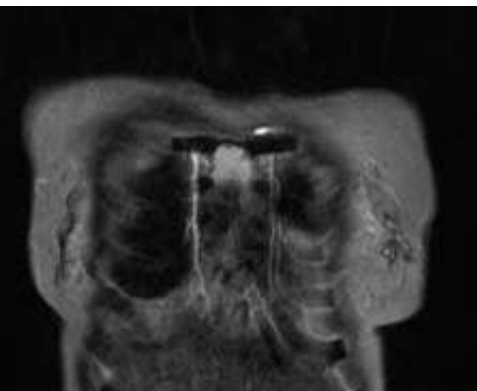
ADC

Diff

b=1000

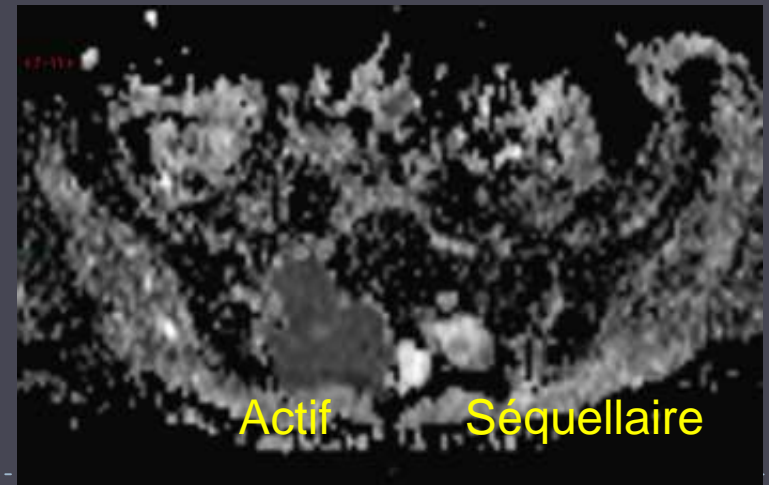
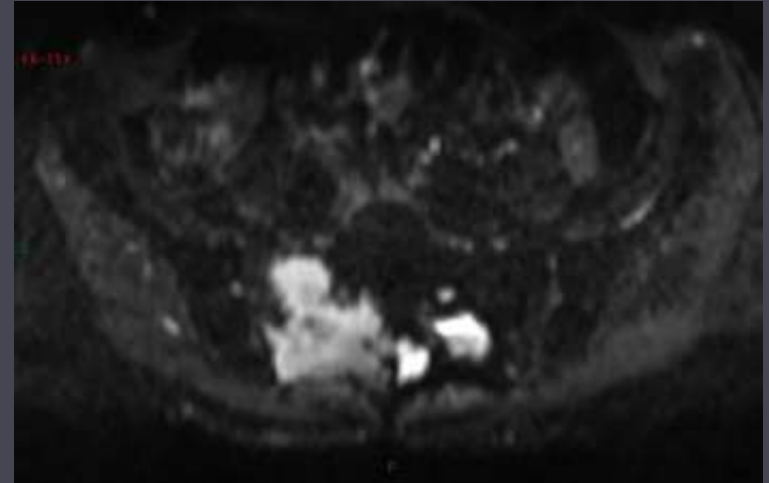
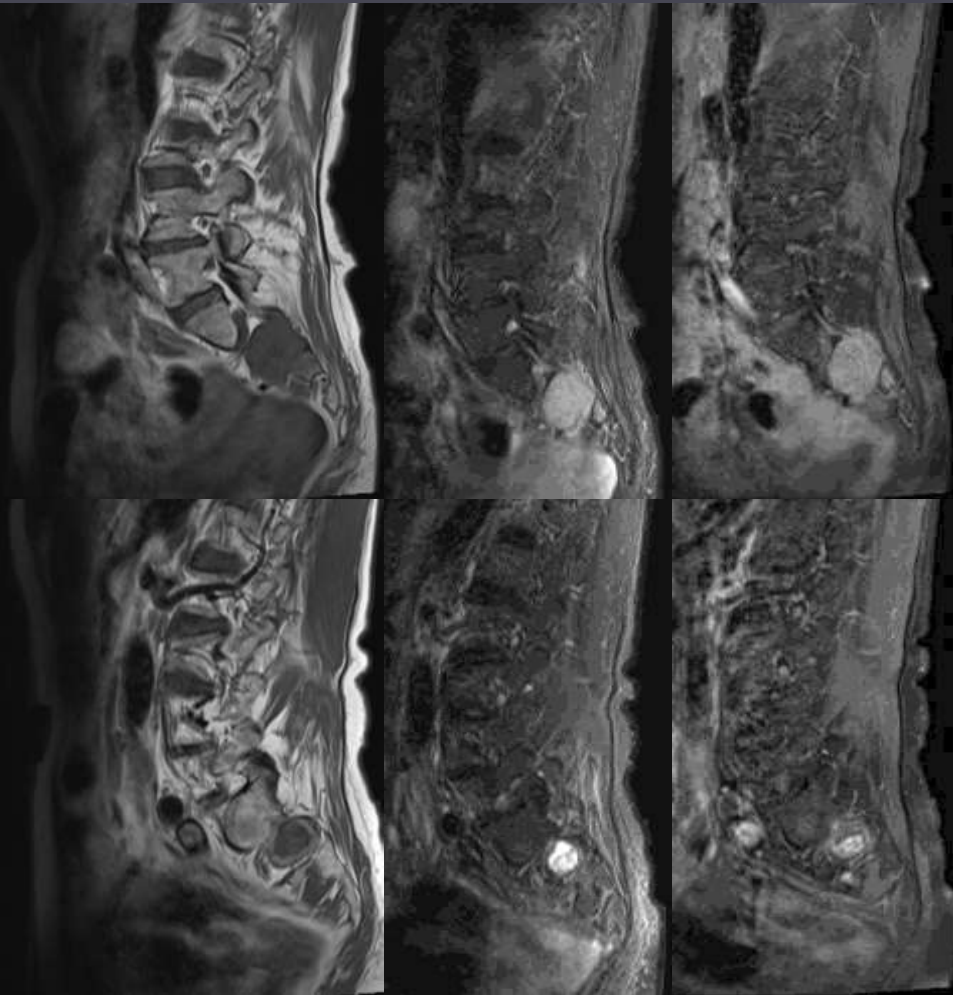
Myélome

e



Spécificité : Actif vs résiduel

Myélome multiple : Suspicion de rechute



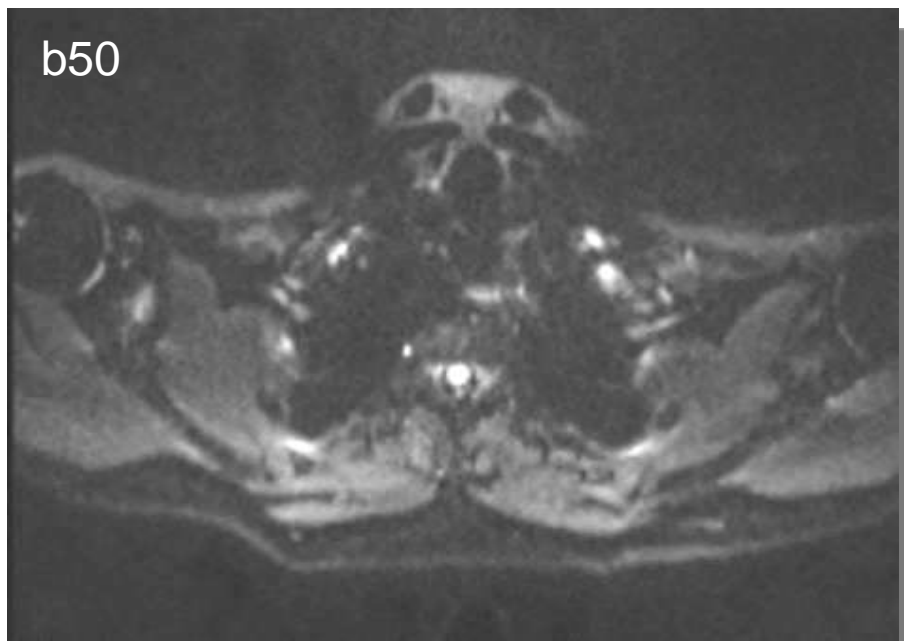
ADC = $0,783 \cdot 10^{-3}$ mm²/sec

ADC = $1,992 \cdot 10^{-3}$ mm²/sec

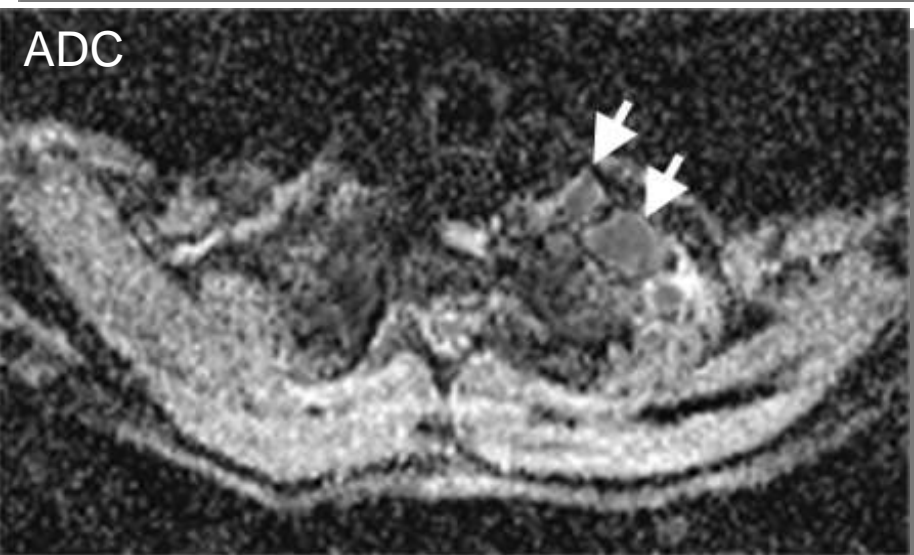
b50



b50

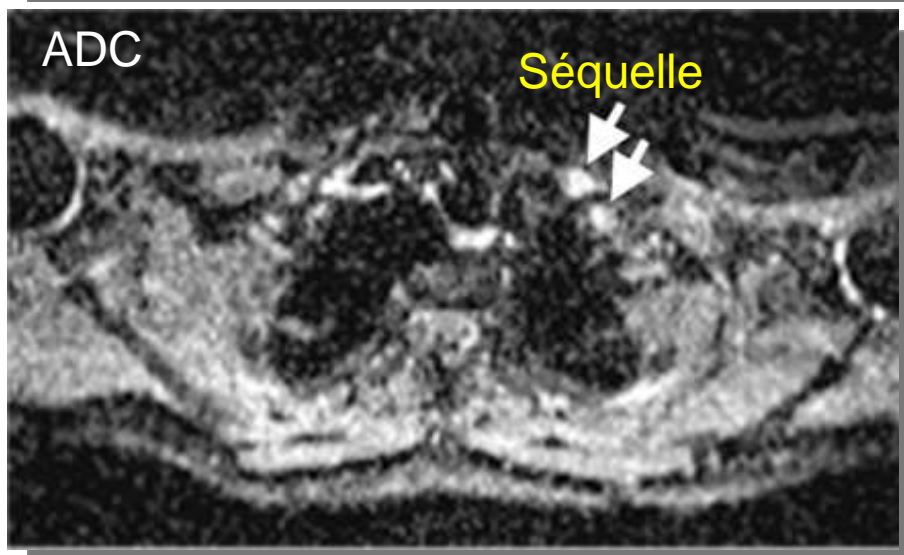


ADC



Baseline

ADC



Follow-up

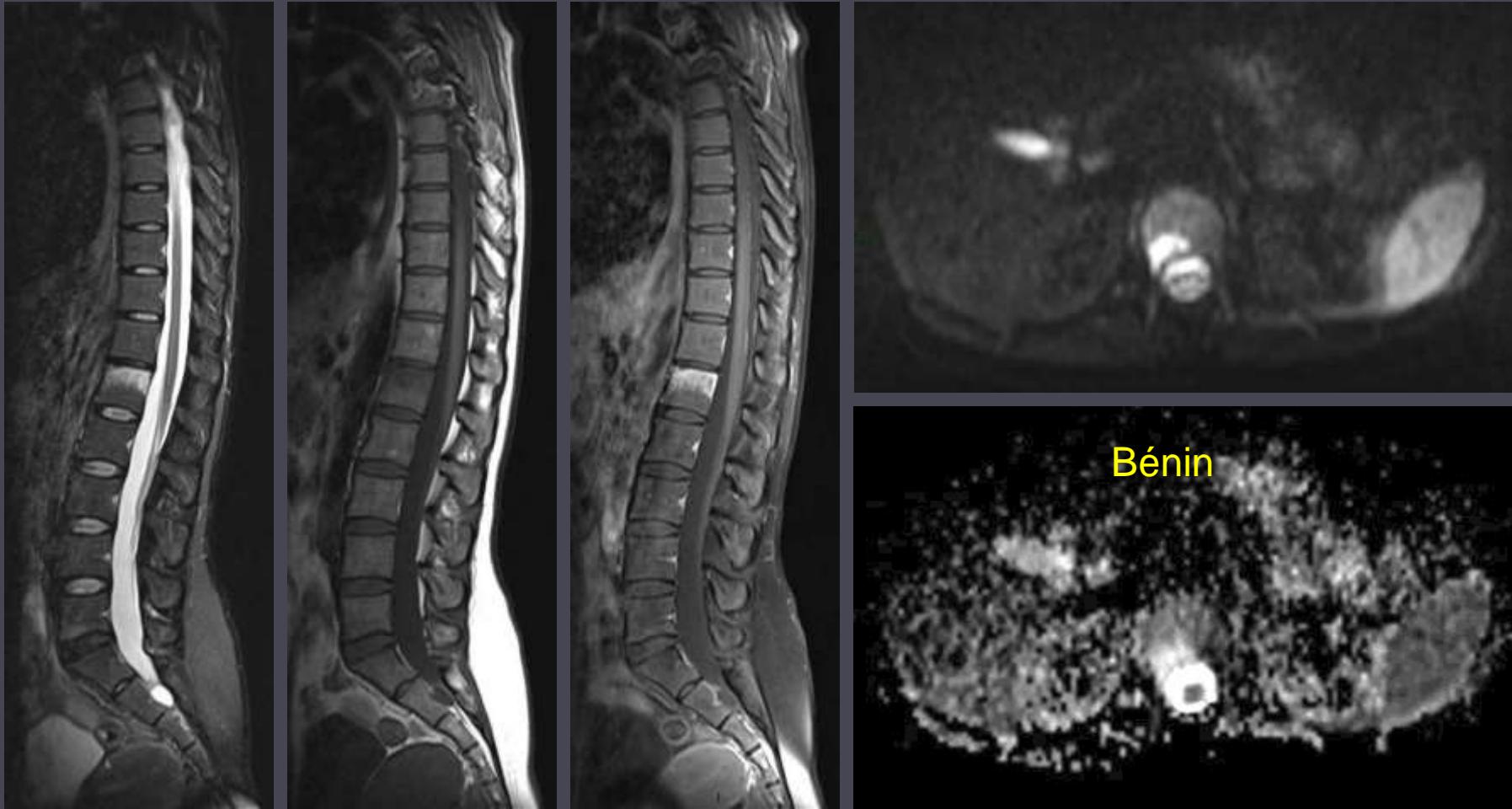


Valeur d'ADC seuil ?

Pulse sequence type	Study	b-Values (s/mm ³)	Apparent diffusion coefficient (10 ⁻³ mm ² /s)		
			Benign (osteoporotic/ traumatic) fracture	Malignant fracture (mf) or metastasis (m)	Normal vertebral bone marrow
SS-EPI	Chan et al. 2002 [25]	200–1,000	1.94±0.35	0.82±0.0 (mf)	0.23±0.05
	Ballon et al. 2004 [57]	0, 1,000	–	0.70±0.21 (m)	–
	Pui et al. 2005 [26]	0–1,000	–	1.02±0.36 (m)	0.30±0.21
	Oner et al. 2007 [58]	0, 600	1.61±0.46	0.72±0.31 (m)	0.53±0.15
	Tang et al. 2007 [59]	0, 300	2.23±0.21	1.04±0.03 (mf)	–
SS-FSE	Zhou et al. 2002 [60]	0, 150, 250	0.32±0.05	0.19±0.03 (m)	0.27–0.35
	Oner et al. 2007 [58]	0, 600	1.54±0.36	0.69±0.30 (m)	0.36±0.15
	Raya et al. 2007 [61]	0–750	1.25±0.26	0.97±0.14 (m)	0.21±0.06
MS-EPI	Herneth et al. 2000 [62]	0, 440, 880	0.86	0.39±0.11 (m)	1.13±0.23
	Herneth et al. 2002 [63]	440, 880	1.61±0.37	0.71±0.27 (mf)	1.66±0.38
	Balliu et al. 2009 [64]	0, 500	1.90±0.39	0.92±0.13 (m)	–
SSFP-DWI	Byun et al. 2007	0, 650	0.88±0.07	0.78±0.03 (mf)	0.21±0.06
Typical values			1.0–2.0	0.7–1.0	0.2–0.6

Spécificité : Malin vs bénin

K du sein



Bénin

ADC = $2,375 \cdot 10^{-3}$
mm²/sec

Meeting Report

Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging as a Cancer Biomarker: Consensus and Recommendations

Anwar R. Padhani^{*}, Guoying Liu[†], Dow Mu-Koh[‡], Thomas L. Chenevert[§], Harriet C. Thoeny[¶], Taro Takahara^{**}, Andrew Dzik-Jurasz^{††}, Brian D. Ross^{‡‡}, Marc Van Cauteren^{§§}, David Collins^{¶¶}, Dima A. Hammoud^{||}, Gordon J.S. Rustin^{***}, Bachir Taouli^{ss} and Peter L. Choyke[†]

Emerging Challenges for Widespread Implementation of DW-MRI as a Means of Assessing Cancer

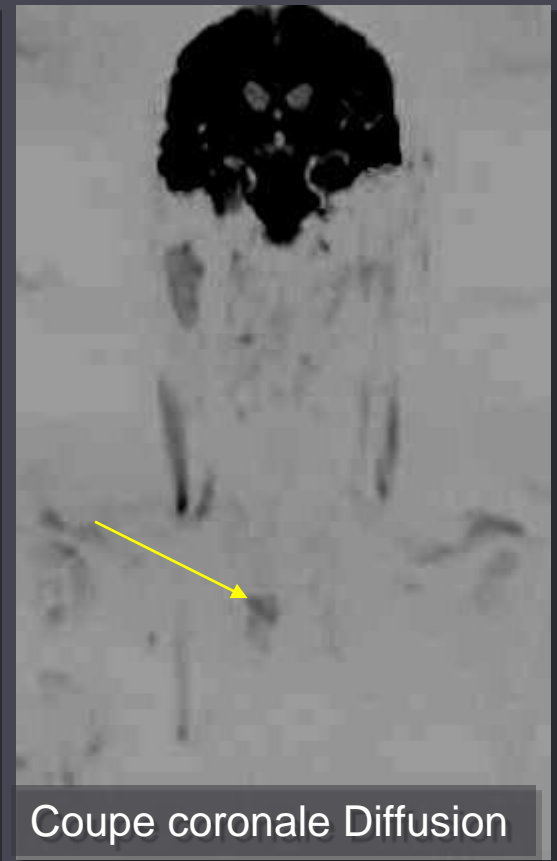
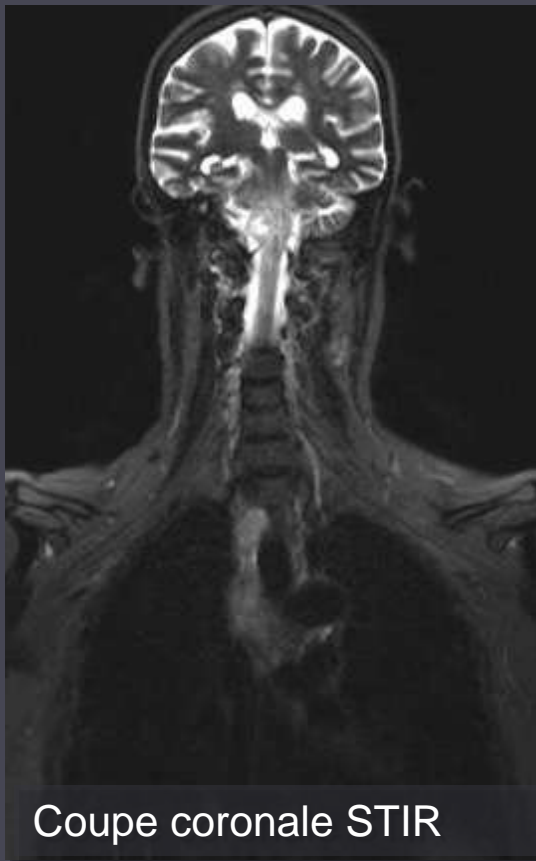
- Rapid evolution of body imaging protocols
- Divergence among and between vendors on data measurements/analysis and lack of transparency on how measurements are made
- No accepted standards for measurements and analysis
- Multiple data acquisition protocols depending on body part and usage of data
- Qualitative to quantitative assessments
- Lack of understanding of DW-MRI at a microscopic level
- Multiexponential decay components which affect the calculated ADC values
- Incomplete validation and documentation of reproducibility
- Divergent nomenclature and symbols
- Lack of multicenter working methodologies, accepted quality assurance (QA) standards, and physiologically realistic phantoms

Clinical View

- In general, tumors have lower ADC values, whereas normal/benign/reactive tissues have correspondingly higher values.
- Apparent diffusion coefficient values for distinguishing malignancy from normal/reactive tissues and benign disease are dependent on histologic characteristics such as tumor type, differentiation, and necrosis.
- Threshold ADC values for the different tumor types and organs need to be defined taking into account data acquisition parameters.
- Diffusion-weighted MRI may be an effective early biomarker for treatment outcome for both antivascular drugs and therapies that induce tumor cell apoptosis. It is unclear how effective DW-MRI will be for monitoring the effects of other classes of anticancer therapies.
- Diffusion-weighted MRI protocols and analysis methods need to be tailored to individual tumor types, anatomic sites, and therapies.
- Successful treatment is generally reflected by an increase in ADC values; however, transient early decreases in ADC values can be seen after treatment.
- Complex interplays of biophysical processes are reflected in changes in ADC, underlining the need to define more clearly the acquisition and analytic protocols.
- The prognostic significance of pretreatment ADC values stems from the relationship between necrosis and poorer patient outcomes.

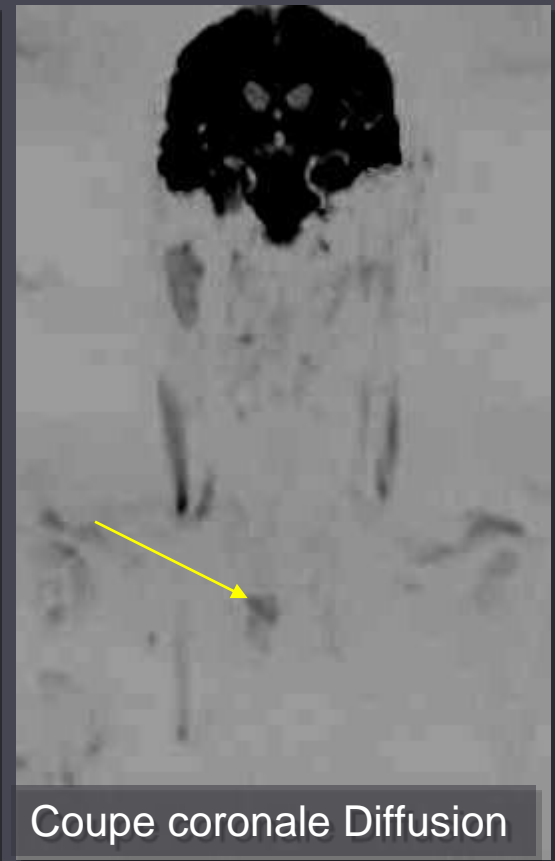
Cancer bronchique isolé?

Bilan d'extension d'un cancer bronchique.



Cancer bronchique isolé?

Bilan d'extension d'un cancer bronchique. **Qui a vu la lésion du tronc cérébral ?**

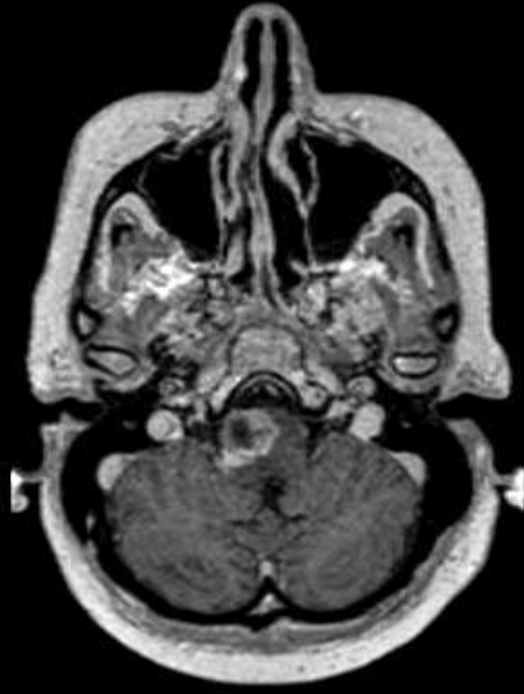


FLAIR



31

T1 Gd

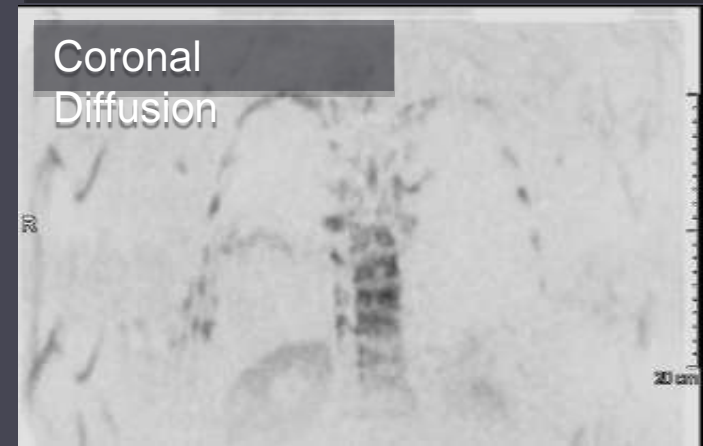
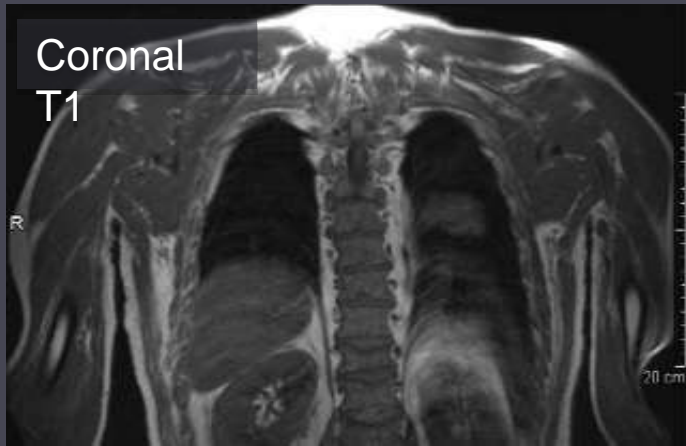


T1 Gd

T1 Gd

Pièges en diffusion

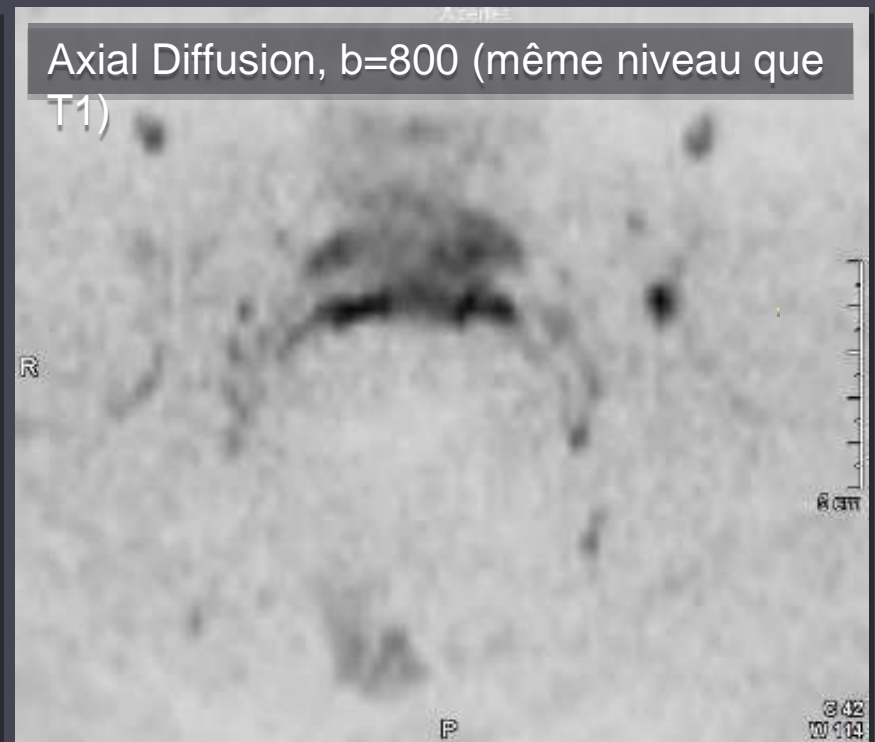
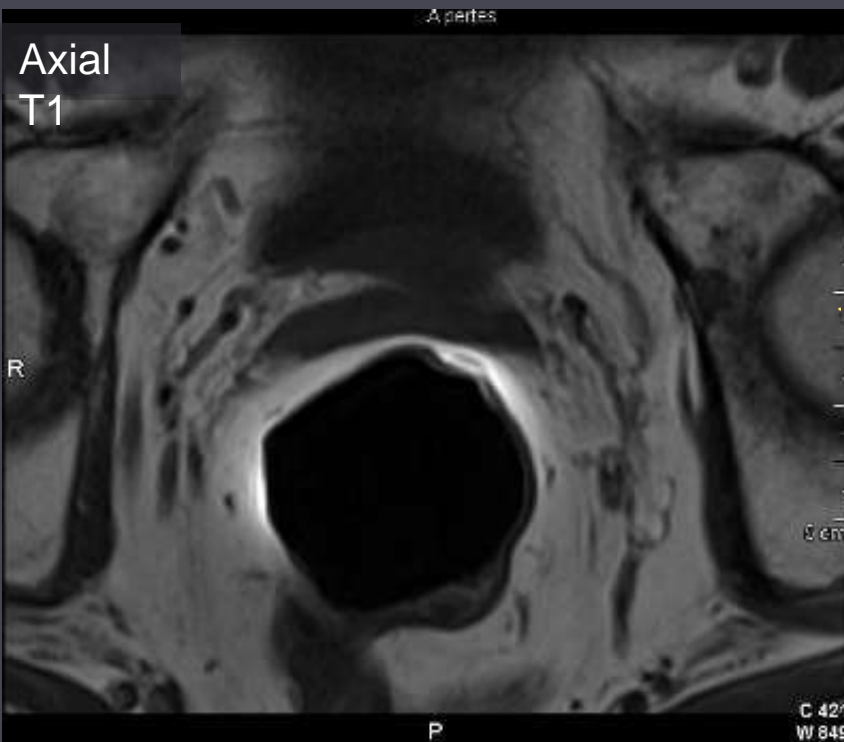
« SuperScan »



Quel est votre diagnostic?

Patient suivi pour un cancer de la prostate métastatique.

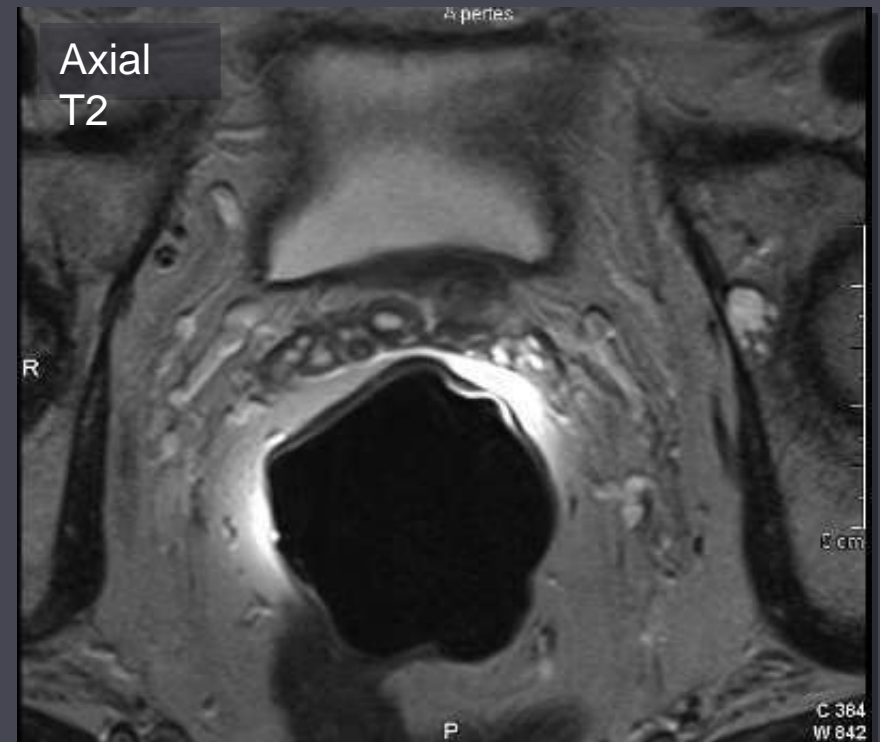
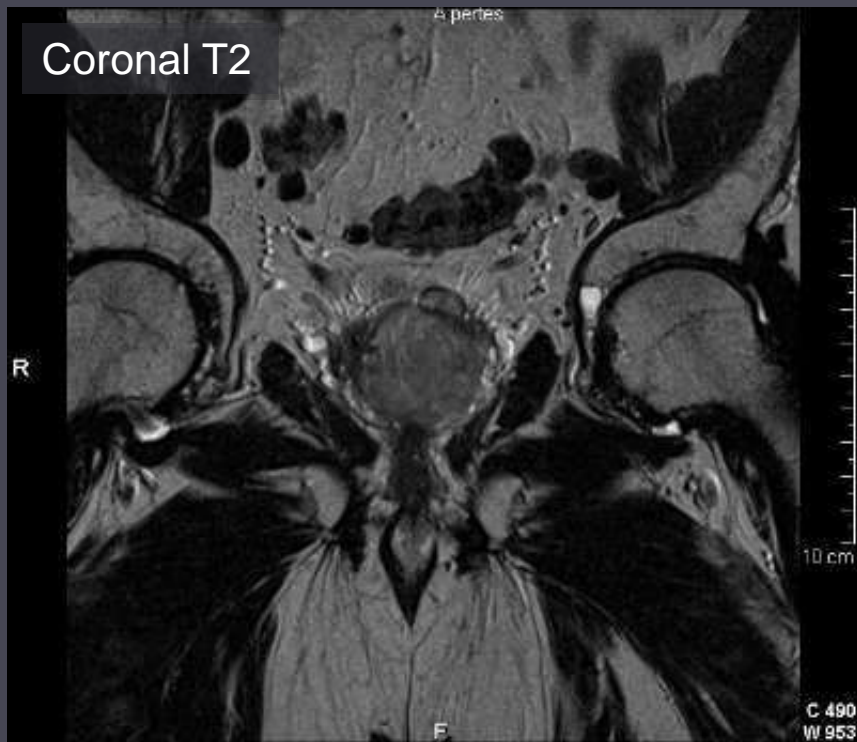
Découverte d'une lésion en hyposignal de la branche ilio pubienne gauche (flèche)



Géode d'hyperpression en hypersignal T2.

✓ Toujours vérifier le T2.

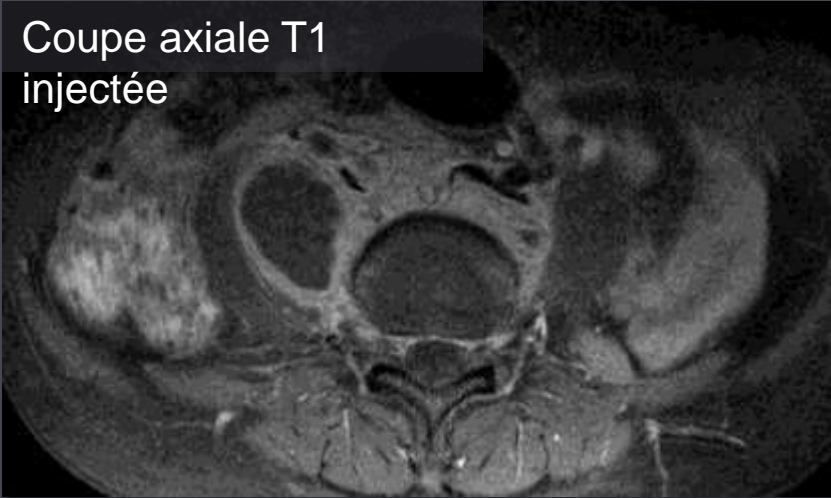
Géode d'hyperpression !



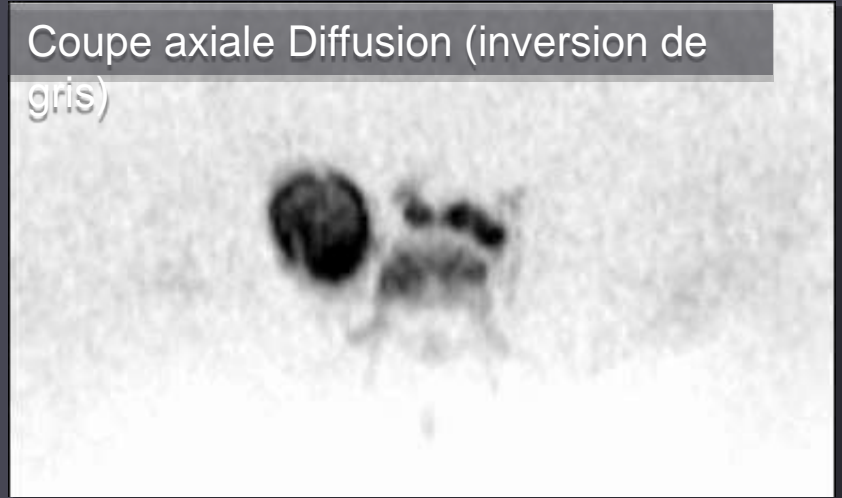
Spécificité : Tumoral vs infectieux

Bilan d'une lombalgie chronique chez un patient suivi pour lymphome.

Coupe axiale T1
injectée



Coupe axiale Diffusion (inversion de
gris)



Coupe sagittale T1
injectée



Coupe coronale T1
injectée



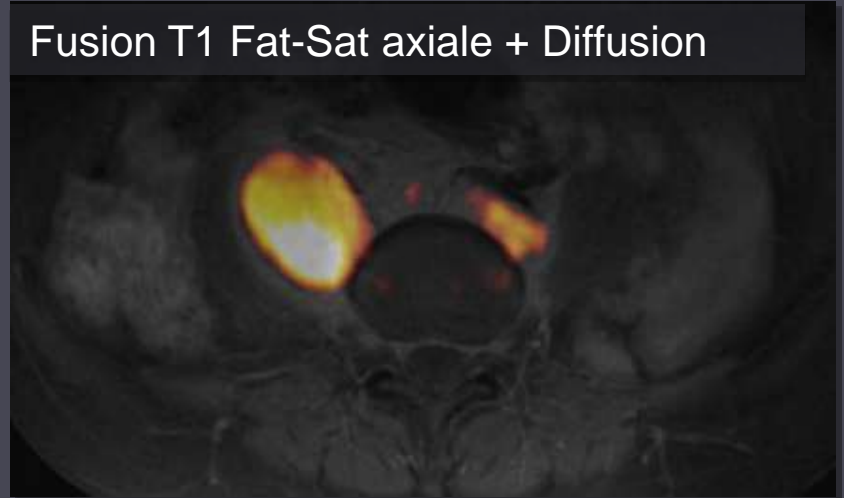
Spécificité : Tumoral vs infectieux

La diffusion montre une diminution de la mobilité des protons (hypersignal). **Abcès sur tuberculose**

Coupe axiale T1 Fat-Sat
injectée



Fusion T1 Fat-Sat axiale + Diffusion



Coupe sagittale T1
injectée



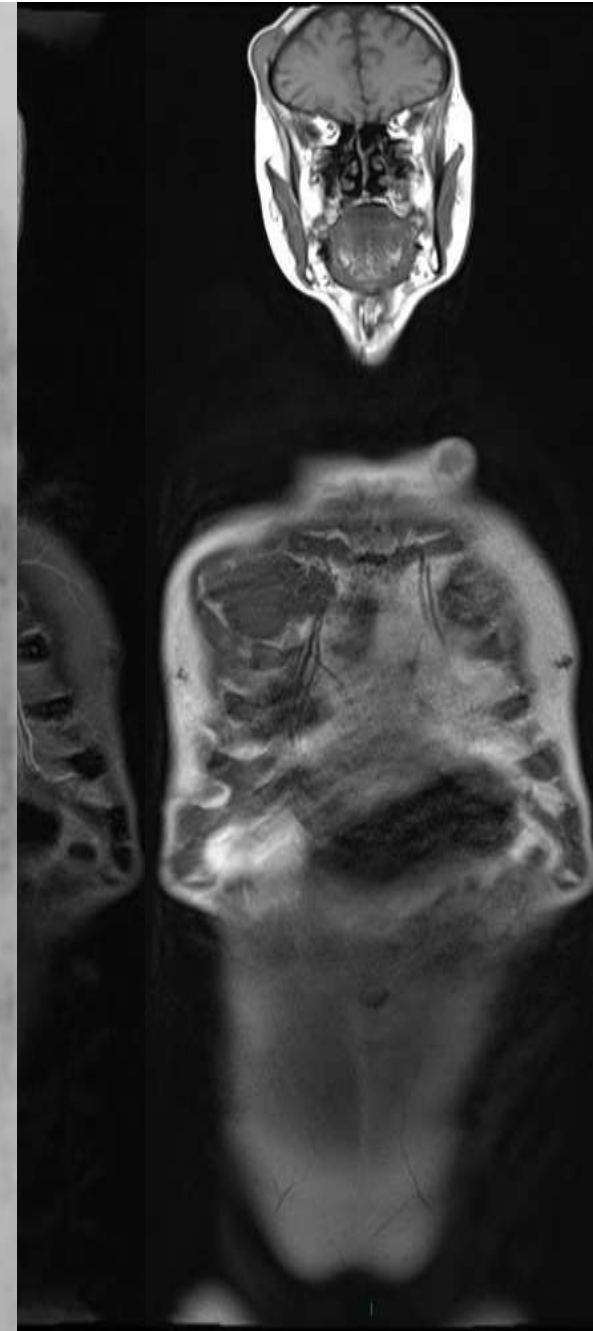
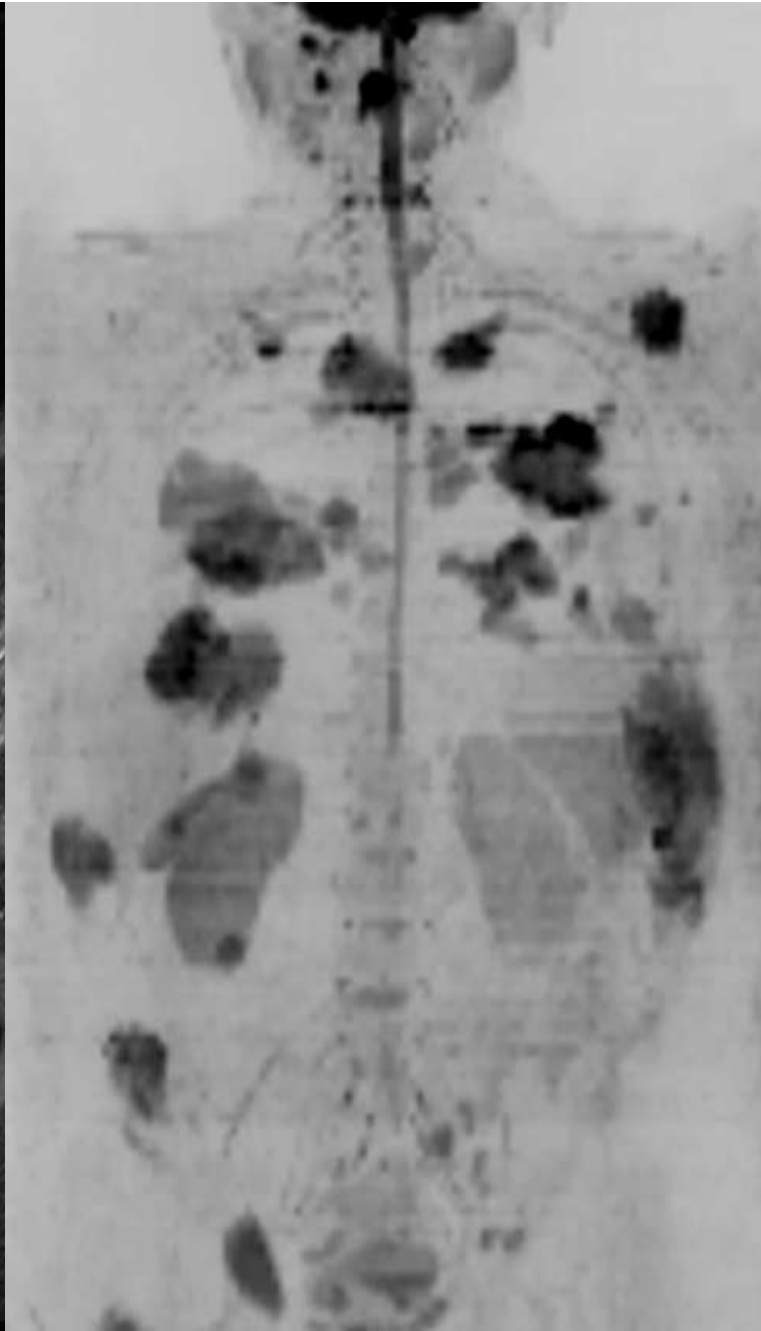
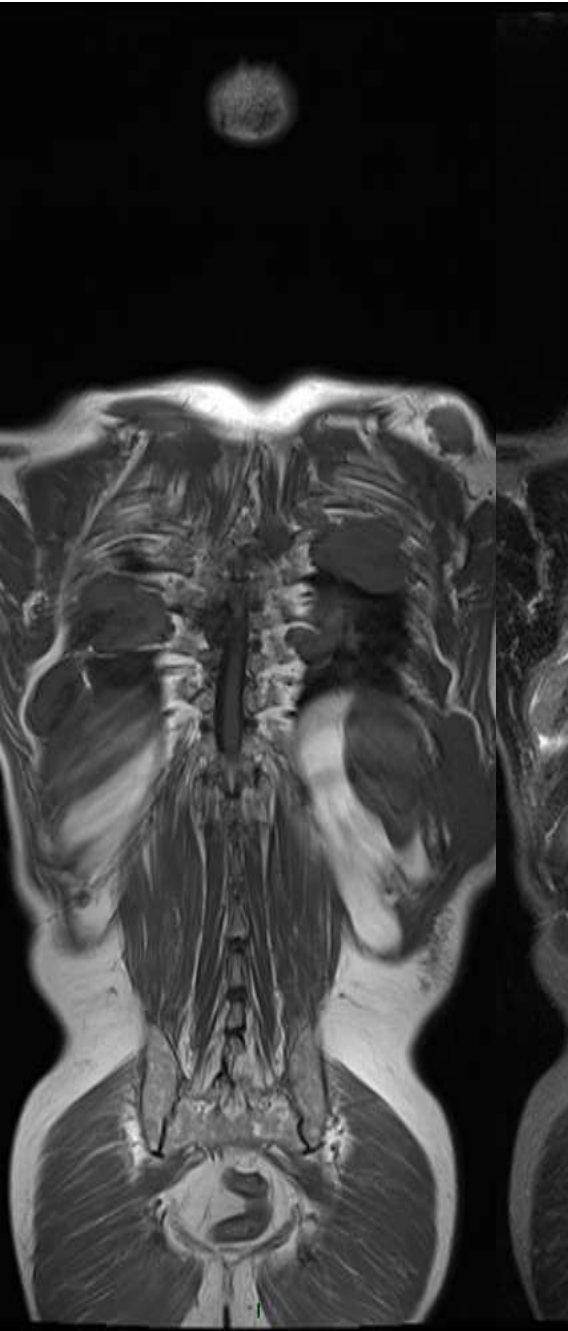
Coupe coronale T1
injectée



L'IRM corps entier en axial

- Lecture dans le plan frontal : 30 % de temps supplémentaire

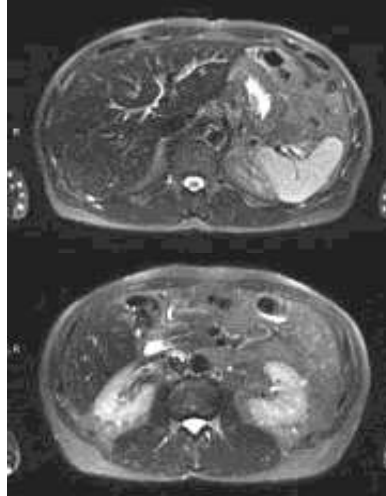
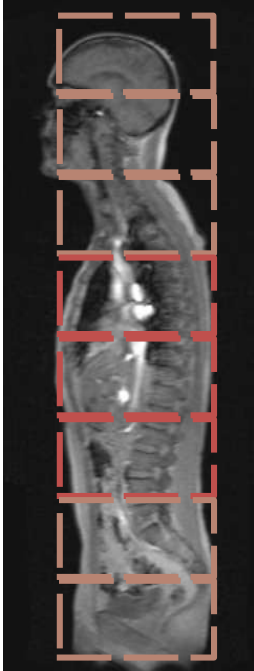
Myélome multiple : Bilan initial



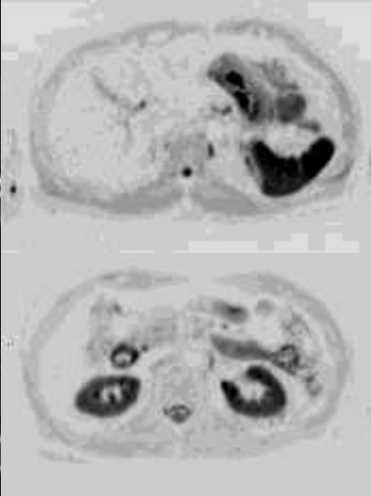
Rationnel

- ▶ Plan de référence en oncologie : plan axial (RECIST).
TAP en cancérologie : lecture axiale +++
- ▶ Œil du radiologue entraîné à la lecture des images dans le plan axial : un plan axial contient moins d'information qu'un plan frontal
- ▶ Comparaison des différentes séquences et fusion plus facile lorsque toutes les images sont acquises dans un même plan.

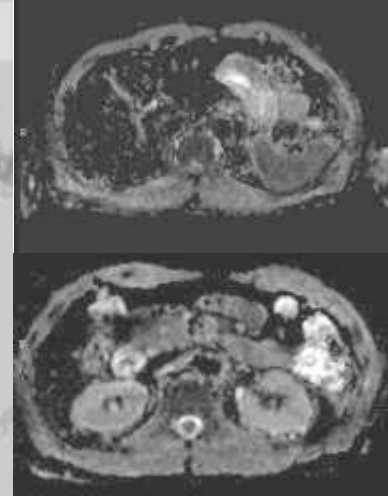
Protocole IRM 100% axial



STIR axial
apnée



Diffusion axial
Respiration libre



ADC axial
Respiration libre

Bilan initial
(négatif) d'un
myélome
multiple

Technique multi-paliers. Déplacement continu possible selon la séquence et la machine

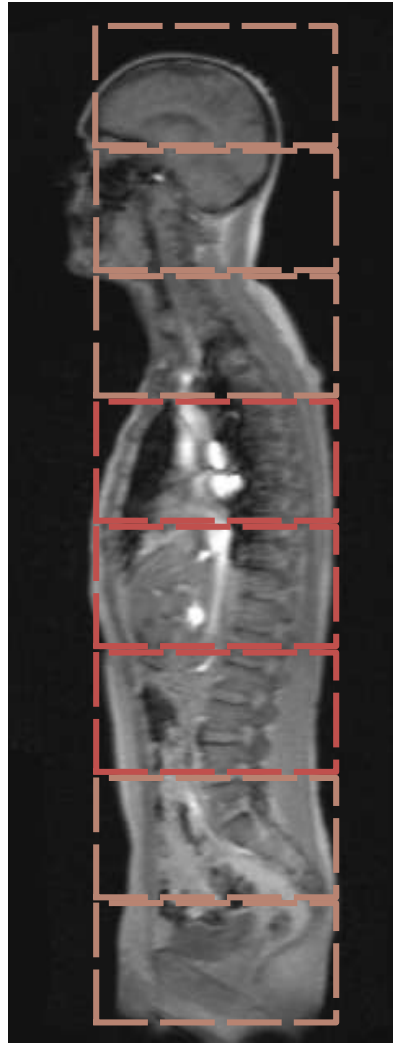
Protocole dans le plan axial

- Séquences axiales STIR ou T2 FatSat
- Séquences axiales T1 en apnée sans et avec injection
- Séquences axiales diffusion (b=50 ou 100, b=800), cartes ADC
- Option : Séquence complémentaire sagittale ou coronale

Les coupes réalisées au niveau de l'abdomen doivent bénéficier d'un asservissement respiratoire ou d'une apnée

Durée d'examen 30 mn

Protocole IRM 100% axial : Variantes

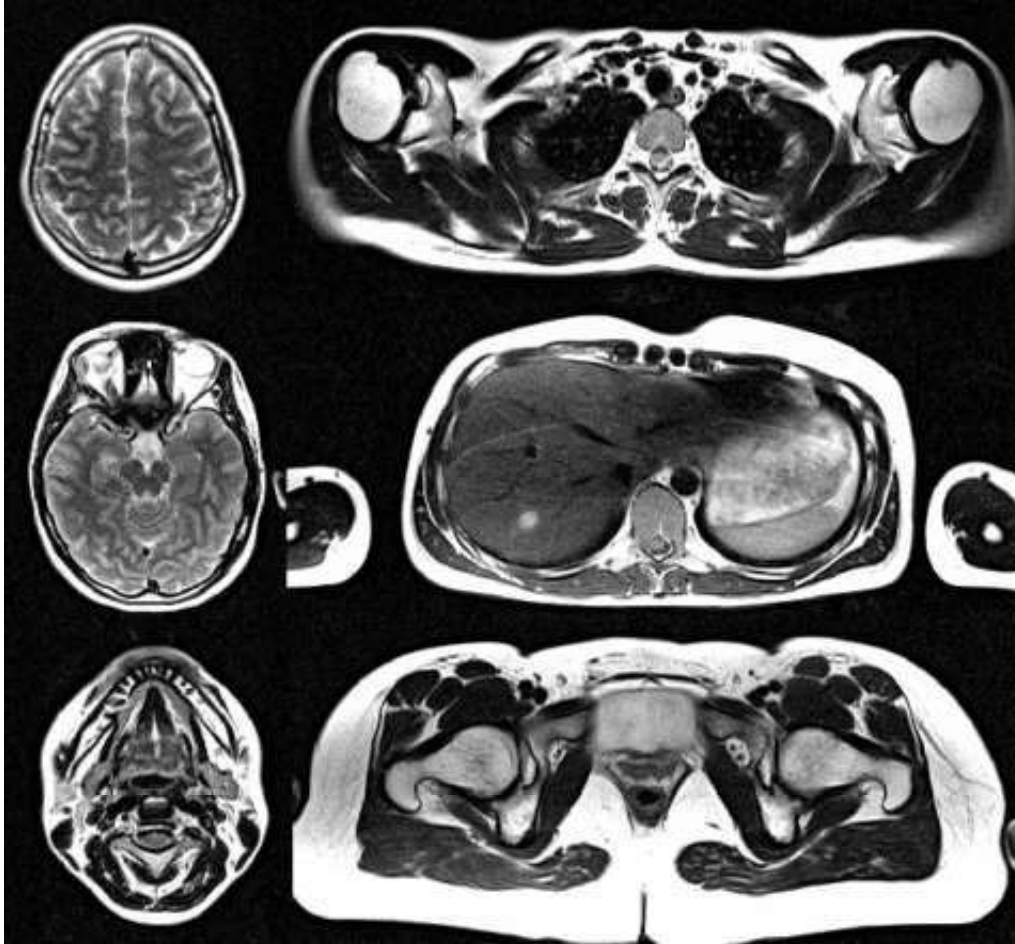


Acquisition 3D multi-paliers



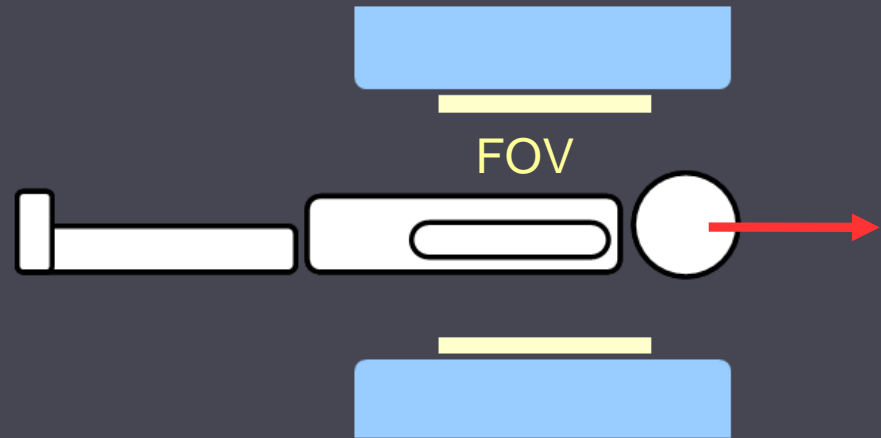
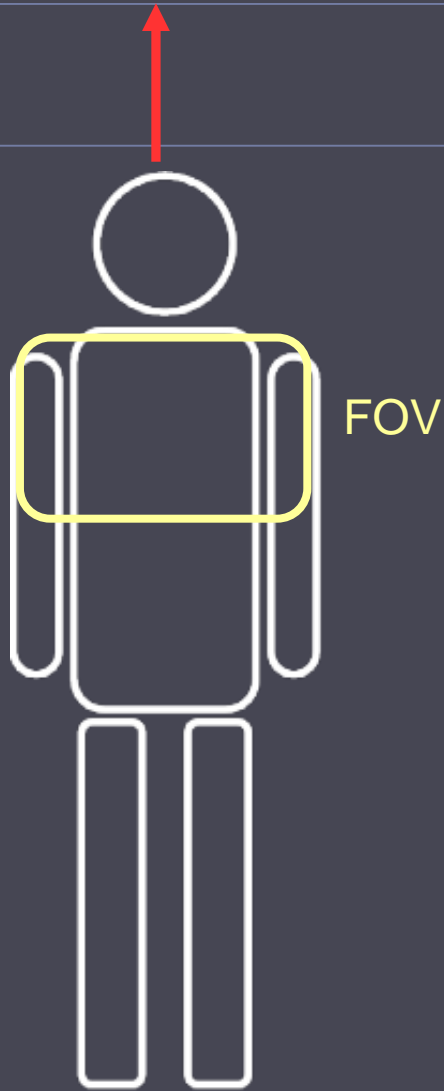
Acquisition 2D déplacement continu

Screening – multi-shot T2



Des reconstructions dans d'autres plans restent possibles, même si l'acquisition n'est pas isotrope.

Recherche de localisations secondaires



Pour

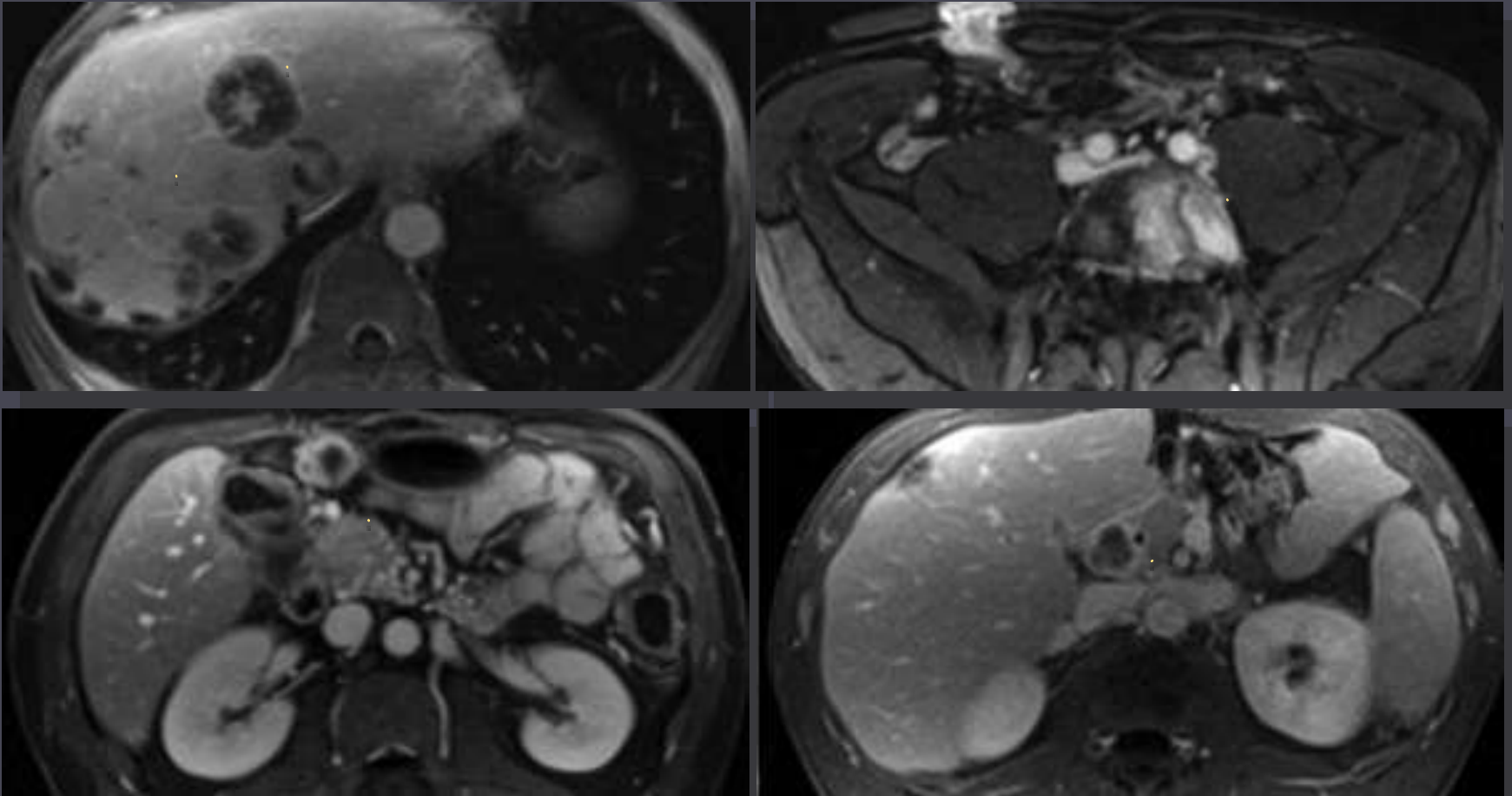
T1 Sans et avec injection

T2

Déplacement de table continu

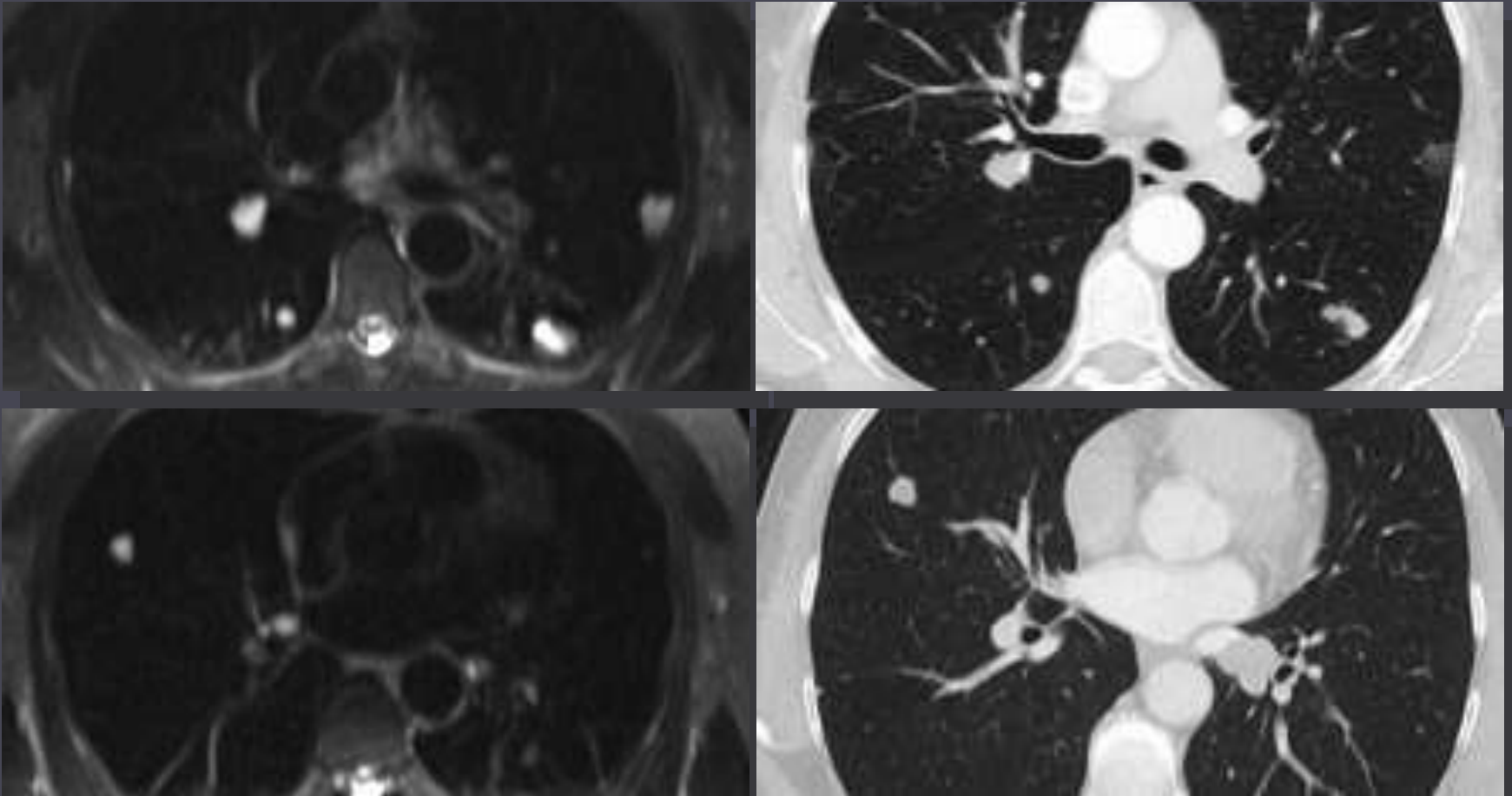
61 ans, récurrence de cancer du rectum

Séquences VIBE après injection



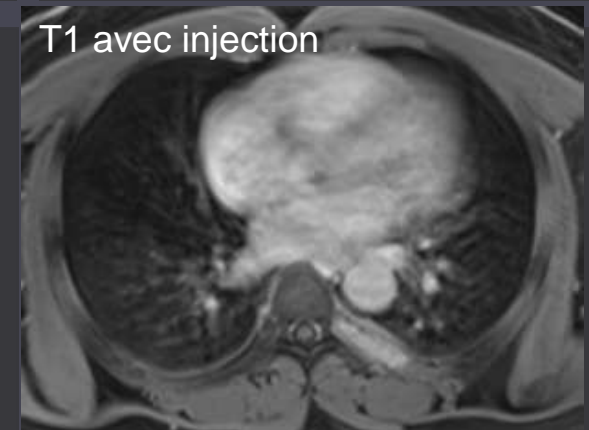
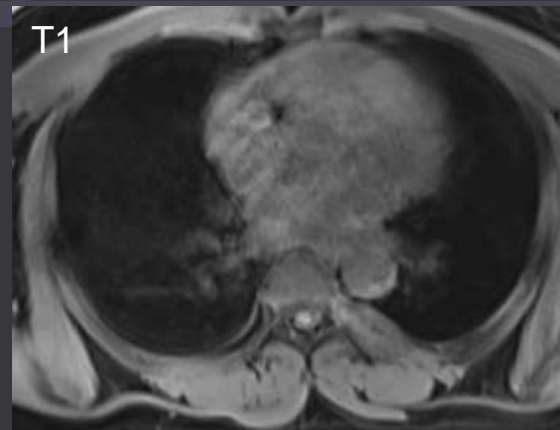
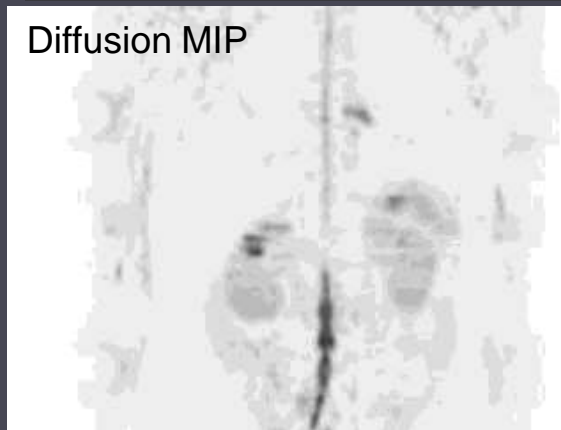
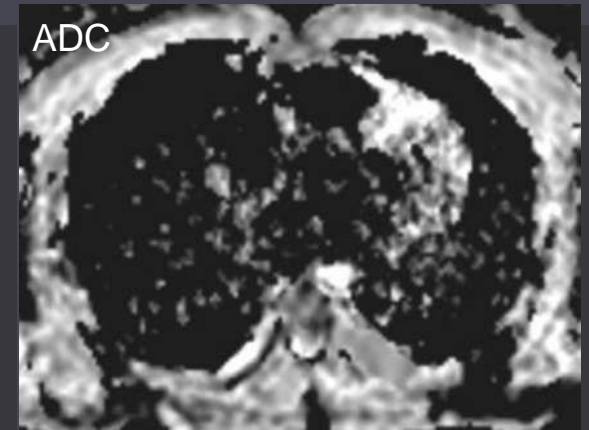
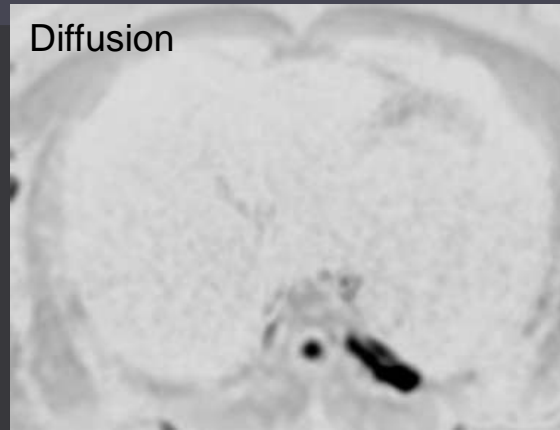
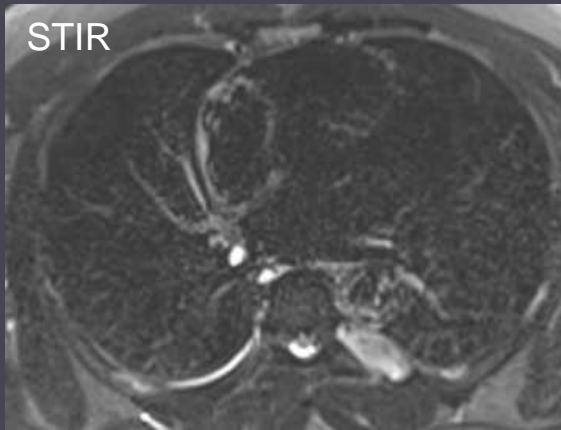
61 ans, récurrence de cancer du rectum

Séquences **HASTE** respiration libre. Comparaison avec le scanner.



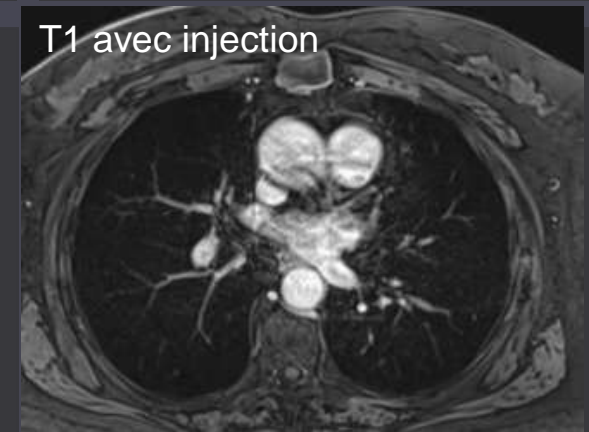
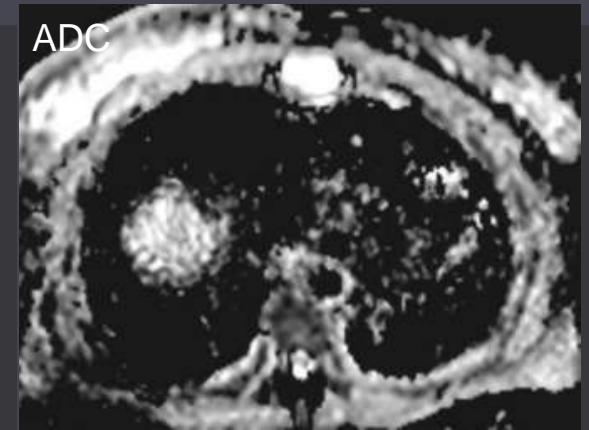
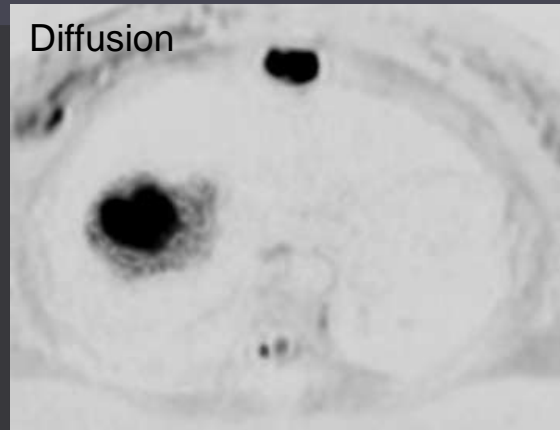
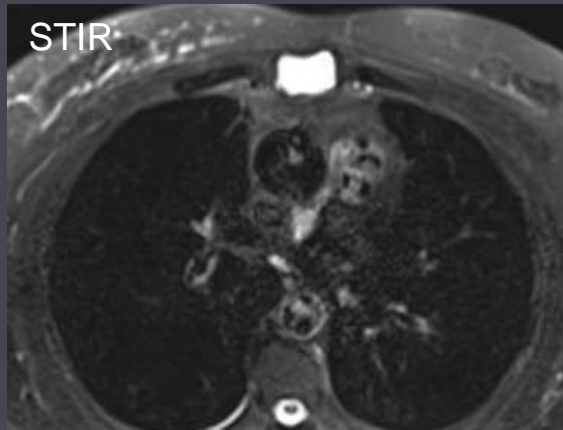
Bilan d'un plasmocytome solitaire de la 8^{ème} côte gauche

Aspect caractéristique de l'arc postérieur de la 8^{ème} côte gauche en hypersignal T2, hyposignal T1, hypersignal diffusion avec restriction de l'ADC, et prise de contraste après injection. Bilan en moins de 30 minutes.



Bilan d'un myélome traité

Aspect caractéristique d'une lésion séquellaire inactive du sternum en hypersignal T2, hyposignal T1, hypersignal diffusion mais avec ADC augmenté, et absence prise de contraste après injection. Bilan en moins de 30 minutes.

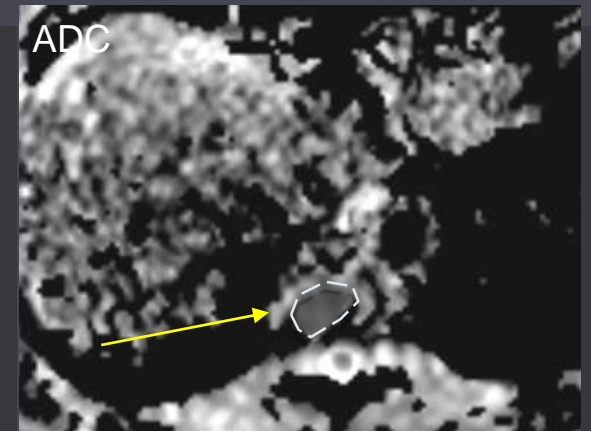
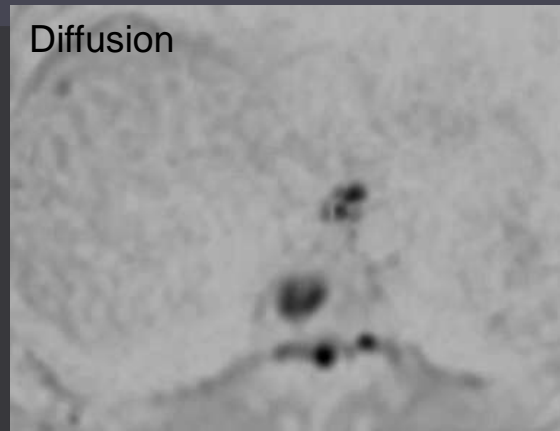
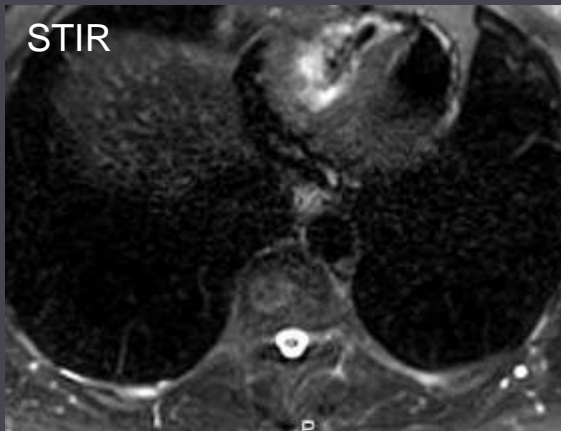


ADC très élevé

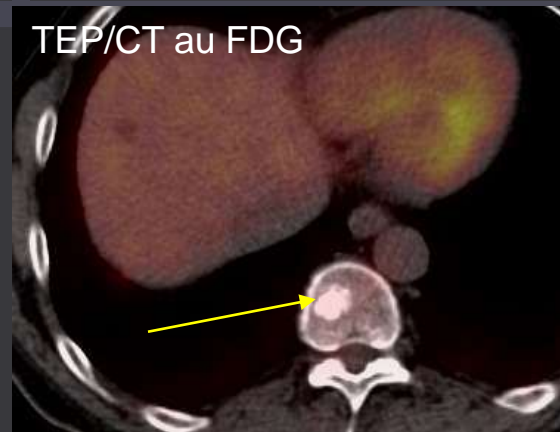
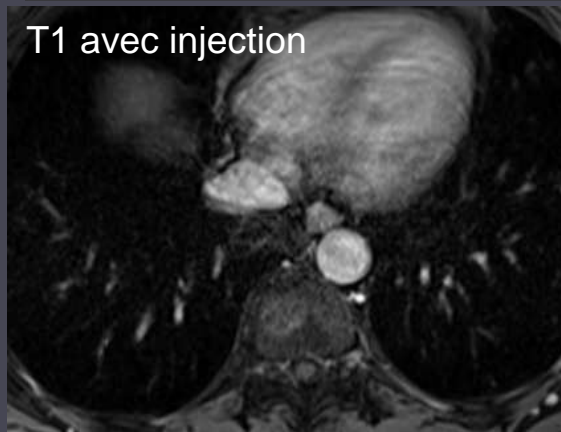
Séquelle

Bilan de réévaluation d'un POEMS traité

Lésion active de T10 bien visible en IRM et caractéristique, non visible en TEP au FDG. En revanche, le caractère condensant des lésions est bien visible sur le scanner.

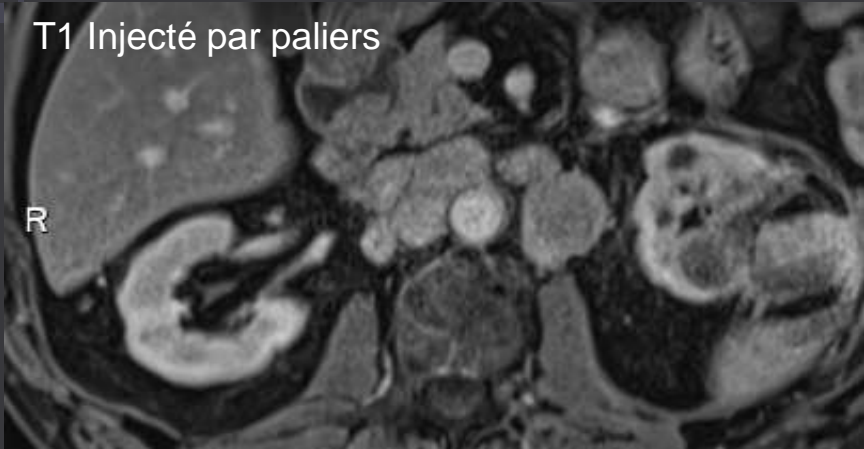
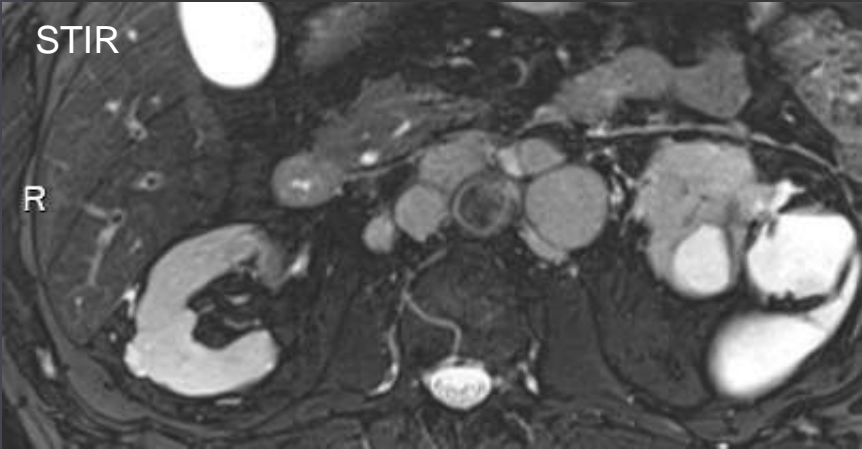
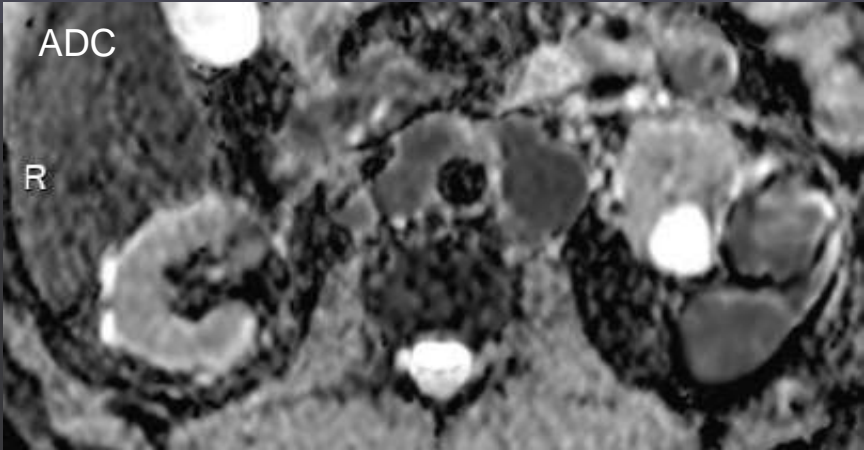
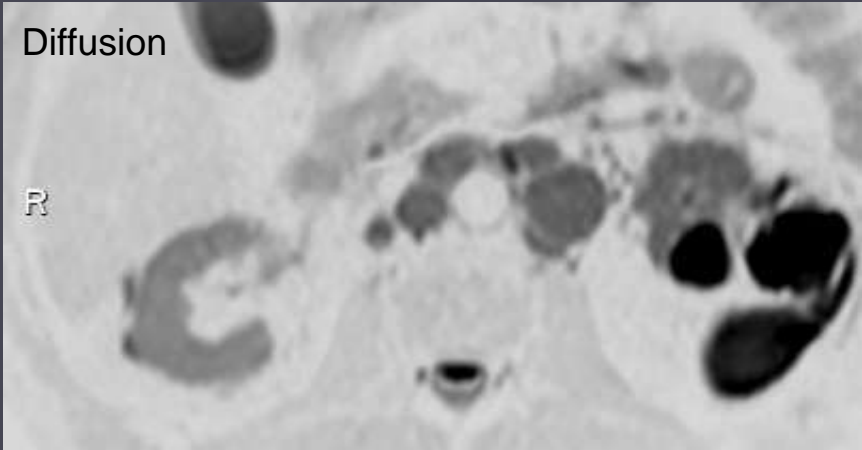


ADC = $0,693 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$



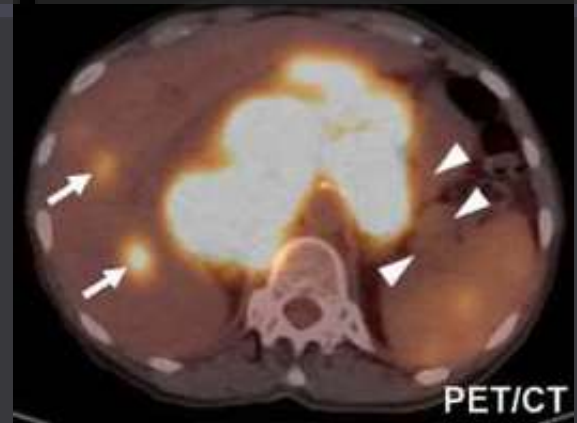
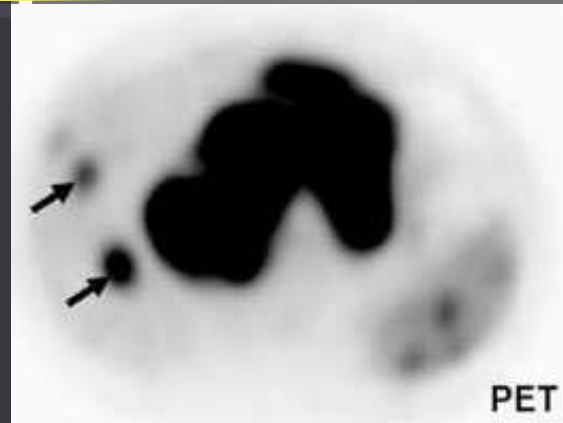
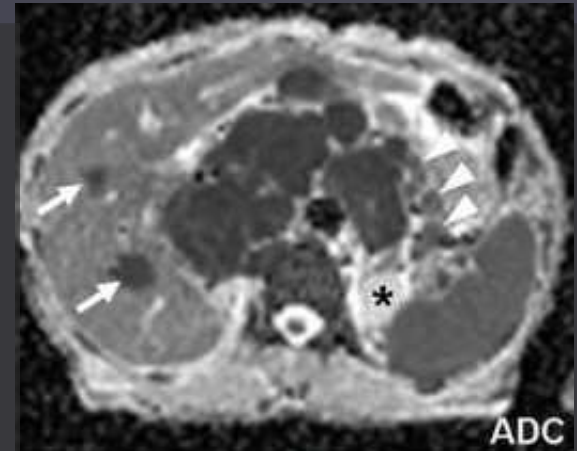
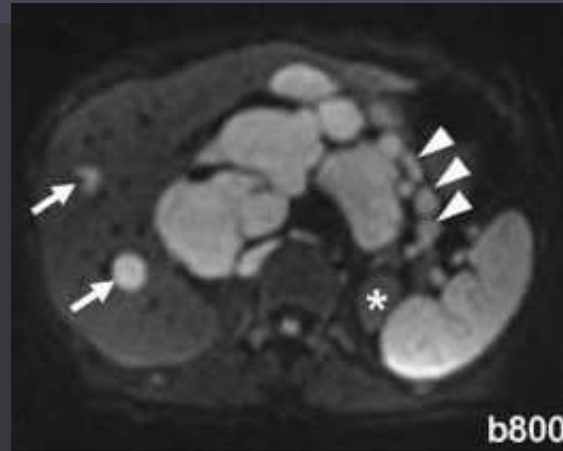
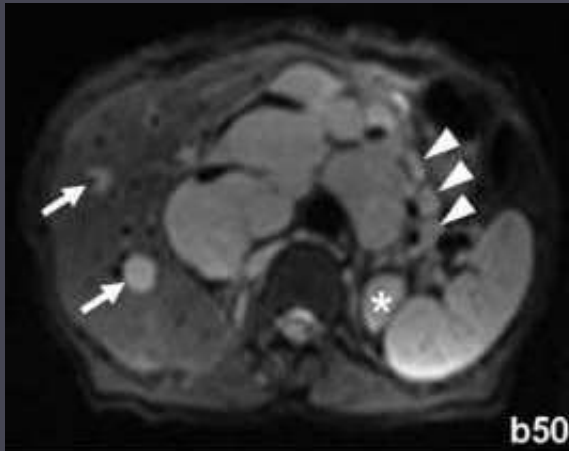
P olyneuropathy
O rganomegaly
E ndocrinopathy
M onoclonal Protein
S kin changes

Bilan d'un lymphome folliculaire



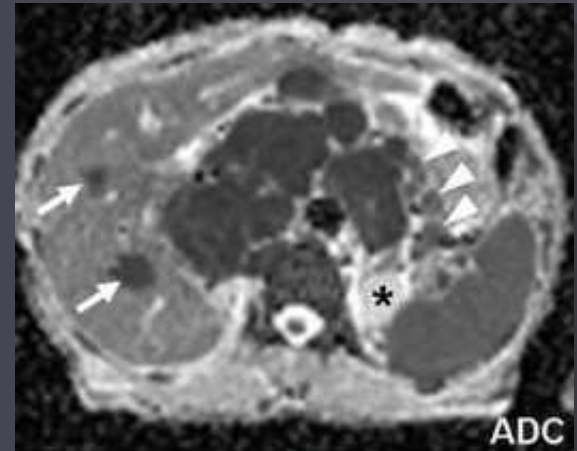
Bilan d'extension des lymphomes non hodgkiniens

ADP suspectes si : Taille > 10mm sur images DWI et hypointenses aux muscles sur images ADC.



Bilan d'extension des lymphomes non hodgkiniens

Bon agrément TEP-TDM et DWIBS pour la classification Ann Arbor (94%).



ADP	Kappa	Sensibilité	Spécificité
DWI	0,85	90%	94%
ADC + DWI		81%	100%

Discussion

- ▶ Possibilité de coupler de multiples antennes en réseau phasé (jusqu'à 204 éléments et 48 canaux à 1,5T) → excellente résolution spatiale avec un bon rapport S/B.
- ▶ Gestion des déplacements de table (continus ou en paliers) → réduction +++ de la durée d'acquisition
- ▶ Corps entier dans le plan axial (diffusion, ADC, T2/STIR et T1 sans et avec injection) → moins de 30 minutes.

axial

Perspectives

Fait

- ▶ Acquisitions corps entier
 - ▶ T1, STIR, diffusion
 - ▶ Reconstructions, fusion

→ Avec la diffusion, on voit beaucoup de choses



En cours

- ▶ ADC
 - ▶ Définition de valeurs seuils
 - ▶ Examen pré et post
- ... Mais il faut savoir ce que l'on voit !

axial



Conclusion

- ▶ L'avenir de l'IRM corps entier se dessine dans le plan transversal
 - ▶ Acquisitions en apnée ou avec synchronisation respiratoire indispensables au niveau du thorax et de l'abdomen
 - ▶ Comme en TEP, la durée d'examen dépend de la couverture anatomique
-

