



IMAGERIES DU VIVANT

défis technologiques et enjeux sociétaux

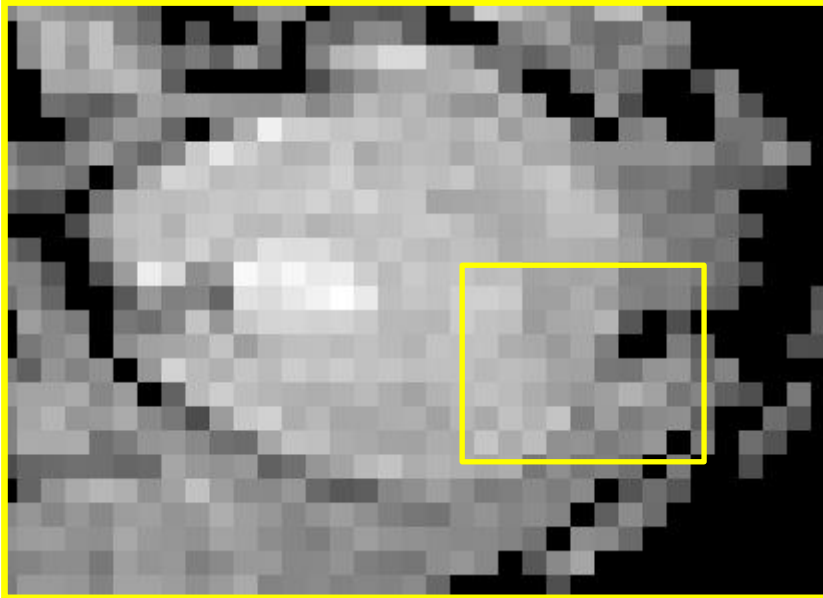
ATELIER 'REGARDS CROISES SUR L'IMAGERIE DU VIVANT'

10 Novembre 2015

Regard du physicien

Image

- Image ?



1,22E+09	1,24E+09	1,06E+09	1,08E+09	1,06E+09	1,09E+09	8,25E+08	8,26E+08	8,62E+08
1,35E+09	1,31E+09	1,04E+09	1,04E+09	1,13E+09	1,01E+09	8,54E+08	8,04E+08	8,45E+08
1,26E+09	1,24E+09	1,01E+09	1,09E+09	1,10E+09	1,17E+09	5,56E+08	NaN	5,15E+08
1,26E+09	1,13E+09	1,09E+09	9,97E+08	1,09E+09	8,25E+08	NaN	NaN	8,11E+08
1,19E+09	1,22E+09	1,19E+09	1,07E+09	1,05E+09	7,70E+08	7,56E+08	9,59E+08	9,87E+08
1,26E+09	1,21E+09	1,12E+09	1,03E+09	9,70E+08	1,03E+09	1,15E+09	1,05E+09	7,59E+08
1,10E+09	1,25E+09	1,16E+09	1,27E+09	8,05E+08	1,03E+09	8,09E+08	9,00E+08	9,31E+08
1,27E+09	1,11E+09	1,22E+09	9,31E+08	9,56E+08	8,07E+08	8,84E+08	9,76E+08	NaN



image: valeurs que prend un *signal physique* sur une région de l'espace



IMAGERIES DU VIVANT

Regards croisés - regard du physicien

QUELS SIGNAUX POUR UNE IMAGE ?

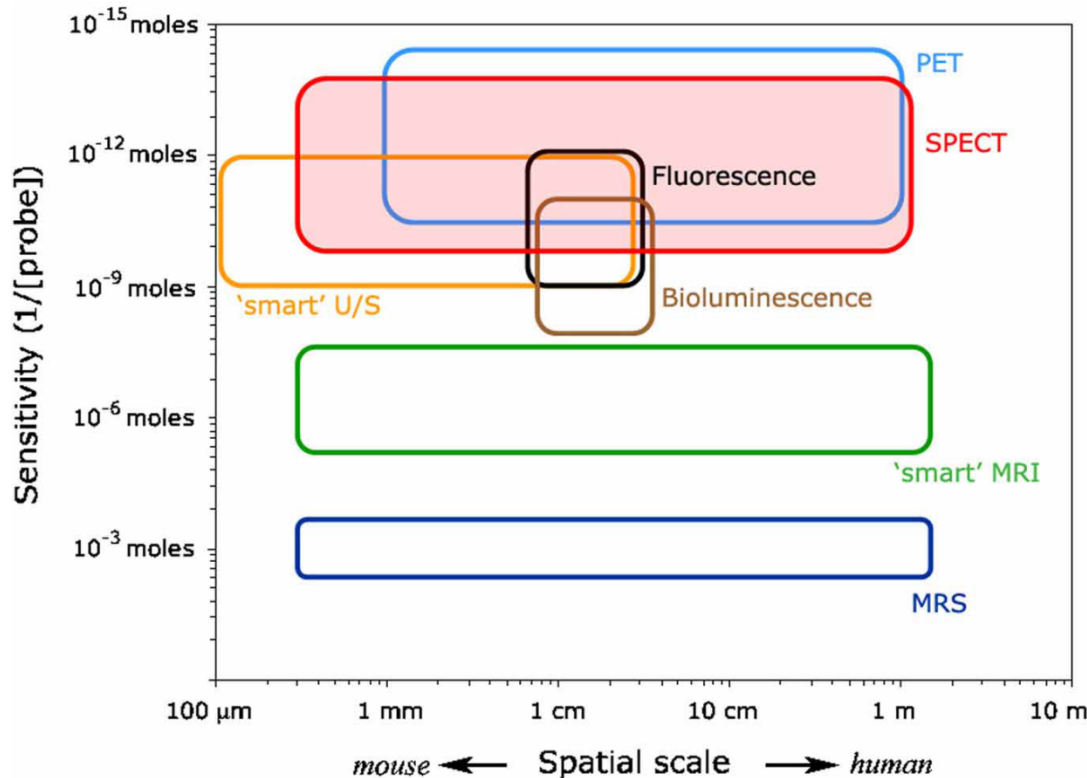
Imageries du vivant

Signaux physiques ?

- "Signal physique": tout processus pouvant être détecté et quantifié par un capteur
 - Désintégration radioactive: TEP
 - Absorption de X par la matière: CT
 - Réflexion d'ondes acoustiques contre des barrières d'impédance: US
 - Lumière (émise, transmise, ...): microscopie optique
 - Radiofréquence: IRM

Imageries du vivant

Signaux physiques ?



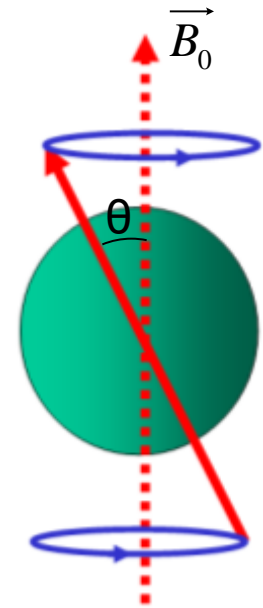
Townsend & al., Front. Phys., 2013

Mais aussi: résolution temporelle, coût, risques associés, pénétration, caractère quantitatif, nécessité d'agents d'imagerie / de contraste

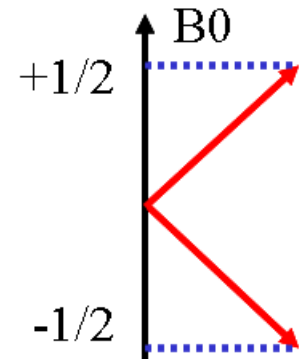
Origine du signal d'IRM

- Spin nucléaire: moment magnétique doté de moment angulaire
- En présence d'un champ magnétique, les spins nucléaires rentrent en *précession* (Larmor)
- Précession: caractérisée par sa fréquence (ω , MHz), déterminée par
 - Le type de noyau (hydrogène: $\gamma = 42.6$ MHz/T)
 - Le champ magnétique (B_0 , 1.5T or 3.0T sur les systèmes cliniques):

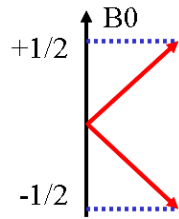
$$\omega = \gamma B_0 \quad [\text{MHz}]$$



$$E_1 = - \gamma \hbar B_0 / 2$$
$$E_2 = + \gamma \hbar B_0 / 2$$



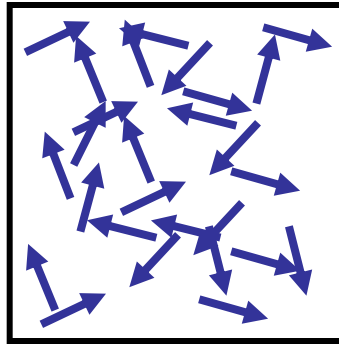
Aux échelles macroscopiques : *aimentation, M*



$T=0\text{ K}$

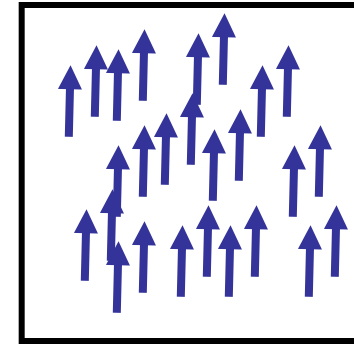
alignement des spins

$B = 0\text{ T}$



0 %

$B = 0.1\text{ T}$



100 %

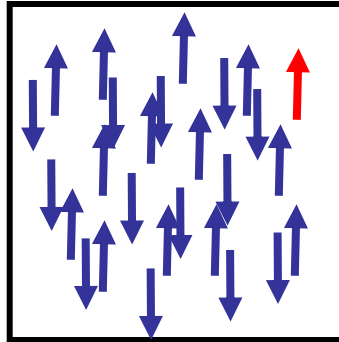
M



$T=300\text{ K}$

alignement des spins

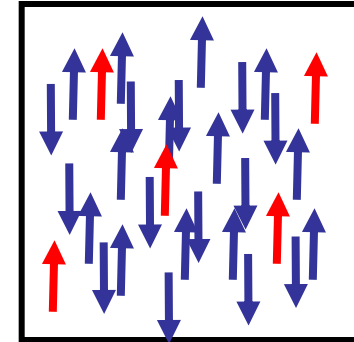
$B = 0.1\text{ T}$



1 ppm



$B = 0.5\text{ T}$



5 ppm



B_0

Imageries du vivant

Instrumentation en IRM

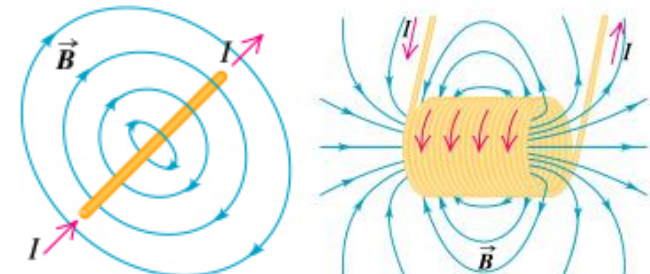
- IRM: basée sur
 - un aimant principal: pour rendre l'échantillon aimanté
 - des antennes radio émettrices: pour générer un signal
 - des antennes radio réceptrices: pour détecter le signal



exemples d'aimants préclinique et clinique

fréquence constante champ magnétique

$$\omega = \gamma B_0 \quad [\text{MHz}]$$



lignes de champ autour d'un conducteur

Imageries du vivant

Instrumentation en IRM

- IRM: basée sur
 - un aimant principal: pour rendre l'échantillon aimanté
 - des antennes radio émettrices: pour générer un signal
 - des antennes radio réceptrices: pour détecter le signal





IMAGERIES DU VIVANT

Regards croisés - regard du physicien

COMMENT LOCALISER LE SIGNAL ?

Imageries du vivant

Formation de l'image

- Signal: a la même fréquence partout dans l'aimant !
- Une image est résolue spatialement; comment localiser le signal ?

Il faut faire varier la fréquence de résonance dans l'espace :

On ajoute des gradients
au champ magnétique principal
Résultat : **fréquence** ↔ **position**

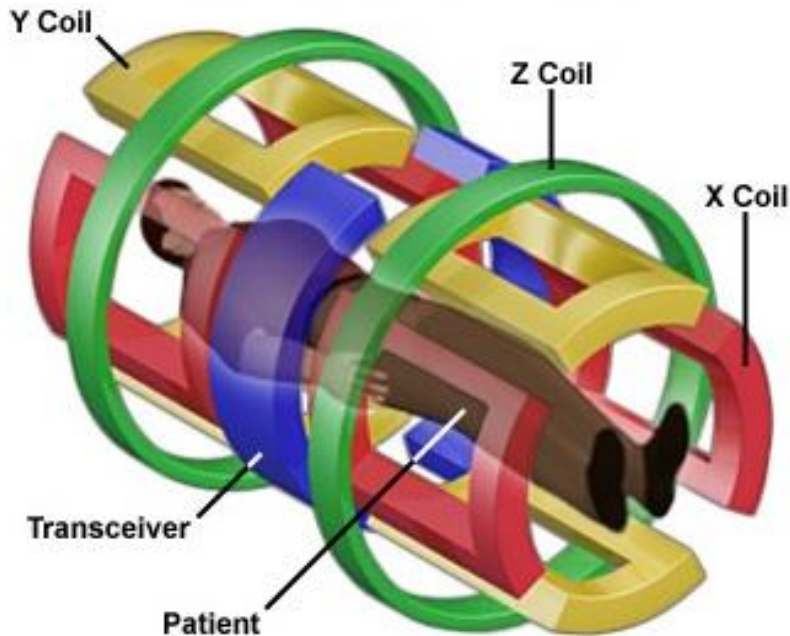
$$\omega = \gamma [B_0 + B(x, y, z)]$$

Imageries du vivant

Formation de l'image

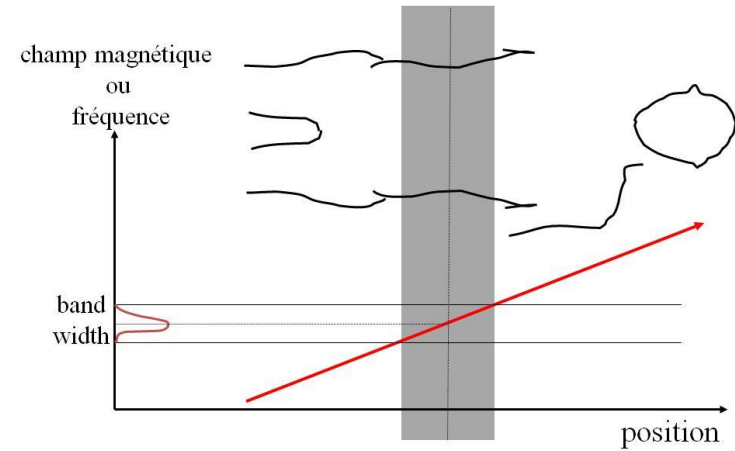
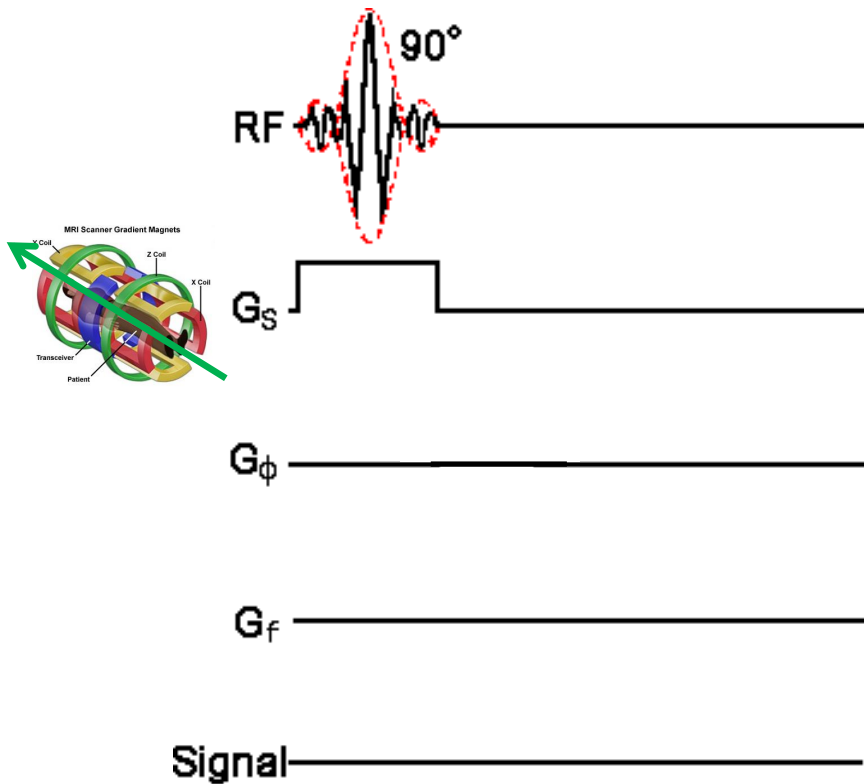
- **IRM: basée sur**
 - un aimant principal: pour rendre l'échantillon aimanté
 - des antennes radio émettrices: pour générer un signal
 - des antennes radio réceptrices: pour détecter le signal
 - des aimants de gradient: pour localiser le signal

MRI Scanner Gradient Magnets



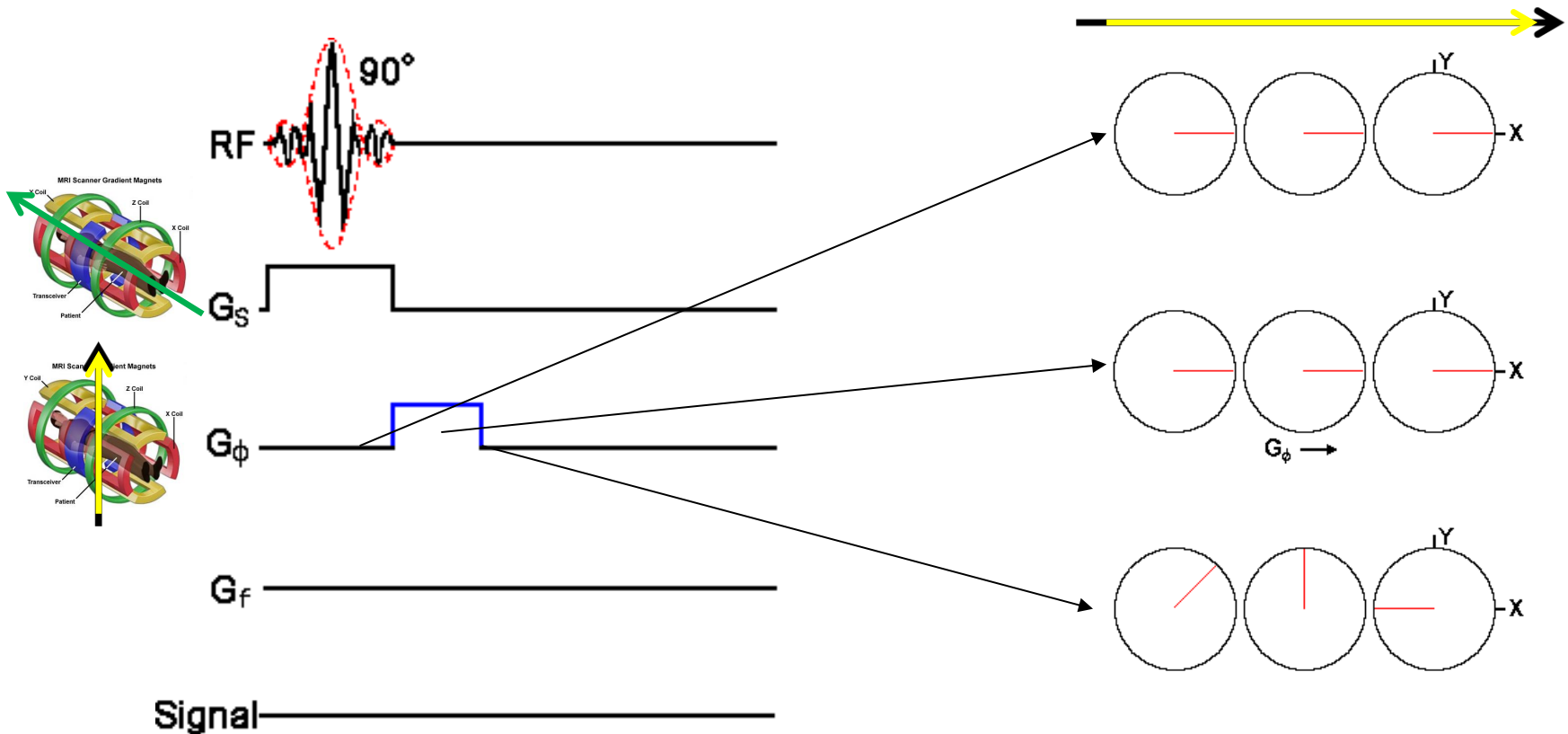
Imageries du vivant

Formation de l'image



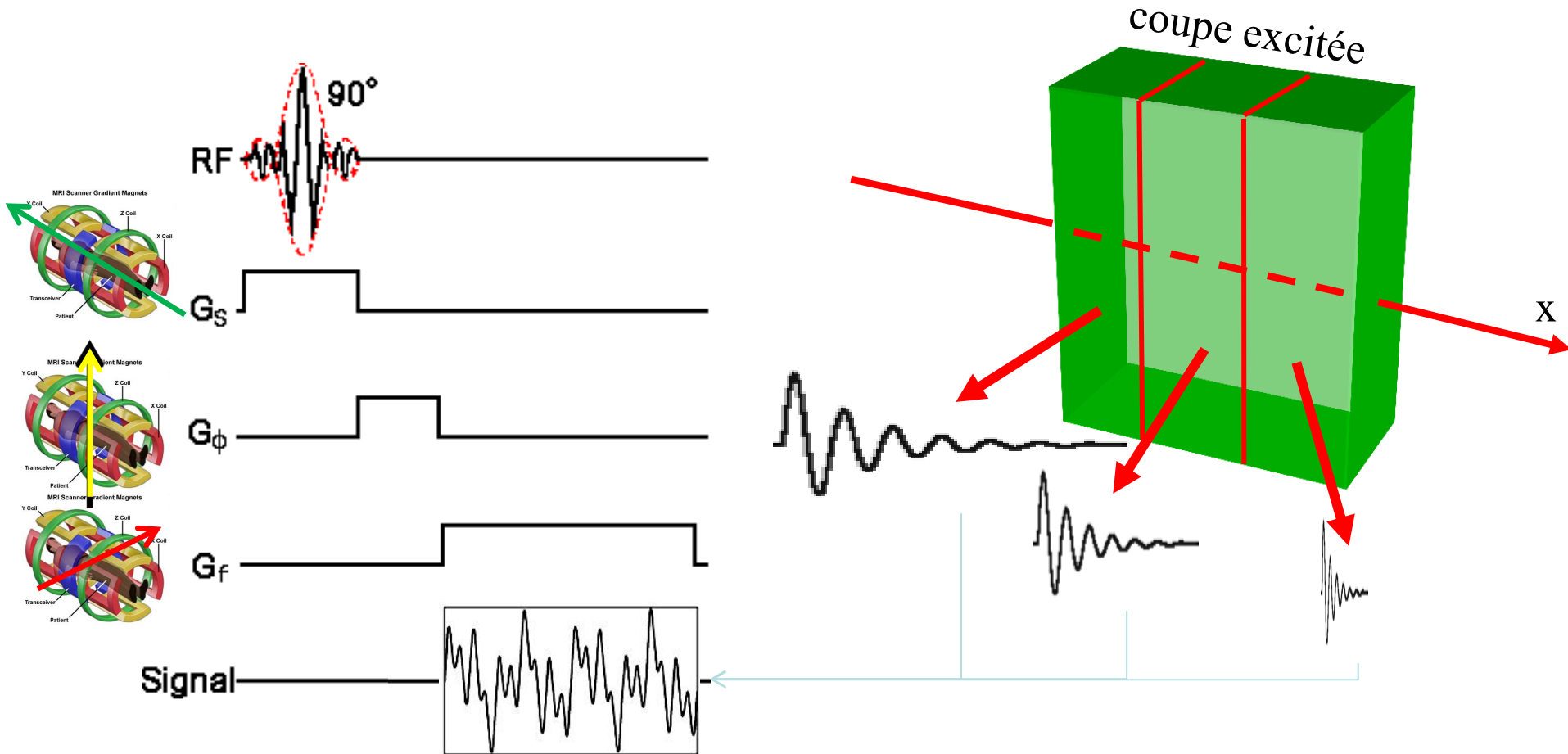
Imageries du vivant

Formation de l'image



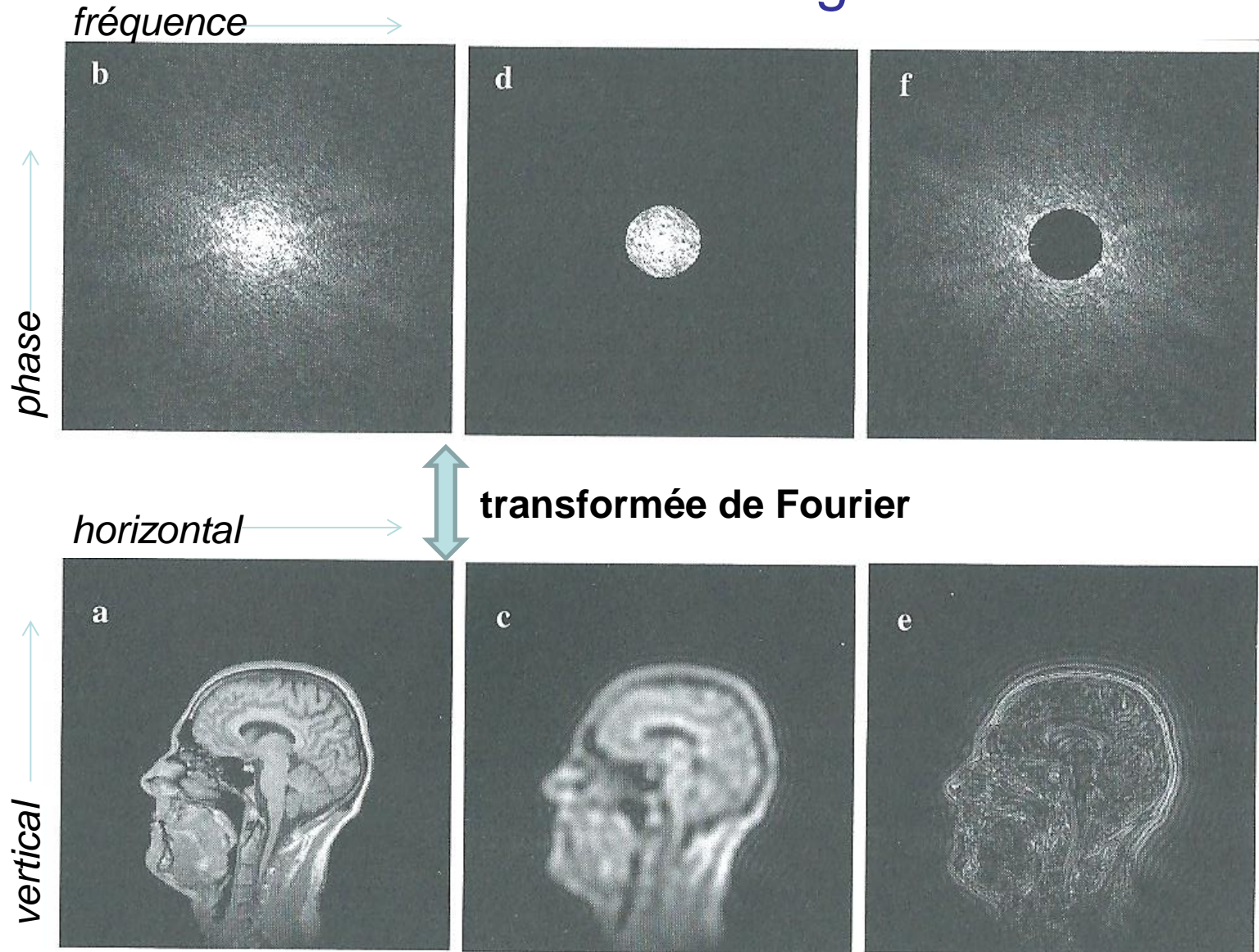
Imageries du vivant

Formation de l'image



Imageries du vivant

Formation de l'image



Imageries du vivant

Formation de l'image

- Et pour les autres modalités
 - CT, PET: reconstruction par "back-projection" et filtrage
 - US: reconstruction par analyses corrélatives et "temps de vol"
 - Microscopie optique: lois optiques et lentilles



IMAGERIES DU VIVANT

Regards croisés - regard du physicien

COMMENT OBTENIR UN CONTRASTE ?

Imageries du vivant

Contraste de l'image

- Contraste de l'image = variation du signal dans l'espace où l'image est acquise
- Contraste: peut être
 - Endogène (provenir des tissus eux-mêmes)
 - Exogène (être apporté par un agent extérieur)
- Mécanismes
 - US: impédance dans les tissus
 - CT, PET: absorption des ondes par les tissus
 - Optique: sondes fluorescentes, colorimétriques

- En IRM: contraste endogène
 - Propriétés magnétiques
 - Relaxation spin-environnement (T1)
 - Relaxation spin-spin (T2)
 - Densité de protons
 - Propriétés de la séquence d'imagerie
 - Temps de répétition
 - Temps d'écho
 - Angle de bascule
 - Nombre de moyennages

- En IRM: contraste endogène
 - Propriétés magnétiques
 - Relaxation spin-environnement (T1)
 - Relaxation spin-spin (T2)
 - Densité de protons
 - Propriétés de la séquence d'imagerie
 - ##TITLE=Parameter List
 - ##JCAMPDX=4.24
 - ##DATATYPE=Parameter Values
 - ##ORIGIN=Bruker BioSpin MRI GmbH
 - ##OWNER=lbi
 - \$\$ Tue Mar 31 14:56:42 2015 CEST (UT+2h) lbi
 - \$\$ /opt/PV5.1/data/lbi/nmr/FOZ_wt_p-_13.uX1/3/method
 - ##\$Method=MGE
 - ##\$FirstEchoTime=1.5974
 - ##\$EchoSpacing=0.7406666666666667
 - ##\$PVM_RepetitionTime=950

Imageries du vivant

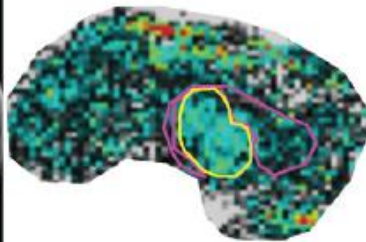
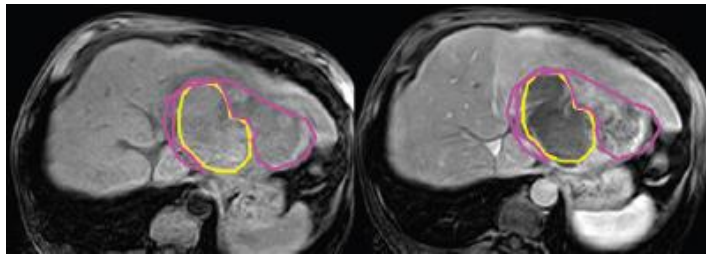
Contraste de l'image

- IRM: peut être rendue sensible à de nombreuses sources de contraste
 - Paramètres de diffusion des molécules
 - Environnement chimique (eau ? graisse ?)
 - Présence d'agents paramagnétiques (fer)
 - Déplacements
 - Flux sanguin
 - Passage d'une onde acoustique (élastographie)

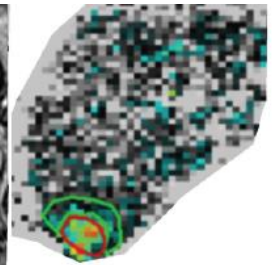
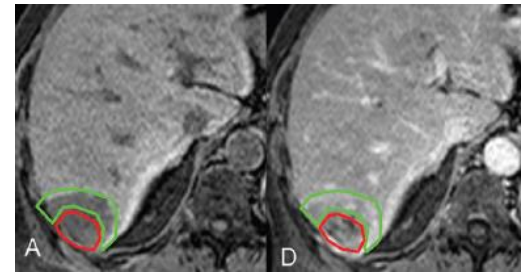
Imageries du vivant

Contraste de l'image

- IRM: peut être rendue sensible à de nombreuses sources de contraste
 - Paramètres de diffusion des molécules



viable (rose) and necrotic (yellow) zones in a HCC lesion

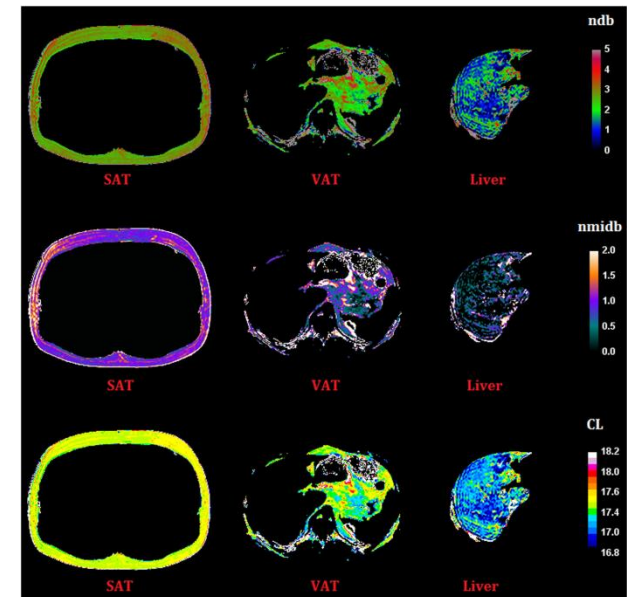
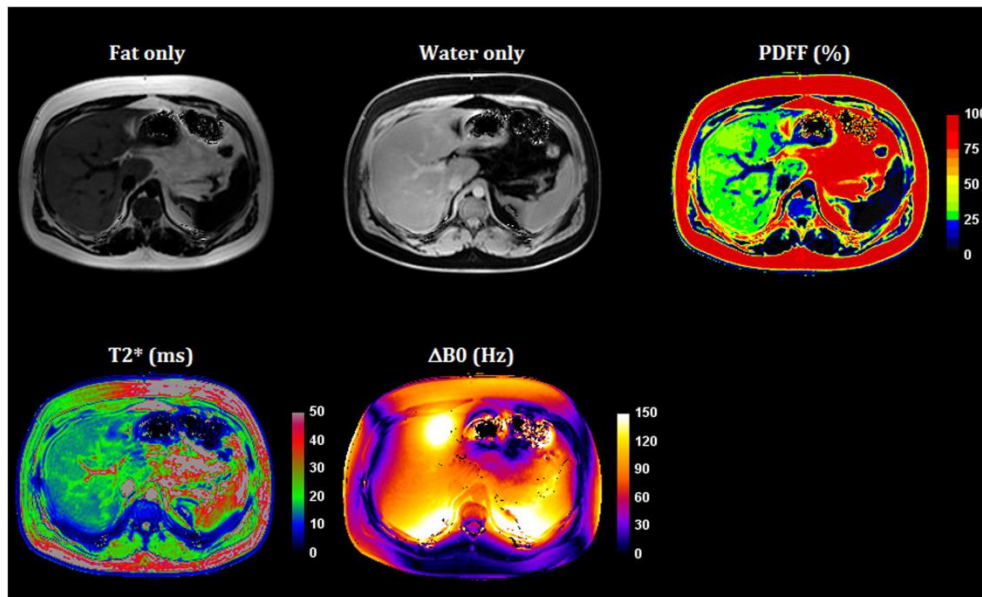


viable (green) and fibrotic (red) zones in a metastasis

Imageries du vivant

Contraste de l'image

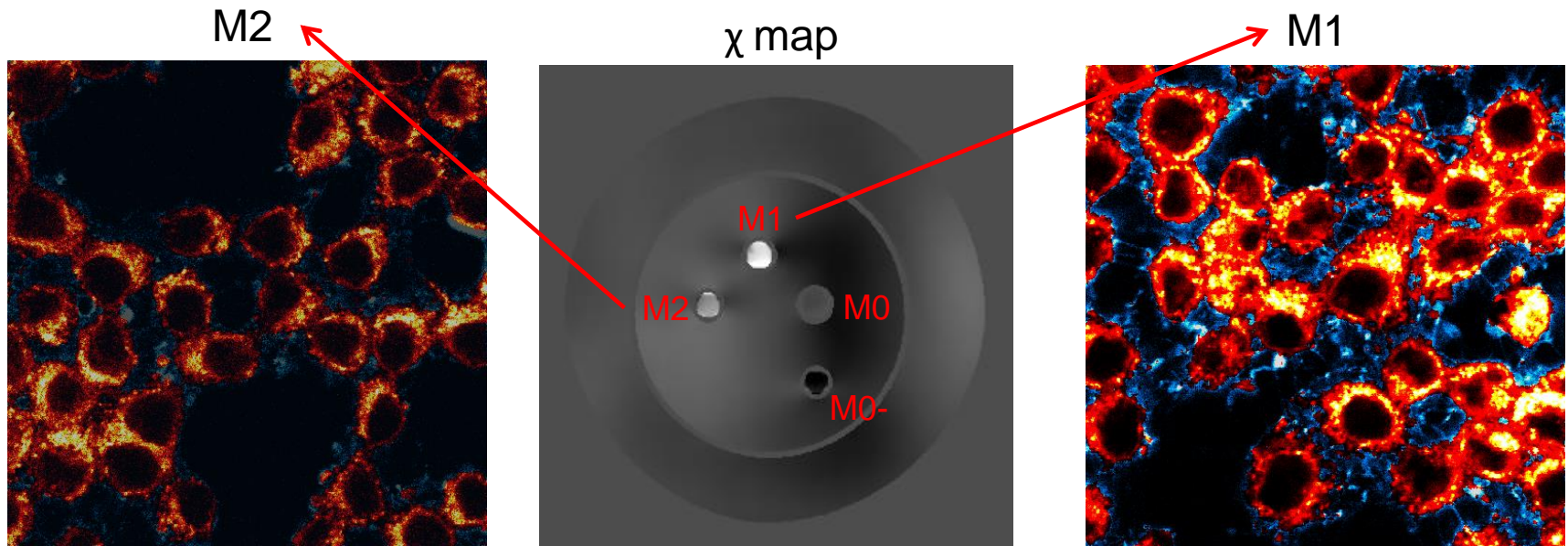
- IRM: peut être rendue sensible à de nombreuses sources de contraste
 - Environnement chimique (eau ? graisse ?)



Imageries du vivant

Contraste de l'image

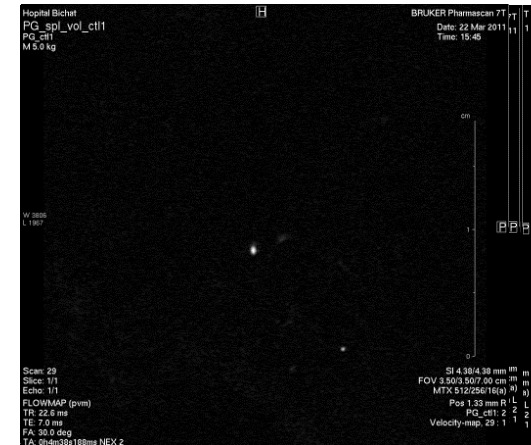
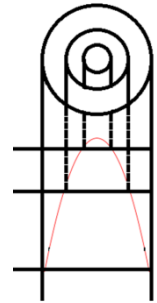
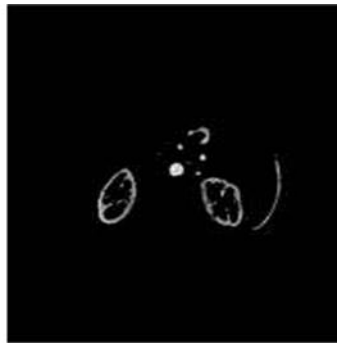
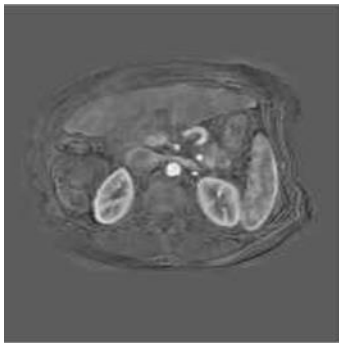
- IRM: peut être rendue sensible à de nombreuses sources de contraste
 - Présence d'agents paramagnétiques



Imageries du vivant

Contraste de l'image

- IRM: peut être rendue sensible à de nombreuses sources de contraste
 - Déplacements - flux sanguin

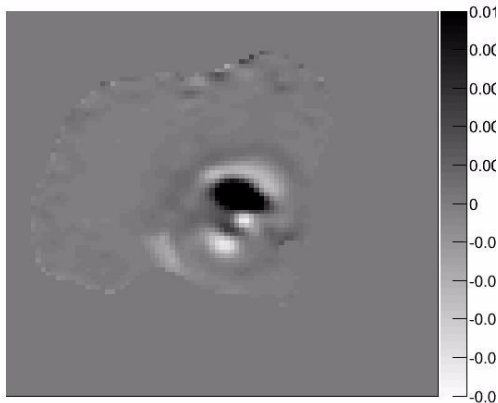


Imageries du vivant

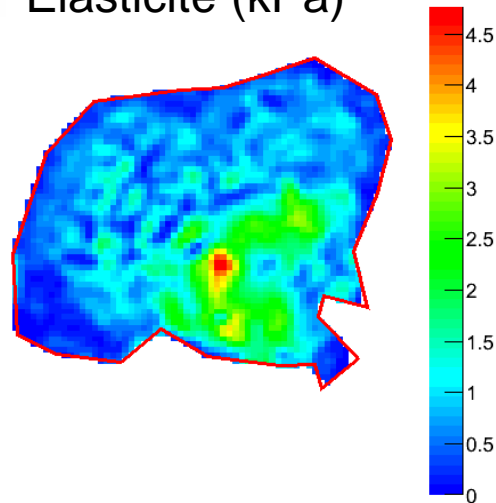
Contraste de l'image

- IRM: peut être rendue sensible à de nombreuses sources de contraste
 - Déplacements - élastographie

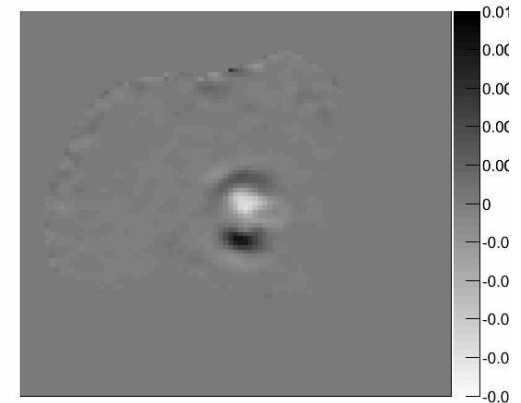
$(\nabla \mathbf{x})u_x$ @ 400Hz



Élasticité (kPa)



$(\nabla \mathbf{x})u_x$ @ 800Hz



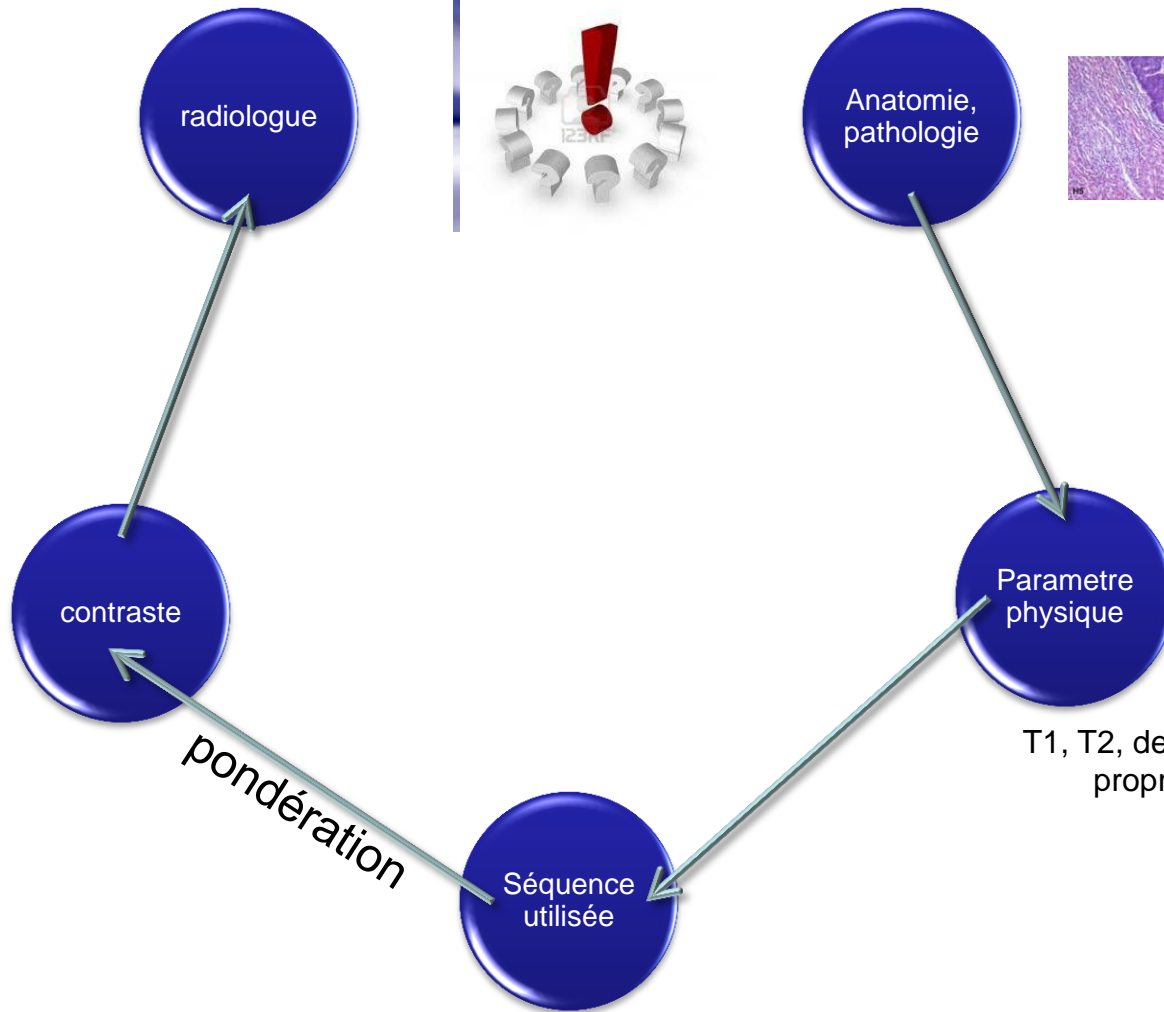
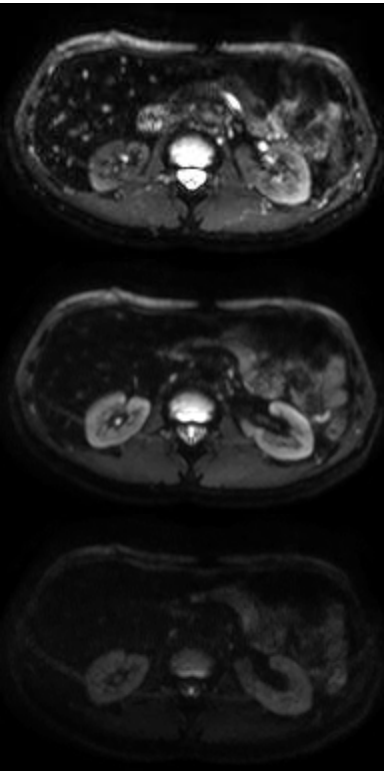


IMAGERIES DU VIVANT

Regards croisés - regard du physicien

NOTION DE "CARTE PARAMÉTRIQUE"

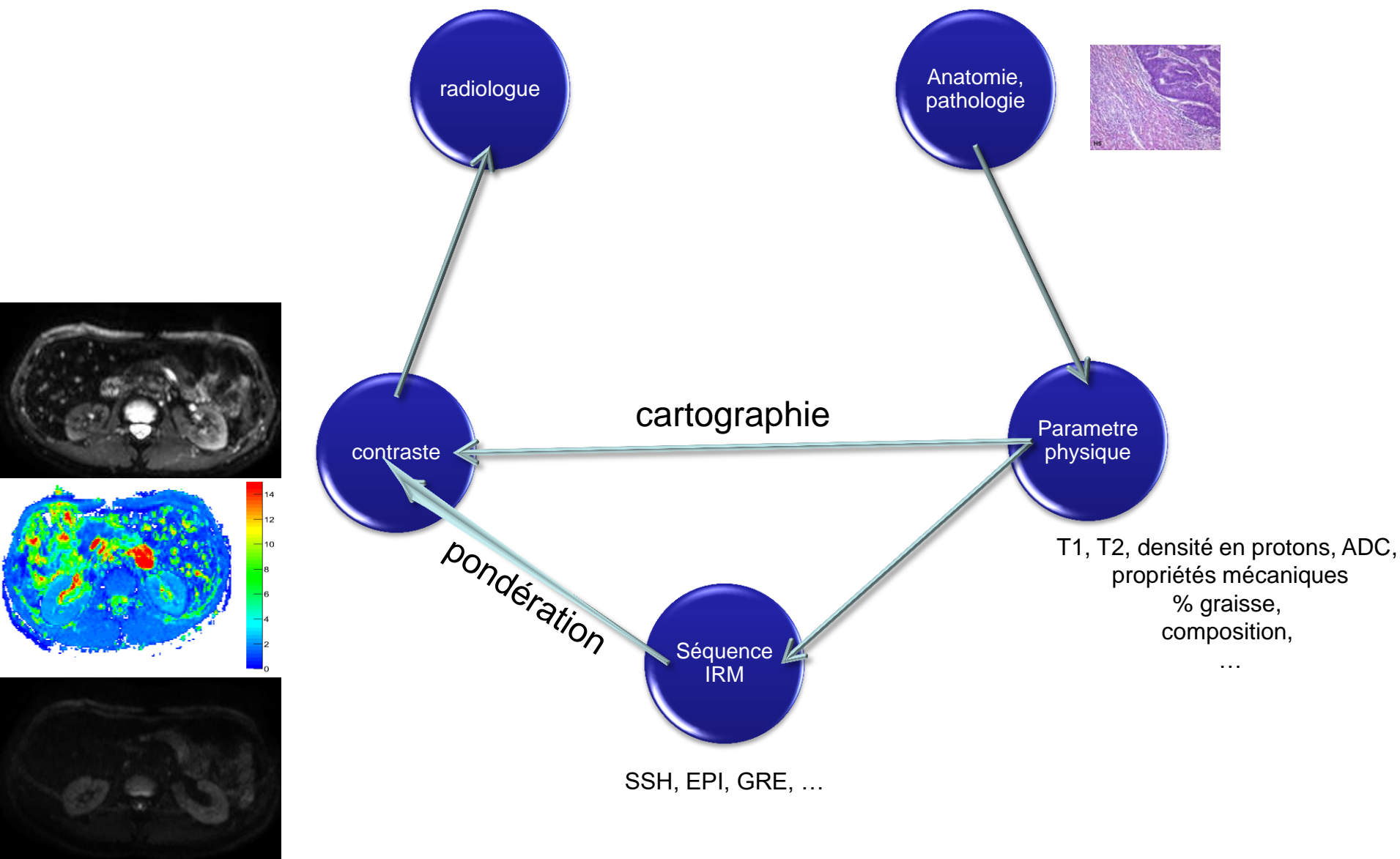
Carte paramétrique



SSH, EPI, GRE, ...

T1, T2, densité en protons, ADC,
propriétés mécaniques,
% graisse,
composition,
...

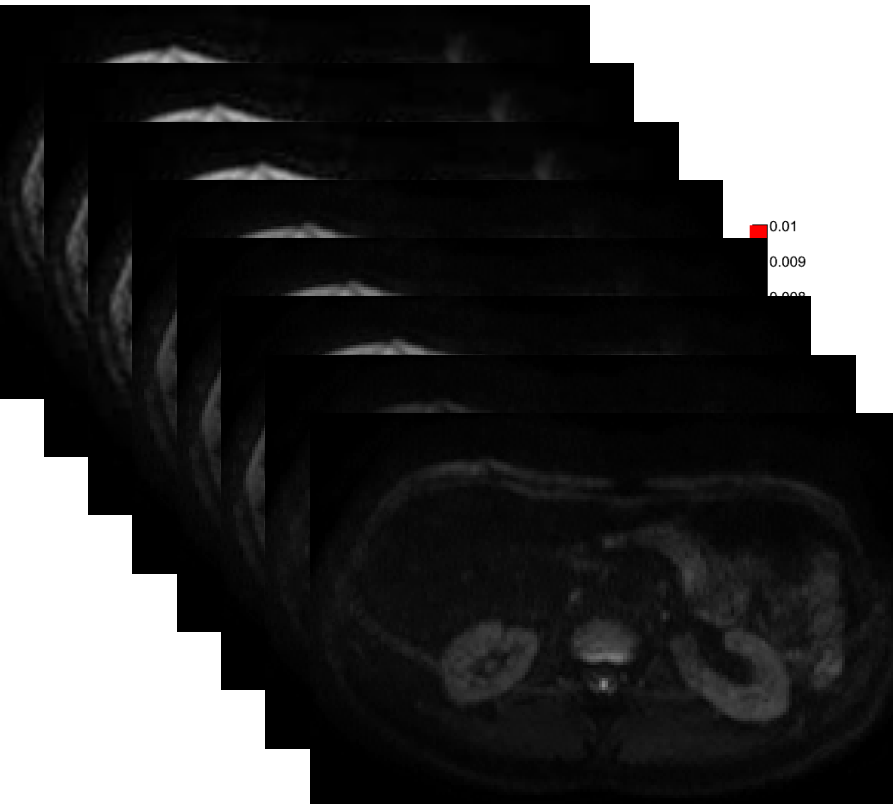
Parametric maps



Notion de "fit" (ajustement)

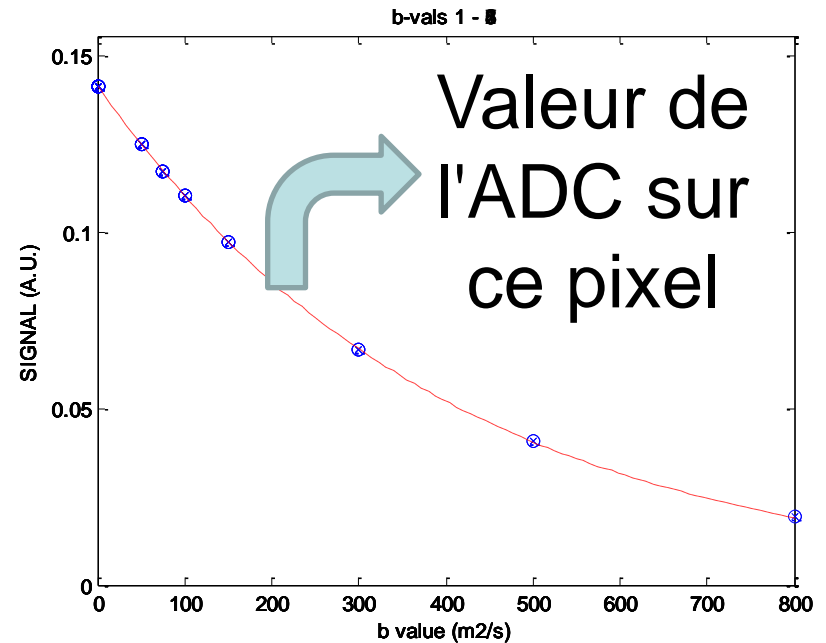
Exemple: imagerie de diffusion

- Il faut
 - Des images pondérées
 - Un modèle



Contraste de l'image de base
Pondération de la diff

$$S_b = S_{b0} \cdot \exp^{-b \cdot ADC}$$



... itérer sur tous les pixels constituant l'image ...

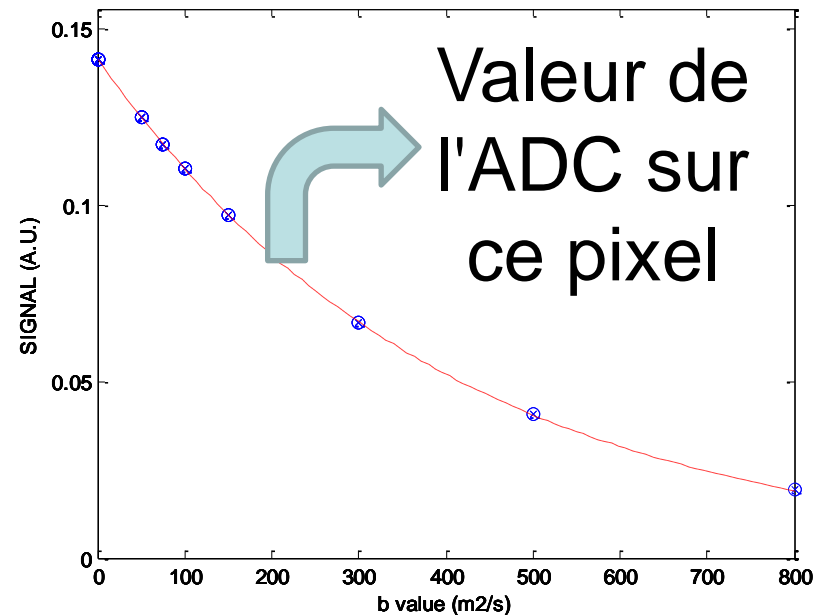
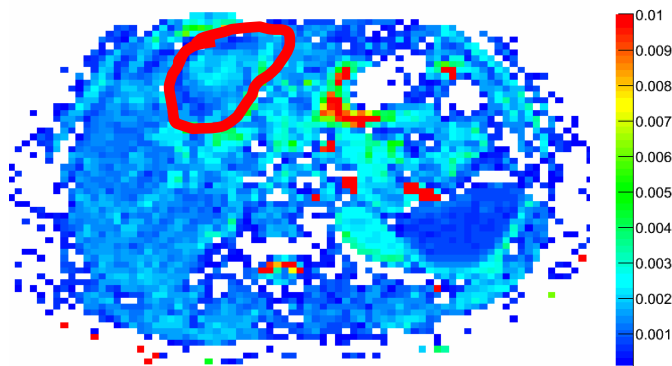
Génération d'une carte paramétrique

Exemple: imagerie de diffusion

- Utilisation d'une carte couleurs pour représenter la grandeur physique locale == carte paramétrique

$$S_b = S_{b_0} \cdot \exp^{-b \cdot ADC}$$

b-vals 1 - 8



... itérer sur tous les pixels constituant l'image ...





IMAGERIES DU VIVANT

Regards croisés - regard du physicien

HISTOLOGIE VIRTUELLE

- Histologie virtuelle:
 - Scanner à lames
 - Analyse a posteriori





IMAGERIES DU VIVANT

Regards croisés - regard du physicien

LE GLOSSAIRE PARTAGÉ

← | <https://idv.wikispaces.com/Glossaire+partagé> | Rechercher

IDV > Page principale | Chercher | philippe.garteiser | Mes wikis | Aide | Déconnexion

Membres | Paramètres

☆ Glossaire partagé

Modifier | 0 | 71 | ...

Introduction

Afin de croiser la vision des différentes disciplines se rattachant aux Imageries du Vivant, et d'accroître la compréhension de l'ensemble de ses acteurs, IDV s'attèle à la création d'un glossaire partagé de termes spécifiques. Cette page est une prolongation de la journée "Regards Croisés sur l'Imagerie du Vivant, Concepts et Langages Interdisciplinaires. Vers la construction d'un glossaire partagé". Dans l'esprit d'un outil collaboratif, cette page du wiki IDV est appelée à être modifiée et travaillée par tous les acteurs des imageries du vivant pour en refléter la diversité de points de vues.



Glossaire

A

Acquisition

Agent de contraste

Composé, molécule ou autre formulation permettant, par injection dans un organisme vivant, d'altérer le contraste sur une image. Les agents de contraste sont dotés de plusieurs caractéristiques. La compatibilité biologique relève de la toxicité relative ou encore de l'absence d'effets biologiques, en particuliers vis-à-vis du phénomène que l'on cherche à observer. La biodistribution relève de la manière dont l'agent se distribue dans un organisme. Cette notion fait intervenir une notion dynamique, on peut en effet partiellement décrire la biodistribution d'un agent par sa demi-vie une fois injecté. Celle-ci est dictée par la stabilité de la formulation d'une part, mais également par le sort de celle-ci une fois reconnue par les systèmes biologiques de

Table of Contents

- Introduction
- Glossaire
 - A
 - Acquisition
 - Agent de contraste
 - Annotation
 - Architecture distribuée et parallèle
 - Attributs
 - B
 - Base de données relationnelles
 - Big Data
 - "Binning"
 - Biodistribution
 - Biomarqueur
 - C
 - Cahier de laboratoire
 - Calcul haute performance (HPC) ou intensif
 - Caméra CCD CMOS
 - Capteur
 - Carte de couleurs
 - Carte paramétrique
 - Champ de vue
 - Cloud
 - Cluster
 - Compartmentalisation
 - Console de visualisation
 - Contraste, hyposignal, hypersignal
 - Contraste sur bruit
 - Convolution

Wiki Home

- Projects +
- Changements récents
- Pages and Files +

All Pages

- home
- Appel d'offre Stages Master 2
- Calendrier
- Compte-rendus bureau
- CR des bureau
- Glossaire partagé
- Symposium Cap Hornu

projets

- Appel d'offre Stages Master 2
- Symposium Cap Hornu

modifier la navigation

A
Acquisition
Agent de contraste
Annotation
Architecture distribuée et parallèle



IMAGERIES DU VIVANT

défis technologiques et enjeux sociétaux

ATELIER 'REGARDS CROISES SUR L'IMAGERIE DU VIVANT'

10 Novembre 2015

Regard du physicien

Merci