

# La reconstruction des images IRM à l'aide d'une interface brainweb



# Plan de travail

**Introduction**

**Concepts théoriques et  
instrumentaux de la RMN**

**La reconstruction des  
images IRM**

**Application sur le simulateur  
Brainweb**

**Conclusion et perspectives**

## Introduction

L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est une technique de diagnostic médical puissante basée sur le principe de la résonance des noyaux de certains atomes (en imagerie clinique, il s'agit le plus souvent des protons de l'atome d'hydrogène) en présence d'un champ magnétique constant et sous l'action d'un autre champ magnétique dans la gamme des radiofréquences

Les IRM se scindent en deux types:

1. l'IRM fermé

2. l'IRM ouvert

# **L'appareillage de l'IRM est constitué principalement par:**

**L'aimant**

**Les correcteurs de champ  
magnétique**

**Les Bobines de gradients de  
champs magnétiques**

**Les antennes RF**

## l'aimant

L'aimant est au cœur du fonctionnement de l'appareil IRM. Son rôle est de produire le champ magnétique principal appelé  $B_0$  qui est constant et permanent. L'unité de mesure de la puissance du champ magnétique de l'IRM est le Tesla (T).

## Les correcteurs de champ magnétique

Les correcteurs de champ magnétique ou shim sont des dispositifs qui servent à compenser les défauts d'homogénéité du champ magnétique principal  $B_0$ . Ces défauts peuvent résulter de facteurs liés à l'environnement ou tout simplement à la présence du patient dans le tunnel.

## Les Bobines de gradients de champs magnétiques

on appelle gradient la différence de valeur physique de deux points dans un espace, par exemple dans un champ magnétique. Les gradients sont nécessaires au codage spatial du signal. Ils doivent réaliser une variation linéaire de l'intensité du champ magnétique le long d'une direction de l'espace.



## Les antennes RF

Ce sont des bobinages de cuivre, de formes variables, qui entourent le patient ou la partie du corps à explorer.

Ce sont des dispositifs capables de produire et/ou de capter un signal radiofréquence.

Elles sont accordées pour correspondre à la fréquence de résonance de précession des protons qui se trouvent dans le champ magnétique

0,5 T	→	21,3 MH
1 T	→	42,6 MH
1,5 T	→	63,9 MH

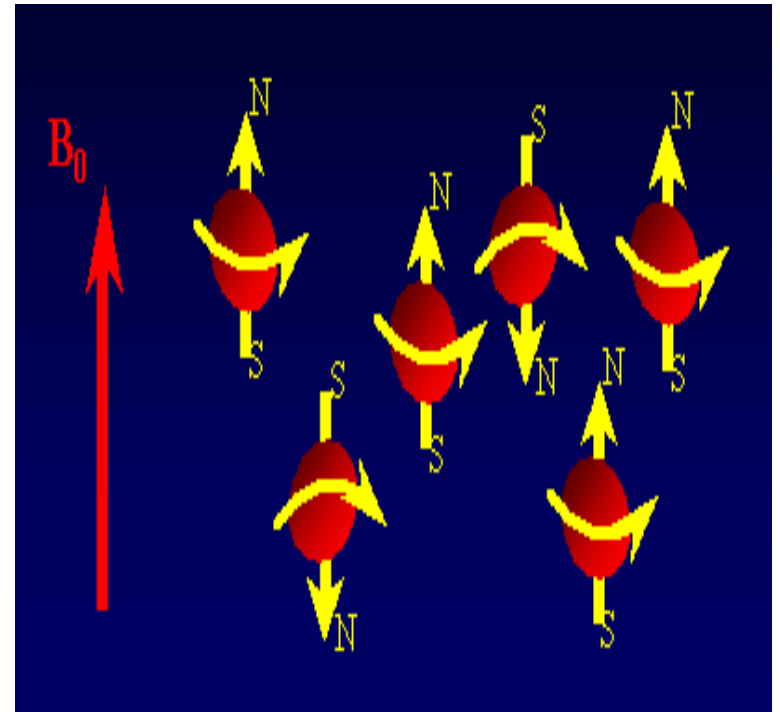
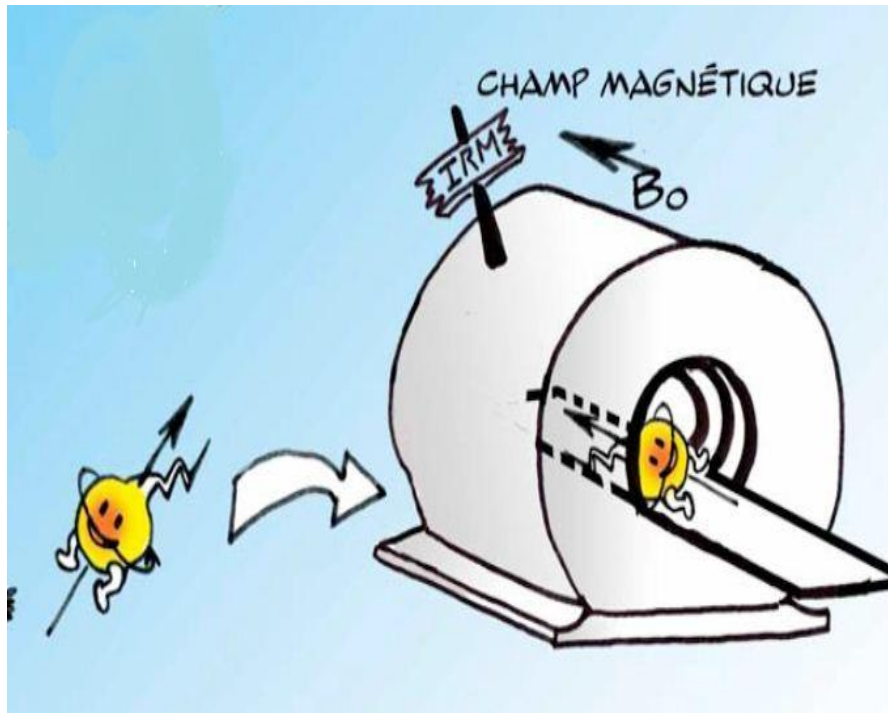
Pour éviter tout type d'interactions venant perturber l'image IRM acquise, on utilise ce qu'on appelle

Les blindages

En IRM, on parle de blindages pour certains dispositifs destinés au confinement des champs magnétiques produits par la machine et à l'isolement de celui-ci des champs magnétiques extérieurs qui viendraient perturber l'acquisition. Il existe deux blindages dans une installation IRM :

## Les bases physiques de la RMN

La résonance magnétique nucléaire (RMN) consiste à étudier les modifications d'aimantation des noyaux d'une substance sous l'action conjointe de deux champs magnétiques : un champ magnétique principal statique et élevé ( $B_0$ ) et un champ électromagnétique tournant ou onde de radiofréquence ( $B_1$  ou RF).



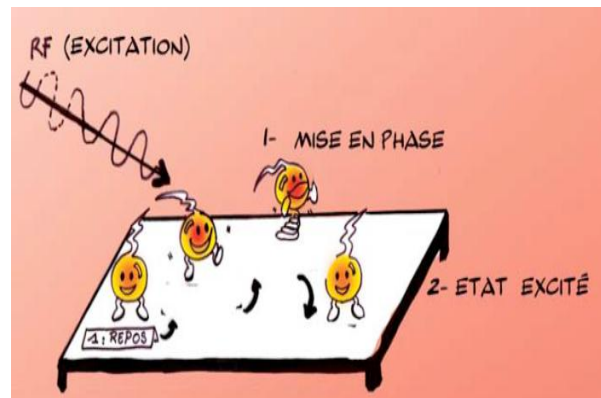
Lorsque les protons sont excités par les RF il subissent deux phénomènes



Le premier est extrêmement rapide: c'est la mise en phase de tous les protons qui mettent à précesser uniformément



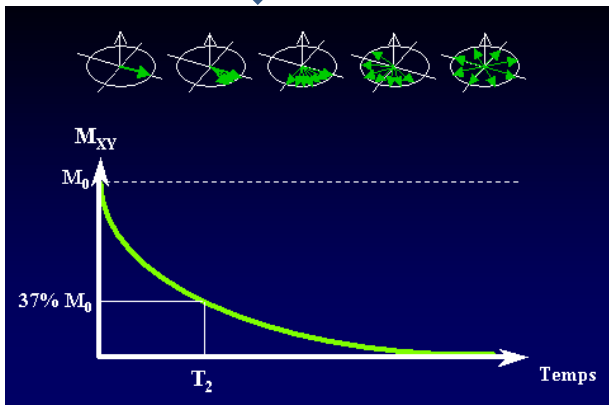
La seconde est plus lent il passe d'un niveau de basse énergie à un niveau de haute énergie



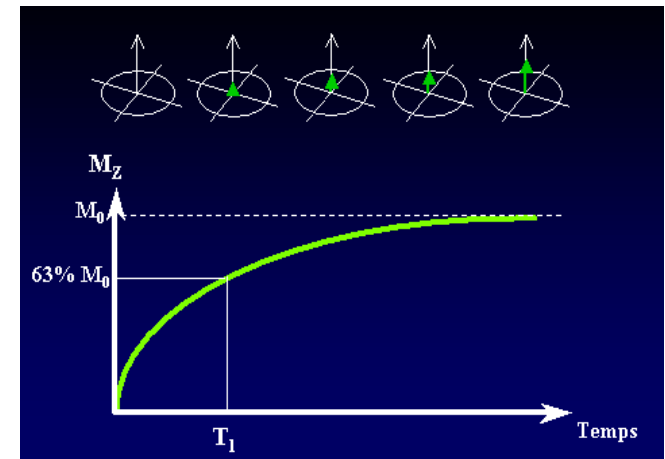
Lorsque l'impulsion cesse, le système va revenir à l'état d'équilibre.

A ce stade, on distingue deux étapes

La première est très rapide c'est le déphasage des protons elle dépend des interactions des protons entre eux cela donne un signal qui est le signal recueilli en IRM.

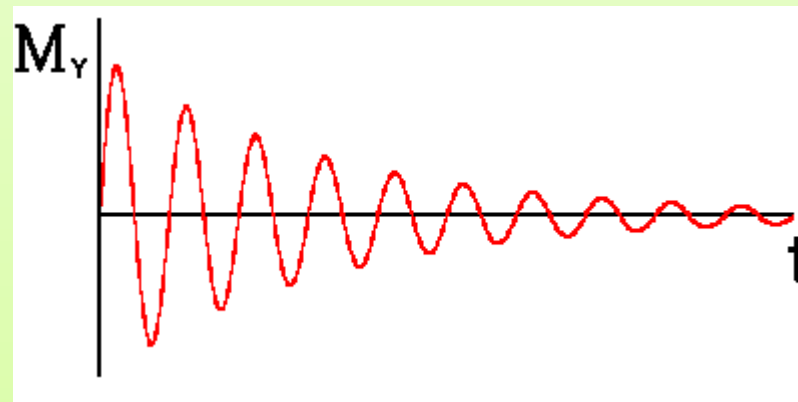


Le deuxième phénomène est le retour à l'équilibre caractérisé par le temps de relaxation T1 il dépend des interactions des protons avec leur milieu .



## L'ECHO

Le signal T2 est recueilli par une antenne est appelé la courbe de décroissance de l'induction libre ou FID. Il disparaît très rapidement



Pour obtenir une image on est amené à répéter les impulsions RF un grand nombre de fois. A chaque fois on obtient un nouveau signal

L'intervalle qui sépare deux impulsions est appelé temps de répétition  $T_r$

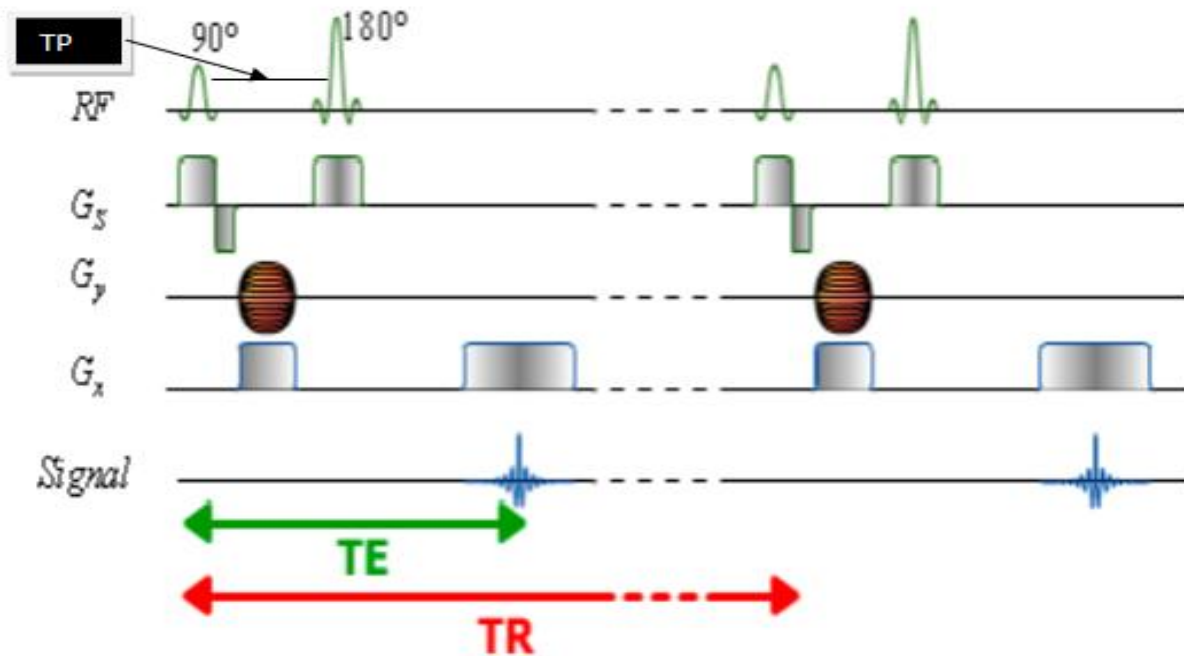
Construction de l'image, les gradients, la transformée de fourrier, et l'espace  $K$



## Images fantômes

Les images fantômes sont des images de références qui servent d'aide au diagnostic et de référence au médecin. L'image fantôme a été d'abord utilisée en radiologie en densitométrie c'est-à-dire les images CT appelées autrement la tête de *Shepp Logan*. Les fantômes sont relativement simples par rapport à la complexité du cerveau.

## Séquence écho de spin



## Séquence écho de gradient

Les séquences d'écho de gradient ont été développées pour faire de l'imagerie rapide. Contrairement aux échos de spin, ces séquences n'utilisent pas d'impulsion de refocalisation mais juste une impulsion d'excitation généralement inférieure à  $90^\circ$ .

## Le simulateur Brainweb

C'est une interface web qui simule le fonctionnement de l'IRM .  
Elle utilise des images fantômes. Tous les paramètres de la machine IRM y sont incorporés  
Afin d'améliorer et de mieux comprendre le fonctionnement de l' IRM

# BrainWeb: custom MRI simulations request

Please choose the parameters for your simulation:

## Simulation model (phantom)

Phantom :

## MR pulse sequence

from template:  pulse sequence, and  protocol.

and/or customize the individual parameters below:

Slice thickness [mm] :	<input type="text" value="1"/>	this also specifies the amount of partial volume artifact; note that the in-plane pixel size is always 1x1mm range: 1...10
Scan technique :	<input type="text" value="SFLASH (spoiled FLASH)"/>	type of pulse sequence
Repetition time (TR) [ms] :	<input type="text" value="18"/>	
Inversion time (TI) [ms] :	<input type="text"/>	only used for the inversion recovery (IR) pulse sequence
Flip angle [deg] :	<input type="text" value="30"/>	ignored for all SE, DSE* and IR sequences (these use a fixed excitation flip angle of 90 deg) range: 1...150
Echo time(s) (TE) [ms] :	<input type="text" value="10"/>	all pulse sequences use only one echo time, except the DSE_EARLY and DSE_LATE sequences which need two echo times separated by a comma (.)
Image Type :	<input type="text" value="magnitude"/>	type of reconstructed output image

## Imaging artifacts

Noise reference tissue :	<input type="text" value="(brightest_tissue)"/>	tissue that is to be used as a reference for the percent noise calculation (see below)
Noise level [%] :	<input type="text" value="3"/>	the standard deviation of the gaussian noise that is to be added to the real and imaginary channels is given by the noise percent multiplied by the reference tissue intensity range: 0...100
Random generator seed :	<input type="text" value="0"/>	seed used to initialize the random number generator used for noise simulations; if zero, a new pseudo-random seed will be generated everytime range: 0...2147483647
INU field :	<input type="text" value="field A"/>	choice of a synthetic INU field shape; all of them are based on fields observed in real MR scans
INU ("RF") level [%] :	<input type="text" value="20"/>	specifies the intensity non-uniformity level (a negative value inverts the field) range: -100...100

Your email :	<input type="text"/>	When the requested simulation is completed, you will be notified at this address. NOTE: it is very important to correctly enter a valid email address, otherwise you won't be able to retrieve the data that you requested!
--------------	----------------------	--

# BrainWeb: custom MRI simulation result

**Job number: 1120607-000524s-11588**

**These data was produced using the following custom parameters:**

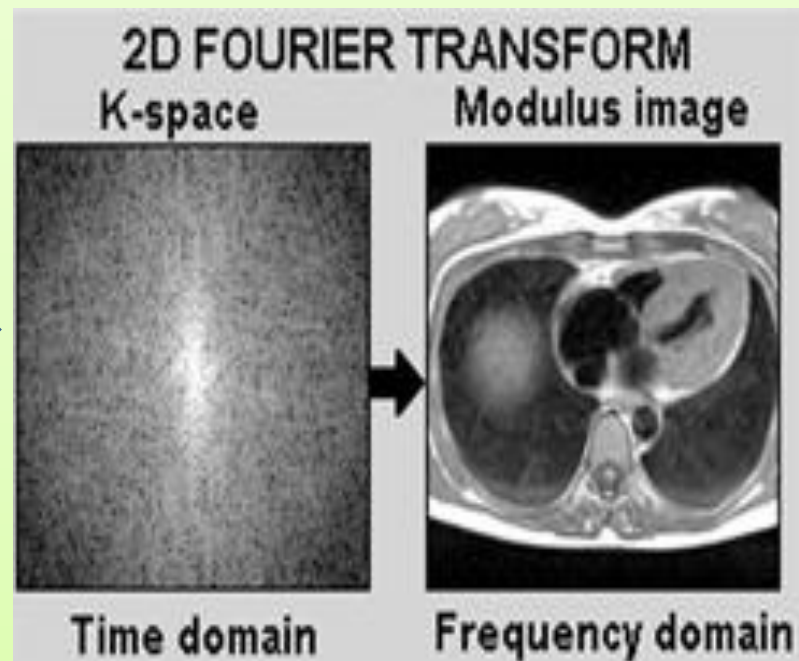
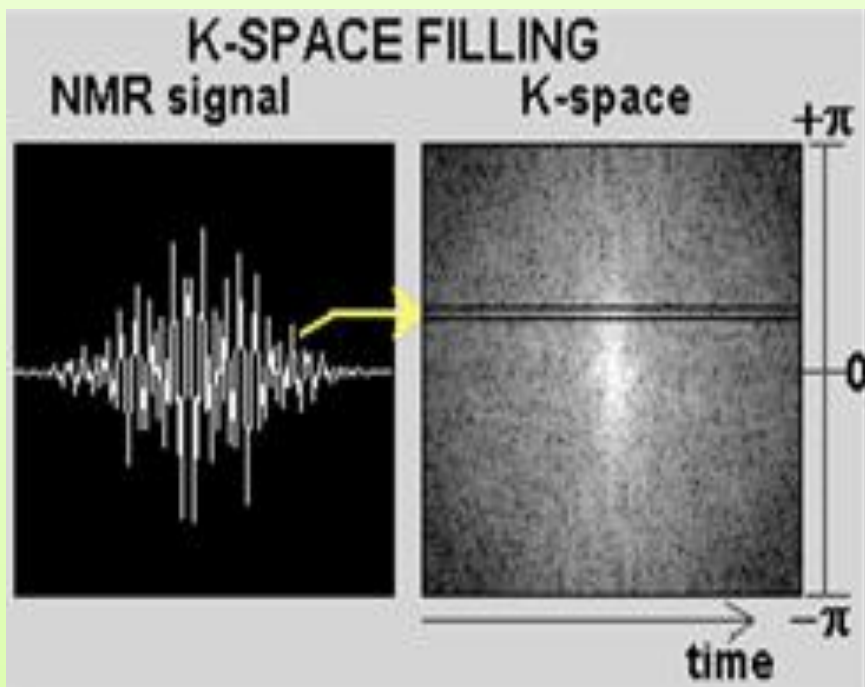
<b>Simulation model (phantom)</b>	
Phantom :	normal
<b>MR pulse sequence</b>	
Slice thickness [mm] :	1
Scan technique :	SE (spin echo)
Repetition time (TR) [ms] :	447
Inversion time (TI) [ms] :	
Flip angle [deg] :	90
Echo time(s) (TE) [ms] :	15
Number of echoes :	1
Image Type :	imaginary
<b>Imaging artifacts</b>	
Noise reference tissue :	(brightest_tissue)
Noise level [%] :	3
Random generator seed :	0
INU field :	field A
INU ("RF") level [%] :	20

**Snapshots:**

## paramètres d'artéfacts

les bruits de référence des tissus (la matière grise, la matière blanche, le liquide céphalo-rachidien,...), le niveau de bruit, le Random generator seed, le INU field et le niveau de INU field du RF.

## Comment une image est obtenue?

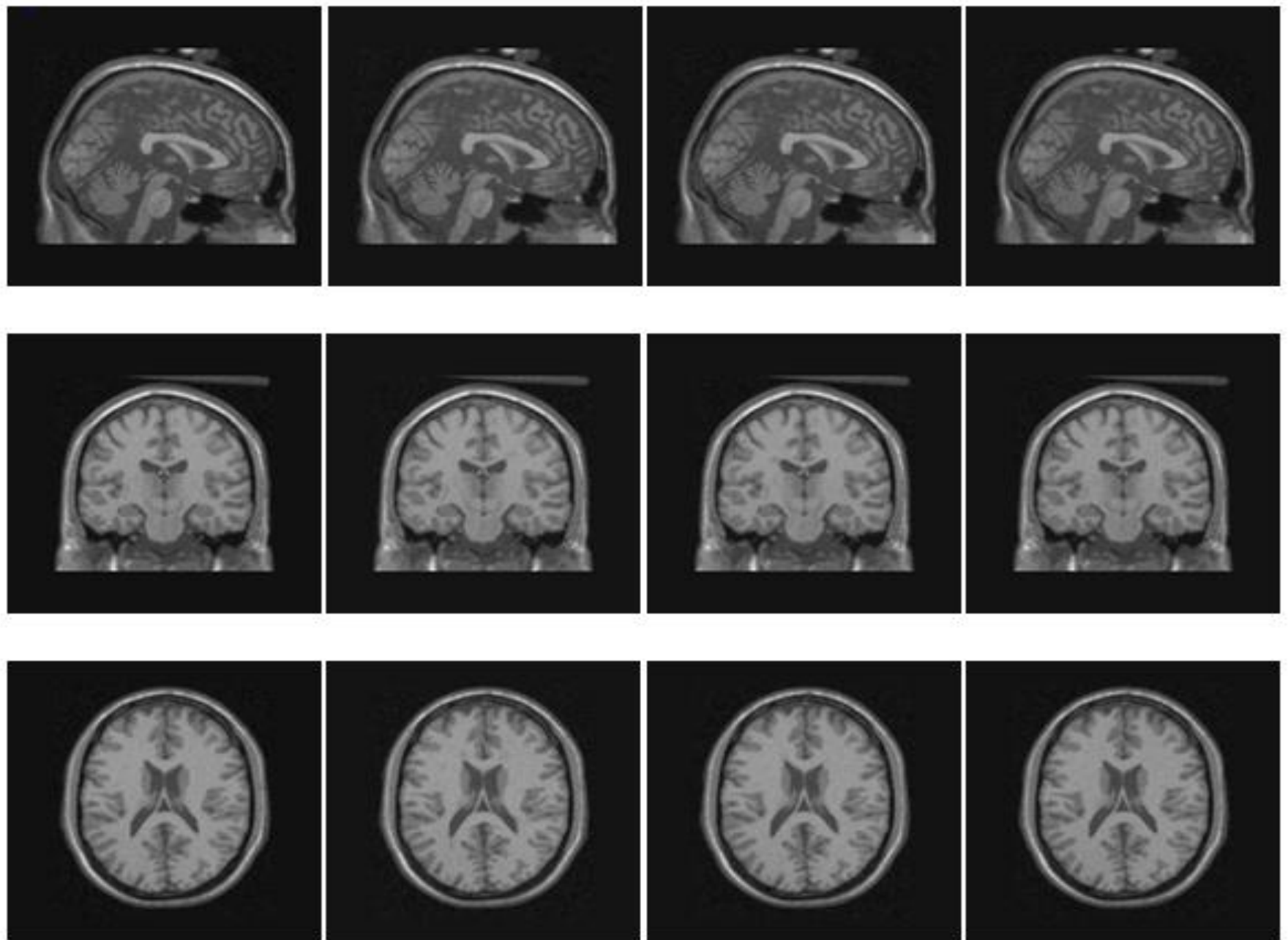




## Séquence écho de spin(ES)

pondéré en T1

<b>Simulation model (phantom)</b>	
Phantom :	moderate MS lesions
<b>MR pulse sequence</b>	
Slice thickness [mm] :	1
Scan technique :	SE (spin echo)
Repetition time (TR) [ms] :	447
Inversion time (TI) [ms] :	
Flip angle [deg] :	90
Echo time(s) (TE) [ms] :	15
Number of echoes :	1
Image Type :	real
<b>Imaging artifacts</b>	
Noise reference tissue :	(brightest_tissue)
Noise level [%] :	3
Random generator seed :	0
INU field :	field A
INU ("RF") level [%] :	20



**Essai 1 (normales)**

**Essai 2 (sévères)**

**Essai 3 (modérées)**

**Essai 4 (légères)**

## L'interprétation

Pour tous les essais précédents : le  $T_r$  est de 447ms, le  $T_e$  de 15ms, le nombre d'écho est de 1 (1 seul écho), et l'épaisseur de coupe est de 1mm, pondérées en T1, nous avons changeons juste le type d'images fantômes (normale ou avec lésions)

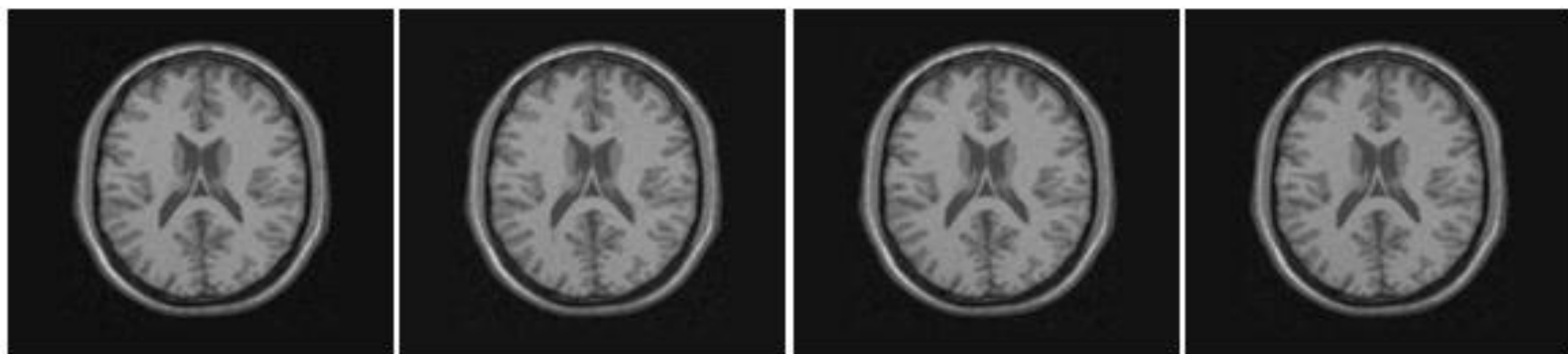
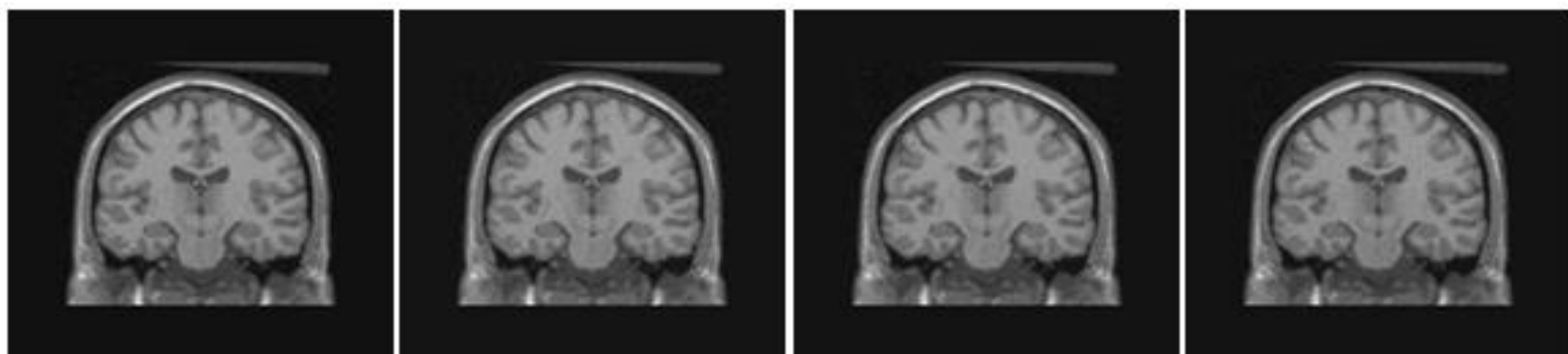
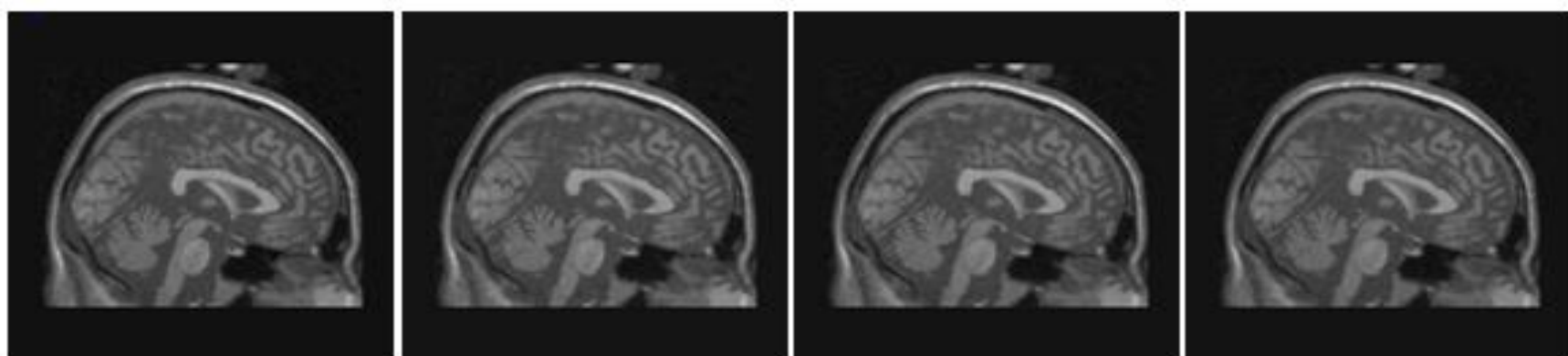
nous remarquons que

l'image est de bonne qualité, très nette et présente un bon contraste mais son temps d'acquisition est lent

## Séquence écho de gradient (EG)

pondéré en T1

<b>Simulation model (phantom)</b>	
Phantom :	normal
<b>MR pulse sequence</b>	
Slice thickness [mm] :	1
Scan technique :	FLASH
Repetition time (TR) [ms] :	196
Inversion time (TI) [ms] :	
Flip angle [deg] :	90
Echo time(s) (TE) [ms] :	6
Number of echoes :	1
Image Type :	real
<b>Imaging artifacts</b>	
Noise reference tissue :	(brightest_tissue)
Noise level [%] :	3
Random generator seed :	0
INU field :	field A
INU ("RF") level [%] :	20



**Essai 1 (normales)**

**Essai 2 (sévères)**

**Essai 3 (modérées)**

**Essai 4 (légères)**

Conclusion générale et perspectives



Echo Hybride



Segmentation

Nous vous remercions de  
Votre Aimable attention