

du **30 mars** au **1^{er} avril 2016**

Novotel Paris Tour Eiffel

43^{ème} CONGRÈS ANNUEL de la Société
Française de NeuroRadiologie

Président du congrès : *Pr François Cotton*
Président de la SFNR : *Pr Alexandre Krainik*

PERSPECTIVES POUR LA NEURORADIOLOGIE DES IRM À 7 TESLA

Alexandre Vignaud

CEA/ DRF/ I2BM/ NeuroSpin/ UNIRS, Gif Sur Yvette, France

alexandre.vignaud@cea.fr

www.sfnrcongres.net



Conflit d'intérêt

Nom de l'orateur:

Alexandre Vignaud

J'ai le conflit d'intérêt suivant :

Consultant pour la société Siemens Healthcare France

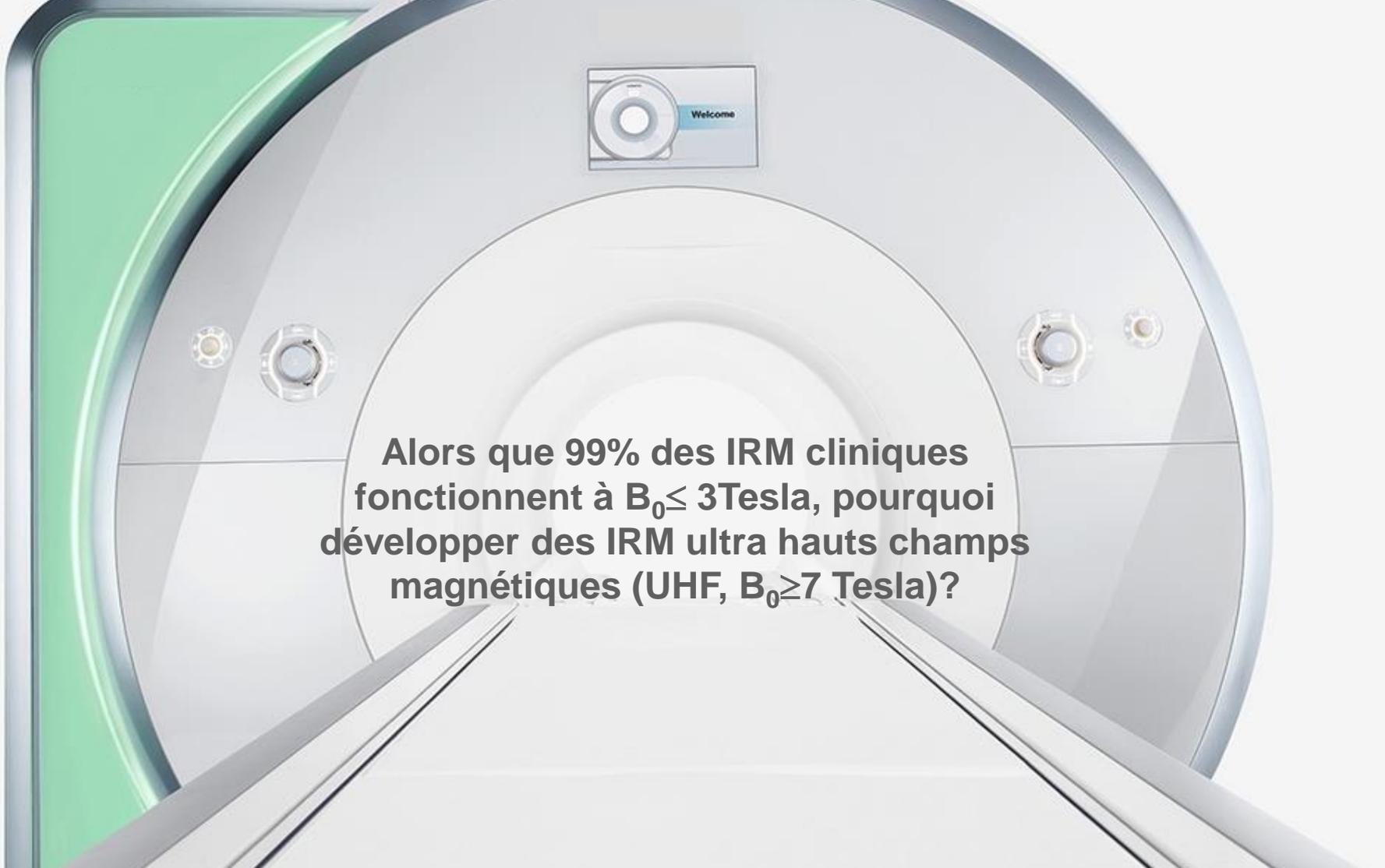
43^{ème} CONGRÈS ANNUEL
de la Société Française
de NeuroRadiologie



du 30 mars au 1^{er} avril 2016

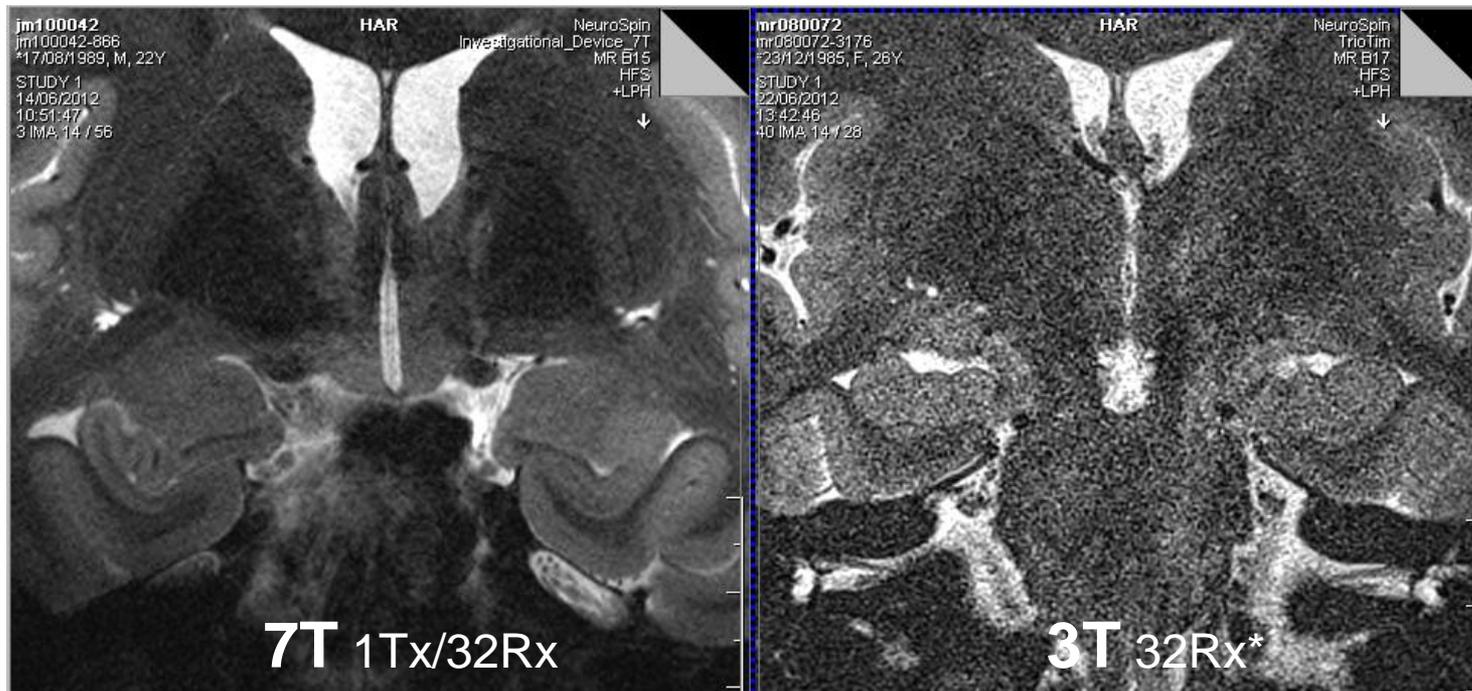
Novotel Paris Tour Eiffel

www.sfnrcongres.net



Alors que 99% des IRM cliniques
fonctionnent à $B_0 \leq 3$ Tesla, pourquoi
développer des IRM ultra hauts champs
magnétiques (UHF, $B_0 \geq 7$ Tesla)?

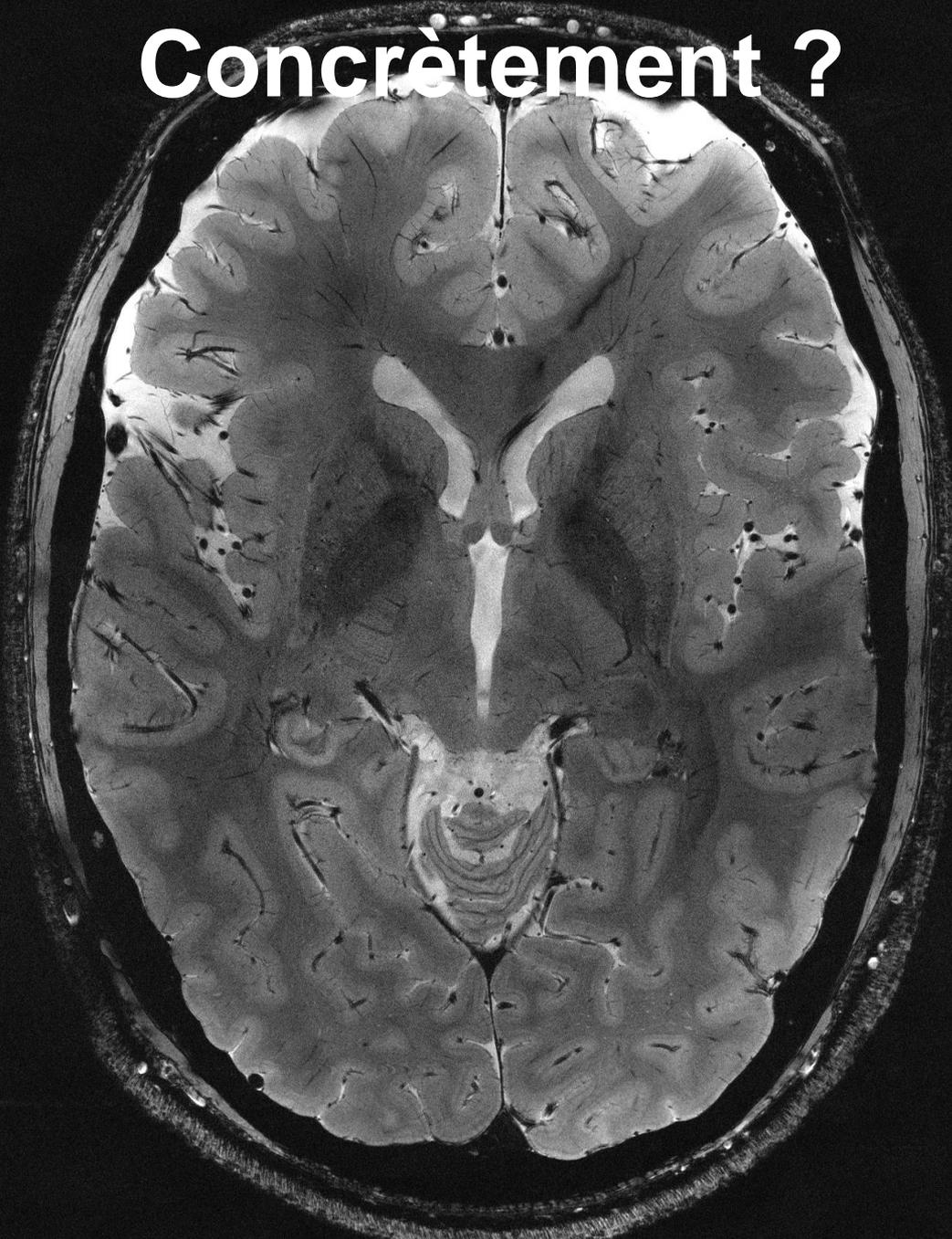
Gain en RSB $\propto B_0$



T2 TSE coronal
 $V_{\text{voxel}} 0.3 \times 0.3 \times 1.2 \text{mm}^3$
 TA~5min

Amélioration de la résolution spatiale et/ou résolution temporelle

Concrètement ?



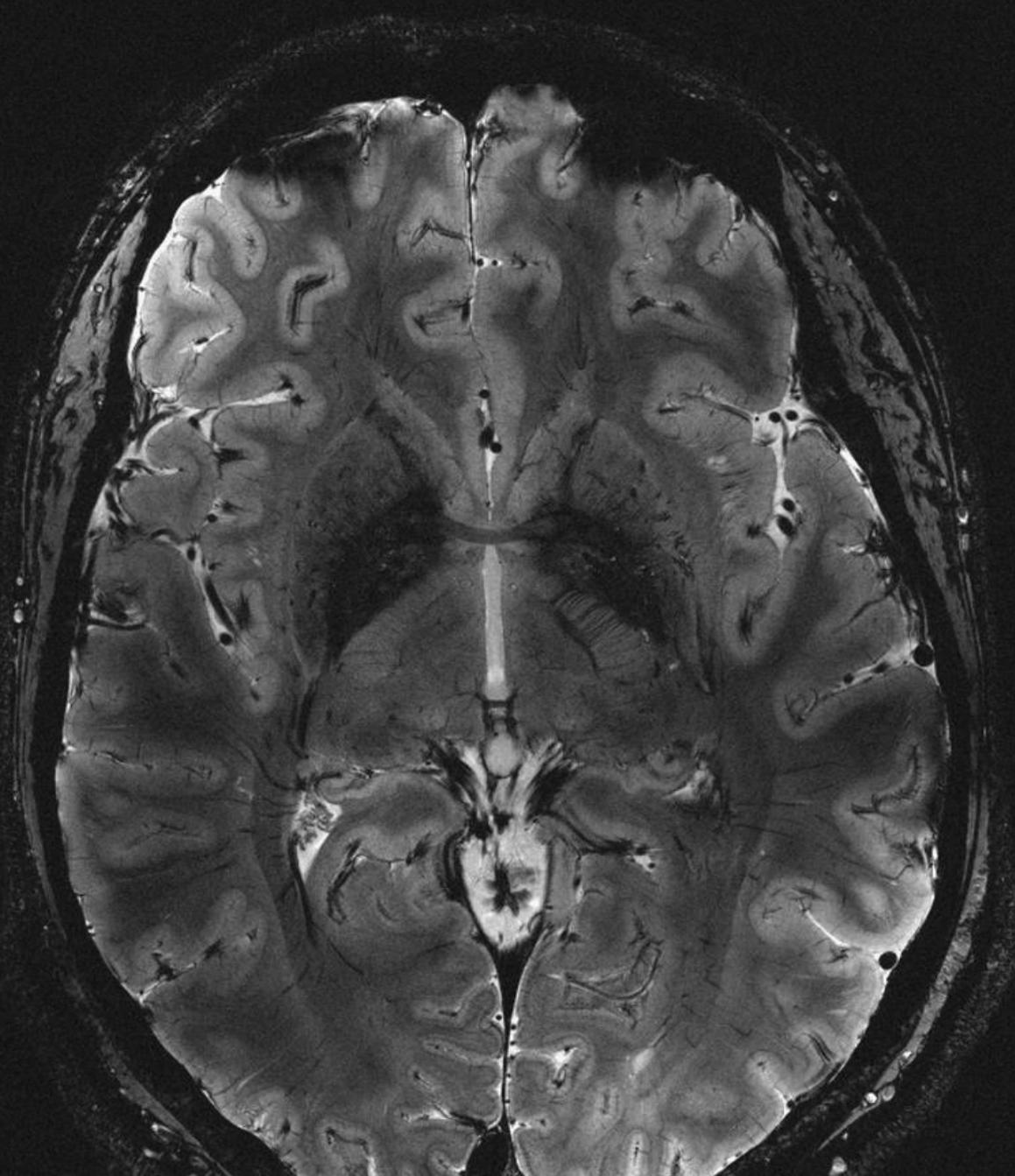
2D T2*w axial

$$V_{\text{voxel}} = (120 \times 120 \times 600 \mu\text{m})^3$$

TA 50min

Couverture
limitée $H \gg F$
~13mm...

- Résolution la + haute relevée dans la littérature
- Correction de mouvement nécessaire



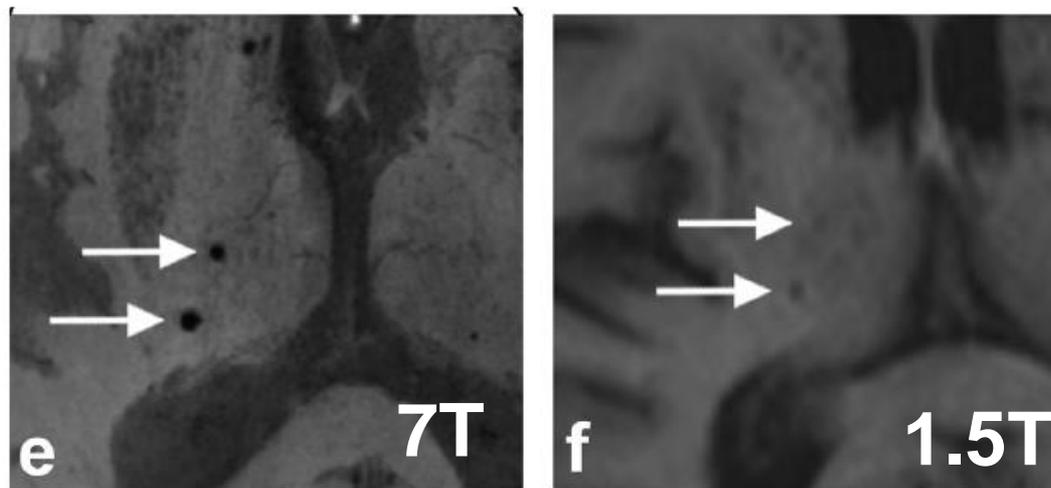
2D T2*w axial

$V_{\text{voxel}} =$
 $(250 \times 250 \times 1000 \mu\text{m})^3$

**Couverture
cerveau
entier en
40min**

Gain en contraste

T2*
Micro-saignements

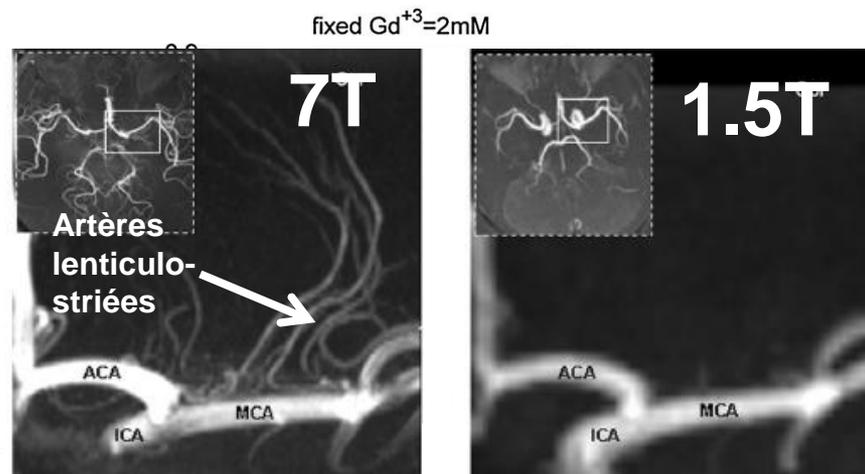


Van der Kolk et al. Euro J Radiol 2013; 82: 708-718

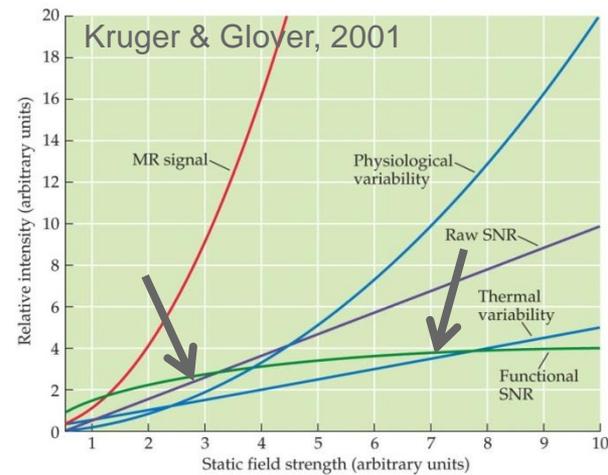
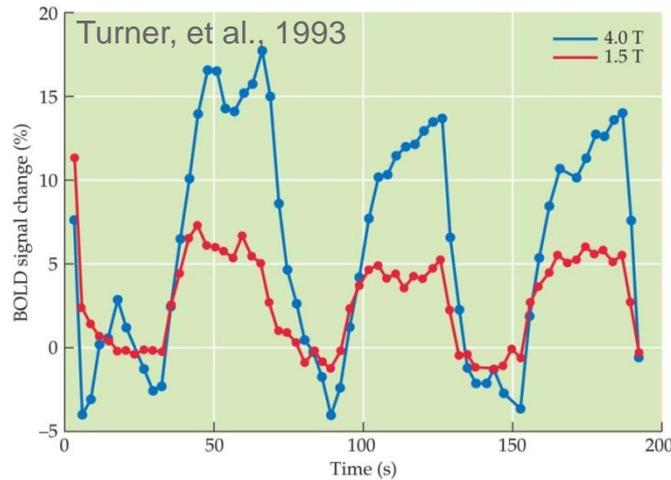
**Allongement du T1
tissulaire améliore le
Contraste en angiographie
injectée¹ ou non²**

¹Hagberg G. E. et al. Contrast Media Mol. Imaging 2013; 8: 456-465

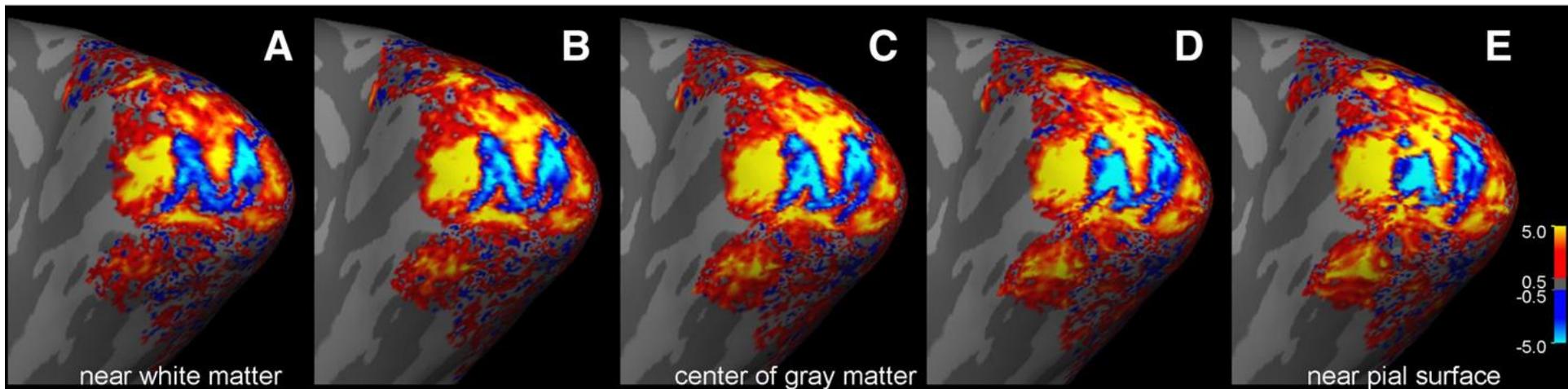
²Kang et al. Magn Reson Med 2009;61:136-144



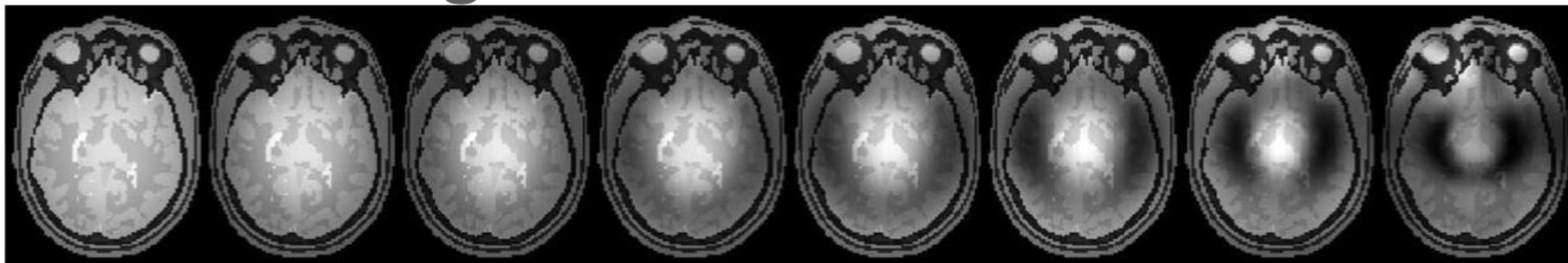
Combinaison du gain en contraste et signal sur bruit L'imagerie BOLD



Polimeni et al. NeuroImage 2010; 52: 1334-1346



Inhomogénéités de l'émission RF



3T

4T

5T

6T

7T

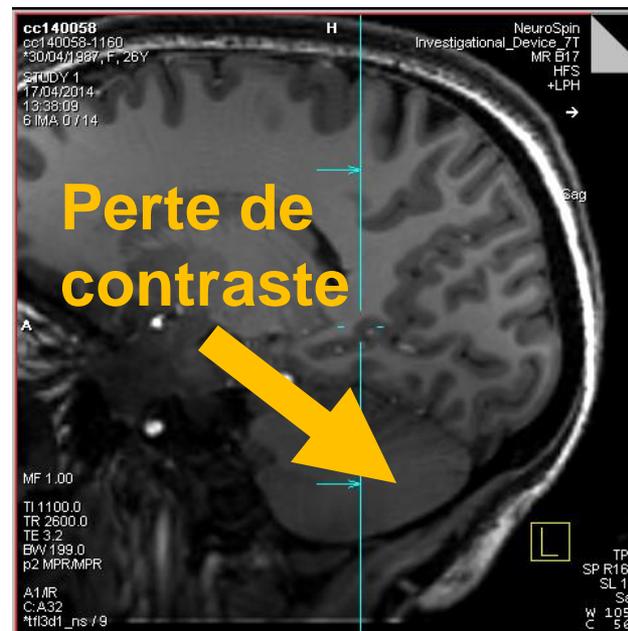
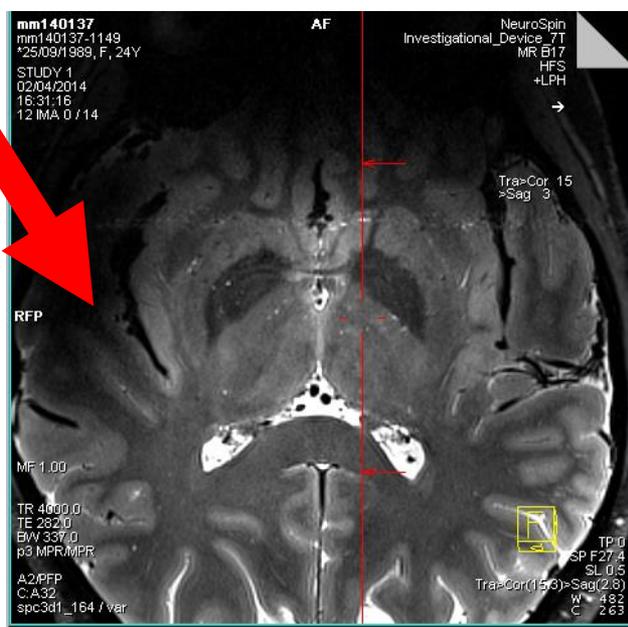
8T

10T

12T

Webb. Concepts in Magnetic Resonance Part A, 2011; 38A:148-184

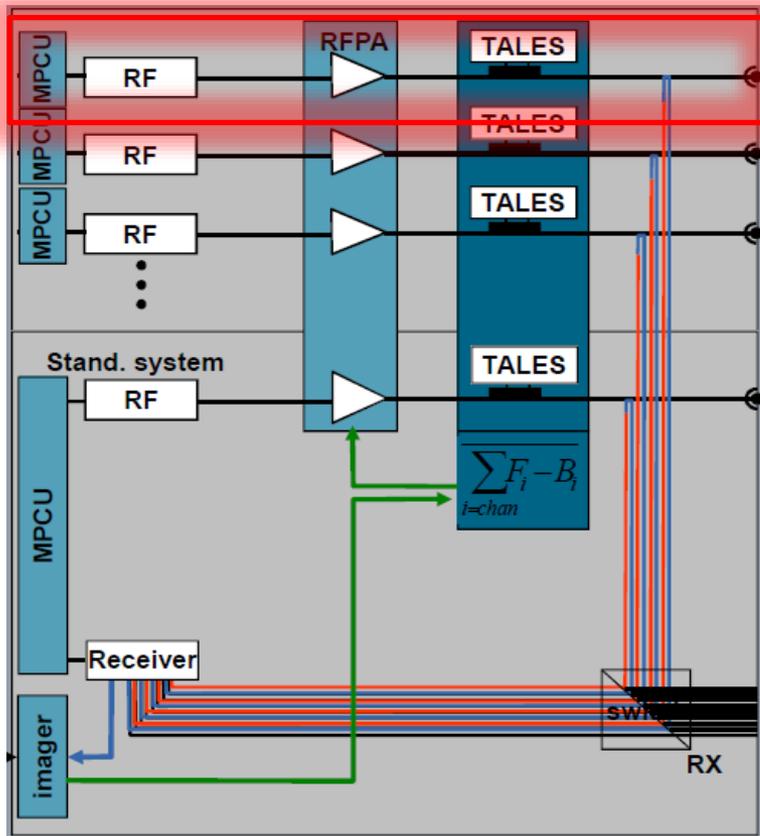
Ombrage



Images pondérées en T2 et T1 à 7T respectivement de gauche à droite

La Transmission Parallèle (pTx) est l'approche la plus élégante

■ Système de transmission spécifique

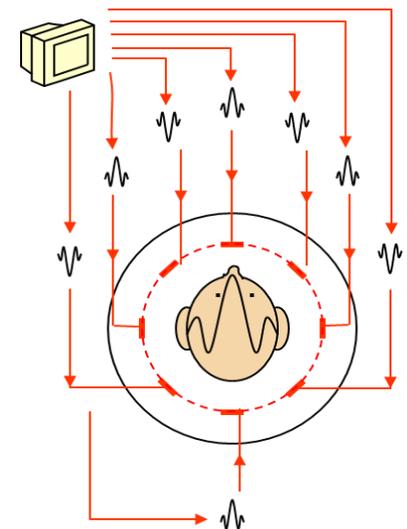


Courtoisie Siemens Healthcare



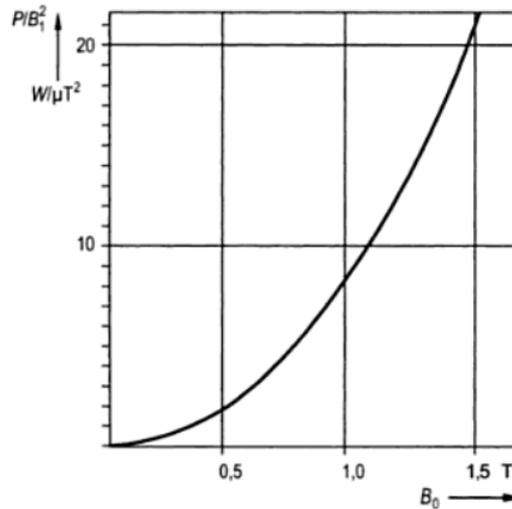
CEA DSM IRFU
7T Head 8Tx/8Rx

Interférences de la RF transmises par les différents canaux...



cea Inconvénients des UHF

$$DAS^* \propto B_0^2$$



D'après Oppelt. Imaging Systems for Medical Diagnostics. Publicis Corporate Publishing, Erlangen

Des normes internationales IEC 601-2-33

| IEC 2010 | 10 s moyennée | 6 min moyennée |
|------------|---------------|----------------|
| DAS local | 20 W/Kg | 10 W/Kg |
| DAS global | 6.4 W/Kg | 3.2 W/Kg |

Très limitant en termes de stratégies d'acquisitions et de durées d'examens...

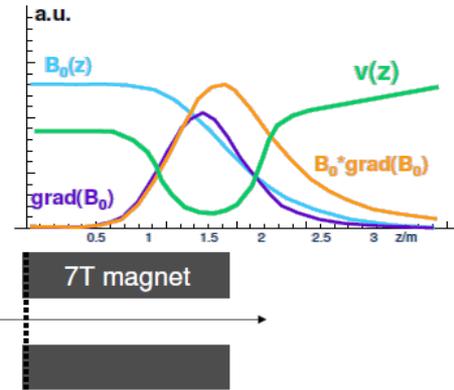
*Débit d'Absorption Spécifique

cea Y a-t-il un danger ?

Nombreuses études sur les risques liés à l'utilisation des UHF.

■ Effets transitoires avérées

Vertiges, phosphènes, démarches instables après exposition, ... Partiellement psychologiques¹



■ Modifications génétiques non confirmées²

■ Questions autour de la compatibilité des implants

MR:comp

Standards IEC ont évolués en 2015, autorisant l'utilisation en routine clinique d'IRM allant jusqu'à 8T³

¹ Friebe B. et al. J Magn Reson Imaging 2015; 41:1675-81

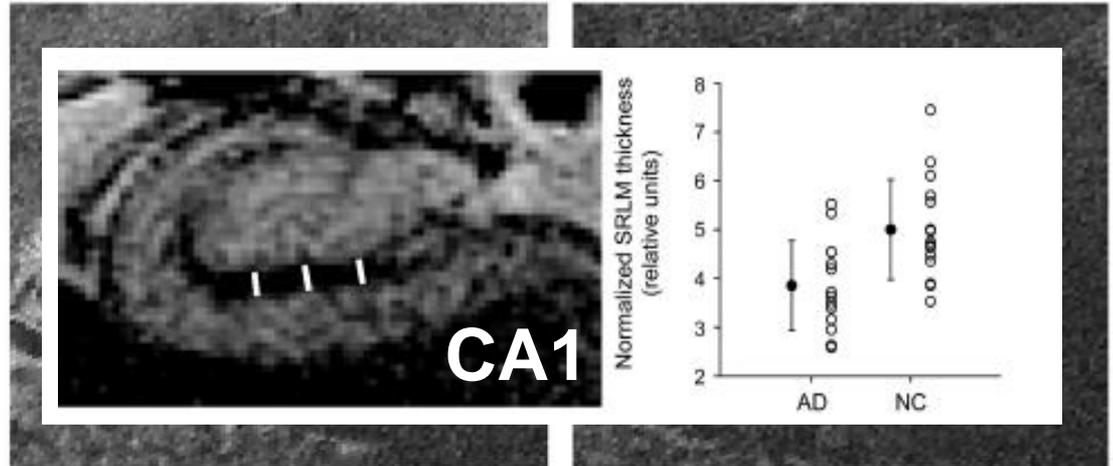
² Vijayalaxmi et al. Mutation Research 2015; 764: 51–63

³ Mühlenweg M. et al. Radiologe 2015; 55:691-6

Quel apport pour la clinique?

Sous segmentation de l'hippocampe comme marqueur de la maladie d'Alzheimer?

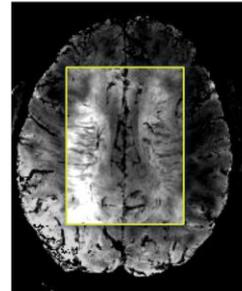
Boutet et al. *neuroImage: Clinical* 2014;5:341-348
 & Kerchner et al *Neurology* 2010; 75:1381:1387



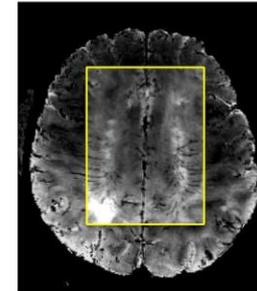
CN subject

AD patient

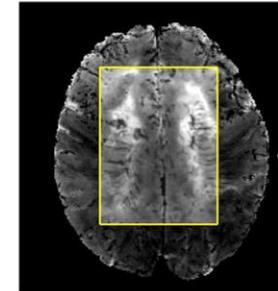
32-year-old female patient
 VD=0.17, intra=0.13, extra=0.18



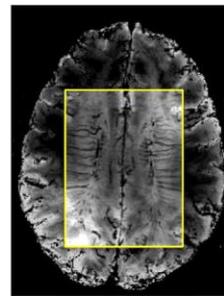
48-year-old male patient
 VD=0.13, intra=0.11, extra=0.14



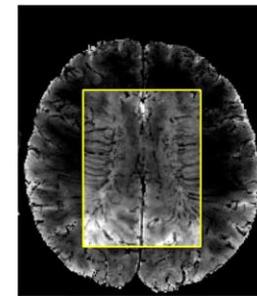
54-year-old female patient
 VD=0.18, intra=0.15, extra=0.19



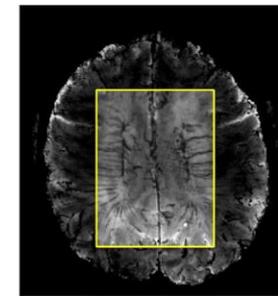
30-year-old female control
 VD=0.22



48-year-old male control
 VD=0.21



55-year-old female control
 VD=0.22



Réduction de la densité veineuse chez le patient CADASIL

De Guio et al. *Stroke* 2014;45:2124-2126.

Alors à quand des IRM 7T en routine clinique?

Jusqu'à il y a peu, 7T disponibles chez tous les constructeurs...

Agilent Technologies to Close Nuclear Magnetic Resonance Business

SANTA CLARA, Calif., Oct. 14, 2014

Agilent Technologies Inc. (NYSE: A) today announced it is exiting its Nuclear Magnetic Resonance business. Agilent entered the NMR business in 2010, with the acquisition of Varian. Since then, the business has not met growth and profitability objectives.



Agilent Technologies

Or seul fabricant d'aimant clinique à 7T ou plus!

Reconfiguration du marché...

Que proposent les industrielles?



SIEMENS

TERRA:

Développement en interne d'un nouvel aimant avec blindage actif

*Marquages **CE & FDA** planifiés pour une utilisation clinique routinière*

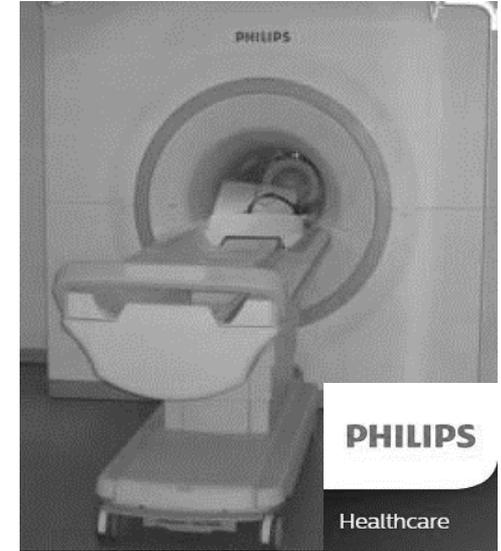


tesla

MR950:

Développement d'un nouvel aimant avec blindage actif confié à Tesla Corp

Uniquement pour utilisation en recherche clinique



PHILIPS

Healthcare

Plus de fournisseur d'aimant actuellement

Uniquement pour la recherche et sur la base installée

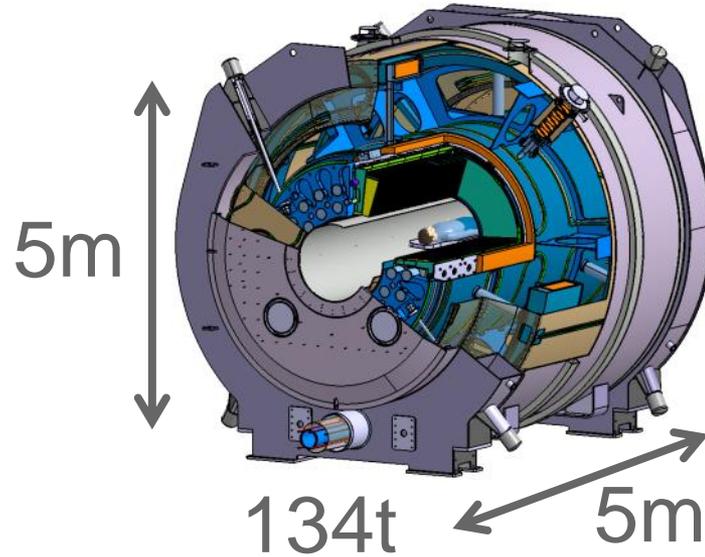
- Possibilités importantes pour améliorer la finesse du diagnostic routinier¹
- Des perspectives intéressantes pour le diagnostique précoce des démences séniles²
- Des machines fiables disponibles pour la clinique d'ici 5 ans
- Peut-on déjà se projeter au-delà avec des aimants >7T?

Histologie in vivo?

¹ Van Der Kolk et al. Eur J Radiol 2013; 82:708-718

² Ali et al. Neurosurg Focus 2015; 39:E4 

L'IRM 11.7T.
Arrivée prévue
à NeuroSpin à
l'automne 2016



Conçu par le CEA
en partenariat:



alexandre.vignaud@cea.fr



i2bm.cea.fr

METRIC team

Chercheurs



Alexis
Amadon
PhD

Nicolas
Boulant
PhD

Cecile
Lerman
PhD

Alexandre
Vignaud
PhD



Cyril Poupon
PhD
UNIRS director

Postdoc



Vincent
Gras
PhD



Lisa Leroi
Msc



Gael Saib
Msc



Arthur
Coste
Msc



Achille
Teillac
Msc



Emilie
Poirion
Msc



Justine
Beaujoin
Msc

Doctorants

Ingénieurs



David
Gay
Msc

Raphael
Tomi-Tricot
Msc

Franck
Mauconduit
PhD
**Siemens
Healthcare**

**Remerciements aux
cliniciens
collaborateurs!**