

# Les Champs Magnétiques



Guillaume LAURENT, IE  
Résonance Magnétique Nucléaire



Chimie de la Matière Condensée de Paris

Collège de France  
11 place Marcelin Berthelot  
75231 Paris Cedex 05  
[guillaume.laurent@upmc.fr](mailto:guillaume.laurent@upmc.fr)



Assistants de prévention  
11 juin 2014



# Plan

- Exemples
- Définition
- Effets
- Réglementation
- RMN et IRM

# Pour vous qu'est-ce que c'est ?

Champ magnétique



# Deux genres

- Champ magnétique statique :
  - Terre
  - Aimants sur le frigidaire
- Champ électromagnétique variable :
  - Passage d'un courant
  - Résistance
  - Moteurs

# Exemples

- Champ magnétique terrestre :  $B=50 \mu\text{T}$
- Environnement domestique :  $B$  du  $\mu\text{T}$  au  $\text{mT}$ 
  - Moteurs : ventilateurs, machines à laver, rasoir..
  - Résistances : plaques de cuisson, radiateurs, machines à laver..
- Bureau et laboratoire de chimie/biologie :  $B$  de l'ordre du  $\mu\text{T}$ 
  - Photocopieur, fax, écran d'ordinateur
  - Agitateur magnétique, centrifugeuse

# Exemples domestiques

Valeur du champ électrique (V/m) et de l'induction magnétique ( $\mu\text{T}$ ) générés par les appareils électrodomestiques à fréquence industrielle (50 Hz)

Remarque: la liste ci-dessous n'est pas exhaustive et ne demande qu'à être complétée par des appareils que vous nous proposeriez. N'hésitez pas à envoyer un mail à [M.Ledent](mailto:M.Ledent)

	Champ électrique (V/m)	Induction magnétique ( $\mu\text{T}$ ) *	Distance de mesure (cm)
<b>Dans la cuisine</b>			
Grille-pain	<150	0,06 à 0,7	30
Lave-vaisselle	<150	0,6 à 3	30
Percolateur	<150	0,08 à 0,15	30
Plaque de cuisson	<150	0,35 à 0,1	30
Réfrigérateur	<150	0,01 à 0,25	30
<b>Dans le salon</b>			
Chaîne stéréo	<150	0,19	30
Télévision	<150	0,04 à 0,2	30
<b>Dans la buanderie/atelier</b>			
Fer à repasser	<150	0,12 à 0,3	30
Foreuse	<150	2 à 3,5	30
Machine à laver	<150	0,15 à 3	30
Scie	<150	1 à 25	30
Séchoir	<150	0,08 à 0,3	30
<b>Dans la salle de bain</b>			
Rasoir	<150	15 à 1500	3
Sèche-cheveux	<150	6 à 2000	3
<b>Dans la chambre</b>			
Couverture chauffante	250	0,3 à 5	3
Matelas d'eau chauffant	?	<0,15	0
Lampe de chevet	<150	2	30
Réveil électrique	<150	0,5 à 1	30
<b>Divers</b>			
Ampoule	<150	2	30
Aspirateur	<150	2 à 20	30
Chauffage électrique par la sol	<150	8 à 12	30
Compteur d'énergie domestique	<150	0,6 à 3,5	30
Lampe halogène	<150	0,17	30
Radiateur électrique	<150	0,15 à 5	30
Tableau domestique	<150	4 à 5	30
Ventilateur	<150	0,03 à 4	30

# Exemples : gros équipements

- Aimants permanents scientifiques et médicaux
  - IRM : clinique  $B=1.5$  T, recherche  $B=3$  T, Neurospin  $B=11.7$  T (homme) et  $B=17$  T (souris)

RMN :  $B$  de 7 à 45 T (Tallahassee)



# Exemples : gros équipements

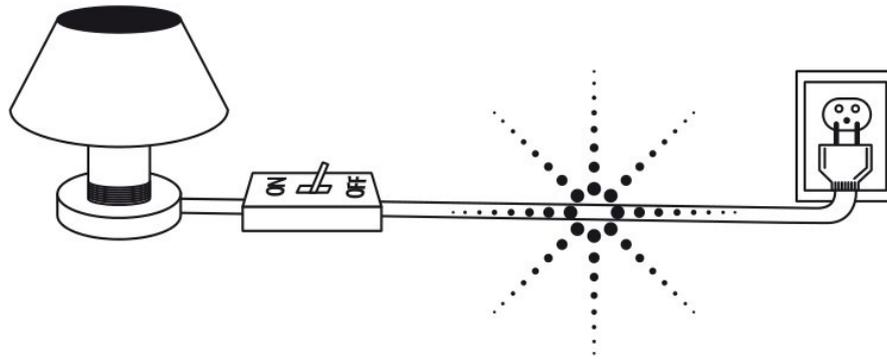
- RPE :  $B=12\text{ T}$
- FTMS :  $B=18\text{ T}$
- CERN LHC :  $8.4\text{ T}$ , 27 km



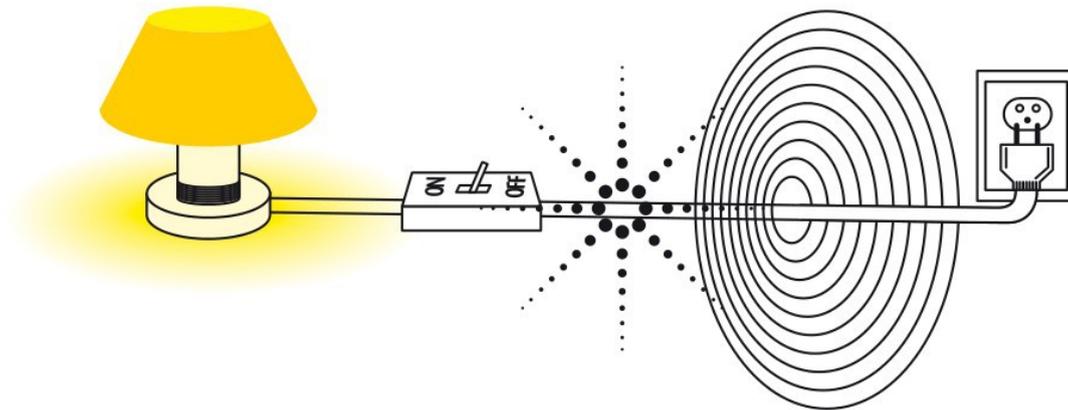
# Définition : passage d'un courant

Pas de courant → pas de champ magnétique

Lampe éteinte branchée sur la prise de courant = présence d'un champ électrique seul



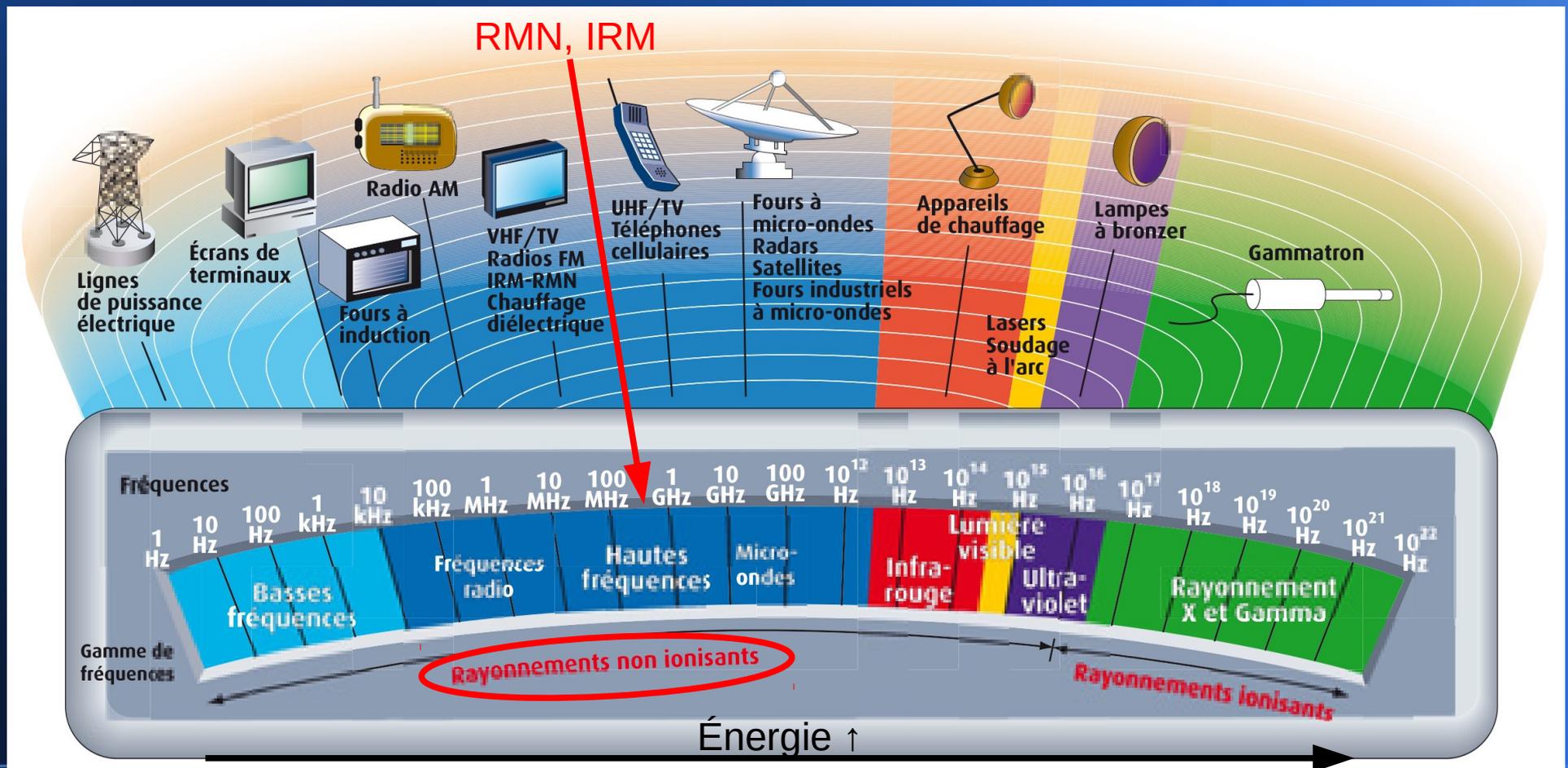
Lampe allumée = présence d'un champ électrique et d'un champ magnétique



Courant → champ magnétique

INRS ED4201

# Définition : fréquences



# Définition : unités

- Intensité du champ électrique :  $E$  en  $V.m^{-1}$
- Intensité du champ magnétique :  $H$  en  $A.m^{-1}$
- Induction magnétique :  $B=4\pi.10^{-7}.H$  en T  
(Tesla), dans l'air ;  
ou en G (Gauss),  $1G = 0.1 mT$
- Densité de puissance surfacique :  
 $S=E.H$  en  $W.m^{-2}$
- Force agissant sur une charge  $q$  de vitesse  $v$  :  
 $F=q.v \wedge B$  en N

# Effets sur l'organisme

- Champ magnétique statique :
  - Sang chargé en mouvement  
→ modification du rythme cardiaque si  $B > 8 \text{ T}$
  - Courants induits dans un gradient de champ  
→ vertiges, nausées, goût métallique
  - Orientation des molécules paramagnétiques et de certaines diamagnétiques → trop faible
  - Pas d'échauffement du corps
  - Effets transitoires, pas de long terme

# Effets sur l'organisme

- Champ magnétique à fréquence  $< 100$  kHz
  - Champ électrique induit → picotements, stimulation musculaire, perturbations visuelles
  - Pas d'effet sur la reproduction
  - Peu de risque de cancer pour  $B < 50$  mT
- Champ magnétique à fréquence  $> 100$  kHz
  - Hyperthermie
  - Audition de clics

# Effets sur l'organisme : femmes enceintes

- 1<sup>er</sup> trimestre :
  - Données peu nombreuses
  - Rien d'inquiétant
  - Pas de malformation chez la souris
- 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres :
  - Largement répandu
  - Sans ralentissement pour le fœtus
- Effets psychologiques

# Effets sur l'organisme : contre-indications

- Prothèses métalliques :
  - Échauffement
  - Attraction
- Stimulateurs cardiaques, pompe à dialyse :
  - Fonctionnement gravement perturbé
- Limite :  $B < 0.5 \text{ mT}$



# Effets sur le matériel

- **Attraction** (outillage, bouteilles de gaz, extincteurs, chaises,...) → blessures par contusion, quench de l'aimant

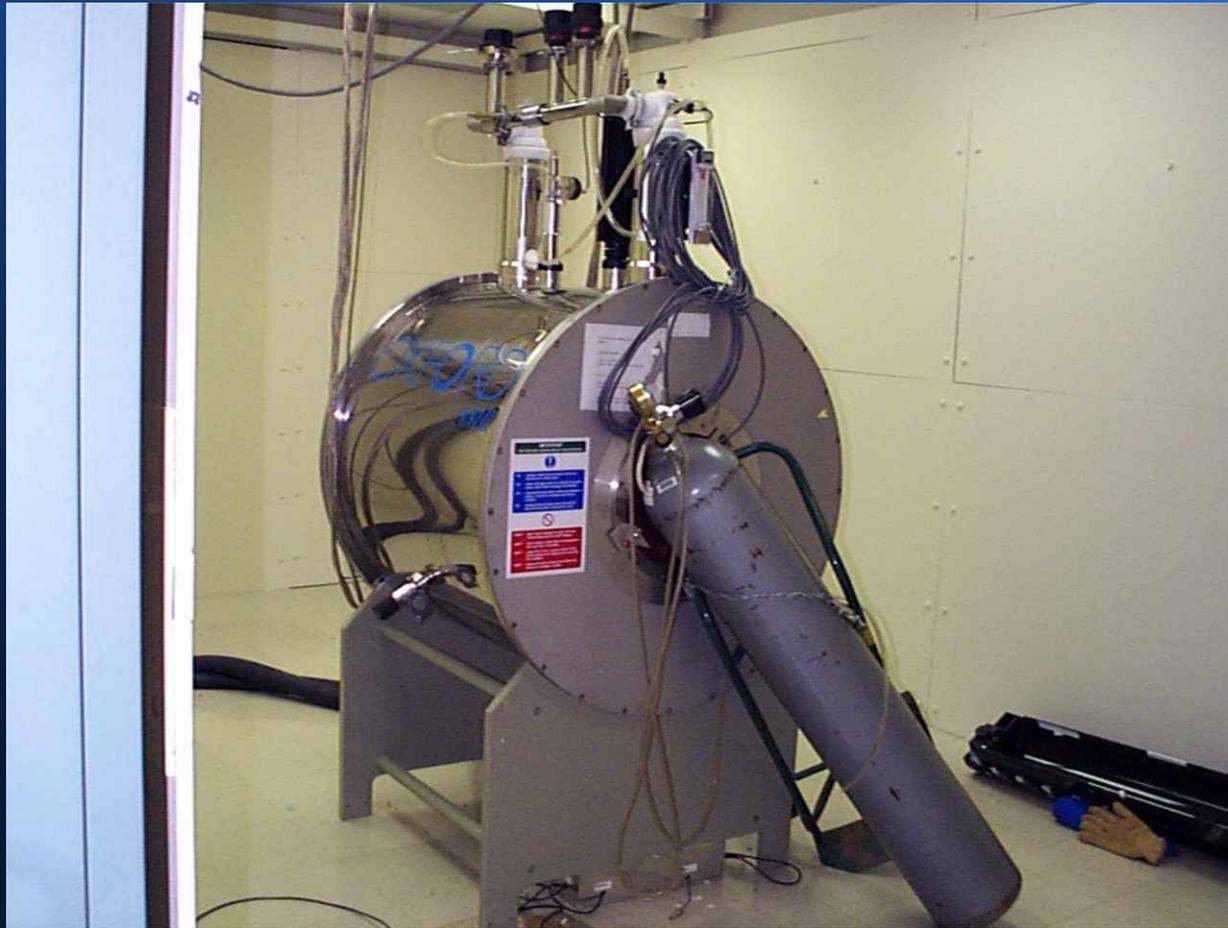
- Utiliser de l'aluminium



- **Désaimantation** : tickets de métro, cartes de paiement, disques durs

- Les laisser dans un coin de la salle

# Effets sur le matériel



# Effets sur le matériel

- De 0.5 à 1.5 mT : **tubes cathodiques** blindés, ordinateurs, photomultiplicateurs blindés
- De 0.2 à 0.5 mT : équipement électronique très sensible, **photomultiplicateurs** non blindés
- De 0.1 à 0.2 mT : équipement électronique extrêmement sensible, accélérateur linéaire, **microscope électronique**

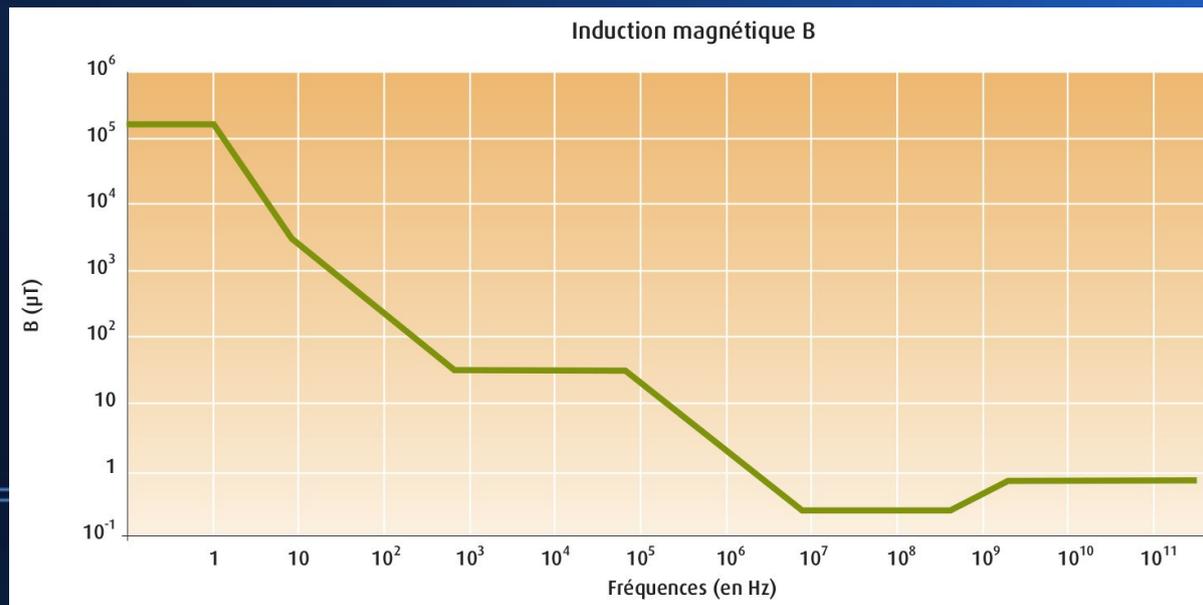
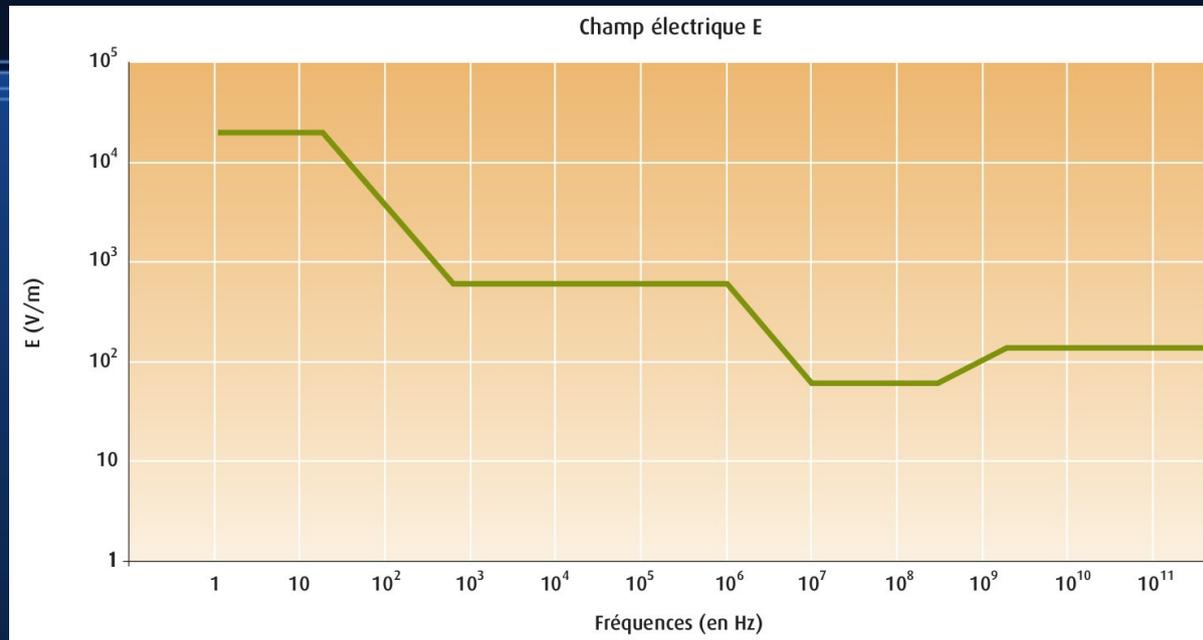
# Effets sur l'aimant

- $B > 1.5 \text{ mT}$  : **poutres** ferromagnétiques de densité  $> 11 \text{ kg.m}^{-2}$
- De  $0.5$  à  $1.5 \text{ mT}$  : **masse  $> 45 \text{ kg}$**  (chariots, bouteilles de gaz)
- De  $0.2$  à  $0.5 \text{ mT}$  : **masse  $> 450 \text{ kg}$**  (voiture, ascenseur)
- De  $0.1$  à  $0.2 \text{ mT}$  : **masse  $> 34 \text{ tonnes}$**  (train, camions)

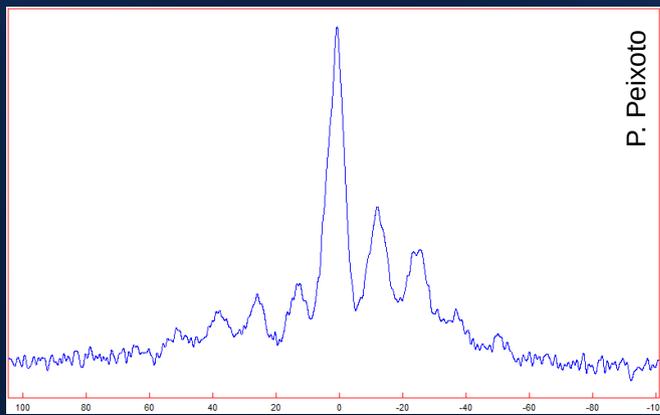
# Réglementation

- Champ magnétique statique :
  - Exposition professionnelle :
    - Tête et tronc :  $B < 2 \text{ T}$
    - Membres :  $B < 8 \text{ T}$
  - Exposition publique :  $B < 400 \text{ mT}$

# Réglementation



# RMN et IRM



- Spectres et imagerie
- Accès restreint



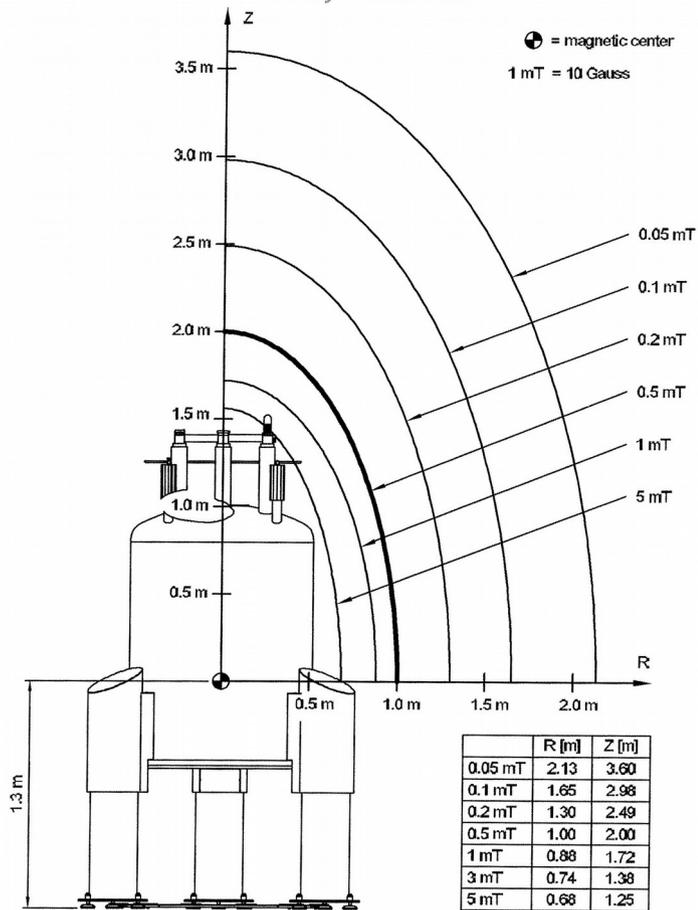
# RMN et IRM : lignes de champ

700MHz/54mm

UltraShield™ Plus



Stray Field Plot



Z1033651

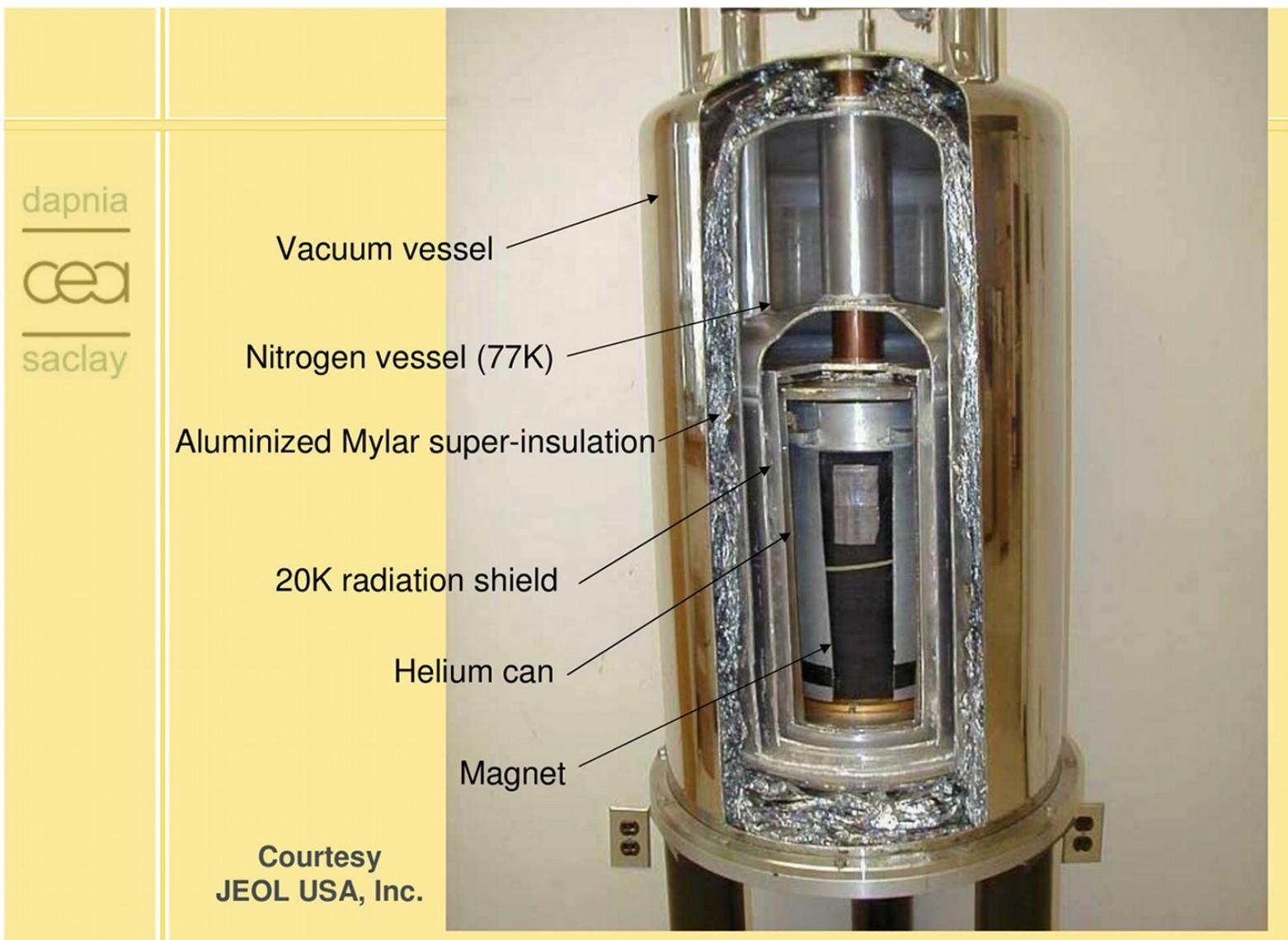
- Taille du trou ↑, lignes de champ ↑
- Blindage de plus en plus efficace
- 7 T ancien : attraction à 1.5 m
- 7 T récent : attraction à 30cm

# RMN et IRM : lignes de champ

- Adapter la pièce aux lignes de champ (horizontal et vertical) :  $B < 0.5 \text{ mT}$  (5 gauss)
- Protéger les personnels, ne pas perturber les appareils voisins et ne pas être perturbé



# RMN et IRM : cryogénie



# Sécurité : cryogénie

- Gants cryogéniques (brûlures)
- Ventilation standard : 3 volumes de la pièce en 1h (évaporation)
- **Détecteur d'oxygène**
- N<sub>2</sub> liquide et He liquide :  
expansion ~ 700x
- Ventilation forcée :  
1 volume de la pièce  
en 2 minutes



# Sécurité

- Procédure d'intervention
- Pas d'équipement magnétique
- Le champ reste actif même courant coupé
- Pas d'eau en cas de fumée (gel des soupapes)

# Videos : attraction et quench

- <http://www.atemschutzunfaelle.de/download/Videos/Atemschutzflasche.mpg>
- <http://www.youtube.com/watch?v=nBVHnZ8tru0>
- <http://www.youtube.com/watch?v=5z33ZcDgavY>
- [http://www.mrisafetyvideo.com/kch\\_quench\\_outside\\_shortSo.htm](http://www.mrisafetyvideo.com/kch_quench_outside_shortSo.htm)

# Sources

- Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :  
<http://www.who.int/peh-emf/fr/index.html>
- Institut National de Recherche et de Santé (INRS) :  
<http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?refINRS=ED%206136>  
<http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?refINRS=PR%2043>
- Fabricants Varian et Bruker

# Conclusion

- Peu de danger pour la santé
- Attraction des objets métalliques
- Démagnétisation
- Liquides cryogéniques
- Quench

# Remerciements

Merci aux organisateurs

Merci de votre attention