

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



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 μT au 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 μT
 - Photocopieur, fax, écran d'ordinateur
 - Agitateur magnétique, centrifugeuse

Exemples domestiques

Valeur du champ électrique (V/m) et de l'induction magnétique (μT) 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

	Champ électrique (V/m)	Induction magnétique (μT) *	Distance de mesure (cm)
Dans la cuisine			
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
Dans le salon			
Chaîne stéréo	<150	0,19	30
Télévision	<150	0,04 à 0,2	30
Dans la buanderie/atelier			
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
Dans la salle de bain			
Rasoir	<150	15 à 1500	3
Sèche-cheveux	<150	6 à 2000	3
Dans la chambre			
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
Divers			
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

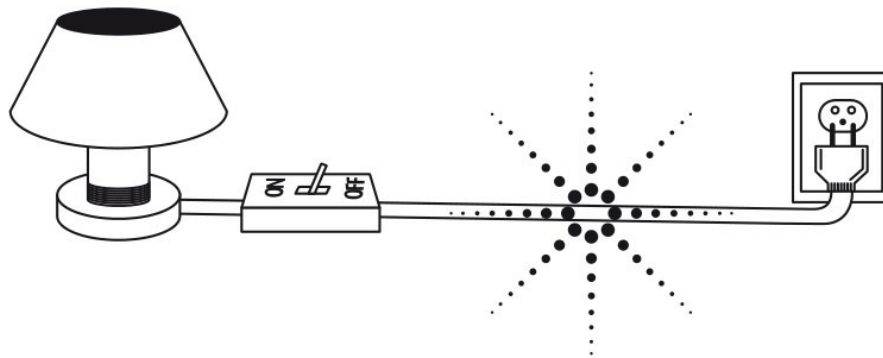
- RPE : $B=12\text{ T}$
- FTMS : $B=18\text{ T}$
- CERN LHC : 8.4 T , 27 km



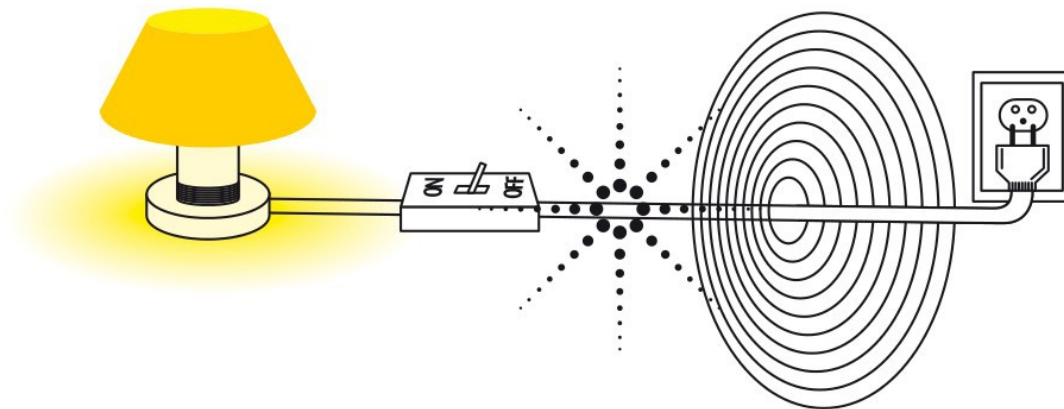
Définition : passage d'un courant

Pas de courant → pas de champ magnétique

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



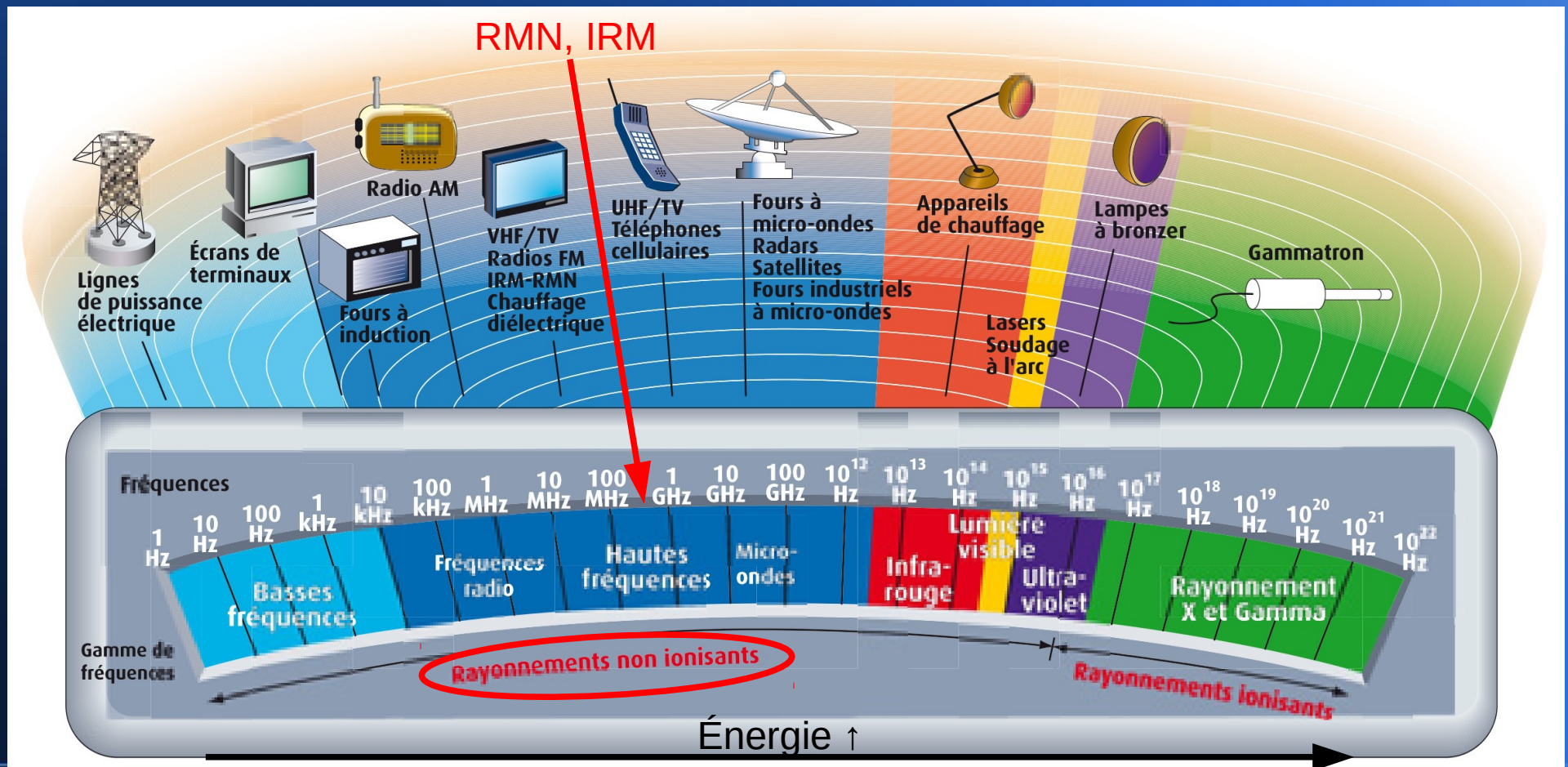
Lampe allumée = présence d'un champ électrique et d'un champ magnétique



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^{er} trimestre :
 - Données peu nombreuses
 - Rien d'inquiétant
 - Pas de malformation chez la souris
- 2^{ème} et 3^{ème} trimestres :
 - Largement répandu
 - Sans ralentissement pour le fœtus
- Effets psychologiques

Effets sur l'organisme : contre-indications

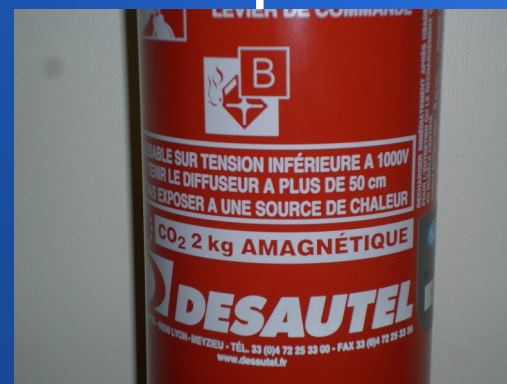
- Prothèses métalliques :
 - Échauffement
 - Attraction
- Stimulateurs cardiaques, pompe à dialyse :
 - Fonctionnement gravement perturbé
- Limite : $B < 0.5 \text{ mT}$



Effets sur le matériel

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

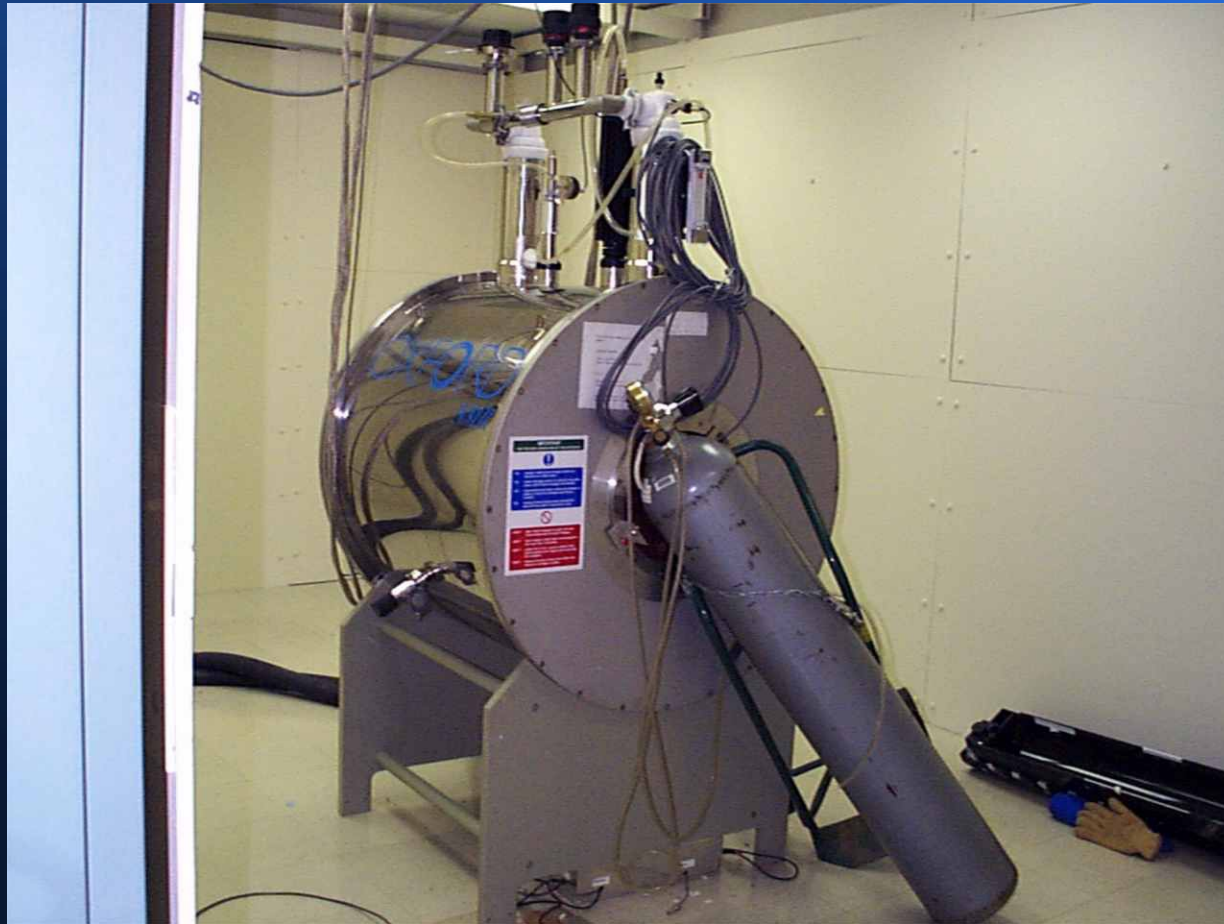
- Utiliser de l'aluminium



- **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**

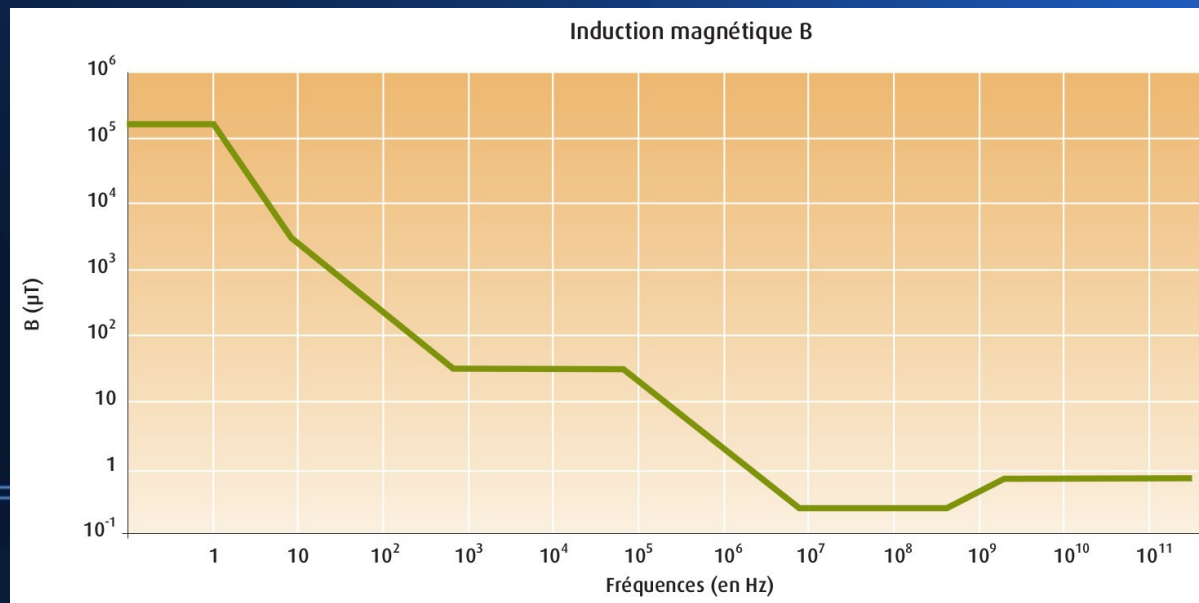
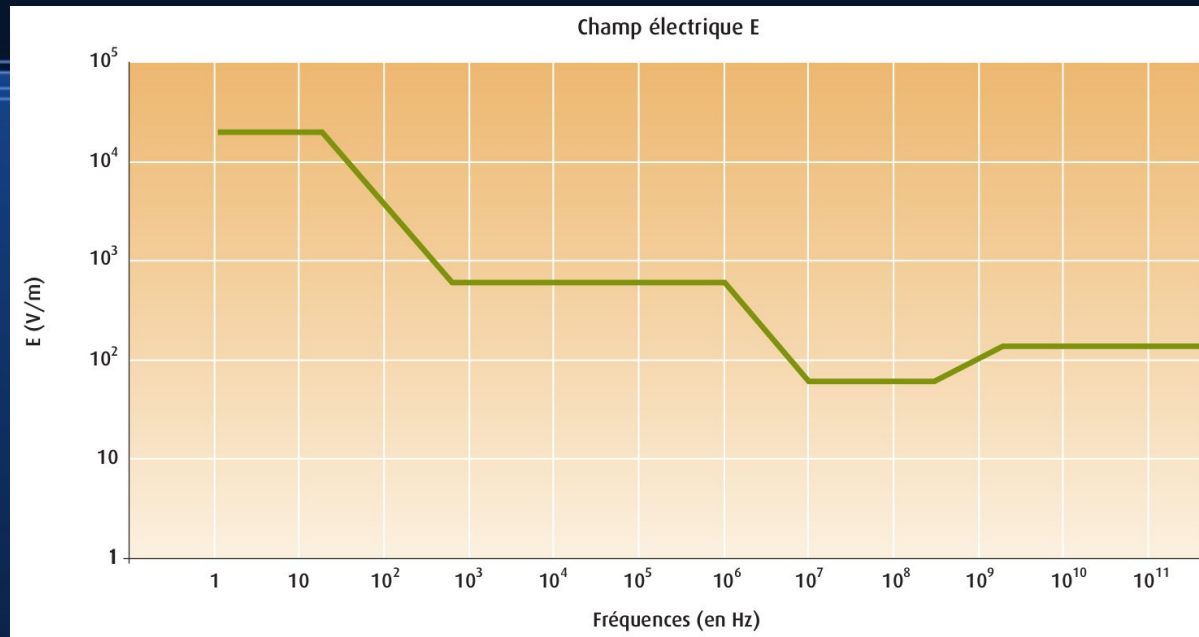
Effets sur l'aimant

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

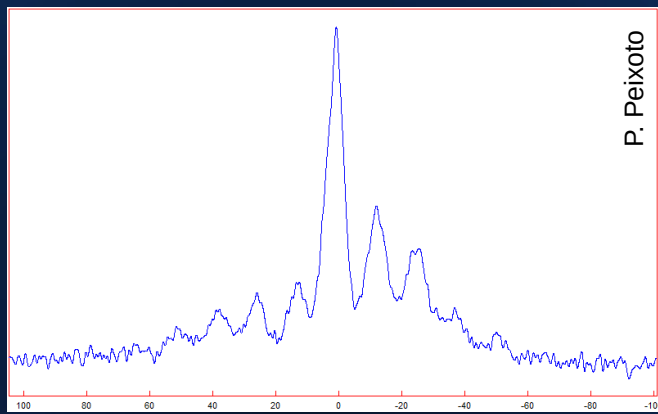
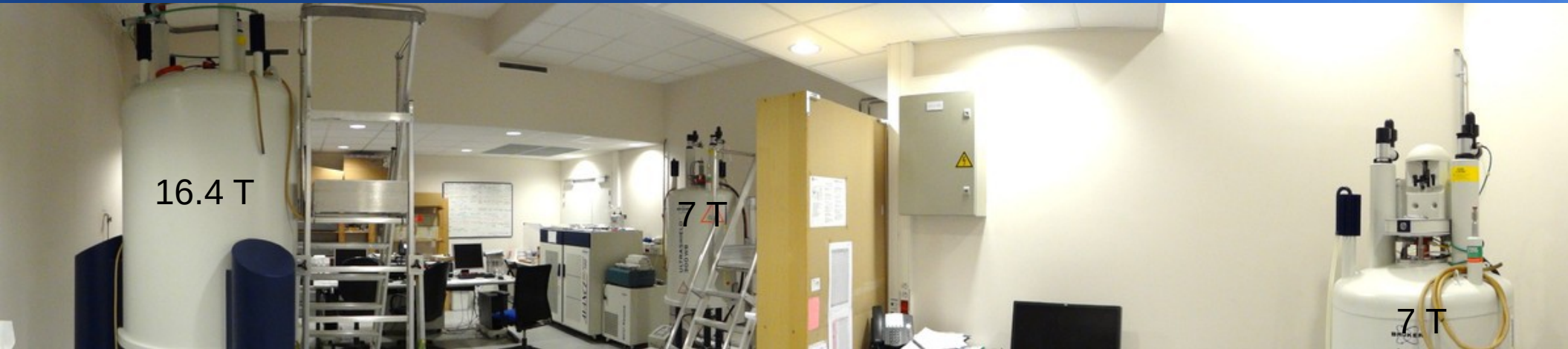
Réglementation

- 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



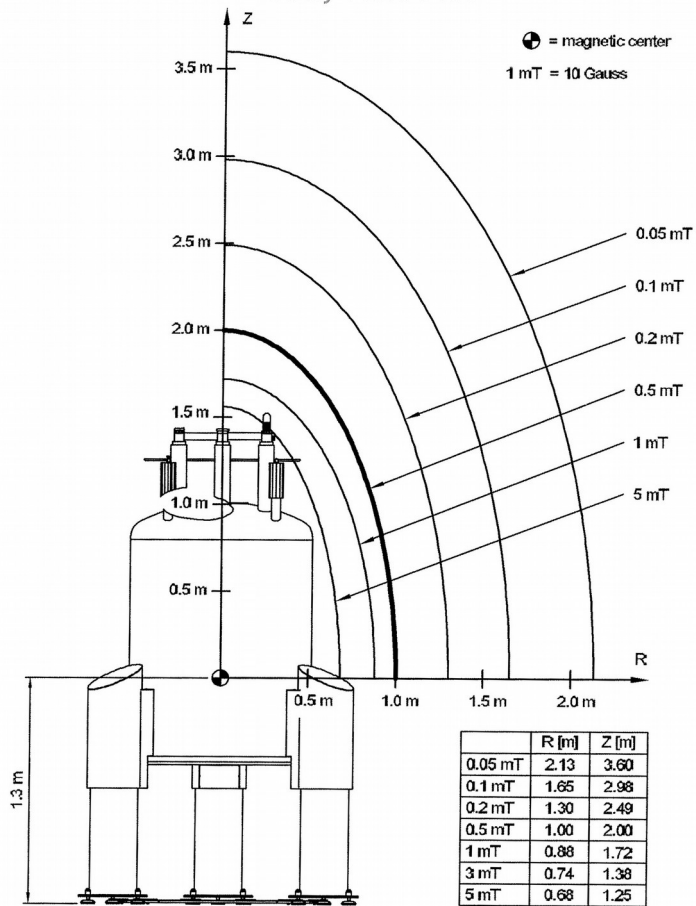
RMN et IRM : lignes de champ

700MHz/54mm

UltraShield™ Plus



Stray Field Plot



Z1033651

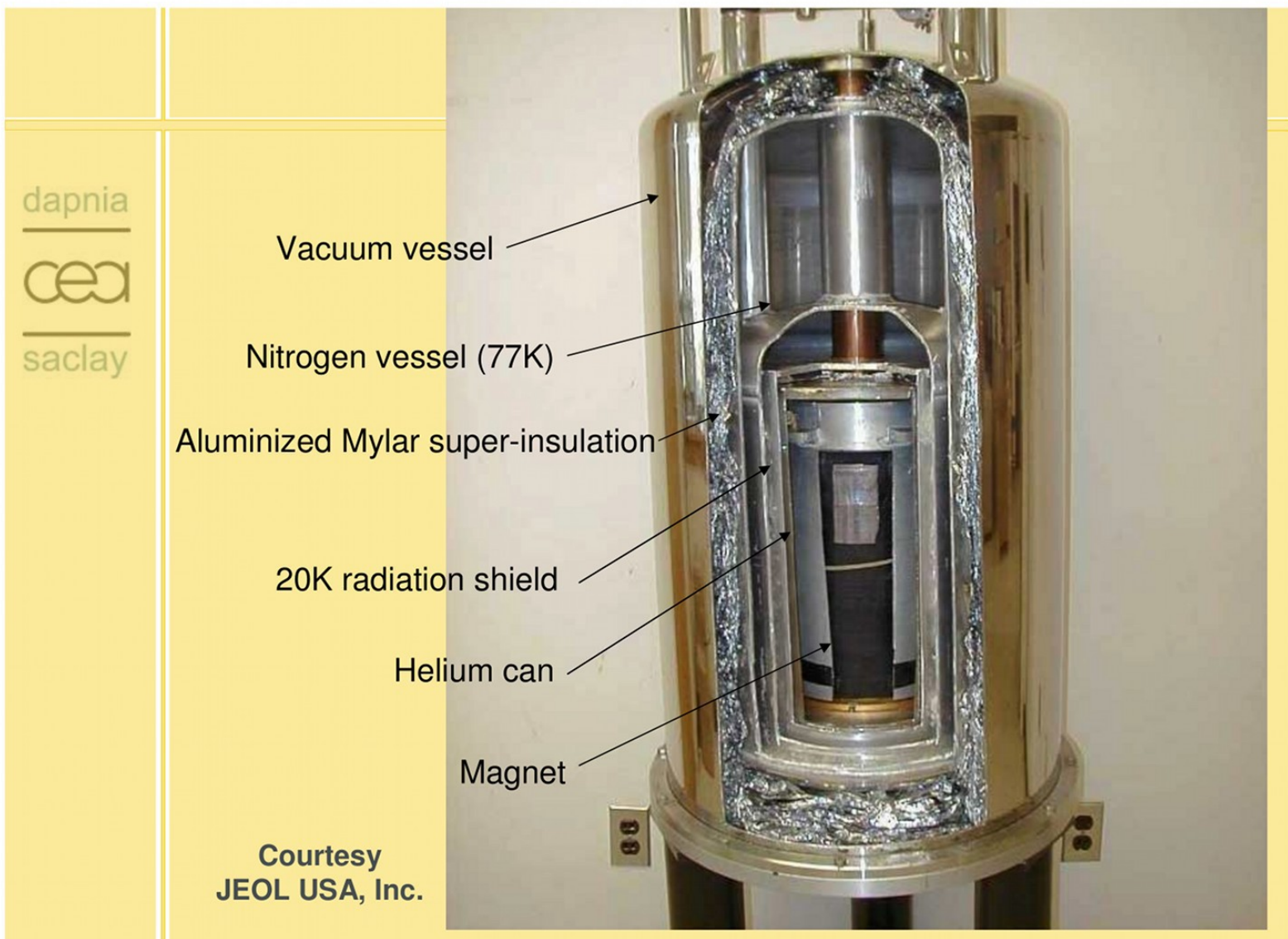
- Taille du trou ↑, lignes de champ ↑
- Blindage de plus en plus efficace
- 7 T ancien : attraction à 1.5 m
- 7 T récent : attraction à 30cm

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**
- N₂ 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

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