



HAL
open science

Les Champs Magnétiques

Guillaume Laurent

► **To cite this version:**

Guillaume Laurent. Les Champs Magnétiques. École thématique. Assistants de prévention, Paris, France. 2014, pp.31. cel-01139089

HAL Id: cel-01139089

<https://hal.sorbonne-universite.fr/cel-01139089v1>

Submitted on 3 Apr 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

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

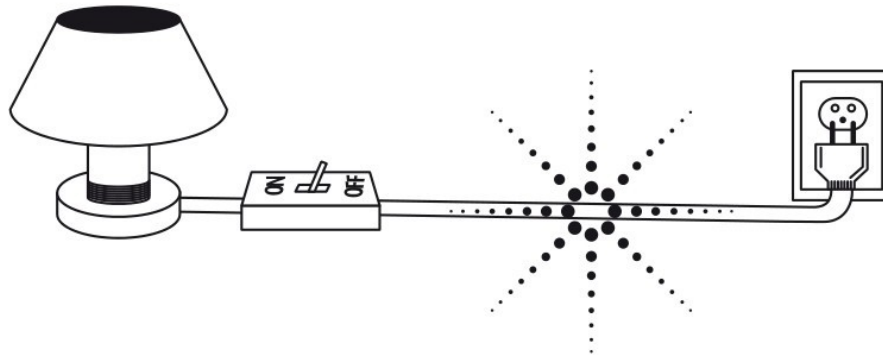
- RPE : $B=12\text{ T}$
- FTMS : $B=18\text{ T}$
- CERN LHC : 8.4 T , 27 km



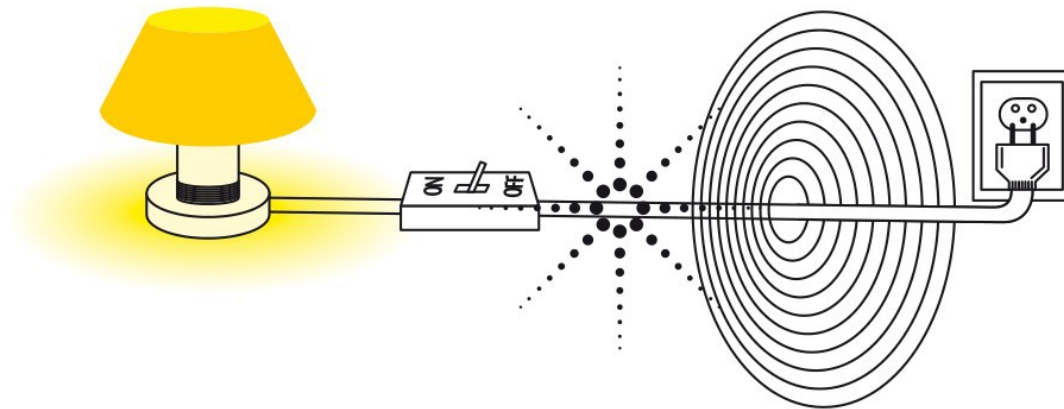
Définition : passage d'un courant

Pas de courant → pas de champ magnétique

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



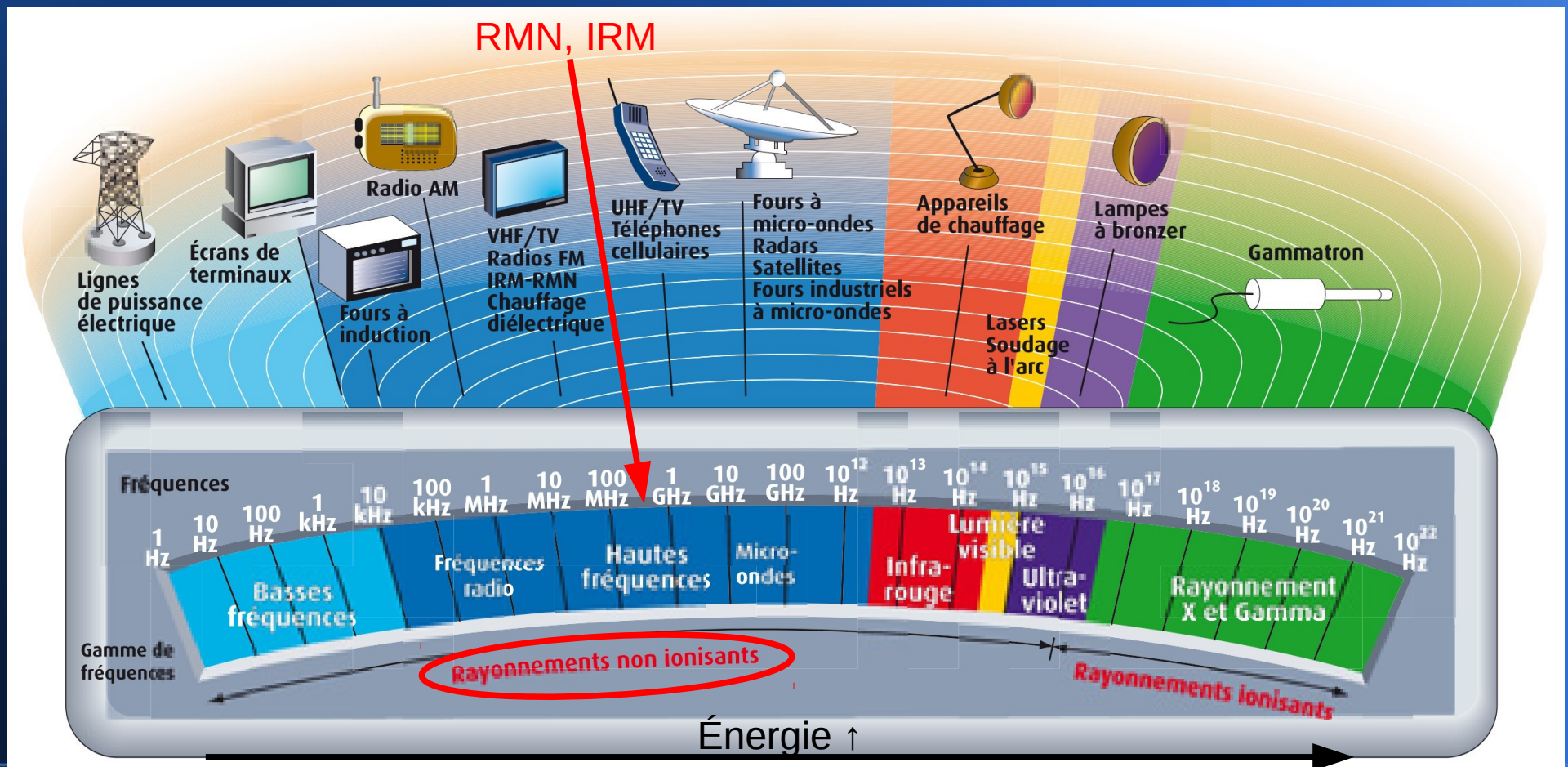
Lampe allumée = présence d'un champ électrique et d'un champ magnétique



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

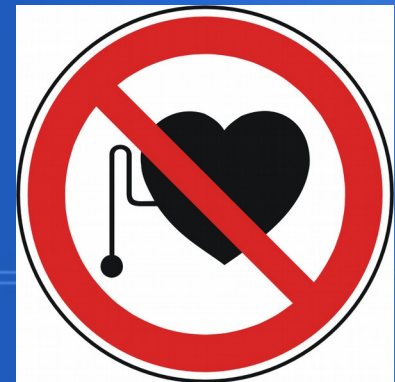
- Champ magnétique à fréquence < 100 kHz
 - Champ électrique induit → picotements, stimulation musculaire, perturbations visuelles
 - Pas d'effet sur la reproduction
 - Peu de risque de cancer pour $B < 50$ mT
- Champ magnétique à fréquence > 100 kHz
 - Hyperthermie
 - Audition de clics

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**

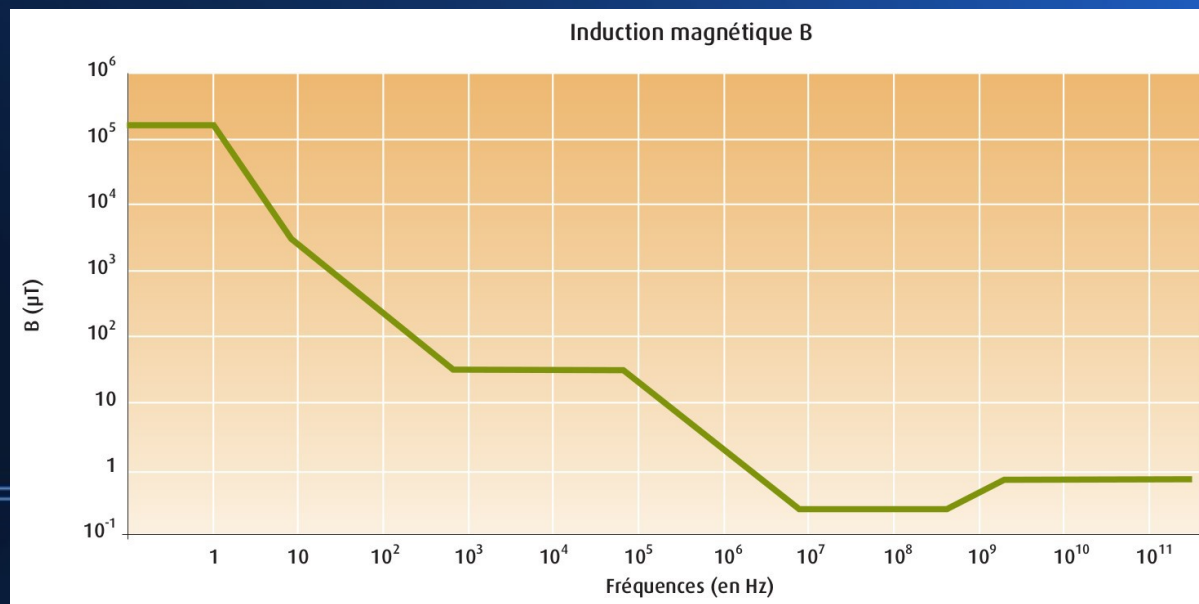
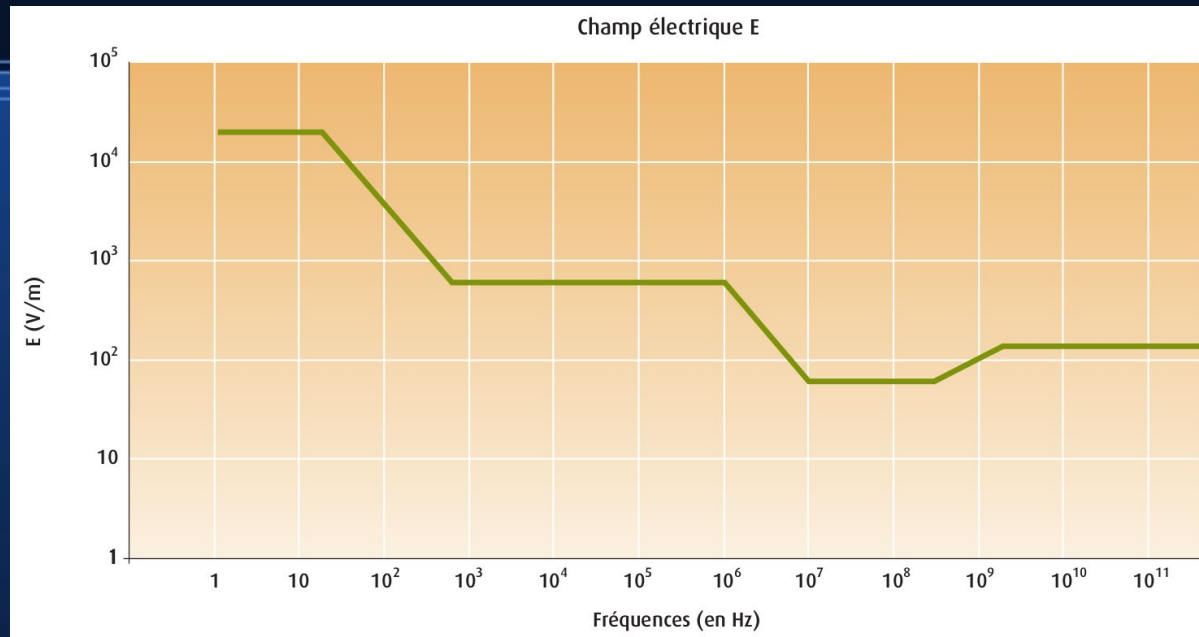
Effets sur l'aimant

- $B > 1.5 \text{ mT}$: **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)

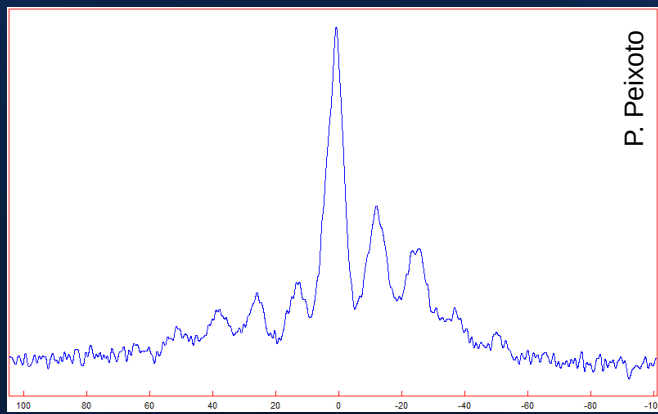
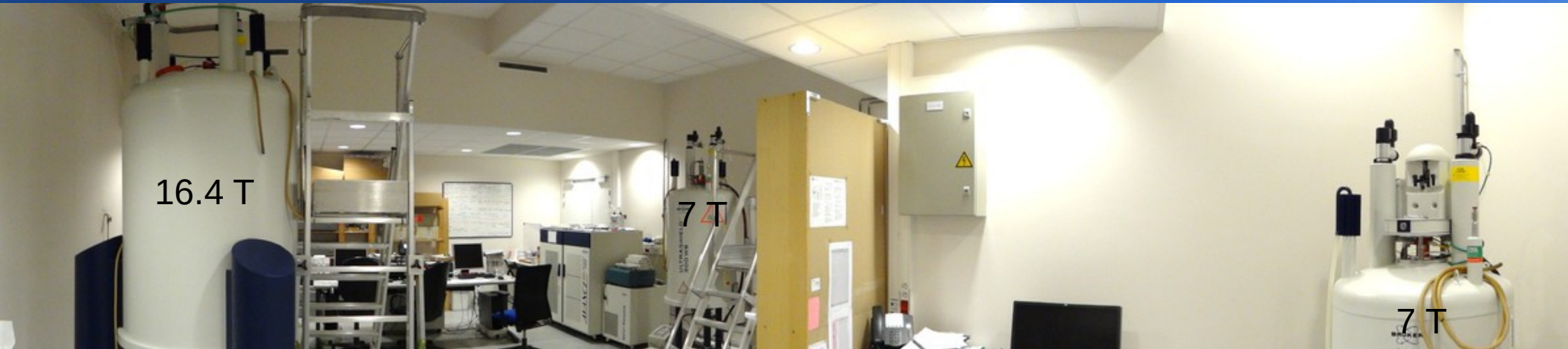
Réglementation

- 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



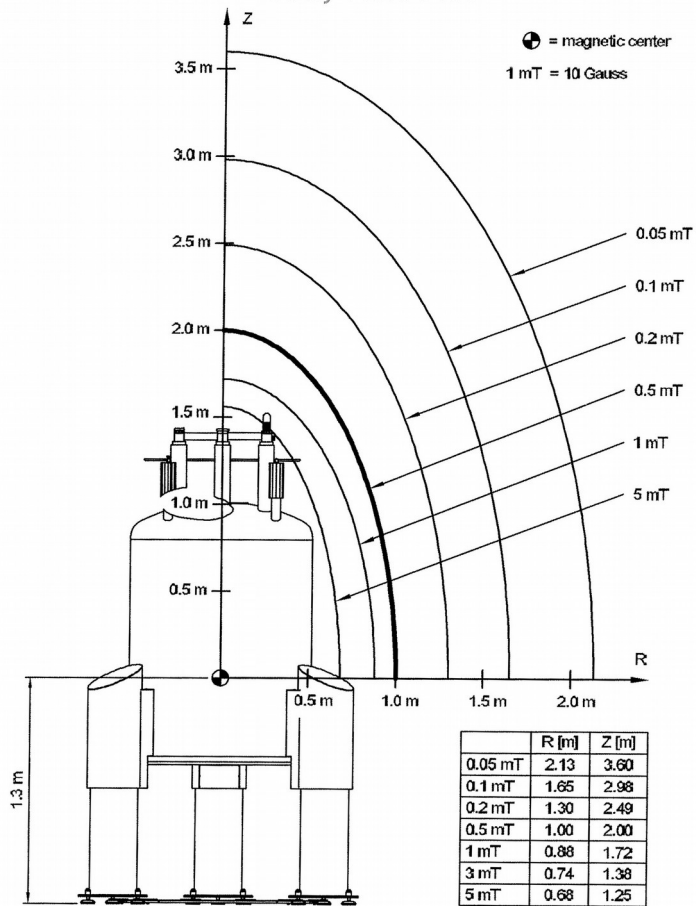
RMN et IRM : lignes de champ

700MHz/54mm

UltraShield™ Plus



Stray Field Plot



Z1033651

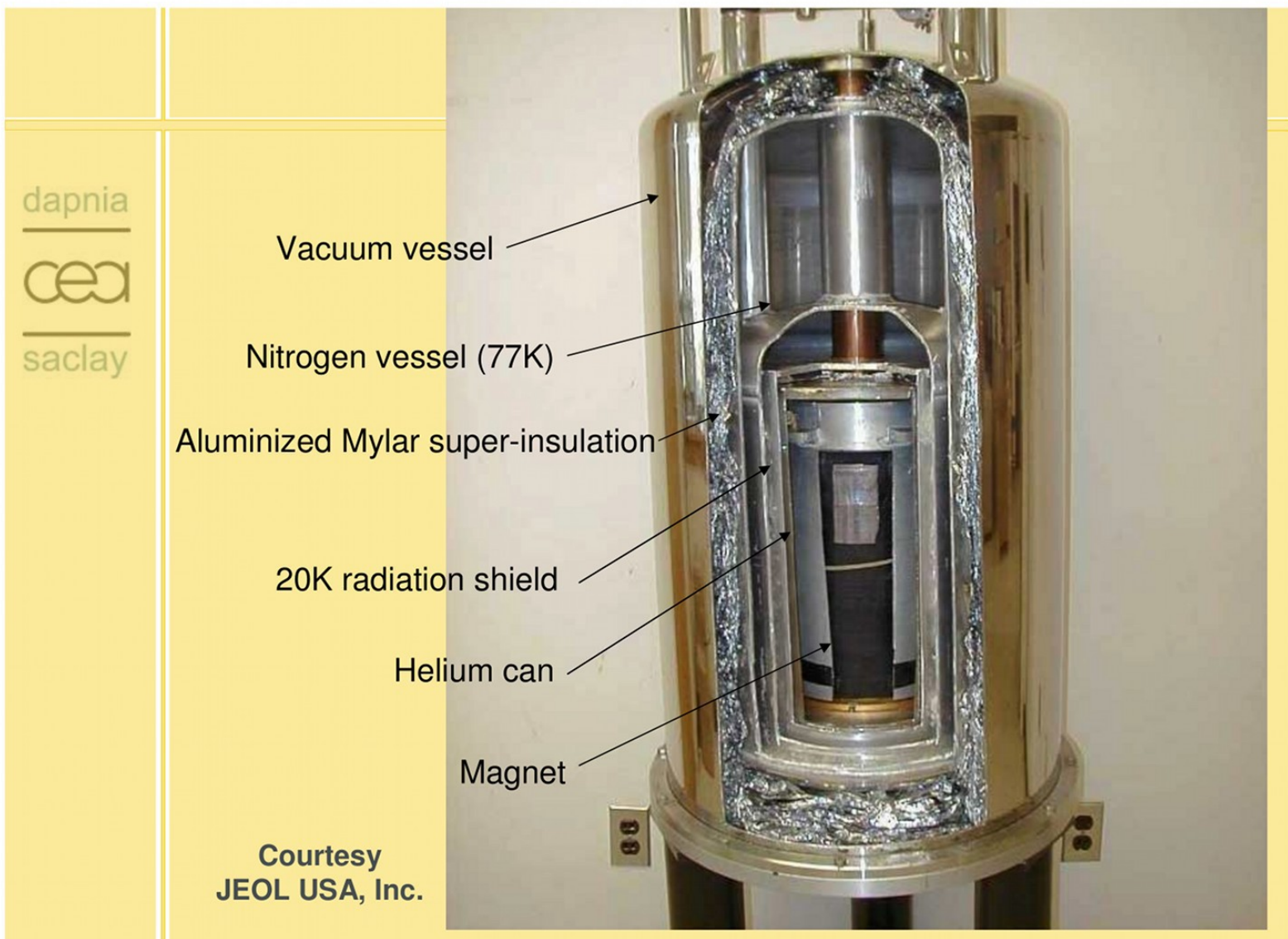
- Taille du trou ↑, lignes de champ ↑
- Blindage de plus en plus efficace
- 7 T ancien : attraction à 1.5 m
- 7 T récent : attraction à 30cm

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