

## *Valorisation IRM bas-champ Chipiron\**

*F. Voisin*

*\*D. Labat*

*\*E. Kervella*

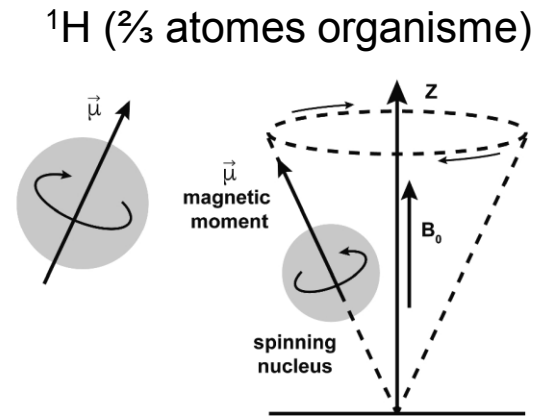




1. Contexte de la R&T
2. Principaux enjeux techniques
3. Implication technique de l'APC et principaux défis
4. Perspectives d'applications
5. Conclusion

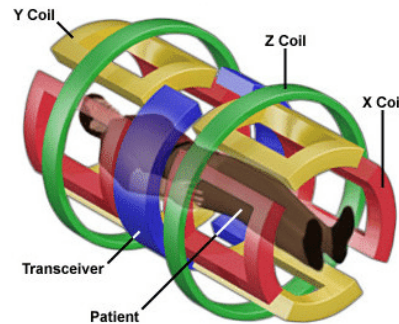
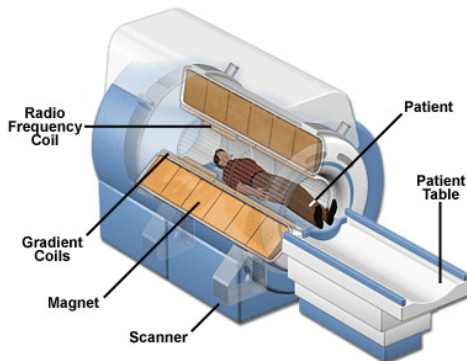
## Résonance magnétique nucléaire (RMN)

- Protons soumis à  $B_0$  constant
- ⇒ précession fréquence de Larmor  $\omega_0 = \gamma B_0$
- ⇒ aimantation résultante  $M // B_0$
- + pulse  $B_1$  RF ( $\omega_1 \approx \omega_0$ )  $\perp B_0$
- 1)  $B_1$  "on" ⇒ basculement M plan  $\perp B_0$
- 2)  $B_1$  "off" ⇒ retour équilibre émission onde EM
- ⇒ détection par antenne inductive

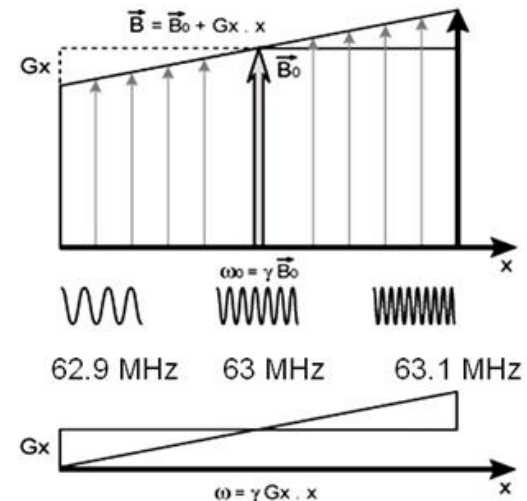


## Imagerie par résonance magnétique (IRM)

- Codage spatial en fréquence
- ⇒ bobines gradient X, Y, Z



Gradient  $G_x \Rightarrow$  encodage plan de coupe dans la direction  $x$



## Intérêts de l'IRM

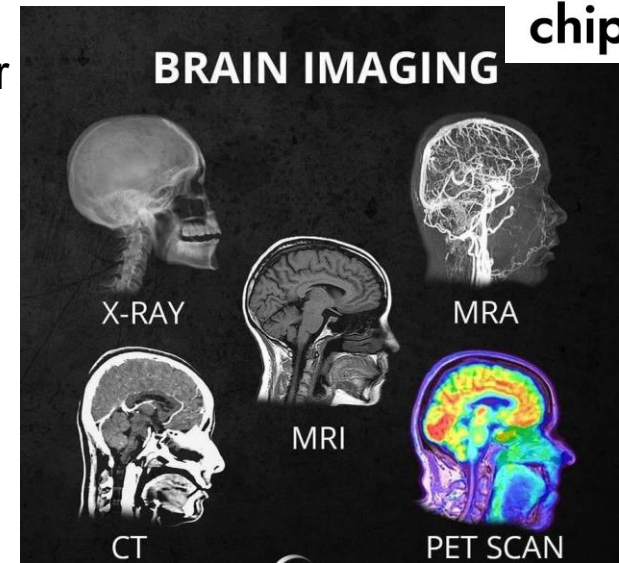
- Adaptée tissus "mous" avec contraste >> scanner
- Inadaptée tissus "durs" (pauvres hydrogène)
- Technique polyvalente, non-invasive, très haute résolution

⇒ **Requiert gros aimants supraconducteurs refroidis pour générer champs magnétiques intenses (1,5T ou 3T)**

- Coût élevé : 800k€ - 1,3M€ + hélium (4K)
- Technologie complexe : blindage magnétique, sélection patients

⇒ **Nombre machines disponibles limité**

- 15 machines / M hab. France
- Temps d'attente élevé (34 J France) / utilisation technologies alternatives non adaptées



Refroidissement 4K (LHe)  
aimants supraconducteurs

- **Objectif Chipiron :**

**Commercialisation appareils IRM portables légers / coûts réduits (<300k€)**

⇒ Utilisation aimants plus petits et résistifs

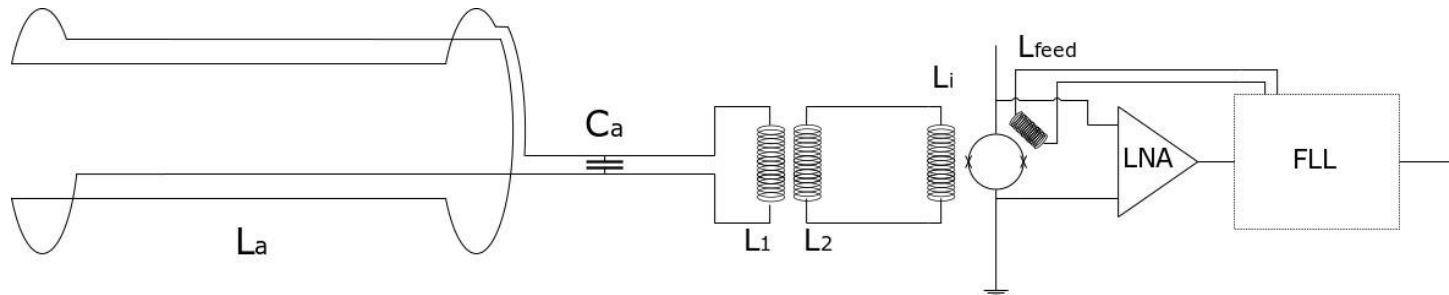
⇒  $B_0 \approx 1\text{mT}$

- **Défis :**

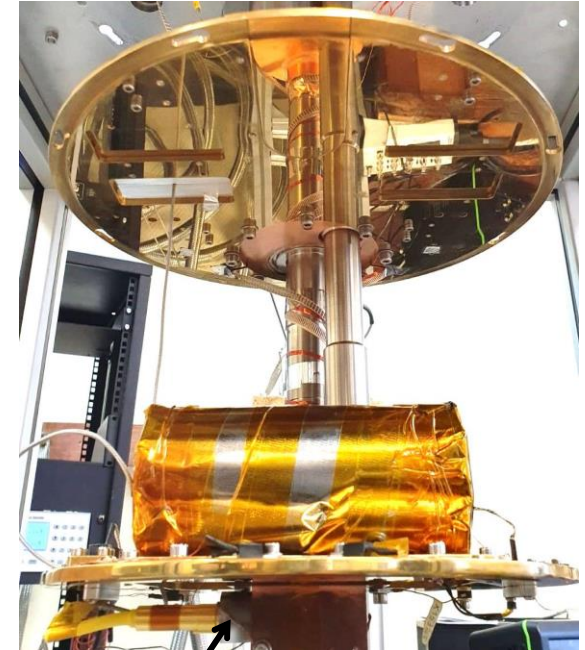
**Signal RMN plus faible à bas  $B_0$**

⇒ Mise en œuvre chaîne de détection RF cryogénique ultra-sensible à base de SQUID Low  $T_c$  (< 4K)

+ antenne de détection refroidie pour réduction du bruit



- **Premiers contacts** Chipiron / APC : été 2020
- ⇒ Contrat collaboration recherche signé été 2021
- **Expertise sollicitée** : chaîne de détection cryogénique à SQUID et électronique bas-bruit
- **Objectif** : réalisation démonstrateur pour validation brevetabilité concepts novateurs
- **Implication technique** : 1×IR microélectronique
- ✓ Intégration / mise en œuvre / caractérisation chaîne de détection refroidie commerciale (*StarCryoelectronics*) dans cryostat à dilution (Mycryofirm) installé à l'ESPCI (Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles)
- ✓ Couplage antenne détection / électronique de lecture à SQUID
- ✓ Optimisation CEM / filtrage
- ✓ Etude cryostat refroidissement antenne détection



- Valorisation expertise chaînes de lectures cryogéniques pour instrumentation astrophysique et cosmologie au profit du médical
- Retour d'expérience chaîne de lecture à SQUID commerciale
- Implications techniques en cours et futurs :
  - ⇒ mise en œuvre démonstrateur RMN / IRM
  - ⇒ développement électronique de lecture spécifiquement dédiée (ASIC ?)

- Collaboration APC / Chipiron s'inscrit pleinement dans cadre des missions du CNRS valorisation des résultats / partage connaissances / formation
- ⇒ transfert expertise technique spécifique au service d'une initiative ayant des retombées pour le grand public



Merci