

BAPHYR : Bases Physiques pour la Résonance Magnétique Nucléaire, l'Imagerie et la Spectroscopie par Résonance Magnétique Biomédicales

Bruno Montcel et André Briguet
Université Lyon1
service iCAP



Rhône-Alpes Région



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

La Lettre d'UNIT

Pourquoi vous êtes-vous lancé dans ce projet ?

Travaillant sur un programme de recherche depuis de nombreuses années, l'université Claude Bernard Lyon 1 (Bruno Montcel), l'université de Bordeaux 2 (Jean Michel Franconi) et l'UT Compiègne (François Langevin) ont eu la volonté commune de se rattacher à l'existant en proposant la création d'un cours complet sur les Bases Physiques pour la Résonance Magnétique Nucléaire, l'Imagerie et la Spectroscopie par Résonance Magnétique Biomédicales (BAPHYR).

Le co-financement par le consortium UNIT a permis de répondre à cette nécessité d'avoir un « support » utilisable du niveau L3 au niveau Doctorat, permettant de corréler l'ensemble des notions utilisées avec des notions fondamentales d'une part et des applications (aspect interdisciplinaire) de l'autre, s'est manifestée sur la demande des étudiants.

André Briguet (à l'origine du projet, à la retraite depuis quelques mois) nous explique :

« Quand on cherche des cours sur la RMN sur internet c'est surtout autour des applications biomédicales. Nous voulions donner les bases physiques du phénomène de façons approfondies et rigoureuses.

Je souhaitais laisser des traces écrites avant de partir à la retraite et passer le jalon à une nouvelle équipe.

C'est un sujet très dynamique avec une implication économique importante dans le domaine biomédicale.

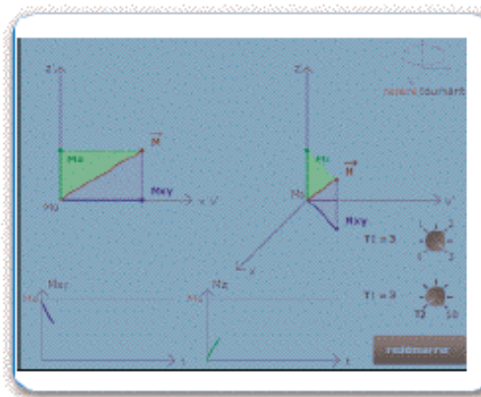
L'objectif général est de renforcer le niveau scientifique et technologique de la formation aux récentes techniques d'investigation (du fondamental à l'utilisation) mettant à profit la facilité matérielle d'utilisation et d'appropriation de ressources. En s'appuyant sur les technologies de communication, la démarche est aussi du type « Sciences pour l'Ingénieur pour la Biologie et la Médecine ». Elle s'effectue dans un but professionnalisant pour de futurs techniciens, ingénieurs médecins



L'enjeu du projet tournait autour de l'innovation par la synthèse et par la consolidation de connaissances complètes et approfondies pouvant être médiatisées et pouvant être concurrentielles avec les formations de type « Ecole de... » encore traditionnelles. »

Le cours, basé sur du texte accompagné d'animations 2D plus ou moins évoluées au format FLASH, est basé sur 5 chapitres :

- 1 - Bases physique
- 2 - Relaxation magnétique nucléaire
- 3 - L'instrumentation
- 4 - Utilisation en spectroscopie in vivo
- 5 - Imagerie IRM



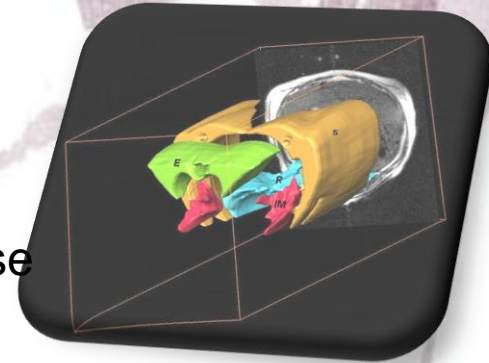
(Image 1 : relaxation repère tournant)



Pourquoi ce projet?

La RMN biomédicale, un sujet complexe et pluridisciplinaire.

- Difficultés d'apprentissage pour l'étudiant
- Démarche type ingénierie pour la santé
- Ressources fiables et actualisées - approche rigoureuse
- Large disponibilité du L3 au D
- Approche multimédia: illustrations & animations explicatives



1. Communauté impliquée
2. Utilisateurs cibles
3. Projet pédagogique
4. Calendrier prévisionnel
5. Ressources humaines



Communauté impliquée

- Coordination

Université Lyon 1: Bruno Montcel (MC) et André Briguët (Pr)

- Laboratoire CREATIS-LRMN, CNRS UMR5220 INSERM U630
- UFR Génie Electrique et des Procédés

- Partenaires

Université Bordeaux 2: Jean Michel Franconi (Pr)

Directeur du Centre de Résonance Magnétique des
Systèmes Biologiques CNRS UMR5536

Université Technologique de Compiègne : François Langevin (Pr)

Directeur du Centre d'Imagerie Médicale Avancée



Utilisateurs cibles

Leurs attentes

Etudiants

- Interactivité des ressources
- Illustrations
- Documents complémentaires au cours
- Animations

Démarche Sciences pour l'Ingénieur pour la Biologie et la Médecine. But professionnalisant pour de futurs techniciens, ingénieurs médecins et chercheurs.



Utilisateurs cibles

Qui sont ils?

- Etudiants se destinant à des carrières médicales, biomédicales, paramédicales - niveau L3 au D
 - U. Lyon 1** - L S&T, L3 Génie Biomédical, M1 EEA, M Ingénierie pour la Santé, M Sciences Médicales, ISTIL 2A, Ecoles Doctorales EEA et EDISS
 - U. Grenoble et U. Lyon 1** - M2 Physique Médicale
 - UTC** - M2 Génie Biomédical, M2 d'Ingénierie Biomédicale et Hospitalière
 - U. Bordeaux 2** - L Biologie Santé, M2
- Ouverture à l'international - sphère francophone
 - U. Cluj-Napoca (Roumanie)** - M Physique Médicale
 - U. Technologiques Tlemcen, Mohammedia, Settat, Beyrouth, Alep, Abomey-Calavi**
- Chercheurs du domaine
 - Projets Européens : Sessions de formations pour deux RTN (FAST et PHELINET)
- Formations continues en entreprise



Projet pédagogique

Démarche pédagogique

- Architecture non linéaire du cours afin de permettre les allers retours entre les sujets d'intérêt et les pré requis nécessaires qui seront signalés.
- Illustrations et animations seront traitées non pas de façon trop schématique ou fortement simplifiée, mais en cherchant à approcher au mieux les fondements physiques de la RMN biomédicale.
- Recherche de corrélations avec des produits UNIT existants ou en cours d'élaboration (Biotechnologies, Biologie, Electronique, Physique, Traitement du Signal et de l'Image...)



Projet pédagogique

Choix de présentation

Pages html : textes, schémas/infographie, animations Flash.

- 5 chapitres constituant une base concise mais rigoureuse pour un apprentissage minimal si nécessaire
- Corrélat renvoyant à des bases plus fondamentales
- Corrélat renvoyant aux applications

Plan général

1. Bases et principes généraux de la RMN - 8 h
2. La relaxation magnétique nucléaire - 6 h
3. Instrumentation - 6 h
4. La Spectroscopie - 5 h
5. l'Imagerie - 10 h

~ 40 Animations flash

~ 40 Illustrations



Exemples de flash...

spiral
Université Claude Bernard Lyon 1

Cours
LISTE DES COURS

Physique: Bases physiques pour la RMN et l'IRM biomédicales

RMN Biomédicale, concepts et éléments de base

Partie : Le fonctionnement en résonateur

La bobine qui sert de capteur peut être représentée par le schéma de la Figure III.9 (a). A son tour ce schéma physique doit donner lieu à une représentation en schéma équivalent (Figure III.9 (b)). Sur ce schéma L sera l'auto-inductance de la bobine de flux, r sera la résistance équivalente au circuit formé de l'association de la résistance de la bobine et de la résistance équivalente aux pertes énergétiques qui ont lieu en raison de la présence de l'échantillon dans la bobine : pertes magnétiques consécutives à la conductibilité des échantillons et pertes diélectriques provoquées par la présence de surtensions électriques entre éléments du circuit.

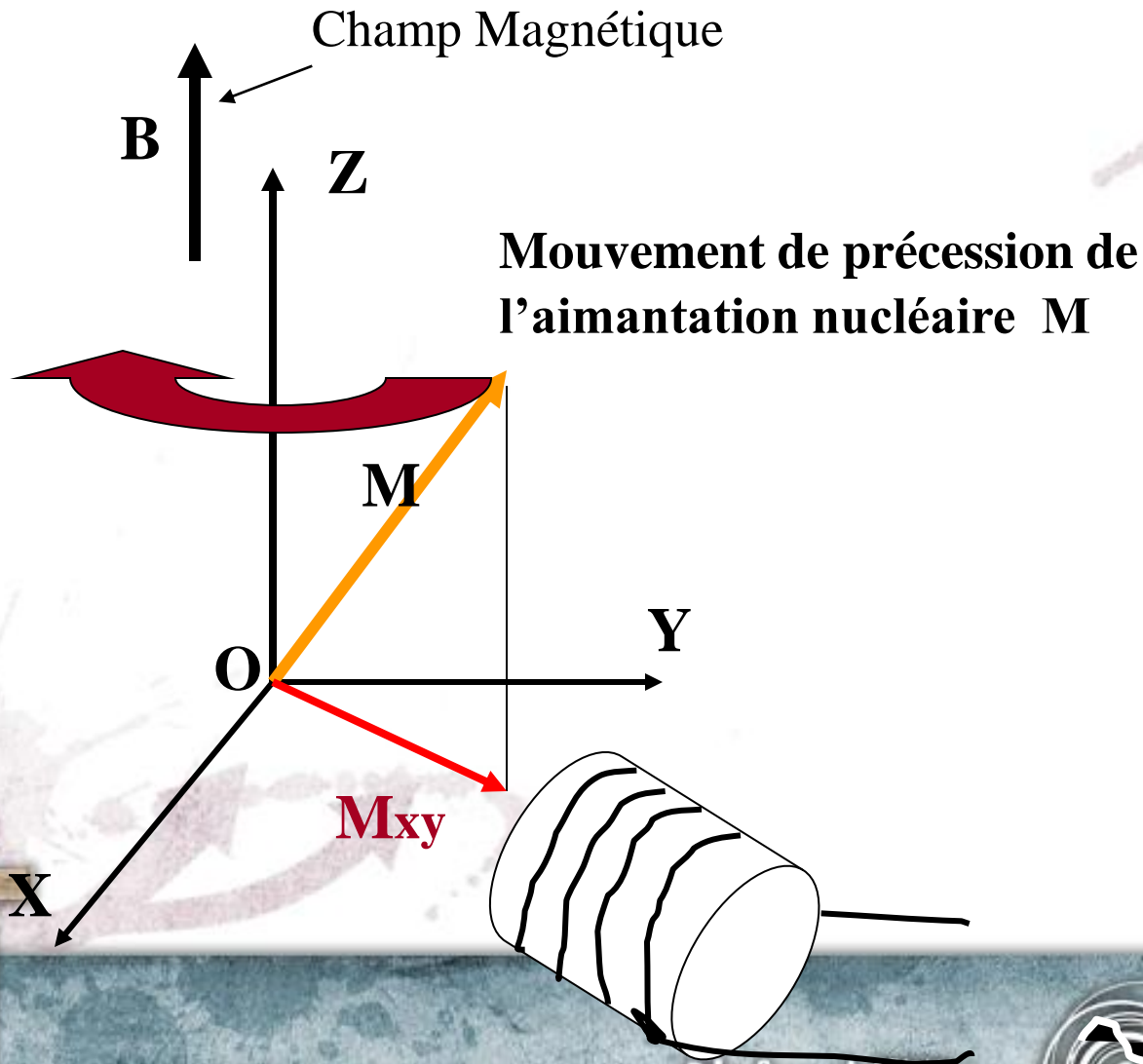
Comment « voir » le capteur : schéma équivalent

Figure III.9 : Schéma du résonateur chargé par l'échantillon. (a) Schéma équivalent formé de la mise en série d'une inductance d'une résistance de la source de signal et de la source de bruit (b). Système résonnant obtenu par adjonction d'un condensateur en parallèle noté C_{acc} permettant de réaliser l'accord du circuit (c).

La force électromotrice induite par le mouvement de précession des aimantations de l'échantillon occupe une bande de fréquence, en général très étroite, autour de la fréquence moyenne.



Formation du signal RMN



Projet pédagogique

Plus value par rapport à l'existant

Etat de l'art sur le web:

- Sites généralistes pouvant être très complet

 - Il est facile de s'y perdre...

 - Approche plus concise et emploi de corrélats plus fondamentaux par exemple par des liens vers ces sites plus complet

- Sites spécialisés (IRM, Imagerie cérébrale...)

 - Contenu limité...

 - Bases plus larges et contenu pluridisciplinaire. Corrélats applicatifs vers ces sites plus spécialisés.



Ressources humaines

Equipe pédagogique :

4 Enseignants Chercheurs :

Bruno Montcel et André Briguet - Université Lyon1

Jean Michel Franconi - Université Bordeaux2

François Langevin - Université Technologique de Compiègne

2 Moniteurs :

Elise Bannier et Florent Goutailler - Université Lyon1

Equipe technique : iCAP - Université Lyon1

2 Ingénieurs Multimédia Flash

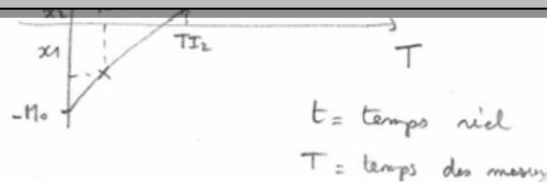
1 Technicien multimédia



Problématiques du côté technique

Inversion/Récupér.

- Comprendre les phénomènes (sans notion de RMN)
- Utiliser et interpréter les termes techniques de l'équipe enseignante.
- Simuler de la 3D à partir de Flash
- Application de méthodes mathématiques appelées « transformées de fourrier » afin de convertir ces données fréquentielles en information spatiales pour donner une image exploitable.
- Anticipation de la réutilisation du code et uniformité des animations



Retour sur les premiers usages (2008-2009)

Etudiants

Statistiques: **80 étudiants** de Lyon1 suivis de façon très précises grâce à Spiral depuis septembre 2008:

Les autres utilisateurs, étudiants des autres universités (Bordeaux et Compiègne) utilisent le lien anonyme comme les extérieurs.

1^{ère} année ISTIL (Institut des sciences et techniques de l'Ingénieur de Lyon) département GBM: 25 étudiants

M1 ISM (Ingénierie pour la santé et le médicament): 42 étudiants (semestre printemps février à avril)

M2 Recherche ISM: 13 étudiants (semestre automne sept à janvier)



Retour sur les premiers usages (2008-2009)

Utilisation sous 2 formes:

- 1) Libre tout au long de l'année universitaire
- 2) Encadrée en TP: approfondissement d'une notion précise et présentation orale devant le groupe.

Résultats:

- 1) 587 connexions au cours en ligne en tout soit 7.3 connexions par étudiant
- 2) De 1 à 32 connexions par étudiant

Conclusions:

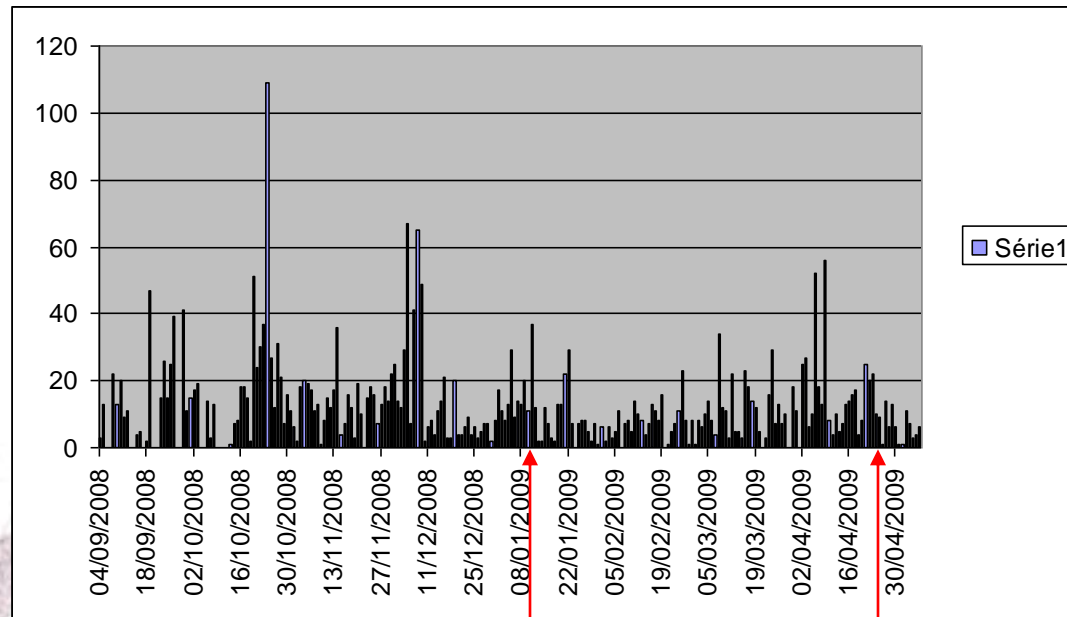
- 1) Forte corrélation entre le classement en nombre de connexions et les résultats aux examens.
- 2) Bon retour oral des étudiants sur l'utilisation des ressources et commentaires de propositions de modifications et d'améliorations de la part de certains d'entre eux.



Retour sur les premiers usages (2008-2009)

Utilisation des ressources Baphyr:

628 connexions en anonyme soit 1215 connexions au total



Conclusions

- Projet réalisé et testé
- Menu à la carte - utilisation des corrélats
- Exploration des innovations pédagogiques permises par les TICE
- Perspectives :
 - version anglophone
 - création de wikis pour aller plus loin sur les concepts généraux

