

LA SPECTROSCOPIE RMN A HAUTS CHAMPS

Tout au long de l'histoire de la RMN, l'introduction de champs magnétiques de plus en plus intenses a révélé de nouveaux domaines d'application, parfois inattendus :

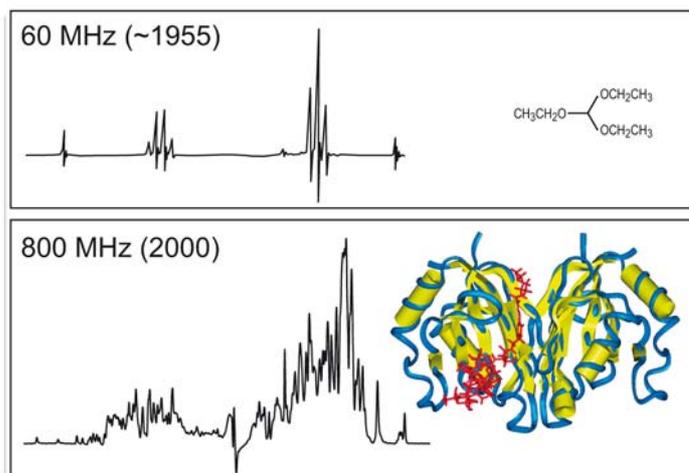
- La caractérisation des petites molécules en solution (à partir de 1970) a révolutionné la chimie de synthèse ;
- La détermination de la structure et de la dynamique des protéines en solution (à partir de 1990) a révolutionné la biologie structurale ;
- Le développement de l'imagerie par résonance magnétique (à partir de 1980) a fait considérablement progresser le domaine des diagnostics médicaux et modifie aujourd'hui l'approche des sciences cognitives.

La possibilité de travailler avec des champs magnétiques de plus en plus intenses a joué un rôle clé dans l'ensemble de ces avancées scientifiques, couronnées par plusieurs prix Nobel.

1991 : Richard Ernst (chimie) pour le développement de la RMN à deux dimensions.

2002 : Kurt Wüthrich (chimie) pour la détermination de la structure 3D des protéines en solution par RMN.

2003 : P. Lauterbur et P. Mansfield (médecine) pour la découverte de l'imagerie par RMN.



Dans le futur, des champs magnétiques de plus en plus élevés continueront d'engendrer de nouveaux domaines d'application à fort impact scientifique.

© Lyndon Emsley, CRMN.

Aucun de ces développements n'était attendu à l'époque. Les champs magnétiques plus intenses continueront très certainement à engendrer de nouvelles innovations.

Sensibilité: accès à des systèmes rares



Résolution: accès à des systèmes plus complexes



bas champ, ex: 1T (42 MHz)

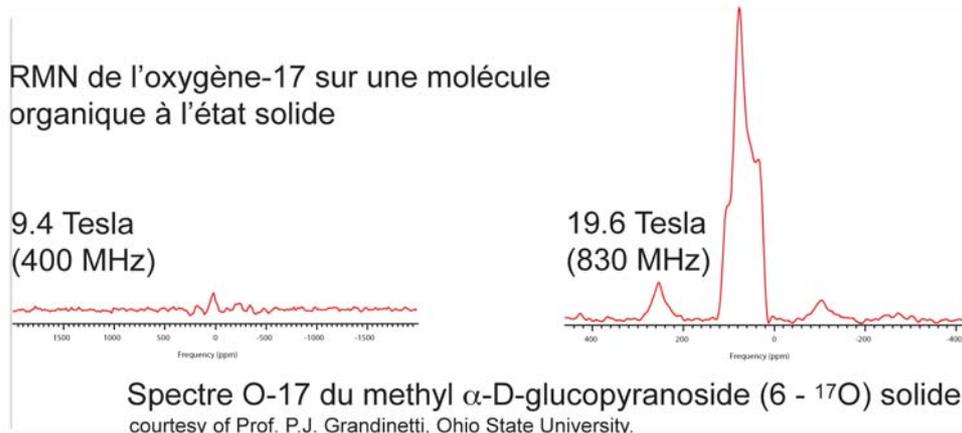
haut champ, ex: 21T (900 MHz)

Des champs magnétiques de plus en plus élevés permettent d'augmenter la sensibilité et la résolution des spectres RMN.

© Lyndon Emsley, CRMN

La biologie structurale restera probablement pour quelques années encore le moteur de la RMN à très hauts champs. L'effet TROSY autorisant un gain de résolution spectrale considérable devrait être optimal à une fréquence RMN proche de 1 GHz. Cela permettra d'étudier en solution des systèmes biologiques de taille toujours plus grande, et par exemple rendra possible la caractérisation structurale des protéines membranaires en détergents (c'est-à-dire reconstitués dans une membrane lipidique). De même, le gain important de sensibilité qu'offrent les champs magnétiques élevés rendra possible l'étude de protéines à l'état solide, qu'il s'agisse de protéines micro-cristallines, fibrillaires ou membranaires. Ces études visent une meilleure compréhension des mécanismes moléculaires impliqués dans les fonctions et activités biologiques de ces systèmes complexes et offriront de nouvelles perspectives pour le développement de médicaments, ou de thérapies pour des maladies telles que la maladie d'Alzheimer.

Le domaine des nano-technologies et des nouveaux matériaux devrait également fortement bénéficier des champs magnétiques élevés. Les noyaux observés par RMN pour sonder ces matériaux (aluminium, oxygène, sodium...) sont souvent quadripolaires. Dans ce cas, et comme l'illustre la figure suivante, des champs magnétiques élevés permettent de simplifier considérablement les spectres RMN. Des études menées à 1 GHz devraient permettre de comprendre l'organisation à l'échelle moléculaire de matériaux de plus en plus complexes. Le spectromètre 1 GHz constituera à ce titre un outil unique pour le développement de nouveaux matériaux de haute technologie.



© Lyndon Emsley, CRMN

Enfin, les champs magnétiques élevés devraient avoir un impact considérable sur les sciences analytiques et en particulier sur les méthodes d'analyse pour le diagnostic médical, limitées jusqu'à présent par la sensibilité des spectromètres de RMN. Avec le spectromètre 1 GHz, le rapport signal sur bruit et la résolution seront améliorés.

Cette machine sera un outil clé pour la détection de marqueurs métaboliques à l'état de traces dans des échantillons tels que l'urine ou le plasma. La détection de tels marqueurs devrait permettre des diagnostics médicaux plus fiables. Le développement récent de la technologie des micro-bobines combiné avec l'utilisation de champs magnétiques élevés devrait repousser les limites de la détection des signaux RMN et rendre possible l'analyse de quantités toujours plus faibles d'échantillons.