



**Exposé des motifs et projet de décret accordant un crédit  
pour l'acquisition d'un spectromètre  
de résonance magnétique nucléaire avec aimant supraconducteur  
à large cavité  
à l'intention de la Faculté des sciences  
de l'Université de Lausanne**

---

## **Exposé des motifs**

### **1. Introduction**

Les professeurs et chercheurs de la Faculté des sciences ont recours de plus en plus souvent à des spectromètres de résonance magnétique nucléaire (RMN). Il s'agit d'un équipement qui leur est indispensable s'ils veulent poursuivre des travaux de recherche qui restent compétitifs compte tenu des développements survenus ces dernières années.

La spectrométrie de résonance magnétique nucléaire a été inventée en 1955. Le principe en est sommairement le suivant. La substance à étudier est placée dans un champ magnétique très élevé et très homogène et soumise à des ondes radio de haute fréquence. Les noyaux des atomes, qui possèdent un moment magnétique, donnent un spectre caractéristique mais d'autant plus compliqué que la substance étudiée est complexe. La résolution augmente avec l'accroissement du champ magnétique. La technique est devenue très rapidement indispensable en chimie pour la détermination de la structure des molécules («analyse structurale») et l'élucidation de mécanismes réactionnels; elle permet la résolution de nombreux problèmes particuliers.

Les premiers appareils étaient munis d'électro-aimants avec un champ très élevé pour l'époque (1,4 Tesla) et opéraient à 60 MHz. Depuis, la technologie des spectromètres de RMN a fait d'énormes progrès dont les plus frappants sont les suivants:

- l'augmentation de l'intensité du champ magnétique en utilisant des aimants supraconducteurs («cryo-aimant»), refroidis à l'azote liquide et à l'hélium liquide, environ  $-270^{\circ}\text{C}$ , avec, comme corollaire, l'augmentation correspondante de la résolution.
- l'application de la spectrométrie avec transformée de Fourier qui permet de mettre en évidence des signaux de faible intensité,
- la réalisation d'aimants avec une large cavité permettant l'insertion d'échantillons plus volumineux, d'où un grand gain de sensibilité,
- l'automatisation des nombreux et délicats réglages par micro-ordinateurs, d'où facilité d'utilisation et gain de temps d'appareillage.

Les spectromètres RMN récents sont de très haute technicité, comprenant une électronique sophistiquée et un ordinateur autonome permettant pour l'acquisition et le traitement des données.

Toutes les universités et les laboratoires de recherche des grandes industries disposent de nos jours de spectromètres de RMN indispensables à leurs travaux d'investigation.

Signalons en passant que la RMN a été développée dans une toute autre direction pour la médecine: la tomographie RMN qui, en mettant en évidence des différences de densités d'atomes d'hydrogène dans les tissus, permet de détecter des tumeurs, remplaçant en partie les examens aux rayons X. La conception de ces tomographes RMN est totalement différente de celle des spectromètres de RMN pour la chimie.

## 2. La spectrométrie de RMN à l'Université de Lausanne

Un premier spectromètre de RMN de 60 MHz (1,4 Tesla) pour le proton a été acquis par l'Institut de chimie organique en 1967; ses performances ayant considérablement baissé, il a dû être mis hors de service en 1977, étant irréparable. Un deuxième spectromètre, acheté en 1972 par la Section de chimie, est en train de subir le même sort. Un troisième, datant de 1974, est en parfait état de marche mais il est muni d'un ordinateur qui n'est plus fabriqué et pour lequel il n'existe plus de

pièces de rechange; le remplacement de cet ordinateur par un autre de fabrication récente s'avère impossible. La section dispose de deux spectromètres de routine à champ faible, l'un pour la RMN du proton et l'autre pour celle du carbone-13, et de deux spectromètres à cryo-aimant, achetés en 1979, l'un à large cavité pour la RMN multinucléaire (4,7 Tesla), l'autre à faible cavité pour la RMN du proton, du carbone et de l'oxygène (8,5 Tesla). Mentionnons encore un petit appareil utilisé pour l'enseignement du 2<sup>e</sup> cycle au Collège propédeutique de Dorigny.

La Section de chimie compte 10 professeurs, 4 maîtres assistants et agrégés, 17 chercheurs post-docteurs (rémunérés par l'Université et le Fonds national), et 43 assistants diplômés (ces derniers préparant tous une thèse de doctorat) dont la plupart ont recours d'une façon continue à la spectrométrie RMN pour leurs travaux. Ces travaux sont essentiellement les suivants:

- pour l'élucidation des mécanismes réactionnels de systèmes chimiques labiles par des mesures multinucléaires, soit sous haute pression jusqu'à 5000 atmosphères, soit par des techniques d'injection rapide;
- en vue du développement de catalyseurs organométalliques permettant d'améliorer la sélectivité en chimie de synthèse;
- pour l'analyse des structures et la conformation de produits organiques, aussi bien de substances naturelles de structure inconnue (par exemple: de la lignine, un constituant important du bois, des colorants naturels et des protéines) que synthétiques;
- dans le domaine de la chimie biorganique, pour l'étude de la dynamique des micelles, modèles membranaires importants;
- dans le domaine de la chimie bioinorganique, pour l'étude de composés de coordination, modèles des acides nucléiques.

Le service de RMN de la Section de chimie est également utilisé par d'autres sections de la Faculté des sciences (Ecole de pharmacie, Section de biologie), ainsi qu'occasionnellement par les industries vaudoises. Divers chercheurs des instituts de chimie ont l'occasion d'effectuer des mesures dans d'autres universités romandes dans des domaines où ils ne disposent pas, à Lausanne, de l'équipement nécessaire. En compensation, le service de résonance magnétique nucléaire lausannois offre l'accès aux chercheurs des autres universités romandes pour des

mesures pour lesquelles ils ne sont pas équipés. Ajoutons qu'en raison de la coordination entre les instituts de chimie des hautes écoles lausannoises, l'EPFL n'a pas développé un service de résonance magnétique nucléaire avec aimant supraconducteur. Signalons que les spectromètres à aimants supraconducteurs du service de RMN de la Section de chimie sont utilisés vingt-quatre heures sur vingt-quatre, sept jours par semaine.

### 3. Nécessité de l'acquisition d'un nouveau spectromètre

Les spectromètres à cryo-aimant qui viennent d'être mis au point par les constructeurs ajoutent une nouvelle dimension par rapport aux deux appareils acquis en 1979. L'appareil dont l'achat est proposé par l'Université possède les avantages suivants:

- Le champ élevé de l'aimant (8,5 Tesla) et l'utilisation conjointe de cellules d'observation de grand diamètre, ainsi que l'amélioration dans les performances de l'électronique de détection permettent un très important gain de sensibilité rendant ainsi possible l'étude de noyaux très peu sensibles, de macromolécules ou de solutions très diluées.
- La grande cavité de l'aimant supraconducteur permet d'adopter des cellules haute pression multinucléaire opérant à champ élevé.
- L'ordinateur d'une nouvelle génération, caractérisé par une vitesse d'exécution et une capacité de mémoire plus élevées, et le générateur d'impulsion plus performant permettent l'utilisation de méthodes d'investigation plus efficaces.
- La bien plus grande facilité dans le maniement du spectromètre donne un meilleur rendement dans l'utilisation, donc un gain de temps considérable.

Avec un tel instrument, les chercheurs de la Section de chimie disposeront, d'une part, d'un instrument moderne leur permettant de rester à la hauteur comparativement à d'autres centres (les Universités de Berne, Fribourg et Zurich ainsi que l'EPFZ ont déjà acquis un tel appareil); d'autre part, le temps d'attente des chercheurs, souvent de plusieurs semaines, sera considérablement réduit: une série de mesures qui dure actuellement une semaine entière sur le plus ancien spectromètre n'exigera que quelques heures sur le nouveau.

### 4. Exploitation

L'utilisation de ce nouvel appareil du service de résonance magnétique nucléaire sera commune aux instituts de la Section de chimie; l'exploitation en sera assurée par l'Institut de chimie minérale et analytique sous la responsabilité technique d'un agrégé de la faculté déjà en charge d'autres spectromètres. La maintenance courante et les réparations simples seront du ressort de l'atelier d'électronique et dans les autres cas il sera fait appel aux services du fournisseur. La manipulation du spectromètre et les mesures de service seront confiées à des chercheurs et doctorants qualifiés. L'exploitation du spectromètre ne nécessitera donc pas de salaire supplémentaire mais un crédit de fonctionnement estimé à 25 000 francs par an pour les frais d'entretien, d'hélium et d'azote liquides.

### 5. Coût et financement

Le spectromètre de résonance magnétique multinucléaire avec aimant supraconducteur à large cavité sur lequel s'est porté le choix de la Section de chimie sera installé à la place du Château 3, à proximité d'autres spectromètres. L'appareil retenu est de fabrication suisse, et le montant demandé correspond à la configuration de base. Des accessoires pour des expériences particulières seront achetés ou construits à partir de crédits obtenus directement par les chercheurs intéressés, par exemple par le biais de subsides du Fonds national suisse de la recherche scientifique.

Un local libéré par le Centre d'informatique de l'Université ainsi qu'une nouvelle répartition des autres appareils dans les locaux existants permettront une utilisation judicieuse de l'instrumentation. Le coût des travaux d'installation consistant dans des aménagements de la climatisation et de laboratoires avec mobilier supplémentaire, ainsi que de nouvelles distributions des fluides, est justifié compte tenu de l'échéance éloignée du déménagement de la Section de chimie sur le site de Dorigny.

Coût de l'appareil .....	Fr. 773 000.—
Travaux d'installation .....	94 500.—
Total .....	<u>Fr. 867 500.—</u>

A la charge de la Confédération par le biais de l'aide aux universités (44,1% du coût de l'appareil et des travaux d'installation) ..... Fr. 382 500.—

A la charge du Canton de Vaud (55,9% du coût de l'appareil et des travaux d'installation) ..... Fr. 485 000.—

Cette dépense sera insérée dans le budget d'investissement 1985.

Vu ce qui précède, le Conseil d'Etat a l'honneur de proposer au Grand Conseil d'adopter le projet de décret ci-après:

**Projet de décret**

**LE GRAND CONSEIL DU CANTON DE VAUD**

vu le projet de décret présenté par le Conseil d'Etat

**d é c r è t e**

**Article premier.** — Un crédit de 485 000 francs est accordé au Conseil d'Etat pour l'acquisition d'un spectromètre de résonance magnétique nucléaire avec aimant supraconducteur à large cavité, à l'intention de la Faculté des sciences de l'Université de Lausanne.

**Art. 2.** — Ce montant sera prélevé sur le compte «Dépenses d'investissement» et amorti en cinq ans.

**Art. 3.** — Le Conseil d'Etat est chargé de l'exécution du présent décret. Il en publiera le texte conformément à l'article 27, chiffre 2, de la Constitution cantonale et en fixera, par voie d'arrêté, la date d'entrée en vigueur.

Donné, etc.

Ainsi délibéré et adopté, en séance du Conseil d'Etat, à Lausanne, le 4 juillet 1984.

Le président:  
*R. Junod*

Le chancelier:  
*F. Payot*

**DÉPENSES D'INVESTISSEMENT**

**1. Solde à amortir au 31.12.1984**

a) Solde au 31.12.1984 selon budget ..	Fr. 1 467 115 200.—
b) Soldes sur décrets portés en amortissement .....	» 244 900.—
c) Crédits votés en 1984 .....	» 61 202 100.—
d) Demandes en cours .....	» 700 000.—
e) Présent crédit .....	» 485 000.—
	<hr/>
	Fr. 1 529 257 400.—

**2. Charges d'amortissement pour le budget 1985**

a) Amortissements inscrits au budget 1984 .....	Fr. 97 101 500.—
b) Amortissements relatifs à des décrets entièrement amortis à fin 1984 . ./. »	779 000.—
c) Amortissements relatifs aux décrets votés à la session de novembre 1983, mais non amortissables en 1984 ... »	4 165 500.—
d) Amortissements relatifs aux crédits votés en 1984 .....	» 3 427 400.—
e) Demandes en cours .....	» 70 000.—
f) Présent crédit .....	» 97 000.—
	<hr/>
	Fr. 104 082 400.—