

Historiques  
Par dimitri PIANETA

- Chapitre 1: Historiques
- Chapitre 2: Fonctionnement interne de l'IRM
- Chapitre 3: Les antennes
- Chapitre 4: La physique de l'IRM
- Chapitre 5: L'anatomie du cerveau dans l'IRM
- Chapitre 6: La MRE

- Partie 1: Introductions
- Partie 2: Quelques dates
- Partie 3: Personnages et procédures importants
- Partie 4: Les premiers machines

## Partie 1: Introductions

- Le travail sur la vision : **René Descartes (1596-1650)**. Il publie en 1637 la Dioptrique donc la théorie de la Lumière, de la vision.
- **Walther Herman Nernst (1864-1941)**, physicien allemand, a mené de nombreuses recherches dans les domaines de l'électrochimie, la thermodynamique, la chimie du solide et la photochimie. Ces découvertes incluent également l'équation qui porte son nom et qui intervient dans le calcul des potentiels de membranes.
- **William Harvey (1578-1657)**, médecin et physiologiste anglais, met en évidence la **circulation du sang dans le corps humain**.
- **En 1628**, Harvey publie en Francfort, son livre Exentération Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in animalibus.



René Descartes



Walter H. Nernst



William Harvey

# Physiques

- En **1820**: la relation entre électricité et magnétique a été prouvée par Hans Christian Oersted.
- Cette trouvaille influence un français et un britannique qui sont André-Marie Ampère et James Clerk Maxwell.



Hans Christian Oersted  
(1777-1851)

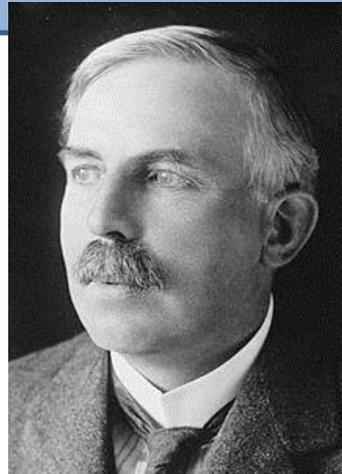


J.B.J Fourier  
(1768-1830)

- **La physique nucléaire:** des rayons X et la radioactivité à la radiologie.
  - ❑ **Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)** -> main de sa femme
  - ❑ **En 1898, Pierre et Marie Curie:** découvrent le Polonium et le Radium.
  - ❑ **En 1899, Ernest Rutherford(1871-1937):** découvre la transmutation du Thorium et la décroissance exponentielle ce qui lui permet d'identifier les particules alphas.
  - ❑ **En 1903, Henri Becquerel, Pierre et Marie Curie** partagent le prix Nobel de Physique pour leur contribution extraordinaire à la découverte de la radioactivité spontanée et leur étude des rayonnements émis.
  - ❑ **En 1911, Rutherford** découvre le noyau atomique.
  - ❑ **Dès 1896,** les premiers effets des rayons X, sont publiés dans le Lancet.



W. Rontgen



E. Rutherford



Marie et Pierre Curie

## Partie 2: Quelques Dates

## Dates clés

**1896:** première image médicale in vivo: image de la main de madame Röntgen, réalisée au moyen de rayonnements X par le physicien allemand Röntgen (Prix Nobel de physique 1901)

**1896:** B. Becquerel découvre l'Uranium.



- 1898:** Pierre et Marie Curie isolent le radium et le polonium (Prix Nobel 1903).
- 1913:** G. C. de Geversy utilise le radium isotrope radioactif naturel pour étudier sa distribution dans le corps d'un mammifère. Il s'agit d'un 1<sup>er</sup> traceur.
- En 1914:** Premier service de radiologie.

- 1930:** E.O. Lawrence, met au point un accélérateur électromagnétique de Haut Fréquence. Ce phénomène sera repris pour le cyclotron.
- 1934:** Irène et Frédéric Joliot découvrent les isotopes radioactifs (Prix Nobel de physique 1934).

## Dates clés

- ❑ **1937:** J.C. Hamilton effectue la première utilisation clinique du sodium radiolactif.
- ❑ **1938:** S. Hertz utilise l'iode radioactif ( $^{131}\text{I}$ ) pour l'étude de la physiologie thyroïdienne.
- ❑ **1939:** G.C. Hervesy met au point une méthode de détermination du volume sanguin utilisant des globules rouges marqués au phosphore ( $^{32}\text{P}$ ). J.H. Laurence utilise ce procédé pour étudier les leucémies.
- ❑ **1942:** J-G. Hamilton effectue les 1<sup>er</sup> applications thérapeutiques de l' $^{131}\text{I}$  et du  $^{32}\text{P}$ .
- ❑ **1950:** premier scanner manuel apparaît, doté d'un compteur Geiger-Müller, puis d'un compteur à scintillations. Cette technique sera améliorée l'année suivante par B. Cassen, qui crée un scanner rectilinéaire.



- ❑ **1957:** H. O. Anger invente une caméra à scintillations, gamma-caméra capable de produire des images en corrélation avec le fonctionnement des organes, c'est la scintigraphie.

## Dates clés

❑ **1963:** G. N. Hounsfield, ingénieur britannique, met au point des algorithmes mathématiques, qui sont appliqués ensuite par Allan M. Cormack pour les scanners.

❑ **1973:** première image d'IRM

❑ **1980:** début de la TEP (tomographie par émission de positons)

# Dates clés

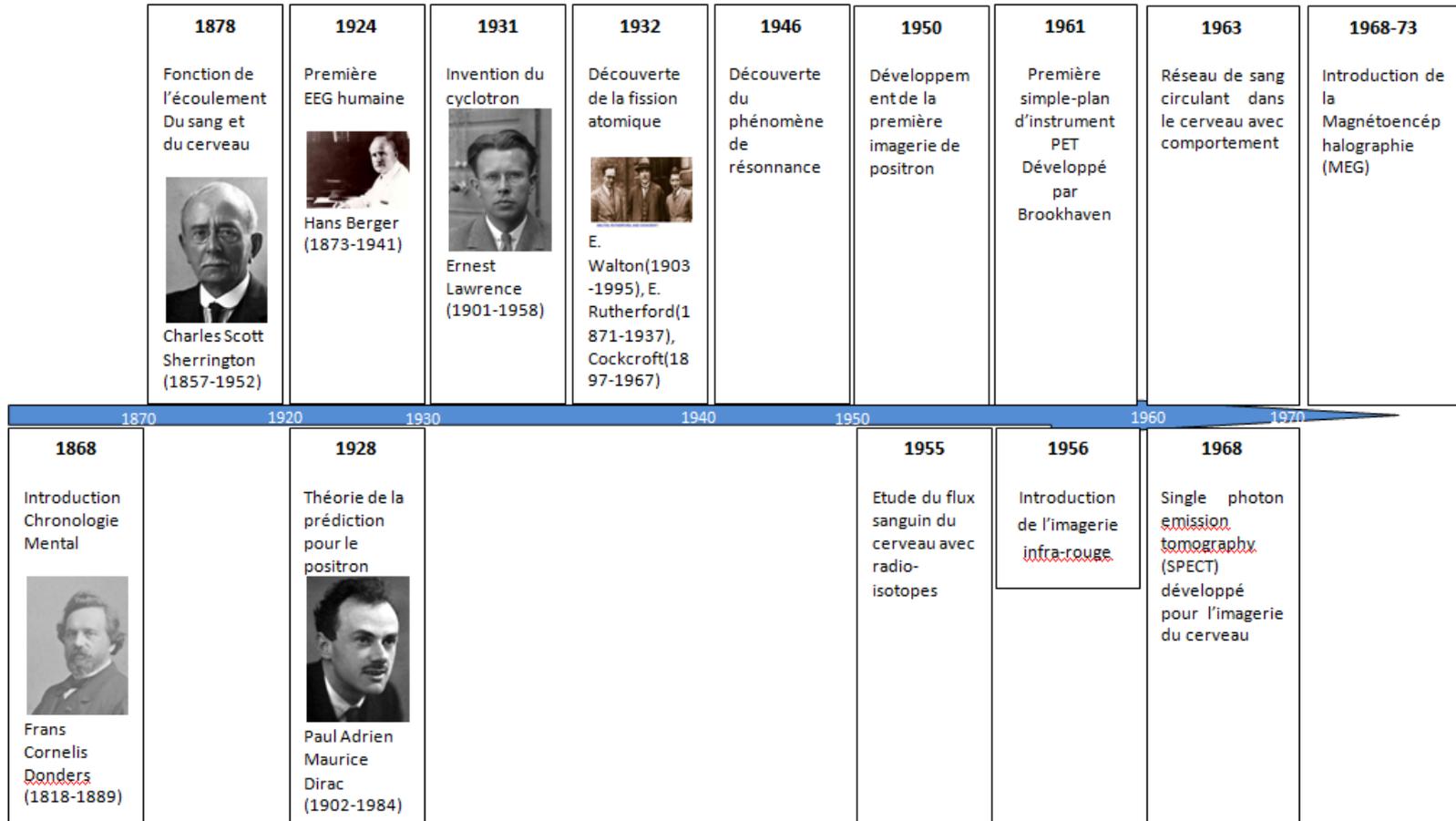
Historique de l'IRM									
<p><b>1943</b></p> <p>Expérience fondatrice qui à mise en évidence le spin des particules (1922)</p>  <p>Otto Stern (1888-1969)</p>	<p><b>1951</b></p> <p>Développement de la méthode de l'écho de spin pour étudier des molécules de diffusion</p>	<p><b>1973</b></p> <p>1<sup>er</sup> image par résonance magnétique nucléaire</p>  <p>Paul Lauterbur (1929)</p>	<p><b>1975</b></p> <p>Richard Ernst décrit l'utilisation de la Transformée de Fourier pour le codage en phase et fréquence pour une reconstruction en 2D d'une image</p>  <p>(1933)</p>	<p><b>1977</b></p> <p>P. Mansfield présente la première technique d'acquisition : l'écho-planar imaging.</p>	<p><b>1987</b></p> <p>1<sup>er</sup> film en temps réel du battement cardiaque grâce à l'écho-planar imaging.</p>	<p><b>1992</b></p> <p>Apparition de l'IRM fonctionnelle</p>	<p><b>1996</b></p> <p>1<sup>er</sup> images de propagation d'onde élastiques dans des tissus mous</p>	<p><b>1998</b></p> <p>IRM 3T est utilisée cliniquement pour le cerveau</p>	<p><b>2012...</b></p> <p>Une douzaine de clinique dans le monde étudie avec une IRM de 7T.</p>
<p><b>1937</b></p> <p>Découverte de la RMN</p>  <p>Isidor Isaac Rabi (1898-1988)</p>	<p><b>1945</b></p> <p>Mise en œuvre de la RM Par Edward Purcell</p>  <p>(1912-1997)</p> <p>et Felich Boch</p>  <p>(1905-1983)</p>	<p><b>1966</b></p> <p>Développement de la transformation de Fourier pour la spectroscopie NMR</p>  <p>Richard R. Ernst (1933)</p>	<p><b>1971</b></p> <p>1<sup>er</sup> utilisation médicale de l'IRM par Raymond Damadian (T1 et T2)</p>  <p>(1936)</p>	<p><b>1974</b></p> <p>Introduction des bases théoriques de l'utilisation d'excitations sélectives</p>  <p>Peter Mansfield (1933)</p>	<p><b>1977</b></p> <p>P. Mansfield Et A. Maudsley fond les 1<sup>er</sup> image anatomie in vivo humain.</p> 	<p><b>1980</b></p> <p>Le groupe d'Elstein fait des images en 5 min.</p> <p>1<sup>er</sup> commercialisation d'unité MR avec champ magnétique de 0,3 et 0,6T.</p>	<p><b>1992</b></p> <p>Apparition de l'IRM fonctionnelle</p>	<p><b>1990</b></p> <p>Nouveaux contrastes pour l'IRM</p>	<p><b>1994</b></p> <p>Des chercheurs des universités de Stony Brook à New York et de Princeton réalisent des images de poumon à l'aide de Xénon hyperpolarisé.</p>

# Dates clés

## Historique de l'imagerie médicale

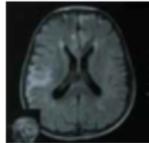
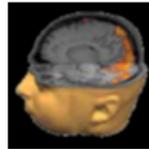
<p><b>1830</b></p> <p>Colladon étudie la propagation des ondes sonores.</p> 	<p><b>1880</b></p> <p>Pierre curie découvre l'effet piézo-électrique du cristal</p>  <p>(1859-1906)</p>	<p><b>1895</b></p> <p><b>22 déc.</b></p> <p>Röntgen radiographie la main de sa femme</p> 	<p><b>1901</b></p> <p>Röntgen reçoit le prix Nobel de physique pour sa découverte</p>	<p><b>1922</b></p> <p>O. Stern découvre le spin du proton.</p>  <p>(1888-1969)</p>	<p><b>1946</b></p> <p>F. Bloch et E. M Purcell montrent que les noyaux atomiques émettent des ondes après avoir été accélérés.</p> 	<p><b>1952</b></p> <p>F. Bloch et E. M Purcell reçoivent le prix Nobel de physique.</p> 	<p><b>1963</b></p> <p>Apparition des appareils d'échographie à bras articulé.</p>	<p><b>1976</b></p> <p>P. Lauterbur et P. Mansfield obtiennent des images de petit objet grâce à la RMN</p>  <p>Mansfield (1933)</p>  <p>(1929-2007)</p>	<p><b>1979</b></p> <p>Cormack et Hounsfield reçoivent le prix Nobel de médecine pour leur contribution à l'invention de la tomographie.</p>  <p>(1924-1998)</p>
<p><b>1840</b></p> <p>Découverte de l'effet Doppler</p>	<p><b>1895 8 nov.</b></p> <p>L'allemand W.C. Röntgen découvre l'existence des rayons X.</p>  <p>(1849-1923)</p>	<p><b>1896</b></p> <p>Ouverture du premier service d'imagerie médicale</p>	<p><b>1916</b></p> <p>Paul Langevin met au point la technique du sonar.</p>  <p>(1872-1946)</p>	<p><b>1930</b></p> <p>Premières recherches sur l'interaction entre le magnétisme et les atomes.</p>	<p><b>1952</b></p> <p>Wild introduit l'utilisation des ultrasons dans le domaine médical.</p>	<p><b>1957</b></p> <p>T. Brown et I. Donald mettent au point l'appareil d'échographie.</p>  <p>Professeur Ian Donald (1915 - 1987)</p>  <p>The son machine in 1957</p>	<p><b>1972</b></p> <p>Lauterbur, Mansfield et Damian découvrent un débouché médical.</p> <p>Godfrey Newbold Hounsfield met au point le premier scanner médical.</p>	<p><b>1977</b></p> <p>Premières images du corps humain obtenues avec RMN</p>	<p><b>1992</b></p> <p>Premières images du cerveau en fonctionnement par IRM.</p>
								<p><b>2003</b></p> <p>P. Lauterbur et P. Mansfield reçoivent le prix Nobel de médecine.</p>	

# Dates clés





# Dates clés

1992	1993	1994	1996	1997	2000				
<p><b>1992-95</b></p> <p>Sensibilité de l'<u>i</u>RM est approuvée et commercialisée</p>  <p><b>Début 1990</b> Utilisant en routine clinique de la SPECT</p>			<p><b>1994</b></p> <p>Première utilisation intra opérative de l'IRM</p> <p>Introduction de l'imagerie guidée pour la chirurgie</p>		<p><b>1996</b></p> <p>Introduction de la combinaison CT-SPECT</p> <p>Développement de la <u>f</u>MRI</p> 	<p><b>1997</b></p> <p>Développement de l'IRM compatible au scanner PET</p>	<p><b>2000</b></p> <p>Introduction du scanner à effet de Bold</p> <p>Développer de la <u>V</u>oxel-based <u>m</u>orphology (VBM)</p>	<p><b>2000-03</b></p> <p>Développement du <u>fluorophores</u> pour <u>near infered</u> (NIR) <u>imaging</u></p>	

## Les prix Nobel

- Otto Stern (1943 prix Nobel de physique), sa découverte est le moment magnétique dans le proton.
- Isidor I. Rabi (1944 prix Nobel de physique), sa découverte est le NMR dans une molécule
- Felix Bloch (1952 prix Nobel de physique), sa découverte est le détection de la NMR dans bulk matter.
- Edward M. Purcell (1952, même prix que Felix Bloch pour la même découverte)
- Nicolaas Bloembergen (1991 prix Nobel de Physique), sa découverte est la théorie de la relaxation dans la RMN.



Otto Stern  
(1888-1969)



Isidor Isaac Rabi  
(1898-1988)



Felix Bloch  
(1905-1983)



E. M. Purcell  
(1912-1997)



N. Bloembergen  
(1920)

## Les prix Nobel

- Richard Ernst (1991 prix Nobel de chimie), son travail a été techniques pulsed et méthode de transformée de Fourier.
- Kurt Würtrich (2002 prix Nobel de chimie), pour des méthodes d'analyse de structure de protéine pour le RMN.
- Paul C. Lauterbur (2003 prix Nobel de médecine), pour l'IRM
- Peter Mansfield (2003 prix Nobel de médecine), pour l'IRM



Richard Ernst  
(1933)



Kurt Würtrich  
(1938)



Paul C. Lauterbur  
(1929-2007)



Peter Mansfield  
(1933)

## Partie 3: Personnages et procédures importants

## Introductions

- ❑ La première expérience de résonance magnétique nucléaire a été réalisée en 1946 aux Etats-Unis d'Amérique, par deux scientifiques Félix Bloch (de L'Université de Stanford) et Edward Purcell (Université de Harvard).
- ❑ Ces deux chercheurs ont trouvé que lorsque certains noyaux étaient placés dans un champ magnétique, ils absorbaient l'énergie dans la gamme des radiofréquences du spectre électromagnétique puis l'émettaient en revenant à leur état d'origine.
- ❑ On sait que l'intensité du champ magnétique (B) et celle du champ radiofréquence étaient alors égales. Cette relation est connue sous le nom de la relation de Lamor.
- ❑ La relation de Lamor associe à la fréquence angulaire la précession du noyau des spins, ou mouvement de rotation, proportionnelle à l'intensité du champ magnétique en présence. Le nom de résonance magnétique nucléaire (RMN) a été attribué à ce phénomène observé.
- ❑ Avec cette découverte, la spectroscopie RMN était née, et elle devient ensuite une méthode analytique pour l'étude de la composition chimique des composants.
- ❑ Durant les années 50, et 60, la spectroscopie RMN devint une technique très largement utilisée pour l'analyse non destructive de petits échantillons.

- ❑ A la fin des années 60 et au début des années 70: Raymond Damadian , un docteur américain à l'Université d'Etat de New York à Brooklyn, montra qu'un paramètre RMN (appelé relaxation T1 ) mesuré in vitro sur des échantillons de tumeurs, était significativement supérieur à celui d'un tissu sain. La première application médicale venait de voir le jour.
- ❑ Les premières images par RMN étaient montrées dans le papier intitulé « image formation by induced local interaction; Examples employing magnetic resonance ». Il s'agissait alors de l'image de tubes d'eau obtenue en ajoutant une bobine de gradient de champ magnétique dans un spectromètre RMN conçu pour l'analyse chimique. Ce n'est qu'en 1976 qu'un appareil permit d'obtenir des images de la tête chez l'Homme. Ces images étaient de qualité médiocre, mais on pouvait réaliser des incidences multiples de coupe alors que la tomodensitométrie (TDM) ne fournissait que des coupes transverses. C'est donc à partir de cette période, que les industriels ont commencé à s'intéresser à la méthode en y investissant des moyens plus importants.
- ❑ C'est ainsi que l'imagerie par RMN fit son entrée en milieu hospitalier, au début des années 80.

## Introductions

Année	Evènement(s) associé(s)
1937	Première expérience de résonance magnétique - Isidor Rabi (Prix Nobel de Physique en 1944).
1946	Première expérience de résonance magnétique sur des matériaux de masse – Felix Bloch et Edward Purcell (Prix Nobel de Physique en 1952).
1950	Découverte et explication du phénomène d'écho de spin par Edwin Hahn.
1954	Mesures de diffusion décrites par Edward Purcell.
1965	Cooley et Tukey décrivent un algorithme de Transformée de Fourier rapide (FFT).
1966	Richard Ernst et W. Anderson décrivent la spectroscopie par FFT en résonance magnétique.
1971	Jeener décrit la première expérience bi-dimensionnelle.
1972	Richard Ernst effectue la première expérience bi-dimensionnelle.
1973	Paul Lauterbur rapporte la première image obtenue par Projection-Reconstruction.

## Introductions

Année	Evènement(s) associé(s)
1973	Peter Mansfield et P. Grannel décrivent la relation entre la TF d'un signal produit en présence d'un gradient de champ magnétique et la densité spatiale des spins.
1975	Richard Ernst décrit le codage de phase.
1980	Edelstein décrit l'imagerie "Spin Warp" en changeant l'amplitude des gradients.
Années 80	Commercialisation des premiers imageurs IRM.
1991	Richard Ernst obtient le Prix Nobel de Chimie pour ses contributions au développement méthodologique en résonance magnétique.
2003	Le Prix Nobel de Médecine a été attribué à Paul Lauterbur et Peter Mansfield pour leurs découvertes concernant l'imagerie par Résonance magnétique.

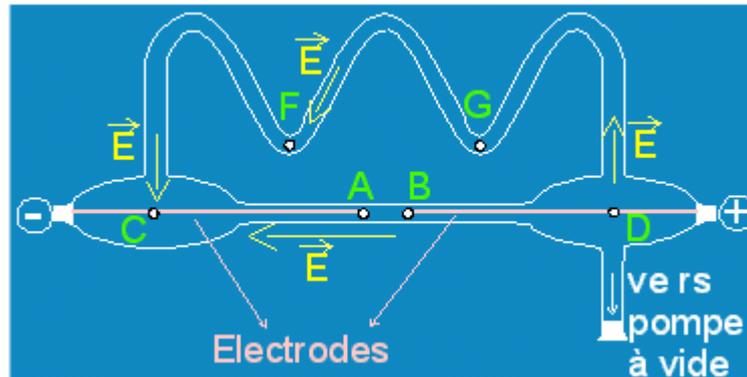
## Röntgen: Biblio

- ❑ Wilhelm Conrad Röntgen né le 27 mars 1845 à Lennep en Allemagne.
- ❑ Il a étudié à Zurich et il est devenu professeur de physique à Strasbourg (1876-1879), à Giessen (1879-1888), Würzburg (1888-1900) et à Genève (1900-1920).
- ❑ Découvre les rayons X le 8 novembre 1895.
- ❑ Il y a eu le 1<sup>er</sup> prix Nobel de Physique en 1901 pour sa découverte des rayons X.



## Röntgen: L'expérience

- ❑ Comme beaucoup de chercheurs de son époque, Röntgen étudiait les décharges dans les gaz raréfiés. Il réalisait des expériences avec un tube de Hittorf.
- ❑ Le tube est soumis à une haute tension de plusieurs kV. Il s'illumine entre A et B si la pression intérieure est forte et entre C et D, par le chemin en zig-zag si la pression est faible.



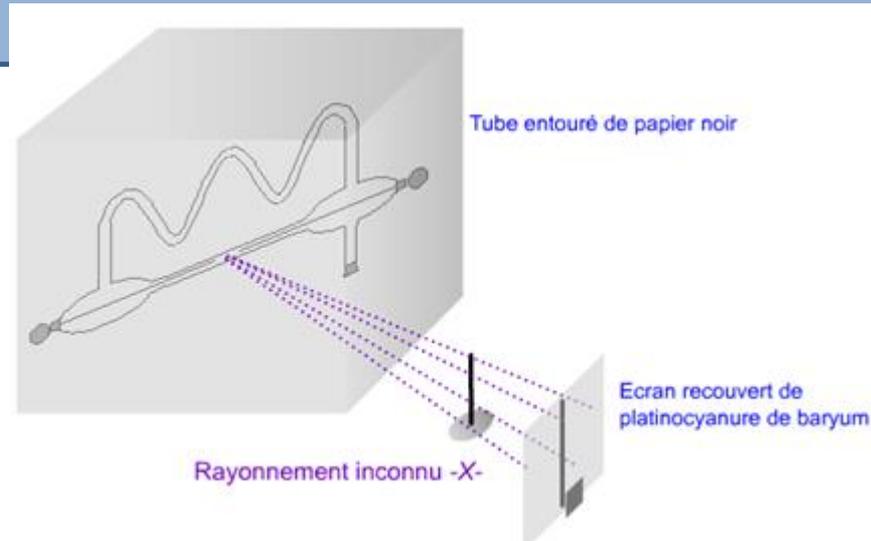
Le champ électrique E est:

élevé le long de AB  $E = \Delta V/d_{AB}$

faible le long de CFGD  $E = \Delta V/d_{CD}$

## Röntgen: L'expérience

- ❑ Le 8 novembre 1895, il enveloppe d'un carton noir un tube de Crookes alimenté par une bobine de Ruhmkorff, c'est-à-dire par un transformateur élévateur excité par des impulsions électriques récurrentes. Il se produit donc, à chaque impulsion, une décharge électrique dans le gaz à basse pression remplissant le tube. Il avait placé ce tube dans l'obscurité Röntgen observe une fluorescence sur un écran en papier recouvert de platinocyanure de baryum. (cette matière a une propriété d'être fluorescent, c'est-à-dire d'émettre de la lumière à une distance inférieure à deux mètres du tube).
- ❑ Le soir du 22 décembre 1895, il appelle sa femme pour venir voir sa découverte extraordinaire, lui demande d'interposer sa main (la mettre entre le tube et l'écran) et réalise la toute première radiographie X qui nous soit parvenue.



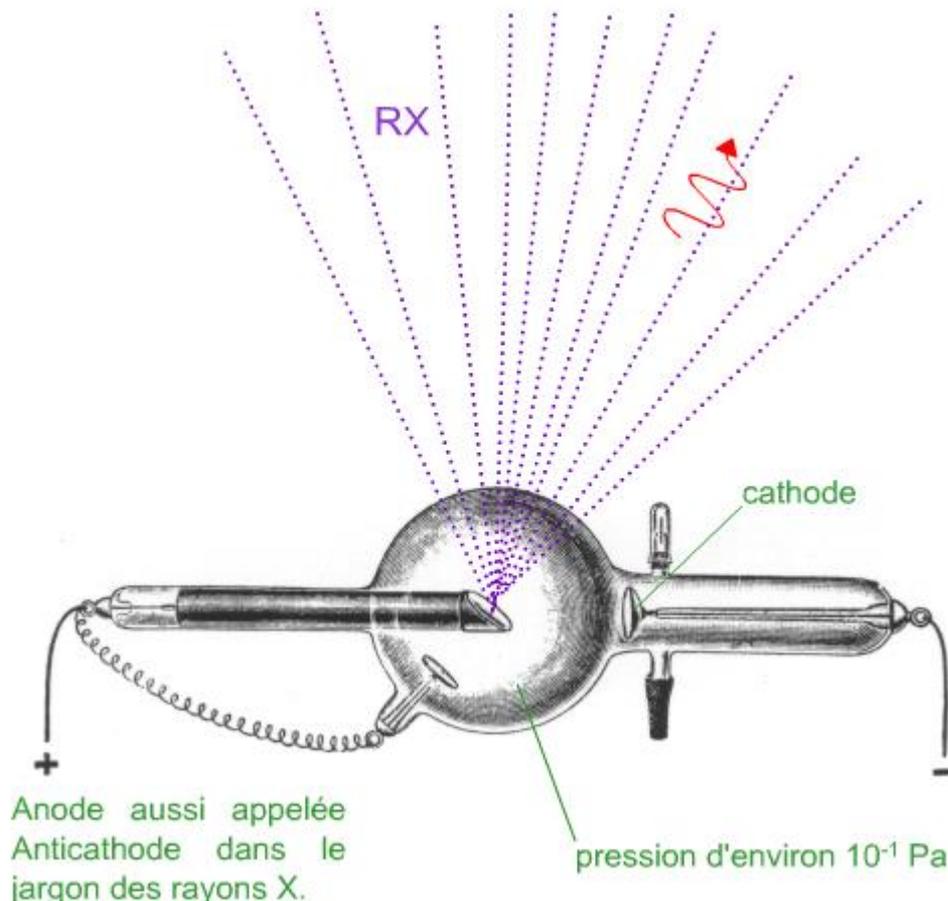
## Röntgen: L'expérience

Il voit et démontre très vite que ces rayons sont si pénétrants qu'ils sont capables de traverser l'air, le verre, le papier, le bois sans déviation et sans réflexion. Il observe aussi lorsqu'il place sa main l'ombre des tissus et celle, plus claire, de ses os.

Cette 1<sup>ère</sup> radiographie réalisée 14 jours après sa découverte aura nécessité un temps de pose de 20 minutes. Vient ensuite, le 22 décembre, le célèbre cliché radiographique de la main de sa femme.



## Le tube de Crookes



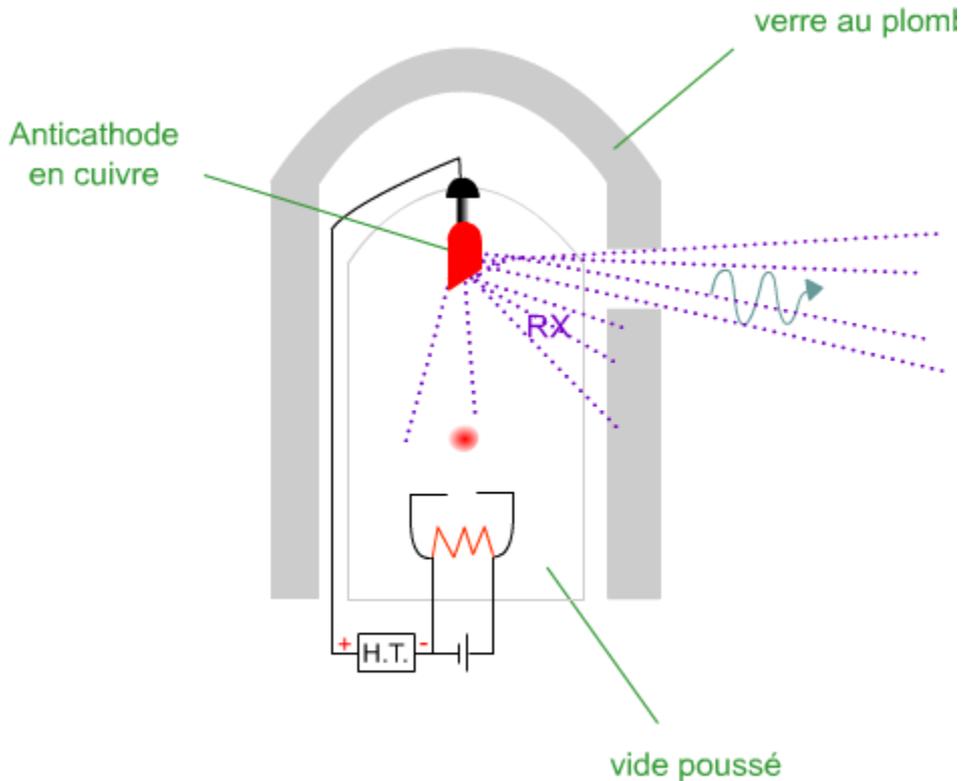
Le tube de Crookes servit durant quelques années à la production des rayons X. Une pression d'environ  $10^{-1}$  Pa règne à l'intérieur du tube.

Ce dispositif a été inventé par William Crookes (1832-1919) afin d'étudier la fluorescence de minéraux.

Ce tube est simplement une ampoule de verre comportant deux électrodes à ses extrémités : une cathode métallique, en aluminium, et une anode, qui sert de cible aux électrons. On fait le vide dans le tube mais il reste une pression d'air résiduelle de l'ordre de 100 Pa.

Une bobine d'induction est utilisée pour fournir une haute tension électrique entre anode et cathode. Il se produit alors une ionisation de l'air résiduel contenu dans le tube.

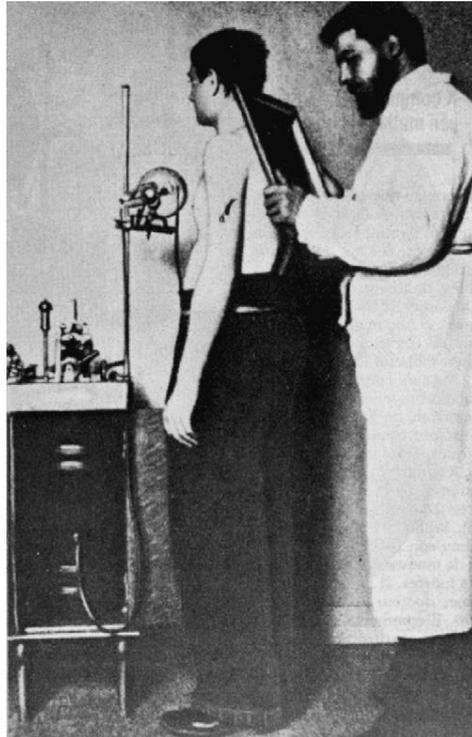
## Le tube de Coolidge



En 1913, Coolidge réalisa pour la première fois un tube où le vide était extrêmement élevé et les électrons produits par une cathode chauffé à haute température. Ces électrons étaient accélérés vers l'anode par des différences de potentiel de plusieurs dizaines de kV. Ce tube, beaucoup plus fiable et facile à manipuler que le tube de Crookes, est encore utilisé actuellement.

## La première communication sur les rayons X

- ❑ Le 28 décembre 1895, Röntgen rend compte de ses expériences auprès de la Société de physique médicale de Würzburg. Six mois plus tard, le premier livre consacré à la radiologie paraît.
- ❑ *Dès 1897, lorsqu'Antoine Béclère crée le premier service de radiologie à l'hôpital Tenon, le corps médical lui reproche de déshonorer la profession en devenant photographe donc l'imagerie médicale est née.*





## APPAREILS DE LA MAISON RADIGUET

15, BOULEVARD DES FILLES-DU-CALVAIRE, 15  
**RAYONS X**

Un laboratoire spécial est mis gracieusement à la disposition de MM. les Docteurs qui voudraient, au moyen du Radioscope, examiner instantanément l'intérieur du corps humain.

La Maison RADIGUET exécute dans son laboratoire ou à domicile, à des prix modérés, les Radiographies nécessaires à la conduite et à la vérification des opérations chirurgicales.

**INSTALLATION de RADIOSCOPIE MÉDICALE**

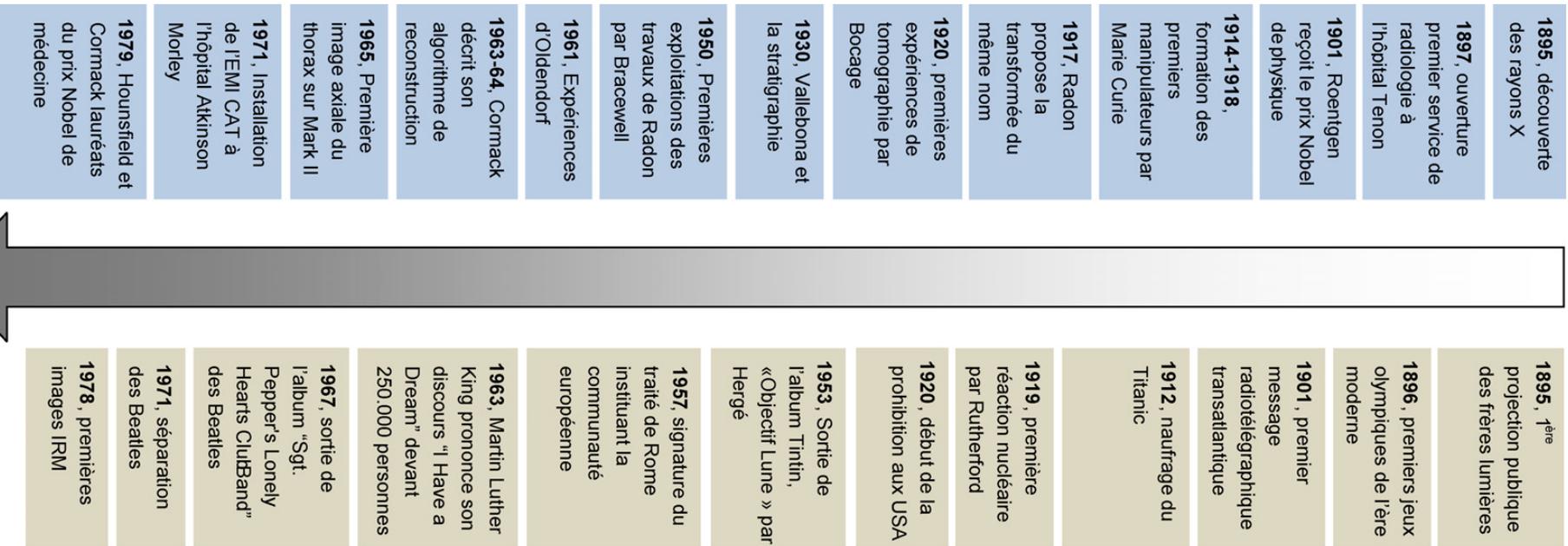
**NOS APPAREILS SPÉCIAUX POUR LES RAYONS X** { Ont obtenu une Médaille d'Or et un Diplôme d'Honneur à l'Exposition de Rouen 1896  
Médaille d'Or à l'Exposition Universelle de Bruxelles

La Maison RADIGUET, 15, Boulevard des Filles-du-Calvaire, à Paris, près le Cirque d'Hiver, à l'honneur de vous prier de visiter ses

**Nouveaux Magasins d'Exposition et d'Expériences**  
Recrire : **15, Boulevard des Filles-du-Calvaire, Pas de Succursale.**

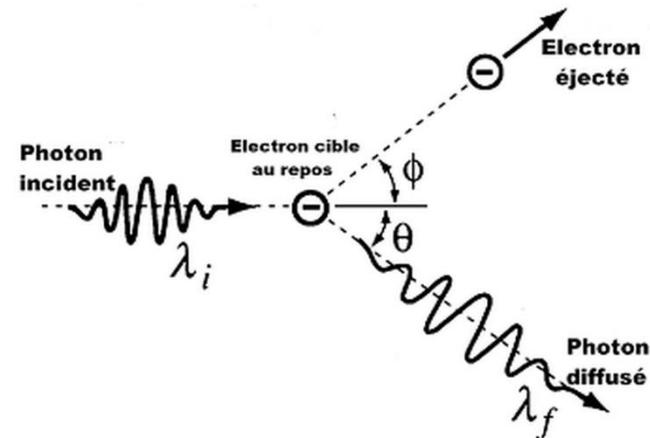


# Historiques de la tomodensitométrie



- ❑ Mosely (1887-1917) précise en 1914 que l'intensité des raies X est fonction de  $Z^2$ ,  $Z$  étant le numéro atomique de l'élément considéré.
- ❑ Maurice de Broglie (1875-1960) conduit en France à partir de 1913 des travaux précurseurs et développe en particulier la méthode du cristal tournant utile pour mesurer les distributions angulaires.
- ❑ Sir William Henry Bragg (1890-1971), et son fils ont eu le prix Nobel de physique en 1915 pour leurs travaux sur l'établissement de la loi donnant la direction de leur diffraction entre les plans réticulaires.
- ❑ En 1922, Arthur Compton (1892-1962, prix Nobel 1927) étudie la diffusion des rayons X et l'effet de Compton.

$$\lambda_f - \lambda_i = \frac{h}{m_0 C} (1 - \cos(\theta))$$



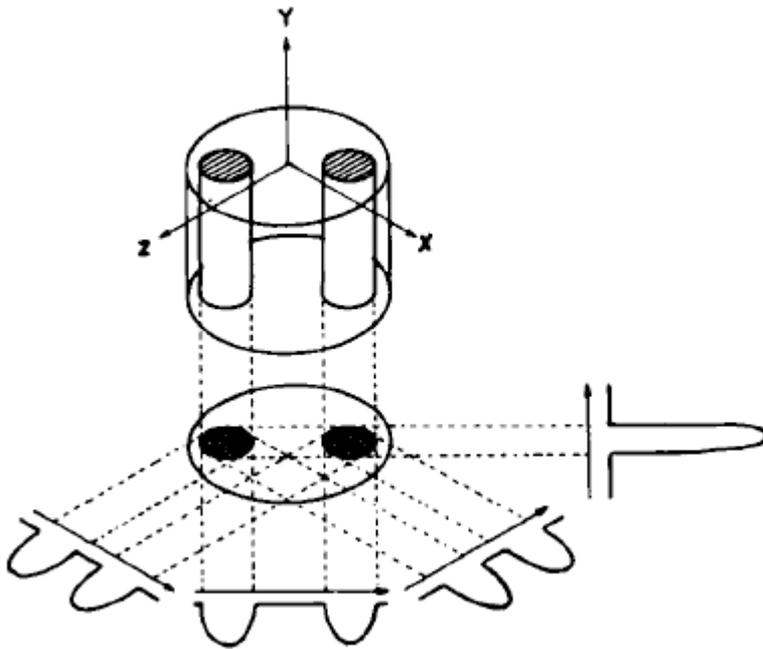
## Röntgen: Biblio

- Wilhelm Conrad Röntgen né le 27 mars 1845 à Lennep en Allemagne.
- Il a étudié à Zurich et il est devenu professeur de physique à Strasbourg (1876-1879), à Giessen (1879-1888), Würzburg (1888-1900) et à Genève (1900-1920).
- Découvre les rayons X le 8 novembre 1895.
- Il y a eu le 1<sup>er</sup> prix Nobel de Physique en 1901 pour sa découverte des rayons X.

- Née en 1929 à Sidney

-

□ Le 2 septembre 1971: dans la revue Nature « Image Formation by Induced Local Interactions »



The Classic

## Image Formation by Induced Local Interactions

Examples Employing Nuclear Magnetic Resonance

PAUL C. LAUTERBUR, PH.D.

Born in Sidney, Ohio, on May 6, 1929, Paul Lauterbur (Fig. 1) received his B.S. in chemistry in 1951 from the Case Institute of Technology in Cleveland. After two years of U.S. military service where he began research on the phenomenon of nuclear magnetic resonance, he went on to receive a Ph.D. in chemistry from the University of Pittsburgh in 1962. Since 1963 he has been affiliated with the State University of New York at Stony Brook, most recently as Adjunct University Professor. Since 1985 he has been a full-time faculty member at the University of Illinois at Urbana-Champaign and now holds appointments there in the Department of Medical Information Science of the College of Medicine, the Department of Chemistry, the Biophysics Program of the Department of Physiology and Biophysics, the Bioengineering Program of the Department of Electrical and Computer Engineering, and the Center for Advanced Study. In addition to this, he is Director of the Biomedical Magnetic Resonance Laboratory there. Dr. Lauterbur also serves as a Professor in the University of Illinois at Chicago College of Medicine and, to date, has 124 publications to his credit. He is a Fellow of the American Physical Society and the American Association for the Advancement of Science and a member of the National Academy of Sciences. His many awards include the Gold Medal of the Society of Magnetic Resonance in Medicine (1982), the American Physical Society Prize in Biological Physics (1983), The Franklin Institute Howard N. Potts Medal (1984), The Michelson-Morley Award, Case Western Reserve University (1984), The Albert Lasker Clinical Research Award (1984), The Kosar Memorial Award, Society of Photographic Scientists and Engineers (1985), The Charles F. Kettering Prize, General Motors Cancer Research Foundation (1985); The Gairdner Foundation International Award (1985); The Harvey Prize in Science and Technology, Technion (1986); The Roentgen Medal (1987); The Institute of Electrical and Electronics Engineers Medal of Honor (1987); The National Medal of Science (1987); The Gold Medal of the Radiological Society of North America (1987); and the National Medal of Technology (1988).

MARSHALL R. URIST, M.D.

❑ Il étudie les petits animaux comme la souris. Il appelle ces images le Zeugmatography.



FIG. 3. Proton nuclear magnetic resonance zeugmatogram of the object described in the text, using four relative orientations of object and gradients as diagrammed in Fig. 2.

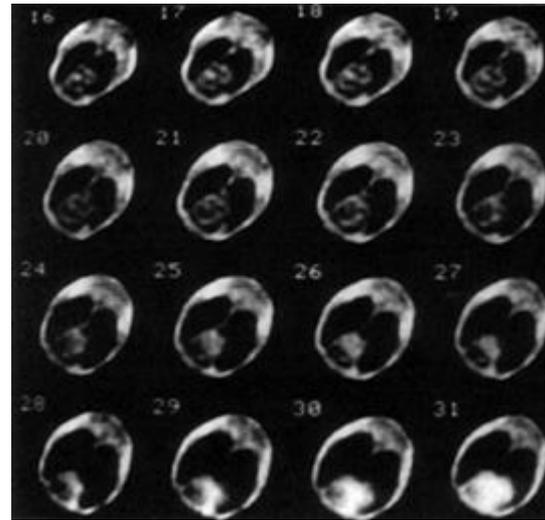
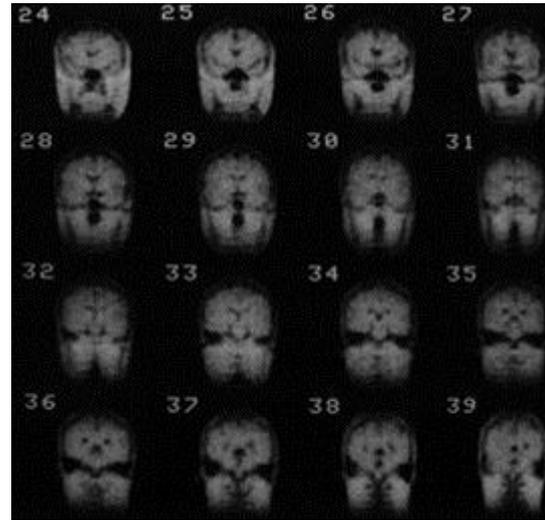
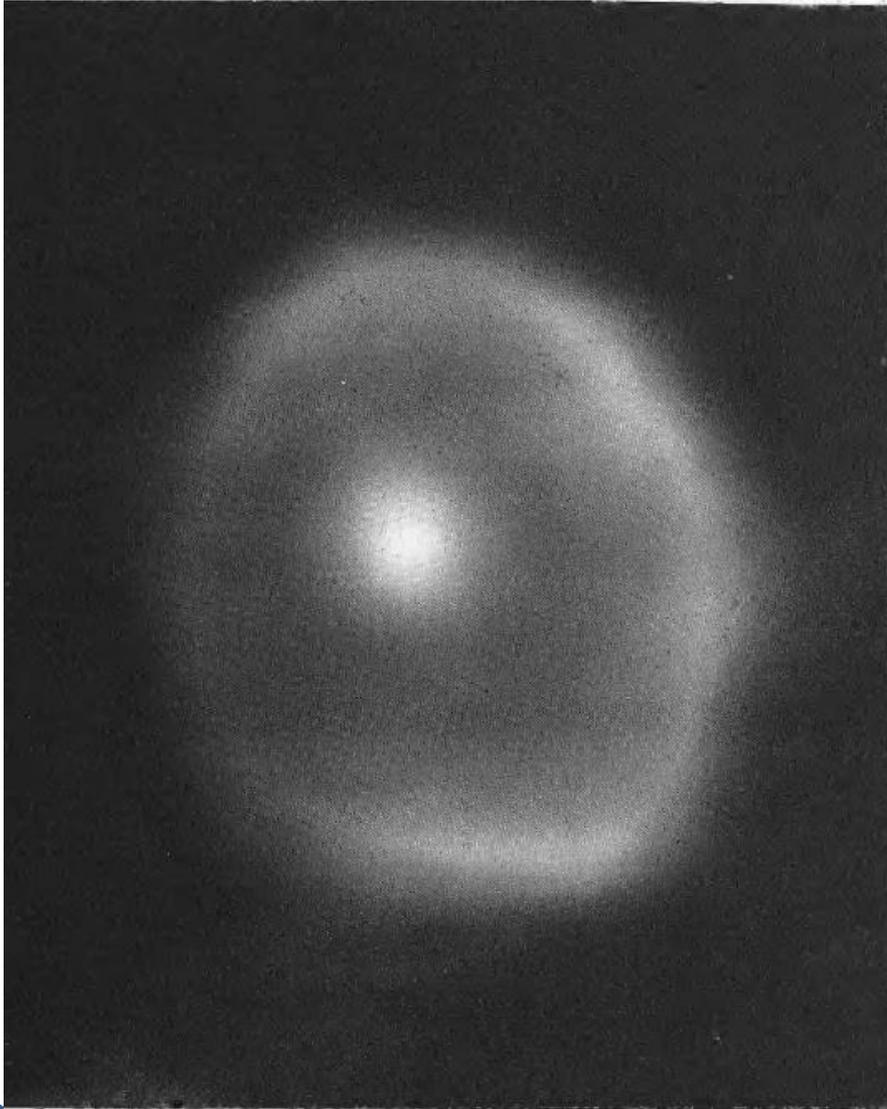
## MAGNETIC RESONANCE ZEUGMATOGRAPHY

PAUL C. LAUTERBUR

*Department of Chemistry, State University of New York at Stony Brook,  
Stony Brook, New York 11794, USA*

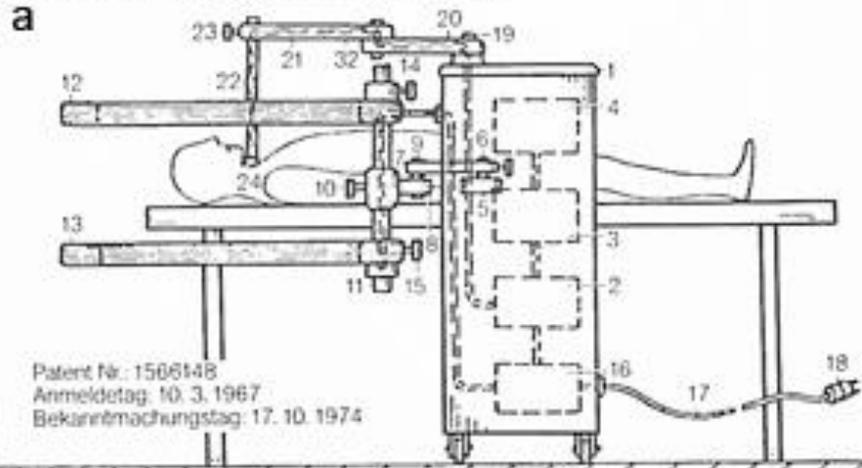
### ABSTRACT

Spatial resolution of magnetic resonance signals may be achieved by the use of various combinations of magnetic field gradients. The experiments are examples of a new general technique, 'zeugmatography', by which images may be formed by the use of induced local interactions. Methods for the generation of magnetic resonance images of objects, including living organisms, are described, and a number of applications are illustrated and discussed.



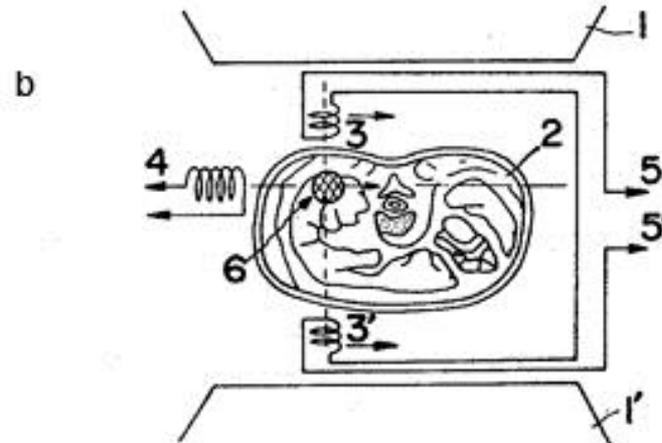
## Partie 4: Les premiers machines et images

Elektromagnetische Hochfrequenzspule für Diagnostik-Einrichtung



Machine de Ganssen  
1967/1974

Machine de Damadian  
1972/1974

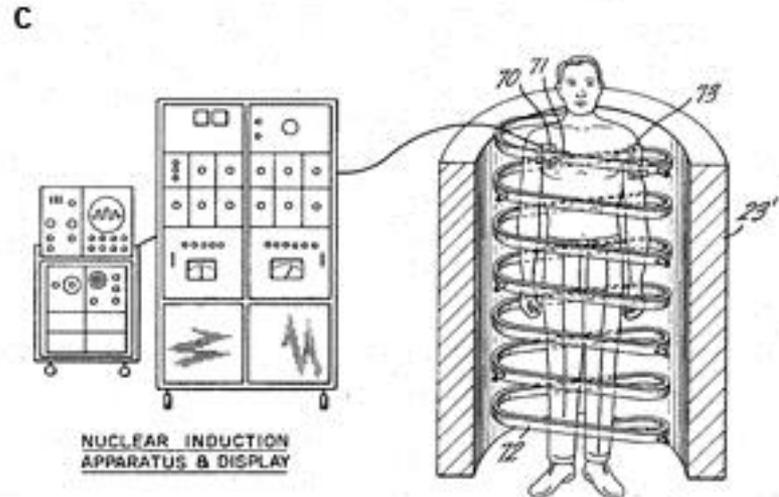


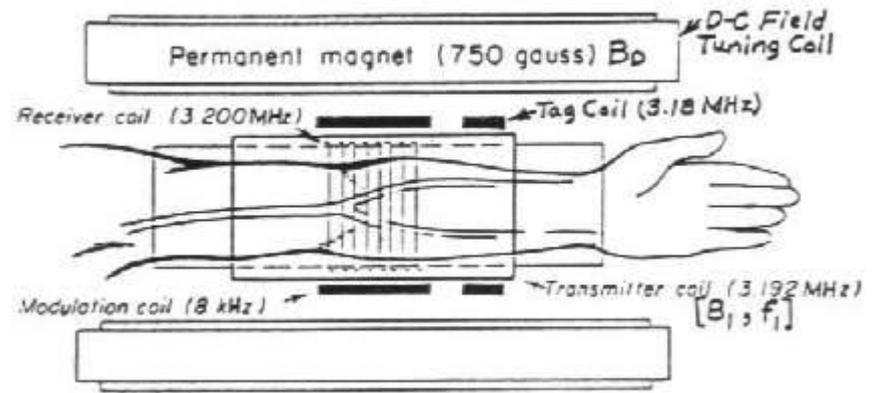
Machine d'Abe 1973/1973

PATENTED FEB 5 1974

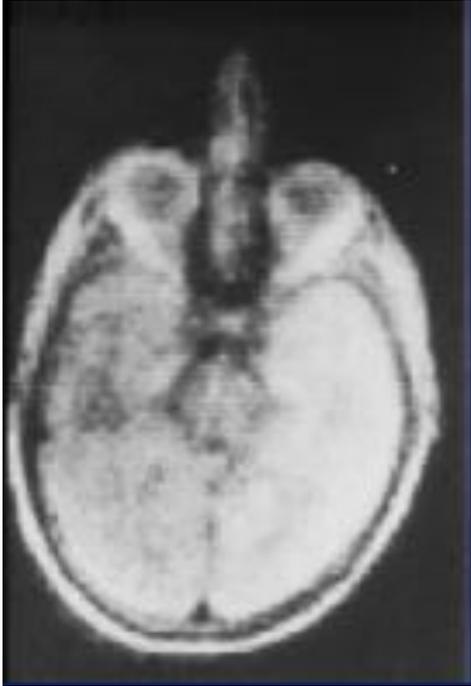
3.789.832

SHEET 2 OF 2

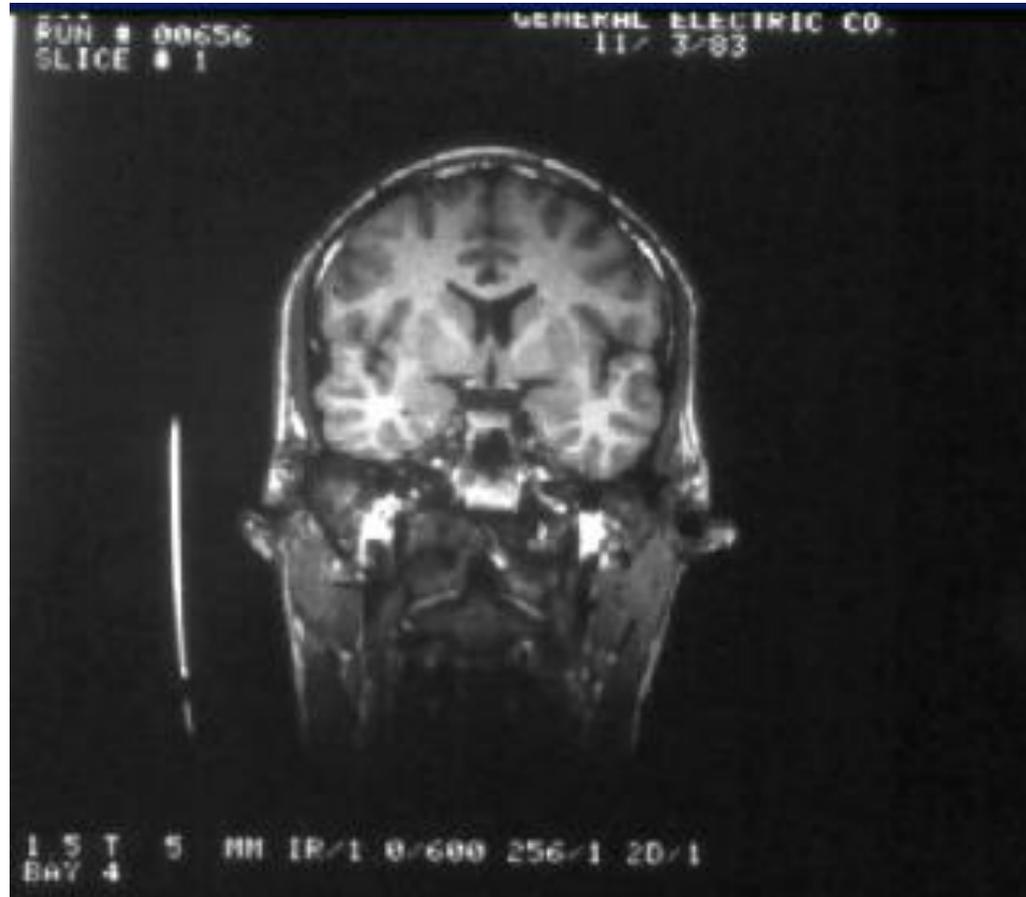




430 DIGEST OF THE 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDICAL AND BIOLOGICAL ENGINEERING -



1983: Premières images à 1,5 Teslas (General Electric)



## Sites:

[www.bibnum.education.fr](http://www.bibnum.education.fr)

<http://webapps.fundp.ac.be/didactique/rx/histoire1.html>

<http://www.magnetic-resonance.org/index.htm>

## Articles:

M. Vermandel and al. « D'une « nouvelle sorte de rayonnement » à la tomодensitométrie : une histoire du scanner »