



# LE CORPS EN IMAGE

de la radiologie d'hier à l'imagerie d'aujourd'hui

EXPOSITION DU 10 MARS AU 31 DECEMBRE 2016

Visite guidée dans les locaux du CPHR à l'Hôtel-Dieu  
Entrée face au n° 47 rue de Saint-Malo - 35000 Rennes  
Sur inscription téléphonique au 06 12 99 37 77  
Accessible aux personnes handicapées

**CPHR**  
CONSERVATOIRE DU PATRIMOINE  
HOSPITALIER DE RENNES  
*Une mémoire pour l'Avenir !*



© 2016 Photo : iStock

## Catalogue de l'exposition



PHOTO. LAMBLON.

MADAME ROLLINI

des Folies-Bergères

## Gare aux rayons X



Les rayons X sont certainement  
une lumière très commode  
Pour contempler secrètement  
les p'tites femmes à la mode.  
Ces rayons vraiment polissons  
font voir son mystère,  
Les bourrelets les faux nichons,  
Et l'bouton d'la jarretière.



*refrain*

Il paraît que ça passe  
A travers tout partout partout  
Ca passe et ça repasse  
Par les p'tits trous partout partout  
Et l'on n'a pas même le temps d'y penser  
Qu'on est déjà rayo-rayo-rayonnixée !

Par ce procédé peu discret,  
Les douanes dans toutes les gares,  
Regardent si vos endroits secrets  
Ne contiennent pas d'cigare.  
Mais vous restez vraiment baba  
Quand un douanier sévère,  
Aperçoit des blagues à tabac,  
Dans l'corset d'votre belle-mère !



*refrain*

Il paraît que ça passe  
A travers tout partout partout  
Ca passe et ça repasse  
Par les p'tits trous partout partout  
Et l'on n'a pas même le temps d'y penser  
Qu'on est déjà rayo-rayo-rayonnixée !

Y'a que le métal pour résister  
à ces rayons bizarres  
Les p'tits femmes de Paris  
vont s'faire nickeler dare dare  
Les d'mi mondaines se f'ront dorer  
Mais les femmes sans galette  
S'ront forcées d'se faire étamer  
Des pieds jusqu'à la tête.



*refrain*

Il paraît que ça passe  
A travers tout partout partout  
Ca passe et ça repasse  
Par les p'tits trous partout partout  
Et quand tout le monde sera métallisé  
On n'pourra plus rayo-rayo-rayonnixer !



*Madame Rollini - Gare aux rayons X*  
Chanson composée en 1896, enregistrée en 1898

# SOMMAIRE

<b>Discours d'inauguration</b> .....	<b>6</b>
<b>Introduction : Avant les rayons X</b> .....	<b>9</b>
<b>Un peu d'histoire</b> .....	<b>10</b>
• Les différents rayonnements	
• La découverte des rayons X	
<b>Quelques pionniers de la radiologie</b> .....	<b>16</b>
<b>Les progrès techniques</b> .....	<b>17</b>
• Le tube de Coolidge	
• Les tubes à anode tournante	
• La reproduction d'images : support et développement	
<b>Premières applications de la radiologie</b> .....	<b>22</b>
• Le dépistage de la tuberculose	
• La radiologie de guerre : Le « Petit Américain »	
<b>De l'image fixe à l'image mobile</b> .....	<b>28</b>
• Les moyens de contraste et les équipements	
• La tomographie	
<b>Protection, sécurité et contention</b> .....	<b>32</b>
<b>La numérisation : Le scanner ou tomodensitométrie</b> .....	<b>37</b>
<b>L'imagerie sans rayons X</b> .....	<b>42</b>
• L'échographie	
• L'imagerie par résonance magnétique	
<b>La radiologie interventionnelle</b> .....	<b>43</b>
• Les anévrismes cérébraux	
• La thrombectomie	
<b>Conclusion</b>	
<b>Éléments méthodologiques</b> .....	<b>48</b>
• Scénographie : mise en œuvre de l'exposition	
• Éléments financiers de l'exposition	

# Discours d'inauguration de l'exposition

## LE CORPS EN IMAGE de la radiologie d'hier à l'imagerie d'aujourd'hui 2 mars 2016

Mesdames et Messieurs les élu(e)s

Mesdames et Messieurs les responsables d'université

Mesdames et Messieurs les responsables d'établissements hospitaliers

Mesdames et Messieurs des équipes hospitalières, médicales et soignantes impliquées dans les expositions temporaires du Conservatoire (équipes d'imagerie médicale cette année, équipes de pneumologie et équipes de chirurgie vasculaire et cardiaque les années passées)

Chères amies, Chères adhérentes, Chers amis, Chers adhérents,

L'équipe du Conservatoire du Patrimoine Hospitalier de Rennes est très fière de vous accueillir dans ce lieu qui se prête idéalement à notre rendez-vous de ce soir. Le développement de la santé a toujours été une préoccupation en Bretagne. Son histoire est riche de réalisations, de recherche et d'enseignement.

Le Conservatoire veut être :

- une mémoire des faits, des équipements, des pratiques et des personnes qui ont contribué à ce développement
- un point de rencontre entre une population de professionnels, d'enseignants, de chercheurs et les orientations des politiques locales
- une ressource pour le développement des activités culturelles autour de la santé.



Annic'k Le Mescam, les professeurs Yves Gandon et Jean-Yves Gauvrit lors de l'inauguration

Cinq ans déjà que le travail de collecte, d'entretien, de valorisation et de transmission du patrimoine hospitalier mobilise des équipes motivées afin de créer une mémoire pour l'avenir destinée à témoigner du passé. Il est réalisé à l'attention de tous les publics, mais surtout des étudiants des universités, des élèves des écoles professionnelles et des scolaires des établissements d'enseignement général qui savent déjà nous dire leur intérêt. Le CPHR est attaché à développer des services et prestations qui s'adaptent à la demande des personnes qui le sollicitent, aux sujets d'actualité ou aux problématiques d'environnement (ex : vaccinations, dons d'organes, sécurité des soins). Il participe aux différentes manifestations locales impliquant la valorisation du patrimoine. Un musée virtuel a été créé, vitrine pour les différents partenaires et collectivités territoriales au travers d'un site dédié accessible par tous. Il organise des conférences ciblées, expose et prête des objets pour des manifestations à thème. Des visites sont proposées pour évoquer l'histoire et l'évolution des établissements hospitaliers au cœur du présent. Mais aussi, il recherche des matériels et documents hospitaliers anciens.

Évoquer et témoigner cette année dans le contexte que nous savons évolutif de l'Hôtel-Dieu, des prouesses de la radiologie bretonne depuis Röntgen, prend un sens et un marquage historique très particuliers. Merci aux professeurs Yves Gandon et Jean-Yves Gauvrit pour leur appui scientifique dans l'élaboration de l'exposition. Merci à vous d'être venus nombreux. Merci à ceux qui donnent et qui construisent au service de cette ambition

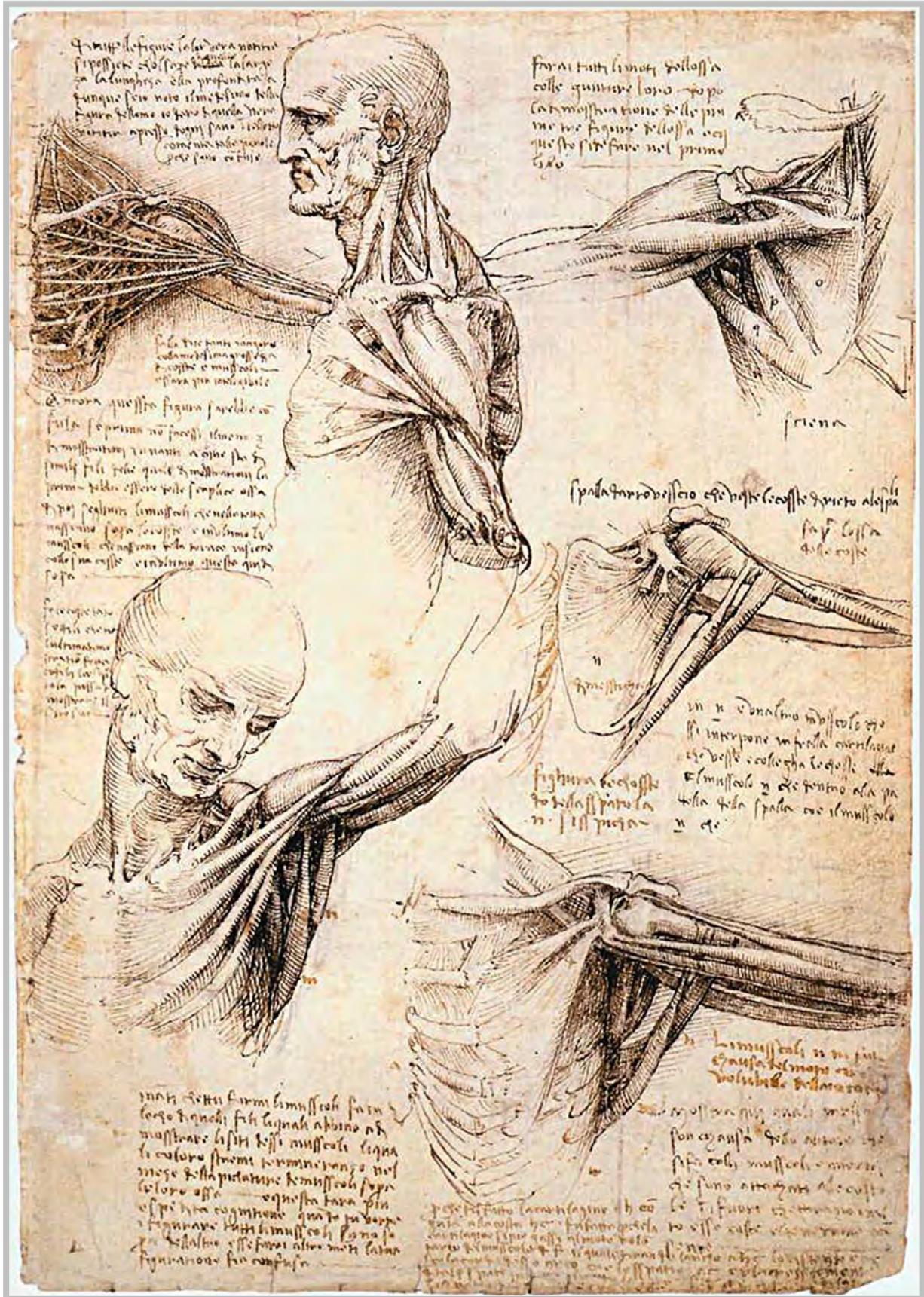
### « UNE MEMOIRE POUR L'AVENIR »

Annic'k Le Mescam



Inauguration de l'exposition, 6 mars 2016 au CPHR :  
le D<sup>r</sup> Josette Duthoit-Dassonville présente l'exposition





Léonard de Vinci (1452-1519)  
*Études anatomiques de la musculature*, ca 1509,  
 Plume et lavis sur pierre noire, 28,9 x 19,8 cm  
 © Windsor castle, Royal library

## Introduction : avant les rayons X

Comme on peut le voir sur l'affiche de couverture que nous devons à Patrick Jéhannin et à son fils Tanguy, l'exposition est intitulée

### LE CORPS EN IMAGE de la radiologie d'hier à l'imagerie d'aujourd'hui

En effet, nous voudrions d'abord évoquer la découverte des rayons X qui eut lieu en 1895. Pas à pas, les évolutions techniques ont permis d'obtenir des images de l'intérieur du corps de plus en plus précises, mais aussi d'assurer une meilleure sécurité des patients et des radiologues.

Le parcours de cette exposition est l'objet d'une visite d'environ une heure.



Une vue partielle de l'exposition (Coll. CPHR)

## Un peu d'histoire

Quelle était l'image du corps avant la radiologie, non pas celle de l'enveloppe externe mais celle de l'intérieur du corps. Les seuls moyens de la connaître étaient la chirurgie, mais de manière limitée avant l'apparition de l'anesthésie, les transfusions sanguines et les antibiotiques, ou bien la dissection de cadavres. Pendant longtemps, il y a eu des freins importants. Au Moyen-Âge, après la mort, le corps appartenait à Dieu et il était interdit aux médecins de l'examiner. Jusqu'à la Renaissance, on en est resté aux descriptions de Galien, ce médecin grec qui vivait au 1<sup>er</sup> siècle après J. C. et avait écrit quinze livres d'anatomie comportant de nombreuses erreurs.

À partir du XV<sup>e</sup> siècle, certains pays ont autorisé les autopsies de façon exceptionnelle. En Italie, Léonard de Vinci a laissé des études anatomiques dont les textes avaient la particularité d'être écrits de droite à gauche. Il pensait que pour bien peindre le corps en mouvement, il faut comprendre le fonctionnement des muscles. Il aurait d'ailleurs fait une vingtaine de dissections.

Au XVI<sup>e</sup> siècle à Paris, un barbier fait des cours d'anatomie et des dissections sur des chiens et deux fois par hiver sur des pendus. C'est à cette occasion qu'un anatomiste français célèbre, Vésale assiste à ces premières dissections.

Au XVII<sup>e</sup> siècle, les Pays-Bas autorisent les dissections une fois par an sur des condamnés à mort. C'est l'occasion de leçons d'anatomie ainsi que le représente Rembrandt en 1632. Ce tableau fut commandé par la Guilde des chirurgiens de La Haye.



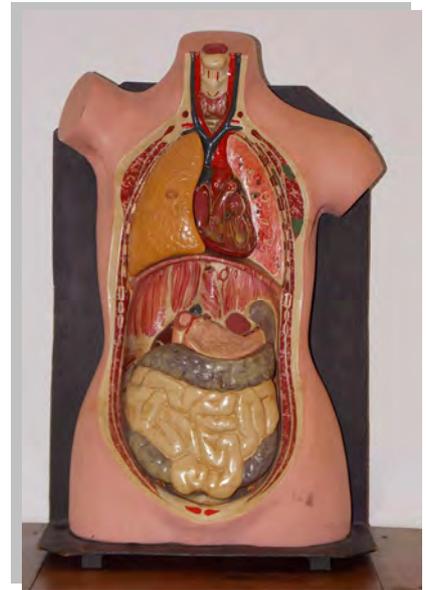
**Rembrandt** (1606-1669)  
*La Leçon d'anatomie du D<sup>r</sup> Tulp*, 1632,  
163 x 217 cm © Mauritshuis, La Haye

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, la Princesse Palatine\* a souligné les difficultés dues au défaut de connaissance des organes internes. À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les connaissances anatomiques s'améliorent et des écorchés sont fabriqués dans un but d'enseignement.

*« Si la pauvre humanité avait un carreau de vitre dans l'estomac, par lequel les docteurs puissent regarder, je crois qu'ils trouveraient les moyens qu'il faut pour guérir les gens : mais du moment qu'il leur faut tout deviner, il n'y a rien d'étonnant à ce qu'ils tâtonnent ainsi. »*

Lettre de la Princesse Palatine, 2 mai 1709

Buste d'écorché (début XX<sup>e</sup> siècle)  
Stuc et cire, coll. Guy Gaboriau



La découverte de la radiologie a été une véritable révolution pour les médecins puisque cela leur a permis de voir l'intérieur du corps du vivant du malade : on a parlé de véritable autopsie sur le vivant.

## Les différents rayonnements

Quand on parle de rayons, on pense tout de suite aux rayons lumineux, aux infrarouges, aux ultraviolets. Tous ces rayonnements sont comme les rayons X des rayonnements électromagnétiques, c'est-à-dire des ondes qui sont capables de se propager dans l'air mais aussi dans le vide. Quelles sont les différences entre ces ondes ?

Une petite part est visible par l'œil humain : les rayons du soleil et les différentes couleurs de l'arc-en-ciel. Tous les autres sont invisibles. Une autre différence, c'est leur longueur d'onde.

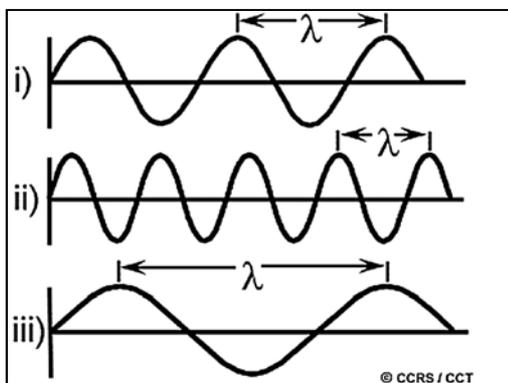
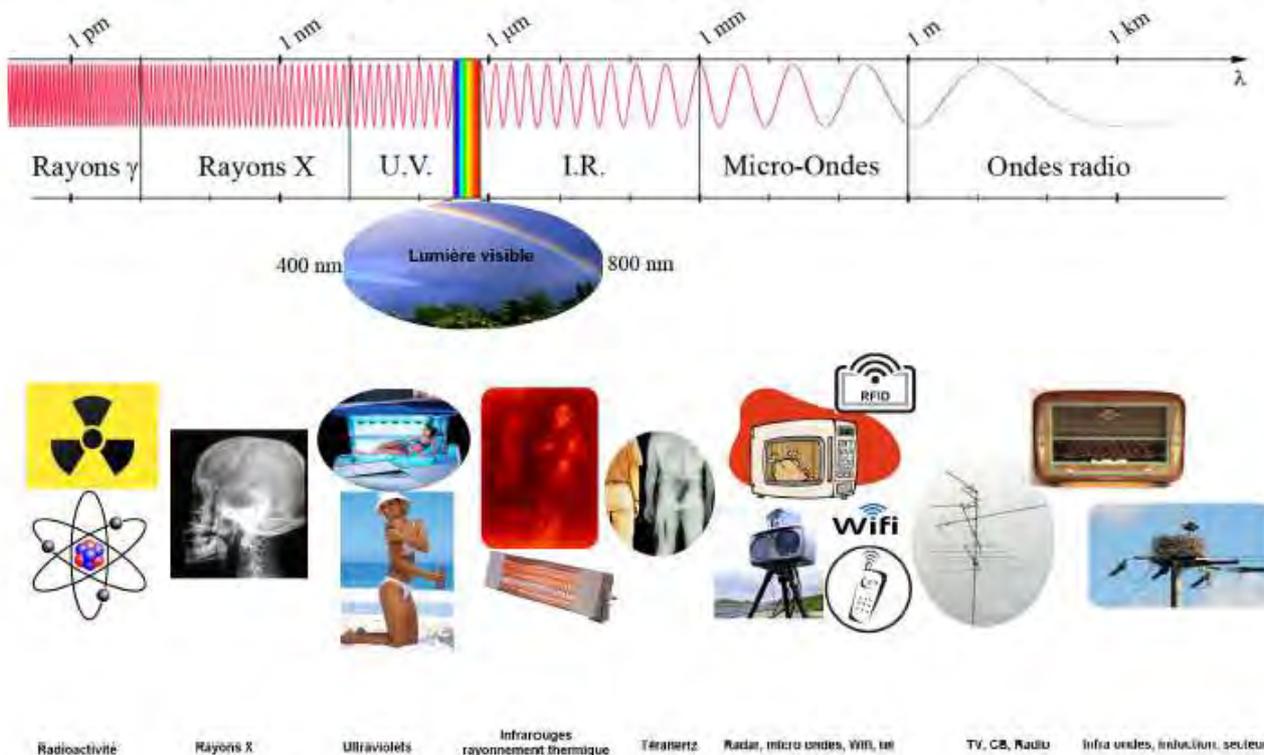


Schéma d'une longueur d'onde

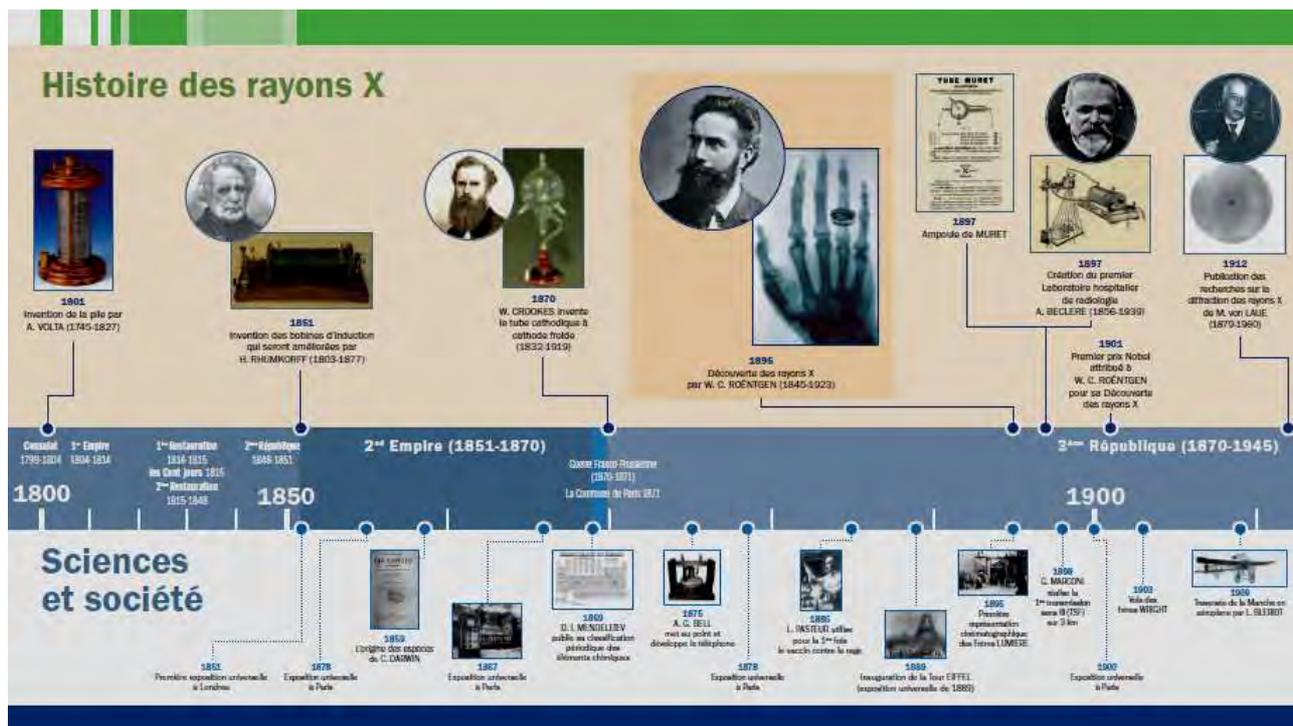
Plus la longueur d'onde est courte, plus les rayonnements ont d'énergie et peuvent en particulier traverser le corps. Les moins énergétiques sont les **ondes radio**, utilisées pour les émissions de radio et la télévision, dont la longueur d'onde est de l'ordre du mètre. Puis les **micro-ondes**, dont la longueur d'onde est de l'ordre du millimètre, utilisées dans les fours à micro-ondes, les téléphones mobiles et les radars. Ensuite, les **rayons infrarouges** dont la longueur d'onde est de l'ordre du micron soit 1/1000<sup>e</sup> de millimètre). On divise encore la longueur d'onde par 1000 pour la lumière visible.

\* La Princesse Palatine était née Elisabeth-Charlotte de Bavière, belle-sœur de Louis XIV, grande épistolière.

Des rayons plus énergétiques vont être capables de pénétrer le corps : **rayons ultraviolets** et **rayons X**. Les rayons les plus énergétiques sont les **rayons gamma** utilisés en radiothérapie pour détruire les cellules cancéreuses. Les rayons X sont capables de traverser le corps avec des différences selon la densité des tissus traversés : **les rayons X traversent facilement l'air, sont atténués par la graisse ou les liquides, sont arrêtés par les os et les dents**



Spectre du rayonnement énergétique (ondes électromagnétiques)



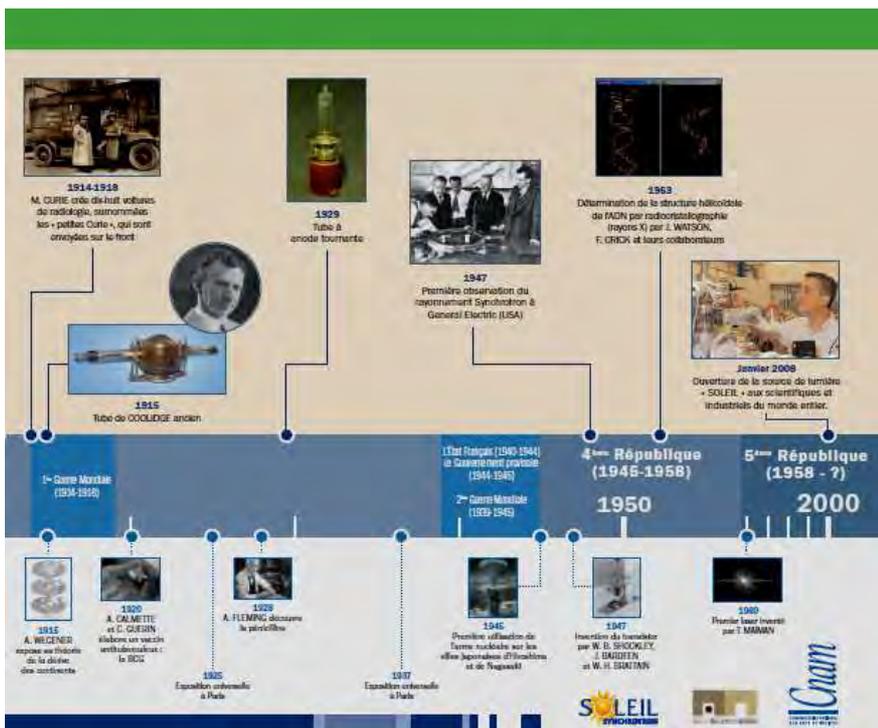
Histoire des rayons X de 1800 à 2000 © Synchrotron SOLEIL/CNAM



Extrait du catalogue Radiguet & Massiot (1900)



Machine électrostatique (1900) (coll. IFMEM Caen)



Si, on place derrière le corps un film photographique les rayons résiduels provoquent son noircissement. Ainsi, une structure aérée comme celle des poumons paraît noire. À l'inverse, une structure dense comme les os paraît blanche (les rayons X auront tous été absorbés).

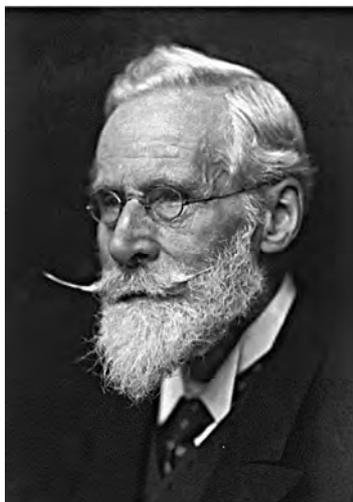
## La découverte des rayons X

Les rayons X ont été découverts par le physicien allemand **Wilhelm Röntgen** (1845-1923). À cette époque, les physiciens travaillaient sur les rayonnements cathodiques : pour cela, ils utilisaient des ampoules de verre, dans lesquelles ils avaient fait un vide relatif et envoyaient une décharge électrique haute tension entre deux électrodes, une cathode et une anode, soit avec une machine électromagnétique soit avec une bobine de Ruhmkorff.

**William Crookes** (1832-1919), physicien anglais, avait attribué cette lumière à l'impact sur le verre d'un rayonnement produit par la décharge et l'avait appelé **rayon cathodique** car il provenait de la cathode.

Le soir du 8 novembre 1895, Röntgen met en marche le « tube de Crookes » et remarque une lueur provenant d'un écran de platinocyanure de baryum posé, par hasard, sur une table située à distance. Il recommence l'expérience en entourant l'ampoule de verre d'un carton noir très étanche, et le phénomène persiste. Röntgen comprend très vite qu'un autre type de rayonnement, invisible et pénétrant, est sorti du tube pour provoquer la luminescence observée. Il s'enferme, dit-on, trois semaines dans son laboratoire pour caractériser ce rayonnement énigmatique qu'il nomme un peu plus tard **rayons X**. Il remarque que ce rayonnement est capable de traverser deux jeux de cartes ou un volume de mille pages mais est arrêté par une feuille de plomb.

Peu après, alors que sa femme se plaint qu'il ne fait pas honneur à un bon repas qu'elle lui a préparé, Wilhelm Röntgen l'entraîne dans son laboratoire et fait la première radiographie de la main de sa femme Anna-Bertha, après un temps d'exposition de quinze minutes.



William Crookes



Wilhelm Röntgen



Radiographie de la main d'Anna Röntgen



**1 Tubes à RX de Crookes, 1905 de la marque Verrerie scientifique**

- 1 - avec osmorégulateur de Villard
- 2 - pour extrémités, identique à celui utilisé pour la main d'Anna (coll. D. Dugor)

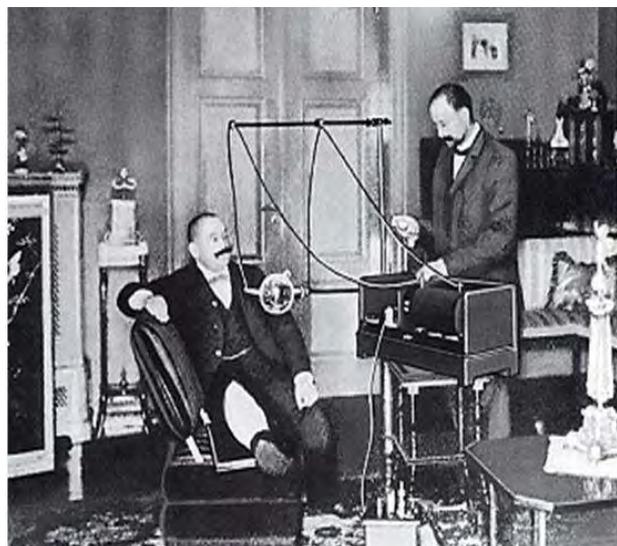


**Affiche du Théâtre Robert Houdin de Paris ca 1896**

Cette découverte est donc due au hasard mais aussi à l'observation et à la curiosité. D'autres physiciens avaient été témoins de ces altérations mais n'y avaient pas prêté attention.

La première communication officielle sur les rayons X est présentée le 28 décembre 1895, devant la société de physique médicale de Würzburg, intitulée *À propos d'une nouvelle sorte de rayons*. C'est le même jour qu'eut lieu la première présentation publique du cinématographe des Frères Lumière au Grand Café de Paris. Dès le 1<sup>er</sup> janvier 1896, Röntgen adresse un exemplaire de son article aux principaux physiciens de l'époque. La nouvelle se répand très vite dans les grands journaux européens puis aux États-Unis et le 13 janvier en France par *Le Matin*. Aussitôt, les physiciens se mettent à faire des radiographies. Jamais une découverte n'a eu un retentissement aussi immédiat et spectaculaire, probablement parce que beaucoup de physiciens faisaient des expériences avec des tubes à vide. Röntgen reçut le premier prix Nobel de physique en 1901 mais refusa de prendre des brevets.

Les rayons X enthousiasmèrent aussi le grand public. Des démonstrations étaient faites à l'entrée de certains magasins à Paris pour attirer la clientèle, en alternance avec la projection du film des Frères Lumière. Des marchands de chaussures proposaient des radiographies au public pour adapter les chaussures au pied et des spectacles étaient montés autour de leur utilisation. Et même une chanson *Gare aux rayons X*, écrite par M<sup>me</sup> Rollini en 1896, fut enregistrée en 1898 (cf. début du catalogue).



**Radiologie dans un cabinet médical en 1900**

## Quelques pionniers de la radiologie en France



Antoine Béclère (1856-1939)



Marie Curie (1867-1934)

La première séance de radiographie en France est faite par Oudin et Barthélémy en janvier 1896. Au cours de l'été 1896, Antoine Béclère réalise le premier diagnostic radioscopique de tuberculose sur la servante d'Oudin ; et dès 1897, il installe à ses frais un cabinet de radiologie dans son service de l'hôpital Tenon à Paris. Comme il n'a pas l'électricité, la haute tension est produite par une machine électrostatique. Il publie une série d'ouvrages sur les bases physiques et techniques nécessaires à la radiologie et sur les principaux signes radiologiques.

Marie Curie, et plus tard sa fille Irène, participe aussi au développement de la radiologie. Dès le début de la guerre, elle se mobilise car elle comprend très tôt l'utilité des appareils à rayons X pour repérer les fractures et localiser les éclats d'obus : au mois d'août 1914, le Ministère de la Guerre la charge de mettre en place une équipe de manipulateurs en radiologie sur les terrains des opérations. Elle enseigne, à plus de cent-cinquante élèves, les bases de la physique et de l'anatomie. Persuadée que les équipes médicales doivent aller à la rencontre des blessés, elle crée des unités radiologiques mobiles équipées de matériel adéquat. La radiologie est considérable et très utile aux chirurgiens pour poser un diagnostic.

Secondée par sa fille Irène âgée de dix-huit ans, Marie, au volant des « Petites curies » n'hésite pas à se rendre au cœur des combats. Elle conçoit dix-huit voitures radiologiques et installe deux cent-cinquante postes fixes de radiologie dans les hôpitaux. Plus d'un million de blessés sont secourus grâce à ces installations. Dès 1918, elle est nommée à la direction de l'Institut du radium, actuellement l'Institut Pierre et Marie Curie.



Voiture radiologique Massiot  
durant la guerre 1914-1918

À Rennes, le 4 mai 1898, le docteur E. Castex, professeur à l'École de médecine, est chargé du service d'électrothérapie de l'Hôtel-Dieu. Celui-ci va adjoindre à son service de médecine, un appareil de radioscopie et un de radiographie. Un pavillon spécifique pour la radiologie, construit grâce à un legs de Madame Veuve Lemonnier, est inauguré en 1910, appelé Pavillon Lemonnier.



1917 : Marie Curie avec des infirmières en formation à l'hôpital Edith Cavell de Paris



Coll. CPHR

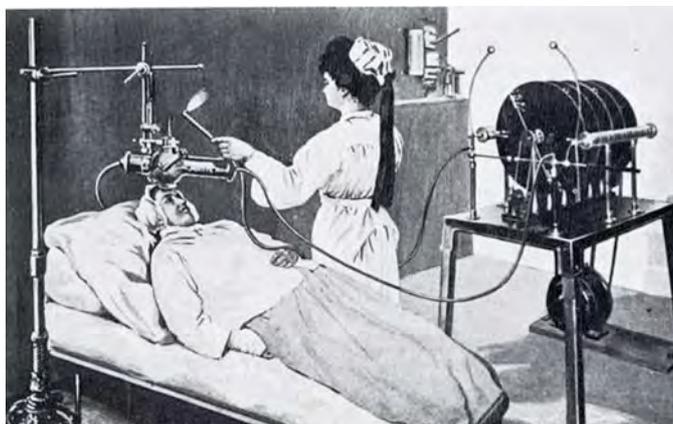
Rennes : Pavillon Paul Lemonnier inauguré en 1910

## Les progrès techniques

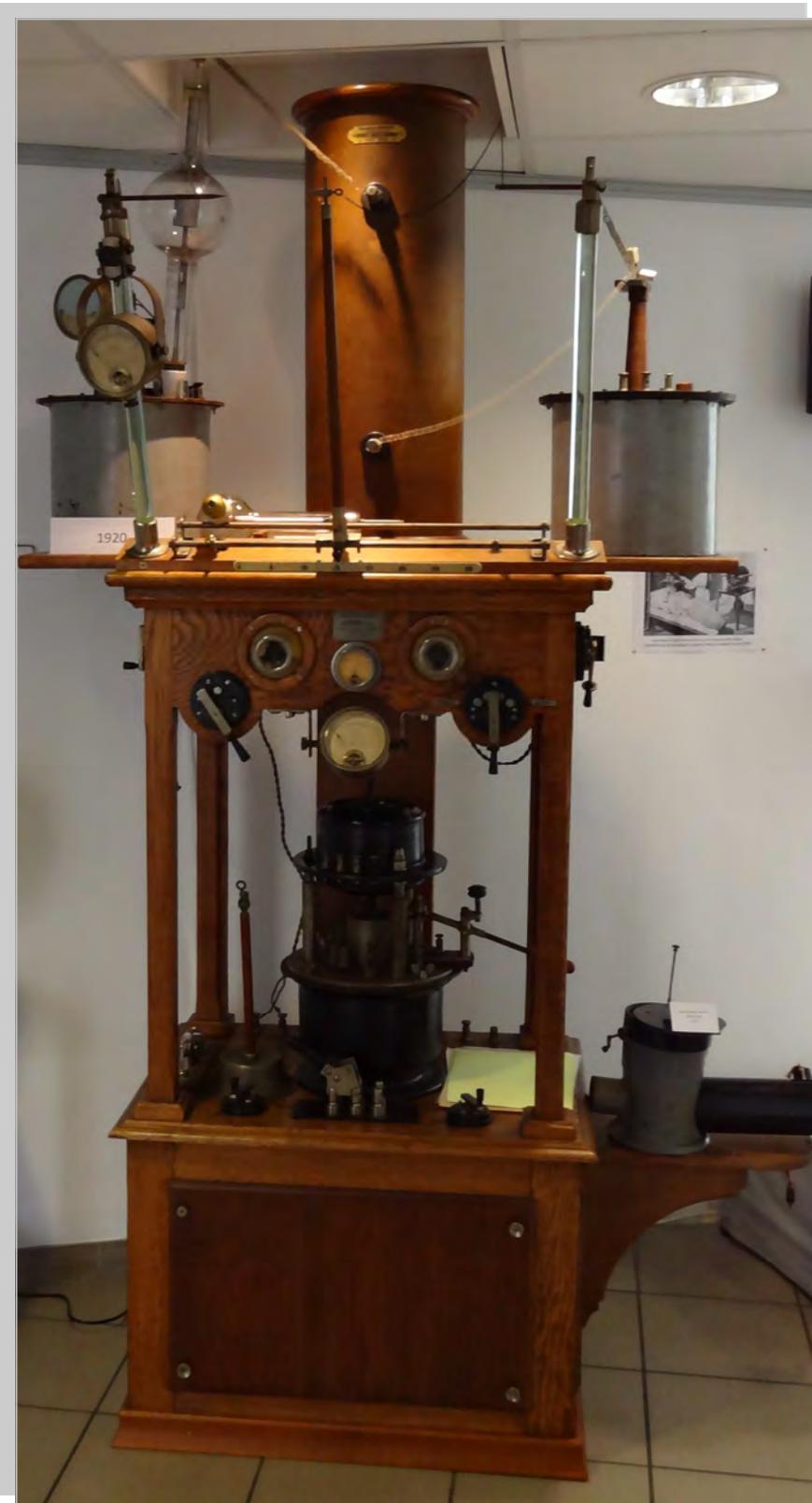
Les premières radiographies demandaient un temps de pose très long, environ quinze minutes pour obtenir une radio osseuse. On a donc cherché à diminuer ce temps d'exposition en jouant sur les générateurs, les tubes à rayons X et la sensibilité des films.

### • Le tube de Coolidge

William Coolidge est un physicien américain, directeur du département recherche de la compagnie General Electric. En 1913, il propose le tube à cathode chaude. La cathode en tungstène est chauffée à incandescence dans un tube où on a fait un vide poussé. Grâce à cela, on peut mieux maîtriser l'intensité de l'émission d'électrons et le pouvoir de pénétration des rayons X produits. À peu près à la même époque, a été construit le générateur de rayons X de Ropiquet et Hazard, appareil permettant d'obtenir une forte tension électrique.



Appareillage de l'hôpital Broca pour le traitement d'une malade. L'infirmière se sert de son chalumeau à gaz pour durcir ou ramollir son tube (1904)



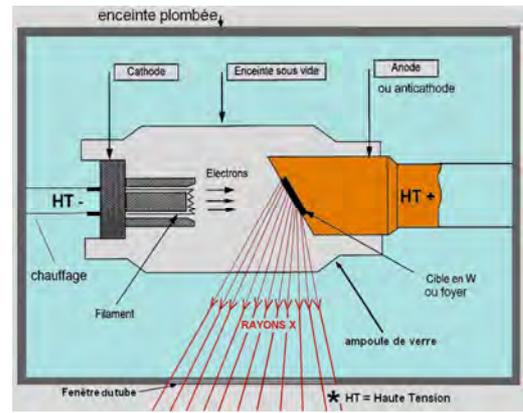
**Générateur à rayons X de Ropiquet-Hazard et Roycourt (1920-1925) :**  
Installation complète à haute tension pour  
alimenter un tube à rayons X de Coolidge

(coll. CPHR)



**Tube de Coolidge à anode fixe (1920)**

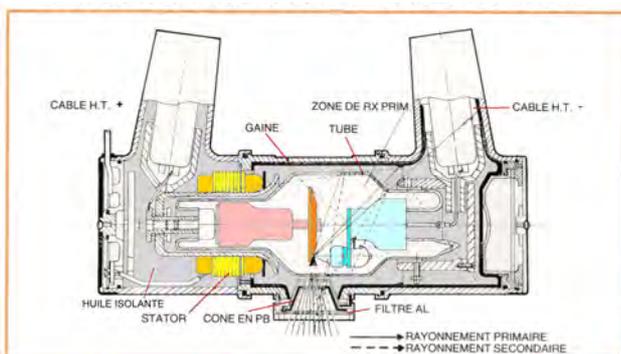
Ampoule de verre dans laquelle un filament de tungstène est chauffé par un courant basse tension. Le filament émet des électrons qui viennent bombarder l'anode pour produire des rayons X. (coll. CPHR)



**Schéma du tube de Coolidge à anode fixe**

### • Les tubes à anode tournante

Avec une tension plus haute, on augmentait aussi la chaleur produite : en effet, sur l'énergie produite dans un tube à rayons X, 99% sont transformés en chaleur et seulement 1% sert pour produire différents rayonnements. Les tubes à anode tournante résolvaient le problème d'échauffement du tube, car le faisceau de rayons X était freiné à différents endroits de l'anode. Cela permet d'améliorer la qualité de l'image en diminuant les temps de pose. Le tube était protégé par un étui de plomb et entouré d'huile pour protéger les circuits haute tension.



### **Tubes de Coolidge à anode tournante**

Ces tubes encore utilisés permettent de fortes puissances qui diminuent le temps d'exposition. (coll. CPHR)

**Schéma d'un tube à anode tournante**

## • La reproduction d'images : support et développement

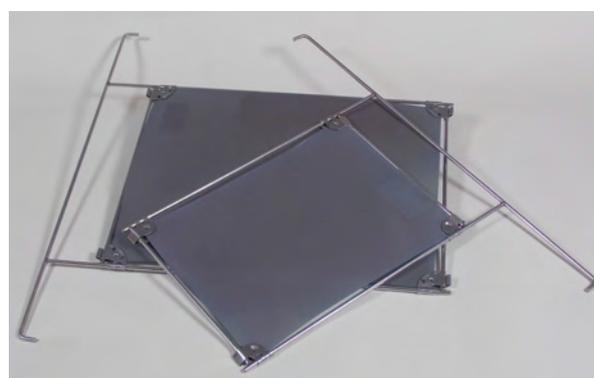
Les films radiologiques utilisent la même technologie que la photographie de Joseph Niepce en 1822. Au début, on se sert de plaques de verre enduites d'une émulsion de gélatinobromure d'argent. En 1918, Kodak propose un film de cellulose avec double émulsion et à partir de 1920, les plaques de verre sont remplacées par des films, mais ces films sensibles aux rayons X le sont aussi à la lumière. Pour les protéger, ils sont placés dans des cassettes dont une des parois arrête la lumière mais permet aux rayons X d'impressionner le film. Dans les cassettes, il y a des écrans renforçateurs de couleur blanche, qui deviennent lumineux au passage des rayons X, ce qui améliore la qualité de l'image.

Une fois la radiographie prise, la cassette est portée dans une chambre noire. Là, le film passe dans plusieurs bains comme les pellicules-photos : un révélateur, un rinçage puis un fixateur, enfin un lavage. Ils sont ensuite mis à sécher sur des cadres métalliques. Voici un ensemble de matériels nécessaires au manipulateur en radiologie. (Coll. CPHR)

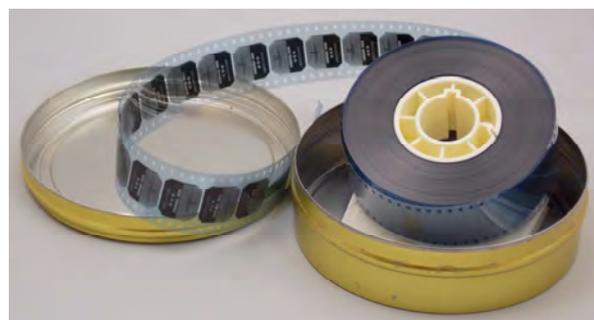


### Reconstitution d'une chambre noire

Cuves de développement ( pour révélateur, rinçage à l'eau et fixateur), massicot d'angle, thermomètre et cassettes (coll. CPHR)



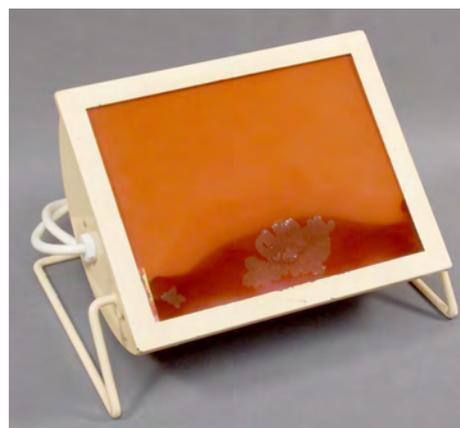
Cadres métalliques supports pour film radiographique avec clapet à chaque angle



Bobine de film 35<sup>mm</sup>

### Lampe inactinique

Boîtier métallique contenant une ampoule électrique avec un verre filtrant la lumière  
coll. CPHR





Ensemble de cassettes et films pour clichés radiologiques (coll. CPHR)



Cliché sur plaque de verre enduite de gélatino  
bromure d'argent et boîtes de plaques Jouglé  
ca 1900, coll. Amelycor, Lycée E. Zola, Rennes



Cassettes : châssis métallique porte-film  
1939 sans écran renforçateur (coll. CPHR)



Cassette métallique  
courbe garnie de deux  
écrans renforçateurs, 1980  
(coll. CPHR)



Lecteur de radiophotographies 10 x 10  
Appareil de lecture spécifique aux films  
radiologiques en bobines, utilisé entre  
autre dans les camions de dépistage de  
la tuberculose, 1970 (coll. CPHR)

## Les premières applications de la radiologie

Les deux premières applications de la radiologie ont été la radiologie de guerre et le dépistage de la tuberculose.

La guerre de 1914-1918 a été un terrible fléau mais elle constitue un tournant de l'histoire de la radiologie : avant la guerre, certains membres du corps médical contestent son utilité. Antoine Béclère par exemple est traité de « photographe » par ses collègues. Certains disent même que les images sont fausses, ce à quoi Béclère répond que ce ne sont pas les images qui sont fausses mais l'interprétation qui en est faite. Pendant la guerre, la collaboration entre les chirurgiens et les radiologues s'est avérée indispensable pour l'extraction des balles et des éclats d'obus, et à la fin de la guerre, personne ne conteste l'intérêt de la radiologie.

D'autre part, un effort très important pour installer des postes de radiologie a été entrepris. En août 1914, il y a dix postes de radiologie dans les grands hôpitaux militaires et en particulier au lycée de Rennes, mais il n'y a pas d'équipage mobile parce qu'on pense qu'il est préférable de transporter les blessés hors de la zone de combat avant de les traiter. On a vite constaté que le retard de prise en charge des blessés entraîne de lourdes pertes et le service de santé décide de transporter le chirurgien et le radiologue au plus près possible de la zone de combat. C'est en particulier le docteur Béclère qui est chargé d'organiser les « équipes radiologiques ».

Un peu plus tard, Marie Curie utilise sa renommée pour solliciter le don de voitures légères et de matériel radiologique par les constructeurs. Dès 1917, elle obtient son permis de conduire et se rend elle-même sur le front avec sa fille Irène alors âgée de dix-huit ans. Surnommées « les petites curies », ces équipages ont été très populaires.

Par ailleurs, à partir de 1916, Antoine Béclère est chargé de mettre en place des formations accélérées de médecins radiologues. En un mois, on leur donne des notions indispensables pour l'utilisation du matériel et le repérage des corps étrangers. Marie Curie participe à l'enseignement de la radiologie pour les infirmières.



Marie Curie au volant d'une « petite Curie »



Salle de radiologie au lycée de Rennes  
hôpital complémentaire n°1 (1915)

La deuxième grande indication de la radiologie a été le dépistage de la tuberculose. Avant la découverte des antibiotiques en 1945, la tuberculose faisait aussi des ravages en France. On estime que vers 1920, la tuberculose tuait 150 000 personnes par an\*. Très vite des services de radiologie ont été créés dans les hôpitaux de campagne et des dépistages ont été lancés en particulier grâce aux fonds de l'Association Rockefeller.

\* En 2013, le CPHR y a consacré une exposition temporaire *Un siècle de lutte contre la tuberculose en Bretagne*. Cf. Catalogue de l'exposition sur [www.cphr.fr](http://www.cphr.fr)

• Le dépistage de la tuberculose



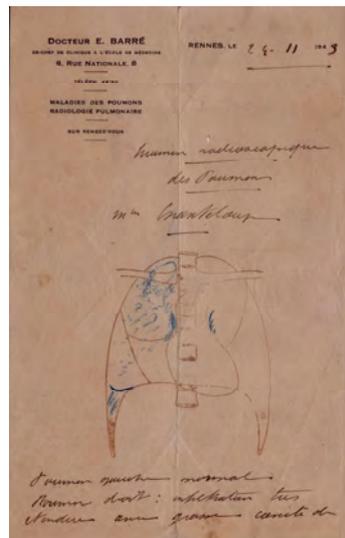
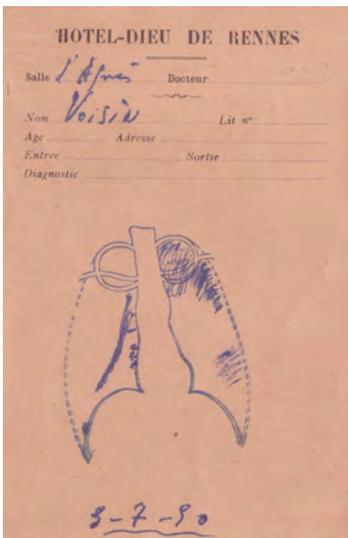
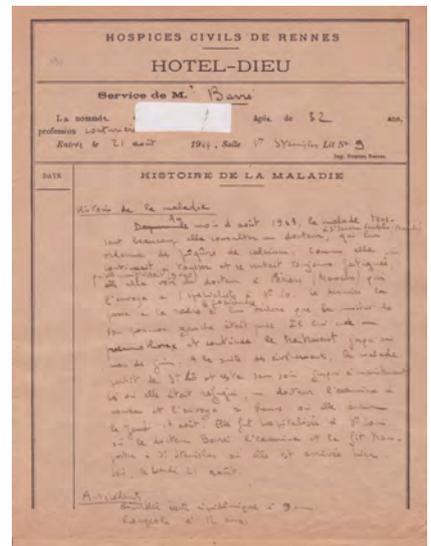
Voiture radiologique durant la guerre 1914 - 1918 de la Fondation Rockefeller (1913)



Séance de dépistage à l'école (ca 1950)



Appareil de radioscopie (1960) (coll. CPHR)



Fiches d'examen lors d'une radioscopie (1943 & 1950) : le médecin renseignait la fiche d'après l'écran du radioscope (coll. CPHR)



Fiche de malade du service du docteur Barré, Hôtel-Dieu, 1944. Le tampon utilisé sur la fiche facilitait le travail du médecin (coll. CPHR)

Ceci a permis le développement de la radioscopie, moins coûteuse que la radiologie car elle n'utilise pas de film. Le médecin est placé devant un écran recouvert de platinocyanure de baryum. Il doit se tenir dans une pièce obscure et adapter sa vision pendant plusieurs minutes. Le patient est placé entre le tube et l'écran ; le médecin regarde l'écran puis fait un compte-rendu écrit de ce qu'il voit à l'aide d'une fiche d'examen.

Les radioscopies faites dans le cadre du dépistage de la tuberculose étaient très consommatrices de temps pour les médecins. On les a remplacées par des radios-photos de dimension 10 x10. Les radioscopies étaient photographiées sur des rouleaux de films développés en fin de journée. Le médecin pouvait les interpréter à distance.



**Séance de radiographie de poumons pour le dépistage de la tuberculose**



**Appareil de radiologie portable  
Philips 1928-1930 (coll. IFMEN - Caen)**

- **La radiologie de guerre : Le « Petit Américain »**

Le « Petit Américain » de marque Picker, est un matériel de radiologie de campagne transporté dans des malles et composé des éléments nécessaires à la réalisation de clichés de radiologie en temps de guerre : table, générateur, colonne et matériels de radiologie, accessoires de protection. Ce matériel emballé aux États-Unis, transporté par bateau et utilisé sur les champs de guerre, a été légué en 1946 par l'armée américaine au Centre Hospitalier de Rennes (Hôtel Dieu) où il a été utilisé jusqu'en 1973.



**Malle de transport du matériel Picker**  
(coll. CPHR)



**Installation radiologique de campagne dit « Petit Américain » de marque Picker, 1935** (coll. CPHR)

## Appareil de radio Picker (USA)

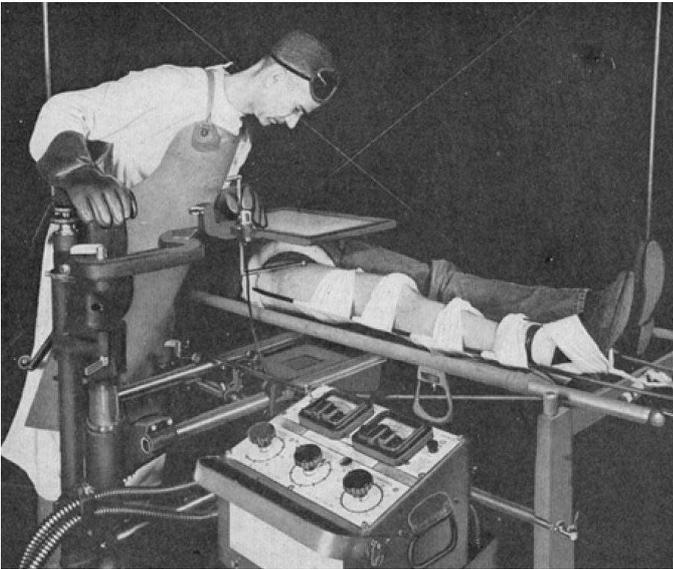


**Apprentissage pour l'installation**  
du matériel radio Picker : l'ensemble  
pouvait être opérationnel sur  
le terrain en quelques heures

**Examen fluoroscopique :**  
le médecin assisté d'un technicien  
visualise directement l'image  
radio. Les deux opérateurs sont  
protégés par un tablier de plomb



**Examen radiologique :**  
un manipulateur assure le centrage  
avant la prise de cliché par le second  
opérateur protégé des rayons X

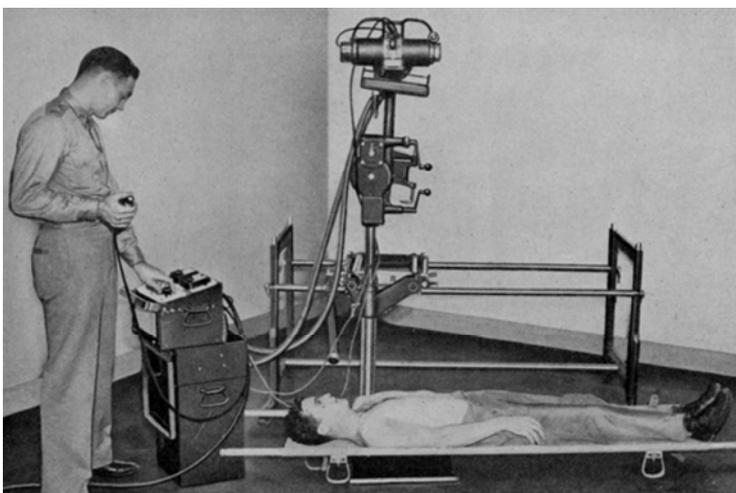


**Observation sous scopie avec repérage :**

le médecin effectue un repérage pré-opératoire de la lésion à visualiser, directement au fluoroscope.

En plus de l'équipement de protection contre les rayons X, il dispose de lunettes opaques pour se préparer à la faible luminosité de l'écran

**Examen de radio-thorax :** le patient assis sur le brancard tient la cassette pour un cliché sur film (poumons). Le bras porte-tube a été incliné à 90° pour une incidence horizontale



**Examen de radio au brancard au sol :**

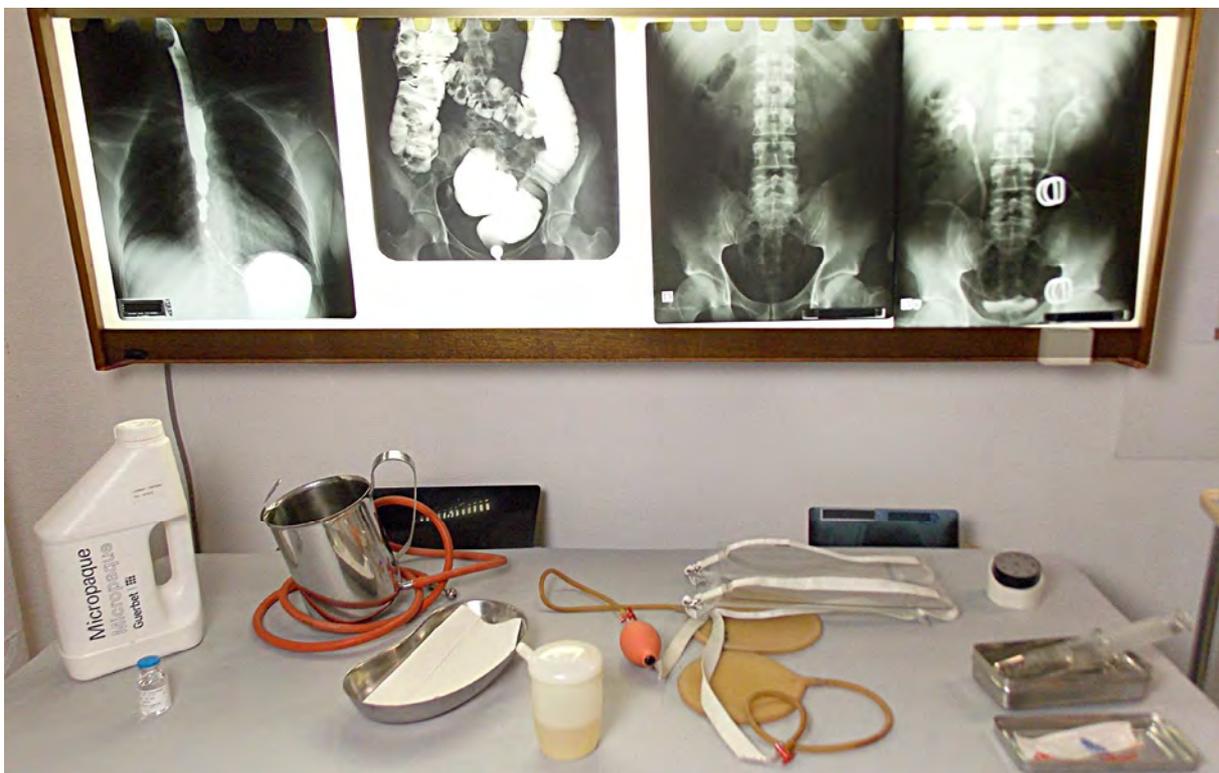
la colonne a été tournée à 180° afin de réaliser un cliché en dehors du statif. Le patient est sur un brancard, la cassette porte-film se trouve en dessous

## De l'image fixe à l'image mobile

- Les moyens de contraste et les équipements

Les premières radiographies permettent de voir correctement les zones de densité très différente de leur environnement comme les os, les opacités pulmonaires et les calcifications mais ne renseignent pas sur les organes abdominaux par exemple.

Dès la découverte des rayons X, des scientifiques envisagent l'usage **de produits opaques aux rayons X**. Les premiers utilisés sont **les sels de bismuth** car ce produit était déjà employé comme médicament mais il était toxique et à partir de 1920, on a utilisé des bouillies barytées. Avalées par la bouche, elles permettent de visualiser l'œsophage et l'estomac du malade. On peut aussi réaliser des lavements barytés pour explorer l'intestin. On a ensuite utilisé des produits à base d'iode, injectés par voie veineuse pour les reins et les vaisseaux.



Radiographies de l'œsophage, de l'intestin et des reins sur un négatoscope.

Ensemble de matériels nécessaires pour la réalisation de ces radiographies et produits de contraste (coll. CPHR)



**Opacification des bronches**



**Ensemble de matériel pour l'opacification des bronches**

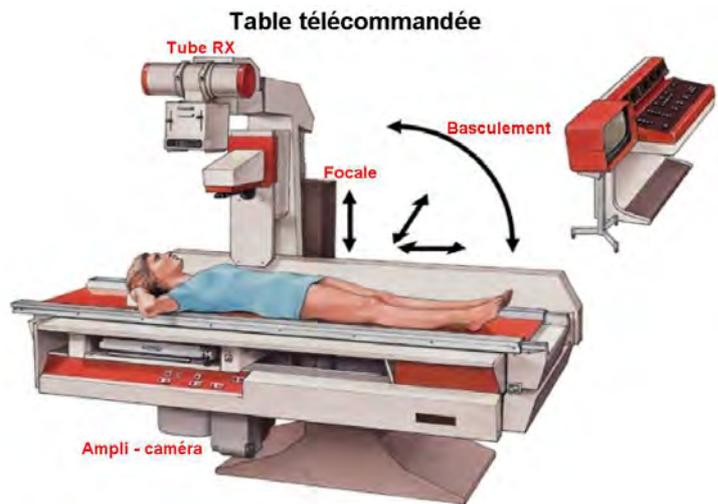
coll. CPHR

Le **Lipiodol** (huile iodée) ou l'**Hytrast** était utilisé pour opacifier les bronches et injecté à l'aide d'une sonde - guide introduite par la trachée. .



**Amplificateur de luminance ca 1980**

Il convertit les rayons X en rayonnements lumineux. L'image obtenue est visualisée sur un écran de télévision



**Table télécommandée avec amplificateur :**

afin de diminuer les radiations du patient et d'assurer une meilleure protection des professionnels



**Lecteur de films Tagarno** (coll. CPHR)

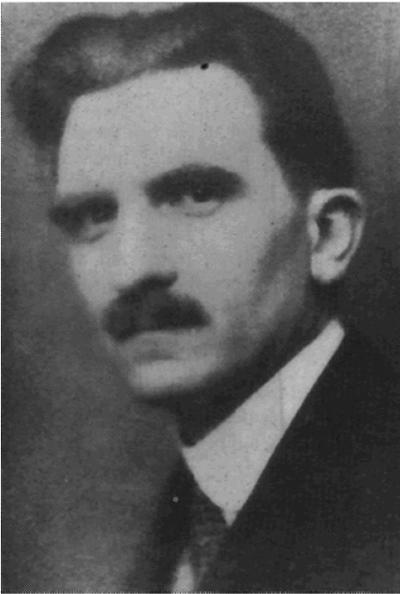


**Coronarographie obtenue par injection d'iode, montrant la présence d'un caillot.**

## • La tomographie

La radiologie standard a pour but de projeter sur un seul plan les organes radiographiés, ce qui provoque des superpositions. Il est donc difficile d'isoler un organe ou un élément dans l'espace. **La tomographie ou radiographie en coupes** vise à obtenir l'image d'une zone donnée en effaçant les images des structures qui lui sont superposées.

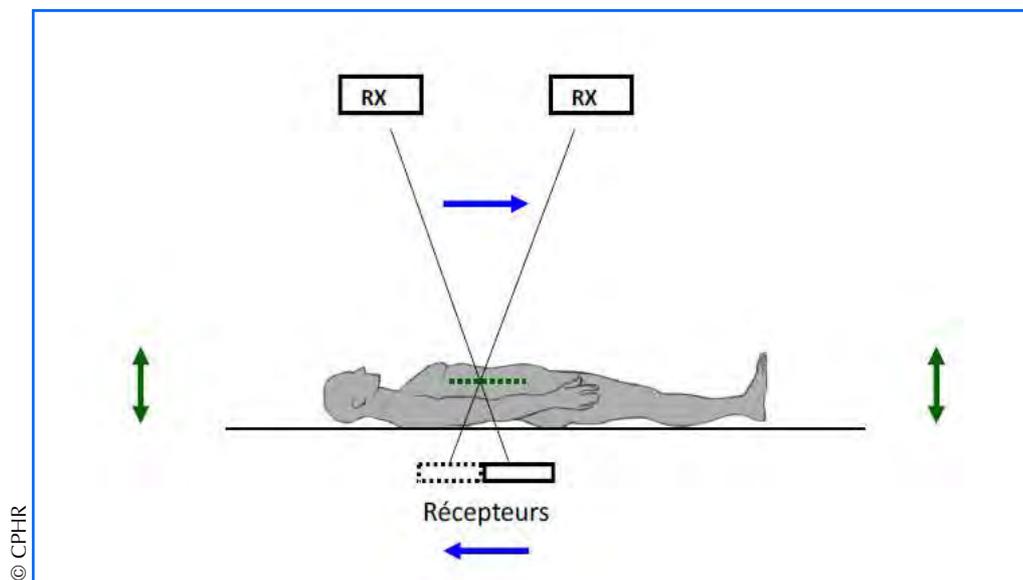
En 1921, le brevet de cette invention, décrite comme « technique qui donne des images du corps humain en tranches minces » a été déposé par le médecin français **André Bocage** (1892-1953). Mais la construction du premier tomographe est due à **Ziedses Des Plantes**, physicien et médecin hollandais en 1928. Il a présenté sa thèse et les premières coupes qu'il a réalisées.



André BOCAGE (1892-1953)

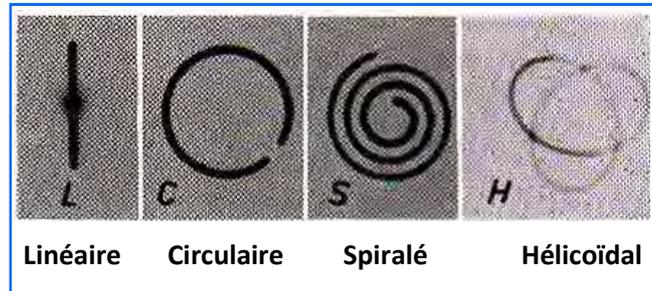
L'invention consiste à déplacer, pendant la pose, la plaque sensible (film) et le tube à rayons, en leur imprimant des mouvements continus, coordonnés par un mécanisme, de telle sorte que leurs déplacements soient synchrones, parallèles et de sens opposé (dans un rapport de grandeur constant), ce qu'on appelle « balayage ».

L'image du plan apparaît seule, avec netteté, sur le cliché. Cela permet d'isoler une structure anatomique des éléments qui la masquent : par exemple élimination des images du rachis cervical pour l'étude du larynx de face ou élimination des images du médiastin et du squelette thoracique postérieur pour l'étude du sternum. Il est aussi possible d'analyser plan par plan une structure pour une meilleure précision diagnostique, par exemple, tomographies du parenchyme pulmonaire ou tomographies osseuses.



Principe de la tomographie

À partir de 1945, la tomographie apporte des résultats de plus en plus performants, les images en coupes deviennent indispensables pour les explorations pulmonaires, osseuses puis neurologiques. En 1951, la société Massiot-Philipps propose l'appareil « Polytome » qui permet des balayages linéaires, circulaires et hélicoïdaux (cf. schéma des modes de balayage).



Modes de balayage

Exposé au Congrès International de Copenhague en juillet 1953, il connaît un vif succès par sa qualité et la précision des tomographies des petits os comme ceux de l'oreille interne. C'est en 1970, qu'est installé un polytome au CHU de Rennes. Cette technique présente cependant des inconvénients car le contraste est moins bon que la radiographie standard et surtout, elle entraîne des irradiations importantes. Elle a été supplantée par le scanner.



Polytome (société Massiot-Philipps) : appareil pour les examens de tomographie

## Protection, sécurité et contention



**Radio-dermite**

Les premiers radiologues ne sont pas conscients du danger des rayons X et, dès 1896, apparaissent des complications. L'une d'elles, **la dermite**, est décrite chez un jeune homme qui sert de cobaye.

En 1897, Oudin et Barthélémy ont rapporté cinquante accidents dus aux rayons X et ont incité à la prudence tout en disant que « les accidents sont moindres que ceux obtenus avec le chloroforme ». Rapidement, on a observé des radiodermites avec des ulcérations très douloureuses, nécessitant parfois l'amputation comme pour Antoine Béclère, qui a perdu deux doigts de la main.

Après de longues expositions, certains médecins ont eu des leucémies et en sont décédés comme Marie Curie. À Hambourg, un monument a été élevé en 1936 en mémoire des cent cinquante-neuf victimes, martyrs de la radiologie. En 1928, a lieu la première réunion d'une commission internationale de protection radiologique.

On a alors rendu obligatoire un certain nombre de mesures pour protéger les médecins et les manipulateurs mais aussi pour diminuer les risques pour les malades. On a vu que, dès les premières années d'utilisation, les tubes à rayons X ont été entourés d'une enveloppe de plomb qui ne laissait qu'une ouverture pour limiter la diffusion des rayons X. On a augmenté la puissance des générateurs et la sensibilité des films pour diminuer les temps d'exposition, et utilisé des localisateurs pour centrer la sortie des rayons X vers la zone à radiographier pour diminuer la diffusion des rayons.



**Ensemble d'accessoires de radio-protection : cônes localisateurs, protège-thyroïde, lunettes et gants plombés, protège-gonades et dosimètres (coll. CPHR)**



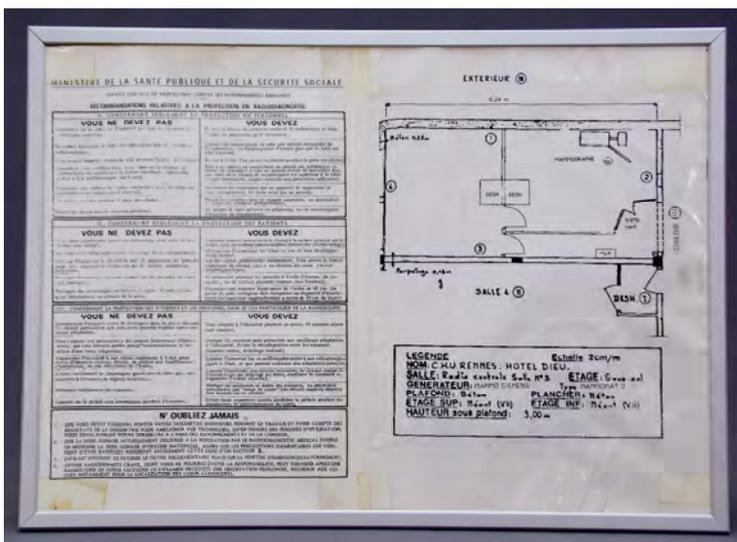
Accessoires plombés de radio protection utilisés en 1935 avec le Petit Américain (Coll. CPHR)



Autres tabliers plombés utilisés de 1945 à 1975 (coll. CPHR)



Ensemble de chiffres et lettres de marquage des films (coll. CPHR)



Affichage réglementaire de la zone contrôlée : recommandations affichées dans la salle de mammographie de l'Hôtel Dieu de Rennes, ca 1990 (coll. CPHR)

Le matériel de protection s'est développé : tabliers de plomb, gants de plomb, lunettes... Les radiologues ont dû porter des dosimètres, et des réglementations ont limité le nombre d'heures de travail. L'étape suivante a été d'éloigner les radiologues du patient et donc des rayons X grâce à des tables télécommandées et à l'utilisation d'amplificateurs de luminance qui transforment l'image invisible donnée par les rayons X en image visible sur un écran.



**Craniostat**

Système pour contention du crâne se fixant sur la table de radiologie, au moyen de deux ventouses, utilisé jusqu'en 1980

(coll. CPHR)

On a réglementé les radiographies chez les femmes enceintes. Il y a eu un renforcement de la protection pour les organes sensibles comme les testicules ou la glande thyroïde. Un système de surveillance médicale s'est développé peu à peu pour l'ensemble des professionnels exposés aux rayons X.

Pour diminuer les temps d'exposition aux rayons X, on a eu recours à des moyens de contention comme le craniostat, les sangles et poignées de maintien, la roue d'Aymé, et la chaise de Lefebvre pour les nourrissons. Pour garantir la sécurité de l'identité des patients et la fiabilité des actes radiographiques, il était utilisé des marqueurs à base de lettres et chiffres opaques aux rayons X : nom, prénom, date et conditions d'examen.

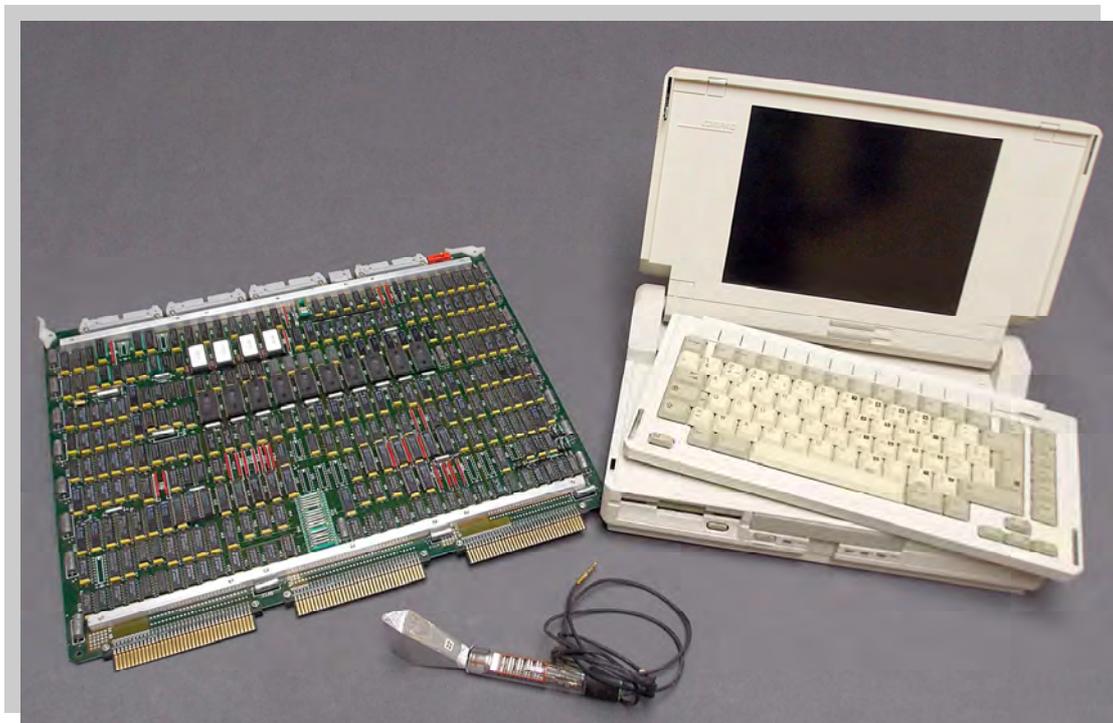


**Appareils de contention pour nourrisson :**

**Roue d'Aymé (1934) :** Roue de contention pédiatrique, mobile sur 360°. Le cadre était adaptable aux rails de la table de radio.

**Chaise de Lefebvre (1969) :** (Pionnier de la radiologie pédiatrique en 1946) Chaise de contention pour nouveau-nés et bébés (clichés et coll. CPHR)

**L'arrivée de l'ordinateur et de ses importantes  
capacités de calcul a été un pas  
majeur pour l'imagerie médicale**



**Détecteur du 1<sup>er</sup> scanner corps entier de Bretagne (1970)  
et calculateur d'images du 1<sup>er</sup> scanner corps entier du CHU de Rennes (1981)**

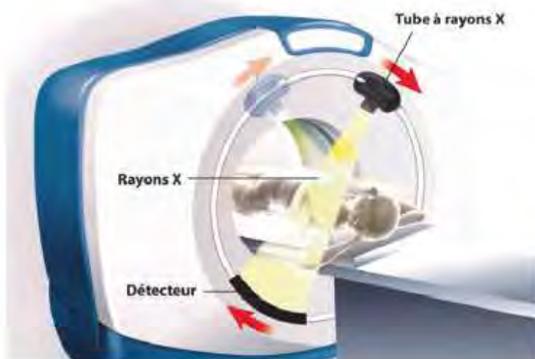
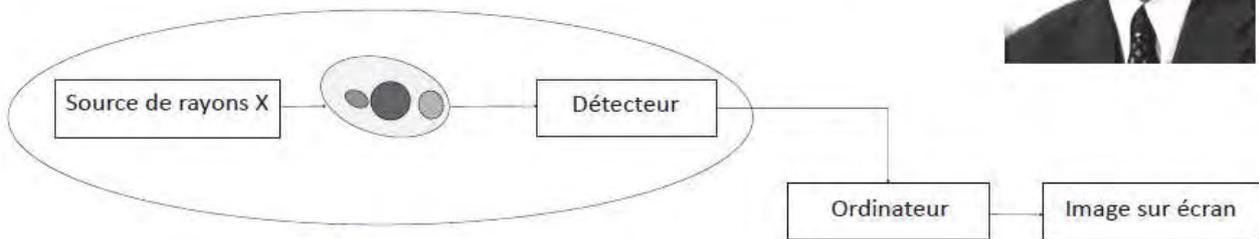
Coll. CPHR

# Tomographie assistée par ordinateur Scanner

Le scanner permet de voir sur un écran une image numérisée de l'intérieur du corps selon un ou plusieurs plans de coupe.

1972

Le premier scanner est présenté par l'ingénieur britannique Godfrey Hounsfield

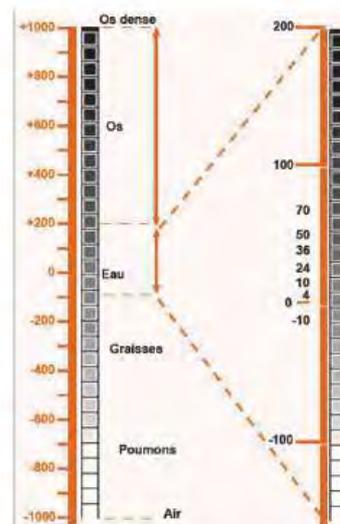


Le tube à rayons X effectue une rotation autour du patient en même temps que les détecteurs situés à l'opposé. Le déplacement du lit dans l'anneau permet l'acquisition des coupes axiales successives.



Coupe de scanner thoracique

Echelle de Hounsfield



La calibration des appareils se fait avec des fantômes d'eau.



## La numérisation : le scanner ou tomодensitométrie

C'est un nouveau pas en avant de l'imagerie médicale : l'arrivée de l'ordinateur et de ses importantes capacités de calcul vont permettre l'invention de **la tomодensitométrie** ou **scanner** qui associe tomographie et ordinateur. C'est un progrès très important en particulier pour l'étude du cerveau. Auparavant, la visualisation du cerveau était mauvaise. Lorsqu'on recherchait une tumeur par exemple, on n'utilisait que des moyens indirects comme une augmentation de la vascularisation ou un déplacement de certaines artères. On a pu aussi injecter de l'air dans le canal rachidien (encéphalographie gazeuse) et ensuite basculer le sujet sur un siège pour que l'air aille dans le cerveau mais c'était une technique douloureuse qui a été abandonnée dès l'arrivée du scanner.

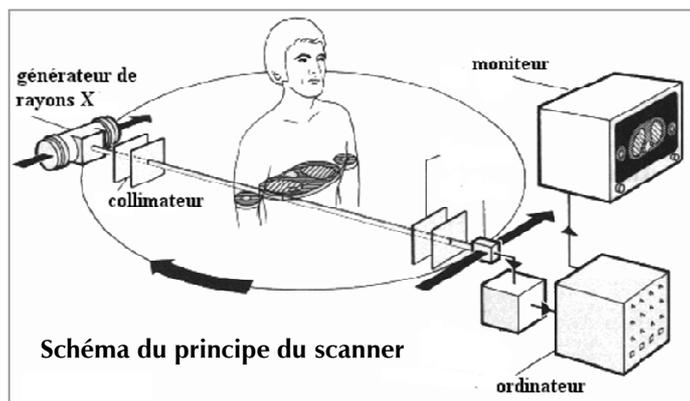


**Craniographe pour examen d'encéphalographie gazeuse avec chaise isocentrique, prototype du CHU de Rennes in *Présentation du service de radiologie du CHU de Rennes*, nov. 1970 (coll. CPHR)**

Le premier scanner est présenté par l'ingénieur britannique Godfrey Hounsfield en 1972. Cet ingénieur électronicien et très bon informaticien travaillait pour la firme anglaise EMI (Electronic Musical Instrumental), société qui avait de nombreuses activités dans les disques, les cassettes, le cinéma, la télévision mais n'avait jamais participé à l'industrie médicale. Il a eu l'idée d'utiliser un ordinateur pour reconstruire des images d'objets radiographiés sous différents angles puis d'appliquer cela au corps humain.

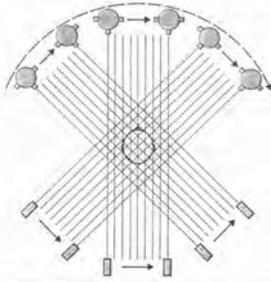
Dans le même temps, un groupe musical anglais The Beatles dont la maison de disques est également la firme EMI est au sommet de la gloire. Le groupe gagne beaucoup d'argent et par extension paie beaucoup d'impôts. Afin d'alléger cette pression fiscale, ils font le choix de financer les recherches de Godfrey Hounsfield et c'est la raison pour laquelle ils sont associés à la mise au point de cette nouvelle technique.

Le principe est proche de celui de la tomographie. Il y a toujours un tube générant les rayons X mais il tourne autour du patient : c'est lui qui est contenu dans l'anneau entourant la couchette sur laquelle est allongé le patient. Ici, pas de plaque photographique mais un détecteur, situé en face du tube émetteur de rayons X et tournant en même temps que lui, tube qui mesure l'intensité de sortie du faisceau de rayons X, après qu'il ait traversé l'organisme.

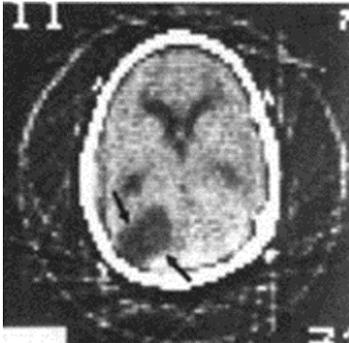


# Les grandes évolutions des scanners

## Années 1970 : scanners de 1<sup>re</sup> et 2<sup>de</sup> générations



Translation-rotation



Scanner crânien

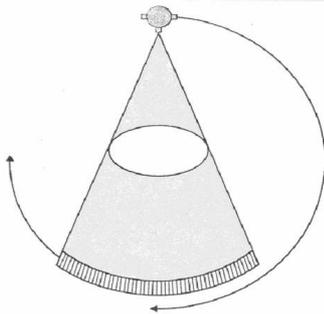
Un, puis vingt détecteurs  
Balayage de 180 degrés pour une coupe  
Durée d'acquisition d'une coupe :  
40 secondes  
Durée de l'examen pour un scanner  
crânien : 20 à 45 minutes



### En Bretagne

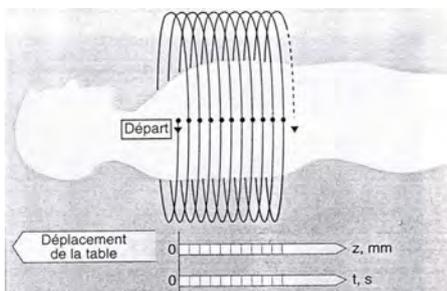
1976 : Premier scanner crânien à Brest  
1977 : Premier scanner corps entier à Saint Brieuc  
1979 : Premier scanner crânien à Rennes

## 1981 : scanners de 3<sup>e</sup> génération



Rotation - rotation

De 1024 à 4000 détecteurs  
Balayage à 360 degrés pour une coupe  
Durée d'acquisition d'une coupe : 3 à 8 secondes  
Durée de l'examen pour un scanner crânien : 15 minutes



Système spiralé volumétrique

## 1991 : scanners de 4<sup>e</sup> génération

Multibarrettes de détecteurs : de 16 à 64 barrettes  
correspond à un volume de données

Durée d'acquisition : 20 secondes pour  
300 images  
Durée de l'examen pour un scanner  
thoraco-abdomino-pelvien :  
10 minutes pour 1500 images  
Temps de travail des données post-  
acquisition : reconstruction en 3 D

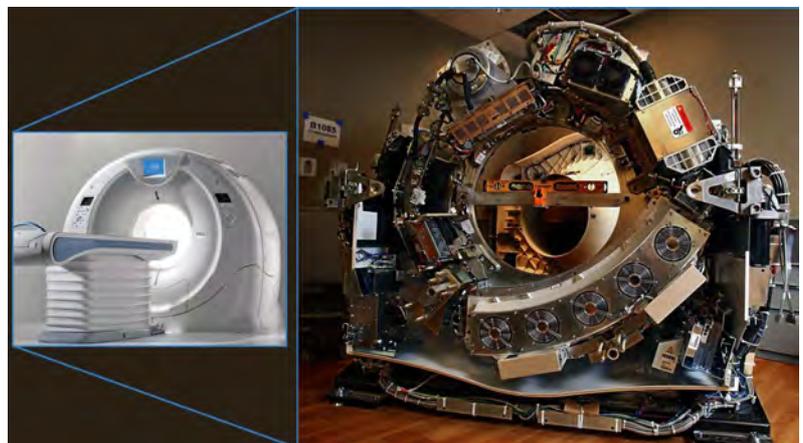


Le déplacement du lit dans l'anneau permet l'acquisition de coupes axiales successives. Un puissant système informatique traite en quelques secondes les millions de données acquises durant l'examen et les traduit en images sur un écran. Ces images peuvent ensuite être imprimées sur un film photographique. Les différences d'absorption des rayons X par les tissus sont traduites en niveau de gris (cf. l'échelle de Hounsfield). L'appareil est régulièrement étalonné avec un fantôme d'eau. Le plus souvent, afin d'améliorer encore la qualité des images, on injecte au patient un produit de contraste à base d'iode. Entre 1970, et à l'époque actuelle, il y a eu des améliorations qui ont porté sur le déplacement du tube et sur le nombre de détecteurs (cf. poster 2) Comme on le voit sur le poster ceci a permis d'améliorer la qualité des images.

Le scanner excelle dans l'étude des structures de densité caractéristique : l'os (qui contient du calcium, très opaque), le thorax (qui contient de l'air très peu opaque) et la graisse. Il permet également d'étudier certaines « parties molles » : articulations (arthro-scanner), vaisseaux (angio-scanner), intestin (colonoscopie virtuelle) à condition d'augmenter artificiellement le contraste de ces structures à l'aide d'un produit de contraste adapté (produit iodé ou baryté, air...). Le scanner est actuellement une technique très rapide qui permet d'obtention de coupes très détaillées dans tous les plans de l'espace.



**Scanner nouvelle génération installé à Rennes**



**Le scanner et son mécanisme interne**

# L'imagerie par résonance magnétique IRM



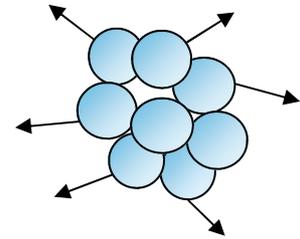
Peter Mansfield



Paul Lauterbur (1929-2007)

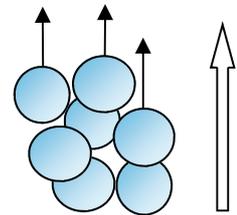
Inventée par Paul Lauterbur (1929 - 2007) et Peter Mansfield (1933-)

L'IRM utilise les propriétés magnétiques des atomes d'hydrogène. C'est l'imagerie du noyau de l'atome d'hydrogène ou proton  $H^+$ .



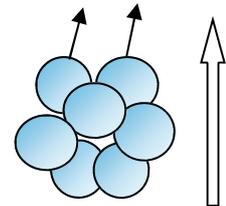
## Deux étapes

1. Orienter tous les protons dans la même direction en utilisant un puissant aimant
2. Leur fournir de l'énergie à l'aide d'une onde radio de même fréquence que leur fréquence de rotation : phénomène de résonance

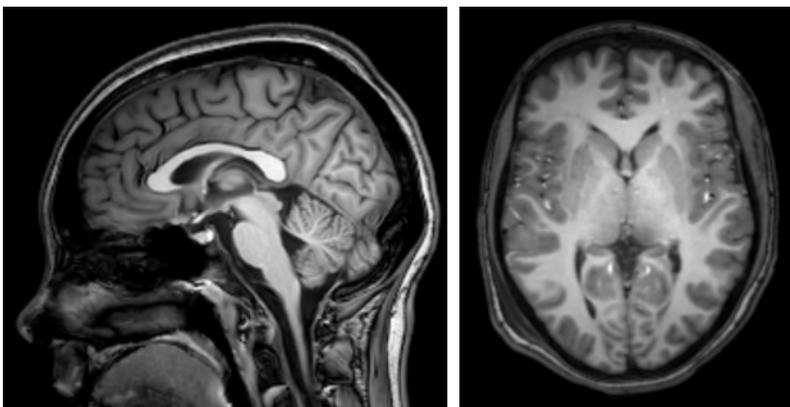


## Conséquences

Les protons se mettent à tourner tous dans le même sens et ils basculent un peu par rapport à l'axe de l'aimant.



A l'arrêt de l'onde radio, les protons reprennent leur position initiale et restituent de l'énergie sous forme d'une onde électromagnétique qui peut être enregistrée : le signal.



Comme on est capable à l'aide de techniques sophistiquées de localiser précisément l'origine spatiale de ce signal, il est possible avec un ordinateur d'établir une véritable cartographie des protons.

## L'imagerie sans rayons X

Certaines techniques d'imagerie ne font pas appel aux rayons X : il s'agit de **l'échographie** et de **l'IRM, imagerie par résonance magnétique**.

### • L'échographie

Elle utilise les ultrasons c'est-à-dire des sons qui ne sont pas audibles par l'oreille humaine. Ainsi les chauve-souris émettent des ultrasons pour se diriger et repérer des proies. En 1895, Pierre Curie et son frère Jacques ont découvert la piézoélectricité qui permet l'émission artificielle d'ultrasons. Cette technique a d'abord été développée par la marine pendant la guerre 1914-1918 pour repérer les sous-marins allemands. Un élève de Pierre Curie, Paul Langevin a fabriqué le premier générateur d'ultrasons. En médecine, cette technique a d'abord été développée en obstétrique à partir de 1970 puis d'autres indications sont apparues en particulier les mouvements du cœur.

### • L'imagerie par résonance magnétique

Cette technique utilise la propriété de certains noyaux atomiques comme celui de l'hydrogène quand ils sont placés dans un champ magnétique. Si on leur envoie une onde électromagnétique, ils peuvent absorber l'énergie du rayonnement puis la libérer quand on arrête l'onde (relaxation). Ce phénomène a été perçu en 1938 par Isidore Rabi, prix Nobel de physique en 1944 pour cette découverte. Paul Lauterbur et Peter Mansfield ont utilisé la résonance magnétique nucléaire pour l'appliquer à l'imagerie médicale. Ils ont eu le prix Nobel de physiologie et de médecine en 2003 pour cette application.



Échographe ATL UM9 (1999)



Appareil pour imagerie par résonance magnétique nucléaire

L'IRM utilise les propriétés magnétiques des atomes d'hydrogène qui représentent 64% de tous les atomes du corps. C'est en fait la cartographie de ces atomes d'hydrogène dans le corps. Comment est-ce possible ? Le noyau de l'atome d'hydrogène est un proton. C'est une masse positive qui tourne sur elle-même : les physiciens appellent cela un « spin ». Ce noyau se comporte comme un petit aimant. Dans notre corps, les protons sont orientés au hasard. Pour obtenir une image, plusieurs étapes sont nécessaires :

1 - La personne est placée dans un puissant aimant ce qui provoque l'orientation de tous les protons dans l'axe du champ magnétique

2 - De l'énergie leur est apportée en envoyant une onde radio de fréquence identique à la fréquence de rotation des protons. On crée alors le phénomène de résonance. (C'est ce qui explique qu'une cantatrice en maintenant une note très aiguë peut casser un verre de cristal comme le fait la Castafiore ou qu'un régiment de soldats marchant au pas peut faire s'effondrer un pont. La fréquence du son de la cantatrice est la même que la fréquence de vibration des cristaux du verre.) Le fait que les protons entrent en résonance avec l'onde radio augmente leur énergie.

3 - L'onde radio est arrêtée : les protons reviennent dans l'axe de l'aimant et rendent l'énergie reçue sous forme d'une onde radio-fréquence qui peut être captée par une antenne.

4 - Grâce à d'autres aimants placés autour du corps (création de gradients magnétiques) des ordinateurs très puissants sont capables de localiser chaque signal émis par un proton et de reconstruire une image du corps.



**Un patient lors d'un examen sous IRM**



**Une note très aiguë de la Castafiore casse un verre de cristal**

Comment procède-t-on ? Le patient est couché sur un lit mobile qui pénètre dans un tunnel (60 cm de diamètre) au sein de l'aimant. La région à examiner est entourée par une antenne qui capte le signal. Celui-ci est envoyé à de puissants ordinateurs.

Quelles sont les indications de l'IRM ? Elle est non irradiante et sans danger connu actuellement. C'est la technique de choix pour l'étude des parties molles. L'IRM est actuellement le seul examen à pouvoir étudier finement le cerveau et la moelle épinière (dont c'est l'examen de référence), la moelle osseuse, ou à mettre en évidence un œdème intra osseux (traumatisme, inflammation, processus tumoral ou infectieux...), à pouvoir étudier les vaisseaux sanguins sans produit de contraste.

Il existe quelques contre-indications à l'IRM quand des appareils électroniques sont implantés (stimulateur cardiaque...), ou en raison de la présence de structures métalliques ferromagnétiques dans certains sites (cerveau, œil...).

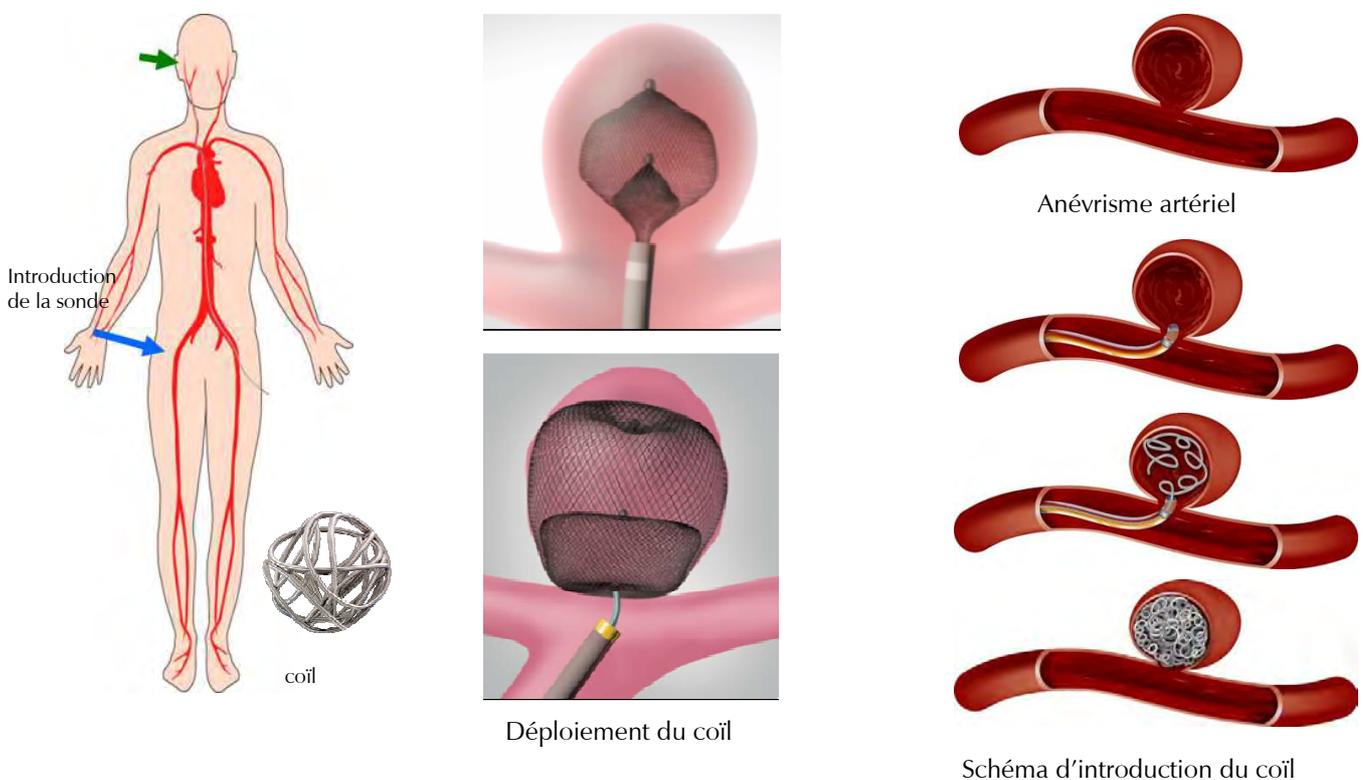
# La radiologie interventionnelle

Depuis 1990, la radiologie n'est plus uniquement diagnostique mais devient interventionnelle c'est-à-dire que les radiologues vont traiter un certain nombre de pathologies. Nous en avons illustré ici deux dans la spécialité de neuro-imagerie :

## - Les anévrysmes cérébraux

L'anévrysme est une poche (hernie) de l'artère, acquise au cours de la vie, et mesurant en moyenne 5 mm dont le risque majeur est la rupture. Il est le plus souvent secondaire à de l'athérome. Le traitement des anévrysmes artériels intracrâniens a été jusque dans les années 1990 exclusivement chirurgical. Cependant, la taille et la localisation des anévrysmes ainsi que l'état général des malades n'autorisent pas toujours ce mode de traitement. Dans les années 1970, le placement de ballonnets en latex largables dans la poche anévrysmale a permis les premières occlusions vasculaires. Dans les années 1989-1990, la mise au point des premiers micro-coïls, a permis de remplir de façon plus progressive et moins traumatisante les anévrysmes.

C'est à partir des années 1991 que G. Guglielmi a mis au point un détachement contrôlé des micro-coïls permettant à la fois de diminuer le taux de complications et d'augmenter le pourcentage de succès technique.



Traitement de l'anévrysme : mise en place d'un coïl

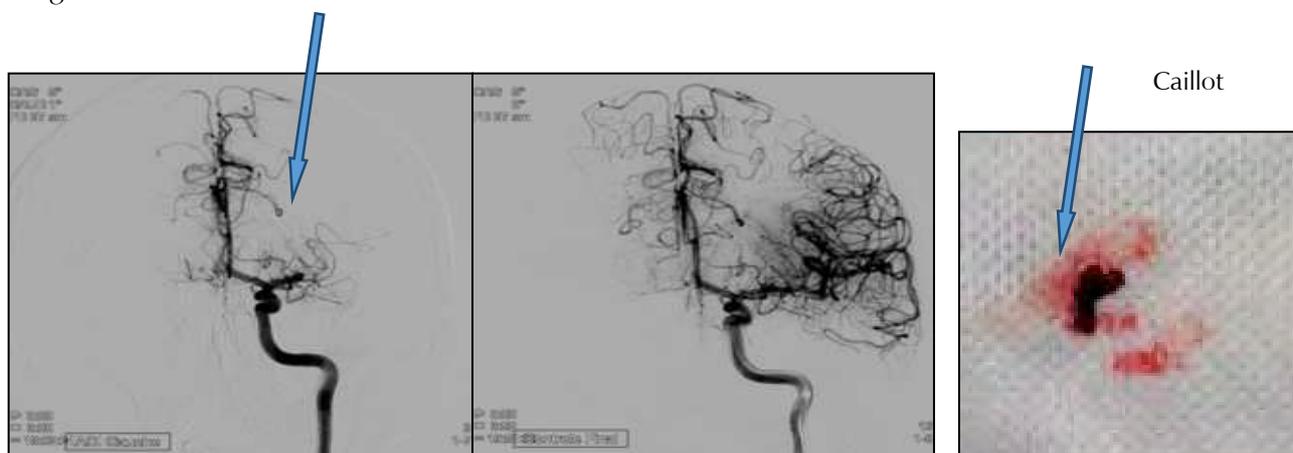
À Rennes, les premiers anévrismes ont été traités à la fin des années 90. Actuellement, plus de deux cents anévrismes sont traités par cette approche au CHU de Rennes par an. En pratique, la voie d'abord est une artère fémorale ; de cette artère, la navigation endovasculaire permet d'atteindre la circulation intracrânienne : de l'aorte abdominale puis thoracique, passage dans la cavité cardiaque puis accès à l'artère carotidienne au niveau du cou puis crânienne. Un tout petit cathéter de 0,3 mm est introduit dans **l'anévrisme**. L'objectif du traitement est de **remplir la poche avec des fils de platine (coils)** afin de la **rendre totalement étanche et ainsi d'éviter sa rupture**. L'évolution des coils a été constante au cours des années (gain en souplesse et petitesse) jusqu'à la possibilité de mettre une cage personnalisée au patient.



Traitement de l'anévrisme : matériel d'intervention (coll. CPHR)

## - La thrombectomie

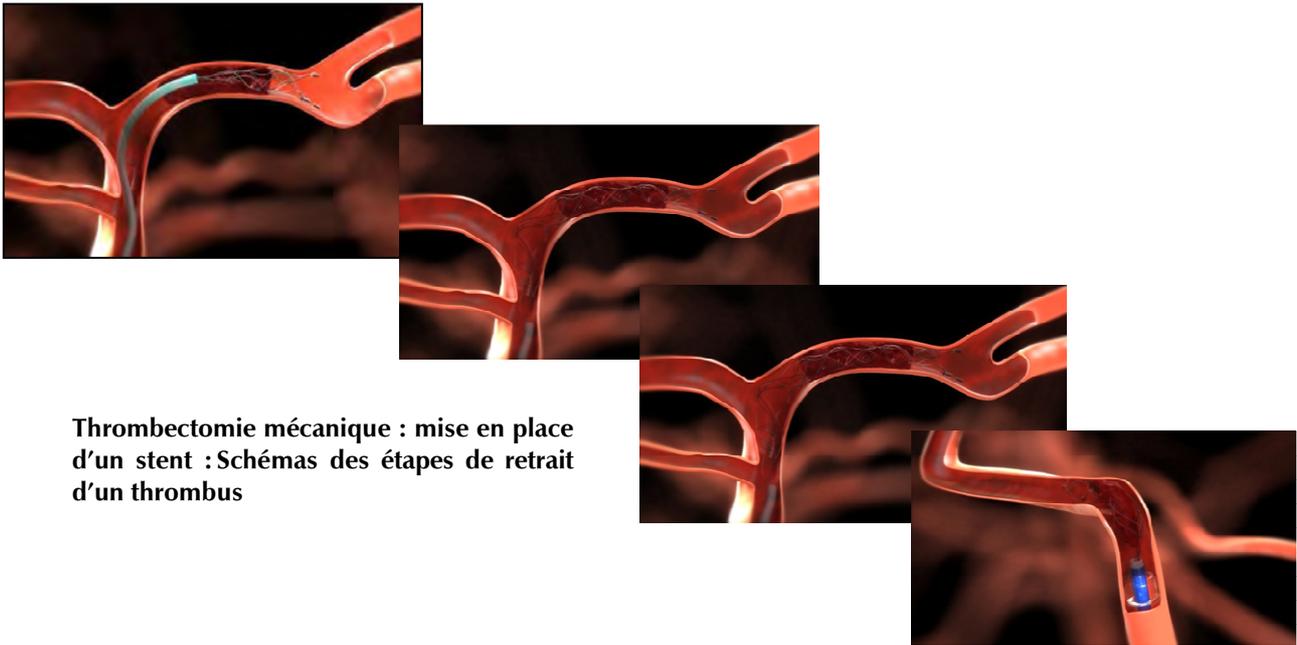
Chaque année en France, 150 000 personnes sont frappées par un accident vasculaire cérébral (AVC). Pendant des années, l'un des seuls traitements préconisé a été la thrombolyse intraveineuse ; ce traitement a montré son efficacité pour les petites artères, mais beaucoup moins bien pour les grosses. La thrombectomie mécanique, développée depuis 5 ans est une technique qui capture le caillot directement dans le cerveau. On retire le caillot (thrombus) de l'artère de façon mécanique, au moyen d'un système de petite époussette (stent). Plusieurs études internationales viennent de confirmer l'efficacité de ce dispositif en particulier sur les artères larges du cerveau.



Occlusion de l'artère cérébrale moyenne gauche

Circulation rétablie après traitement

Caillot



**Thrombectomie mécanique : mise en place d'un stent : Schémas des étapes de retrait d'un thrombus**



**Stent**



**Coil**

## Conclusion

*« C'est une méthode d'observation merveilleuse, en vérité, que celle qui nous a permis, pour la première fois, d'explorer sans le secours de la chirurgie, l'intérieur du corps humain. »*

Marie Curie, 1921



Quelle meilleure conclusion que la phrase de Marie Curie ? En cent ans, l'imagerie médicale a connu une amélioration considérable permettant d'obtenir actuellement des images aussi précises qu'une pièce anatomique en un temps très court et sans danger pour le patient. Dans le futur, on ira vers des interventions chirurgicales de plus en plus guidées par l'imagerie.

## Scénographie : tableau préparatoire à la mise en œuvre de l'exposition

Nom de l'espace	Lieu	Matériel présenté	Illustrations ou posters
<p><b>Introduction</b> De l'image du corps à la radiologie</p>	Hall Mur du fond		Tableau : La leçon d'anatomie du Dr Tulp Rembrandt Schémas de Leonard de Vinci Ecorché
<p><b>Espace 1</b> Les Rayons X Les films radiographiques</p>	Hall Coin gauche	Films argentiques	Schéma des différentes ondes électromagnétiques Définition d'une longueur d'onde Radios d'une main et d'un thorax
<p><b>Espace 2</b>  La découverte des rayons X  Comment obtient-on des Rayons X ?</p>	Hall	Tubes de Crookes Générateur de Rayons X Ropiquet Tubes de Coolidge Reproduire une chambre noire de développement <ul style="list-style-type: none"> <li>● Spot lumineux</li> <li>● Bacs révélateur et fixateur</li> <li>● Cadres support</li> <li>● Meuble de rangement de films</li> <li>● Lampe inactinique</li> <li>● Thermo densitomètre</li> <li>● Contretypeuse</li> <li>● Massicot</li> </ul>	Fresque historique Vidéo : Production de rayons cathodiques Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) Antoine Béclère (1856-1939) Marie Curie (1867-1934) Phrase de Marie Curie Affiches du théâtre et du magasin de chaussures Schéma d'un tube à rayons X de Coolidge Schéma d'un tube de Crookes et photo de Crookes Chansons de Mme Rollini
<p><b>Table du hall</b></p>	Hall	Collection de cassettes, étuis de films, films. Plaques photographiques en verre	Note informative Tableau du service de radiologie de l'Hôtel Dieu Camion de radiologie Photos de camions « Petites Curies » Photo de la salle de radiologie du lycée E. Zola
<p><b>Espace 3</b> Les premières applications des rayons X :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● La radiologie de guerre</li> <li>● Le dépistage de la tuberculose</li> </ul>	Couloir	Petit américain Appareil de radioscopie Tampon encreur de thorax et fiches médicales Lecteur de radiophotographies et radio photos Observations radiologiques	Photo dépistage de la tuberculose chez les enfants Photos de l'utilisation du petit américain

<p><b>Espace 4</b> De l'image fixe à l'image mobile : Les moyens de contraste</p>	Couloir	Echantillons de produits de contraste (CLQ) Plateau de préparation de bronchographie Sondes de lavement baryté Appareil Tagarno et films de coronarographie	Radio d'œsophage, Lavement baryté, Rx des voies urinaires, Rx des bronches, Coronarographie sur Tagarno Schéma du principe de la tomographie (CLM) Photo du polytome	Négatoscope (grand)  Dossiers de classement Rx
<p><b>Espace 5</b> Protection, sécurité et contention</p>	Couloir	Gaine plombée de tube à RX Tabliers et gants de plomb. Protèges gonades Dosimétrie : dosifilms et babyline Règle plombée Lettres et chiffres en plomb Ionomètre de Solomon Appareils de contention : chaise de Lefevre et roue d' Aimé Accessoires de contention	Photos de radiodermites (CLQ) Photo d'un cabinet médical début XXe siècle Photo d'une séance de formation Marie Curie ?	Table
<p><b>Espace 6</b> La numérisation Scanner IRM Echographie</p>	Couloir		1 poster : Scanner 1 <sup>re</sup> génération 1 poster : Evolution des scanners 1 poster IRM Photographie de scanner actuel Photographie d'IRM avec antenne Photographie d'échographie Articles de presse : Premier scanner à Rennes, en Bretagne, première IRM à Rennes, première échographie	Petite table
<p><b>Espace 7</b> La radiologie interventionnelle</p>	Couloir	Coil Stent Sondes	Illustrations du traitement d'un anévrisme cérébral et d'un accident vasculaire cérébral	1 support poster
<p><b>Diaporama de synthèse</b></p>				1 ordinateur

## Éléments financiers de l'exposition « LE CORPS EN IMAGE »

Nature des dépenses	Montant global	Affectation directe	Affectation partielle (réutilisé <sup>o</sup> )	Affectation par ordre	Coût CPHR	Observations
Tissu présentation	32.97					
Tissu présentation	24.97					
Vitre pour générateur	19.50					
Tablette pour génér.	44.99					
Tubes blancs	34.30					
Panneau Identic	66.00					
Posters Identic	162.00					
Cartouche imprim <sup>ante</sup>	37.98					
Bristol Wall Art	5.00					
Frais inauguration	133.97					
Apéritif Comptoir V.	31.80					
Plastification	49.00					
Affranchissement	120.00					
Papet <sup>erie</sup> -enveloppes	35.23					
Encadrements	80.00					
Affiches	168.00					
Cimaises	70.00					
Valorisation bénévolat	Non évaluée					
Cartons d'invitation	45.00					
<b>TOTAL</b>	<b>1160.71€</b>					

Nature des recettes	Montant global	Affectation directe	Affectation partielle (réutilisé <sup>o</sup> du matériel)	Affectation par ordre	Coût CPHR	Observations
Contribution association A3R (posters, panneau, réception)	368.19					
<b>Solde à charge du CPHR</b>	<b>792.52€</b>					



## Remerciements aux personnes et institutions ayant prêté des objets

- Association Amélycor (Lycée Zola de Rennes)
- Dominique Bernard
- André Besnard
- David Dugor (C. H. Pontivy)
- Guy Gaboriau
- IFMEN de Caen
- Société EOS Imaging
- Société Euromédica Imaging
- Société Nouvelle Martineau

Exposition conçue, réalisée et mise en place par quelques bénévoles du Conservatoire du Patrimoine Hospitalier de Rennes

Catalogue de l'exposition rédigé par le CPHR, juin 2016, © CPHR



Le Docteur Josette Duthoit-Dassonville présentant un tube de Coolidge



**Conservatoire du Patrimoine Hospitalier de Rennes**  
2, rue de l'Hôtel-Dieu CS 26419

35 064 Rennes Cedex      Tél : 06 63 02 57 42

[conservatoire@cphr.fr](mailto:conservatoire@cphr.fr)      [www.cphr.fr](http://www.cphr.fr)