

RADIOPROTECTION DES PATIENTS

Connaître le passé pour construire l'avenir

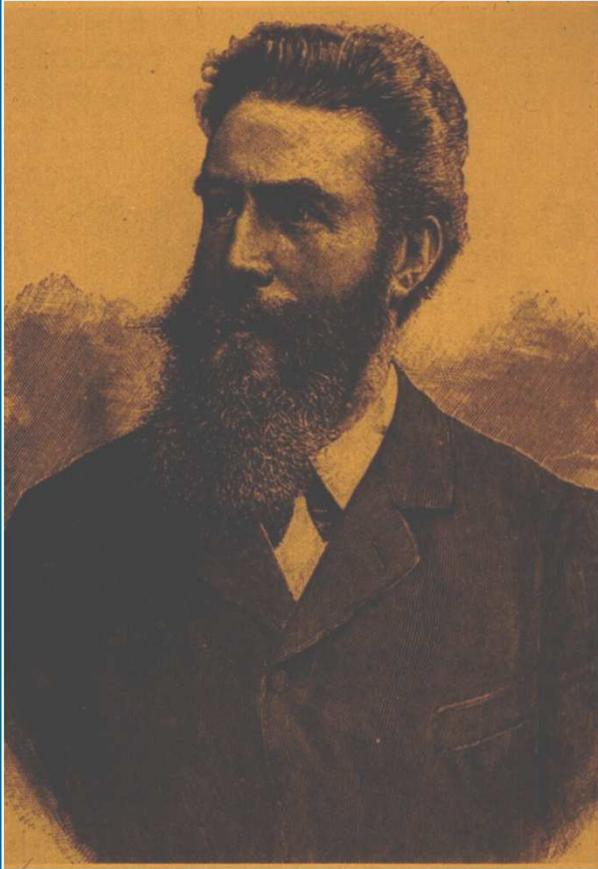
H. Ducou le Pointe



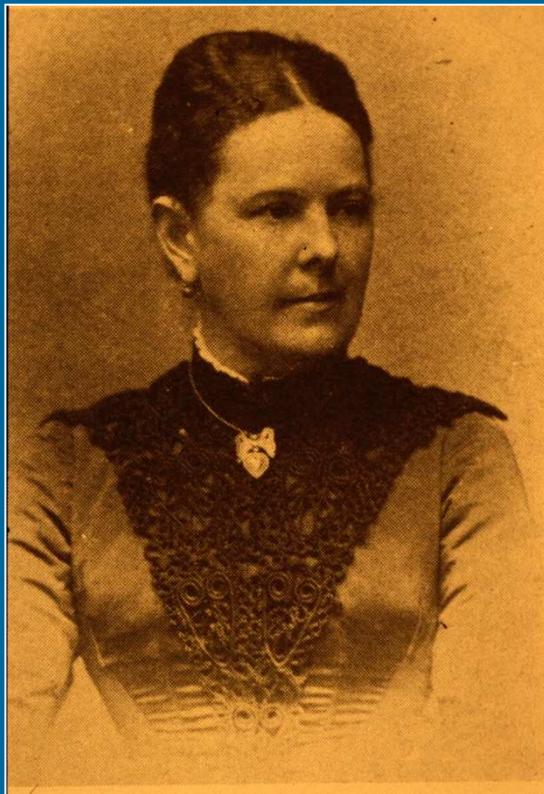
Reims 2015



-
- Un peu d'histoire
 - Les progrès technologiques
 - Le changement des mentalités et des pratiques
 - Le rôle de la réglementation
 - Evaluation et information
-

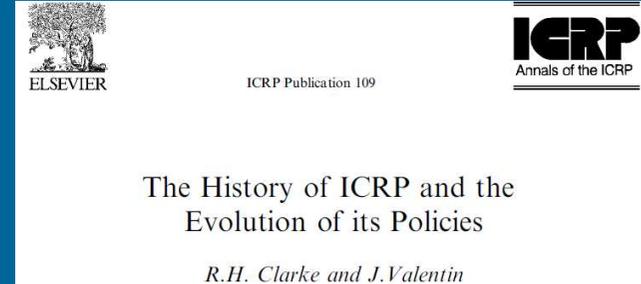


8 novembre 1895
Dans son laboratoire à
Würzburg, Roentgen
découvre un rayonnement
jusque là inconnu qu'il
baptisera « X »



22 décembre 1895 (publié le 5 janvier !)
« radiographie » de la main de madame Roentgen.
Temps d'exposition : 30 mn

Les premières recommandations



Wolfram Fuchs (1896)

- make the exposure as short as possible;
- do not stand within 12 inches (30 cm) of the X-ray tube;
- and coat the skin with Vaseline (a petroleum jelly) and leave an extra layer on the most exposed area.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 juin 1897. — Présidence de M. CHATIN.

Lésions organiques occasionnées par les rayons X. — M. d'Arsonval fait connaître, au nom de M. le Dr Apostoli, un cas de lésion provoquée par le passage des rayons X, remarquable par la rapidité avec laquelle il était apparu ainsi que par la gravité de la lésion. Un malade atteint d'une affection rénale, ayant été soumis deux fois seulement à l'action des rayons X, les 22 et 28 mai 1896, a été victime d'une dermatite extraordinairement rebelle. La première application a duré 40 minutes et l'ampoule de Crookes était placée à 15 centimètres de l'abdomen; la seconde a duré 90 minutes et l'ampoule a été disposée à 9 centimètres seulement de l'abdomen. On n'a observé, après chaque séance, d'autres troubles que quelques nausées, mais deux jours après la dernière séance un érythème progressif s'est manifesté avec aggravation croissante suivie d'un écoulement séreux provenant de vésicules. Après formation d'une escarre, de 18 centimètres sur 14 centimètres, une amélioration se déclare en juillet. Mais, en août, une rechute se produit et ramène les phénomènes de brûlure dans toute leur intensité. Cette plaie résiste pendant huit mois à tous les traitements médicaux usités en pareil cas. Enfin, en février 1897, M. le Dr Apostoli entreprend, avec l'assistance de M. le Dr Planet, la tâche de guérir le malade. Il le soumet d'abord à l'action de bains statiques quotidiens avec effluviation sur la partie malade. Puis, à la fin de mars, il ajoute aux bains statiques l'application des courants de haute fréquence sous forme de lit condensateur. Enfin, en avril 1897, M. le Dr Apostoli adjoint deux fois par semaine le bain hydroélectrique avec le courant ondulatoire. Une amélioration progressive s'est déclarée dès le début du traitement électrique; le malade est aujourd'hui en pleine voie de guérison. M. le Dr Apostoli conclut que la dermatite occasionnée par les rayons de Röntgen est assimilable sous plusieurs rapports à une brûlure électrique ordinaire, et présente comme cette dernière les mêmes caractères généraux d'asepsie, d'apyrexie, d'évolution très lente vers la réparation, d'intensité à peu près égale dans toute son étendue.

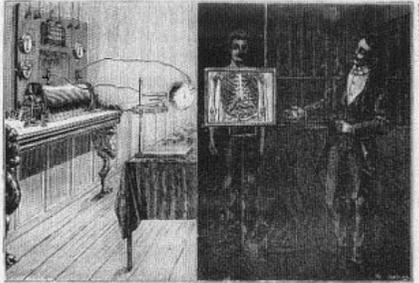
ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 juin 1897. — Présidence de M. CHATIN.

Lésions organiques occasionnées par les rayons X. — M. d'Arsonval fait connaître, au nom de M. le Dr Apostoli, un cas de lésion provoquée par le passage des rayons X, remarquable par la rapidité avec laquelle il était apparu ainsi que par la gravité de la lésion. Un malade atteint d'une affection rénale, ayant été soumis deux fois seulement à l'action des rayons X, les 22 et 28 mai 1896, a été victime d'une dermatite extraordinairement rebelle. La première application a duré 40 minutes et l'ampoule de Crookes était placée à 15 centimètres de l'abdomen; la seconde a duré 90 minutes et l'ampoule a été disposée à 9 centimètres seulement de l'abdomen. On n'a observé, après chaque séance, d'autres troubles que quelques nausées, mais deux jours après la dernière séance un érythème progressif s'est manifesté avec aggravation croissante suivie d'un écoulement séreux provenant de vésicules. Après formation d'une escarre, de 18 centimètres sur 14 centimètres, une amélioration se déclare en juillet. Mais, en août, une rechute se produit et ramène

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.



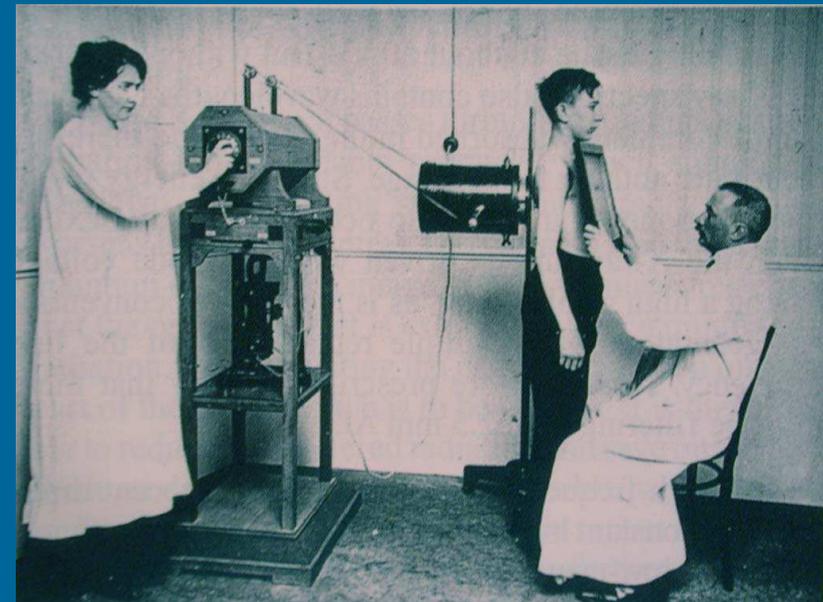
La Maison RADIGUET exécute dans son laboratoire ou à domicile, à des prix modérés, les Radiographies nécessaires à la conduite et à la vérification des opérations chirurgicales.

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
 Breveté : 15, Boulevard des Filles-du-Calvaire, Pas de Succursale.



En 1897, Antoine Bécclère implante un appareil de radioscopie dans son service de médecine à l'hôpital Tenon.

En 1902, il implante dans son nouveau service de radiologie à l'hôpital Saint-Antoine un premier appareil de radiothérapie

Une prise de conscience précoce

- En France

1901 Henri Becquerel et Pierre Curie rapportent à l'Académie des Sciences l'effet sur eux du chlorure de baryum radifère

1904 Antoine Béchère



Les moyens de protection du médecin et des malades

contre l'action nocive des nouvelles radiations :

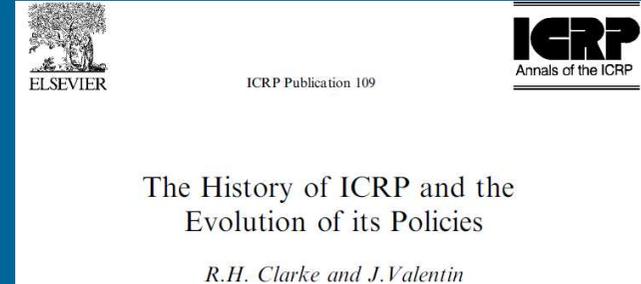
rayons de Röntgen et rayons du radium

Les rayons de Röntgen sont comme la lance d'Achille, ils blessent et ils guérissent ; malheureusement la ressemblance n'est pas complète, ils ne guérissent pas les blessures qu'ils ont faites. Le médecin, familier avec leur maniement, qui les emploie quotidiennement comme instrument de diagnostic et comme agent de guérison, est, plus que tout autre, exposé à leur action nocive.

De jour en jour, grâce aux progrès de la technique, au fonctionnement mieux réglé des appareils radio-

L'action nocive des rayons de Röntgen se manifeste chez l'homme, comme en général chez les mammifères et chez les oiseaux, par une réaction inflammatoire du revêtement cutané qui apparaît seulement après deux à trois semaines de latence. Le degré de cette réaction, strictement limitée à la région irradiée dépend essentiellement de la quantité de rayons absorbée par la peau (loi de Kieubäck). Elle n'est donc pas constante et revêt

LES PREMIÈRES ORGANISATIONS



- 1^{er} ICR à Londres 1925 création de International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU)
- 2^{ème} ICR à Stockholm in 1928 création de l'International X-ray and Radium Protection Committee' (IXRPC).
- 1950 Création au congrès de Londres the International Commission on Radiological Protection (ICRP).

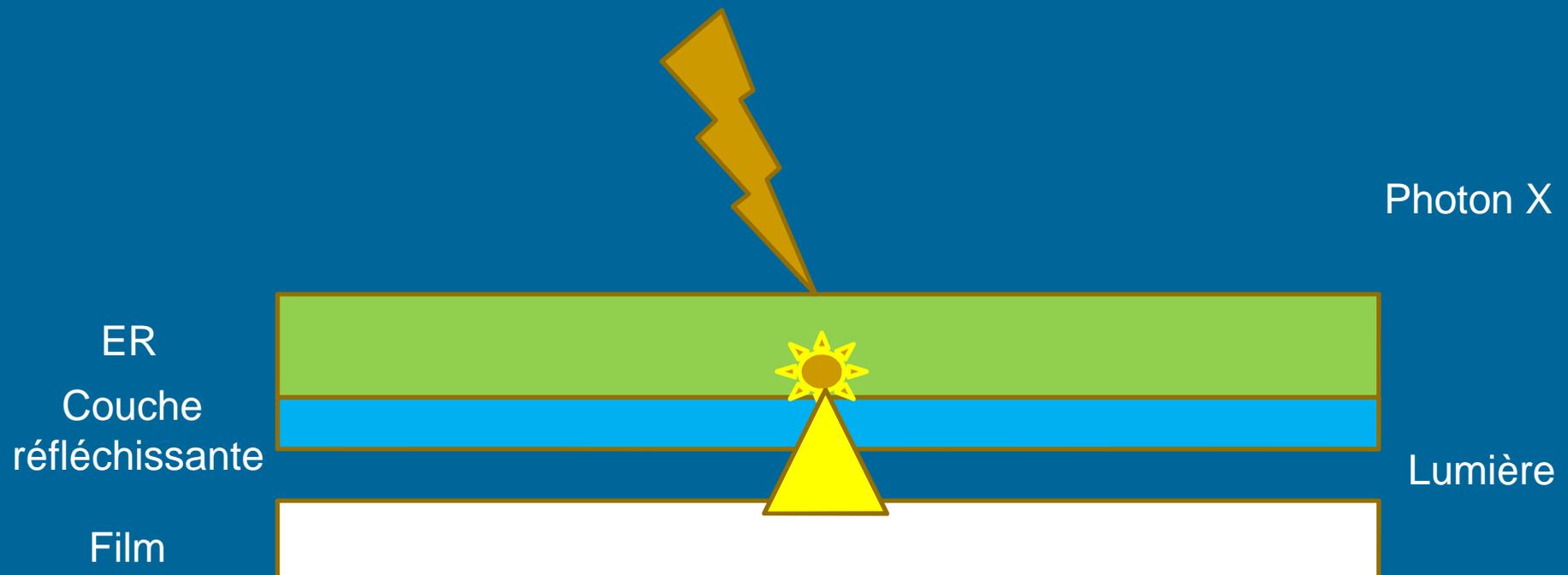
Radioprotection et progrès technologiques

- Le film et les écrans
 - la numérisation de l'image
 - La tomодensitométrie
-

LES PROGRÈS TECHNOLOGIQUES

- Initialement : émulsion photographique sur plaques de verre
- 1914 : film souple en nitrate de cellulose
- 1916 émulsion des deux côtés du film
- 1924 film en triacétate de cellulose incombustible
- 1933 écrans renforçateurs
- 1953 amplificateurs de luminance
- 1973 écrans « terres rares »

Les écrans renforceurs absorbent une partie des photons X par effet photo-électrique et ils restituent une faible partie de l'énergie absorbée sous forme de lumière .

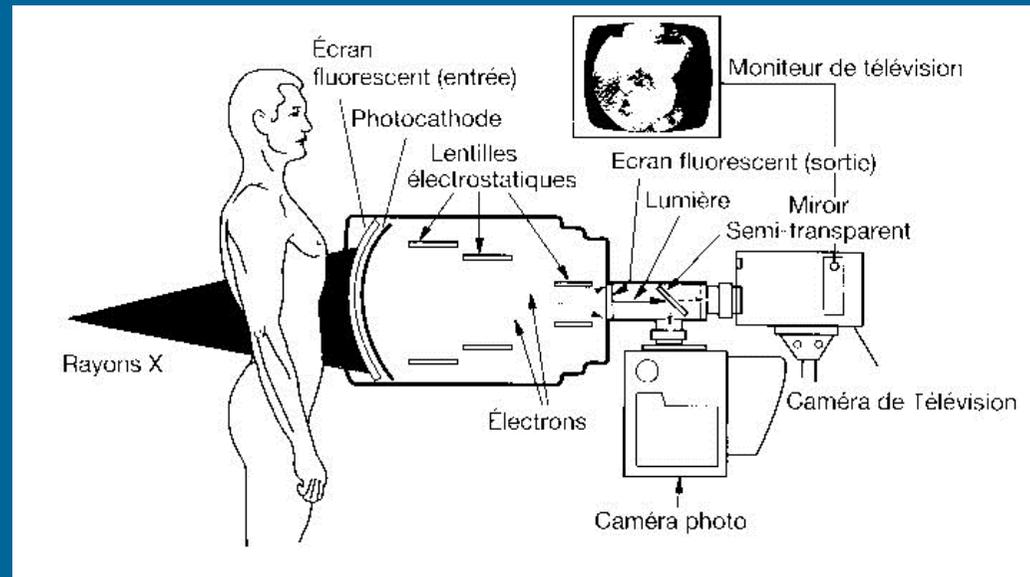


Ecrans renforçateurs « terres rares »

- le taux d'absorption des photons X de 20 à 40 % pour les écrans "classiques" CaWO_4 augmente à 50-75 % avec les écrans "terres rares" (oxysulfure de lanthane et de gadolinium, fluorochlorure de baryum) .
- De même l'efficacité de conversion des photons X en lumière passait de 3 à 5 % avec les écrans classiques à 10-20% avec les "terres rares"

Amplificateur de luminance (1953) Table télécommandée (1967)

1000 à 10 000 fois la
faible luminance de
l'image radioscopique
classique



La numérisation de l'image de l'imagerie conventionnelle (70% des actes d'imagerie)

Fin des années 80 début 90

- Traiter
- Transmettre
- Archiver
- Réduire l'irradiation

Quelle résolution pour quel diagnostic ?

RÉSOLUTION SPATIALE

TRAVAUX CLINIQUES

Imagerie thoracique (40% de la radiologie)

Pneumothorax : pixel 0,1 à 0,2 mm

Nodule parenchymateux : pixel 0,2 mm

Syndrome interstitiel : pixel 0,2 mm (sauf pour spécialistes 0,1 mm)

Masses médiastinales : pixel 0,2 mm

RÉSOLUTION SPATIALE

TRAVAUX CLINIQUES

Imagerie ostéo-articulaire

- Pratique quotidienne : pixel $\leq 0,2$ mm
 - Résorption sous périostée : pixel $\leq 0,1$ mm
 - Fracture minime : pixel $\leq 0,1$ mm
-

RÉSOLUTION SPATIALE

TRAVAUX CLINIQUES

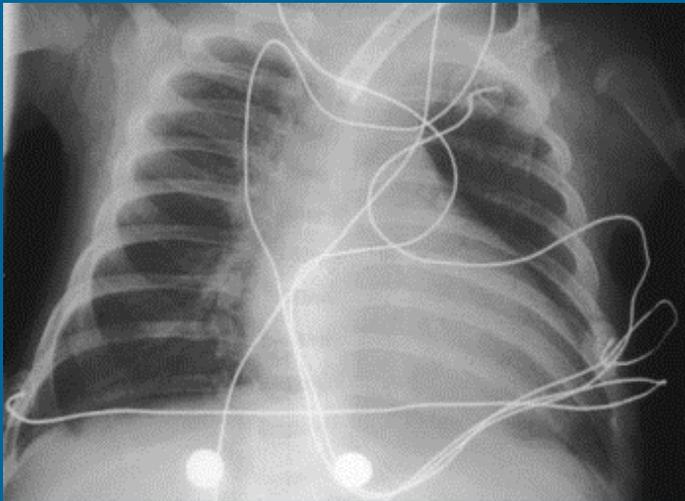
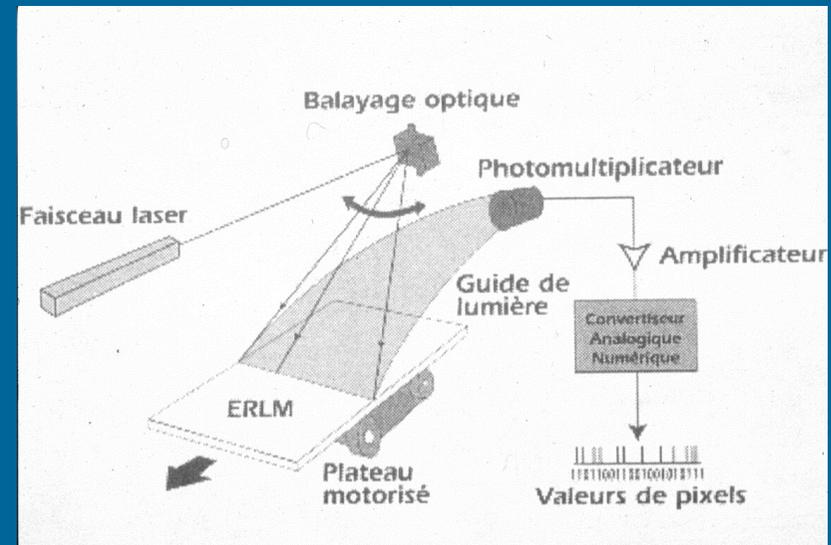
Imagerie digestive : pixel $\leq 0,4$ mm

Imagerie urinaire : pixel $\leq 0,4$ mm

Cas particulier : la mammographie

microcalcifications 50 μm

Ecrans radioluminescents à mémoire (1981)



Diminution faible des doses

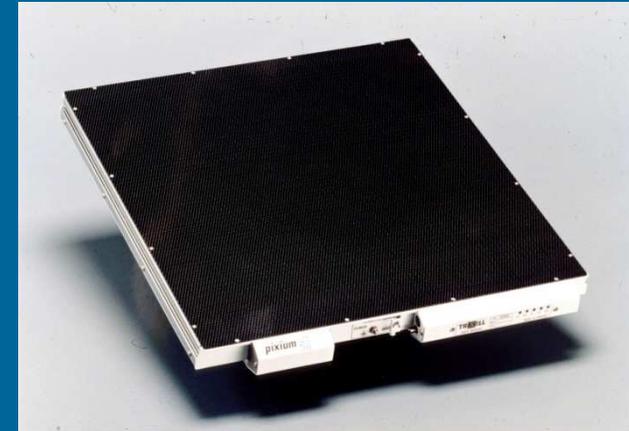
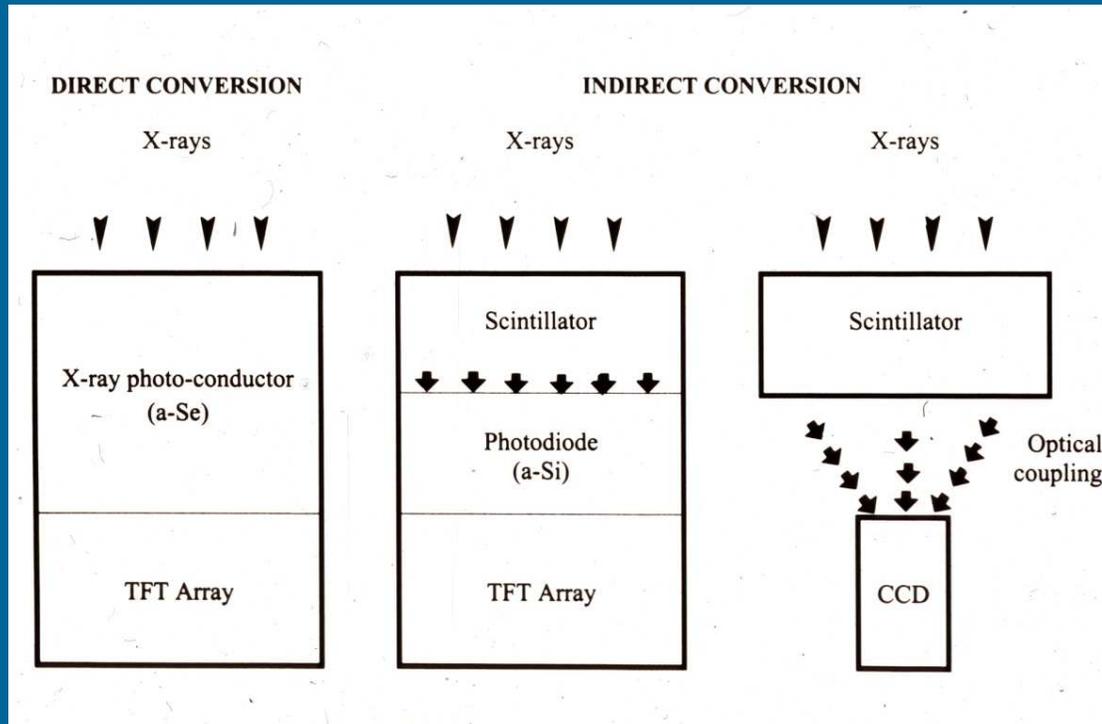
Si bien utilisé jusqu'à moins 30%

Mais peut conduire à une augmentation

Table télécommandée numérique fin des années 80



Capteurs plats sélénium et silicium amorphe, DR (Radiographie Directe) 1995

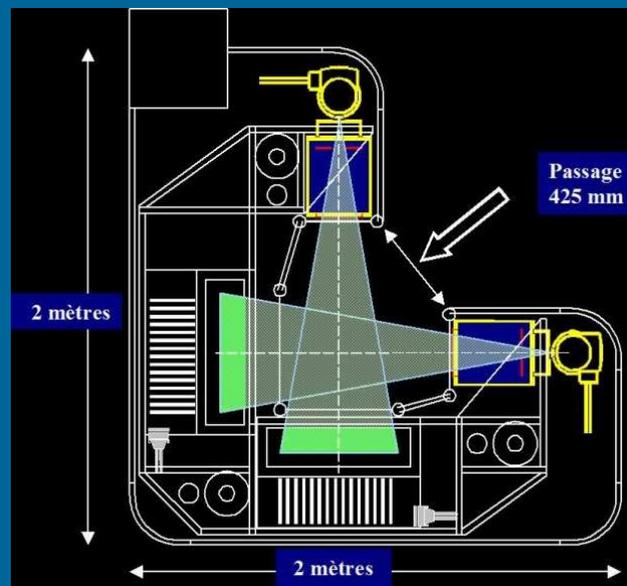


Capteurs plats dynamique silicium amorphe 2001

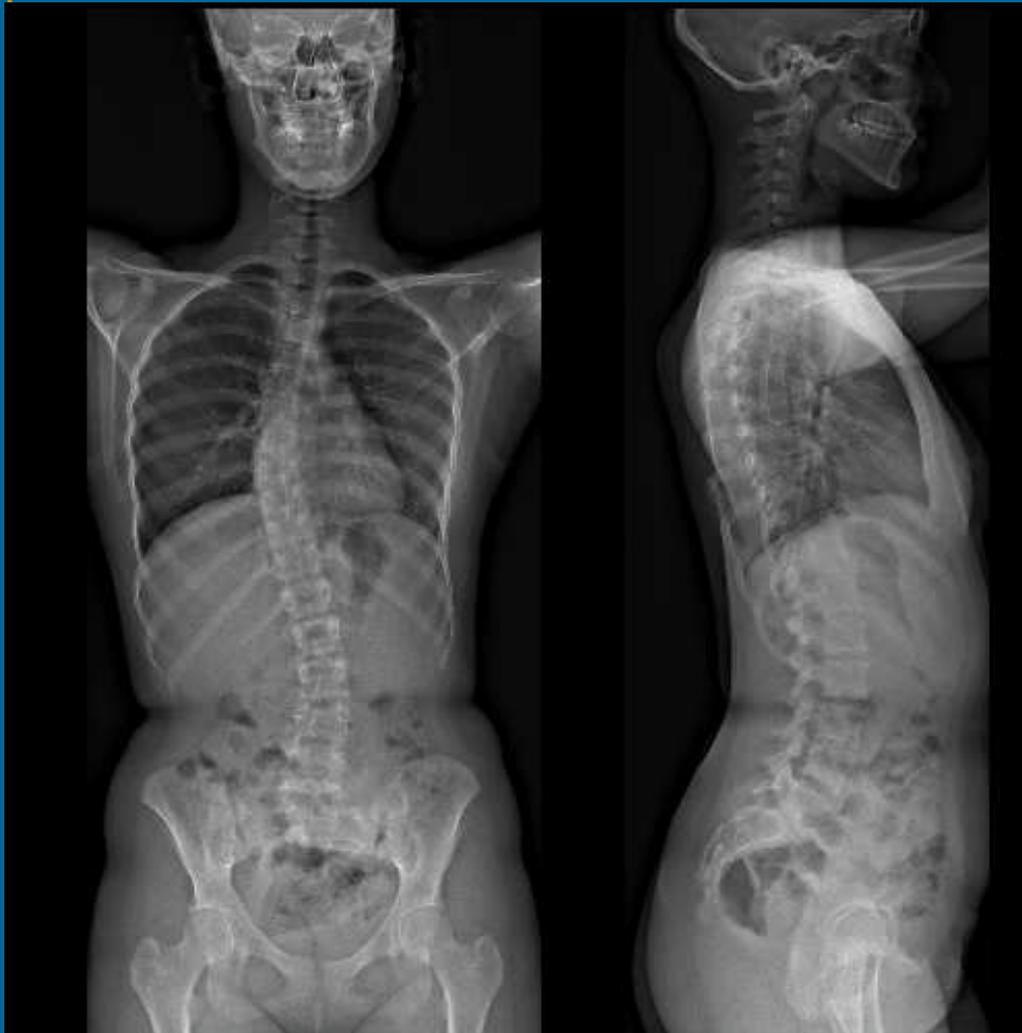
Capteur plan portable 2001

Les capteurs plans permettent une réduction des doses pouvant atteindre 50% par rapport au film

EOS



Prix nobel 1992 de physique Georges Charpak



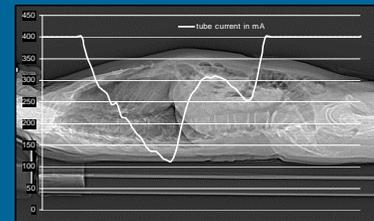
EOS

- Réduction de dose d'un facteur 6
- Acquisition en microdose en cours de validation clinique qui permettrait de diminuer encore la dose d'un facteur 6.
- Cancer du sein et scoliose *

* Morin Doody M, Lonstein JE, Stovall M, et al (2000)
Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. Spine 25:2052–2063

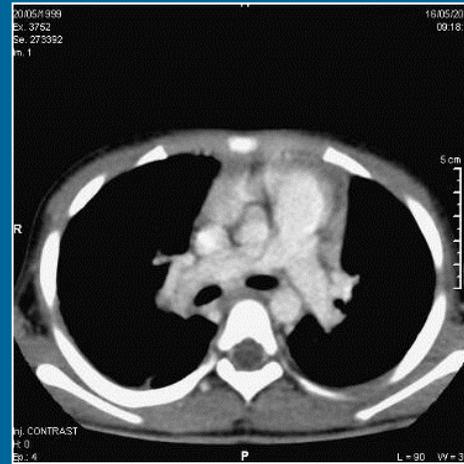
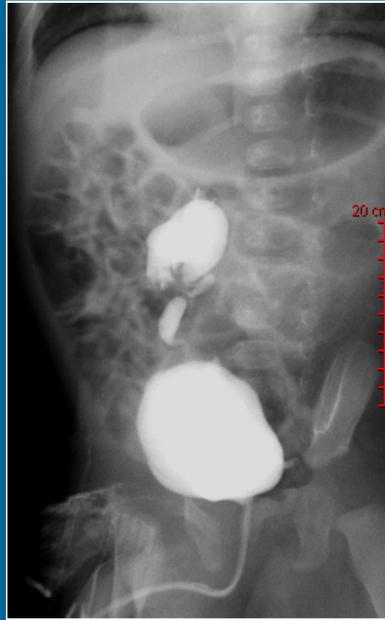
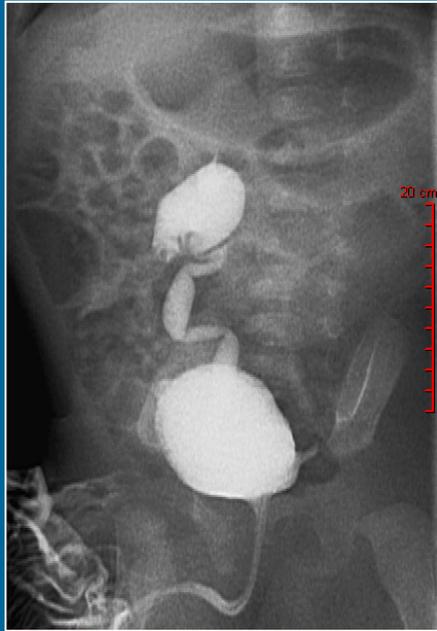
Tomodensitométrie (1972)

- Nombreux progrès des constructeurs depuis !
- Sensibilité des détecteurs
- Logiciels de modulation de la dose (régulation automatique des mA voire des kV en fonction du profil d'absorption de la zone explorée).
- Reconstruction itératives
- L'objectif : toute acquisition < 1 mSv

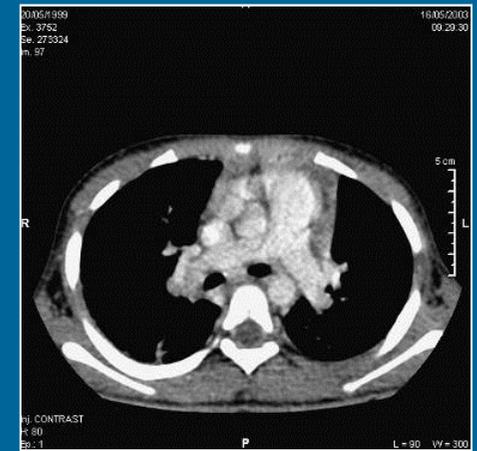


Les modifications de la pratique

De la belle image à l'image
diagnostique



1 mm



4 mm

Directives Européennes

Protection des personnes soumises à l'exposition de rayonnements ionisants à des fins médicales

Directive 97-43 EURATOM

Directive 2013-59 EURATOM

Guides de bonnes pratiques



Optimisation → Guide pratique à l'usage du radiologue, contrôle de qualité, NRD, indication de la dose délivrée

Transposition de la Directive 97/43 Euratom

Mission sur les procédures
et les niveaux de référence
des examens médicaux utilisant
les rayonnements ionisants

I - LES PROCEDURES
RADIOLOGIQUES :
CRITERES DE QUALITE ET
OPTIMISATION DES DOSES

*Office de Protection contre les
Rayonnements Ionisants
&
Société Française de Radiologie*

Version 02
(15 mars 2021)

Justification → Privilégier les techniques pas ou peu irradiante – Guide du bon usage

Culture de l'évaluation

LES NRD
arrêté du 24 octobre 2011





INFORMATION DU PATIENT

Conclusion : Nouveaux défis

- Technologiques (cone beam, scanner au bloc opératoires, imagerie hybride, téléradiologie).
 - Nouveaux opérateurs en imagerie interventionnelle.
 - Apprenons l'histoire pour construire demain
-