

FORMATION D'UNE IMAGE RADIOLOGIQUE

Soit un faisceau de rayons X uniforme après traversée du sujet examiné ce faisceau a subit une atténuation non uniforme due aux inégalités d'épaisseur et de composition des structures rencontrés.

L'intensité du faisceau a perdue son uniformité. Le faisceau transmis a acquis un relief qui contient toutes les informations que le faisceau est susceptible de fournir sur l'objet traversé.

A/ Contraste radiologique :

La plupart des tissus de l'organisme (muscle, parenchyme...) ont une composition et une masse volumique voisine de celle de l'eau, donc ils ont la même transparence vis-à-vis des rayons X et on ne peut les individualisés les uns des autres car ils ne donnent pas de relief. Par contre l'os et les graisses présentent une absorption différente donnant un relief (contraste naturel)

De même, un organe creux remplis d'un produit de contraste (substance absorbante pour les rayons X comme la BARYTE pour l'estomac, l'iode pour l'exploration vasculaire) peut être rendue de ce fait visible (contraste artificiel).

B/ Formation d'une image radiante :

Lorsqu'un faisceau de rayons X d'intensité uniforme traverse un objet non homogène, le faisceau transmis n'est plus uniforme et son intensité varie d'un point à un autre.

On appel une "image radiante" la distribution de l'intensité du faisceau transmis, cette image radiante est invisible à l'œil et révélé par le récepteur dont le rôle est de la transformer en image lumineuse visible par l'observateur.

La formation de l'image radiante dépend de l'interaction des photons avec la matière.

Lorsqu'un faisceau de rayon X pénétré dans un milieu naturel on constate une disparition progressive des photons qui le constitue, cette diminution est appelée "**atténuation**" qui résulte de l'interaction d'un nombre de photons avec des atomes de la matière traversée (interaction rayon X avec la matière).

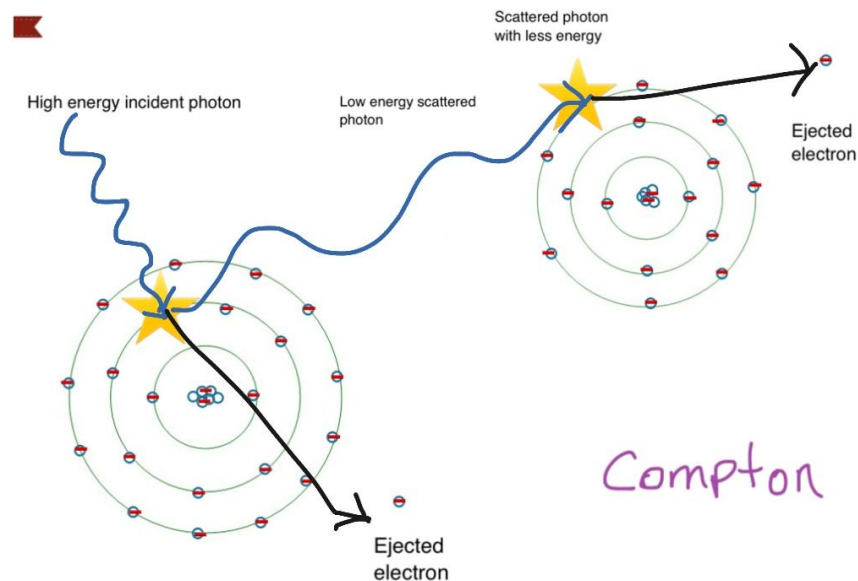
a) Interaction avec les électrons périphériques ou effet COMPTON :

Le photon incident interagit avec un électron orbital lui transmettant une partie de son énergie et est diffusé suivant un angle θ incident par rapport à la direction incidente emportant l'énergie résiduelle.

L'électron cible peut être projeté selon une direction dont l'angle avec la trajectoire incidente est comprise entre un angle de $\pm 90^\circ$ alors que le photon comptant peut être diffusé à $\pm 180^\circ$

L'énergie transmise à l'électron est très faible par rapport à l'énergie emporté par le photon diffusé .

L'effet compton se résume pratiquement en une simple diffusion c'est à dire un changement de direction des photons.



b) Interaction avec un électron profond ou effet PHOTO-ÉLECTRIQUE :

Il consiste en l'arrachement d'un électron de la couche profonde d'un atome.

Le photon incident cède la totalité de son énergie à l'électron qui est éjecté avec une énergie cinétique égal à celle du photon incident moins l'énergie de liaison ($E_c = E_{\text{photon inci}} - E_l$), cette interaction se produit que si l'énergie du photon est supérieur de celle de l'énergie de liaison.

L'énergie cinétique de l'électron sera absorbé par la matière environnante.

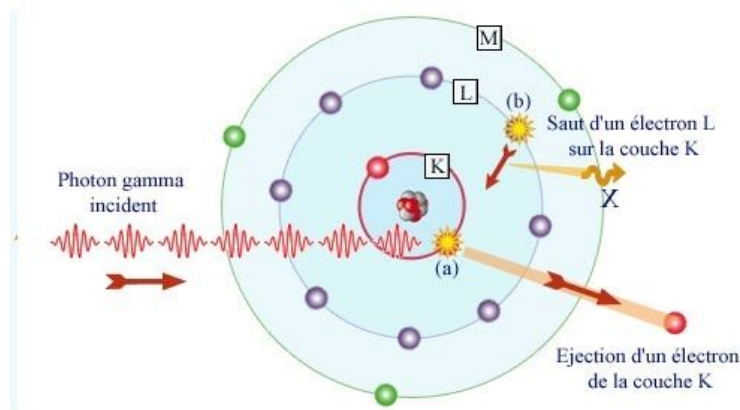
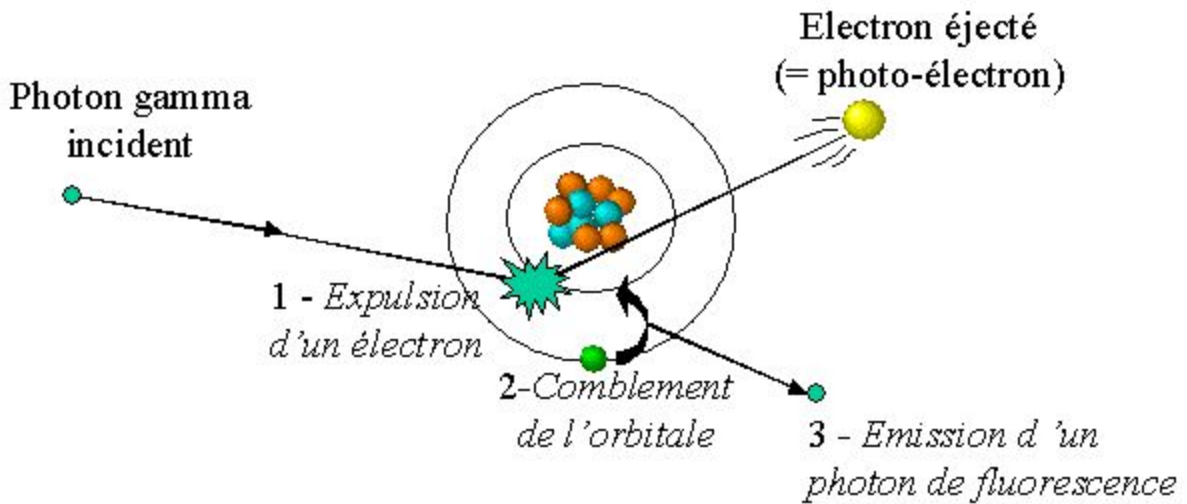
L'ionisation et l'excitation de l'atome à provoquer est responsable du rayonnement de fluorescence.

En radiodiagnostic, les autres types d'interaction ne se rencontrent pas ou de manière insignifiante.

Ces interactions entraînent une diminution du nombre des photons et une modification du spectre énergétique du rayon X.

La probabilité de l'effet photoélectrique est d'autant plus grande que les tissus sont composés d'atomes ayant un Z élevé, ainsi, l'os riche en calcium a un Z plus élevé que celui des muscles où prédominent les : (hydrogènes, carbone, oxygène) et est plus absorbé que ces derniers.

La prédominance de l'effet compton est très étendu pour les électrons avec Z léger. L'énergie du photon X utilisé en radiodiagnostic est entre 25 et 125-150 Kv.



c) Le produit de contraste :

Pour visualiser les organes creux de l'organisme, on utilise les produits qui renforcent le contraste. Ces produits de contrastes sont dits "positifs" lorsqu'ils sont très atténuants comme le sulfate de Baryum appelé "Baryte" où les sels d'iode.

Cette atténuation importante provient de la présence d'atome à Z élevé. (Dits positifs)

Ils sont dits "Négatifs" lorsqu'ils sont très atténuants comme le CO₂ et l'azote .

On peut soit directement introduire le produit dans l'organisme soit utiliser le rôle fonctionnelle de l'organe à étudier pour concentrer le produit à son niveau.

On peut ainsi étudier spécifiquement la capacité fonctionnelle et la structure anatomique d'un organe donné. Par exemple, dans l'urographie intraveineuse **UIV** on injecte par voie veineuse dans la circulation un produit radio-opaque éliminer par les reins dans les urines, en prenant plusieurs radiographies dans le temps on peut alors juger de leurs capacités à éliminer le produit injecté et étudier les cavités des conduits urinaires.

Dans l'examen des tumeurs, les produits de contraste introduits par voie veineuse permettent d'étudier la vascularisation des tumeurs (souvent augmentés et anarchiques en cas de tumeur maligne) et l'œdème péri tumorale : réaction inflammatoire autour de la tumeur.

C/ Transformation de l'image radiante à une image lumineuse : cette conversion peut s'effectuer :

1 - Écran luminescent (radioscopie) :

De nombreuses substances irradiées par les rayons X émettent un rayonnement lumineux. Cette émission (luminescence) est un phénomène de fluorescence avec la particularité que les photons émis se situent dans le domaine du spectre visible.

L'écran radioscopique est constitué par une fine couche cristalline de sulfure de zinc collé sur un support mince. Du côté de l'observateur, il est recouvert d'une vitre de verre au plan destiné à absorber les rayons X tout en permettant l'observation de l'image lumineuse.

La luminance de l'écran radioscopique est proportionnelle au débit d'exposition du rayon X au niveau de l'écran, et l'image lumineuse est une réplique fidèle de l'image radiante.

2 - Film radiographique :

L'émulsion photographique est sensible aux rayons X et après développement le noircissement obtenu et d'autant plus grand que la quantité du rayon X reçu est élevé.

Elle fournit donc une image en négatif.

Les structures anatomiques les plus transparentes aux rayons X apparaissent les plus noires.

3 - Amplificateur de luminance :

L'amplification de luminance est obtenue par une conversion de l'image lumineuse en image électronique dont l'intensité est amplifiée par l'accélération électrostatique des électrons.

Le tube comporte un écran fluorescent d'entre recevant l'image radiante. La densité des électrons émis est proportionnelle à la luminance de l'écran fluorescent et l'image lumineuse est convertie en image électronique.

Son état réside :

Vision plus facile avec possibilité de reprise de l'image par caméra TV et restitution à distance.

D/ Facteurs de formation de l'image radiologique :

3 facteurs sont indispensables à la formation de l'image radiologique :

- ★ Foyer radiogène (F) : quasi ponctuel, source de rayons X.
- ★ Objet radiographié (O) : dont on veut former une image, habituellement il s'agit d'une région anatomique.
- ★ Récepteur (R) : Film le plus souvent, mais progressivement remplacé par procédé électronique.

Chacun de ces éléments de bases F, O, R peut varier dans des conditions multiples.

① **QUALITÉ DE L'IMAGE** : ce juge sur plusieurs paramètres :

- La netteté : l'image doit être nette sans flou, ses contours bien délimités.
- Le contraste : les contrastes d'intensités dont le noircissement du film permettent de reconnaître les structures anatomiques à étudier.
- L'incidence : l'analyse anatomique impose une comparaison à des clichés pris dans une position définie de référence.
- Centrage : l'image utile doit se trouver au centre du film.
- Conformité au règle de présentation :
 - Identification du malade.
 - Position - date - étiquette - enveloppe.

② **NETTÉTÉ DE L'IMAGE** : Flou

Les contours de l'image doivent être nets c'est-à-dire parfaitement délimité : une ligne précise sépare les zones opaques sombres et claires.

L'absence de netteté est le flou, défaut que l'on s'efforce de réduire.

Le flou est en fait inévitable et les phénomènes qui le produisent sont nombreux :

- Flou géométrique
- Flou cinétique.
- Flou d'écran.
- Flou de forme.

③ SOLUTION POUR LE FLOU :

a) **Diminution du flou géométrique :**

- Choix d'un petit foyer dans la mesure où il est compatible avec la charge demandée.
- Diminution de la distance sujet-film (fig A), il faut essayer de placer la structure le plus près possible du film.
- Augmenter la distance foyer-sujet (foyer-objet) mais cela nécessite l'emploi du tube puissant (gros foyer)

b) **Diminution du flou cinétique :** il faut supprimer ou réduire les causes des mouvements; apnée, immobilité.

E / Rayonnement diffusé :

Tout corps frappé par un rayon X devient émetteur d'un rayonnement diffusé : aussi bien le patient que l'air traversé, le dispositif radiologique, les écrans et même les objets placés derrière la cassette.

Il se propage dans toutes les directions entraînant une diminution de la qualité des images car le film est impressionné autant par ces rayonnements inutiles qui diminuent le contraste radiologique.

r- Élimination du rayonnement diffusé :

a) Moyens luttant contre la formation du rayonnement diffusé :

Diaphragme : monté sur le générateur du rayon X, ce sont des volets de plomb permettant de réduire le faisceau du rayon X à la dimension juste nécessaire à l'exploration de la zone anatomique choisie. Le diaphragme évite l'apparition d'un rayonnement diffusé mais en dehors de la zone explorée et contribue à limiter l'irradiation du patient.

b) Moyens limitants que les rayonnements diffusé ne parviennent sur le film :

Ces techniques sont basés sur le fait que le rayonnement diffusé est émit dans toutes les directions de l'espace alors que le rayonnement transmit est mono directionnel, le meilleur système pour diminuer le rayonnement diffusé reste l'emploi des grilles anti-diffusantes

Grilles anti-diffusantes

Formé de nombreuses lamelles de plomb (fig B) fines et planes séparés l'une de l'autre par une feuille de papier ou d'aluminium. Toutes ces lames forment un empilage de telle sorte que le plan de chacune des lames passe exactement par le foyer du tube lorsque la grille est située à une distance fixe du foyer, les lames sont strictement parallèles.

Pour utiliser la grille on l'interpose entre la patient et la cassette contenant le film, la quasi totalité des rayonnements diffusés va s'arrêter ainsi que 30 à 40% des rayonnements primaires. On utilise des grilles différentes selon l'énergie des rayons X, les grilles alors sont animées par mouvement oscillant pendant l'exposition de manière à ne pas être visible sur le cliché, c'est la grille de "Potter Bucky"

Une grille anti-diffusante est indiquée : (INDICATION)

- Quand l'épaisseur totale traversée est supérieure à 10 cm.
- Quand la surface du faisceau dépasse les 10 cm de côté.
- Quand la tension est supérieure à 70 Kvolt.

Précautions de la grille anti-diffusante :

L'utilisation des cette grilles nécessité les précautions suivants:

- Elle doit être centré et placé perpendiculairement au rayonnement.
- Elle doit être placé à bonne distance de la focalisation.