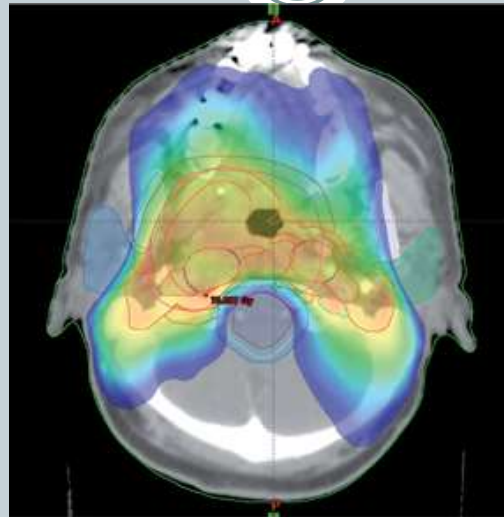
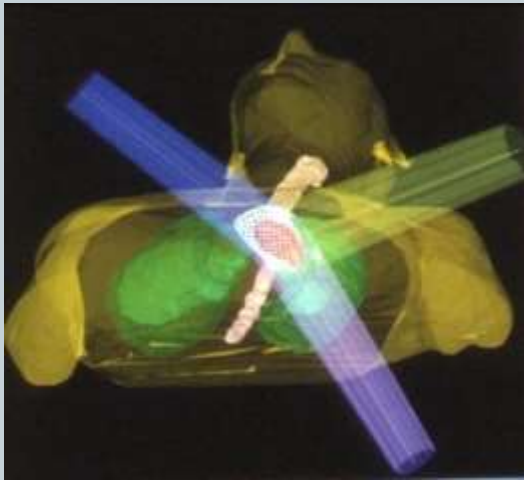


Techniques d'irradiation



Polyclinique
de Limoges



Dr NEGRIER
Franck
Oncologue-
Radiothérapeute

ASSOCIATION
DES AMIS DU
CENTRE DE
CANCÉROLOGIE
CHÉNIEUX

RADIOTHERAPIE BASES



1/ Historique

2/ Définitions et principes généraux

3/ Radiobiologie

**4/ Irradiation externe
conformationnelle classique et VMAT**

RADIOTHERAPIE

BASES



1/ Historique

2/ Définitions et principes généraux

3/ Radiobiologie

**4/ Irradiation externe
conformationnelle classique et VMAT**

HISTORIQUE



- **1895** : *W.C. Roentgen* découvre les rayons X
- **1896** : *H. Becquerel* découvre la radioactivité de l'uranium
- **1898** : découverte du radium par *P. et M. Curie*
- **1901** : premières applications de radium à l'Hôpital Saint Louis
- **1950** : télécobalthérapie
- **1960-70** : accélérateur de particules
- **1990** : radiothérapie conformationnelle
- **2000** : développement IMRT et IGRT

RADIOTHERAPIE BASES



1/ Historique

2/ Définitions et principes généraux

3/ Radiobiologie

**4/ Irradiation externe
conformationnelle classique et VMAT**

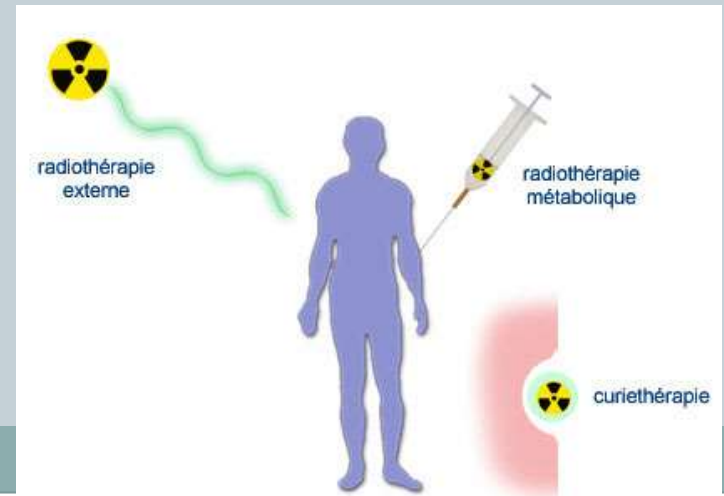
Définitions



- La **radiothérapie** est une méthode de traitement locorégional des cancers, utilisant des radiations ionisantes pour détruire les cellules cancéreuses tout en épargnant les tissus sains périphériques.
- Les **rayonnements ionisants** sont des rayonnements capables de déposer assez d'énergie dans la matière qu'ils traversent pour créer une ionisation.

Radiothérapie

- **La radiothérapie externe** où la source d'irradiation est placée à l'extérieur du patient et à une certaine distance de lui. Les radiations généralement utilisées sont les photons ou les électrons.
- NB : **stéréotaxie** = très forte dose de radiothérapie externe très localisée = ablation presque chirurgicale
- **La curiethérapie** utilise des sources scellées (iridium, césium) placées au cours d'une intervention dans les tissus tumoraux ou dans une cavité naturelle (ex : fond vaginal).
- **La radiothérapie métabolique** utilise des sources radioactives injectables qui vont se fixer par leur métabolisme sur les cellules cibles. Pratiquée en médecine nucléaire.



Radiothérapie externe : indications



- **CURATIVE :**

- Exclusive (prostate) ou associée Chimiothérapie (ORL, col utérus, canal anal, œsophage, vessie, poumon...)
- Adjuvant (sein, utérus, ORL, prostate ...)
- Néo adjuvant (rectum, apex pulmonaire, œsophage, ...)

- **PROPHYLACTIQUE :** ganglionnaire+++

- **PALLIATIVE :**

Décompressive, antalgique, hémostatique

L'ancêtre : télécobalthérapie + cache en cerrobend



1/ COBALT :

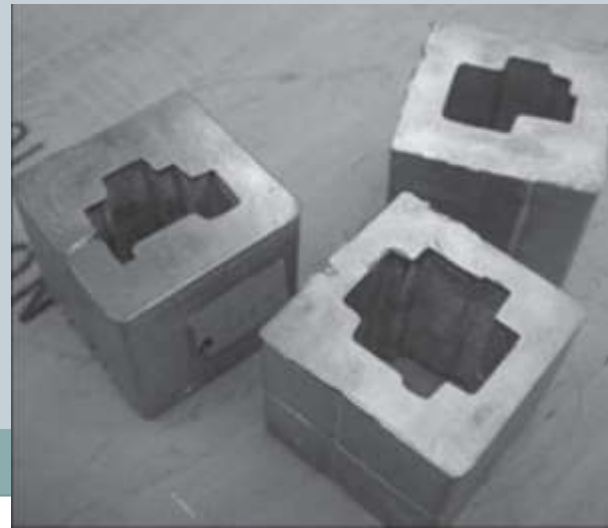
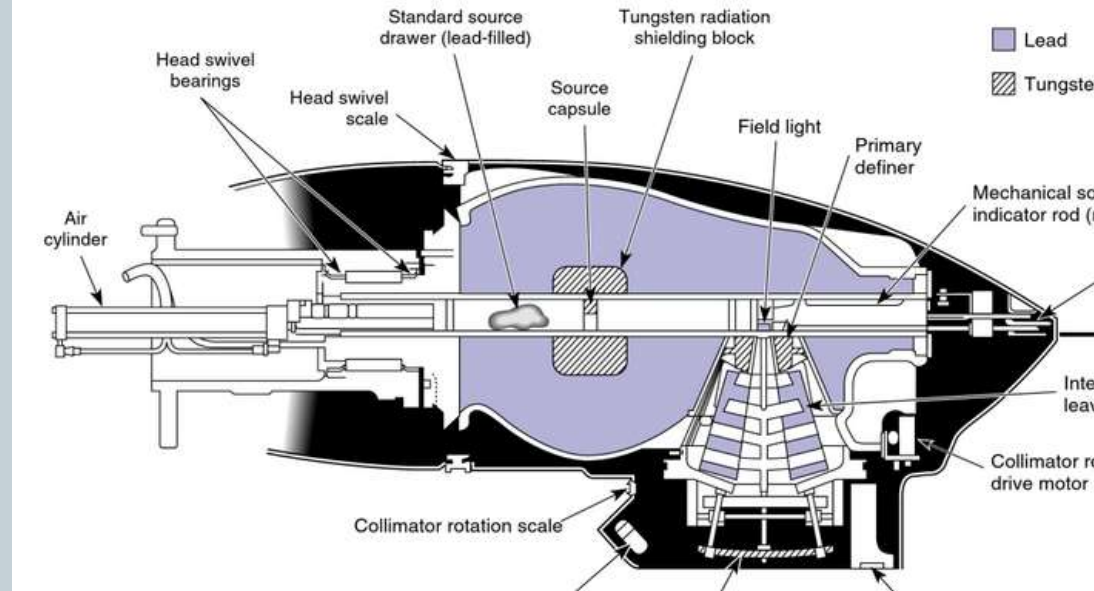
- source radioactive de Cobalt 60
- photons gamma de 1.25 MeV
- pénombre large
- monoénergétique + monorayonnement
- simple, coût modéré, maintenance réduite
- demi-vie : 5.27 ans (débit décroissant et déchet radioactif tous les 5 à 8ans)



L'ancêtre : télécobalthérapie + cache en cerrobend

1/ COBALT

- La source = disque radioactif (1mm d'épaisseur, 2 cm de diamètre et de hauteur)
- Enfermée dans une enceinte de protection
- Système de collimation avec 2 paires d'épaisseurs mâchoires de plomb bougeant de façon symétrique
- Caches en cerrobend



Radiothérapie actuelle = accélérateur de particule

2/ Accélérateur linéaire :

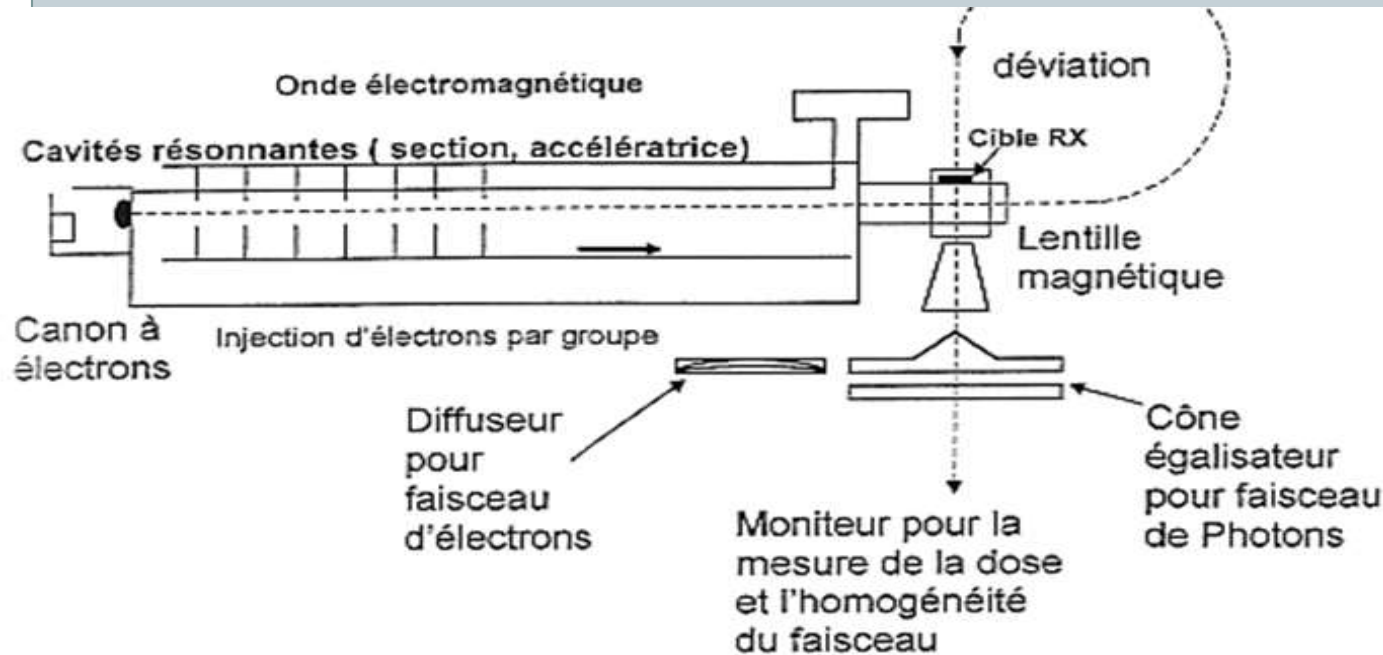
- électrons **et** photons X de 6 à 25 MV
- pénombre étroite
- débit constant
- Imagerie embarquée (IGRT)
- coûteux - entretien – contrôles qualité
- Collimateur multilames sauf pour électrons



Radiothérapie externe

2/ Accélérateur linéaire :

Production par un canon à électrons puis passage dans la section accélératrice. A la sortie le faisceau d'électrons émerge sous forme d'un très fin pinceau de 2 à 3 mm de diamètre, qui est dévié par de puissantes lentilles magnétiques vers la tête de l'accélérateur. En mode photon le pinceau d'électrons est projeté sur une cible en tungstène pour obtenir des rayons X de haute énergie.



RADIOTHERAPIE- BASES



1/ Historique

2/ Définitions et principes généraux

3/ Radiobiologie

**4/ Irradiation externe
conformationnelle classique et VMAT**

Effets biologiques des RI



- **Phase physique** = ionisations 10⁻¹⁶ s
- **Phase physico-chimique** 10⁻⁵ s à 1s
Radiolyse de l'eau
 - formation de radicaux libres
 - lésions de l'ADN et des membranes
- **Phase cellulaire** heures
 - réparation complète ou fautive = EFFET DIFFERENTIEL
 - mort mitotique ou apoptotique
- **Phase tissulaire** jours à années
effets aigus et tardifs

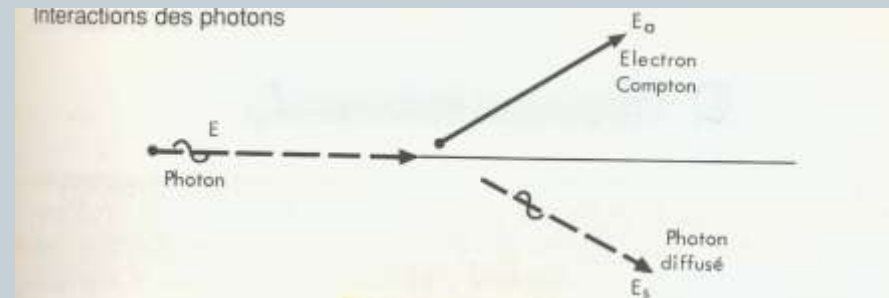
Phase physique = ionisations 10^{-16} s après radiation

- Les **électrons** sont directement ionisants (charge négative)
- Les **photons** sont indirectement ionisants

Effet Compton+++

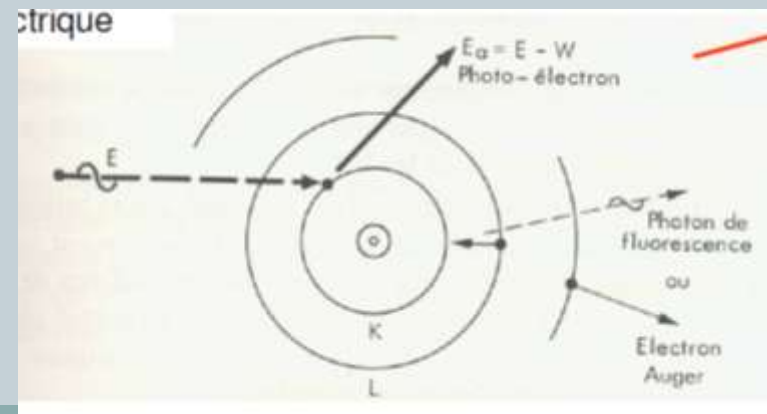
Prédominant entre 0.3 et 20 MV

- énergie d'un photon incident transmise à un électron arraché à une couche périphérique d'un atome et à un photon dit « diffusé »



Effet photo électrique

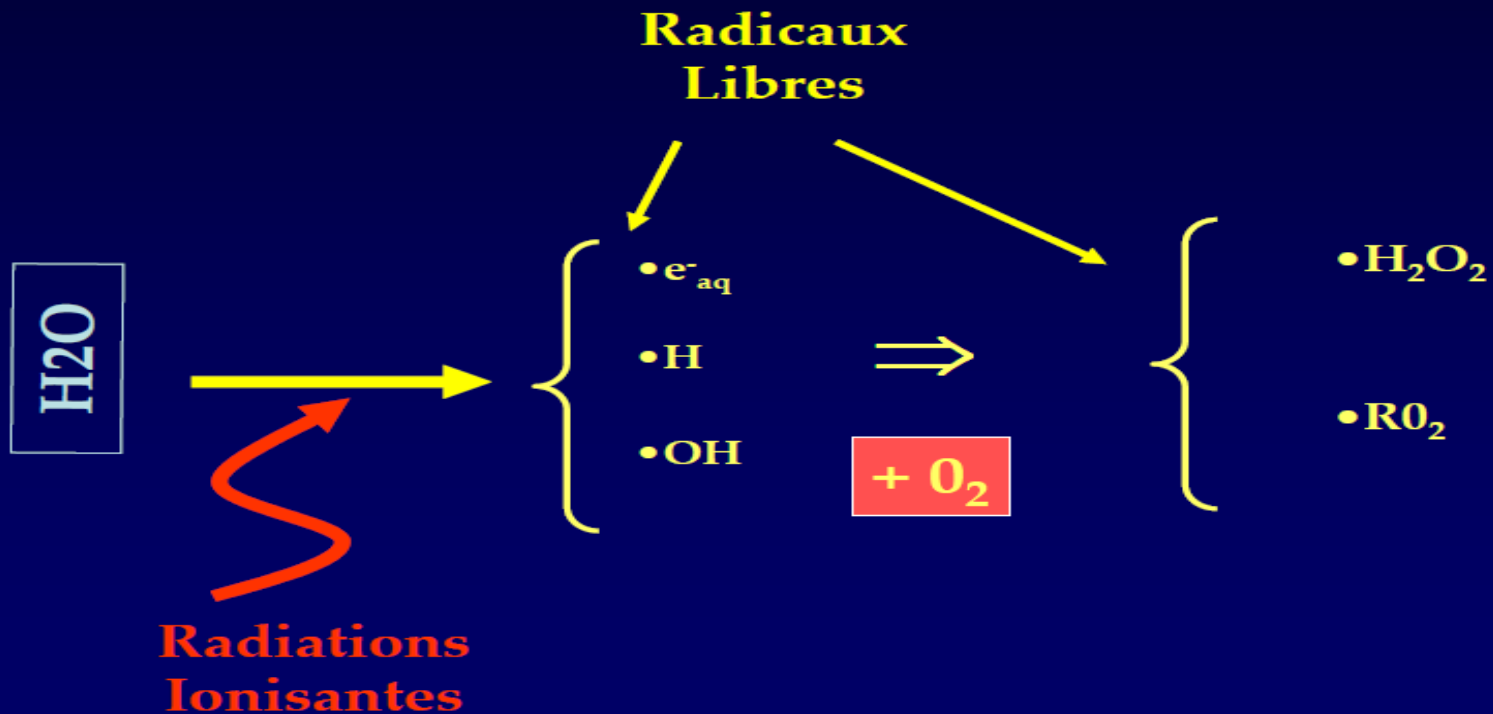
- l'intégralité de l'énergie du photon incident est transférée à un électron arraché à une couche interne d'un atome, le réarrangement électronique qui s'en suit entraîne l'émission soit d'un photon dit de « fluorescence », soit d'un électron Auger.



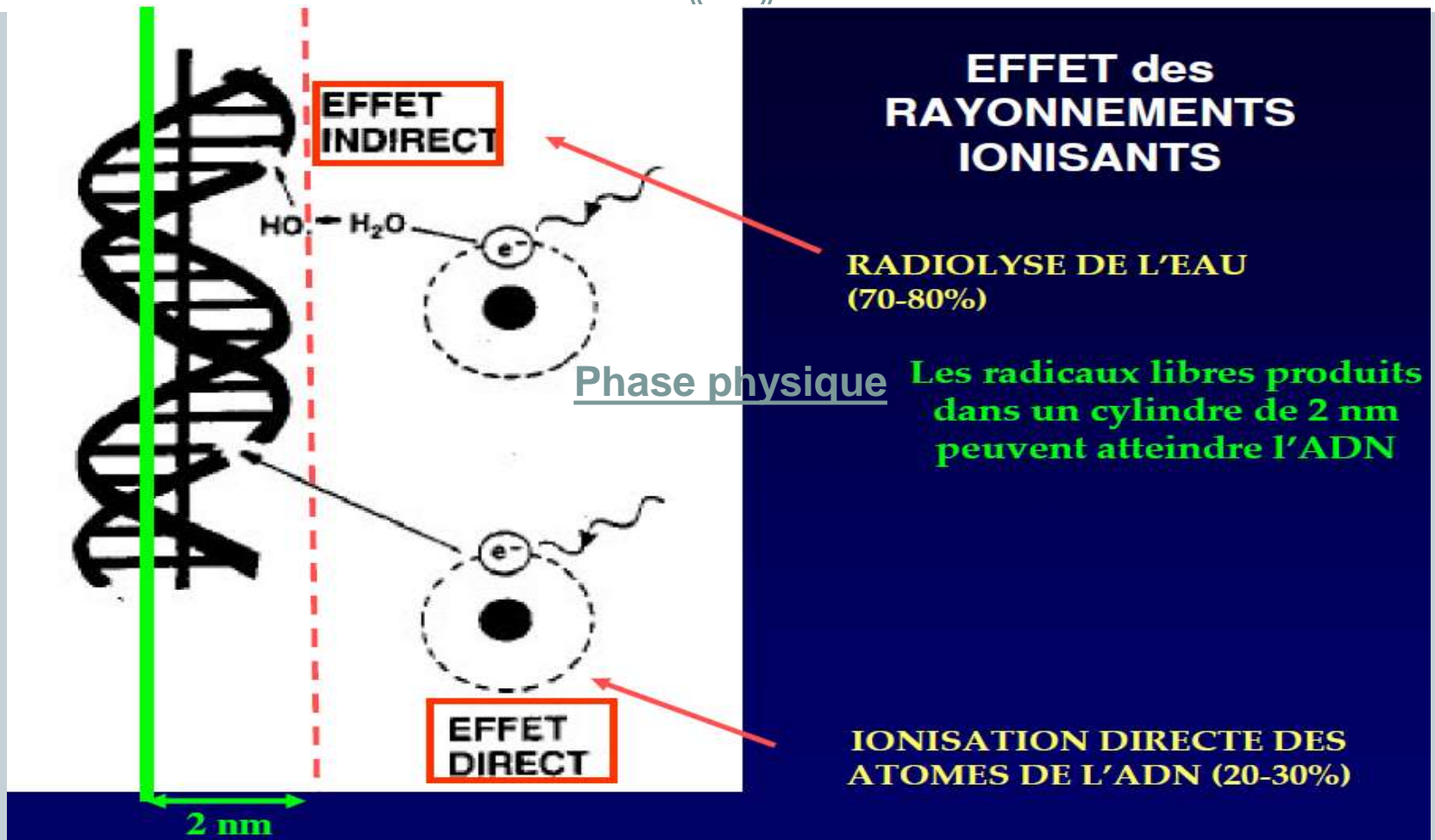
Phase physico-chimique : 10^{-5} à 1 s



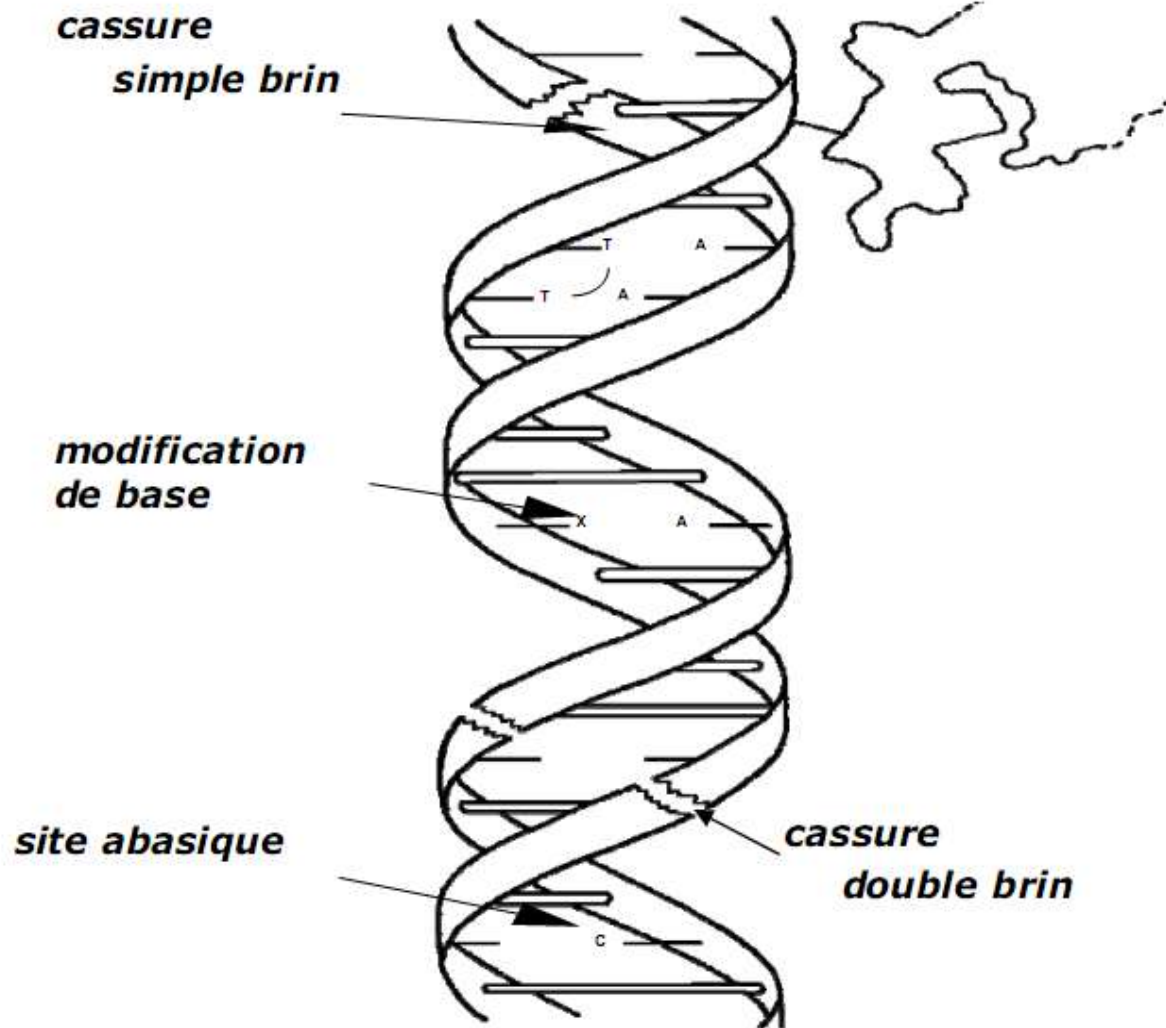
En 10^{-10} secondes le produit de la **radiolyse de l'eau** aboutit à la formation de différents **radicaux libres** :



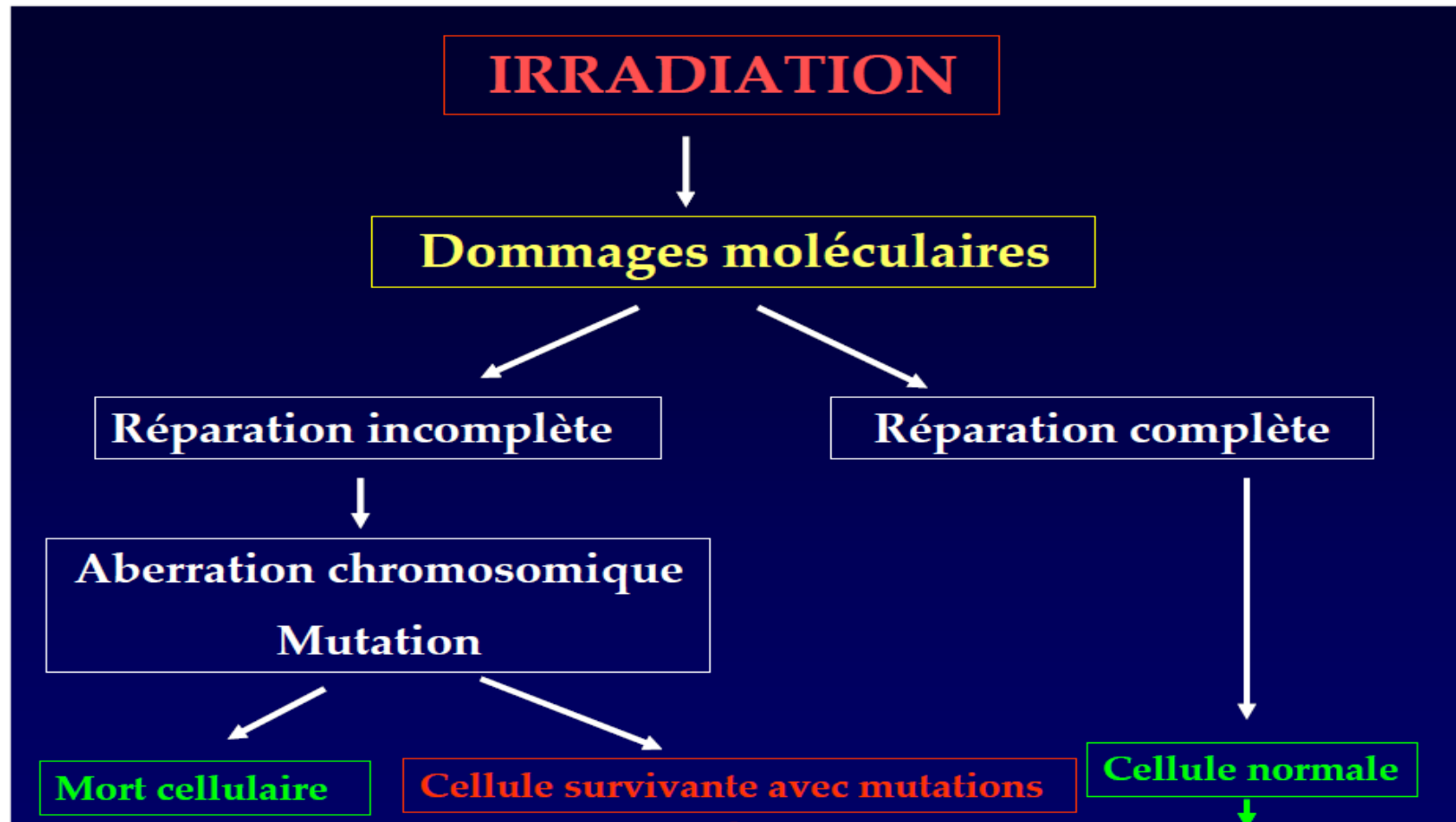
Phase physico-chimique : 10^{-5} à 1 s



Phase physico-chimique : 10^{-5} à 1 s



Phase cellulaire



→ Intérêt des petites doses / séance pour permettre réparation ADN des cellules saines

Explications :



- ***Pourquoi autant de séances ?***
→ Permettre à un maximum de cellules saines de se réparer entre les séances contrairement aux cellules cancéreuses
- ***Pourquoi effets secondaires aigus ?***
→ Cellules saines mortes car non réparées => manque de cellules / capacité de renouvellement => effet secondaire
- ***Pourquoi effets secondaires aigus retardés ?***
→ Durée de la phase cellulaire
- ***Alors pourquoi ne pas interrompre/faire durer le traitement ?*** → repopulation des cellules tumorales

RADIOTHERAPIE- BASES



1/ Historique

2/ Définitions et principes généraux

3/ Radiobiologie

**4/ Irradiation externe
conformationnelle classique et VMAT**

Irradiation conformationnelle

Planning général



- Indication posée en RCP et confirmée en consultation.
- Centrage ou simulation :
 - ✓ Position de traitement et contention
 - ✓ Acquisition des données anatomiques
- Contourage
- Balistique (sauf VMAT)
- Dosimétrie
- +/- Resimulation
- Consultation d'annonce paramédicale
- Imagerie de positionnement puis traitement
- Consultations de suivi

Le centrage = Simulation



= Acquisition anatomique en position de traitement (scanner)

+

tatouage/marquage cutané de repères grâce au système de laser

Contention



Position pour traitement sein / poumon / œsophage



Position pour traitement prostate / pelvis / abdomen

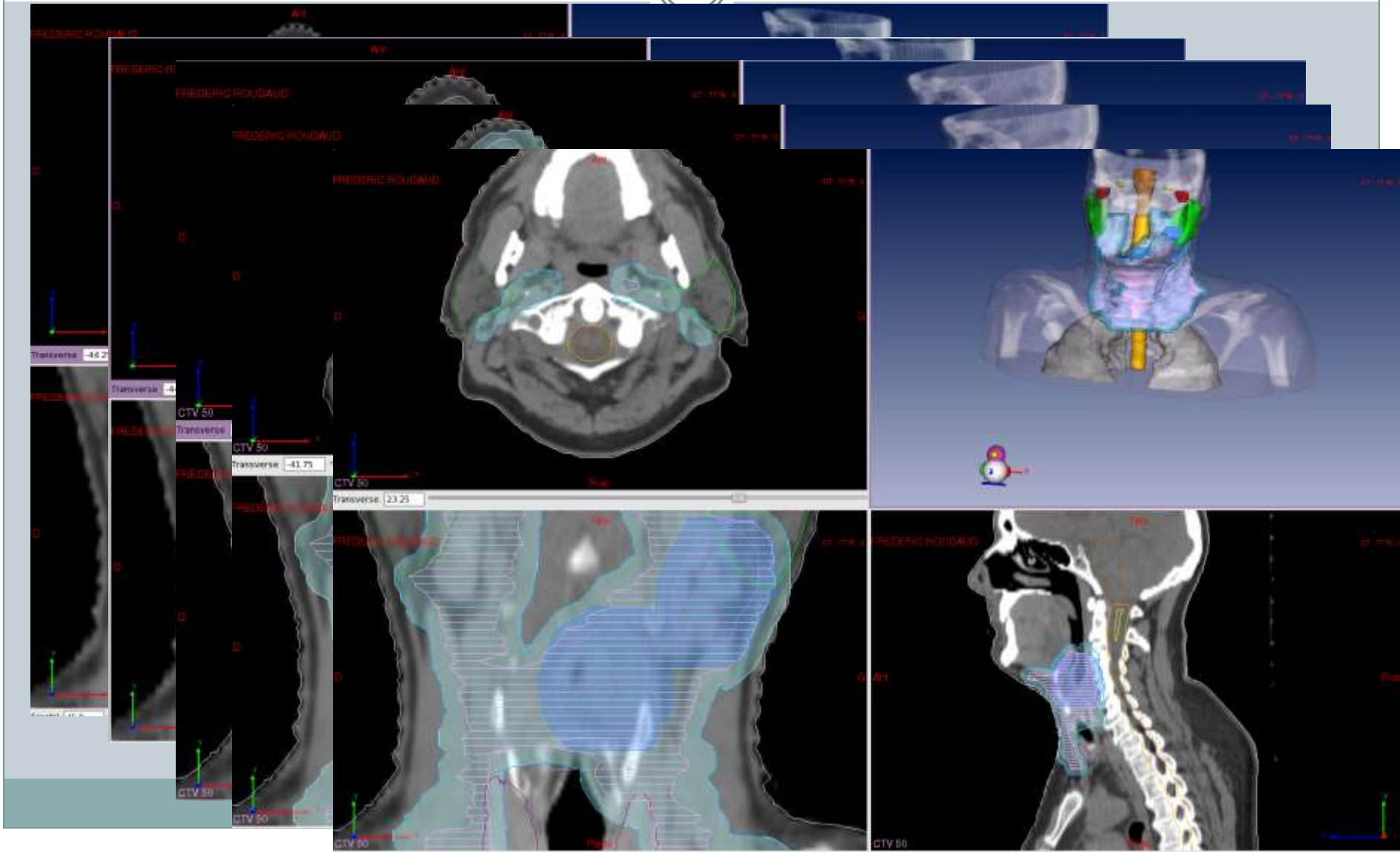


Contourage



- **Le médecin dessine les volumes à traiter** (tumeur macroscopique – aires à risque d’envahissement microscopique)
- **Et les organes à risque** (vessie – rectum – moelle épinière – poumon – parotides – intestin)
- **Définition des marges** (risque microscopique environnant – mouvements interne et externe inter et per séance)

Contourage : ex ORL



IGRT = amélioration positionnement+ciblage



- Imagerie embarquée en kV (image 2D ou « pseudo-scanner »)
- Grains d'or intraprostatique



Ex d'un rectum non conforme



Conclusion



- Amélioration de la distribution de la dose : IMRT
 - Epargne OAR → complications tardives ; escalade dose
- Idéalement VMAT (plus vite donc moins de mouvement = cause d'erreur)

- Amélioration du ciblage du volume à irradier : IGRT (ex grains d'or intra prostatique)