

Place de la radiothérapie et de la curiethérapie

Dr SERVAGI VERNAT Stéphanie

Dominique GROFF

Service de radiothérapie

Formation des infirmiers en

Onco-Hématologie

Février 2009

INTRODUCTION

- 140.000 patients en France sont traités par radiothérapie.
 - 60 % des malades porteurs d'un cancer ont une radiothérapie au cours de la maladie.

DONNEES PHYSIQUES

NOTION DE DOSE

UNITE DE DOSE = le GRAY

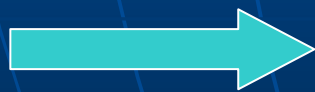
- 1 Gy = 1 J absorbé dans 1 kg de matière
- 1 Gy = quantité très faible mais très active dans les tissus
 - 5 Gy accroît la température d'un litre d'eau de 0.0018 degré
 - 5 Gy en I.C.T. = dose létale 50% pour l'homme

MECANISMES D'ACTION DES RADIATIONS IONISANTES

- **Effet biologique** : aboutissement d'une chaîne de phénomènes déclenchés par l'interaction du rayonnement ionisant avec les tissus traversés.
- **Etapas**
 - ⇒ physique (ou atomique)
 - ⇒ physico-chimique
(ou moléculaire)
 - ⇒ cellulaire
 - ⇒ tissulaire

Etape physique (atomique)

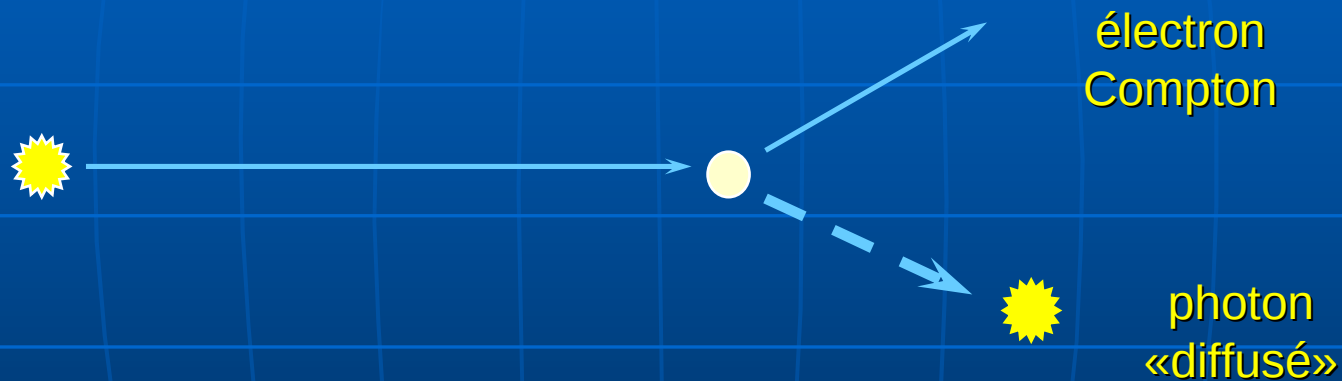
- Interaction des particules du rayonnement incident avec les électrons des atomes du milieu (tissu) traversé.
 - Ionisations
 - Excitations



Production d'électrons secondaires

■ INTERACTIONS PHOTONS-MATIERE

■ EFFET COMPTON



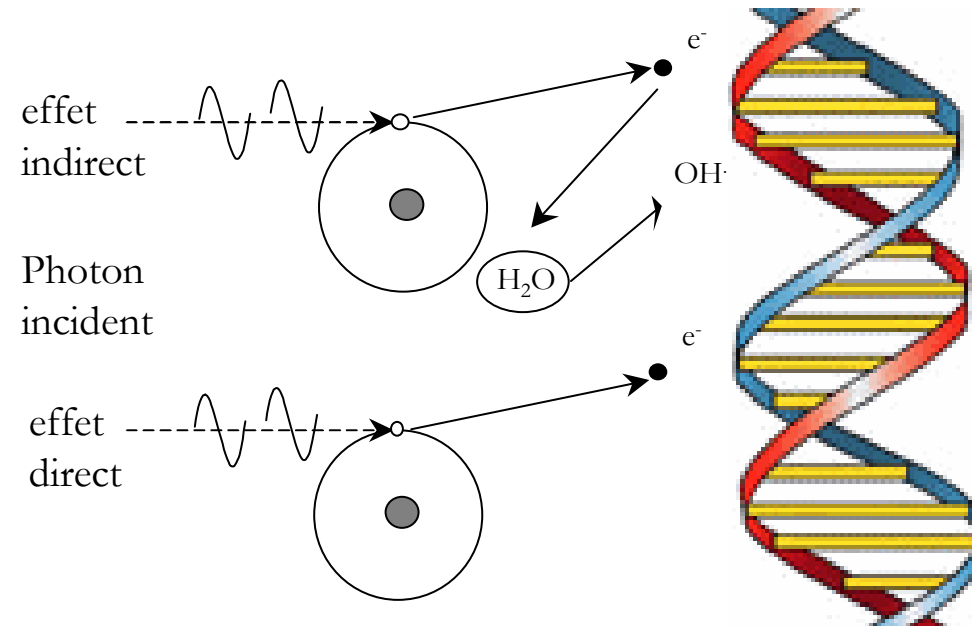
■ EFFET PHOTO-ELECTRIQUE



Etape physico-chimique (moléculaire)

- **Action directe** : interaction entre l'ADN et les électrons II^R
- **Action indirecte**: radiolyse de l'eau après interaction électron II^R - H_2O et formation de radicaux libres $OH\cdot$ et $H\cdot$ responsables de réarrangements moléculaires au sein de l'ADN $\Rightarrow$ coupures et pontages moléculaires.

LESIONS DE L'ADN CELLULAIRE



Etape cellulaire

- Provient des lésions de l'ADN +++ (+/- mb cellulaire ou ARNm)
- Mort cellulaire induite par les radiations:
 - mort reproductive (mitose) = mort différée
 - mort programmée (apoptose)

Etape cellulaire

■ Mort cellulaire reproductive

Irradiation —→ blocage cellulaire en G2

Réparation de l'ADN

possible / partielle
(lésion sub-létale)

impossible
(lésion létale)

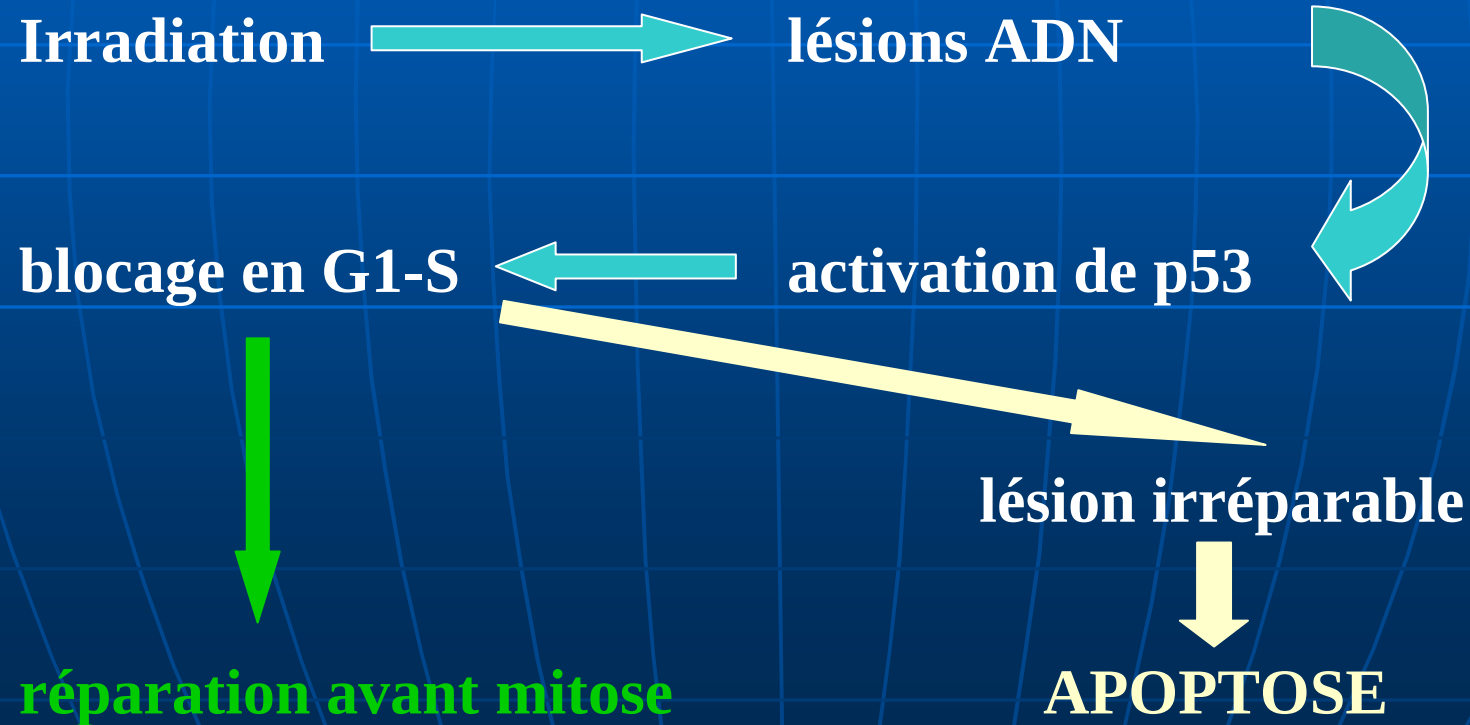
2 cellules-filles « saines »

mort cellulaire immédiate

Mort cellulaire différée (après 1 ou plusieurs mitoses)

Etape cellulaire

- Apoptose
- sous contrôle de p53



Etape tissulaire

- Population cellulaire en croissance

ex: Tumeurs

Cellules clonogènes: multiplication indéfinie

Nbe de cellules qui naissent > Nbe de cellules qui meurent

- Population cellulaire en équilibre

ex: tissus sains

Nbe de cellules mortes = Nbe de cellules vivantes

Temps de renouvellement variable

Tissus sains et tissus cancéreux vont réagir de façon différente à l'effet cytotoxique des radiations ionisantes ⇒ effet différentiel

FACTEURS INFLUENÇANT L'EFFET BIOLOGIQUE DES RADIATIONS IONISANTES

- Radiosensibilité intrinsèque
- Facteur temps
- Effet oxygène
- Cycle cellulaire
- Température

Radiosensibilité intrinsèque

- Courbes de survie cellulaire
 - **Chez la bactérie:**

Mort cellulaire = tout ou rien

Mécanismes de réparation peu sophistiqués

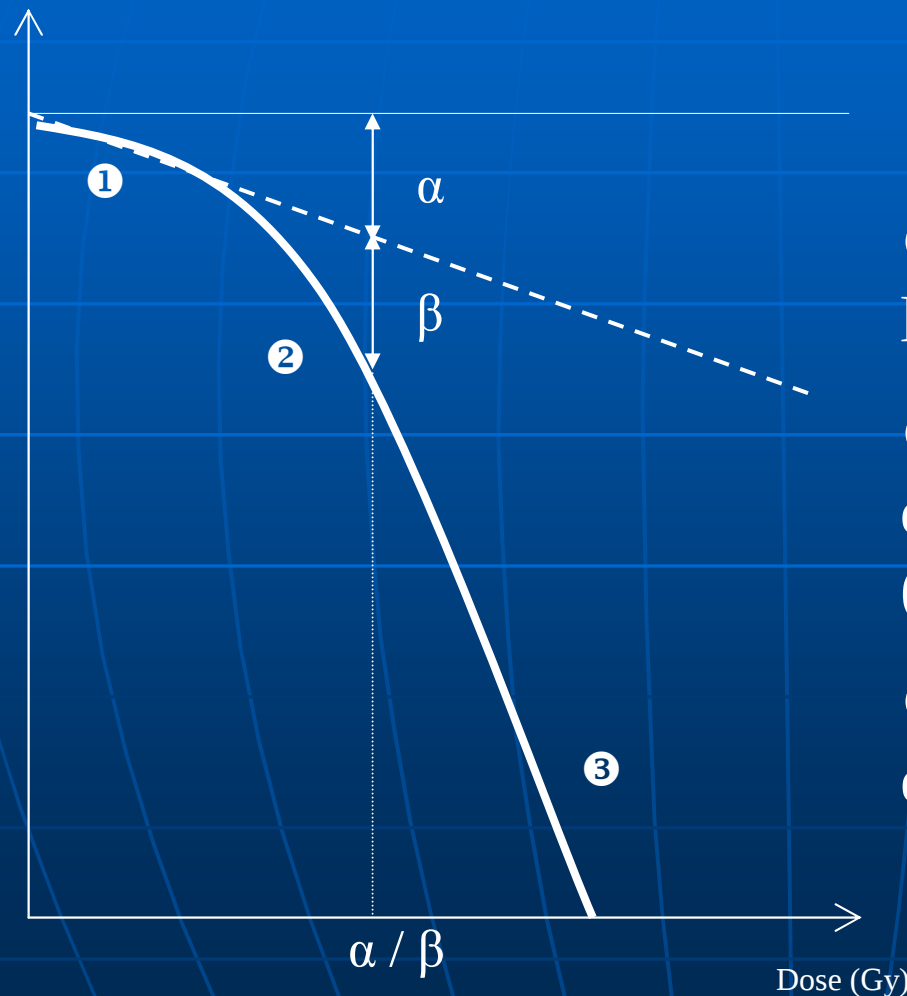
1 lésion = 1 mort cellulaire

Radiosensibilité intrinsèque

■ Chez les mammifères:

- Mort cellulaire = lésion unique directement létale (α) **et/ou** accumulation de plusieurs lésions sublétales (β)
 - Composante α proportionnelle à la dose
→ **composante linéaire**
 - Composante β proportionnelle au carré de la dose
→ **composante quadratique**
- $S = e^{-(\alpha+\beta)^2}$
- La dose pour laquelle les mortalités α et β sont égales est appelé **rapport α/β**

Radiosensibilité intrinsèque



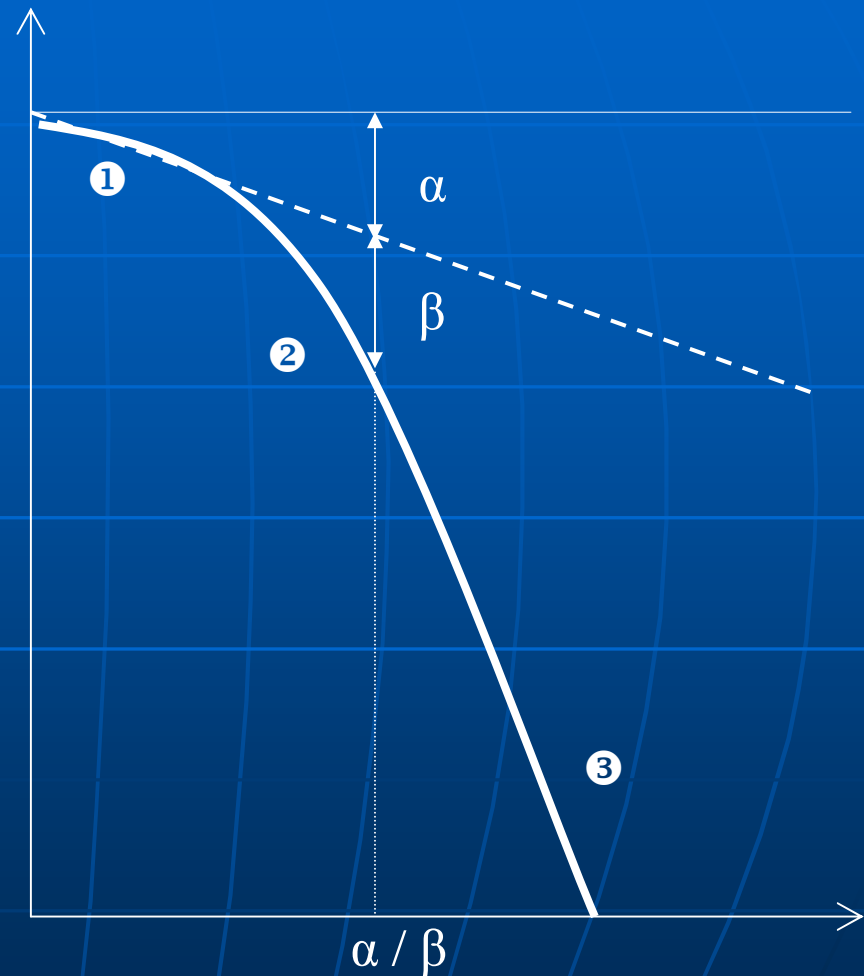
❶ Lésions létales (courbe linéaire) $SF = e^{-\alpha D}$

❷ Lésions sublétales, systèmes de réparations enzymatiques (épaulement) $SF = e^{-(\alpha D + \beta D^2)}$

❸ Saturation des systèmes enzymatiques

Radiosensibilité intrinsèque

- α / β : dose pour laquelle la fraction de cellules mortes par lésion létale (α) équivaut à la fraction de cellules mortes par accumulation de lésions sublétales (β)
- α / β **élevé** : tissus à faible capacité de réparation, donc relativement radiosensibles
 - Ex : 10 Gy; tumeurs radiosensibles et tissus à réponse précoce
- α / β **faible** : tissus à forte capacité de réparation, donc relativement radiorésistants
 - Ex : 3 Gy; glioblastome, mélanome et tissus à réponse tardive (SNC, tissu sous-cutané)



FACTEUR TEMPS

- Etallement et fractionnement:
 - Restauration cellulaire (réparation des lésions sub-létales) des cellules saines (et tumorales)
 - Repopulation des cellules saines (et tumorales)
 - Réoxygenation des cellules hypoxiques
- Effet différentiel

La repopulation et la restauration tumorale entre chaque fraction oblige en contre partie à augmenter la dose totale pour obtenir l'effet tumoricide

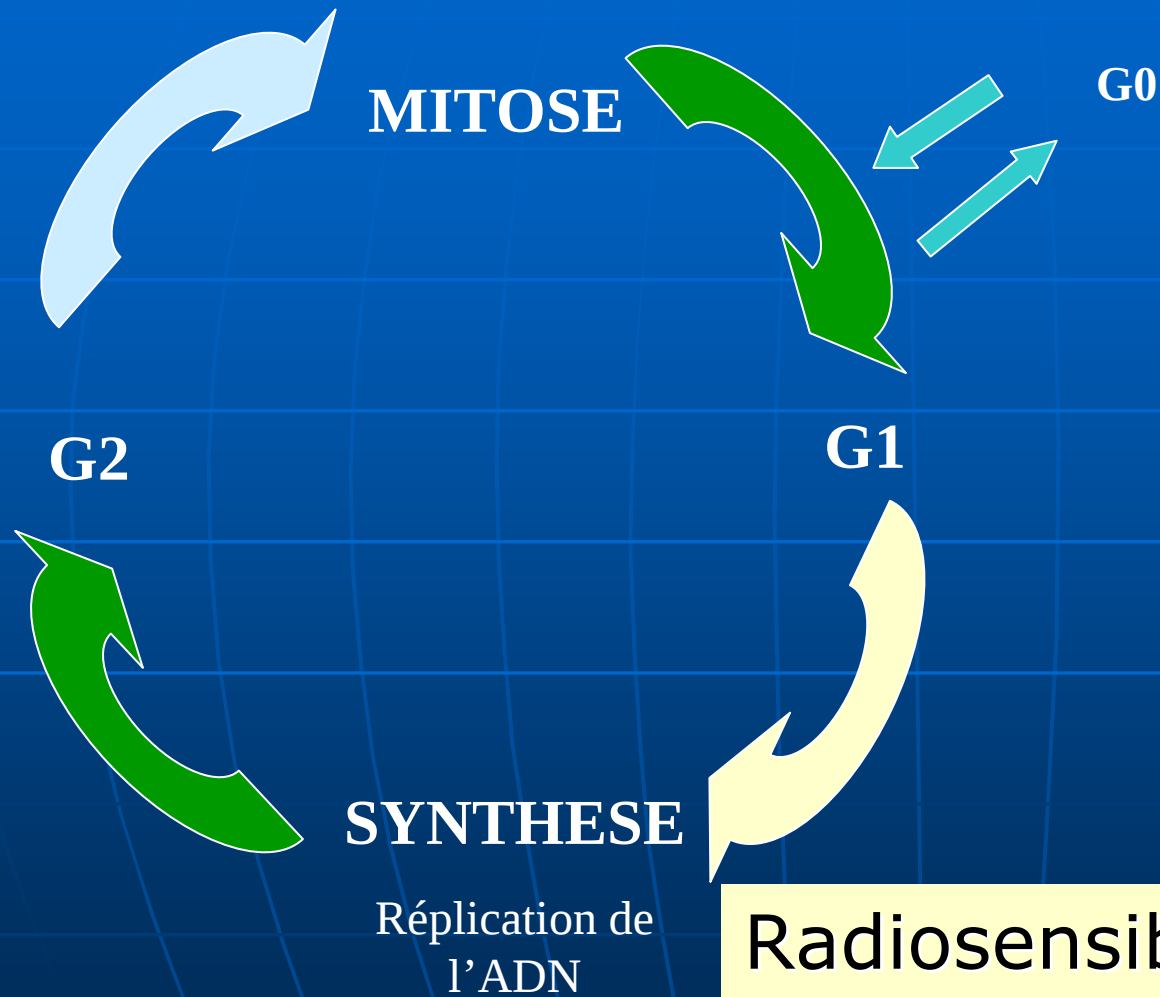
Effet oxygène

- Potentialisation des rayonnements ionisant par formation de **molécules hyperoxygénées** toxiques résultant de la combinaison de l'O₂ avec les radicaux libres (peroxydes: R₁OOR₂, hydroperoxydes: ROOH)

Effet oxygène

- Vascularisation tumorale anarchique :
 - Approvisionnement en oxygène irrégulier
 - Cellules intratumorales hypoxiques radiorésistantes
- L'étalement favorise la réoxygénation des cellules hypoxiques (angiogénèse)
- Augmentation de la radiosensibilité:
 - Oxygénothérapie hyperbare
 - Rayonnements à TEL élevé (neutrons, ions lourds)
 - Radiosensibilisateurs : nitro-imidazolés, chimio (CDDP, 5FU, Mitomycine, Hydroxyurée...)
 - Transfusions sanguines

Cycle cellulaire



Radiosensibilité maximale en
phase G2 et M

Température

- Hyperthermie létale pour la cellule si $> 42^{\circ}$
- L'hyperthermie diminue la réparation des lésions sublétales
- Effet synergique de l'hyperthermie

Les 5 R de la radiothérapie

- Facteurs influençant la réponse de la tumeur et des tissus sains à la radiothérapie fractionnée:
 - Réparation ☹
 - Réarrangement dans le cycle ☺
 - Repopulation ☹
 - Réoxygénation ☺
 - Radiosensibilité ☺

PRINCIPES RADIOBIOLOGIQUES

- **But principal** → administrer la dose voulue à la T en ne délivrant aux organes sains de voisinage que les doses tolérables.
- **Ecueil principal** → cellules saines aussi atteintes que les cellules T par le faisceau d'irradiation.

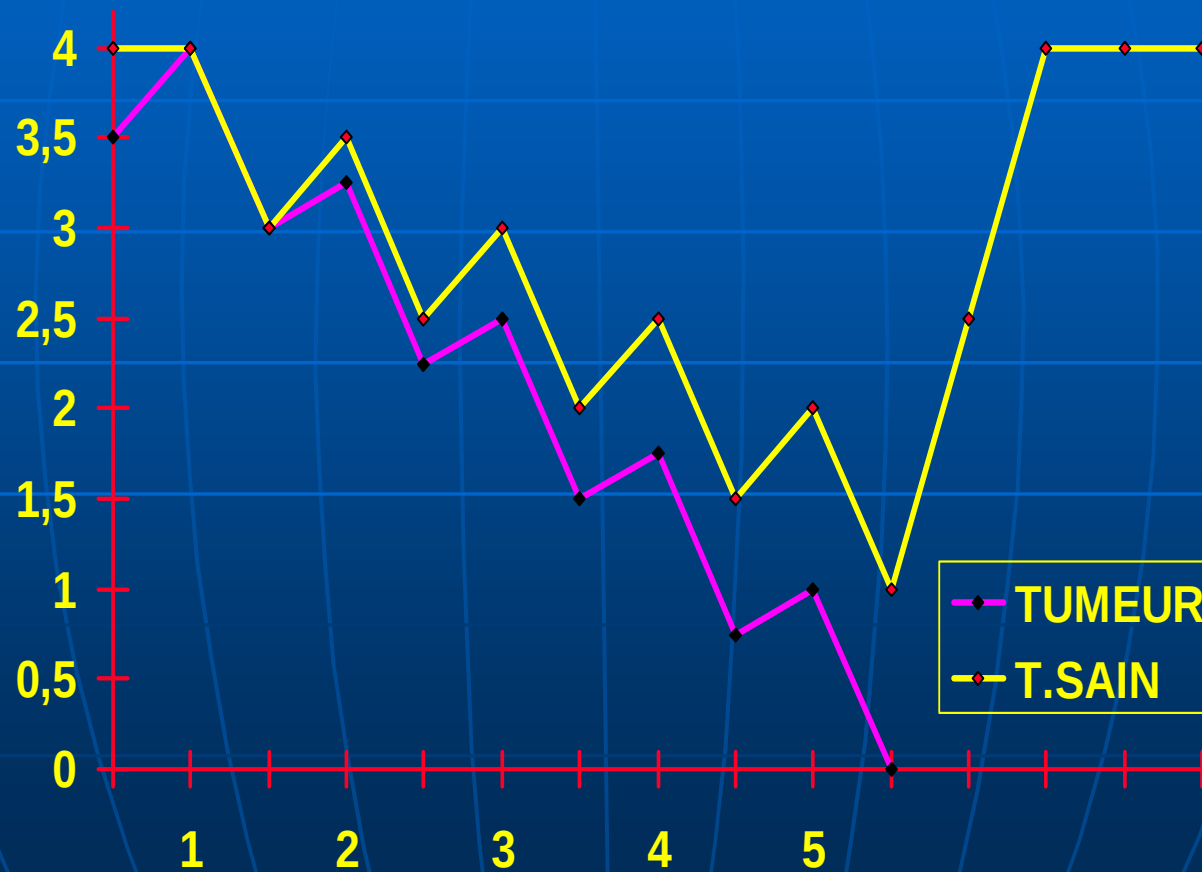
Effet différentiel

- Un tissu sain répare et prolifère plus vite qu'un tissu tumoral dans la plupart des cas.
- Intérêt de laisser le temps au tissu sain de compenser la perte tumorale et de réparer ⇒ **fractionnement**.
- But: augmenter la sensibilité des cellules tumorales sans augmenter la toxicité.

Effet différentiel

- Effet différentiel également sur **tissus sains**:
Tissu à renouvellement rapide $\Rightarrow$ réactions aiguës.
Ex: épithélium digestif
Tissus à renouvellement lent $\Rightarrow$ réactions tardives.
Ex: tissu conjonctif, moelle épinière
- $\nearrow$ dose $\nearrow$ toxicité sur tissus à renouvellement lent $\Rightarrow$ intérêt de l'hyper-fractionnement.

Effet différentiel



LA RADIOTHERAPIE EXTERNE

En pratique

■ INDICATIONS

- À visée curative

- RTE exclusive

- ADK prostate

- RT CT concomitante

- Epidermoïde ORL

- RTE post opératoire

- CCI du sein

- RTE CT neo adjuvante

- ADK rectum (diminuer le volume tumoral)

■ INDICATIONS

- À visée palliative
 - Action antalgique
 - Meta cerebrale, meta os
 - Décompression médullaire
 - Reconsolidation osseuse
 - Hémostatique
 - Réduction tumorale

CONTRE-INDICATIONS A LA RADIOThERAPIE

- altération de l'état général
- grossesse
- immobilisation impossible
- anomalie de la NFS:
 - anémie importante ($Hb < 8 \text{ g}$)
 - leucocytes $< 3000 \text{ mm}^3$
 - plaquettes $< 80000 \text{ mm}^3$
- fièvre: $t > 38.5^\circ$
- cicatrisation incomplète après chirurgie
- infarctus , ulcère gastrique

DEROULEMENT GENERAL D'UN TRAITEMENT PAR RADIOTHERAPIE

- **CONSULTATION INITIALE**
 - EXAMEN CLINIQUE
 - EXAMENS COMPLEMENTAIRES EVENTUELS
 - EXPLICATION DU TRAITEMENT
- **SIMULATION ou REPERAGE**
- **SCANNER DOSIMETRIQUE**
- **REALISATION DE LA DOSIMETRIE**
- **PREMIERE SEANCE DE TRAITEMENT**
 - CONTRÔLE DE LA MISE EN PLACE DU PATIENT
 - VERIFICATION DES FEUILLES DE PRESCRIPTION ET DE CALCUL
 - REALISATION DE GAMMAGRAPHIES OU DE PORTAL IMAGING → VÉRIFICATION DES FAISCEAUX
- **VISITE MEDICALE HEBDOMADAIRE**

1. CONSULTATION INITIALE RADIOTHERAPEUTE



6. VISITE MEDICALE HEBDOMADAIRE

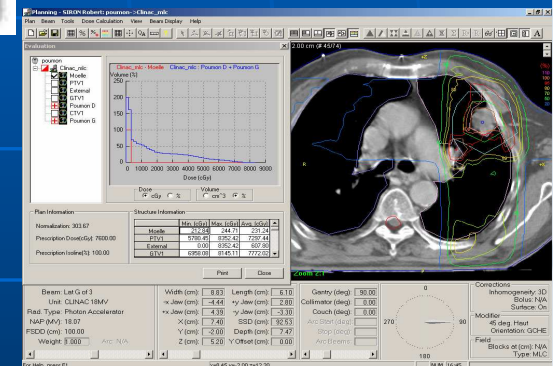
2. SIMULATION



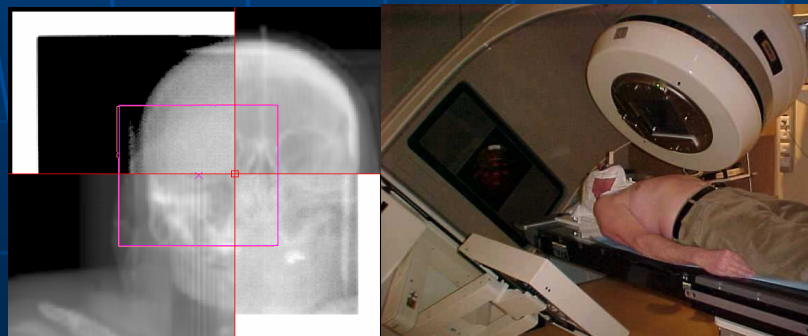
3. SCANNER DOSIMETRIQUE



4. DOSIMETRIE



5. TRAITEMENT



SIMULATION

SIMULATION SCANNER DOSIMETRIQUE

- A jeun
- Urée creat
- Pas d'allergie
- Préparation antalgique si besoin
- Zone à irradier nue
- Si cancer VADS
 - Cs stomato
 - Remise en état
 - Gouttieres fluorées
 - Cs Dietéticienne



SIMULATION SCANNER DOSIMETRIQUE

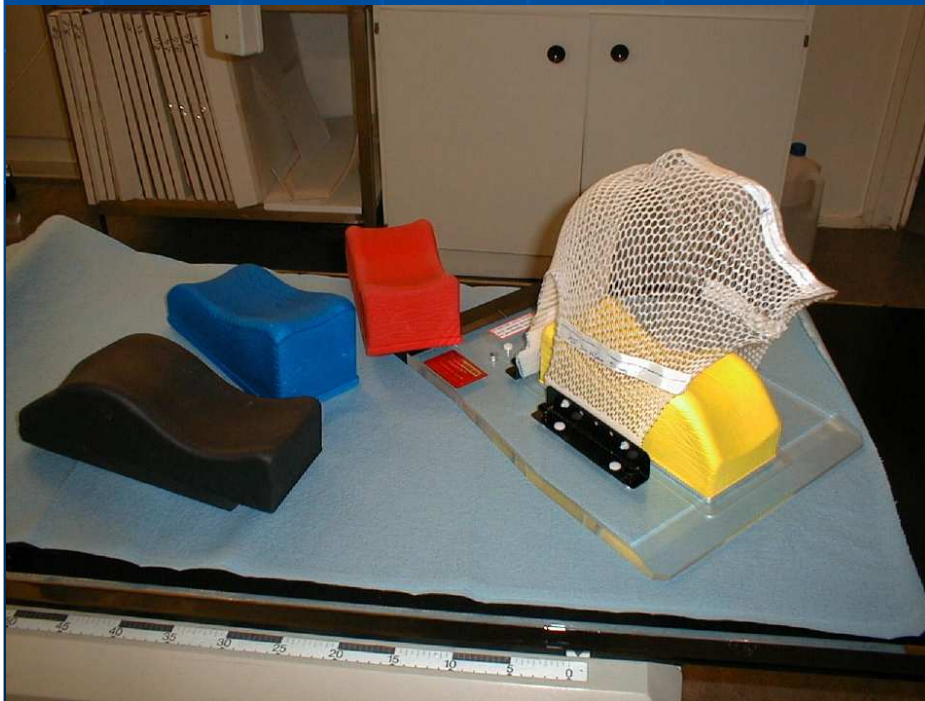
- Positionnement du patient: confortable et reproductible
- Moyens de contention: immobilisation
- Scanner dosimétrique en coupes fines
- Contourage direct des volumes
- Positionnement de l'isocentre sur tumeur, d'une 1ère balistique
- Relevé des paramètres de l'irradiation, tatouage de repères cutanés



Systemes de contention



CONTENTIONS



DEFINITION DU PLAN DE TRAITEMENT

Partie médicale

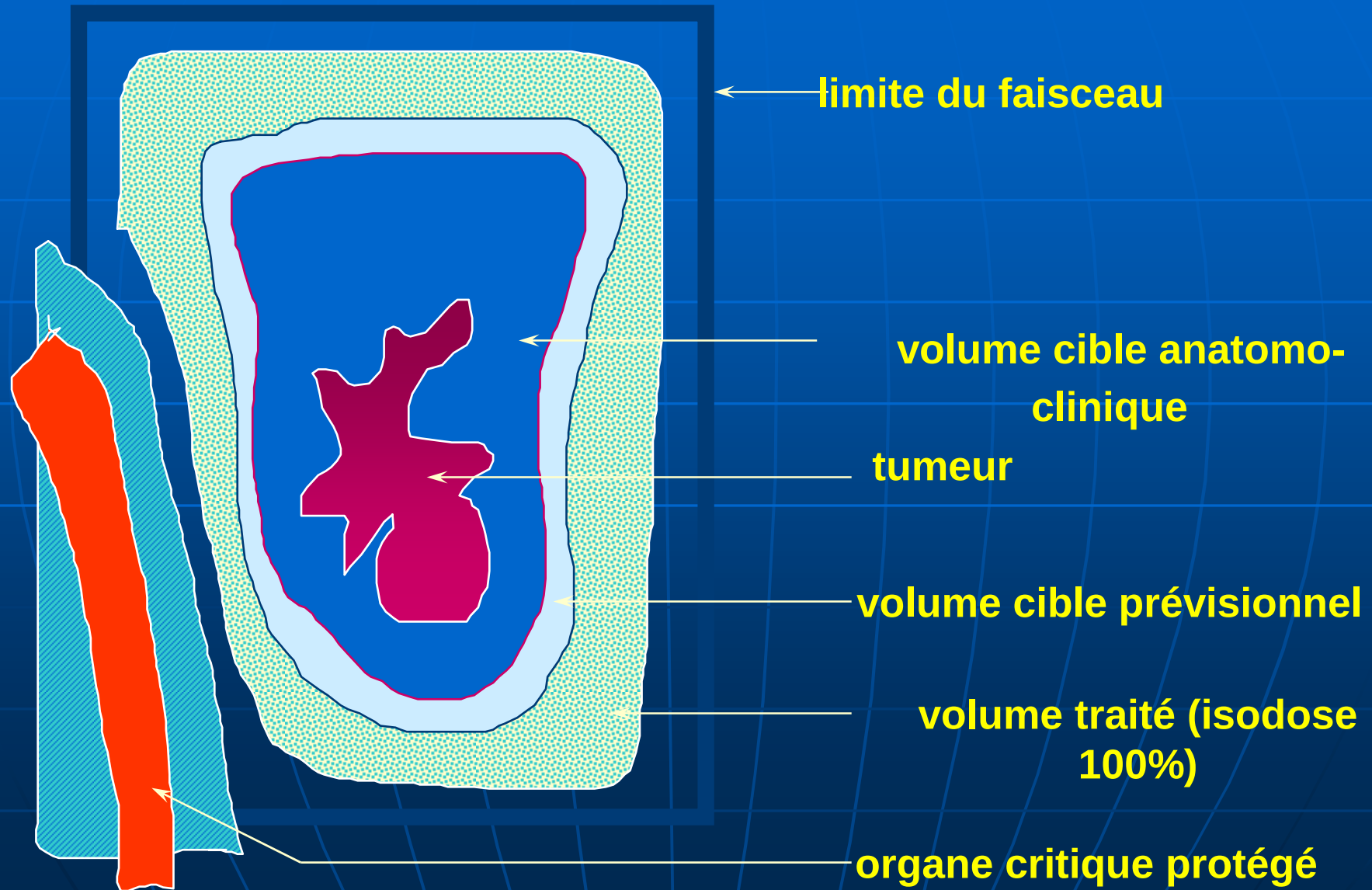
CHOIX DES VOLUMES

- **GTV: Gross Tumor Volume**
 - ⇒ Volume tumoral macroscopique
- **CTV: Clinical Target Volume**
 - ⇒ Volume cible anatomo-clinique
 - ⇒ Vol. T macro + micro (suspicion d'envahissement)
- **PTV: Planning Target Volume**
 - ⇒ Volume cible prévisionnel
 - ⇒ Marges de sécurité (mouvements respiratoires du patient, mouvements internes des organes, problème de repositionnement...)

Choix des volumes

- Marges de technique physique
 - ⇒ $\neq$ selon le rayonnement, l'énergie et le nombre de champs utilisés
- Organes à risques
 - ⇒ ME, poumons, cœur...

EXEMPLE DE CHAMP D'IRRADIATION



- Dose totale
- Nb de fractions
- Technique d'irradiation
- Dose par fraction
- +/- radio sensibilisant

DEFINITION DU PLAN DE TRAITEMENT

Partie physicien

DOSIMETRIE

Type de rayonnement.

Energie de rayonnement

Balistique

Type de rayonnement

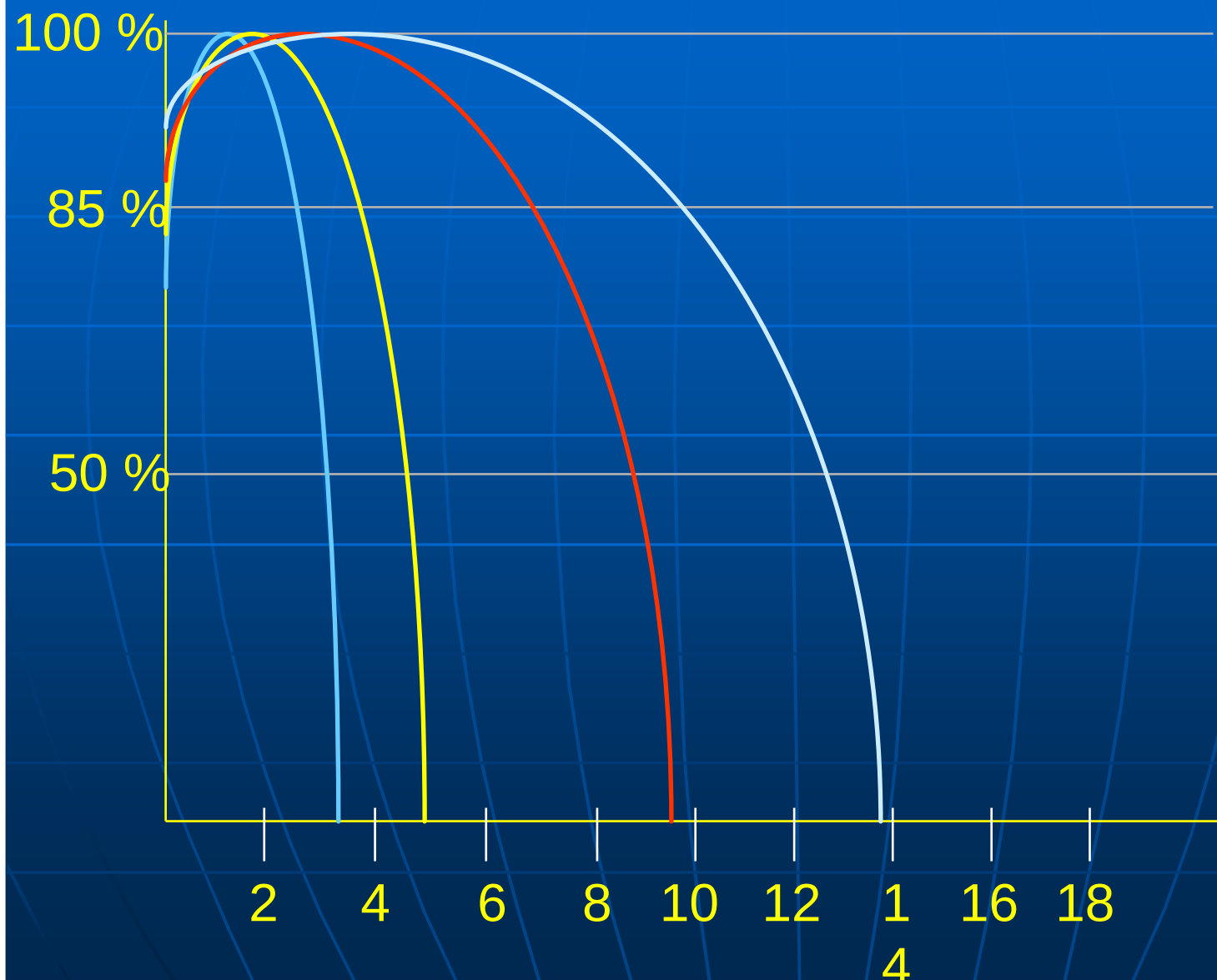
- Photons X ou γ
- Électrons
- Neutrons
- Protons

Energie de rayonnement

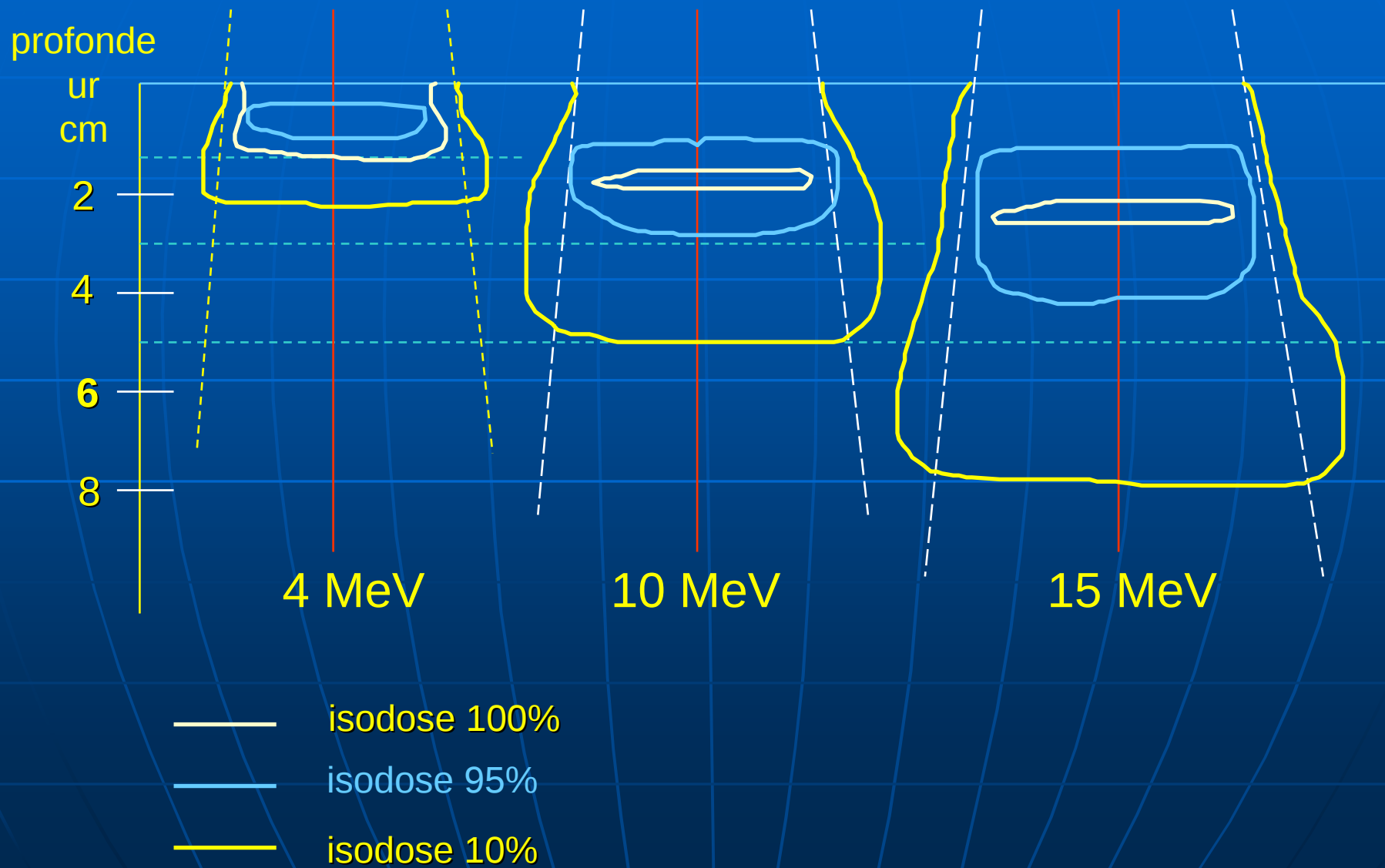
- Notion de rendement en profondeur
- Plus le rayonnement est énergétique, plus son trajet en profondeur est important

	100%(mm)	-3cm	-5cm	-10cm
6MV	15	95%	85	70
15MV	25	100	90	75
25MV	35	99	97.5	85

RENDEMENT EN PROFONDEUR DES PHOTONS

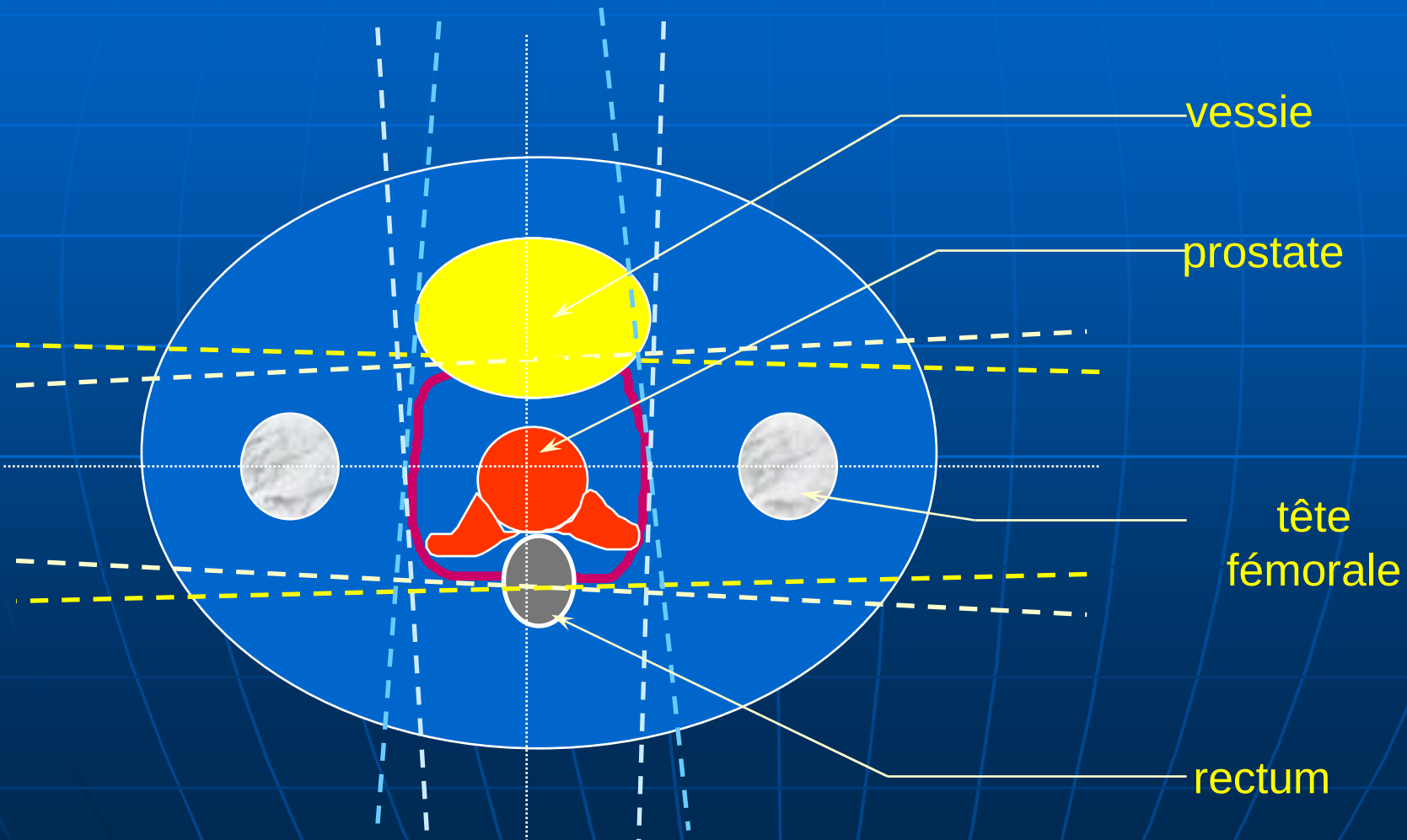


RENDEMENT EN PROFONDEUR DES ELECTRONS



IRRADIATION D'UN CANCER DE LA PROSTATE

Technique 4 champs



Anatomy Modeling : [02012049] : poumon

Anatomy Edit Contour Tools Utilities Help



-2.50 cm (# 46/74)

+Z



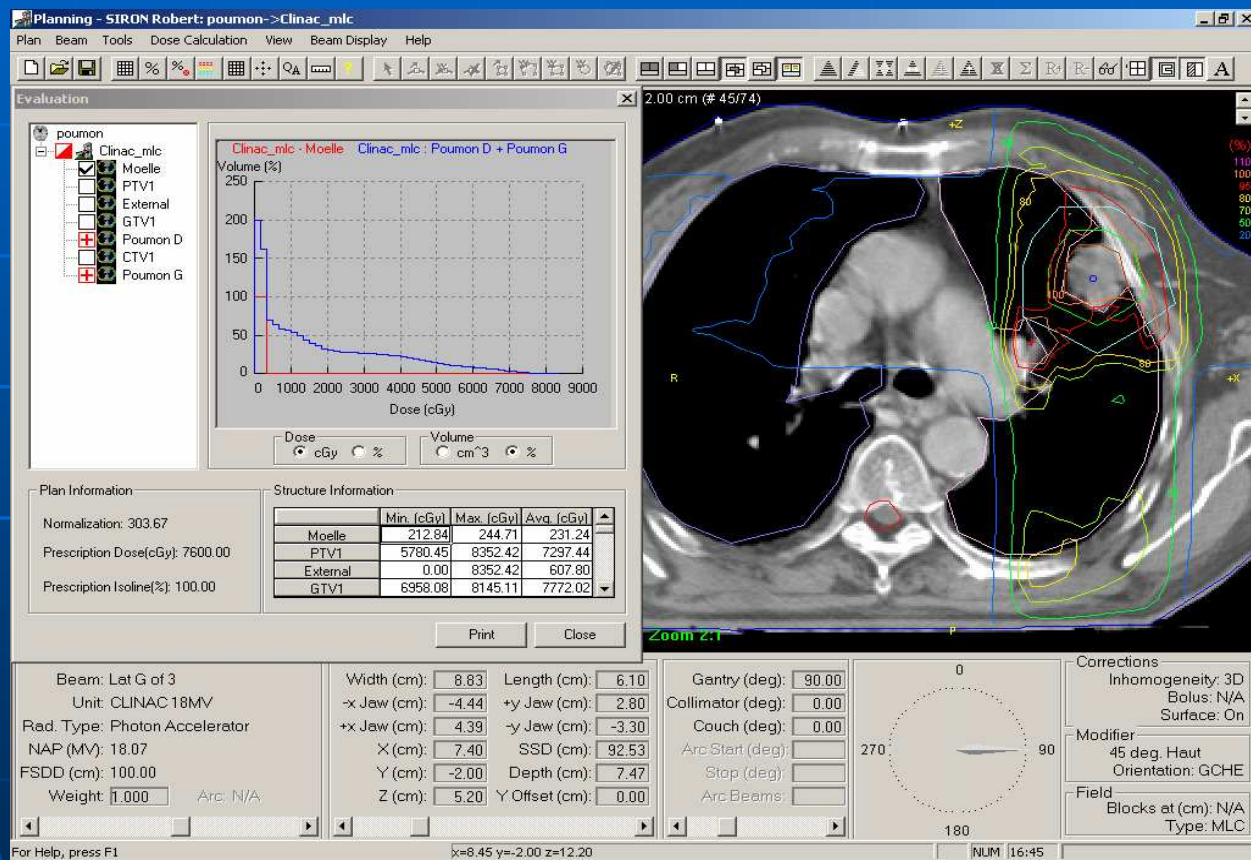
SCANNER DOSIMETRIQUE

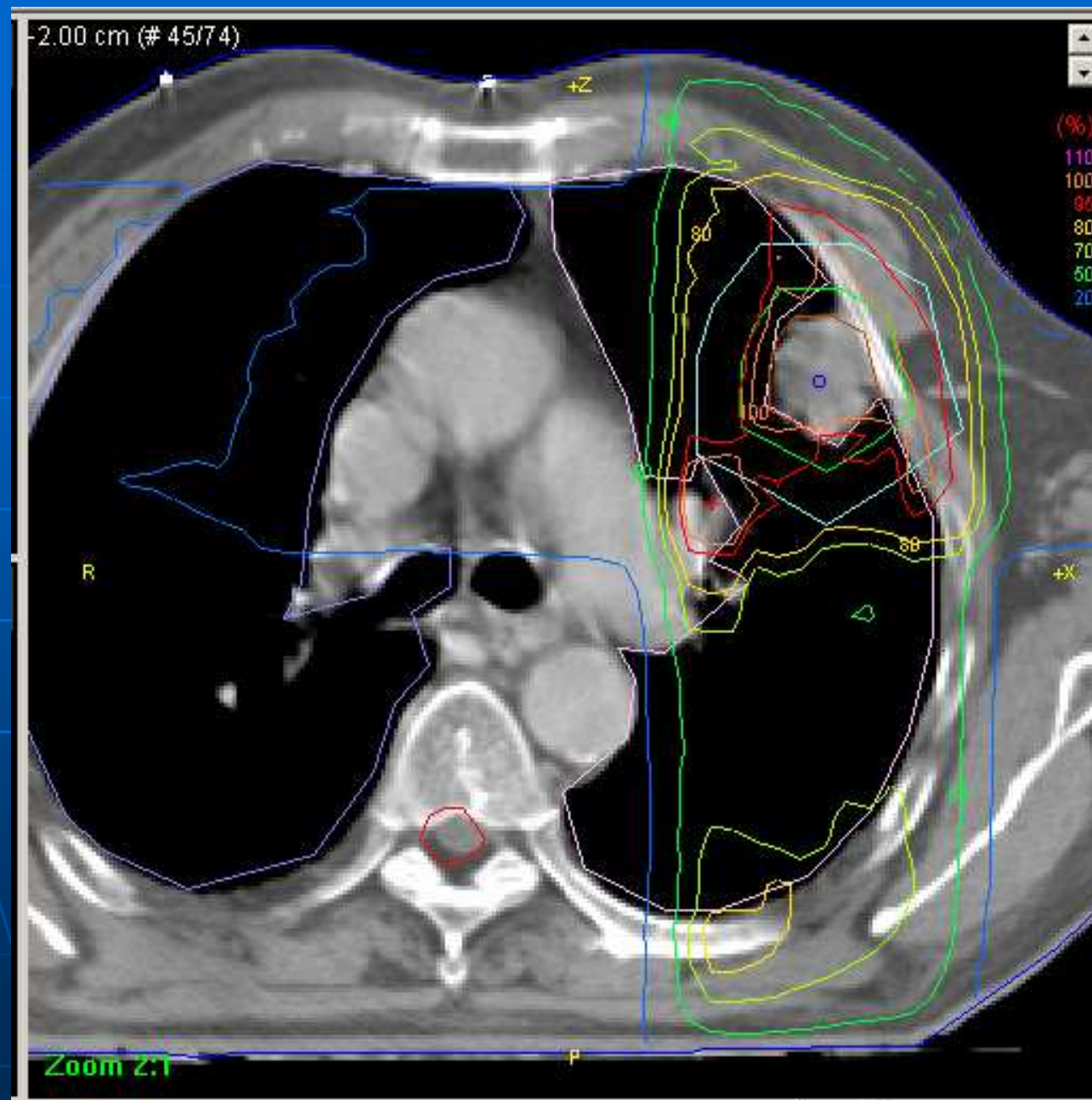


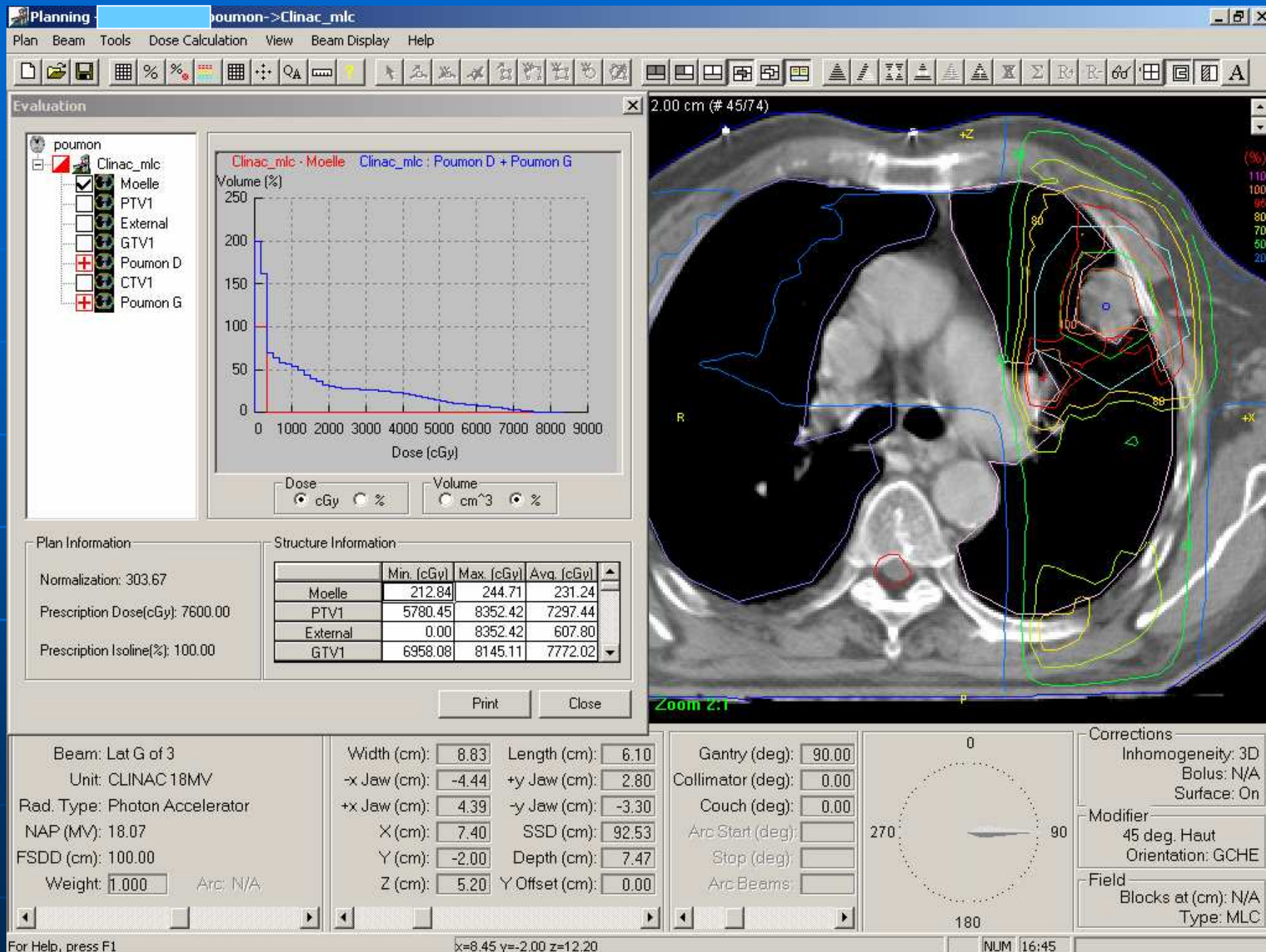
Organes à risques:

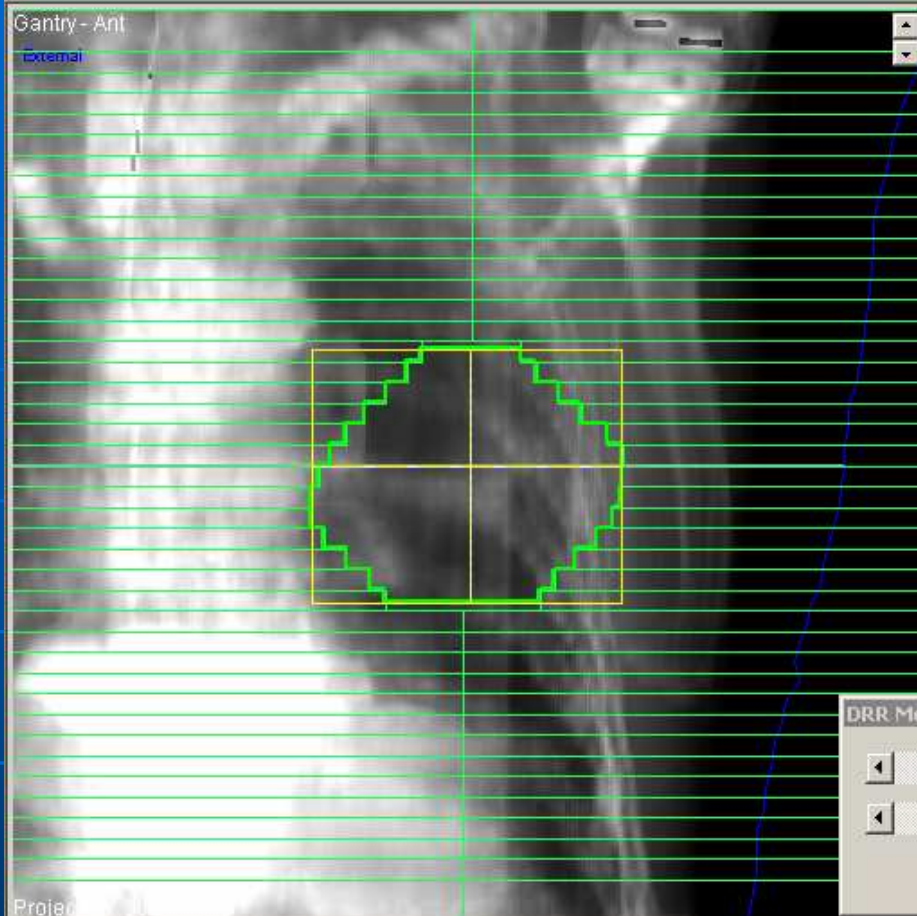
- Poumon D
- Poumon G
- Moëlle épinière

DOSIMETRIE









DRR Mean and Window

Mean: -504

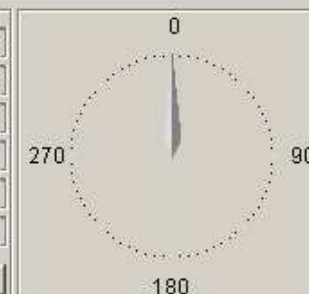
Window: 707

Apply Close

Beam: Ant of 3
Unit: CLINAC18MV
Rad. Type: Photon Accelerator
NAP (MV): 18.07
FSDD (cm): 100.00
Weight: 1.000 Arc: N/A

Width (cm):	7.49	Length (cm):	6.10
-x Jaw (cm):	-3.80	+y Jaw (cm):	2.80
+x Jaw (cm):	3.69	-y Jaw (cm):	-3.30
X (cm):	7.40	SSD (cm):	93.44
Y (cm):	-2.00	Depth (cm):	6.56
Z (cm):	5.20	Y Offset (cm):	0.00

Gantry (deg):	0.00
Collimator (deg):	0.00
Couch (deg):	0.00
Arc Start (deg):	
Stop (deg):	
Arc Beams:	



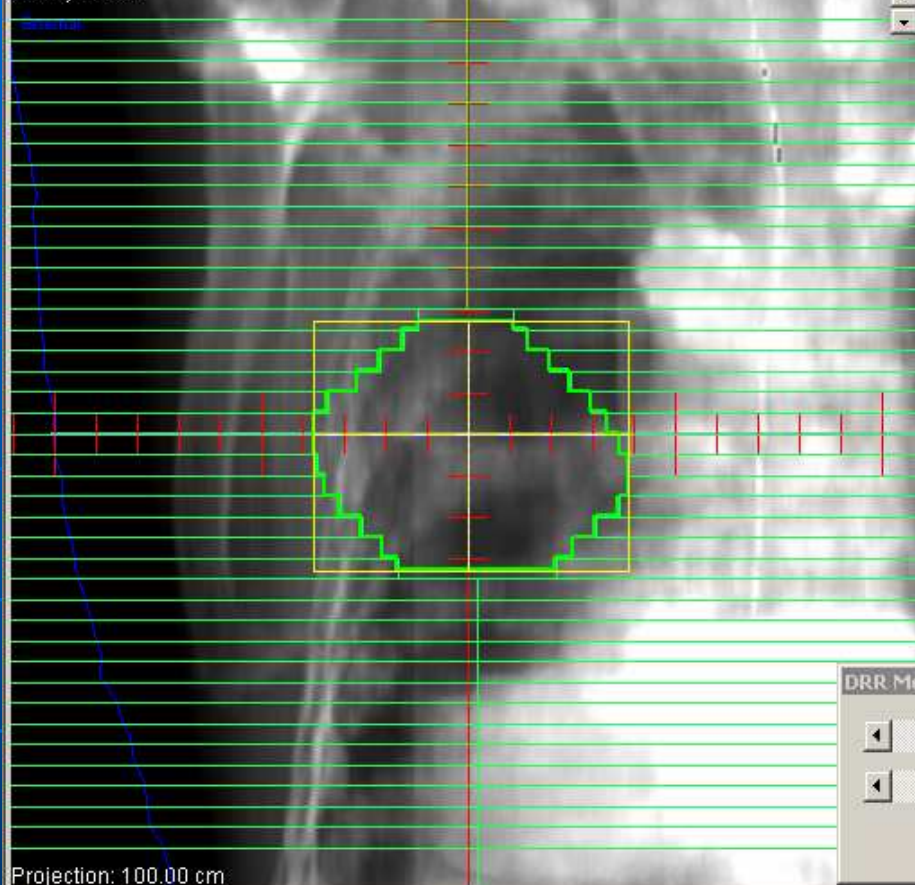
Corrections
Inhomogeneity: 3D
Bolus: N/A
Surface: On

Modifier
45 deg. Haut
Orientation: DROIT

Field
Blocks at (cm): N/A
Type: MLC

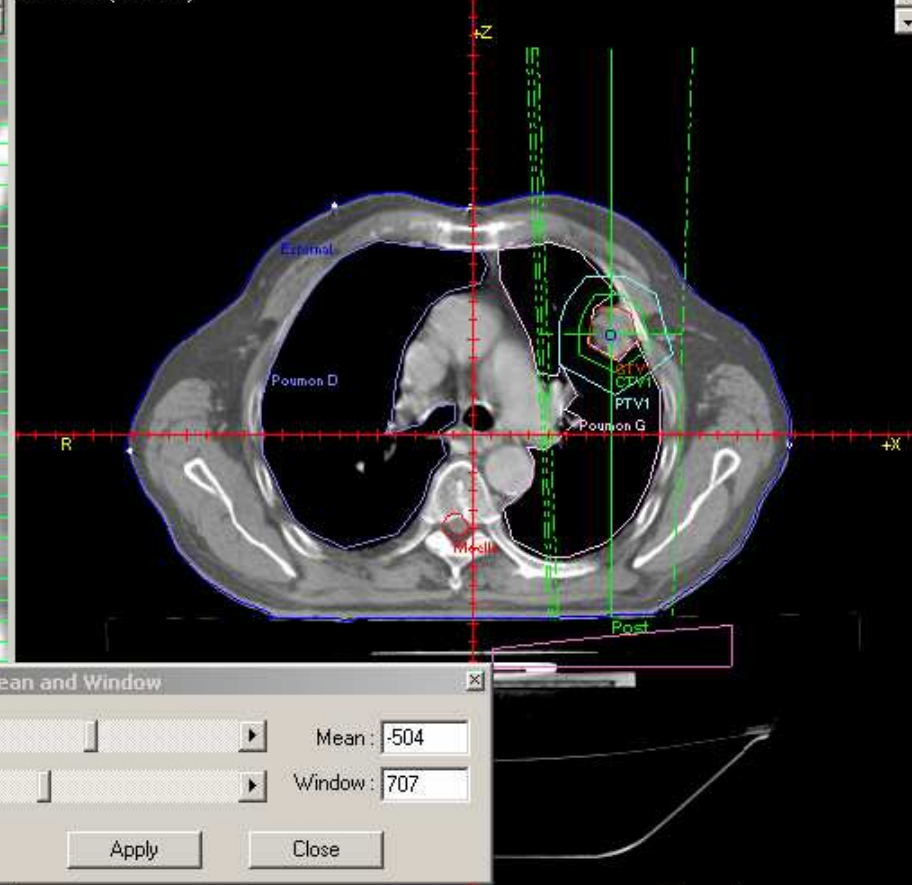


Gantry - Post



Projection: 100.00 cm

-2.00 cm (# 45/74)



DRR Mean and Window

Mean: -504
Window: 707

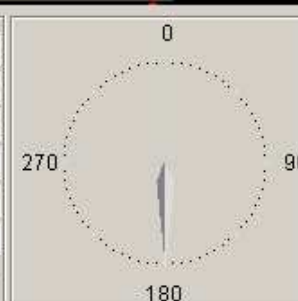
Apply

Close

Beam: Post of 3
Unit: CLINAC18MV
Rad. Type: Photon Accelerator
NAP (MV): 18.07
FSDD (cm): 100.00
Weight: 1.000 Arc: N/A

Width (cm):	7.60	Length (cm):	6.00
-x Jaw (cm):	-3.70	+y Jaw (cm):	2.70
+x Jaw (cm):	3.90	-y Jaw (cm):	-3.30
X (cm):	7.40	SSD (cm):	85.17
Y (cm):	-2.00	Depth (cm):	14.83
Z (cm):	5.20	Y Offset (cm):	0.00

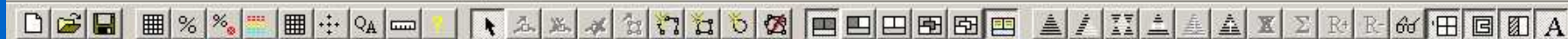
Gantry (deg):	180.00
Collimator (deg):	0.00
Couch (deg):	0.00
Arc Start (deg):	
Stop (deg):	
Arc Beams:	



Corrections
Inhomogeneity: 3D
Bolus: N/A
Surface: On

Modifier
30 deg. Haut
Orientation: GCHE

Field
Blocks at (cm): N/A
Type: MLC



Gantry - Lat G



Projection: 100.00 cm

-2.00 cm (# 45/74)



DRR Mean and Window

Mean: -452
Window: 1052

Apply

Close

Beam: Lat G of 3

Unit: CLINAC 18MV

Rad. Type: Photon Accelerator

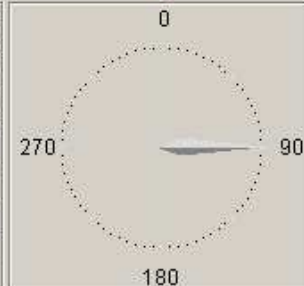
NAP (MV): 18.07

FSDD (cm): 100.00

Weight: 1.000 Arc: N/A

Width (cm):	8.83	Length (cm):	6.10
-x Jaw (cm):	-4.44	+y Jaw (cm):	2.80
+x Jaw (cm):	4.39	-y Jaw (cm):	-3.30
X (cm):	7.40	SSD (cm):	92.53
Y (cm):	-2.00	Depth (cm):	7.47
Z (cm):	5.20	Y Offset (cm):	0.00

Gantry (deg):	90.00
Collimator (deg):	0.00
Couch (deg):	0.00
Arc Start (deg):	
Stop (deg):	
Arc Beams:	



Corrections

Inhomogeneity: 3D
Bolus: N/A
Surface: On

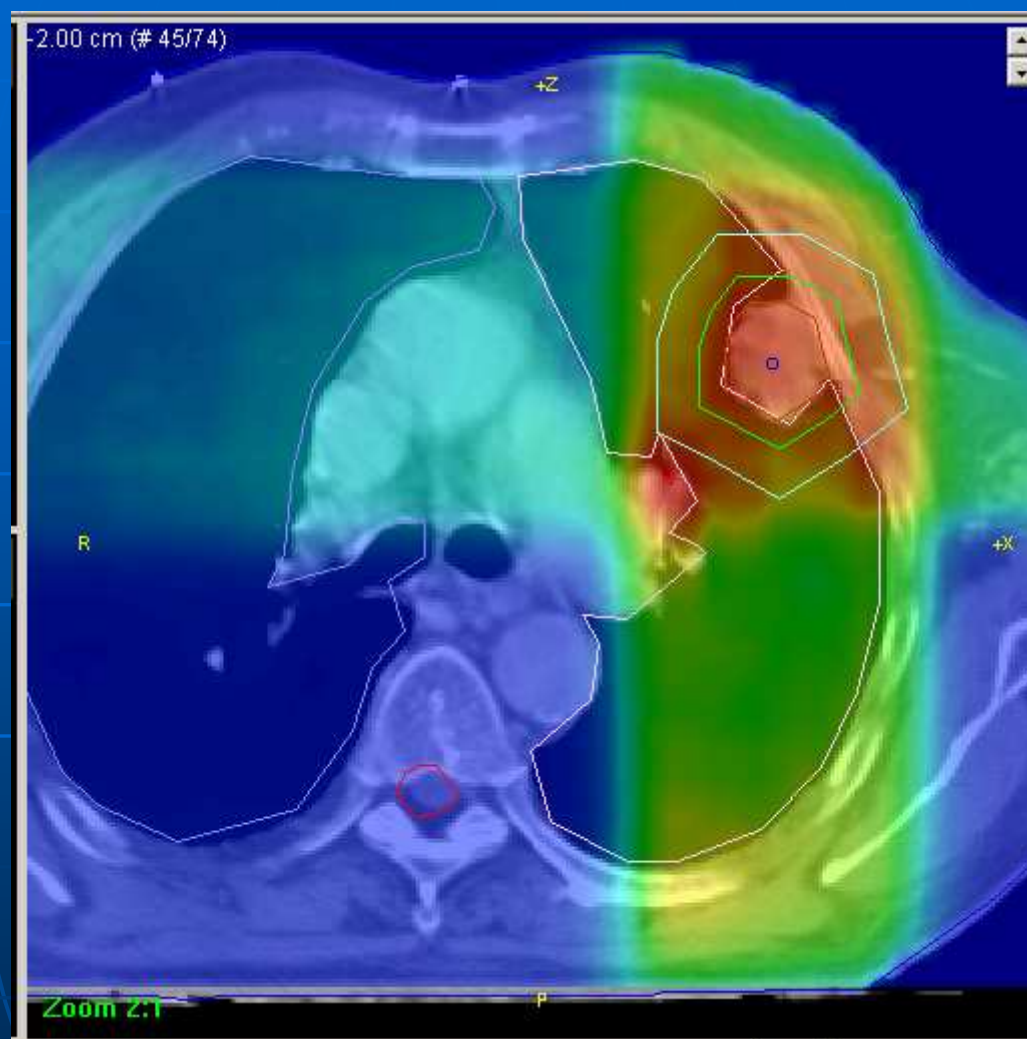
Modifier

30 deg. Haut
Orientation: GCHE

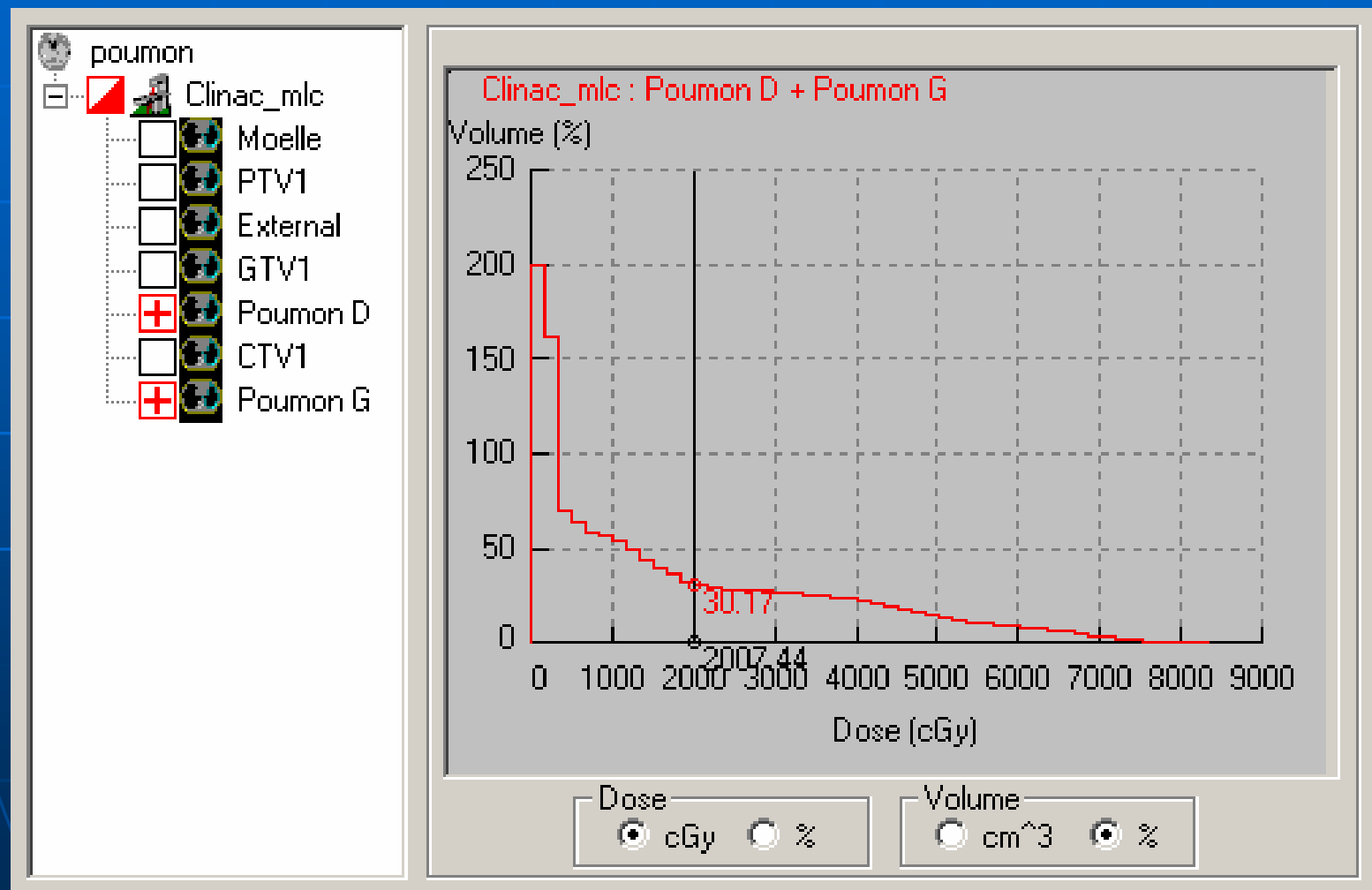
Field

Blocks at (cm): N/A
Type: MLC

VALIDATION MEDICALE DE LA PARTIE PHYSIQUE



Histogrammes Dose Volume



TRAITEMENT

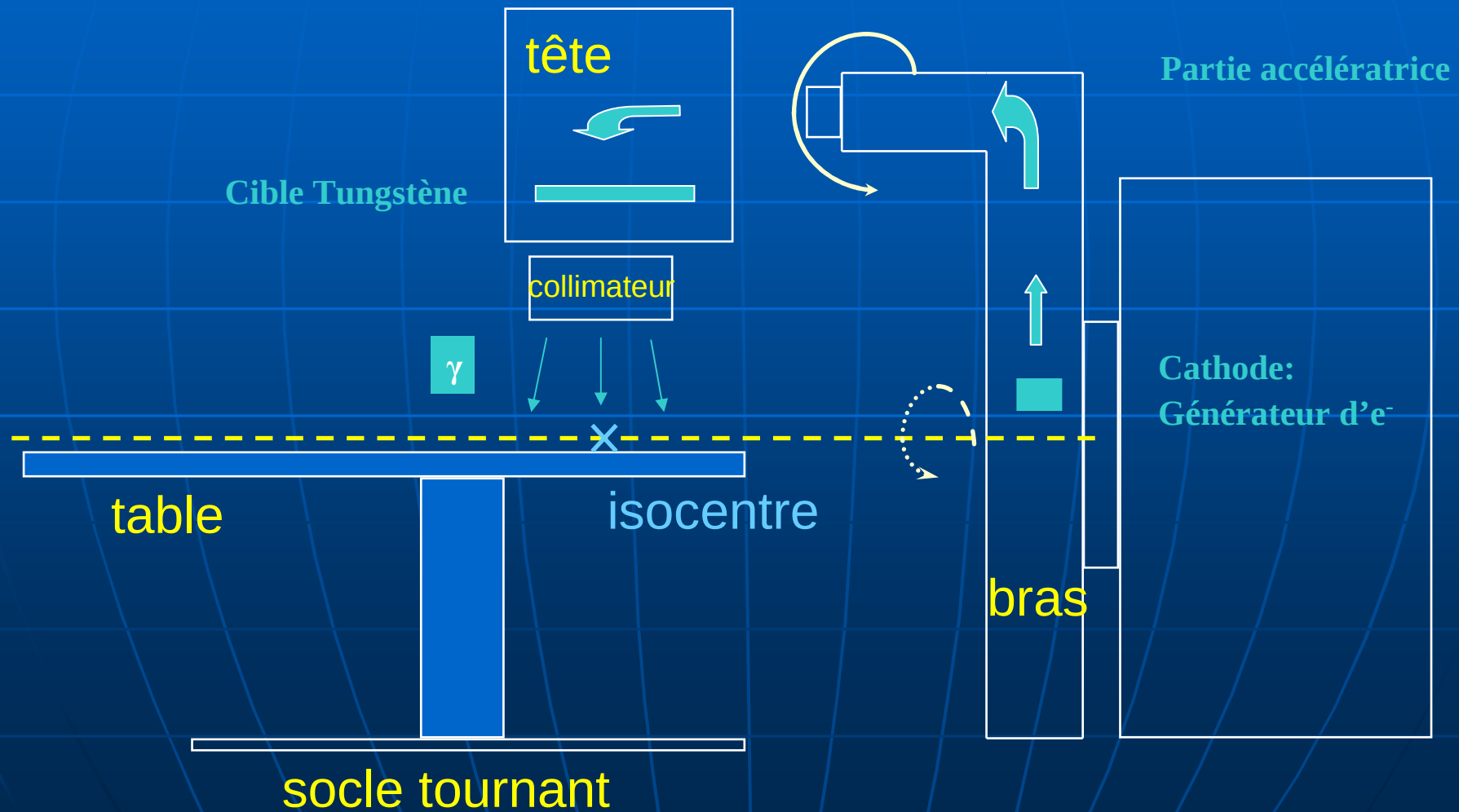


CHU Jean Minjoz
Service de Radiothérapie-Oncologie

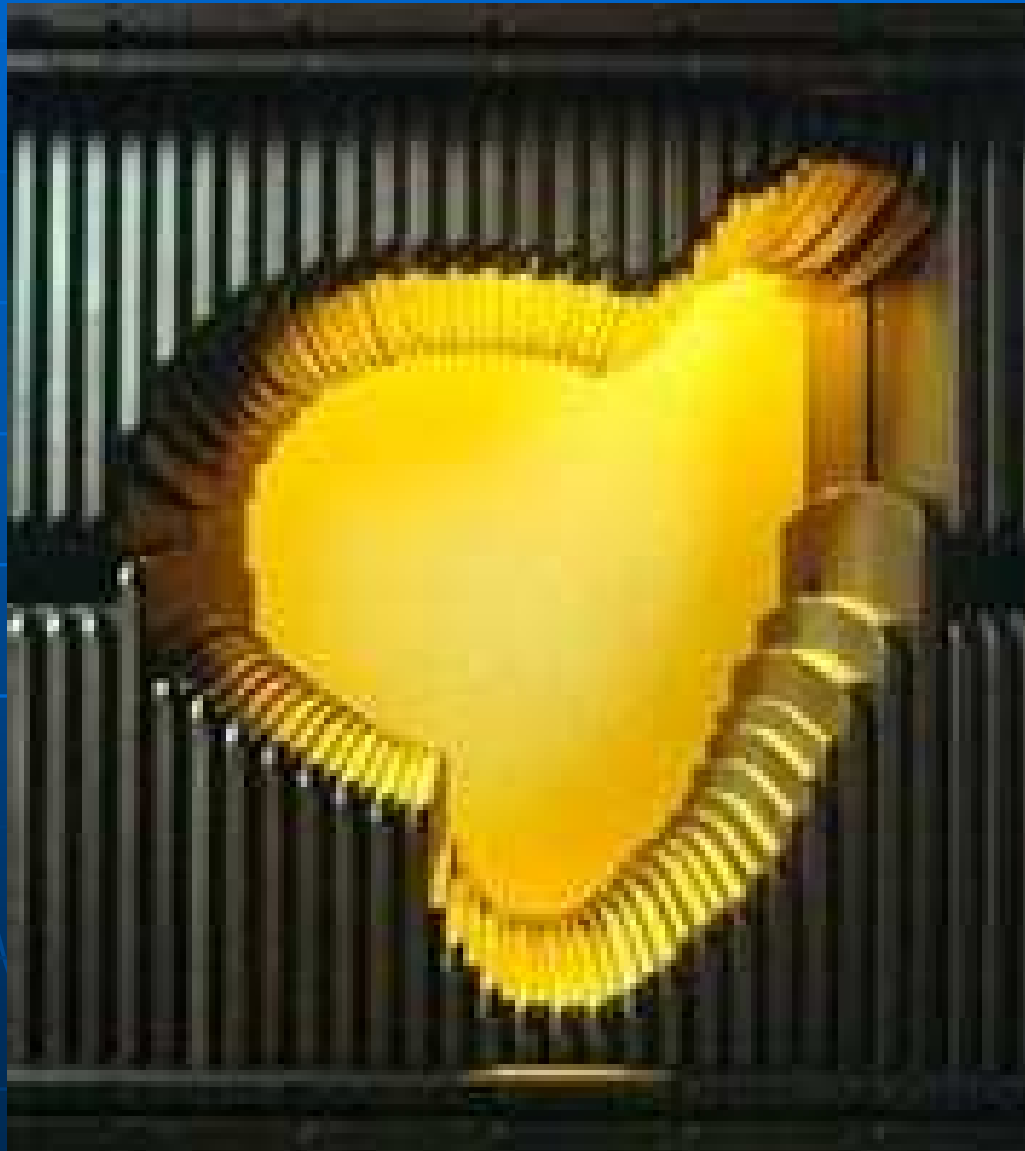
VARIAN CLINAC 2100 C/D
MLC 120 lames Millenium

5 énergies électrons (6,9,12,16,20 MeV)
2 énergies Photons (6 et 23 MV)
Equipé IMRT (module Autofield-sequencing)

SCHEMA D'UN APPAREIL DE RADIOTHERAPIE



VARIAN Multi Leaf Collimator



- 1 séance par jour
- 5 jour par semaine
 - Arrêt le WE ...
 - Pour des raisons pratiques mais aussi pour cicatrisation des tissus à renouvellement rapide
- VERIFICATION DE TOUT
 - Nom, prénom, installation, caractéristique physique

CONTENTION ET REPOSITIONNEMENT

Système de repositionnement des faisceaux par échographie

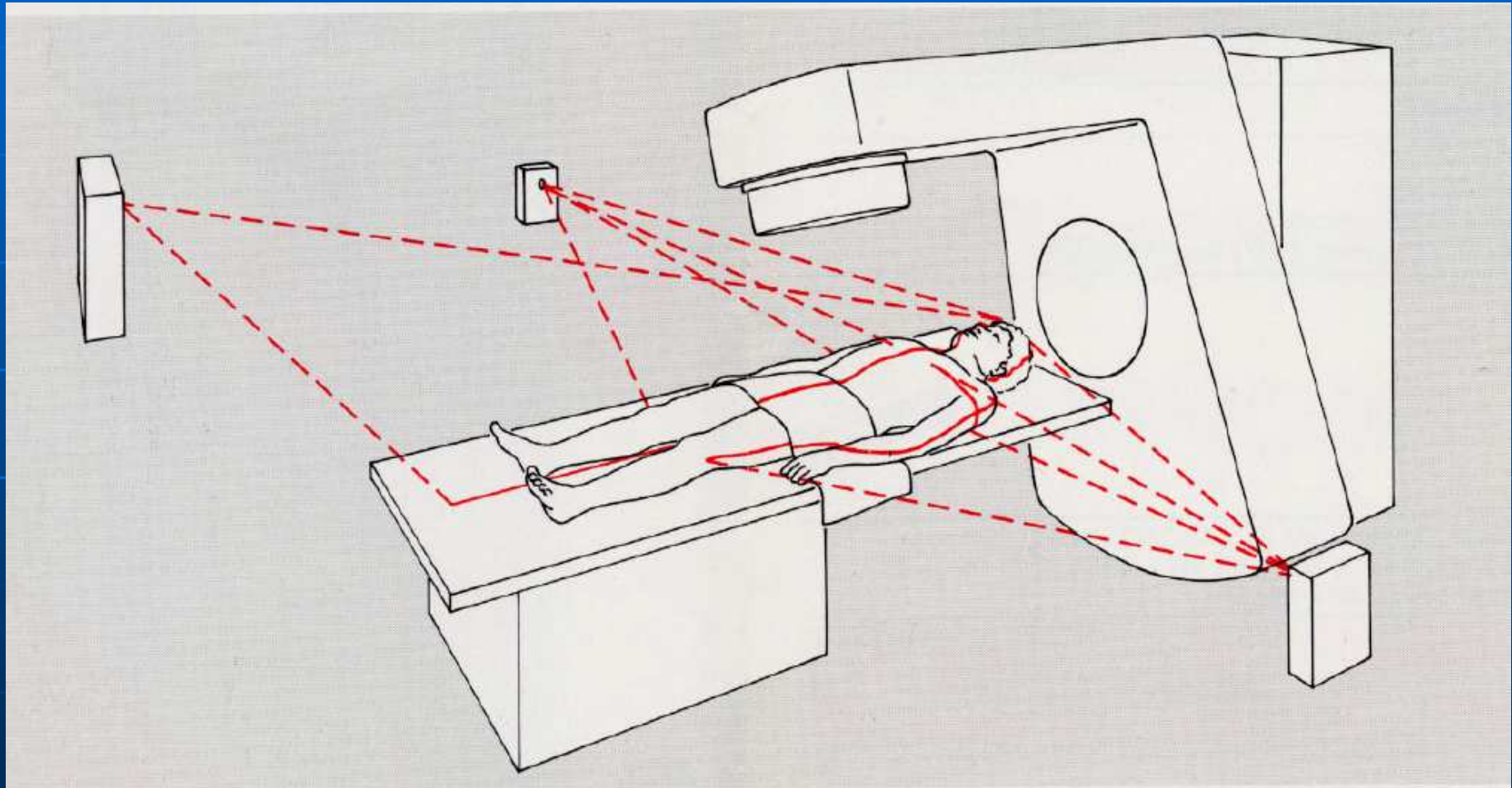
Cale
Contention



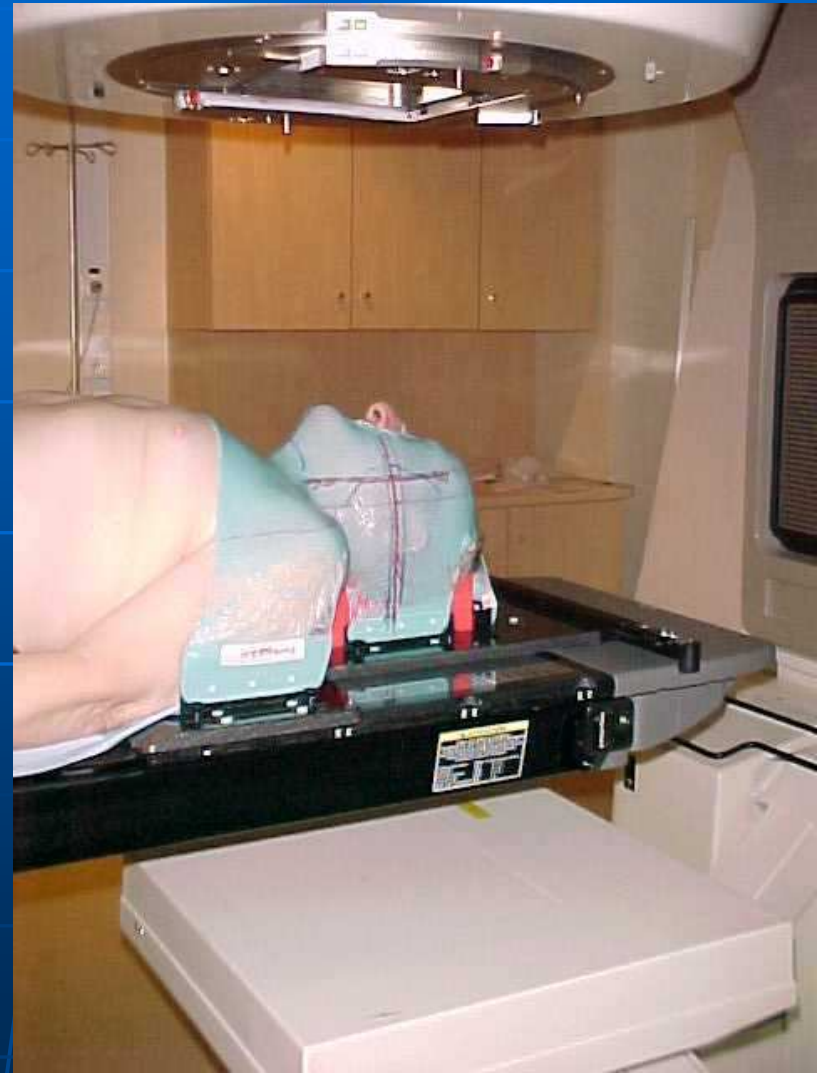
En salle



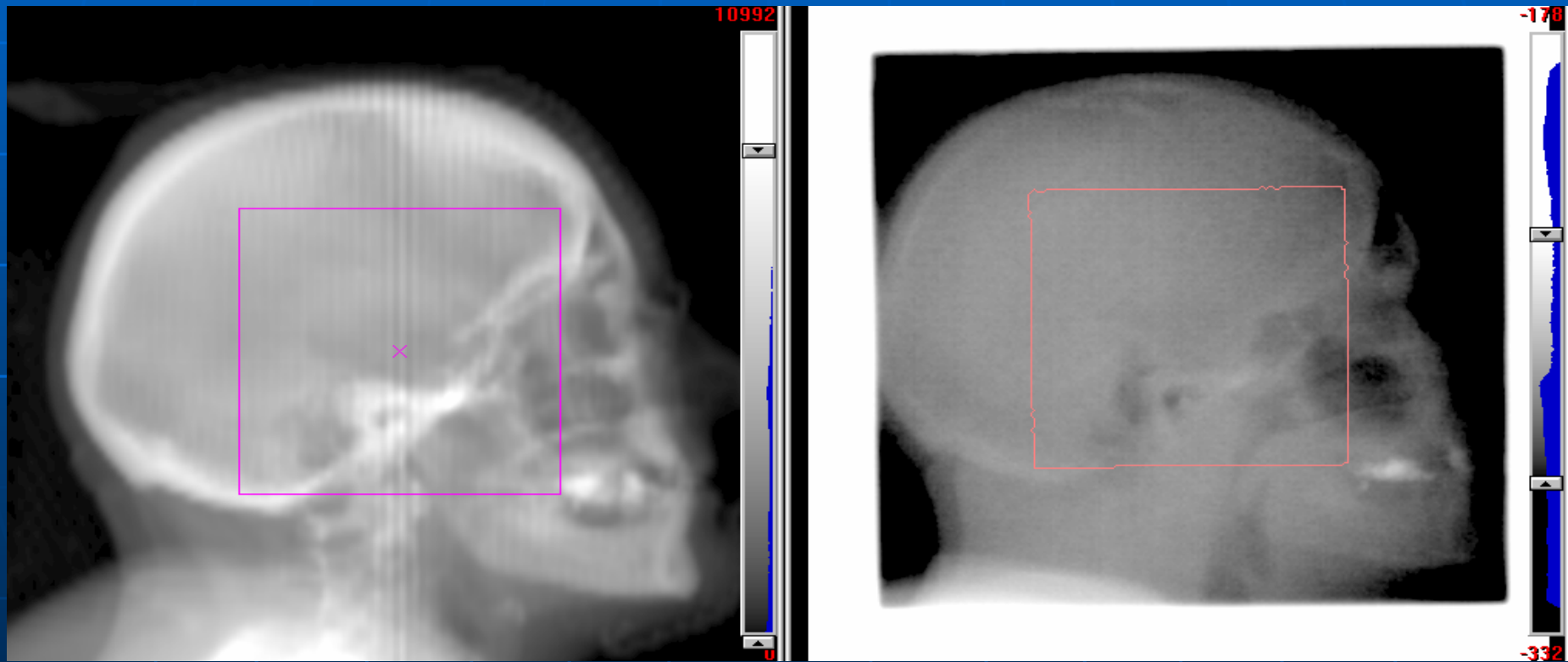
LASERS DE POSITIONNEMENT



PATIENT EN TRAITEMENT



1^{ère} étape : Contrôle par imagerie portale



- 1 consultation hebdomadaire
 - Verification +++++
 - Gestion des toxicités aiguës
- Contrôle hebdomadaire par portal
- Patient revu 4 semaines apres la RTE pour toxicités aiguës retardée
- Suivi à long terme

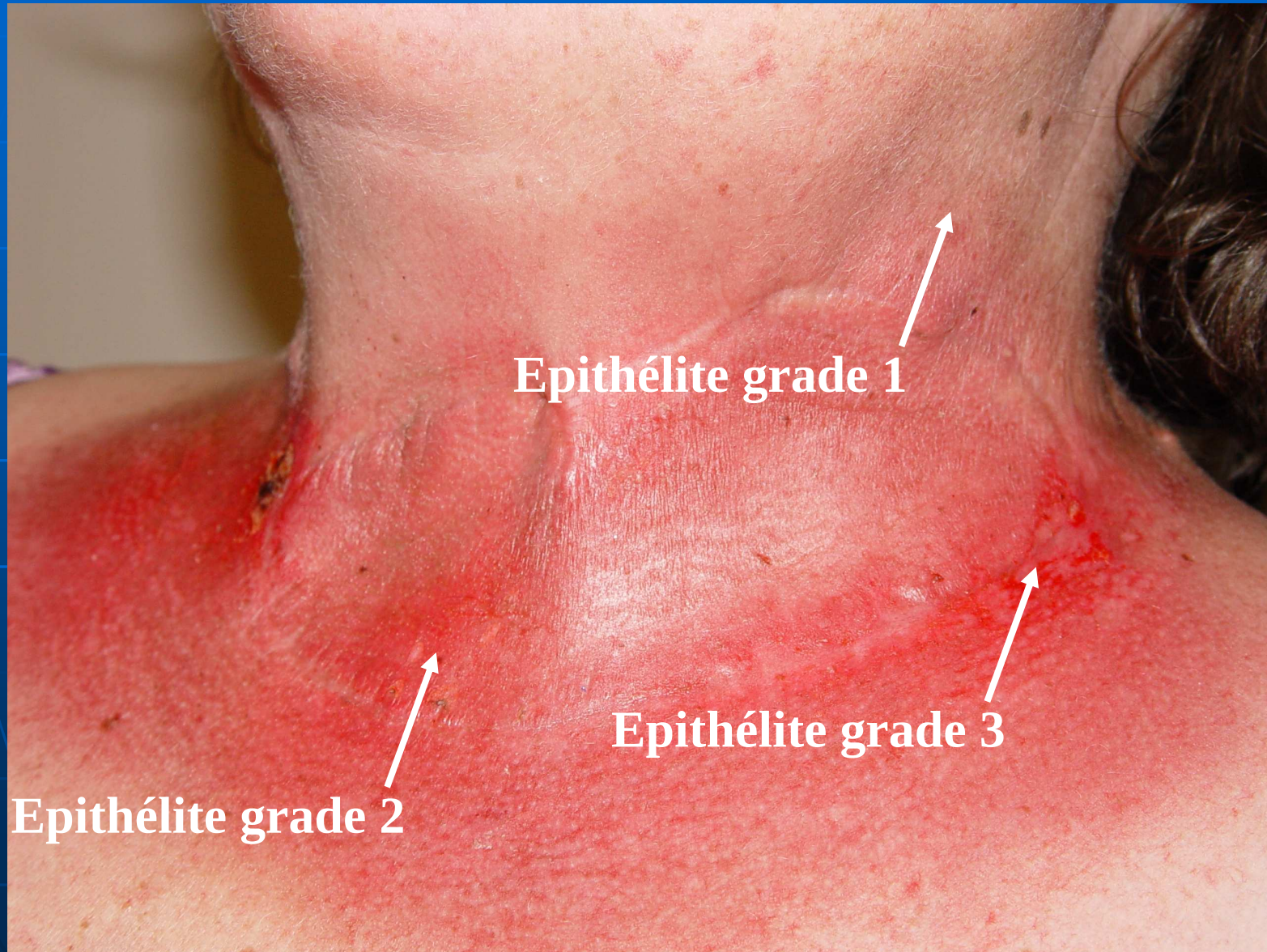
Complications

EFFETS SUR LES TISSUS SAINS (1)

REACTIONS PRECOCES

- Quelques jours à quelques semaines après début du traitement.
- Dues à la mort d'un grand nombre de cellules dans tissus à renouvellement rapide.
- Réversibles, s'estompent en quelques semaines à partir des cellules souches résiduelles.
- DOSE SEUIL: variable selon l'organe ou le tissu.
- Réactions d'autant plus sévère que la dose

TOXICITE CUTANEE ORL



TOXICITE CUTANEE SEIN



EFFETS SUR LES TISSUS SAINS (2)

REACTIONS TARDIVES

- Quelques mois à plusieurs années
- Peu réversibles
- Dues aux tissus à renouvellement lent
- Dystrophies: fibroses, atrophies, rétractions tissulaires
- DOSE SEUIL: variable selon l'organe ou le tissu.
- Constituent le facteur limitant de la radiothérapie

**TOXICITE
CUTANEE SEIN
TARDIVE**





VOIES AERO-DIGESTIVES SUPERIEURES

ŒSOPHAGE

EFFETS AIGUS

■ **Mucite aiguë** (dès la 2^{ème} semaine) → perte de poids

- importance de l'arrêt du tabac et de l'alcool
- érythème en plaques puis confluent
 - bains de bouche
- ulcérations avec pseudo-membranes
 - antalgiques et anesthésiants locaux
 - anti-mycosiques éventuels
- Douleurs et dysphagie ou odynophagie
 - alimentation adaptée (moulignée, mixée, liquide, sonde naso-gastrique, parentérale...)
- Agueusie et xérostomie/hyposialie

■ **Epidermite**

- Biafine, éosine, pansements

VOIES AERO-DIGESTIVES SUPERIEURES

ŒSOPHAGE

EFFETS TARDIFS

- **Mucite chronique ORL** (dose > 65 Gy)
 - muqueuse blanchâtre, atrophique, télangiectasies
 - risque de radionécrose spontanée ou provoquée (traumatisme appareil dentaire)
 - cicatrisation longue
- **Mucite chronique de l'oesophage**
 - sténose avec dilatation sus jacente
 - fistule trachéo-bronchique
- Fibrose cutanée
- **Ostéo-radionécrose, infections dentaires**
 - Gouttières / remise en état bucco-dentaire avant RT

INTESTIN GRÊLE

REACTIONS PRECOCES: 25 - 30 Gy

- DENUDATION DES VILLOSITES
- DIARRHEE
- MALABSORPTION
- DOULEURS ABDOMINALES

■ Prise en charge

- régime à faible résidu
- éviter de mettre des anses grêles dans les champs: réplétion vésicale, procubitus
- pansements digestifs, antidiarrhéïques
- antalgiques
- antispastiques
- antiémétiques
- antibiotiques et antifongiques

PELVIS

EFFETS AIGUS

- Rectite/faux besoin/diarrhée
- Cystite/pollakiurie/dysurie
- Vaginite
- PRISE EN CHARGE :
 - Bains de siège
 - Antispasmodique
 - Antidiarrhéique
 - Bonne hydratation/repos digestif
 - Antiseptiques vaginaux

TUBE DIGESTIF-PELVIS

Effets tardifs

REACTIONS TARDIVES: dose > 55 à 65 Gy

- FIBROSE CIRCONFÉRENCIELLE ET RETRACTILE
- STÉNOSES
- MUQUEUSE ATROPHIQUE, NECROSE

■ **INTESTIN GRELE :**

- Malabsorption
- Occlusion

■ **RECTUM-CANAL ANAL:**

- Rectorragies
- Sténose
- Fistulisation

■ **OS**

- Ostéonécrose de hanche

TOXICITE NEUROLOGIQUE

■ EFFETS AIGUS : oedème

- Tableau d'HTIC
- Somnolence
- Crise épilepsie

→ PRISE EN CHARGE :

- Corticothérapie
- Anti-épileptique

■ EFFETS TARDIFS

- Myélite radique >45 Gy
- Cataracte

TOXICITES THORACIQUES

■ EFFETS AIGUS

- Péricardite
- Oesophagite
- Pneumopathie radique

→ PRISE EN CHARGE

- Antifongique
- corticothérapie

■ EFFETS TARDIFS

- Hémoptysie, hématomène
- Insuffisance respiratoire restrictive
- IDM/angor : sténose coronaires
- Insuffisance cardiaque

DOSE MAXIMALE (en Gy)

TOLEREE PAR LES TISSUS SAINS AVANT LES EFFETS SECONDAIRES

moelle osseuse	1-5	grêle	45	larynx	60
ovaire	5	foie partiel	45	vessie	65
cristallin	5	cœur partiel	45	encéphale	65
testicule	5-6	phanères	45	peau	65
rein	20	moelle épinière	45-50	prostate	70
poumon	20	thyroïde	50-60	sein	70
foie total	30	hypophyse	50-60	os	>75
cœur total	30	colon rectum	60	uterus	>75

CANCERS RADIO-INDUITS

■ Facteurs favorisant

- Age +++++
 - Plus l'irradiation est tôt dans la vie, plus le risque est grand
- Type de rayonnement ++
 - Neutrons alpha : très > aux photons
- Hypersensibilité individuelle
 - Ataxia telangiectasia
- Type de tissus
 - Thyroïde

Au prix d'une efficacité ...

Curiethérapie du canthus interne

Résultat à 1 an

Dépigmentation



Curiethérapie de verge HDR



Pré traitement



Résultat à 6 mois

Résultats d'une radiothérapie par faisceau d'électrons



Basocellulaire avec reprise évolutive
1 mois après le greffon



Résultat à 1 an post RTE

Tout n'est pas post radique ...

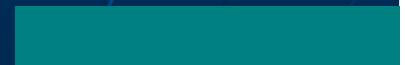


Nouvelles techniques

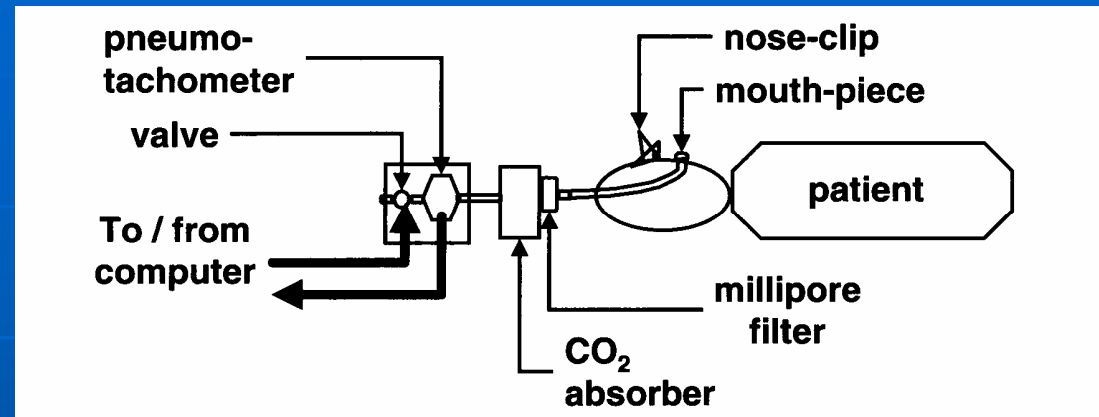
Gating respiratoire

Asservissement du simulateur-scanner et
des accélérateurs au rythme respiratoire
(et cardiaque)

Respiratory motion



Active Breathing Coordinator (ELEKTA)



Stromberg *et.al.*, IJROBP, 48;3 p. 797, 2000



Real-time Position Management (Varian)

Video camera



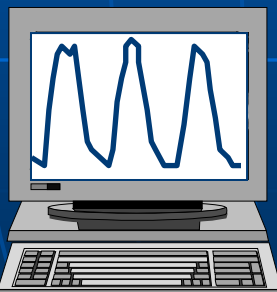
Infrared marker



CT-scanner



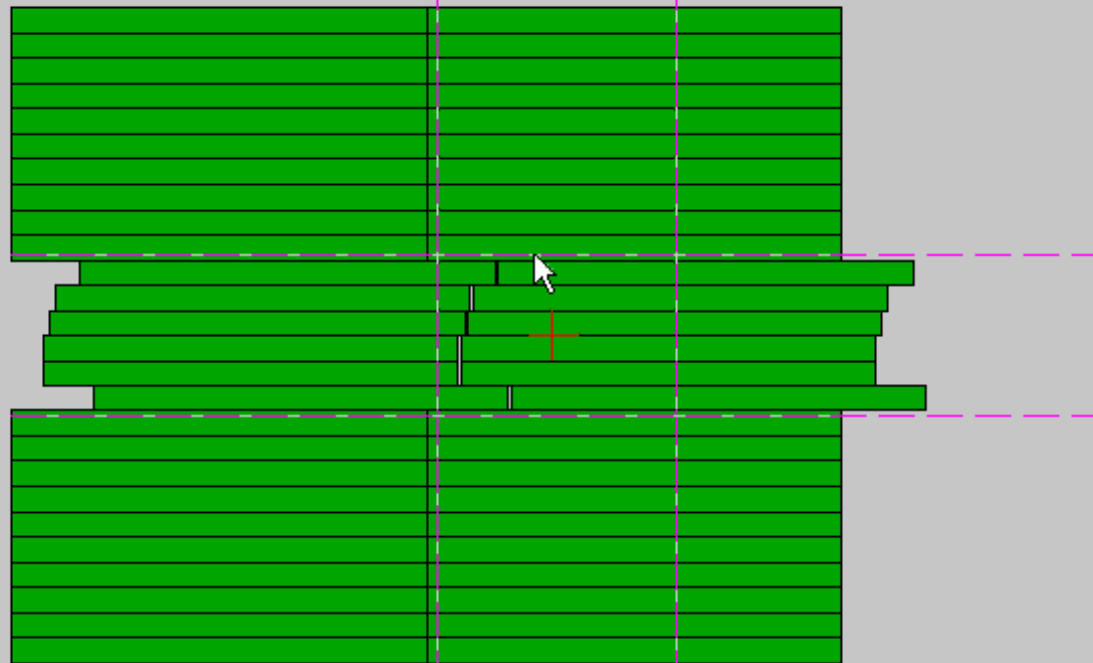
Accelerator



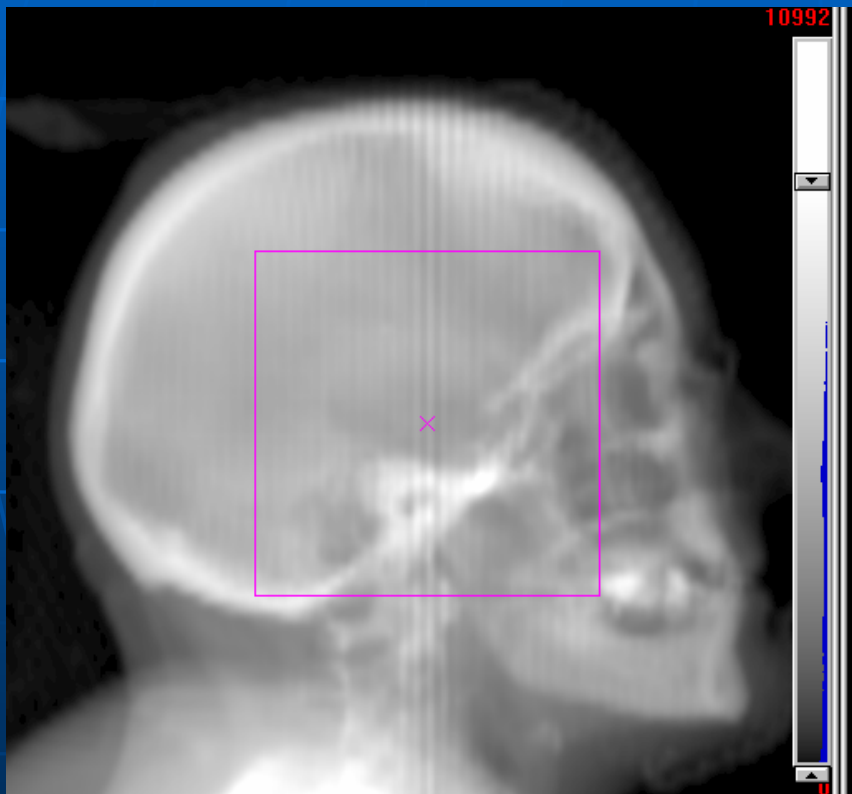
Computer

IMRT

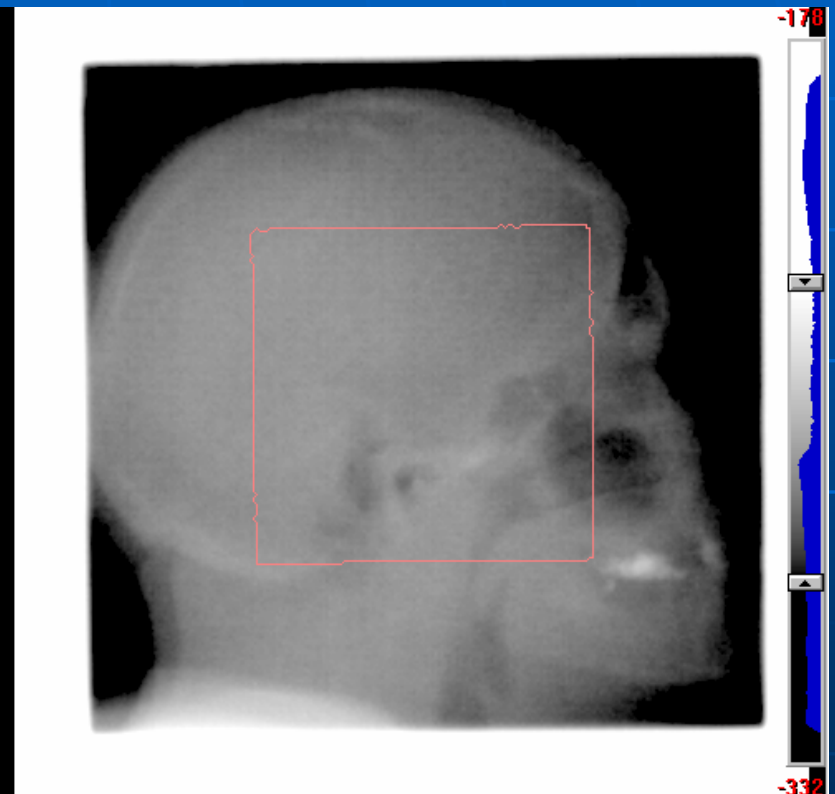
Dose Fraction:



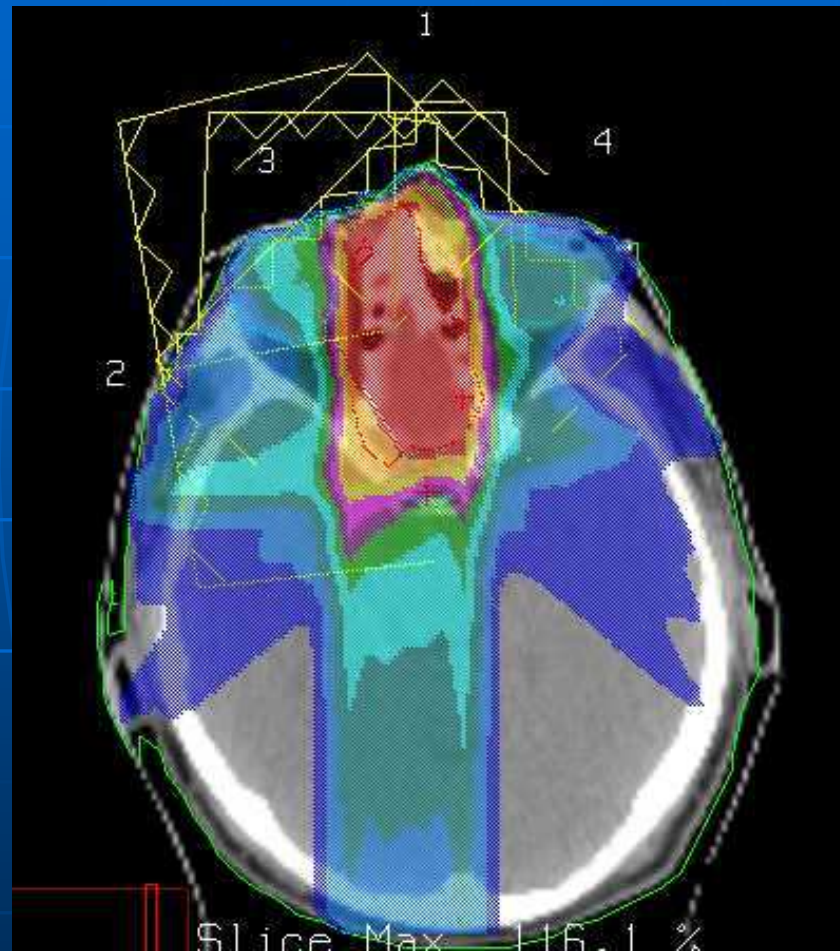
PORTAL VISION



DRR

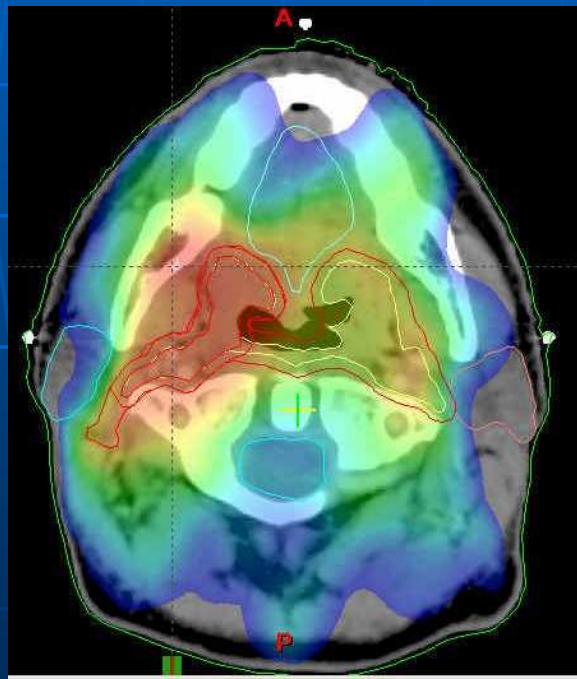


PORTAL

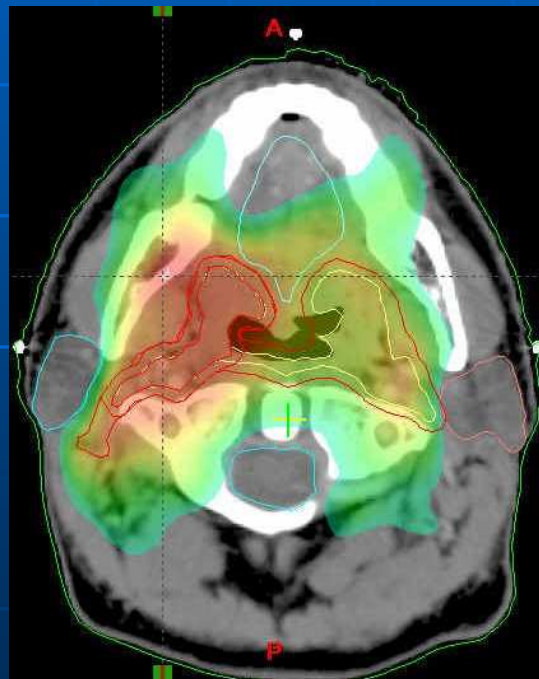


IMRT en ORL

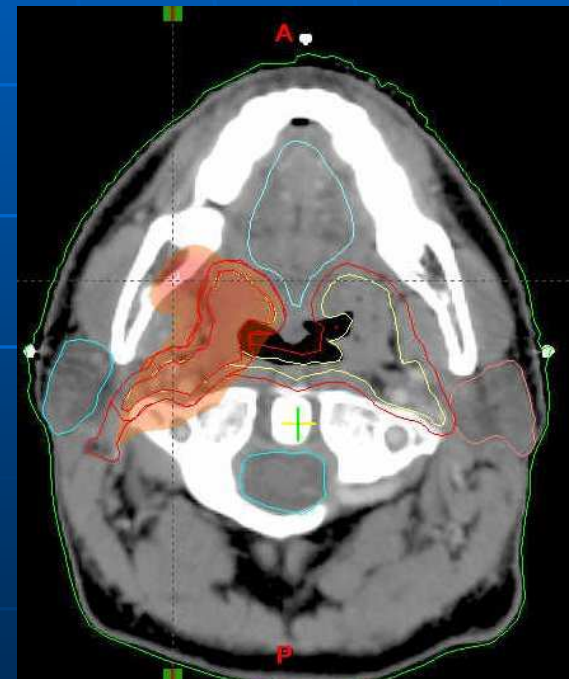
Protection des organes à risques



Isodose 26 Gy



Isodose 40 Gy



Isodose 60 Gy

LA CURIETHERAPIE

- La plus conformationnelle des radiothérapies
- Indications
 - Curiethérapie exclusive
 - Curiethérapie complémentaire permettant d'apporter un complément de dose
- Endocavitaire ou interstitielle

- Curiethérapie interstitielle
 - Aiguilles invasives
 - Sources
 - retirées après traitement
 - laissées en place
 - Curie prostate
- Curiethérapie de contact
 - endocavitaire ou endoluminale
 - Cavités naturelles

Les outils

■ Iridium 192

- émetteur γ (β^-)
- fils (14 cm) **gestion du stock**
- sources ponctuelles mobiles

■ 74 j

- 0,296-0,613 MeV

■ Iode 125

- émetteur γ
- Implants permanents
- Radioprotection minimale

■ 60.25 j

- 0.0355 MeV

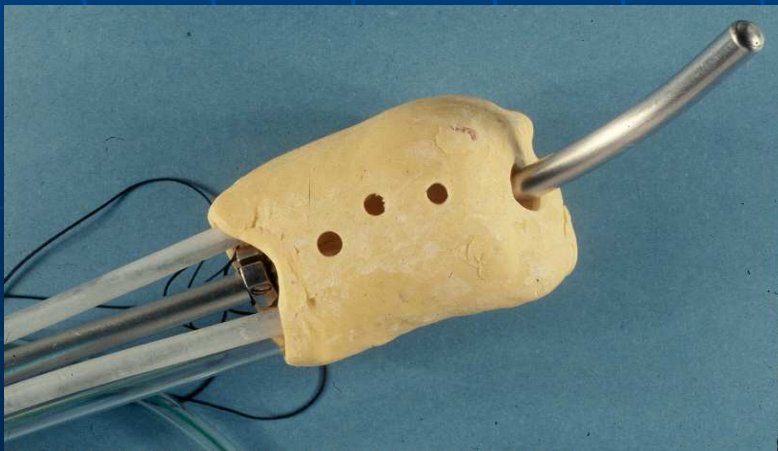
■ Strontium 90-Yttrium 90

- émetteur β^-
- Radioprotection minimale

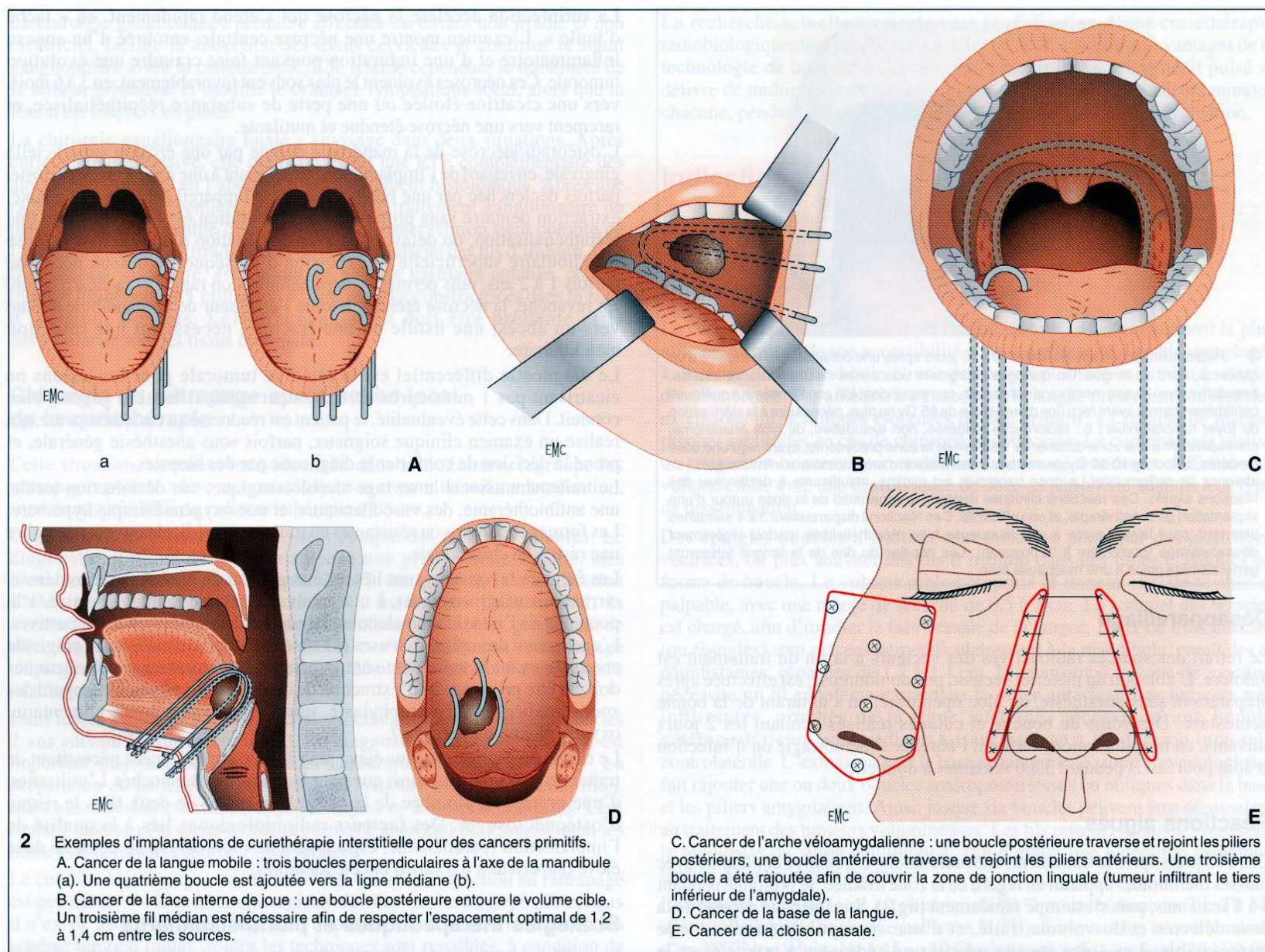
■ 28.15 ans / 64,1 h

- 0.546 MeV

Système d'implantation



Curiothérapie interstitielle



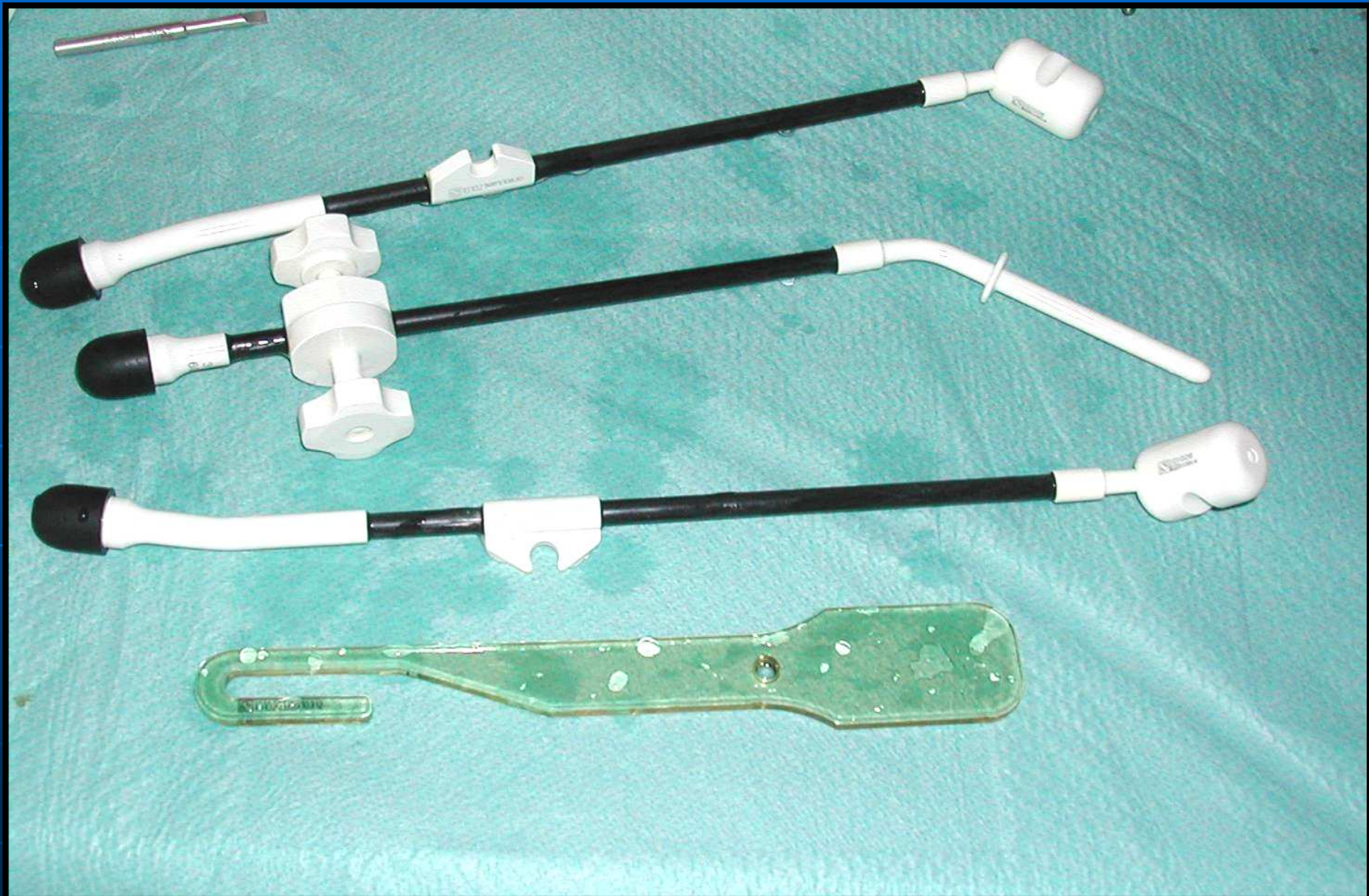
Exemple n°1

Curiethérapie endocavitaire
vaginale

CHAMBRE DE CURIETHERAPIE



APPLICATEUR DE FLETCHER

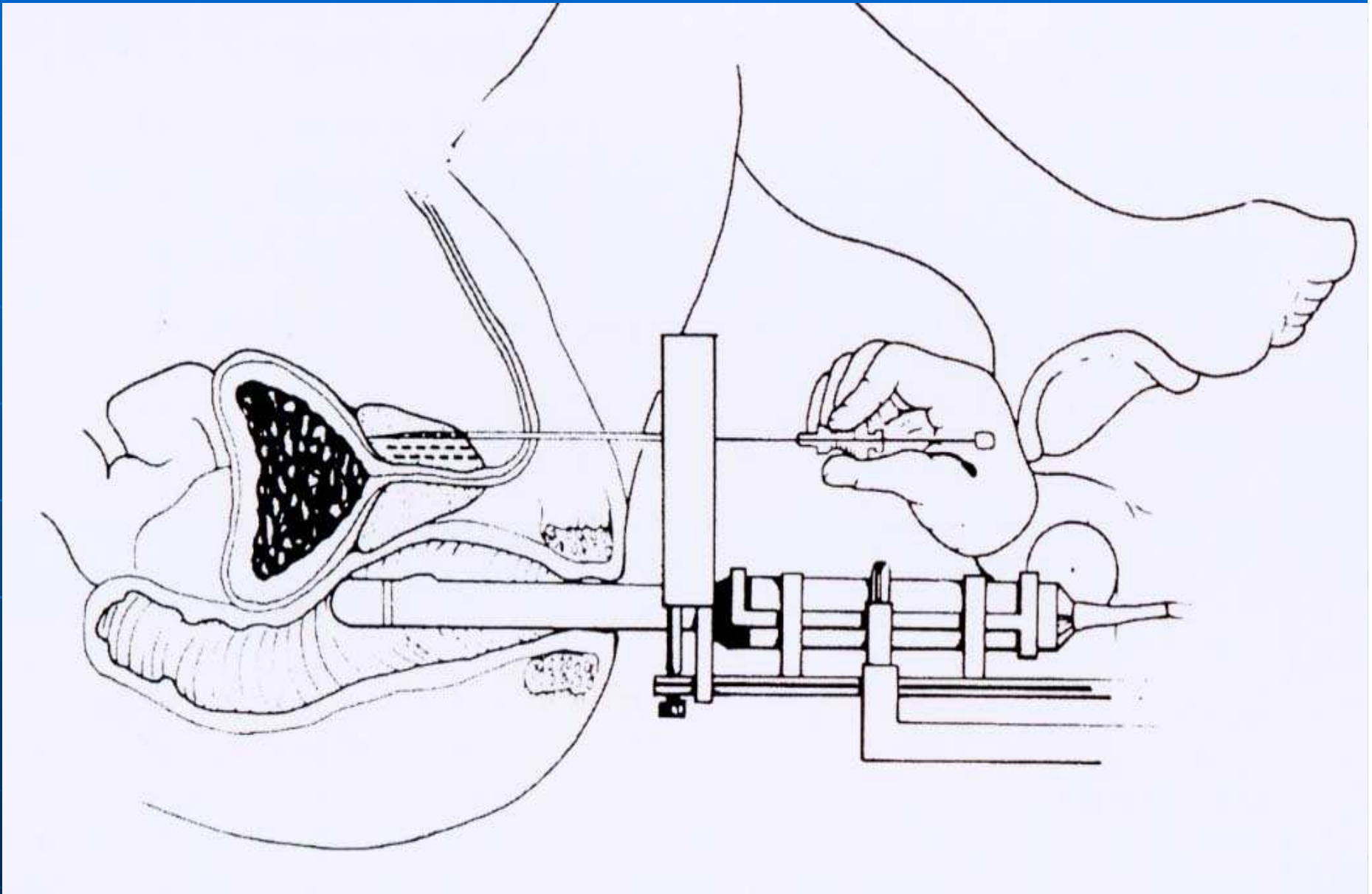


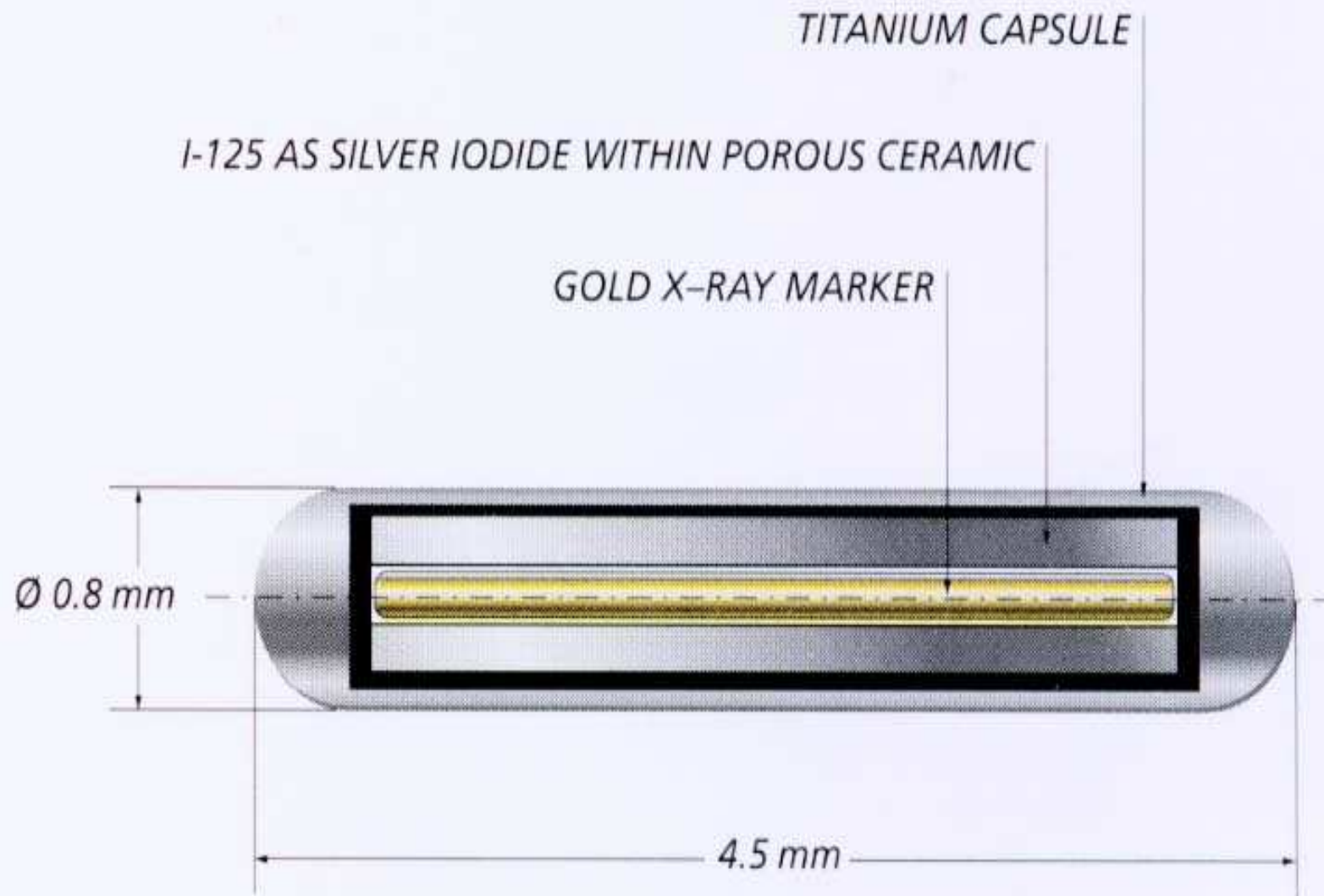




Exemple n°2

Curiethérapie interstitielle
prostate



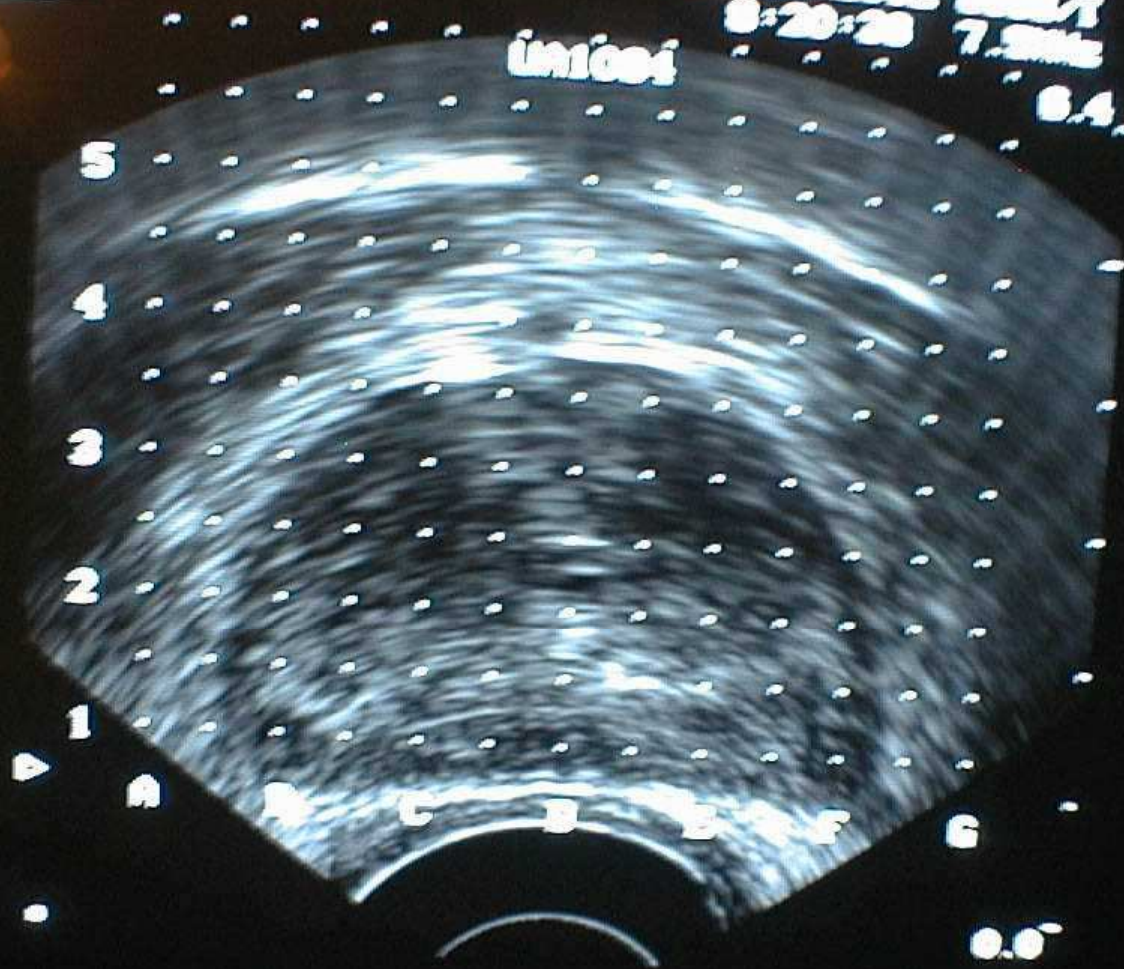


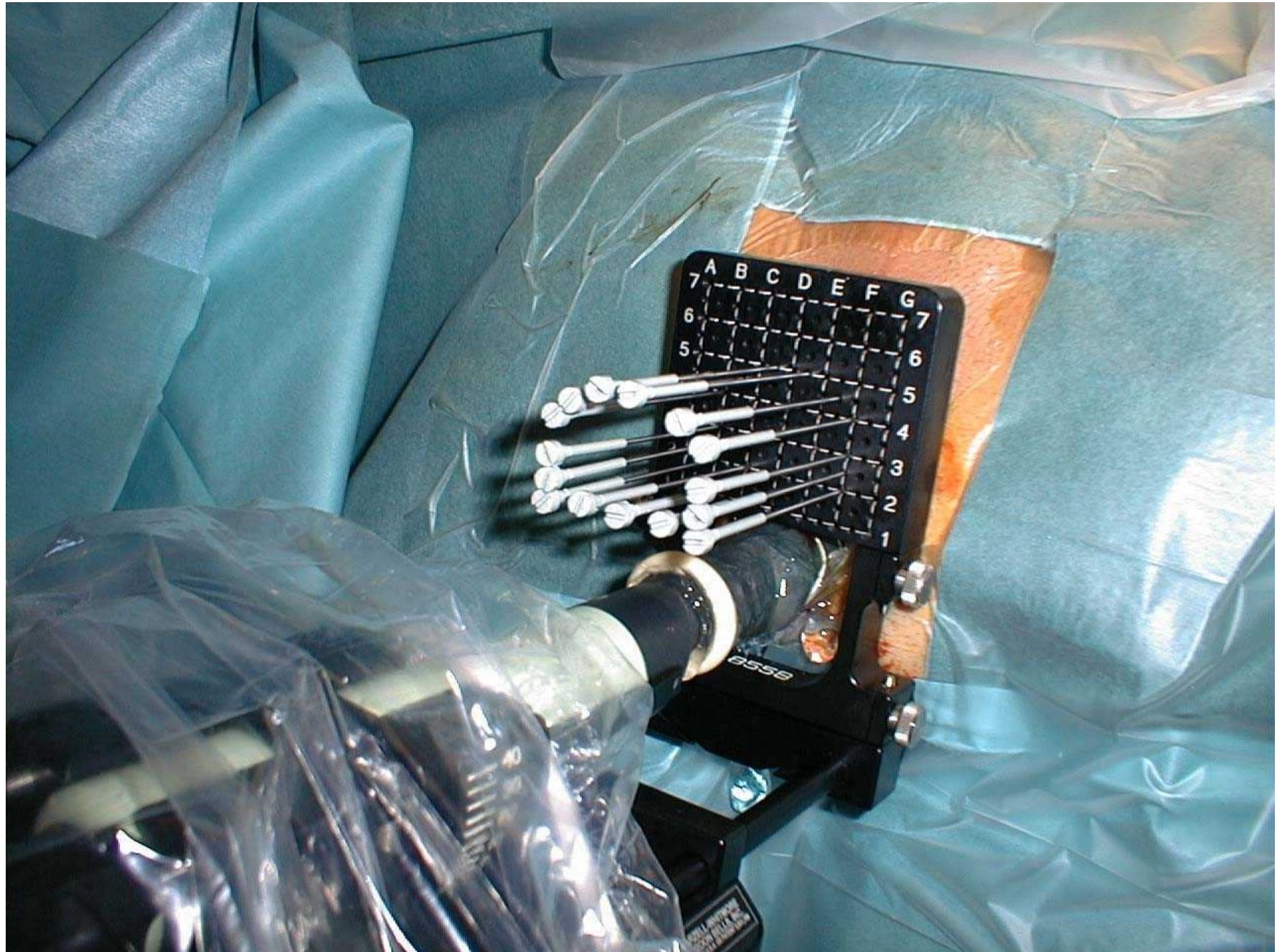


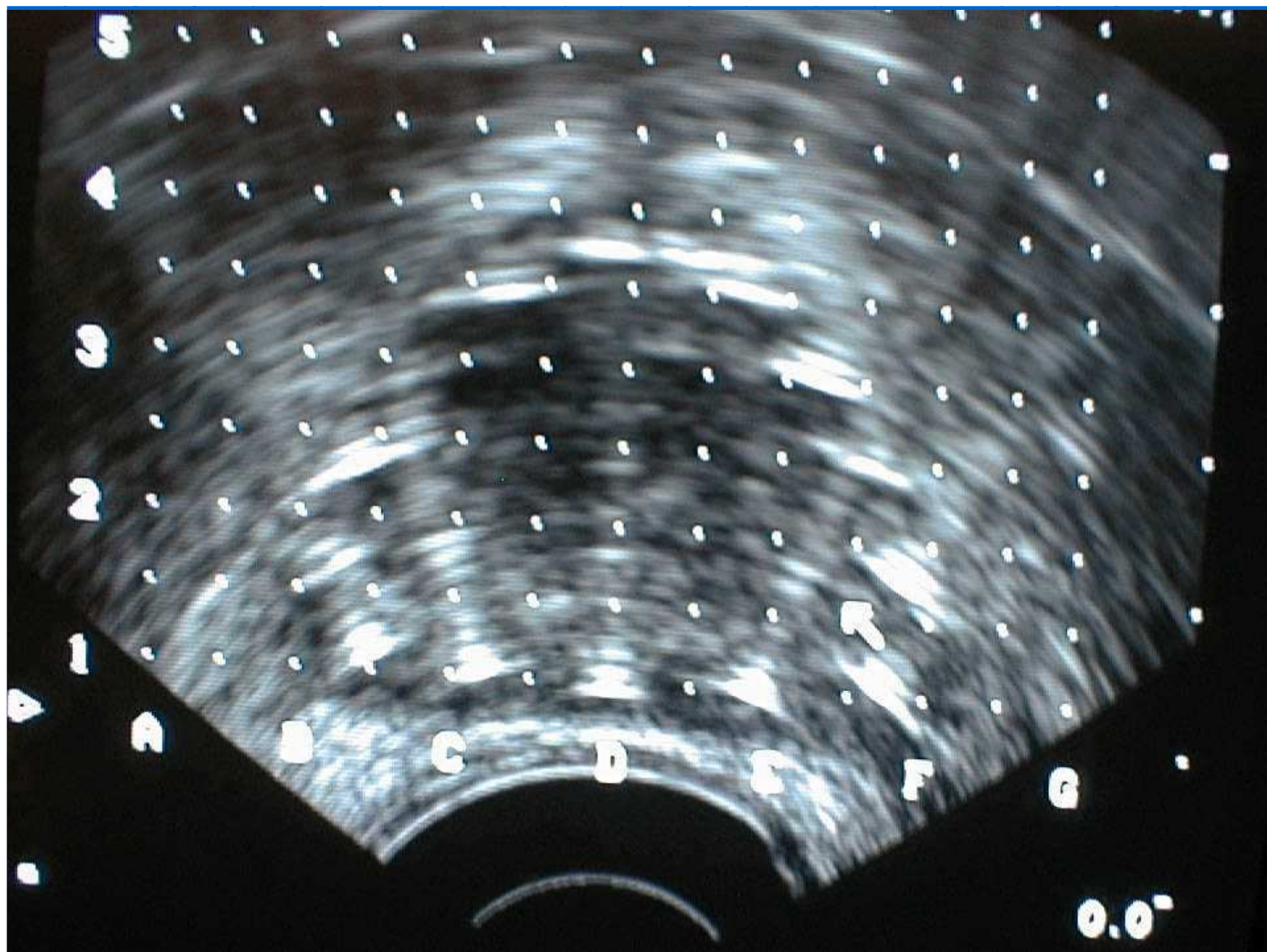
M=1.0
CI=20
G: 5Hz
Pars=1

18-10-2002 00:00:17
8:20:20 7.2MHz
0.4

Unit004





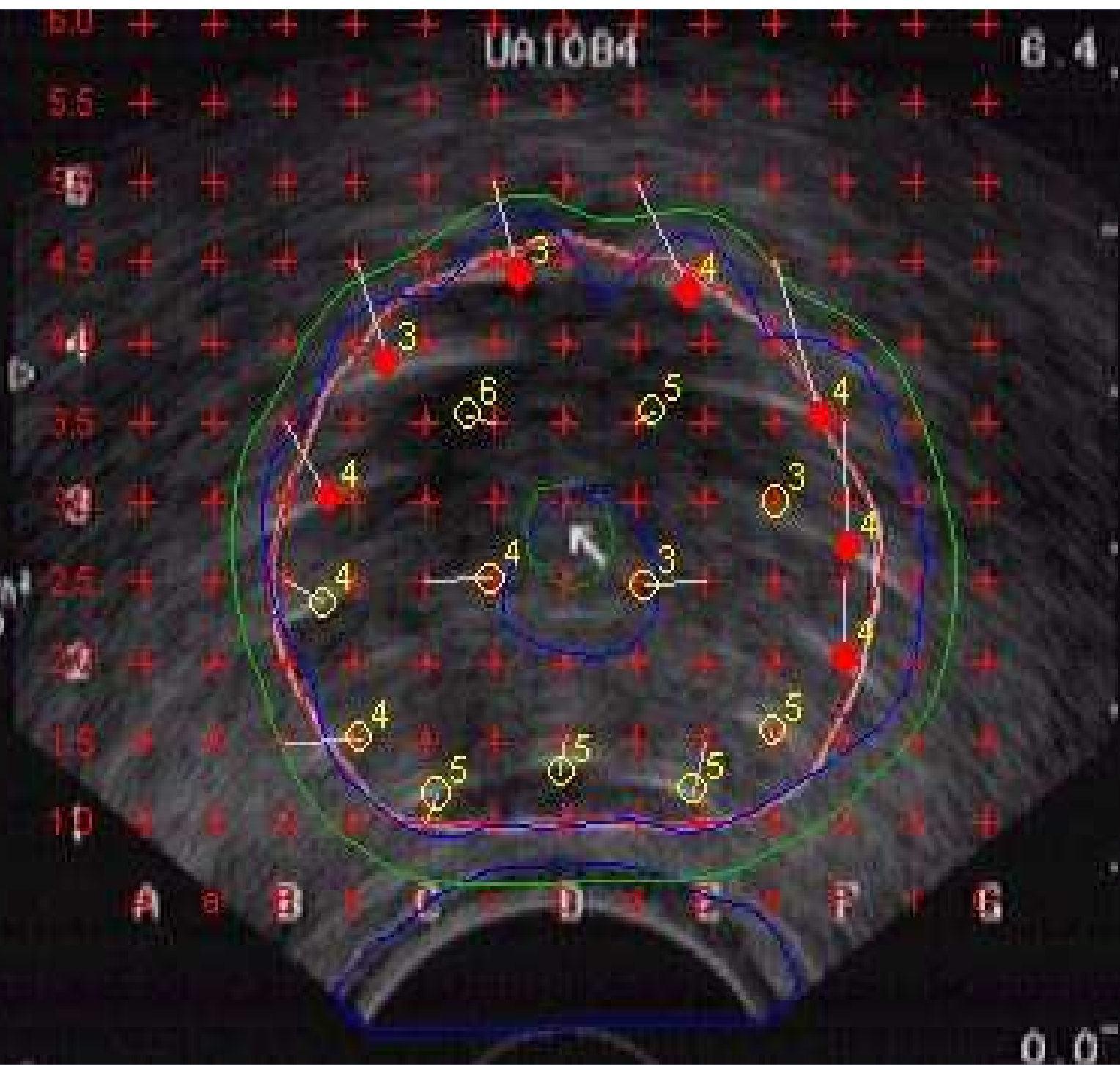


TH: 0.9
CI: 33
G: 67%
Pore: 1

No: 5
U: 5mm
Surf: 12.6cm²
Vol: 19.3cm³

UA1084

6.4



Merci pour votre
attention