



La radiothérapie en conditions stéréotaxiques des cancers du poumon

Georges Noël
19 mars 2010



Radiochirurgie = radiothérapie en conditions stéréotaxiques

Historique :

Terme utilisé en 1951 par Leksell à Stockholm

Initialement : prélever la tumeur sans craniotomie

Irradiation monofractionnée d'un petit volume bien circonscrit et prédéterminé en conditions stéréotaxiques, sans dommage pour les tissus avoisinants



La radiothérapie en conditions stéréotaxiques



■ Définitions :

- Conditions stéréotaxiques : précision millimétriques
- Fortes doses d'irradiation
- Peu de séances en ambulatoire

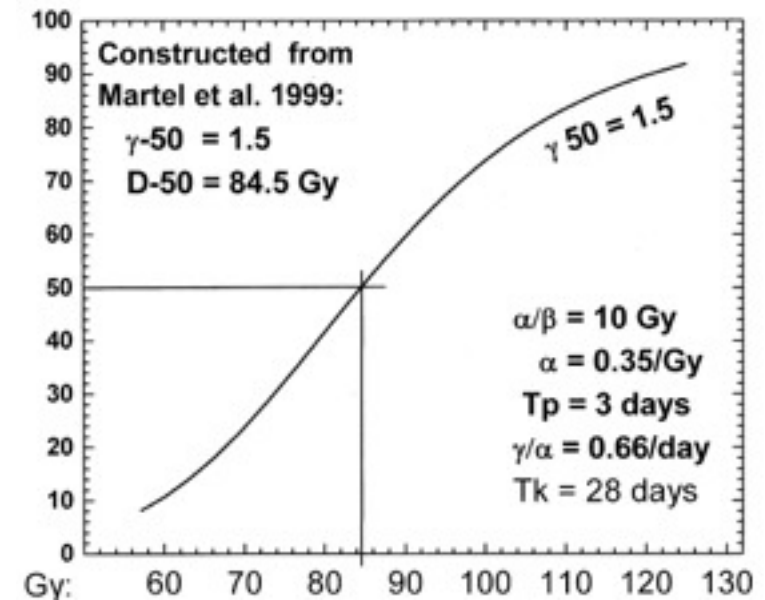
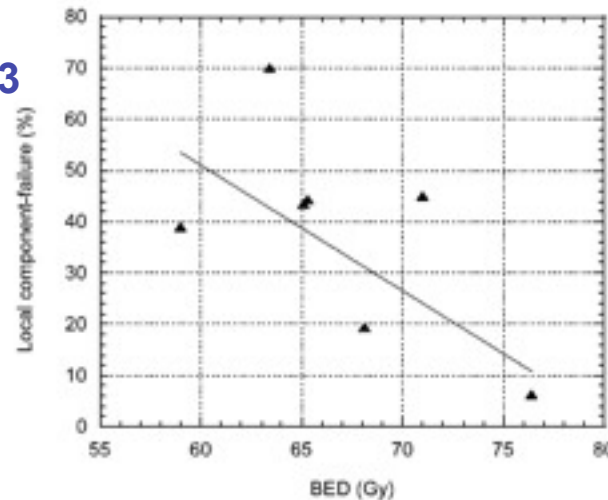
■ Objectifs

- Augmenter le contrôle local
- Diminuer la morbidité



- Dans les stades I - la radiothérapie conventionnelle donne un contrôle local < 50% et une survie globale à 5 ans de 15%
- Par une irradiation conventionnelle
 - 70 Gy : contrôle local de 24% à 30 mois
 - 84,5 Gy : contrôle local de 50% à 30 mois

Quiao et al Lung Cancer 2003



Fowler et al IJROBP 2004

- Un BED > 100 Gy est nécessaire pour obtenir un taux de contrôle local raisonnable (> 75 permet d'obtenir < 10% de rechute)

Quelles indications en pneumologie



- Les tumeurs bronchopulmonaires – T1N0, T2N0?
- Centrale ou périphérique
 - En remplacement de la chirurgie ≠ à la place de la chirurgie
 - ⇒ Patient inopérable
 - ⇒ Patient refusant la chirurgie



- **Contention confortable et parfois contraignante**
 - **lors de grande ampliation respiratoire**
 - **Si marqueurs fiduciaires**

- **Accélérateurs dédiés**

- **Contrôle de mouvement de la tumeur avec la ventilation**

La contention



**Masque en
plastique thermoformée**

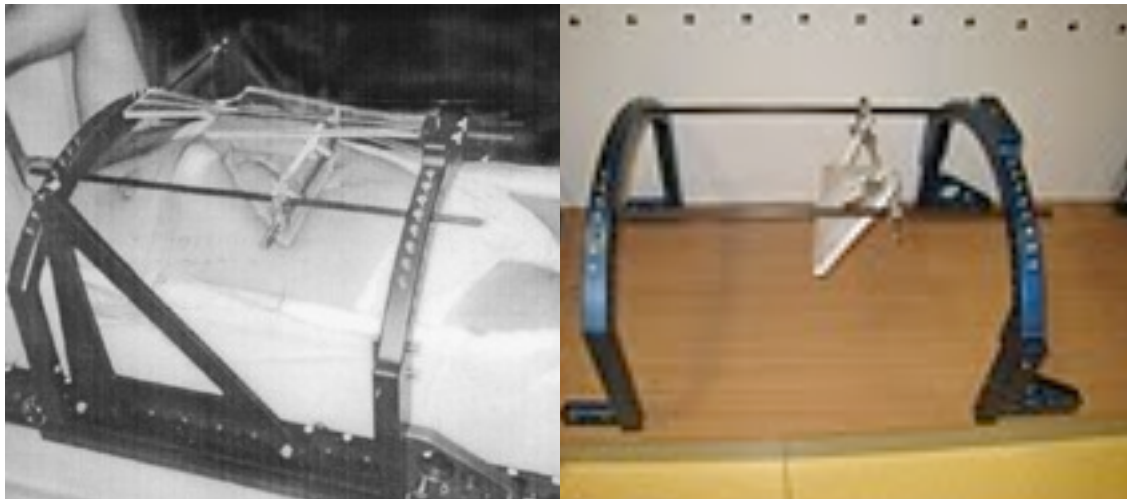


Compression abdominale

Mousse polyuréthane



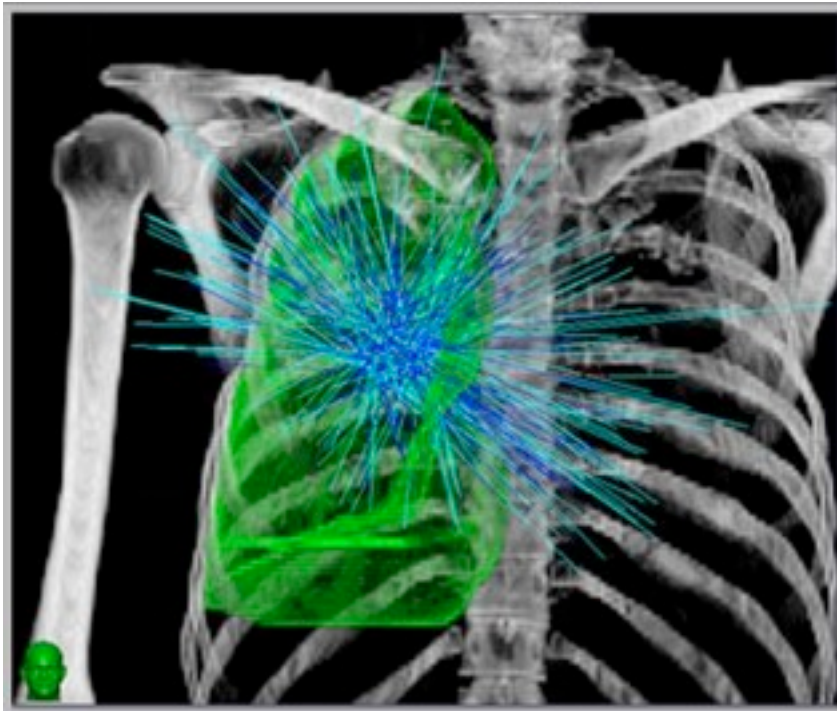
Coque sous vide





■ Cyberknife

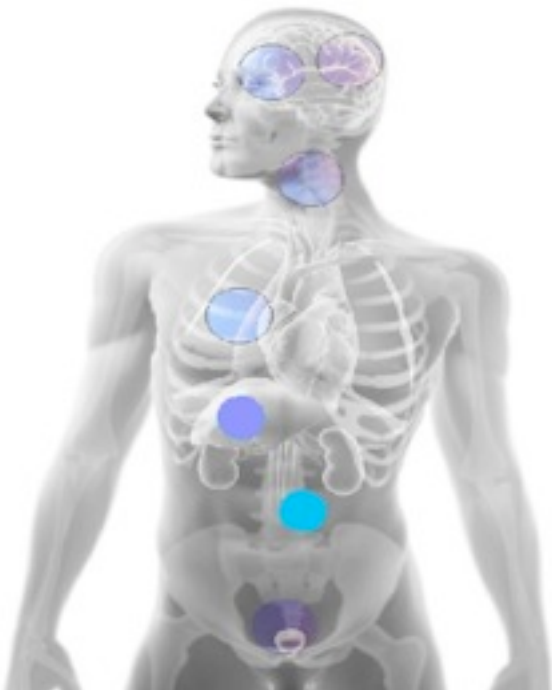
- 6 MV
- RTC 3D
- IMRT
- Stéréo crâne et corps entier



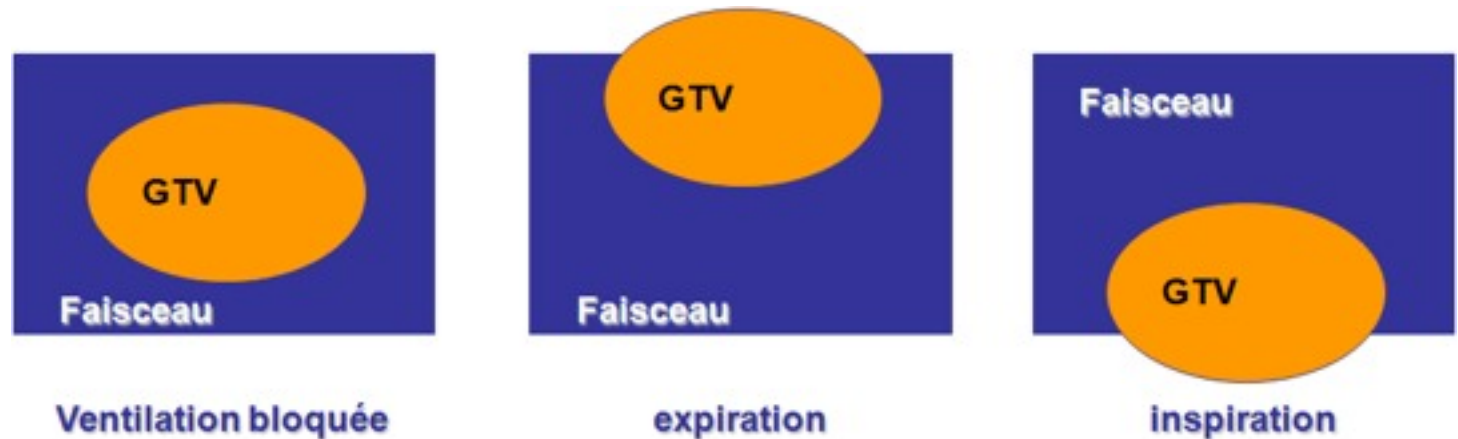
Appareil dédié et multifonction

■ Accélérateur linéaire avec micromultilames intégré

- 2 énergies (6-15 MV)
- RTC 3D
- IMRT
- Stéréo crâne et corps entier



- Afin de contrôler le mouvement de la tumeur

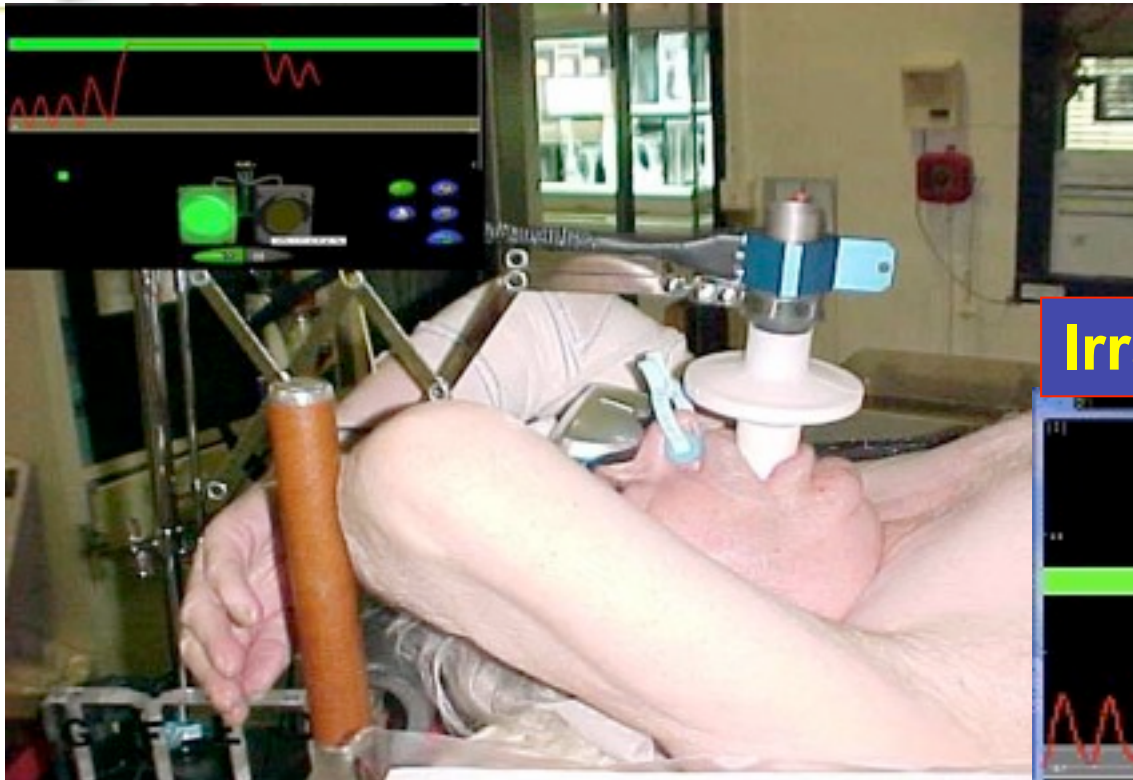


- **Actif**

- **Gating**

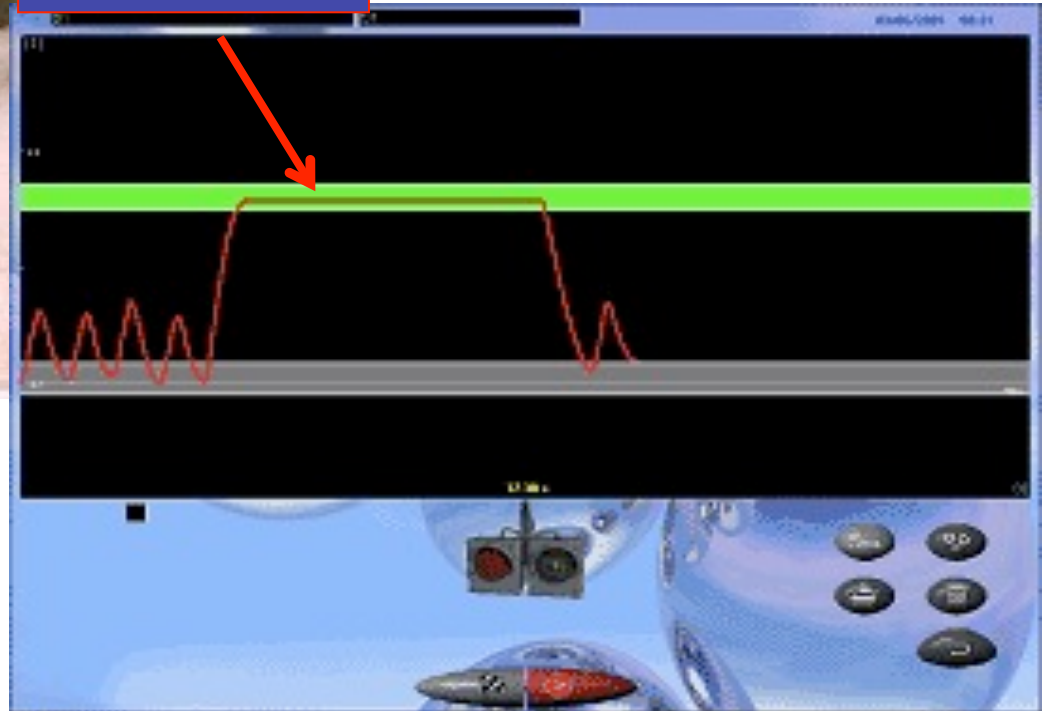
- **Passif**

- **Scanner trois volumes (inspiré-expiré bloqués)**
- **Scanner dosimétrique 4D – puis irradiation en fonction de la phase ventilatoire – repères extérieurs – suivi infra-rouge **synchronisme****
- **Exatrac : fiduciaire **tracking****
- **OBI = image scanner kV CT **tracking****

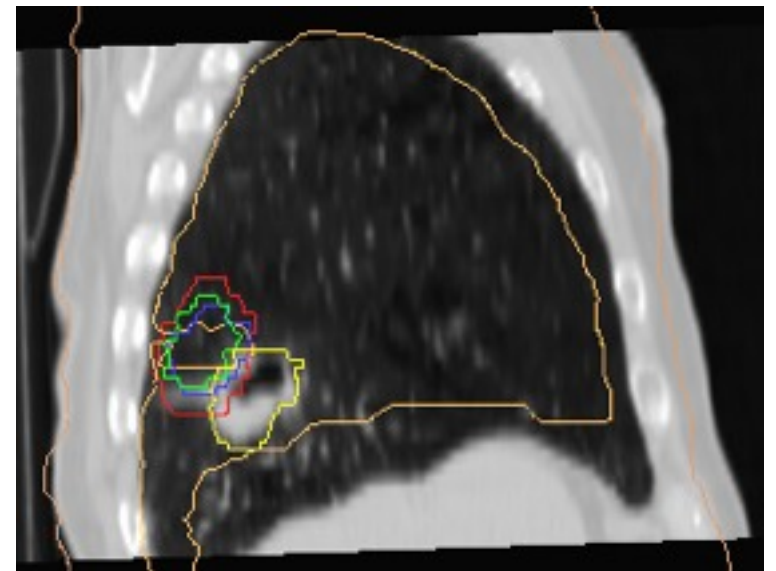
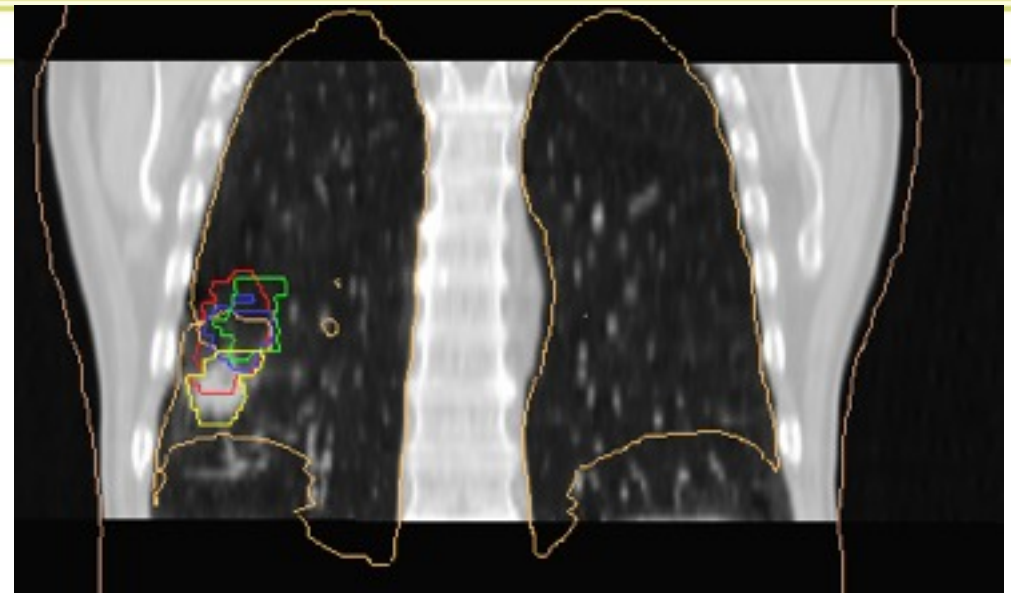
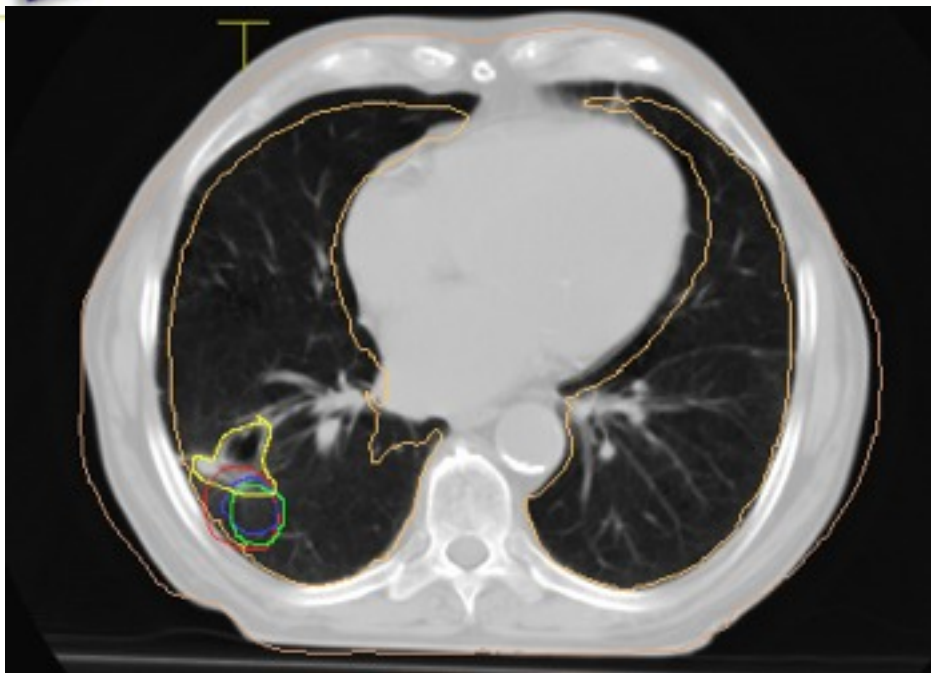




- Spiromètre et système vidéo
- Non utilisable chez tous les patients

Irradiation

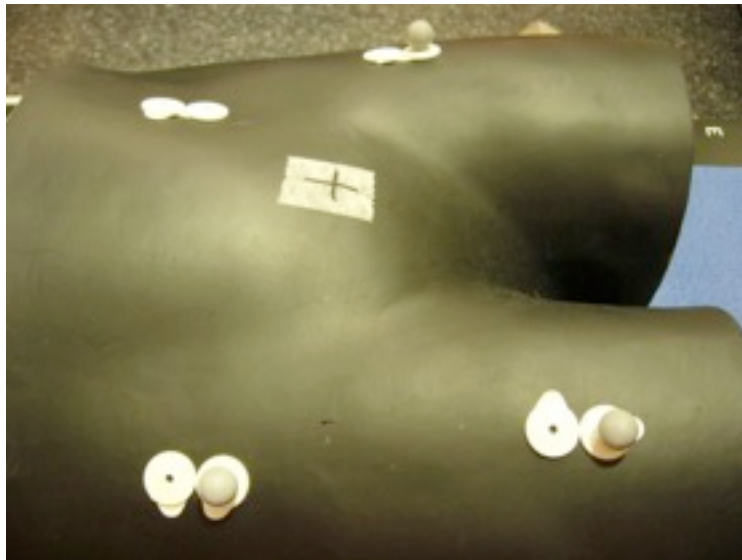
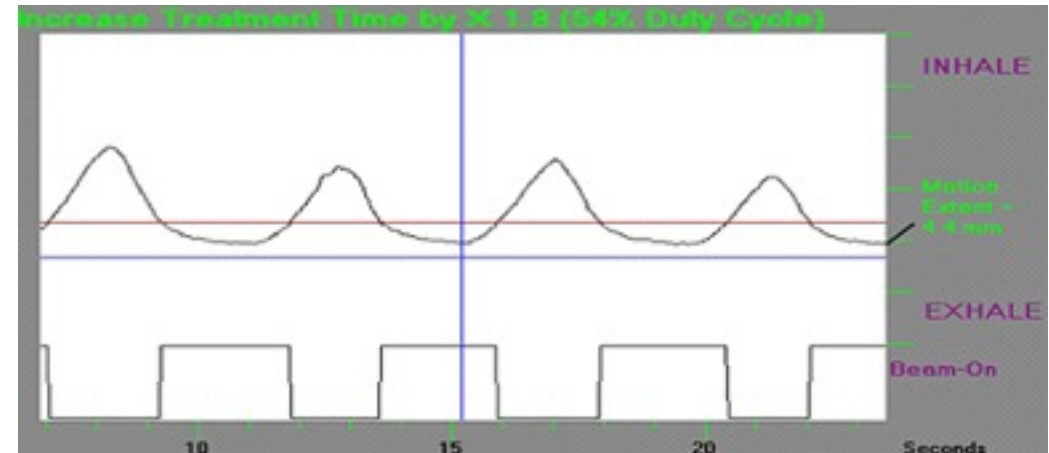
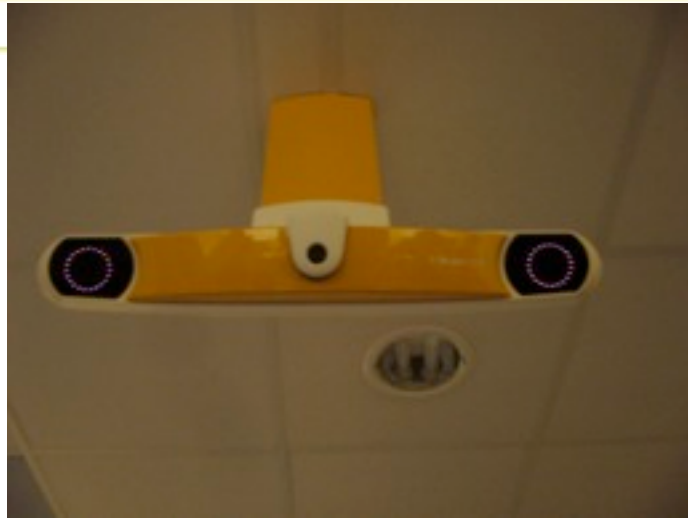


Passif – 3 volumes



-  expiré
-  inspiré
-  libre
-  TEP

Passif – mouvement pulmonaire et irradiation synchronisés



Déclencher le faisceau à une phase précise du cycle respiratoire

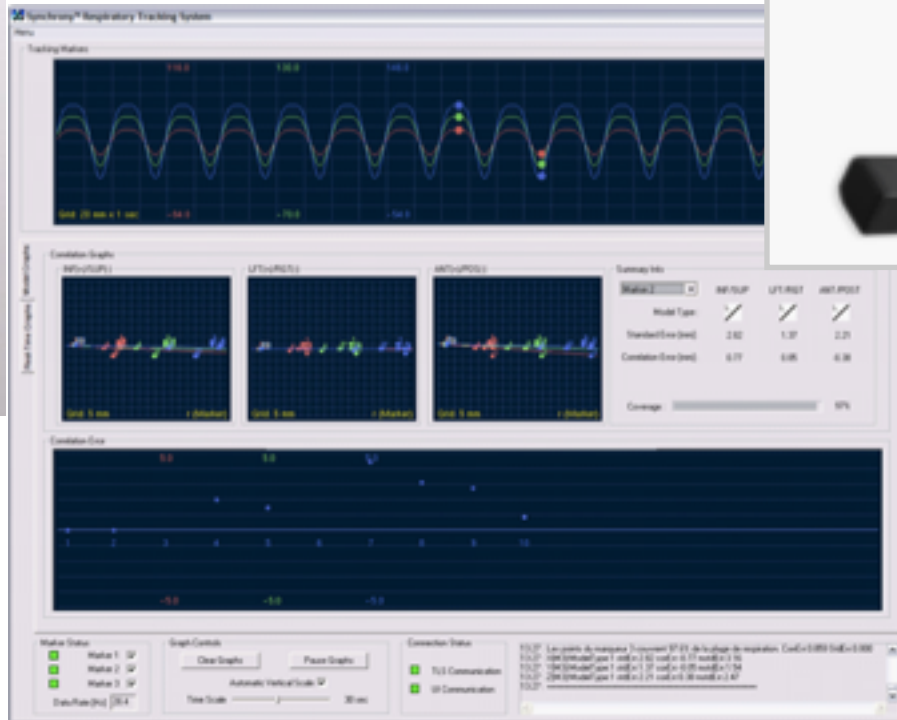
- augmente le temps nécessaire à l'irradiation
- mouvements résiduels

UTILISABLE CHEZ TOUS LES PATIENTS

Passif – mouvement pulmonaire et irradiation synchronisés

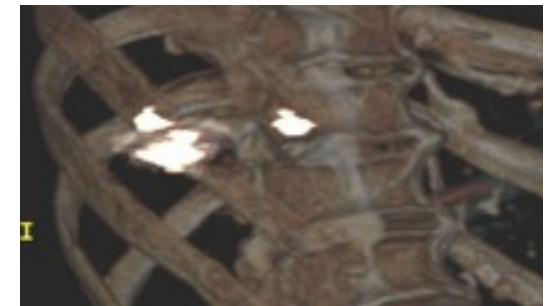
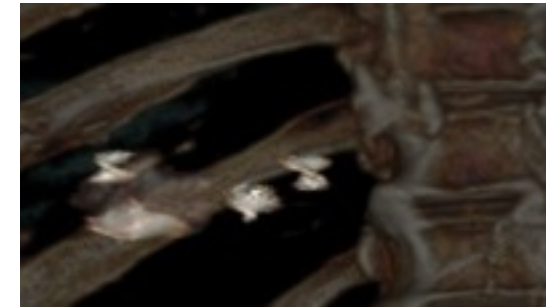
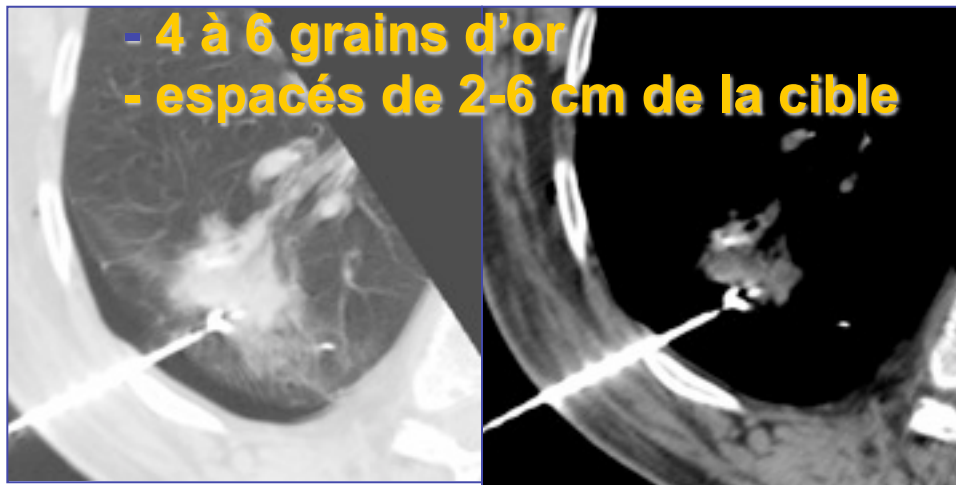


Synchronisme de la respiration



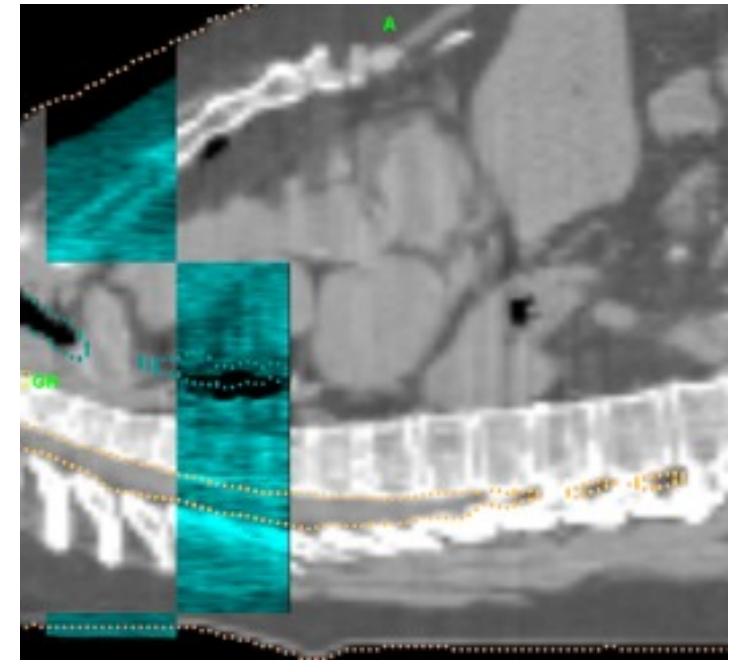
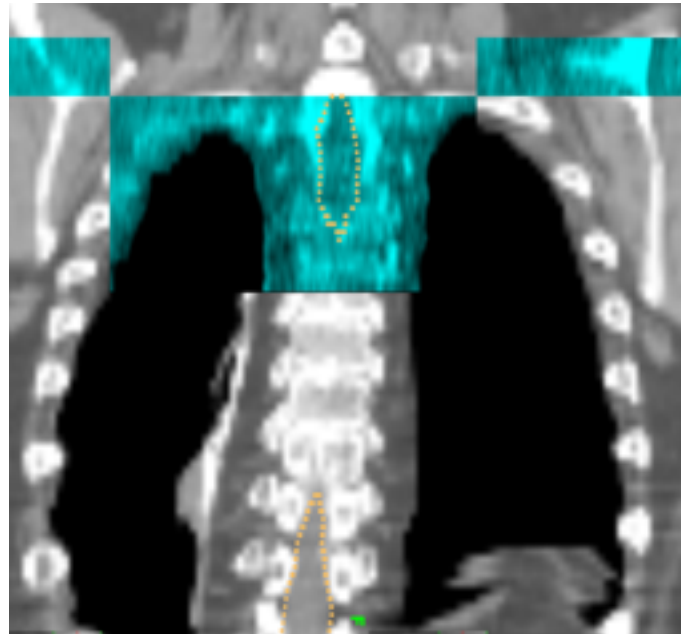
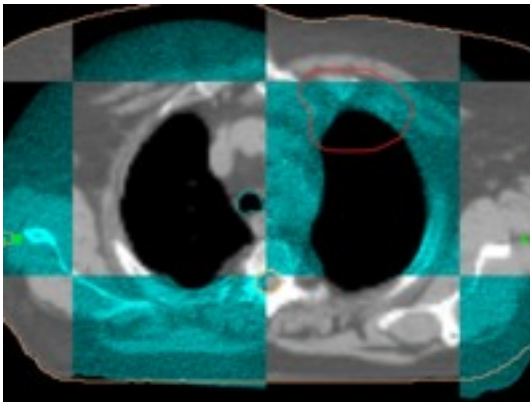


- **Permet de suivre les fiduciaires**
 - Pneumothorax
 - Anticoagulant
 - Insuffisant respiratoire
- **Fusion d'image**
- **Précision dépendant de la ventilation**

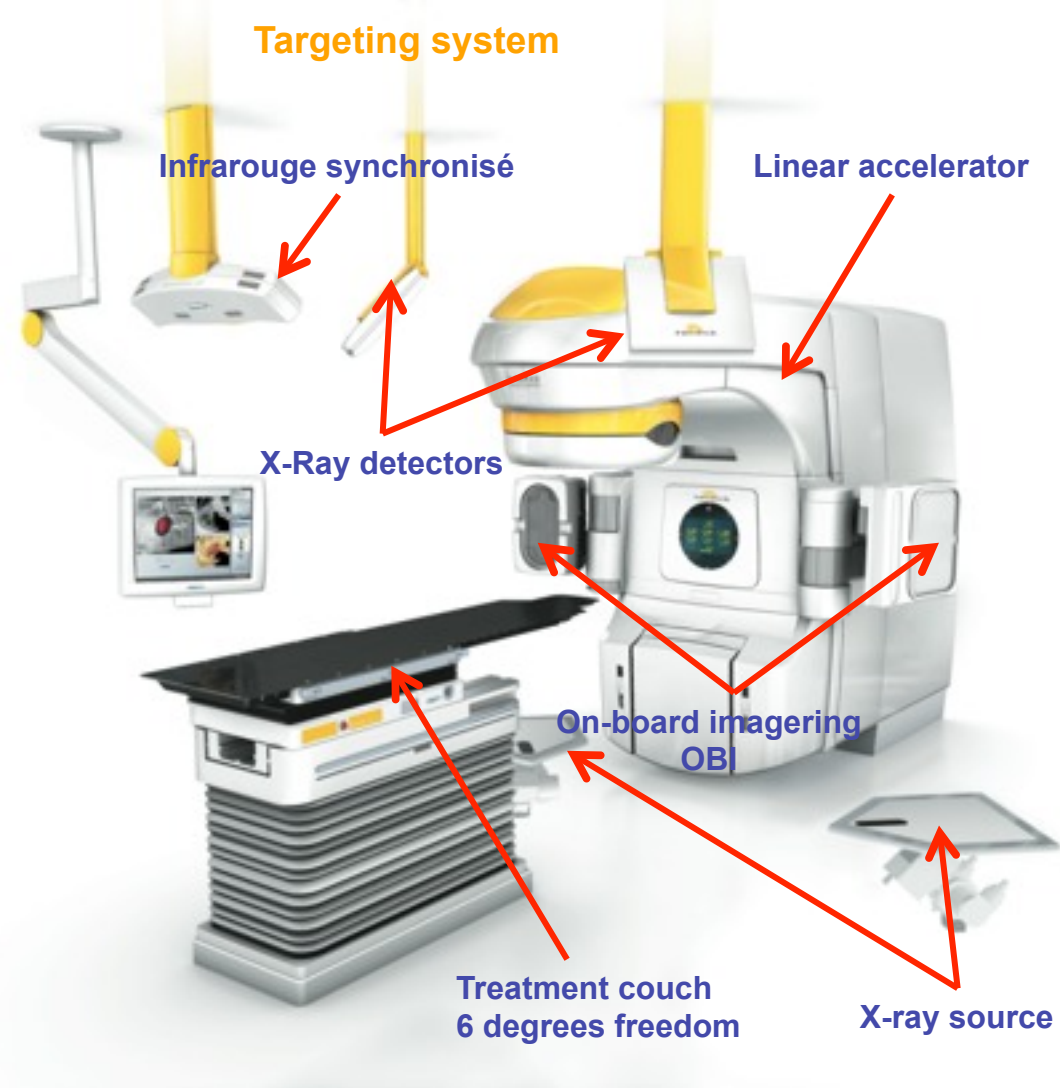




- Image CT avant traitement
- Fusion avec scanner initial dosimétrique
- KV CT fusion tissus mous



Comparaison des systèmes





	Cyberknife	Novalis Tx
Synchronisation	Oui	Oui
Contrôle fiduciaire (exatrac)	Oui	Oui
Contrôle scanner (OBI)	Non	Oui
Nombre de faisceaux	10000	5-10
Temps de traitement	1-2 h 00	1/2 - 3/4 h 00

Octobre 2009 – mars 2010





REVUE DE LA LITTÉRATURE



- De 2001 à 2009
- 37 articles
- 1874 patients
 - 888 T1N0
 - 701 T2N0
- 54 cas de patients avec des tumeurs > T3
- 178 cas de patients avec métastases



Taille tumeur	< 4 cm	< 5 cm	< 6 cm	< 10 cm
Nombre	2	9	7	4

- **Stades des tumeurs: patients inopérable ou refus \cong 100%**
 - T1 N0 M0 : 1 série
 - T1-2 N0 M0 : 23 séries
 - T1-3 N0 M0: 4 séries
- **Localisation:**
 - À distance du « central » : 4 séries
 - Toutes localisation : 27 séries
 - **Adaptation de la dose si centrale : 3 études**

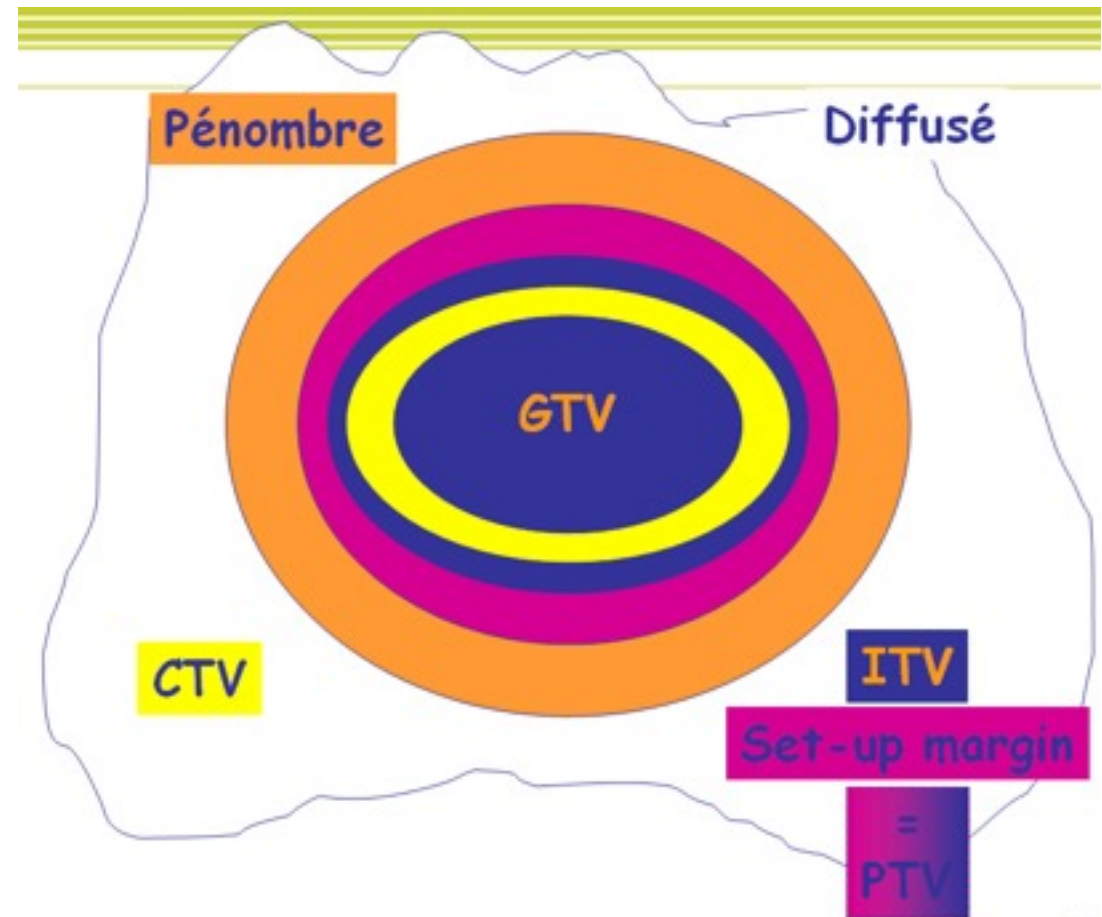


- **Cadre corporelle: 20 séries**
- **Coque sous vide : 13 séries**
- **Mesure mouvement respiratoire**
 - **Fluoroscopie : 13 séries**
 - **Scanner 4D: 8 séries**
 - **Scanner Inspi-expi-libre : 4 séries**
 - **Synchronisation: 3 séries**
- **Contrôle ventilation**
 - **Diaphragme – pression abdominale: 16 séries**
 - **Gating /ABC : 4 séries**
 - **Fiduciaires implantés: 6 séries**

Contours des limites de la tumeur



- **Marge GTV-CTV**
 - 0 mm: 14 séries
 - 2-5 mm: 5 séries
 - > 5 mm: 1 série
- **Marge CTV-PTV**
 - ≤ 5 mm: 8 séries
 - 5-10 mm: 17 séries
 - > 10 mm: 2 séries
- **Marge GTV-PTV**
 - ≥ 10 mm: 22 séries





- **Dépend de la technique utilisée**
 - Soit des faisceaux coplanaires : **arrêt pour chaque faisceau**
 - ⇒ Dans le même plan : 2- 9
 - Soit des faisceaux non coplanaires: **arrêt pour chaque faisceau**
 - ⇒ Dans des plans différents: 4-12
 - Soit des arc thérapies: **dose délivrer pendant la rotation**
 - ⇒ Rotation sur un angle : 1 à 15 arcs
 - Soit multimicrofaisceaux
 - ⇒ Cyberknife : entre 70 et 240 microfaisceaux



- **Cyberknife : 3 séries**
- **Linac : 34 séries**

- **Protocoles de dose très variables**
 - **Dose unique: 7 séries**
 - **2-5 fractions: 28 séries**
 - **> 5 fractions: 11 séries**

- **Doses**
 - **≤ 20 Gy: 4 séries**
 - **20-50 Gy: 31 séries**
 - **> 50 Gy: 21 séries**

- **Durées de traitement**
 - **< 5 jours : 8 séries**
 - **5-15 jours: 14 séries**
 - **> 15 jours: 5 séries**



■ Délai de surveillance médian

- ≤ 12 mois: 3 séries
- 13-24 mois: 16 séries
- > 24 mois: 11 séries

■ Contrôle local

- 1 an: 5 séries : 76 à 100%
 - 2 ans: 19 séries: < 70% : 1 série
 - 71-80%: 4 séries
 - 81-90%: 9 séries
 - 91-99%: 7 séries
 - 100%: 2 séries
 - 3 ans: 6 séries: 78-96%
- } 18 séries



■ Survie globale

- 1 an: 6 séries : 71 à 85%
- 2 ans: 26 séries: < 70% : 17 séries
- 71-80%: 6 séries
- 81-90%: 4 séries
- 3 ans: 7 séries: 37-90%
- 5 ans: 2 séries: 21-35%

■ Dépend fortement du stade

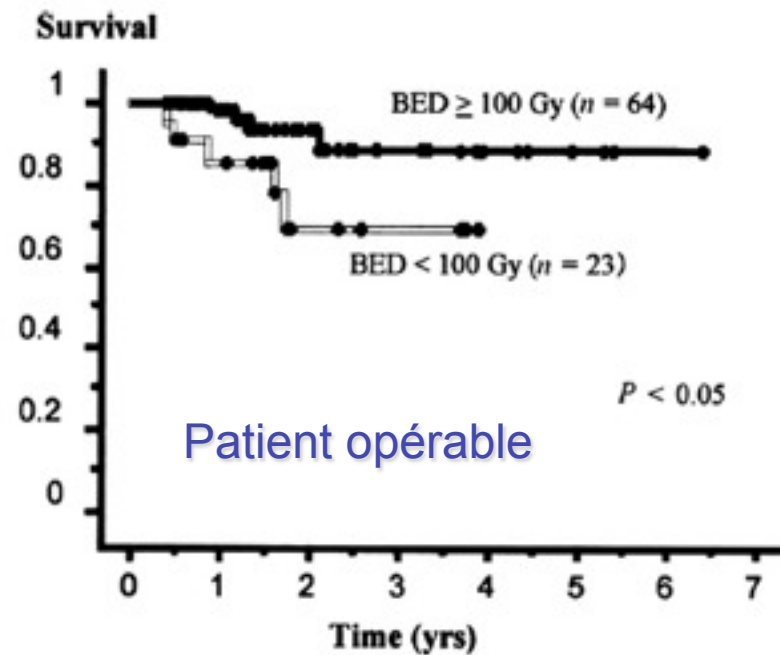
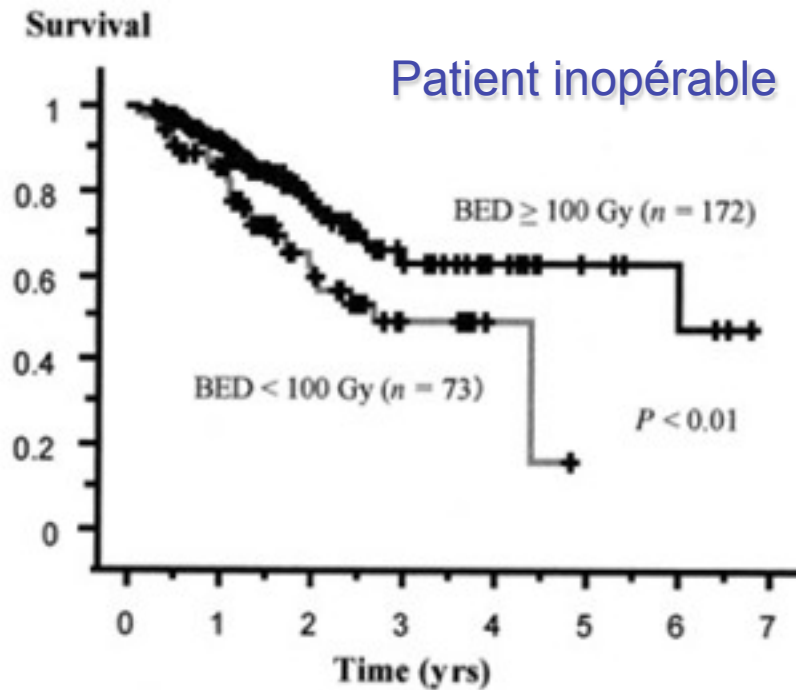


■ Grade ≥ 2

- **Asthénie** 10-30 %
- **Pneumopathie :** 3-10%
- **Douleurs paroi thoracique :** 5%
- **Fracture costale:** rare
- **Dyspnée :** rare
- **Nausée :** rare
- **oesophagite**
- **Hémorragie**
 - ⇒ Tumeur centrale < 1%
- **Décès (hémorragie...)**

Facteurs pronostiques du contrôle local

- Stade T / stade I-II / \emptyset / volume: 9 séries
- Dose en BED : 4 séries



CONSENSUS RTOG (américains)



- **immobilisation**
 - Coque sous vide
 - Sans cadre mais CT scan + pression abdominale + contrôle X-ray
- **Mobilité tumorale et marges**
 - Scanner lent, 3 volumes, fluoroscopie, CT scan 4 D
- **Dose par fractions**
 - 10 Gy x 3 (j1, 3, 5) ou 7,5 Gy x 8 (4 séances / semaine)
 - 20 Gy X 3 (j1, 3, 5)
 - **Dose tumeur périphérique : 3 séances de 20 Gy**
 - **Dose tumeur centrale: 3 séances de 15 Gy**

 - Poumons: $V_{20} < 10\%$ et moelle : $BED < 72$



- **Nombreuses séries**
- **Près de 2000 patients rapportés**
- **Taux de contrôle local très satisfaisants**
- **Taux de survie parfois intéressant**
 - **Non opérable**
 - **Refus de la chirurgie**

Merci de votre attention

