

## Nouvelles technologies en radio-oncologie

Mélanie Gionet, MD, FRCPC  
Radio-oncologue  
CISSS du Bas-Saint-Laurent  
Journée scientifique en oncologie  
Le 21 octobre 2016

---

---

---

---

---

---

---

---

## Questions pré-test

- Le rayonnement produit par un accélérateur linéaire s'appelle
  - A: rayon beta
  - B: rayon x
  - C: rayon gamma
  - D: rayon de soleil

---

---

---

---

---

---

---

---

## Questions pré-test

- Quel est le taux de contrôle local à 3 ans que l'on peut obtenir avec la radiothérapie stéréotaxique pulmonaire?
  - A: 25-35%
  - B: 60-70%
  - C: 80-90%
  - D: 90-100%

---

---

---

---

---

---

---

---

## Préface

- La radio-oncologie a vécu et vit encore une véritable révolution technologique
- Effets
  - Meilleure efficacité thérapeutique
  - Moins d'effets secondaires
  - Changements dans les méthodes de travail
    - Plus complexe, plus « time-consuming »
  - Coûts qui ont augmenté substantiellement

} Meilleur index thérapeutique

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sujets à aborder

- Historique de l'évolution technique
- Nouvelles technologies en planification
- Nouvelles technologies en traitement
  - Façons de livrer la dose
  - Façons de cibler le volume cible
  - Façons de modifier le traitement en cours de route
  - Combinaisons de différentes techniques

---

---

---


---

---

---

---

---

- ORL
  - Prostate
  - Gynéco
  - Digestif bas
  - Thoracique (poumon, oeso, lymphome, etc)
  - Sein
  - Encéphale
    - Primaire
    - méta
- 
- IMRT/VMAT
  - Curie 3D
  - 4D
  - Stéréotaxie
  - Fusion IRM
  - Fusion TEP
  - IGRT

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

Un peu d'histoire



---

---

---

---

---

---

---

---

Un peu d'histoire



---

---

---

---

---

---

---

---

### Un peu d'histoire



VOYAGES EXCENTRIQUES PAU & NOU  
**LA COURSE AU RADIUM**  
ANGONNE LA BORDIE FILLES

CRÈME GOUT-ORANGE  
CRÈME MANUCHE  
POUDRE  
SAVON  
LAIT TOILETTE  
ROUGE & LEVRES  
VENTILÉE

**THO-RADIA**  
MÉTHODE SCIENTIFIQUE DE BEAUTÉ  
EN PHARMACIE EXCLUSIVEMENT

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Les débuts de la curiethérapie



Fig. 5-6. Use of mobile barriers shown in Fig. 5-5 in the operating room during radioactive phase of an implant. Therapist protected by curved panel providing easy access to operative field. Assistant stands behind straight panel.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Téléchargement différé



• « afterloader »

---

---

---

---

---

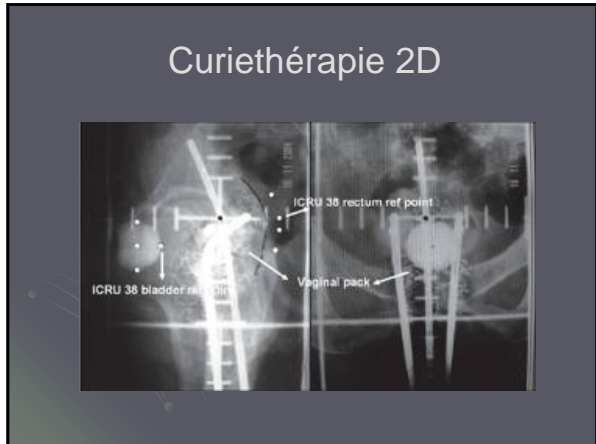
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Curiethérapie 3D

- Différence avec 2D
  - Obtention d'un TDM ou IRM avec l'instrumentation en place au lieu de films simples
  - Calcul de dose tridimensionnel qui permet la couverture de la zone à traiter de façon personnalisée selon la maladie et l'anatomie de la patiente
  - Possibilité de tenir compte de la dose aux organes à risque
    - Estimation en 2D

---

---

---

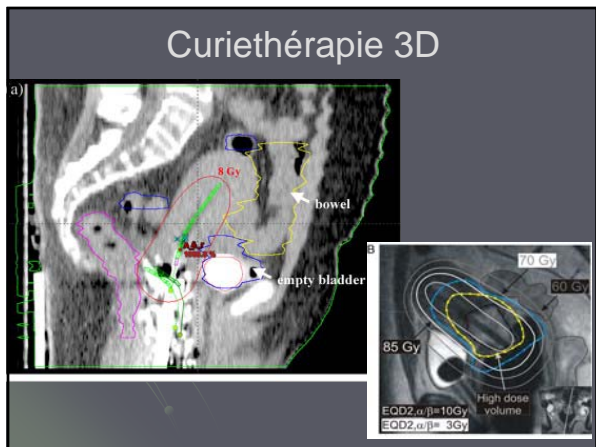
---

---

---

---

---



---

---

---

---

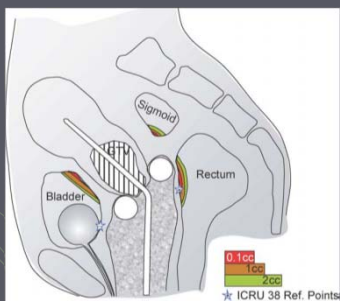
---

---

---

---

### Dose reçue par les organes à risque



---

---

---

---

---

---

---

---

### CT sur rails



---

---

---

---

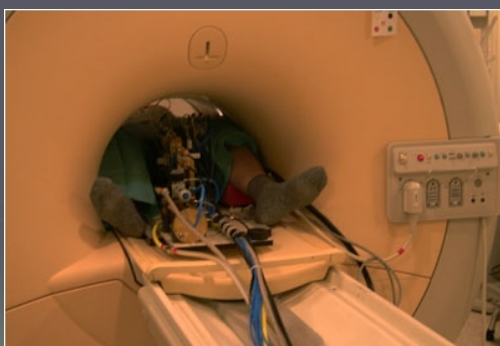
---

---

---

---

### Curiethérapie 3D - IRM



---

---

---

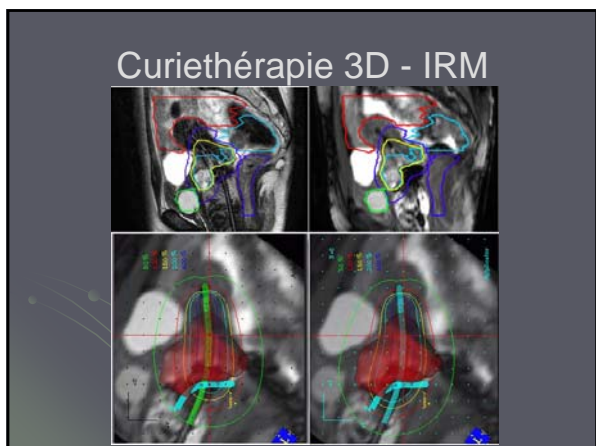
---

---

---

---

---



---

---

---

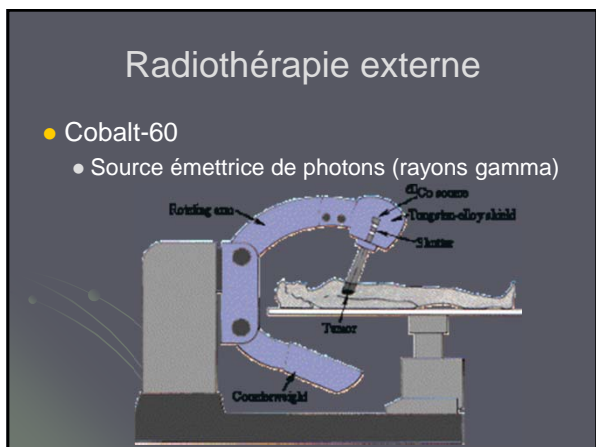
---

---

---

---

---



---

---

---

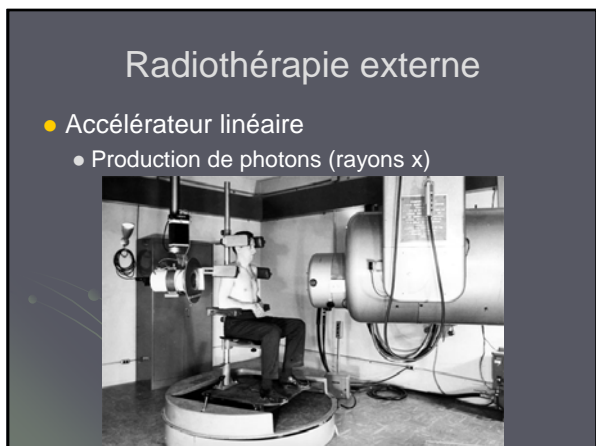
---

---

---

---

---



---

---

---

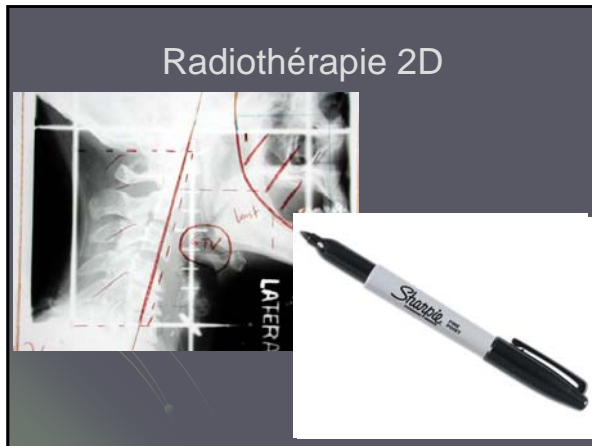
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

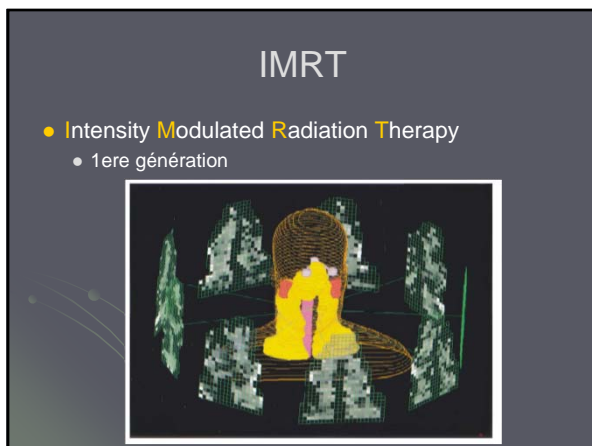
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---


---

---



### VMAT

- Volumetric Modulated Arc Therapy
  - IMRT de 2<sup>e</sup> génération



---

---

---

---

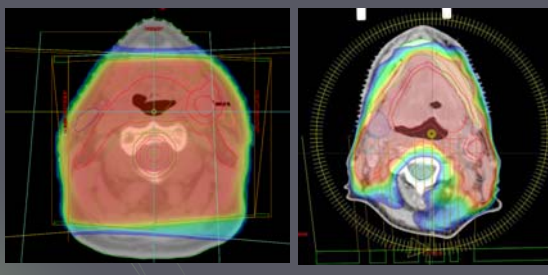
---

---

---

---

### 3D vs IMRT/VMAT



---

---

---

---

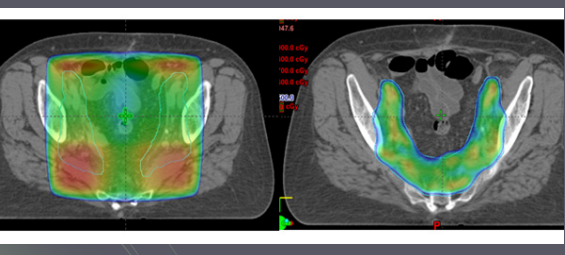
---

---

---

---

### 3D vs IMRT/VMAT



---

---

---

---

---

---

---

---

## IGRT

- Image Guided Radiation Therapy
- L'utilisation de l'imagerie pour
  - Planifier la radiothérapie
  - Surveiller et modifier au besoin la position du patient et de la tumeur en cours de traitement

---

---

---

---

---

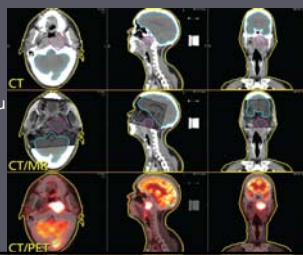
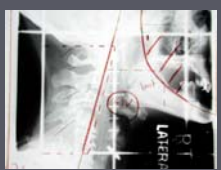
---

---

---

## IGRT

- Planifier la radiothérapie
  - 2D: radiographie simple
  - 3D: tomographie assistée par ordinateur (CT-sim)
    - Fusion
      - TEP
      - IRM
    - De plus en plus, TEP et/ou IRM en position de traitement
  - 4D: prise en charge du mouvement




---

---

---

---

---

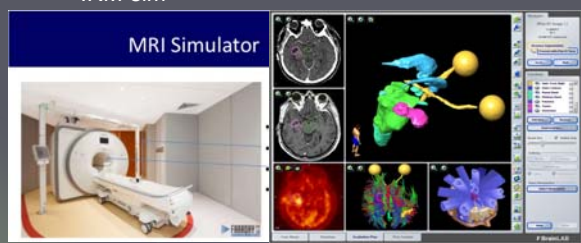
---

---

---

## IGRT

- Dans un futur pas si lointain
  - IRM-sim




---

---

---

---

---

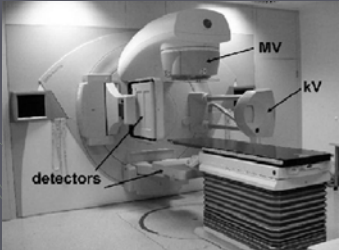
---

---

---

### IGRT

- Surveiller et modifier au besoin la position du patient en cours de traitement



---

---

---

---

---

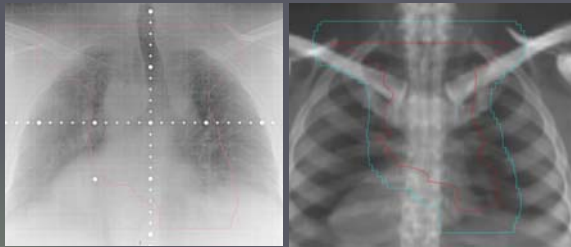
---

---

---

### IGRT

- Moyens utilisés
  - Imagerie portale (MV ou KV)



---

---

---

---

---

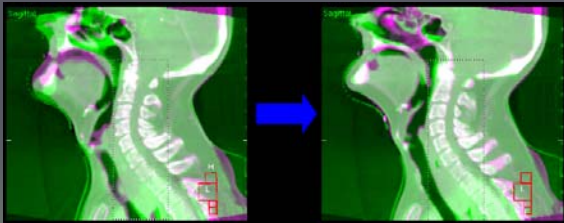
---

---

---

### IGRT

- CT en salle de traitement (CBCT)



---

---

---

---

---

---

---

---

### IGRT

- Radiothérapie adaptative

Original IMRT Plan

Recalculated IMRT Plan  
(accounting for neck volume shrinkage)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### IGRT

- Radiothérapie adaptative

58
A. Djajic et al

**Figure 4** Man with squamous cell carcinoma and extensive atelectasis of the left lung. (A) Planning: PET-based gross tumor is in pink, and PTV is in red. (B) A bone-matched CBCT scan after 18 fractions: the lung has re-expanded, the hilar tumor (arrow) is now likely partly outside the PTV, breathing motion is increased, and the surrounding lung density has changed, all of which can lead to substantial underdosage in the absence of soft tissue IGRT. (Courtesy of Dr B. Fortin, Montreal, Canada)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### IGRT

- Dans le futur...
  - Accélérateur IRM

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

### IGRT

- Moyens utilisés
  - Marqueurs: grains d'or



---

---

---

---

---

---

---

---

### IGRT

- Marqueurs: Émetteurs de radiofréquence



---

---

---

---

---

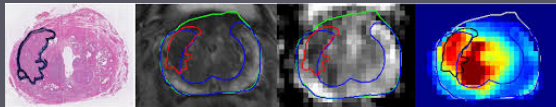
---

---

---

### IGRT

- Dans un futur pas si lointain
  - Imagerie moléculaire



---

---

---

---

---

---

---

---

## IGRT – asservissement respiratoire

- Planification 4D
- Traitement 4D - « Gating »
- Permet de rehausser la **précision** des traitements (mieux traiter les zones affectées, moins traiter les organes au pourtour)
- Important pour tous les patients traités au niveau pulmonaire/thoracique car les **mouvements respiratoires** sont inévitables
  - Certains cas abdominaux « hauts »

---

---

---

---

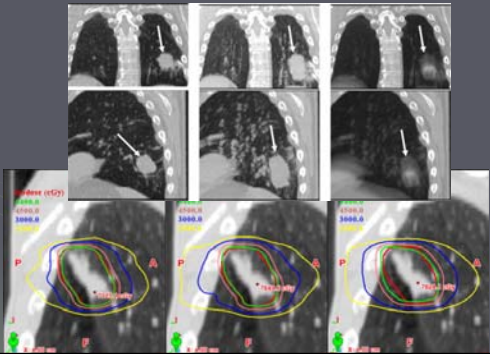
---

---

---

---

## Planification 4D



---

---

---

---

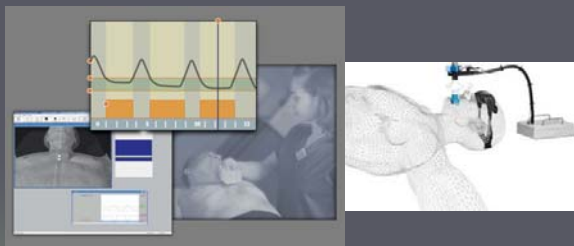
---

---

---

---

## Gating respiratoire - traitement



---

---

---

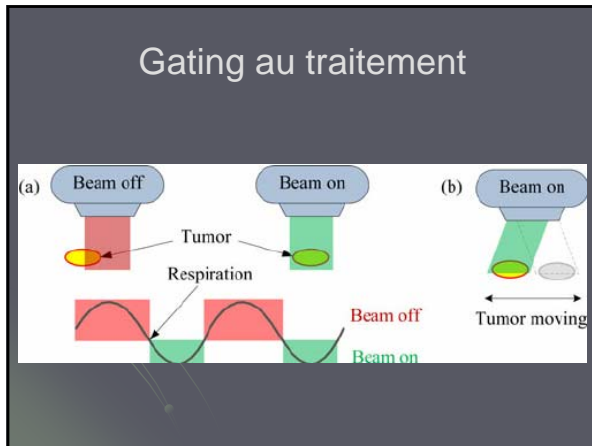
---

---

---

---

---




---

---

---

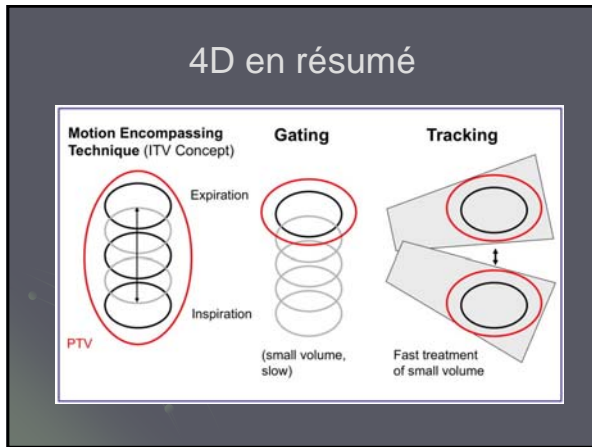
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

- ### En quoi l'IGRT nous aide?
- Difficulté de positionnement de certains patients
    - Ex: abdomen volumineux qui rend les marqueurs à la peau moins fiables
  - Mouvements interfraction (et intrafraction) du volume cible
    - Indétectables par observation externe ou en se fiant à l'anatomie osseuse
  - Changements au niveau de la forme de la tumeur et du patient en cours de traitement

---

---

---

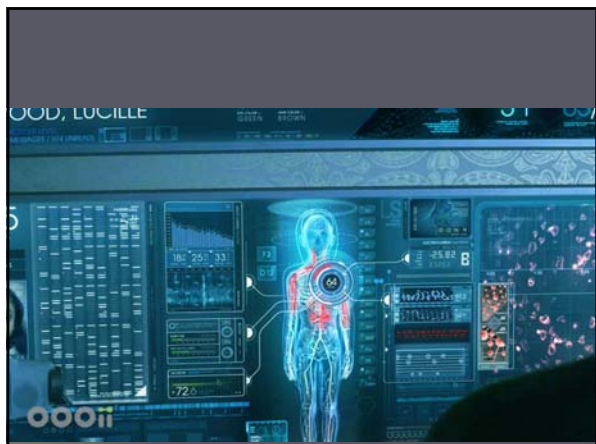
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

## Radiothérapie stéréotaxique

- Définition
  - Radiothérapie de haute précision, très ciblée et impliquant un nombre restreint de traitements (en moyenne, 3) et de forte dose par séance (ad 20 Gy)
- Se donne habituellement à l'aide de moyens techniques sophistiqués
  - Cyberknife (HND)
  - IMRT/**VMAT** (RapidArc: disponible ici)
  - Gammaknife (Sherbrooke, indications SNC)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Radiothérapie stéréotaxique

- Doit tenir compte des mouvements possibles
  - **IGRT** (planification 4D, gating)
  - **Immobilisation**



---

---

---

---

---

---

---

---





---

---

---

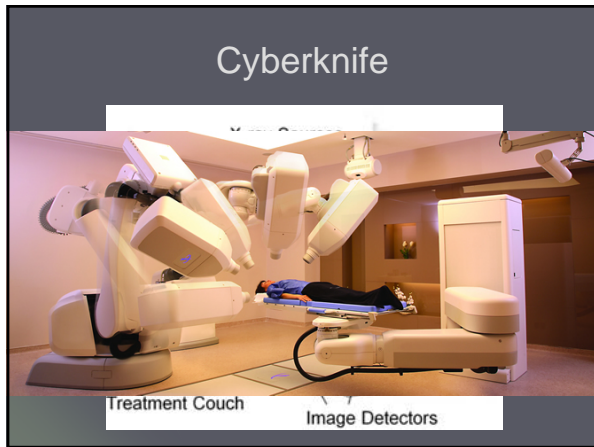
---

---

---

---

---



---

---

---

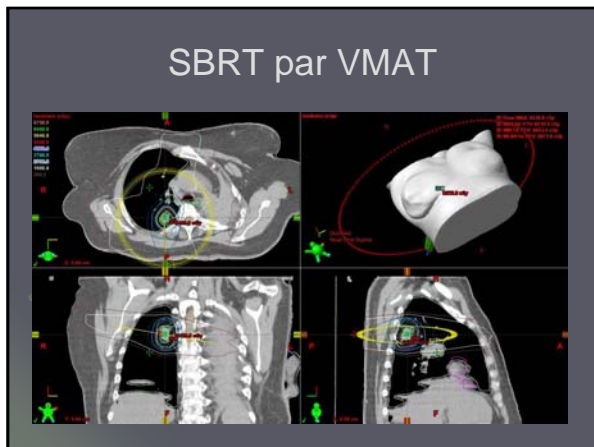
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### SBRT pulmonaire

- Indication: T1-2 (lésions de moins de 5 cm)  
N0, médicalement inopérable
- Résultats (contrôle local)
  - RT conventionnelle (20-30 tx): 20-25%
  - RT hypofractionnée (15 tx): 60%
  - RT stéréotaxique (3-5 tx): 80-90% à 3 ans

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### SBRT pulmonaire

- Données non randomisées suggèrent des résultats de contrôle local comparables avec chirurgie
  - OS moins bon: patients + âgés, co-morbidités ou absence d'échantillonnage ganglionnaire?
- La chirurgie demeure le « gold standard »
- Données randomisées à venir

---

---

---

---

---

---

---

---

### SBRT

- Autres indications
  - Métastases
    - Pulmonaires
    - Osseux/para-vertébral
    - Cérébrales
    - Surrénales ...

---

---

---

---

---

---

---

---

## SBRT

- **Autres indications**
  - **Abdomen haut**
    - Pancréas
      - Maladie non resecable, < 7.5 cm
      - Données phase I et II
      - LC 1 an: 57 – 100%
      - Survie médiane: 5.4 – 14 mois
    - Foie
      - HCC (données phase I et II)
        - LC 1 an: 87%
        - Survie médiane: 17 mois

---

---

---

---

---

---

---

---

## But ultime des nouvelles technologies en radio-oncologie

- **Améliorer la précision des traitements quotidiennement**
  - Important car les traitements deviennent de plus en plus conformes
  - Optimiser la couverture du volume cible
  - Diminuer l'irradiation aux organes à risque
    - En diminuant l'irradiation due aux variations de set-up
    - En diminuant le volume à traiter
      - Diminution des marges de sécurité
- **Améliorer l'index thérapeutique!**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Questions pré-test

- **Le rayonnement produit par un accélérateur linéaire s'appelle**
  - A: rayon beta
  - B: rayon x
  - C: rayon gamma
  - D: rayon de soleil

---

---

---

---

---

---

---

---

### Questions pré-test

- Quel est le taux de contrôle local à 3 ans que l'on peut obtenir avec la radiothérapie stéréotaxique pulmonaire?
  - A: 25-35%
  - B: 60-70%
  - C: 80-90%
  - D: 90-100%

---

---

---

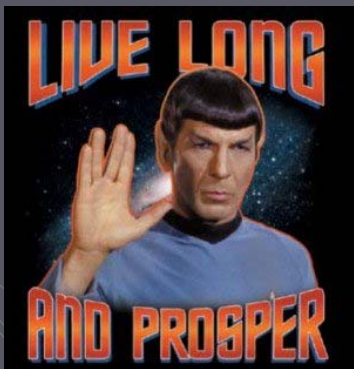
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---