



La radiothérapie du sein

Caroline Duchesne, MSc, MCCPM
Physicienne médicale, HMR

*Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal*

Québec 

Plan

- Le cancer du sein: du diagnostic au traitement;
- La radiothérapie du sein: pourquoi?
- La chaîne de traitement en radiothérapie;
- Évolution de la radiothérapie.

Du diagnostic au traitement

*Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal*

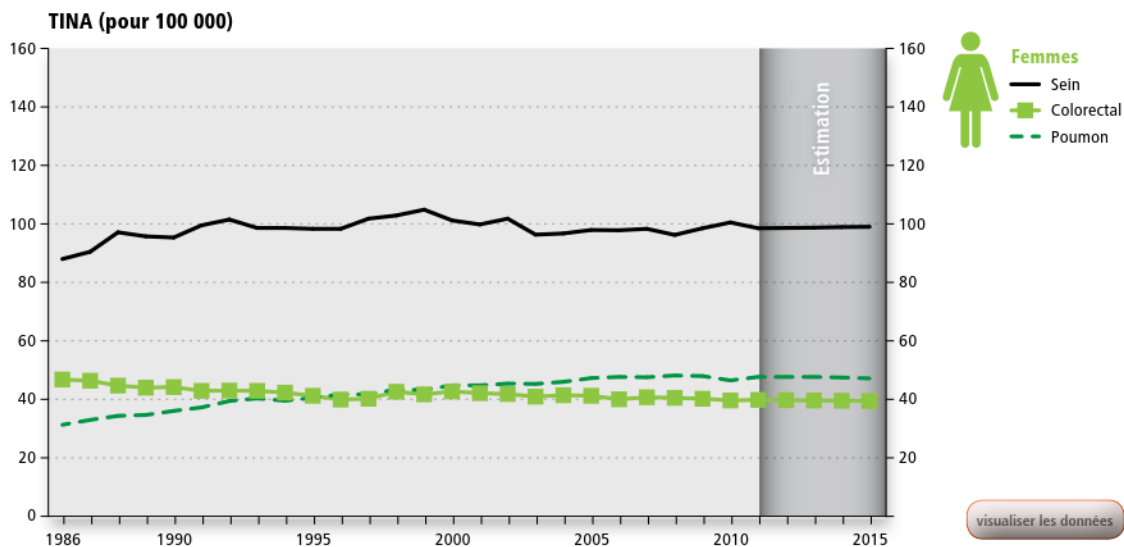
Québec 

Statistiques: incidence

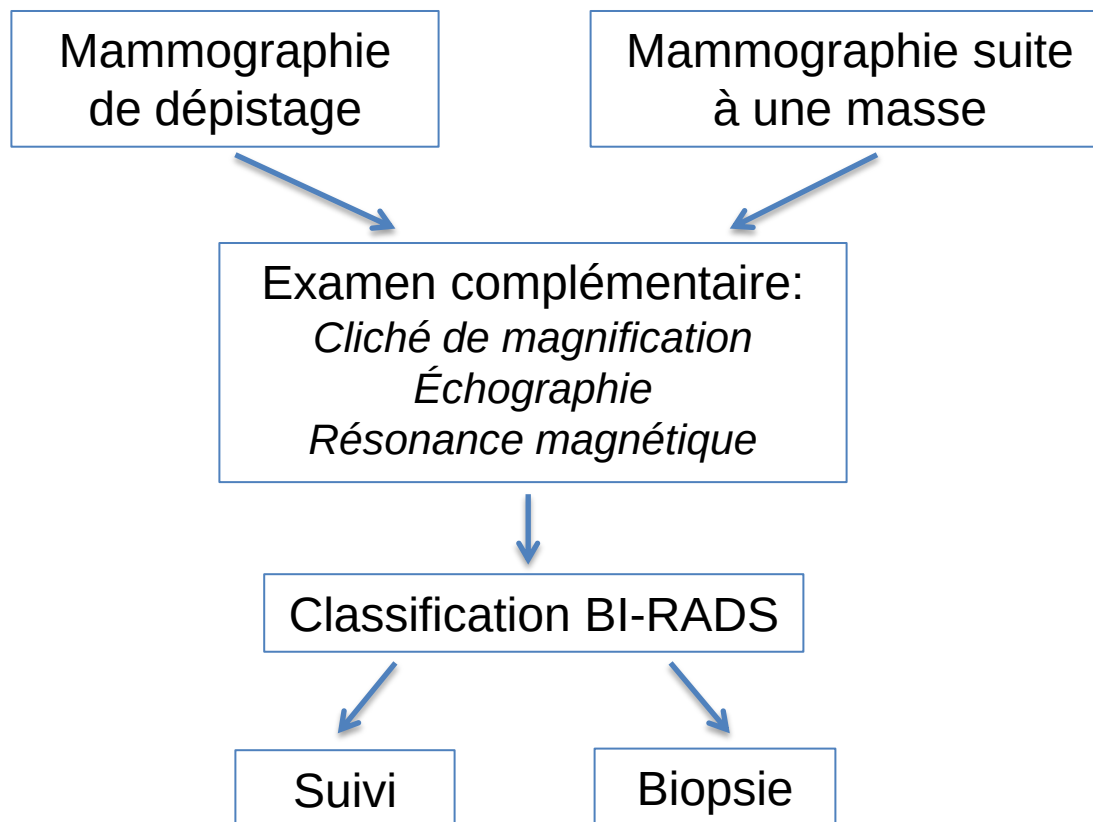
Cancer du sein

Le taux d'incidence du cancer du sein a augmenté au début des années 1990. Cette hausse du taux d'incidence s'explique en partie par l'augmentation du dépistage opportuniste par mammographie qui était effectué avant la mise en place des programmes provinciaux de dépistage organisés à partir de 1988. Depuis 1988, les taux ont fluctué. Les raisons de ces fluctuations restent à préciser, mais celles-ci sont probablement liées à la participation continue au dépistage par mammographie et aux changements à long terme dans les facteurs hormonaux tels que les premières règles survenant à un âge précoce, l'allaitement au sein, la ménopause survenant à un âge tardif, l'utilisation de contraceptifs oraux, des grossesses menées à terme à un âge tardif⁽⁹⁾. Le diabète peut aussi augmenter le risque de cancer du sein⁽¹⁰⁾.

FIGURE 1.5 Taux d'incidence normalisés selon l'âge (TINA) pour certains cancers*, femmes, Canada, 1986–2015



Diagnostic



BI-RADS

- *Breast Imaging-Reporting and Data System;*
- Publié par l'ACR;
- Codes numériques standardisés:

0: Incomplete

1: Negative

2: Benign

3: Probably benign

4: Suspicious

5: Highly suggestive of malignancy

6: Known biopsy – proven malignancy

4A: low suspicion for malignancy

4B: intermediate suspicion of malignancy

4C: moderate concern, but not classic for malignancy

Biopsie

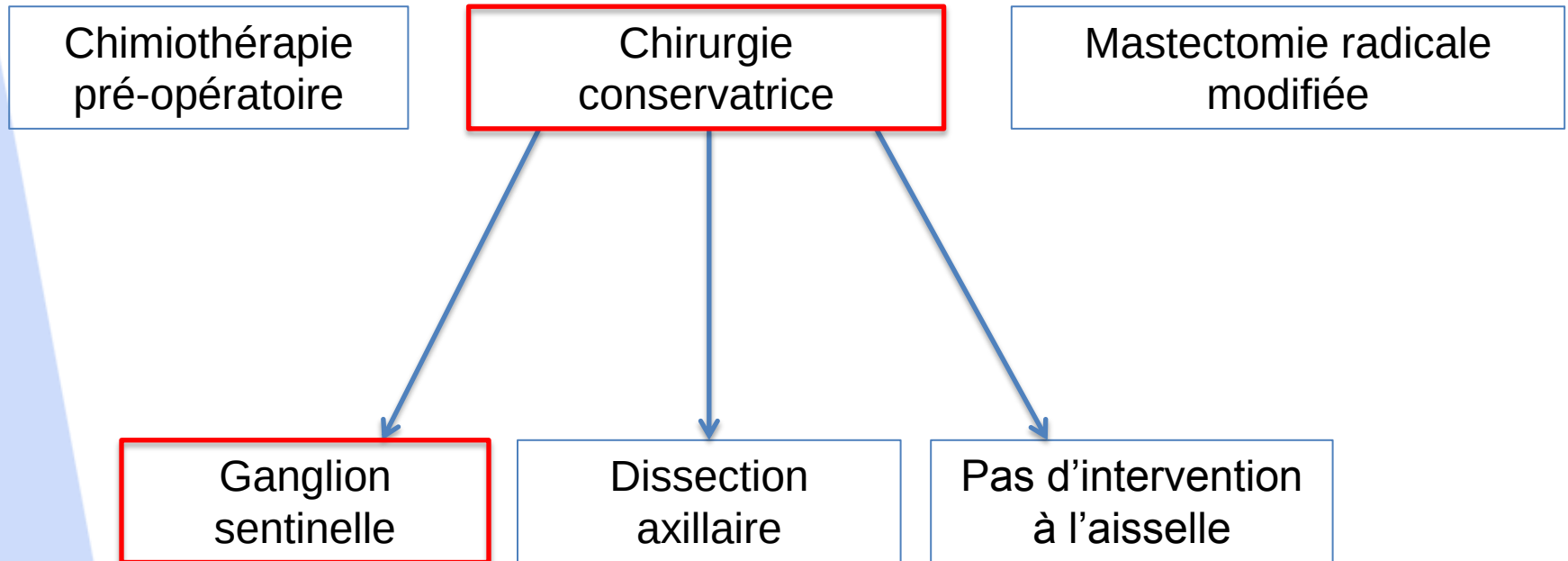
- À l'aiguille fine:
 - Liquide;
- Au trocart (échoguidée):
 - Aiguille creuse;
 - Petite « carotte »;
- Mammotome:
 - Sous stéréotaxie;
 - Micro-calcifications



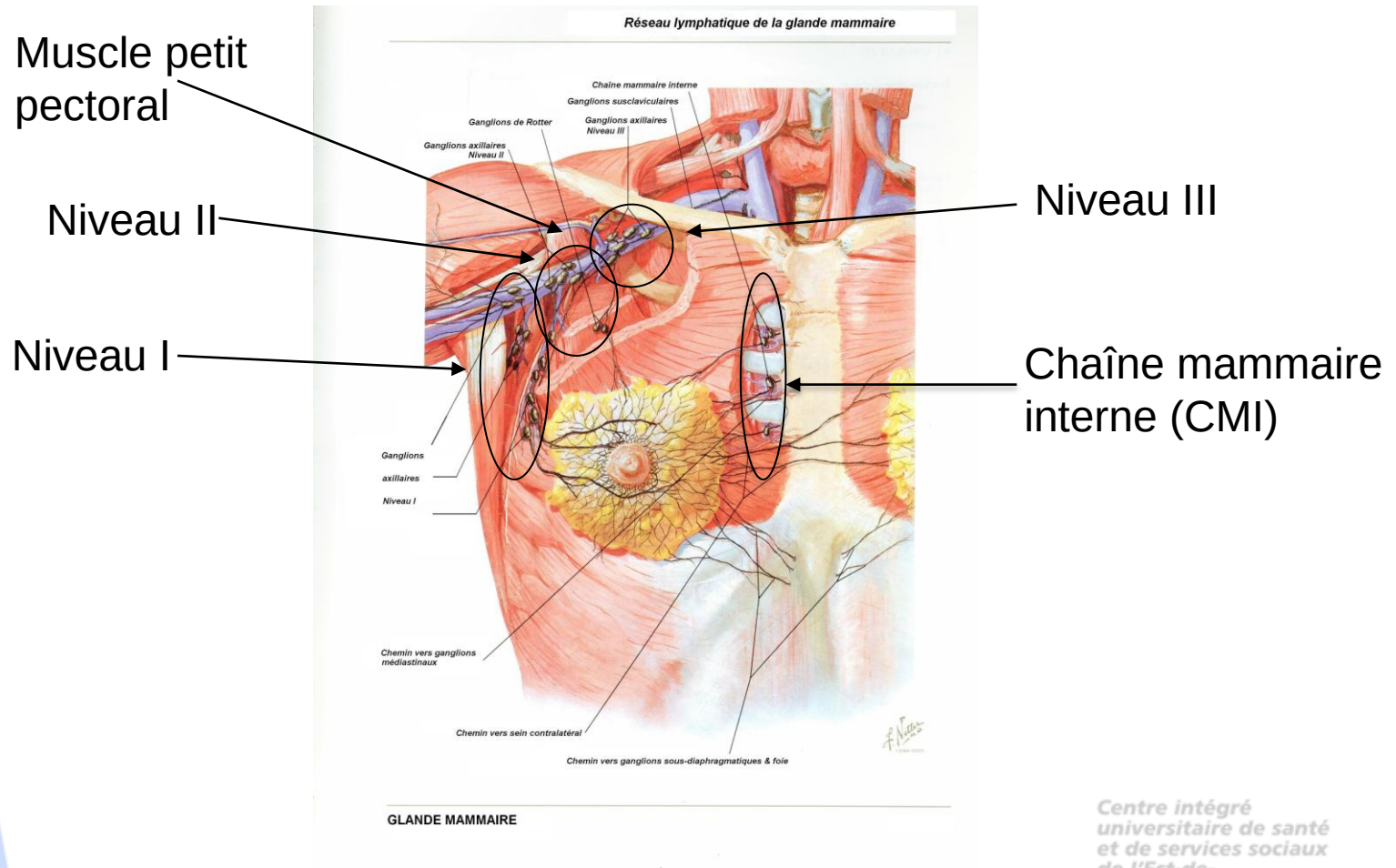
Chirurgie oncologique

- Rencontre + examen de la patiente;
- Demande d'autres examens si nécessaire:
 - Poumons;
 - Scintigraphie osseuse;
 - TEP;
- Clinique pré-opératoire;
- Chirurgie.

Chirurgie oncologique

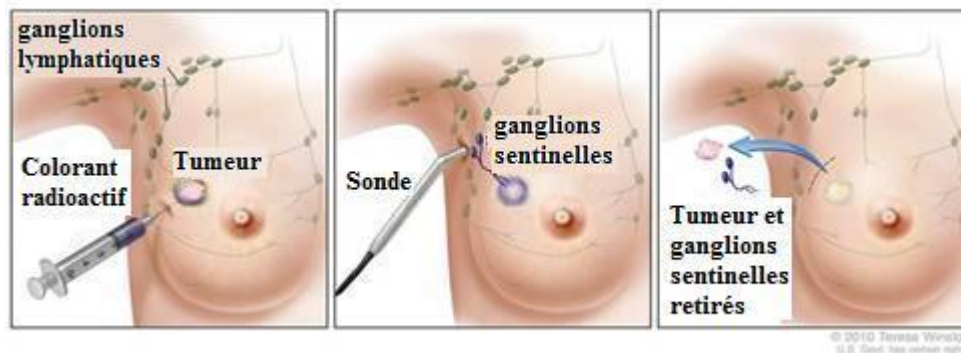


Anatomie du sein



Ganglion sentinelle

- Les ganglions travaillent en relais;
- La « sentinelle » du drainage des cellules du sein;
- Pour le trouver, deux types de marqueurs:
 - Coloré (bleu méthylène);
 - Radioactif (soufre colloïdal+Tc-99m).



Pathologie

- Classification histologique:
 - Grade;
 - Fonction de l'apparence et du comportement des cellules cancéreuses qu'on compare à ceux des cellules normales (différenciation);

Pathologie

- Stadification:
 - Stade TNM (Tumour, Nodes, Metastases);
 - Fonction:
 - De la taille de la tumeur primitive;
 - Du nombre de ganglions lymphatiques régionaux qui contiennent des cellules cancéreuses ainsi que leur emplacement;
 - De la propagation du cancer, ou métastases, vers une autre partie du corps.

Stadification

Table 57-7 Stage Grouping for Breast Cancer

Stage	Tumor	Nodes	Metastasis
0	Tis	N0	M0
I	T1	N0	M0
IIA	T0	N1	M0
	T1	N1	M0
	T2	N0	M0
IIB	T2	N1	M0
	T3	N0	M0
IIIA	T0	N2	M0
	T1	N2	M0
	T2	N2	M0
	T3	N1	M0
	T3	N2	M0
IIIB	T4	Any N	M0
	Any T	N3	M0
IV	Any T	Any N	M1

Non invasifs
(*in situ*)

Invasifs

Invasifs
localement
avancés

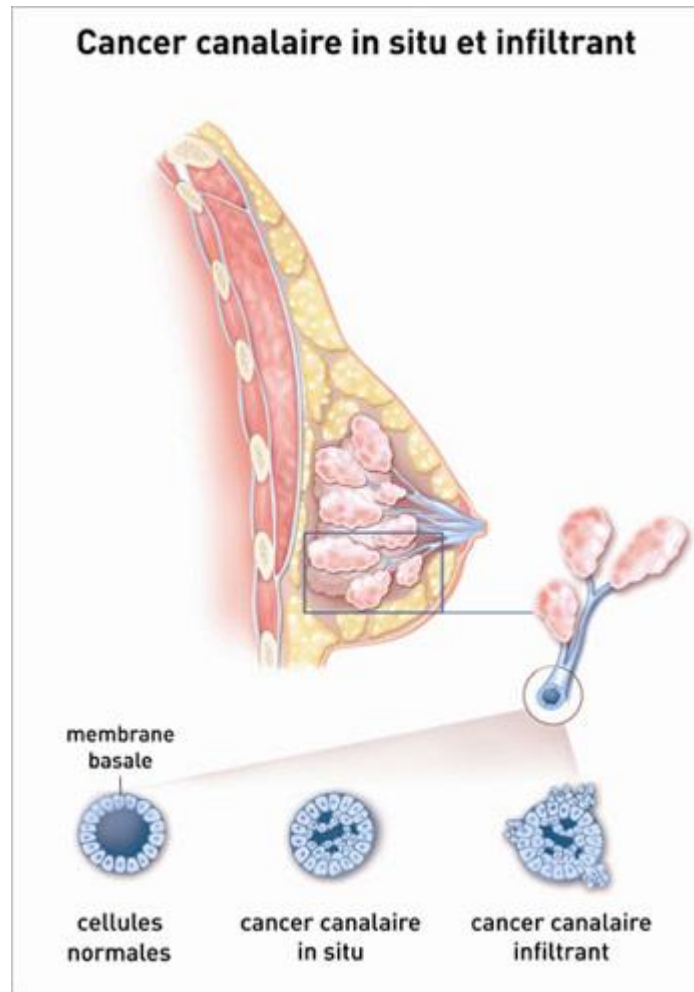
From Greene FL, Page DL, Fleming ID, et al, eds: *AJCC Cancer Staging Manual*, 6th ed. New York: Springer, 2002.

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



Stadification



Conduite à tenir

- Dépend de:
 - Stade TNM;
 - Récepteurs hormonaux;
 - Âge;
 - Génétique (Oncotype Dx);
 - Type de chirurgie;
 - ...

Options de traitement

- Après la chirurgie:
 - Chimiothérapie;
 - Radiothérapie;
 - Hormonothérapie;
 - Un mélange de toutes ces options...

La radiothérapie du sein: pourquoi?

*Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal*

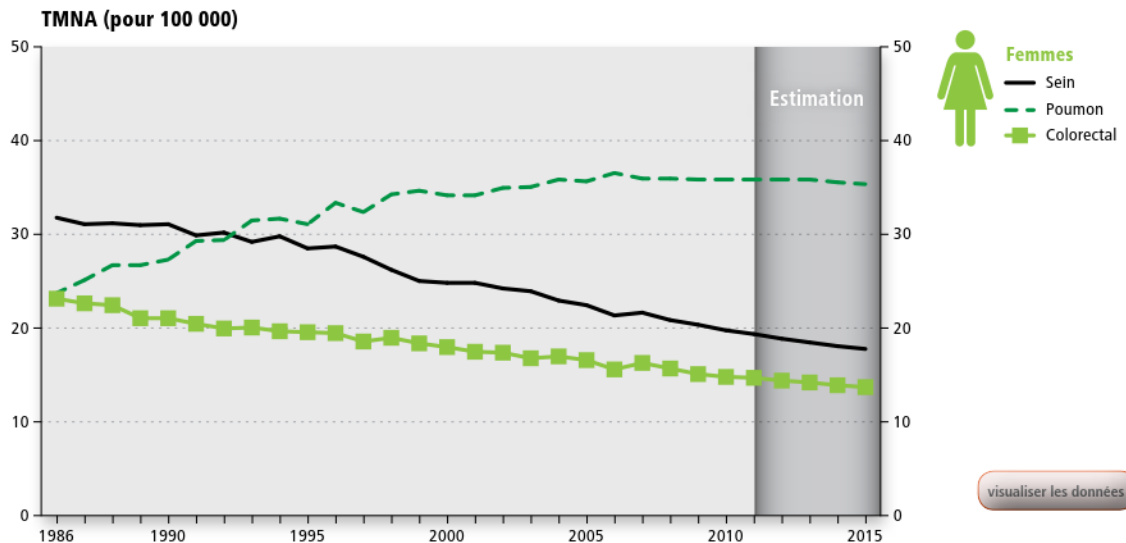
Québec 

Statistiques: mortalité

Cancer du sein

Le taux de mortalité attribuable au cancer du sein a diminué au milieu des années 1980. Après avoir atteint un sommet en 1986, le taux de mortalité normalisé selon l'âge a chuté de 44 %, passant de 32 décès pour 100 000 en 1986 à un taux projeté de 17,9 décès pour 100 000 en 2015. La tendance à la baisse s'est accélérée pour atteindre 2,5 % par année depuis 2001, probablement en raison du dépistage accru par mammographie⁽¹⁾ et de l'utilisation de traitements plus efficaces suite à des opérations chirurgicales associées au cancer du sein^(2,3). Le dépistage par mammographie entre 40 et 79 ans a entraîné une diminution subséquente des taux de mortalité par cancer du sein⁽⁴⁾.

FIGURE 3.5 Taux de mortalité normalisés selon l'âge (TMNA) pour certains cancers*, femmes, Canada, 1986 à 2015



La radiothérapie fonctionne

Ragaz J, Jackson SM, Le N, et al. Adjuvant radiotherapy and chemotherapy in node-positive premenopausal women with breast cancer. N Engl J Med 1997;337:956-962

Overgaard M, Hansen PS, Overgaard J, et al. Postoperative radiotherapy in high-risk premenopausal women with breast cancer who receive adjuvant chemotherapy: Danish Breast Cancer Cooperative Group 82b Trial. N Engl J Med 1997;337:949-955

Overgaard M, Jensen MB, Overgaard J, et al. Postoperative radiotherapy in high-risk postmenopausal breast-cancer patients given adjuvant tamoxifen: Danish Breast Cancer Cooperative Group DBCG 82c randomised trial. Lancet 1999;353:1641-1648

La radiothérapie fonctionne

- Radiothérapie après chirurgie baisse des 2/3 le risque de récurrence locale;
- Pour 4 patientes chez lesquelles on contrôle localement, on augmente la survie à 10 ans d'une patiente.

La radiothérapie fonctionne

- *NCIC-CTG MA.20: An intergroup trial of regional nodal irradiation in early breast cancer;*
- Méthode traditionnelle, 2D, irradiation de la CMI.

La chaîne de traitement

*Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal*

Québec 

Les défis

- Respiration;
- Sein n'est pas stable;
- Organes à risque (cœur, poumon, peau, autre sein);
- Prothèses;
- Extenseurs.

La chaîne de traitement

- Élaboration du plan de soins;
- Immobilisation;
- Imagerie de planification;
- Dosimétrie;
- Imagerie de repositionnement;
- Traitement.

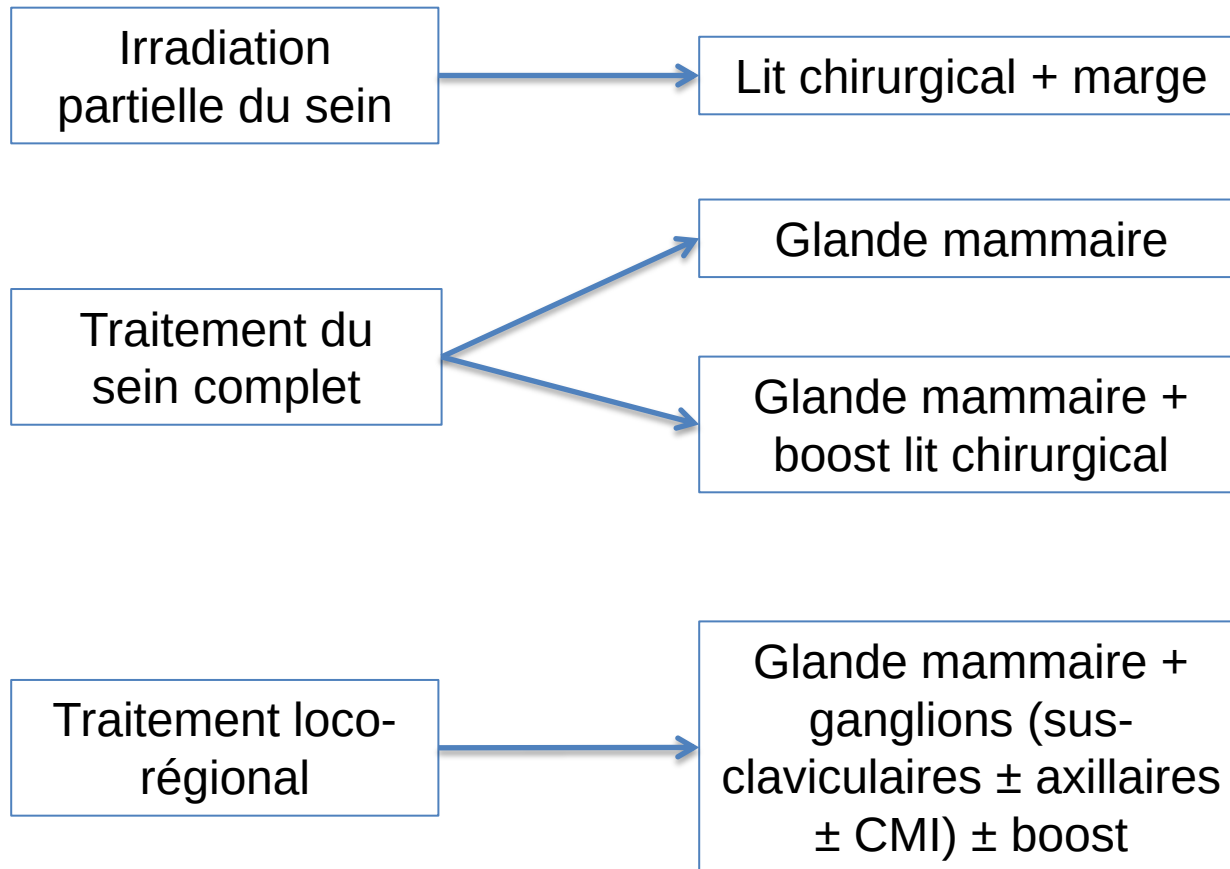
Le plan de soins

- Médecin radio-oncologue décide de:
 - la prescription de radiation;
 - la ou les zones à irradier (PTVs);
- Selon le centre, un plan standardisé sera suivi pour:
 - Positionnement et immobilisation;
 - Images de planification;
 - Dosimétrie;
 - Images de repositionnement.

Le plan de soins

- Informations nécessaires pour le MD:
 - Pathologie;
 - Échographie pré-opératoire;
 - Mammographie pré-opératoire.

Options de radiothérapie

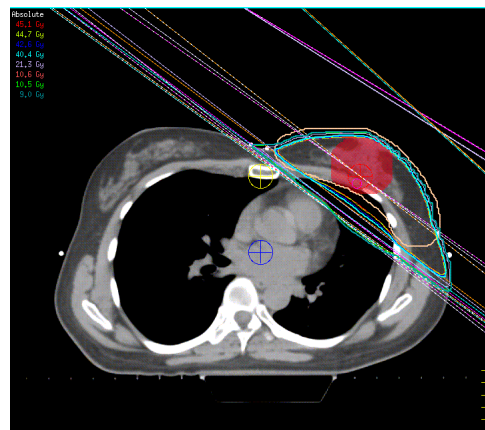


La chaîne de traitement

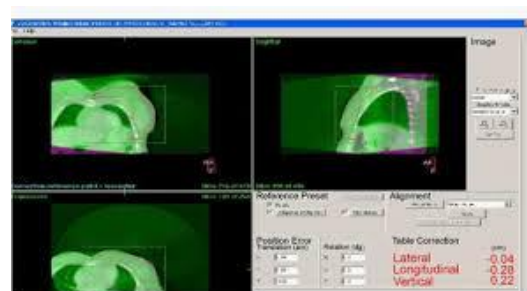
Positionnement
Immobilisation
Images de planif



Dosimétrie



Images de
repositionnement



Traitement



Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



Immobilisation

Sein standard



Immobilisation

Tx loco-régional



Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



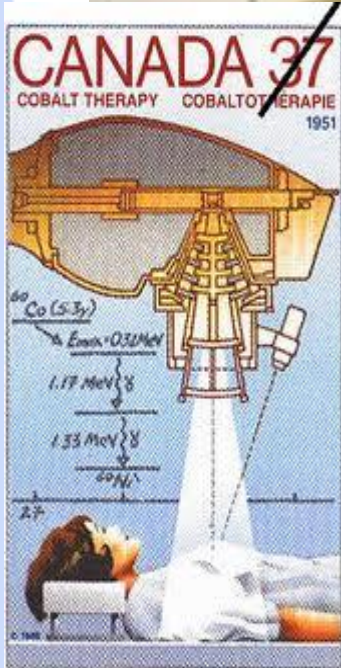
Imagerie de planification

- CT scan avec quelques particularités:
 - Large ouverture;
 - Table plate;
 - Lasers au mur.
- Épaisseur de coupe: 3 mm.



Les appareils de traitement

- Appareil de téléthérapie au Co-60:



- Source radioactive de Cobalt-60 dans la tête de l'appareil;
- Produit un faisceau de photon d'énergie moyenne de 1.25MeV;
- L'intensité du faisceau décroît avec le temps (demi-vie de 5.27 ans);
- Inventé en Saskatchewan, premier patient traité en 1951 en Ontario;

Les appareils de traitement

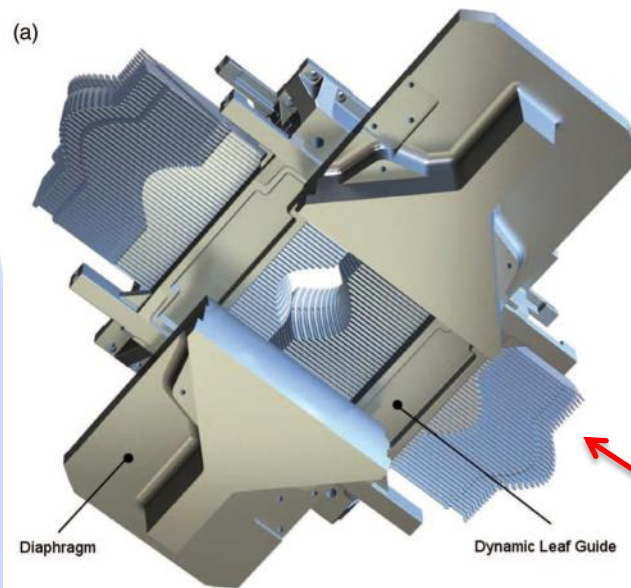
- Accélérateur linéaire médical:



- Produit un faisceau de rayonnement ionisant stable composé de photons ou d'électrons;
- Énergie entre 4 et 25MV pour les photons et 4 et 18MeV pour les électrons;
- Premiers patients traités en 1953 (Londres).

Les appareils de traitement

- Accélérateur linéaire médical:



- Collimateur multi-lames pour se conformer au volume à traiter;
- Possibilité d'irradier en mode dynamique.



Dosimétrie

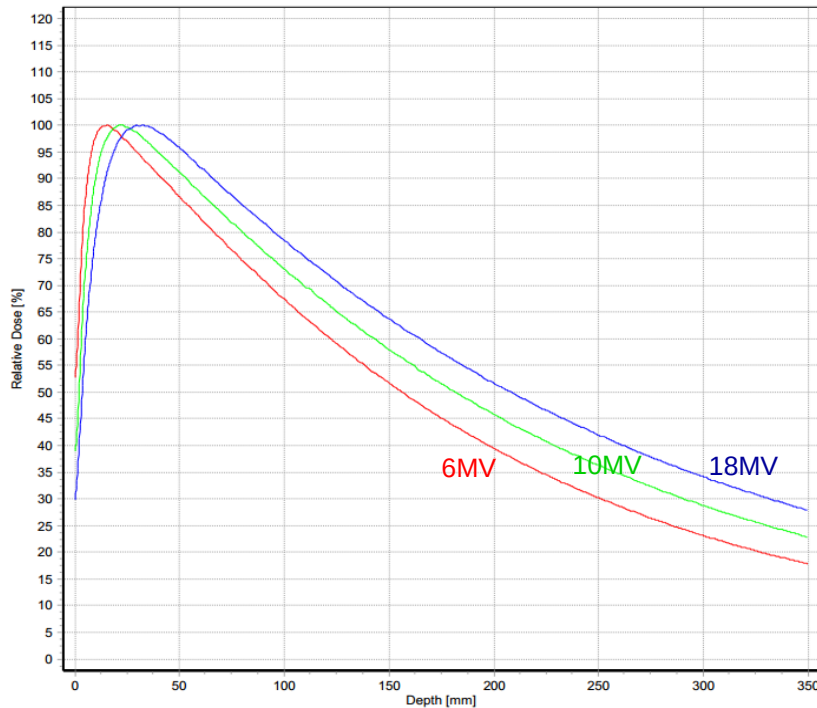
- Prescription du MD;
- Énergie(s) à utiliser;
- Demandes spéciales à considérer;
- Utilisation d'un système de planification de traitement (modèles).

Dosimétrie

- Sein complet:
 - Photons 6, 10 ou 18 MV;
 - 2 champs opposés avec géométrie tangentielle;
 - Légère modulation avec sous-champs pour limiter points chauds.

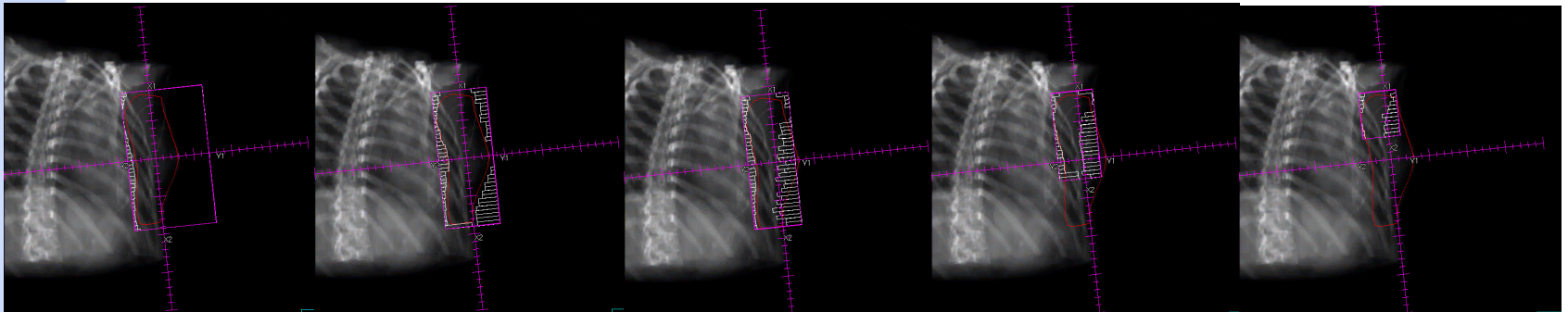
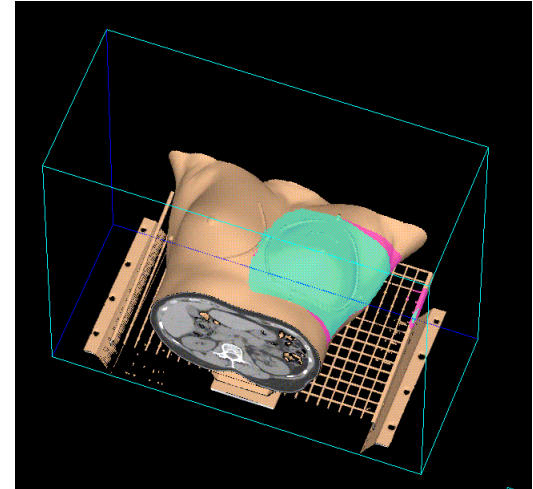
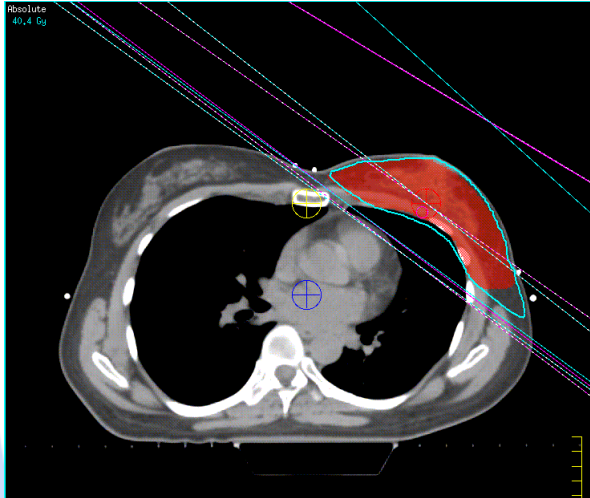
Dosimétrie

Dose en profondeur - photons



- La dose atteint un maximum à quelques cm de profondeur (1.5cm à 5cm);
- Plus l'énergie est grande, plus le faisceau est pénétrant;
- La dose diminue lentement par la suite (50% entre 15cm et 20cm);
- La dose en surface est plus faible.

Dosimétrie

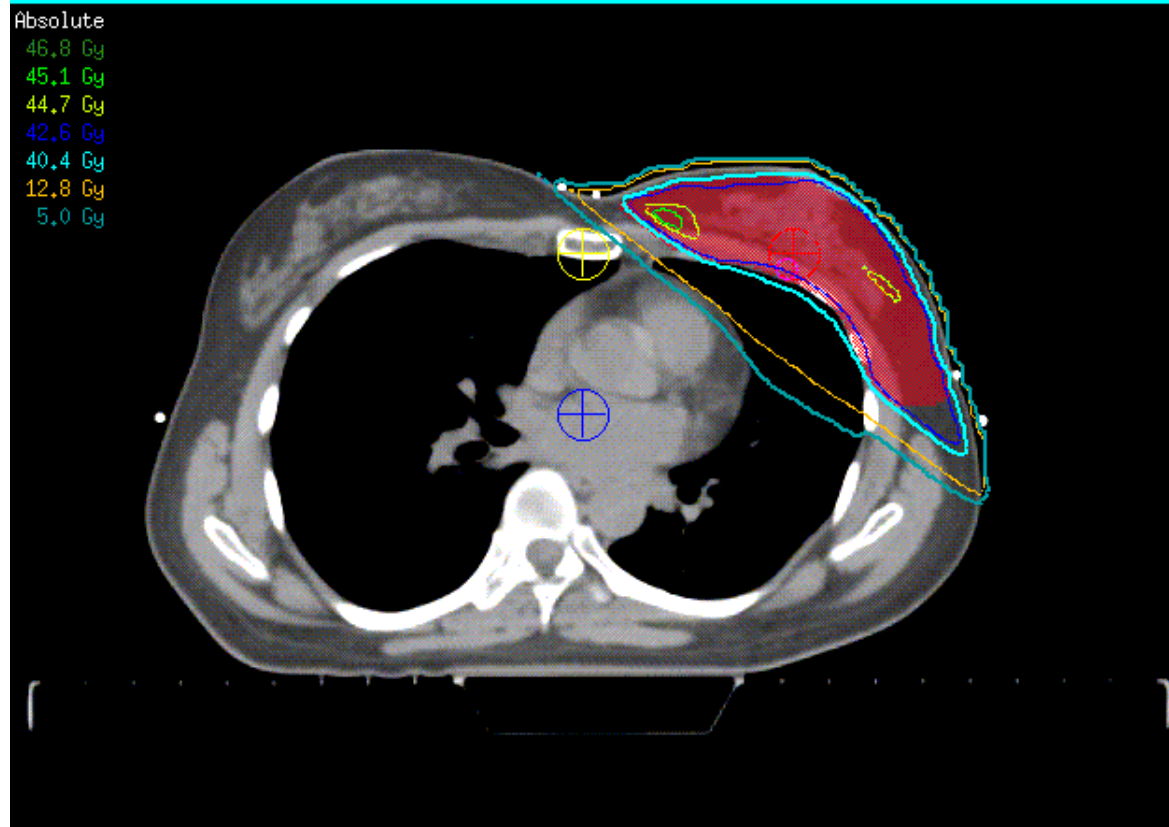


Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



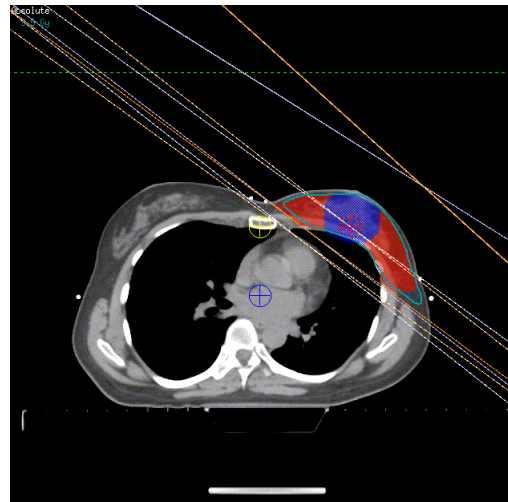
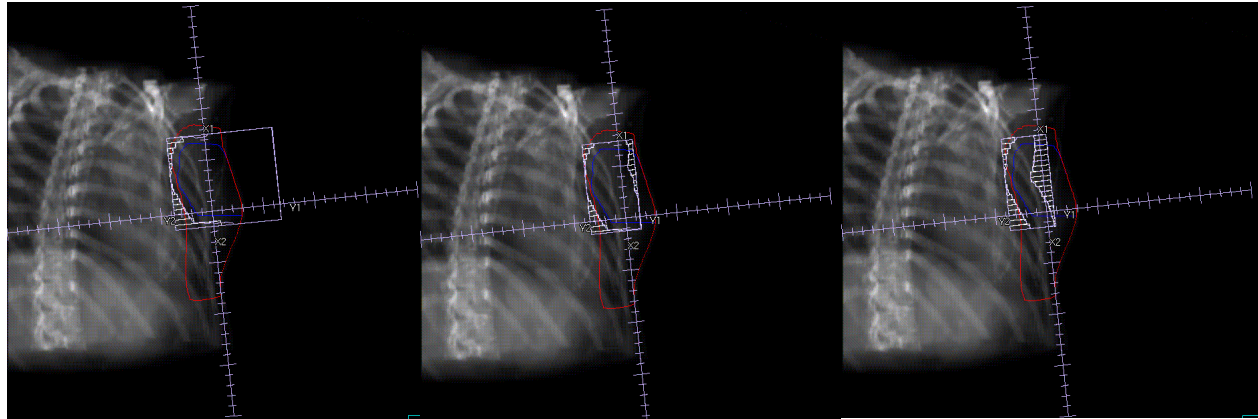
Dosimétrie



Dosimétrie

- Surdosage au lit chirurgical:
 - Photons en tangentes réduites (ou obliques);
 - Électrons champ direct;
 - But: ne pas changer la position

Dosimétrie



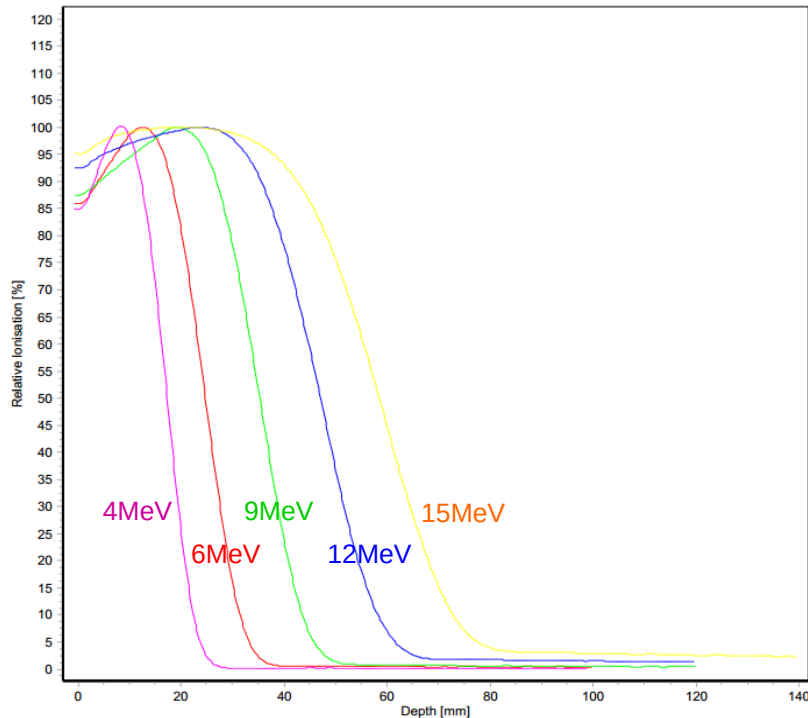
Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



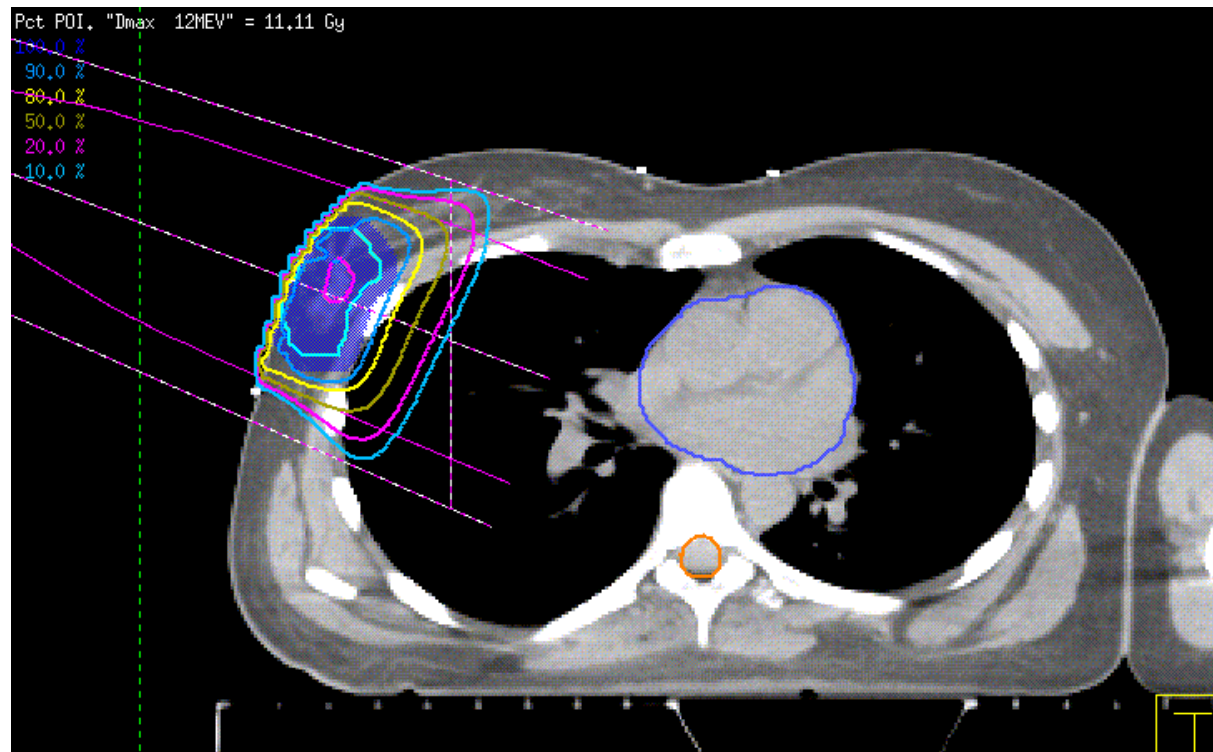
Dosimétrie

Dose en profondeur - électrons



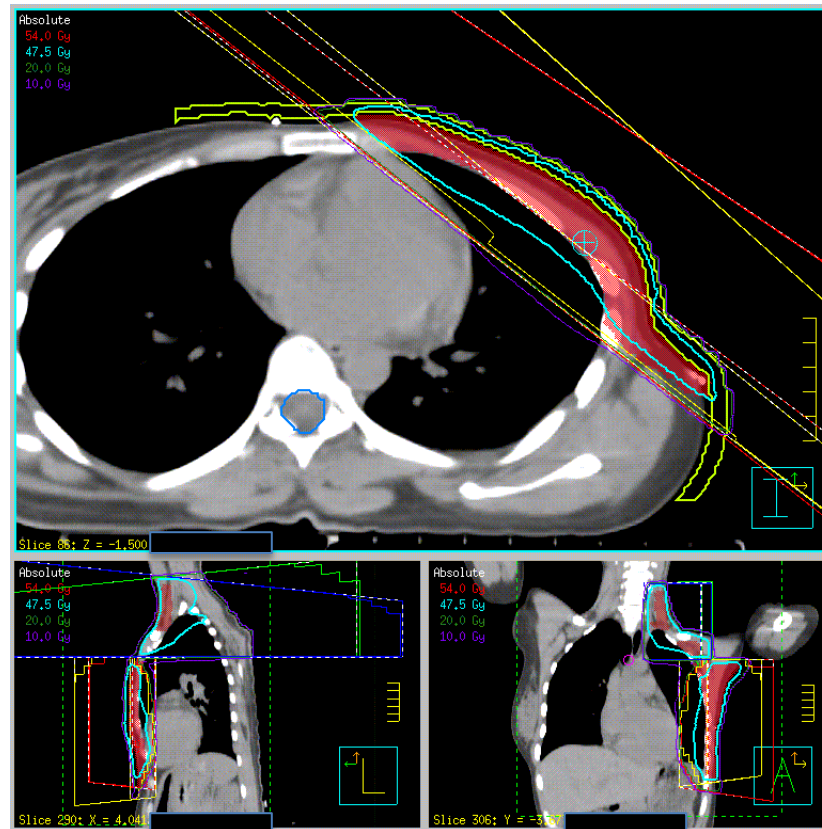
- La dose atteint un maximum à quelques cm de profondeur (1.0cm à 3.5cm) et forme un plateau;
- Plus l'énergie est grande, plus le faisceau est pénétrant;
- La dose diminue très rapidement par la suite (50% entre 2cm et 6cm)
- La dose en surface est plus élevée que pour les photons.

Dosimétrie



Dosimétrie

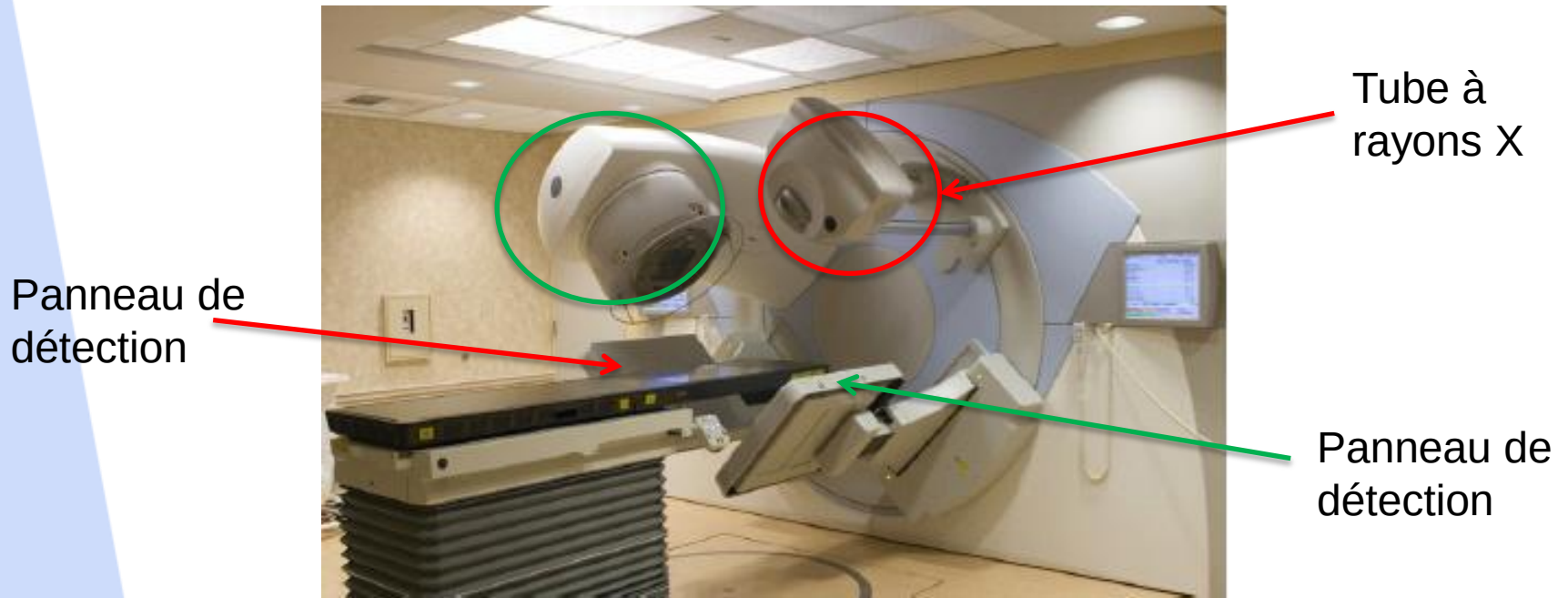
- Traitement loco-régional:



Imagerie de repositionnement

- Images portales:
 - Faisceau MV;
 - Champ set up (ANT), TGI et TGE.
- Images 3D:
 - Tomodensitométrie par faisceau conique (CBCT);
 - Faisceau kV.

Imagerie de repositionnement



Imagerie de repositionnement

- Images portales:



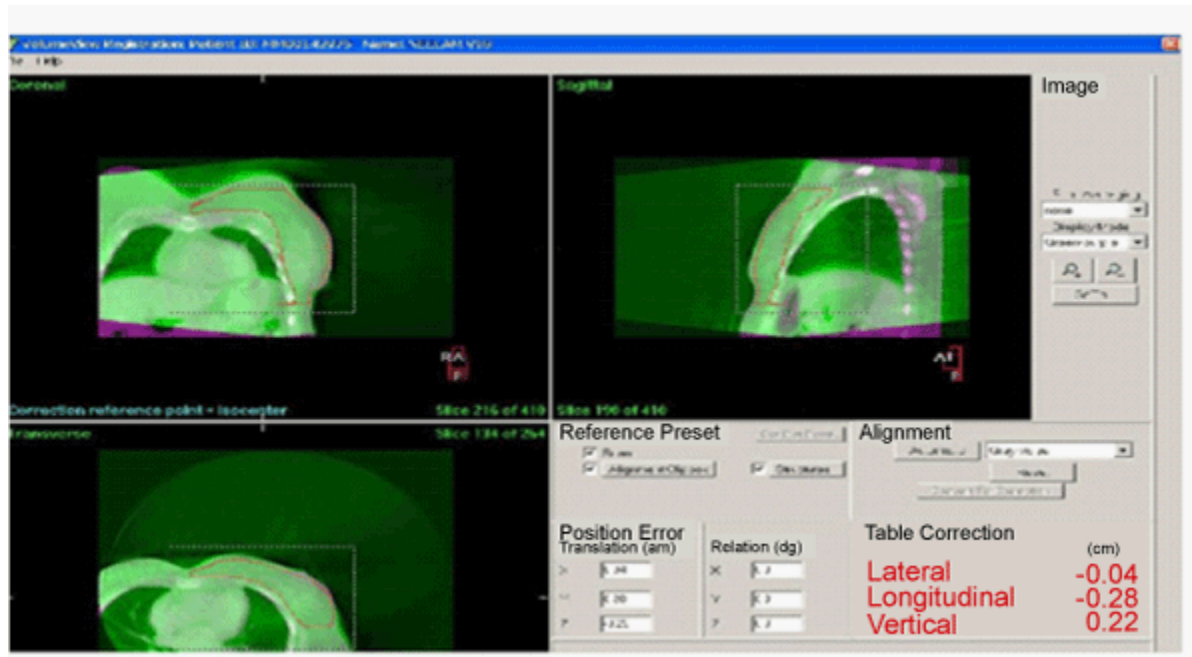
Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



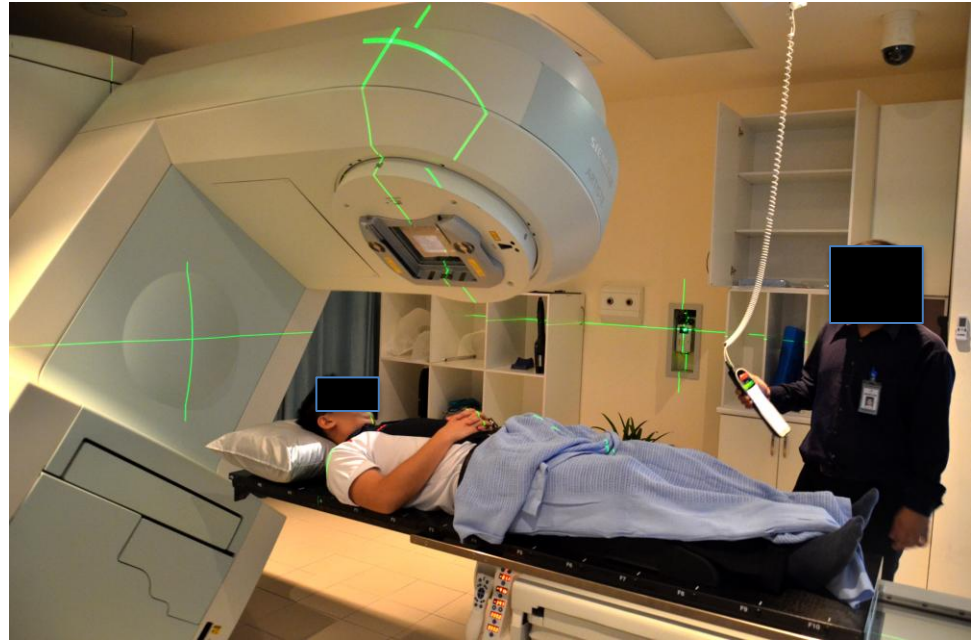
Imagerie de repositionnement

- Images 3D (CBCT):



Traitement

- Repositionnement;
- Images;
- Déplacements;
- Traitement.



Et le physicien...

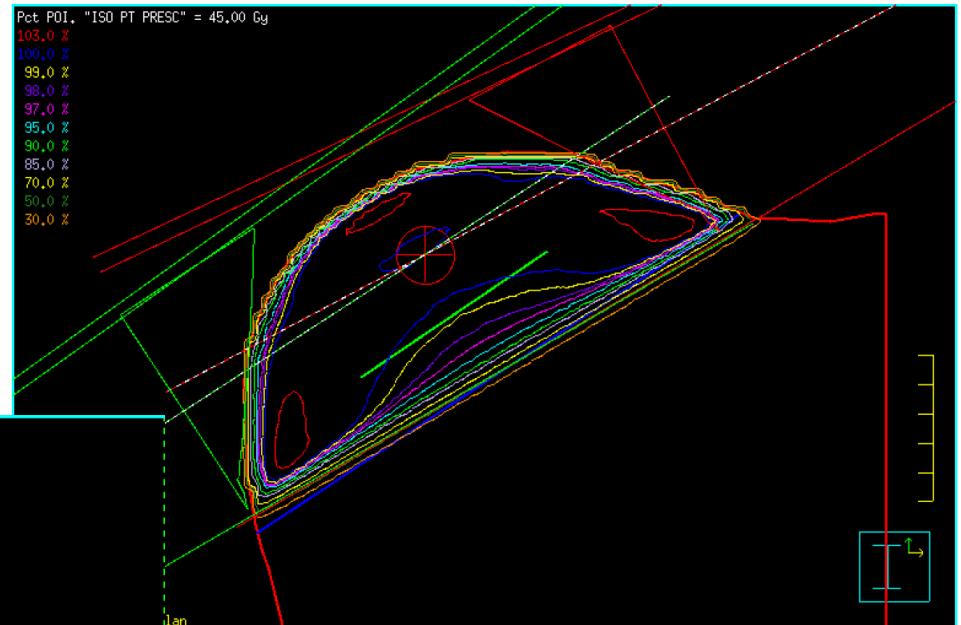
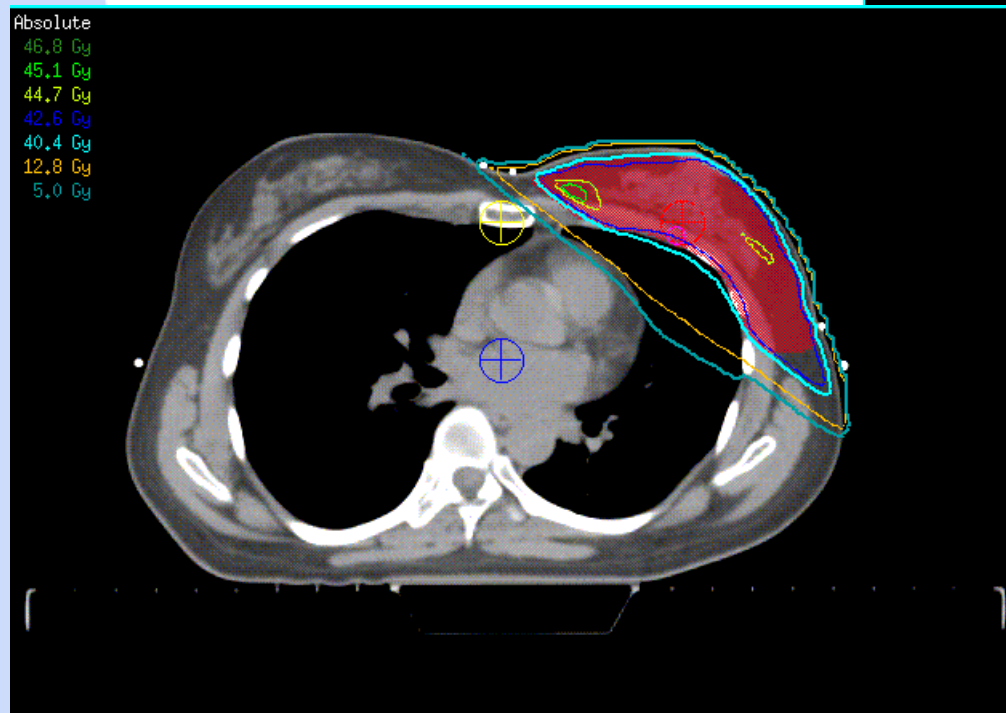
- Modélisation dans système de planification;
- Étalonnage des accélérateurs;
- Contrôle de qualité:
 - Positions des lames;
 - Symétrie et planéité des faisceaux;
 - Systèmes d'imagerie;
 - Lasers;
 - Et plus...

Évolution

*Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal*

Québec 

2D vs 3D



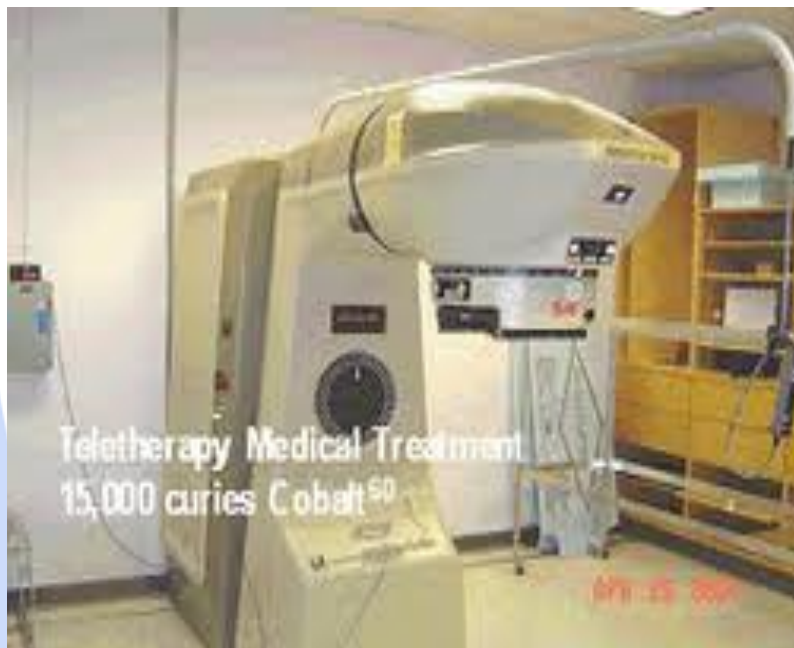
Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec

Ajout de systèmes périphériques

- Système de planification de traitement;
- Système d'enregistrement et vérification;
- Imagerie en salle de traitement.

Avant...

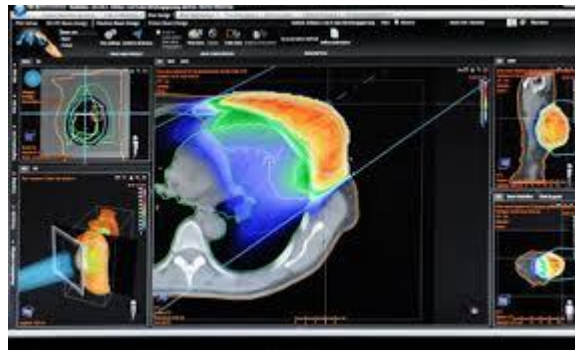
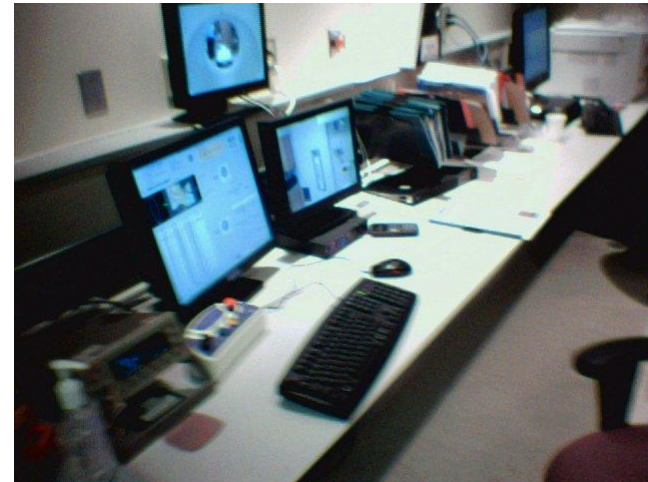


Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



Maintenant...



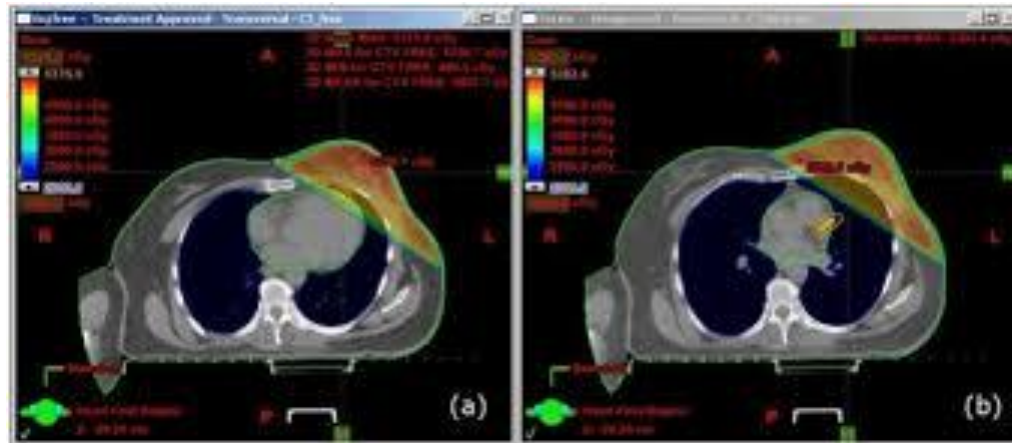
Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec 

Améliorations visées

- Éviter les organes à risque;
- Raccourcir la durée du tx;
- Augmenter la conformité du tx (??);
- Amélioration radiobiologique (??);
- Meilleurs résultats cosmétiques.

Inspiration bloquée



Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



Technique ventrale



Notice the patient with a radiation plan in the **prone position** compared to **supine position**. The colorwash demonstrates the parts of the body exposed to radiation. In the prone position, there is none going into the lung area.

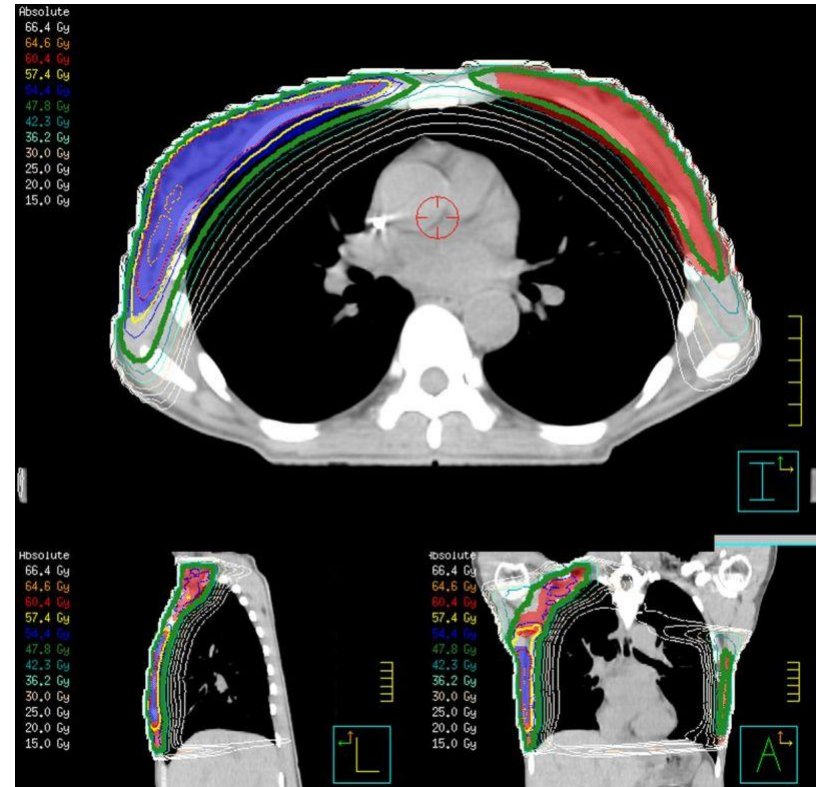
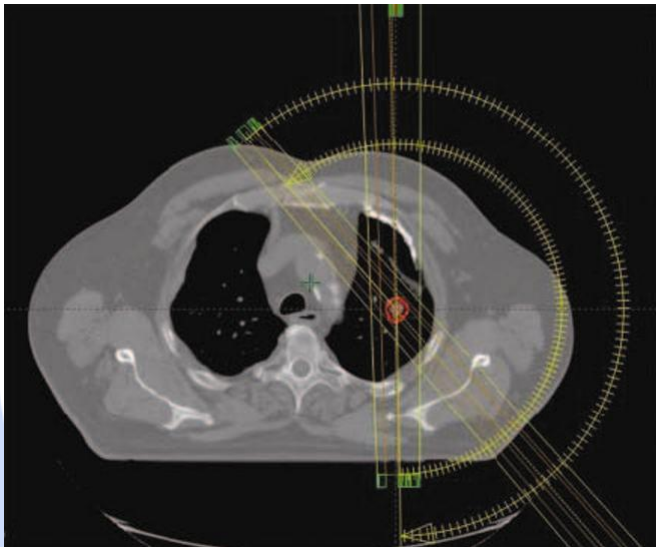


Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec



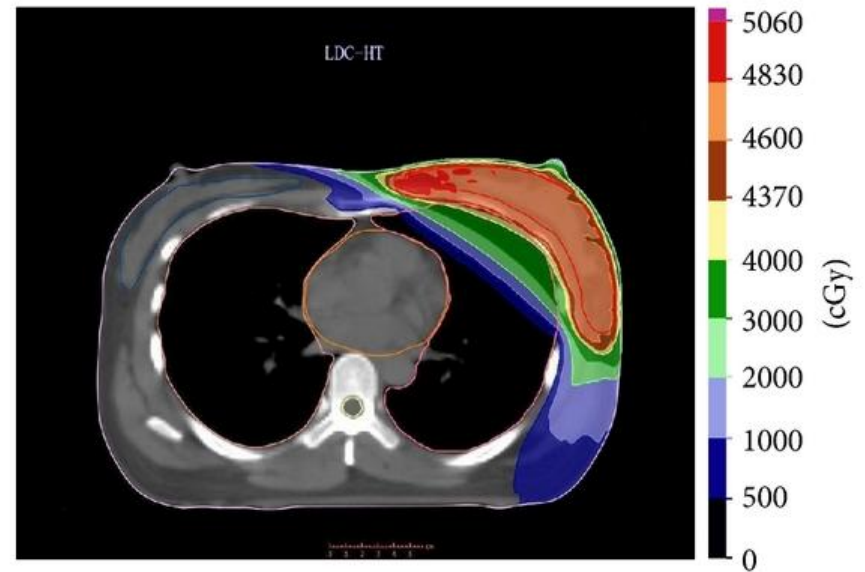
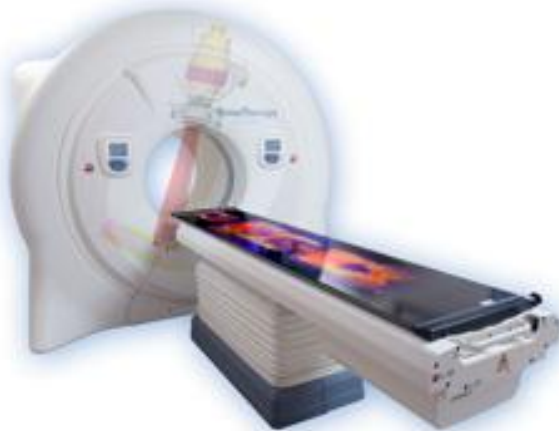
VMAT



Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec

Tomothérapie

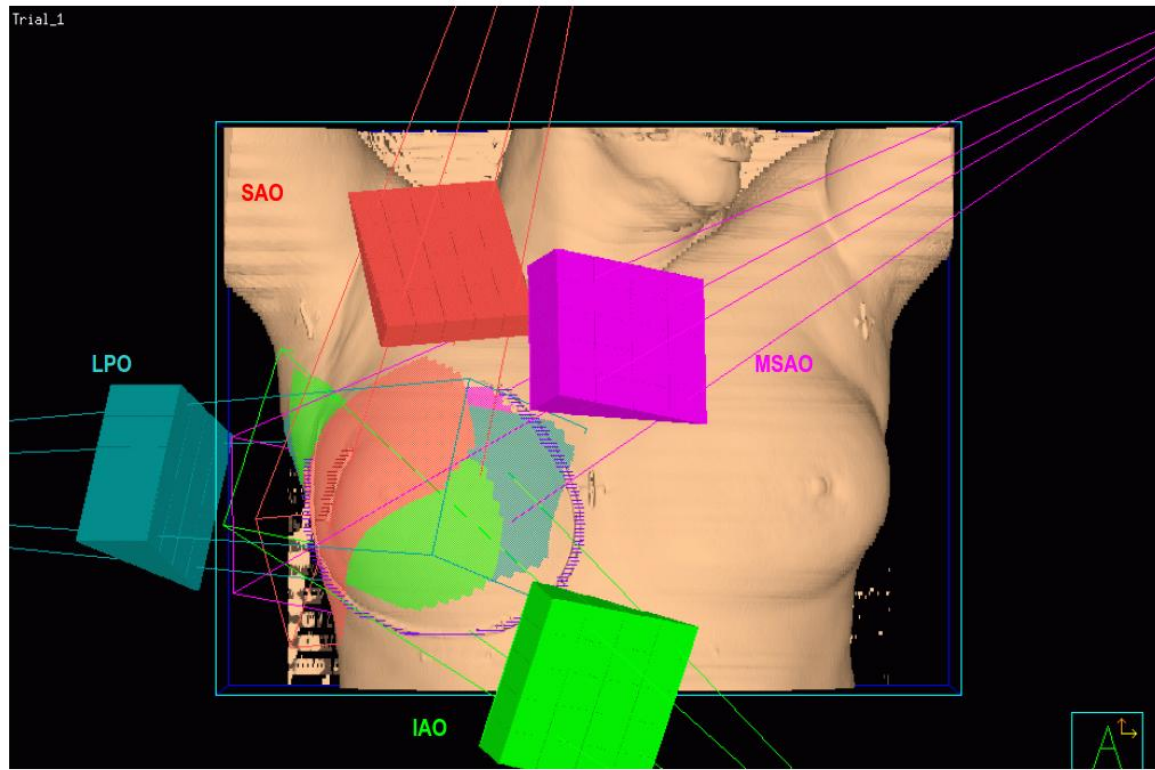


Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec 

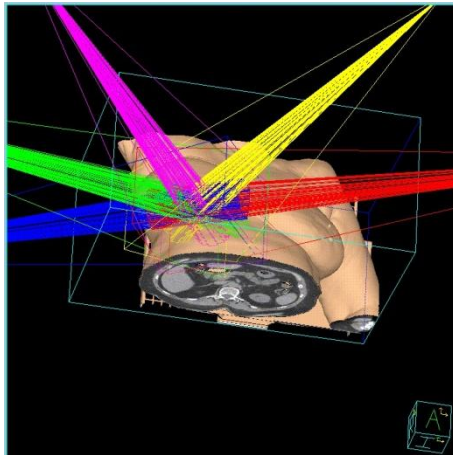
Irradiation partielle

- RAPID: 38.5 Gy en 10 fx (2 fois/jour)



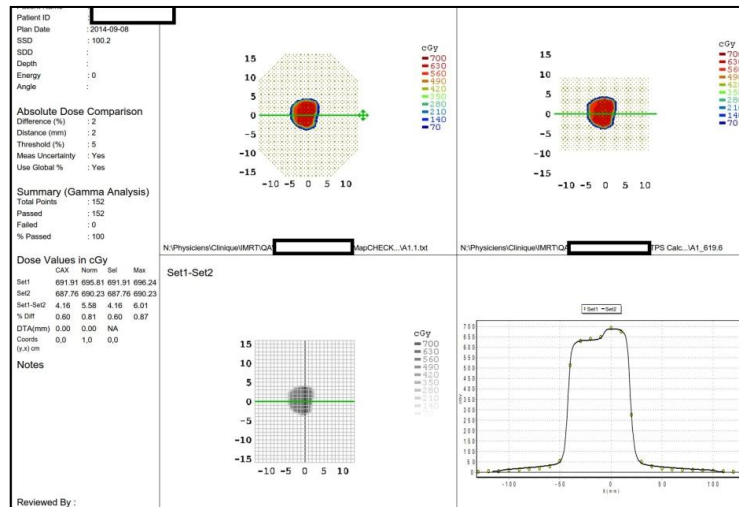
Irradiation partielle

- SPORT: 15 Gy en 1 fx (pré-opératoire)



Irradiation partielle

- SPORT: 15 Gy en 1 fx $\Rightarrow$ Contrôle de qualité



Instrumentation et paramètres de mesure pour le débit du jour

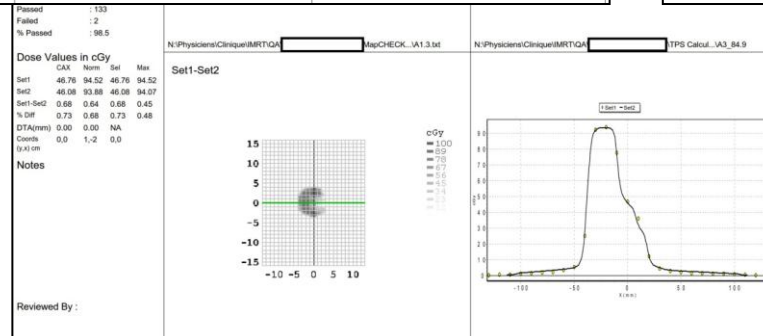
Chambre : MicroLion
Electromètre : Dose 1 - #12844
Champ : 10.4x10.4
Bras : 0
Collimateur : 0
UM : 200
Facteur de conversion : 0.1137793
Microlion Gy/nC

Tableau 1: Mesure du débit du jour

Dose de Référence Gy	Débit Mesuré nC	Dose Mesurée Moyenne Gy	Ecart du jour %
1.682	14.73	1.676	-0.36

Tableau 2: Comparaison Pinnacle et dose mesurée avec AC+Plug+MicroLion

Champs / Arcs	Pinnacle Dose (Gy)	Mesure Microlion ionisation (nC)	Dose (Gy)	Dose Corrigée (Gy)	Ecart %
A1.1	4.74	41.24	4.692	4.709	-0.7
A1.2	2.32	20.07	2.284	2.292	-1.2
A1.3	0.33	2.804	0.319	0.320	-3.0
A1.4	0.28	2.448	0.279	0.280	-0.2
A1.5	3.9	34.740	3.953	3.967	1.7
Total	11.57		11.526	11.568	0.0



Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal

Québec

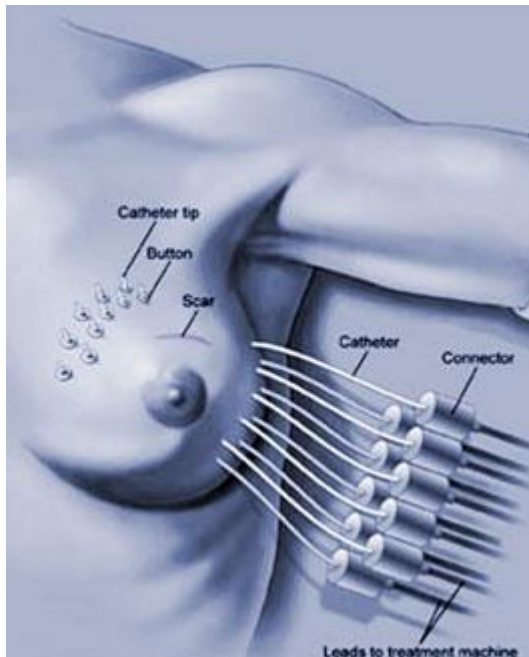
Irradiation intra-opératoire



- Patientes doivent répondre aux critères d'irradiation partielle;
- Traitement aux électrons.

Curiethérapie interstitielle

34 Gy en 10 fractions par HDR;
2 fractions par jour pendant 5 jours, séparées de 6 heures.



- Éligibilité:
 - Plus de 50 ans;
 - DCIS ou canalaire infiltrant;
 - Lésion tumorale unique;
 - T1, T2 & N0
 - Marges de résection libres;
 - Lit tumoral visible au CT;
 - 6 semaines post-chirurgie.

Mammosite



- Mêmes critères et même dose que pour interstitiel;
- Ballon dégonflé du Mammosite inséré dans le lit tumoral lors de la chirurgie;
- Ballon rempli avec solution saline pour épouser la forme de la cavité. Ballon demeure gonflé et en position fixe pour toute la durée des tx;
- Source HDR passe dans le cathéter attaché au ballon.

Merci à tous !

*Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de l'Est-de-
l'Île-de-Montréal*

Québec 