Techniques Innovantes et Assurance Qualité en radiothérapie externe

Albert Lisbona

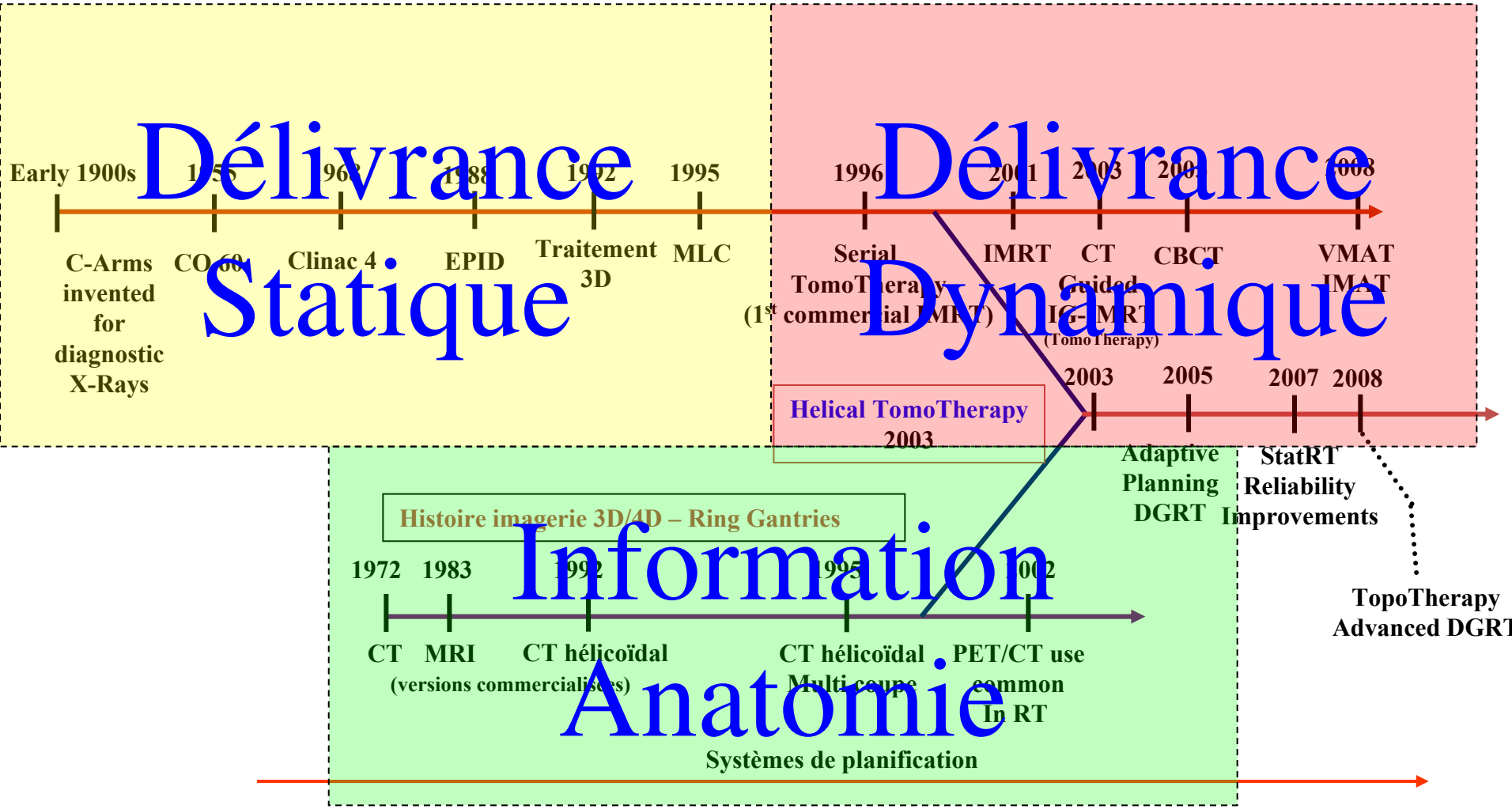
ICO René Gauducheau

Service de physique médicale

Conflit d'intérêt

- Aucun conflit d'intérêt à déclarer.

Histoire de la radiothérapie externe



Qualité et innovation

L'échelle de temps dans un système qualité obéit à un cycle d'environ 5 à 8 ans.

A technique et technologie constantes = délai nécessaire pour aboutir à un niveau de qualité et de sécurité optimum.

Or, en radiothérapie, les rythmes de variation des connaissances, des techniques et de la technologie sont parfois bien plus courts.

À titre d'exemple:

- le taux d'innovation majeure dans le nucléaire reste sur un cycle supérieur à trente ans
- il est de l'ordre de quinze ans pour l'aéronautique civile
- Comparativement dans les seules quinze dernières années quelles ont été les évolutions en radiothérapie?



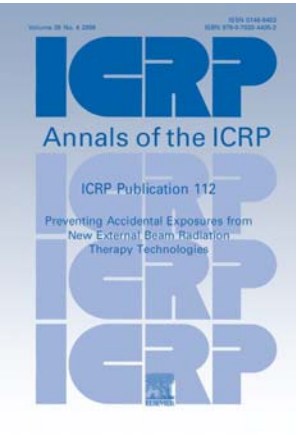
(d'après Amalberti)

Techniques innovantes ?

- Radiothérapie Conformationnelle avec Modulation d'Intensité.
- Radiothérapie robotisée.
- Stéréotaxie intra et extra crânienne (+ - asservissement respiratoire).
- Radiothérapie guidée par l'image.

Introduction de nouvelles technologies

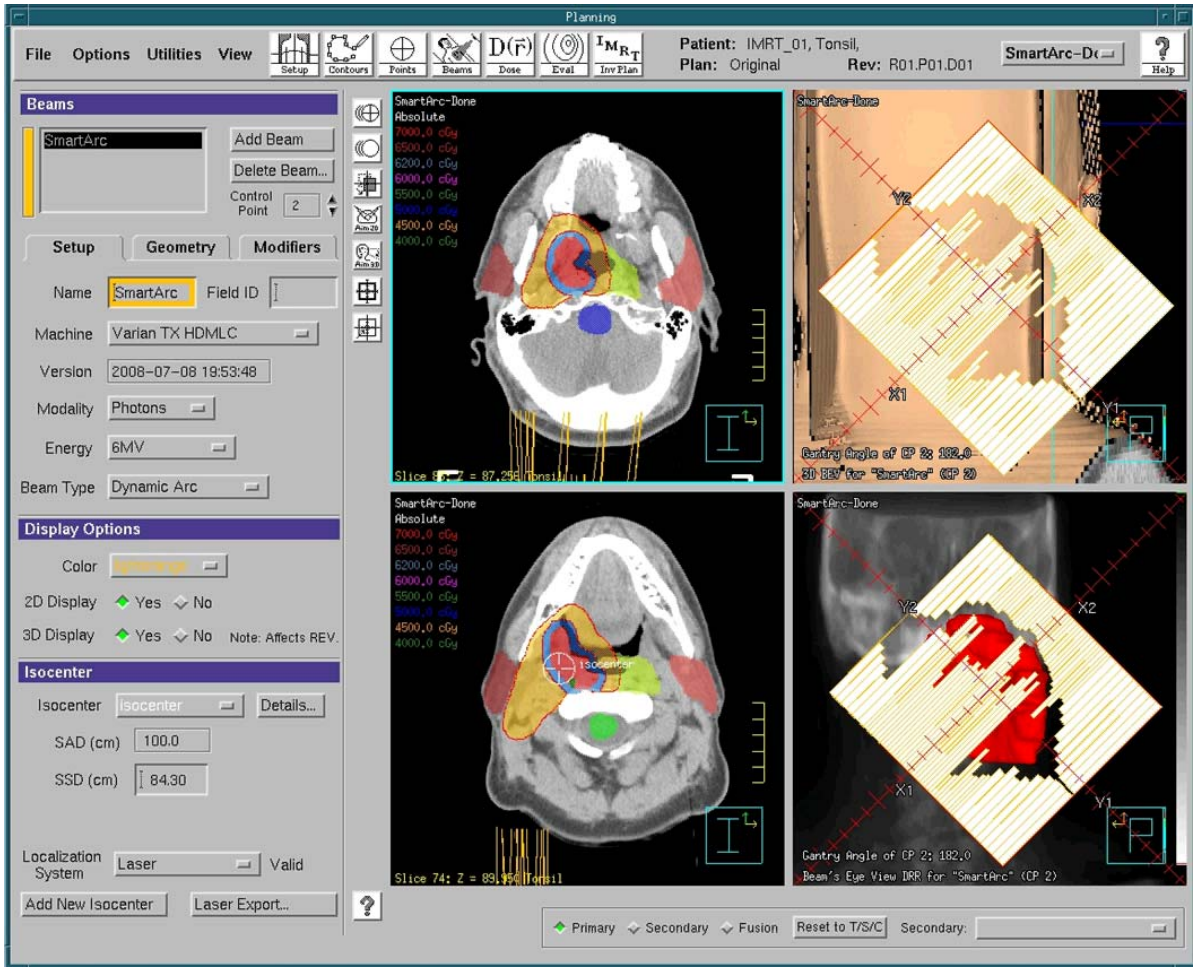
- La décision de mettre en œuvre une nouvelle technologie devrait être fondée sur une évaluation des bénéfices attendus, plutôt que d'être entraîné par la technologie elle-même.
- Une approche étape par étape devrait être suivie pour assurer une mise en œuvre sûre



Introduction de nouvelles technologies

- La formation des professionnels,
- La sensibilisation à la sécurité des personnels de la radiothérapie,
- Le rôle des fabricants,
- Le programme d'achat, la recette et la mise en service,
- Le besoin de nouveaux protocoles pour la prescription du traitement et de la dosimétrie,
- L'utilisation des leçons issues de l'expérience,
- Une communication de sécurité.

IMRT


Planning
File Options Utilities View
Patient: IMRT_01, Tonsil,
Plan: Original Rev: R01.P01.D01
Beams
SmartArc
Add Beam
Delete Beam...
Control Point
Setup Geometry Modifiers
Name SmartArc Field ID
Machine Varian TX HDMLC
Version 2008-07-08 19:53:48
Modality Photons
Energy 6MV
Beam Type Dynamic Arc
Display Options
Color
2D Display Yes No
3D Display Yes No Note: Affects REV.
Isocenter
Isocenter isocenter Details...
SAD (cm) 100.0
SSD (cm) 84.30
Localization System Laser Valid
Add New Isocenter
Laser Export...
SmartArc-Done
Absolute
Primary Secondary Fusion
Reset to T/S/C
Secondary:

Principales recommandations pour IMRT

- Ezzell et al. (AAPM) 2003,
- Galvin et al (ASTRO and AAPM) 2004,
- ACR Practice Guideline for IMRT 2007,
- ESTRO Guidelines for the Verification of IMRT (ed. Mijnheer, Georg)
- IAEA 2008,
- Ezzell et al (AAPM Task Group 119) IMRT commissioning : Multiple institution planning and dosimetry comparisons 2009,
- Holmes et al (ASTRO) 2009,
- ICRU 83 Prescribing, Recording, and Reporting Photon-Beam IMRT 2010,
- Low et al (AAPM Task Group 120) 2011,
- Safety considerations for IMRT. Practical Radiation Oncology Jul 2011.

Formation des professionnels

- Les formations initiale et continue de tous les professionnels prennent en compte l'IMRT.
- Un besoin existe de développer un langage commun ou une classification pour les cibles et les OAR (ex : atlas anatomique ORL, gynéco,..).

Formation des professionnels

- Les oncologues radiothérapeutes :
  - Interprétation et segmentation à partir du scanner et des autres modalités d'imagerie (IRM, PET, US).
  - Recalage des données d'imagerie.
  - Application des recommandations en matière par exemple de marges / volume cible selon le formalisme ICRU.
  - Contourage des tissus sains.
  - Définition des objectifs en terme de prescription dosimétrique pour les volumes tumoraux.
  - Spécification des contraintes pour les OAR et les tissus sains.

Formation des professionnels

- Les physiciens :
  - Gestion du TPS et des dispositifs de traitement.
  - Leadership et participation dans les étapes de planification et d'optimisation.
  - Compréhension des caractéristiques physiques des différentes modalités d'imagerie. Qualité d'image, limitations, artefacts,…
  - Recette et mise en service des TPS, des appareils de traitement et équipements associés, des accessoires associés.

Formation des professionnels

- Les dosimétristes et/ou les manipulateurs en électroradiologie :
  - Formation à la planimétrie de l'IMRT, l'acquisition des données anatomiques.
  - Transfert des données entre PACS, TPS, système d'info radiothérapie, accélérateurs,..
  - Contourage de certains OAR, tissus sains.
  - Identification des objectifs techniques permettant d'atteindre les objectifs dosimétriques pour les cibles tumorales et les contraintes dosimétriques associées aux tissus sains, OAR.
  - Création et renseignement du plan de traitement en accord avec l'oncologue radiothérapeute et le physicien.
  - Participation active dans tous les aspects de la préparation et du traitement du patient, en particulier aux étapes de positionnement, de simulation, de contrôle du plan, de l'imagerie de positionnement et de contrôle.

Formation des professionnels

- Tous :
  - Caractéristiques et implications du mouvement des organes pour toutes les cibles.
  - Préparation et contrôle des protocoles de traitement.
  - Assurance de qualité et gestion des risques.
  - Radioprotection et sécurité.

Formation des professionnels

- Les physiciens :
  - Gestion du TPS et des dispositifs de traitement.
  - Leadership et participation dans les étapes de planification et d'optimisation.
  - Compréhension des caractéristiques physiques des différentes modalités d'imagerie. Qualité d'image, limitations, artefacts,…
  - Recette et mise en service des TPS, des appareils de traitement et équipements associés, des accessoires associés.

CT Scanner



IRM

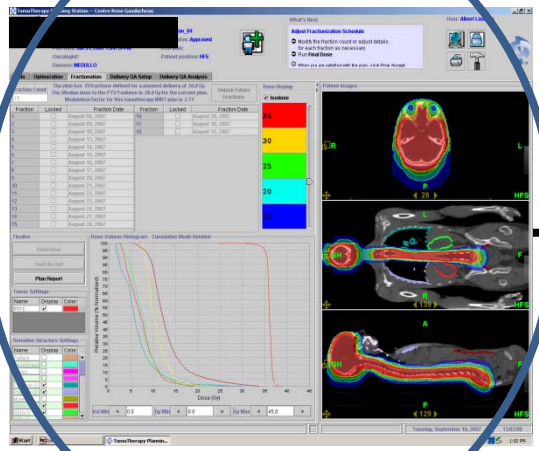


SPECT-CT
PET-CT



Système d'Information de la Radiothérapie

Réseau



Système de planification de la dose

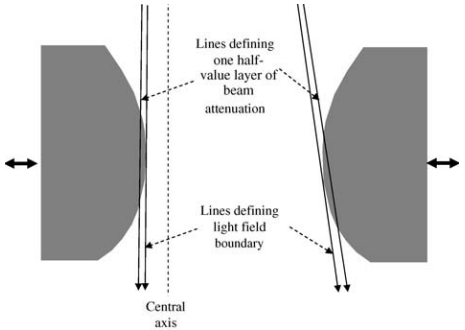


Traitement

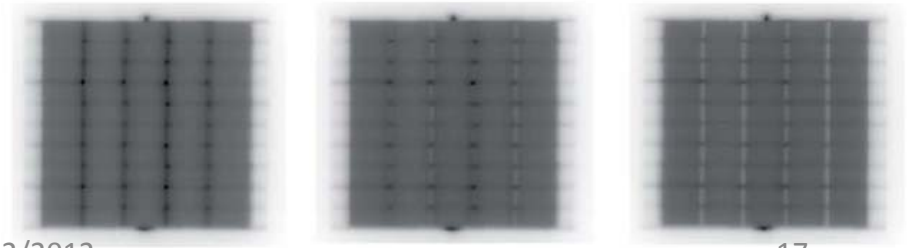
Accélérateur linéaire

Ex : dosimétrie des petits faisceaux

- Le calcul de la dose absorbée délivrée par les petits faisceaux dépend des mesures réalisées dans les petits champs d'irradiation et des valeurs des paramètres utilisés pour la modélisation dans le TPS pour l'IMRT tels que :
  - La mesure et la modélisation de la pénombre,
  - Les facteurs d'ouverture pour les petits champs d'irradiation,
  - L'espace bord de lame arrondie (champ lum/champ X) pour corriger des écarts entre le champ lumineux et le champ d'irradiation,
  - Les facteurs de fuite / transmission du MLC,
  - La précision du séquenceur de lames.



Leaf Gap Offset
ICRU 83 2010



Outils dosimétriques et techniques associées pour la RCMI

- Medical Physics 38 (3) Mars 2011

Dosimetry tools and techniques for IMRT

Daniel A. Low[a)]
Washington University, St. Louis, Missouri 63110

Jean M. Moran
University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109

James F. Dempsey
Viewray Incorporated, Cleveland, Ohio 44106

Lei Dong
M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas 77013

Mark Oldham
Duke University Medical Center, Durham, North Carolina 27710

(Received 25 January 2010; revised 4 October 2010; accepted for publication 4 October 2010; published 16 February 2011)

Recette et Mise en service

- Recette : vérifier que le dispositif rempli toutes les spécifications fournies par le fabricant qui correspondent aux demandes formulées par l'acheteur. De plus le dispositif doit remplir **toutes** les conditions de sécurité conformément aux standards nationaux et internationaux (*ex :* normes CEI).
  - Représentant du fournisseur et représentant de l'hôpital
- Mise en service : s'assurer que le dispositif est compatible avec le traitement du patient dans un certain département de radiothérapie incluant la préparation et la vérification des données de planification.
  - Représentant de l'hôpital

Mise en service

- La mise en service d'un équipement de radiothérapie est un processus très important et complexe.
- Il faut connaître toutes les caractéristiques de l'équipement **ET** posséder les outils adaptés en rapport avec le niveau technique des procédures thérapeutiques appliquées aux patients.
- Seuls des experts qualifiés devraient réaliser la mise en service et certifier qu'une unité de traitement **est adaptée pour son utilisation sur des patients.**

ICRU 83

- L'ICRU distingue la validation et la mise en service de la RCMI du contrôle de qualité lié au traitement du patient.



Contrôle de qualité patient

- ICRU recommande fortement le contrôle de qualité préclinique associé à la planification de dose du patient.
- Ce contrôle consiste, sans le patient mais à partir de son plan de traitement cliniquement validé, à vérifier, à valider par la mesure que l'accélérateur, le mlc délivrent la dose comme prévu par le calcul.



Contrôle de qualité patient

- Typiquement une ou plus des méthodes suivantes sont utilisées pour vérifier que la carte des intensités calculée délivrera la dose absorbée désirée :
  - Mesure des distributions de dose à partir des faisceaux individuels,
  - Mesure de la dose absorbée dans un fantôme,
  - Calcul indépendant de la dose absorbée,
  - Dosimétrie in vivo.

Audits internes

- Mise en place d’audits internes.
- L'objectif est d'autoévaluer sa pratique.
- Ex : suivi longitudinal de paramètres, de résultats de mesures.

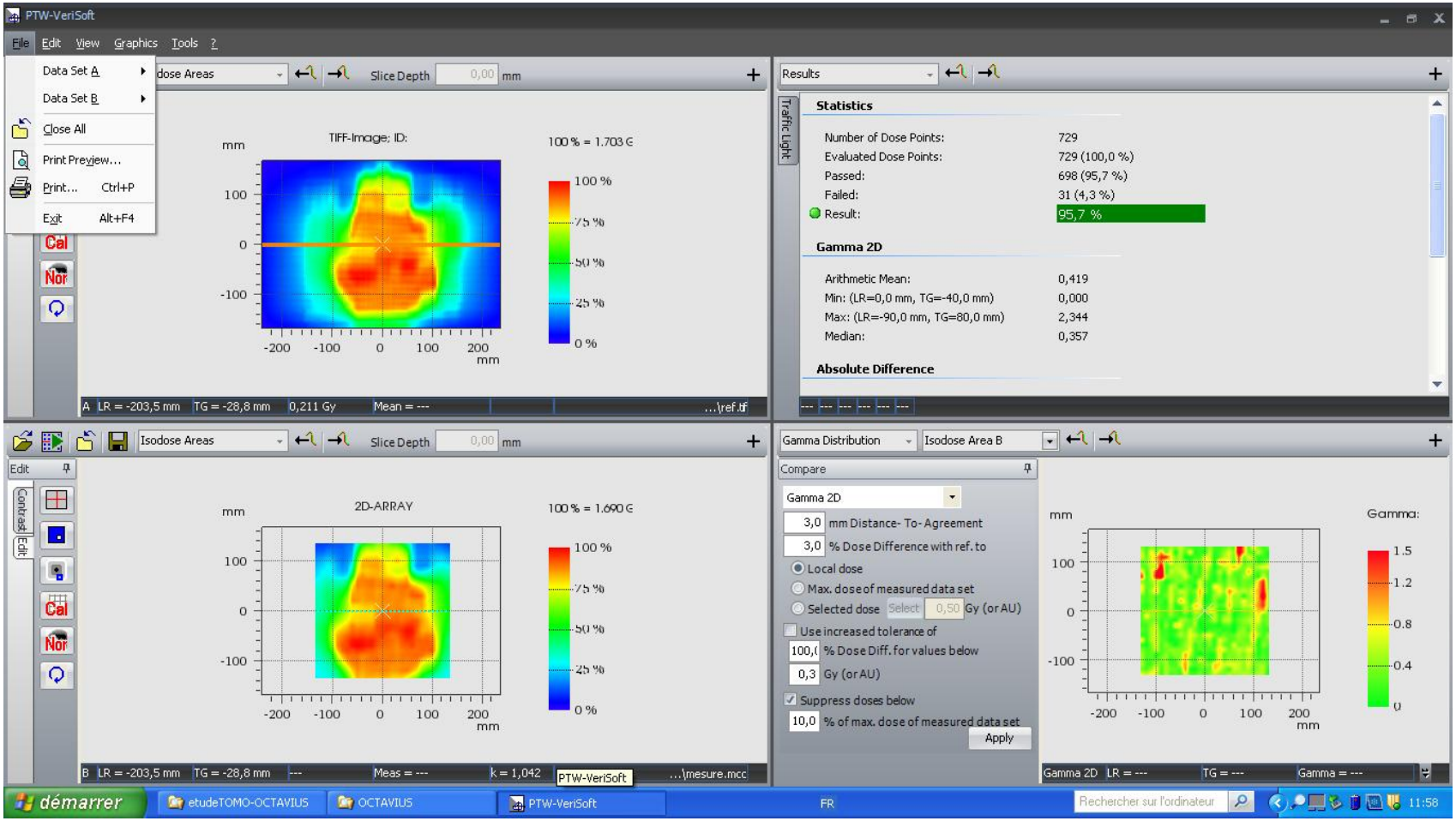
Audits internes

- Rapport : pt de mesure/pt de calcul

		Nombre de mesures par intervalle d'écart relatif			
Groupe	**Nombre de faisceaux**	**≤ ± 2 %**	**[± 2 % ; ± 3 %]**	**[± 3 % ; ± 5 %]**	**≥ ± 5 %**
Novalis	**363**	**281 (77,4 %)**	**45 (12,4 %)**	**37 (10,2 %)**	**0**
Clinac X6	**310**	**240 (77,4 %)**	**41 (13,2 %)**	**29 (9,4 %)**	**0**
Clinac X23	**597**	**447 (74,9 %)**	**92 (15,4 %)**	**58 (9,7 %)**	**0**

Chiavassa et al Can Rad 2011

Audits internes

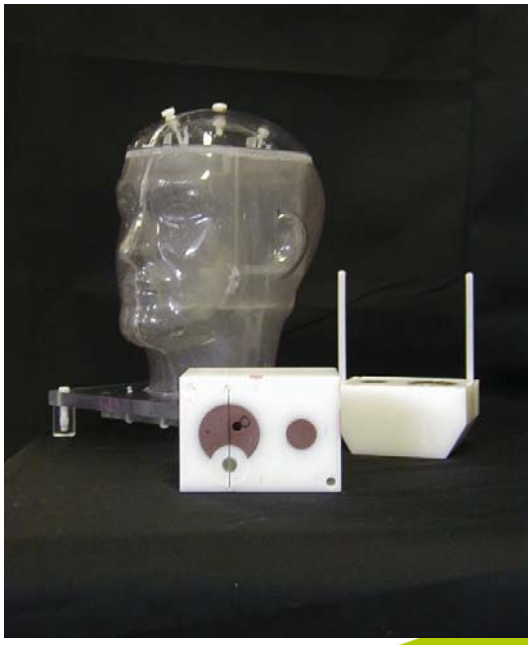


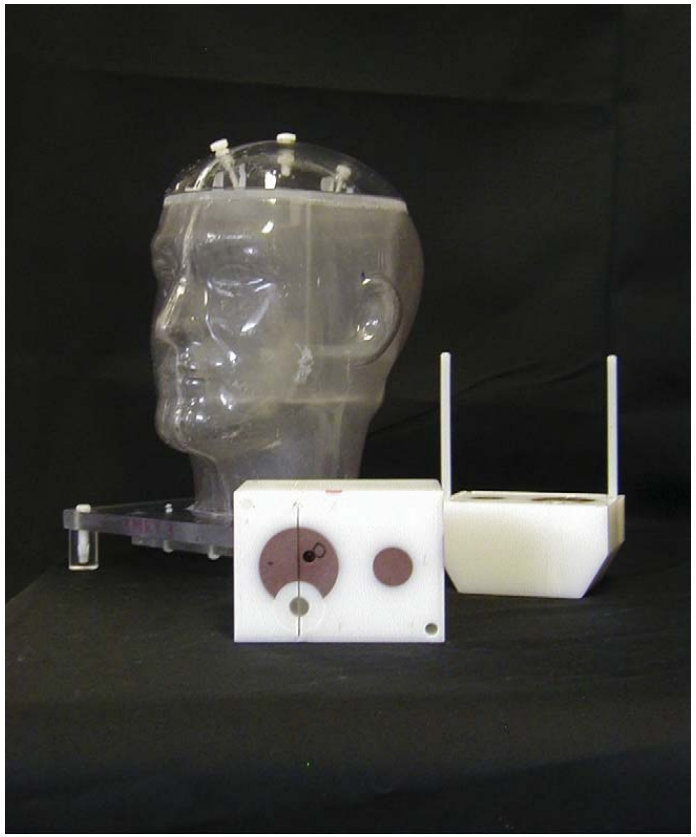
Audits externes

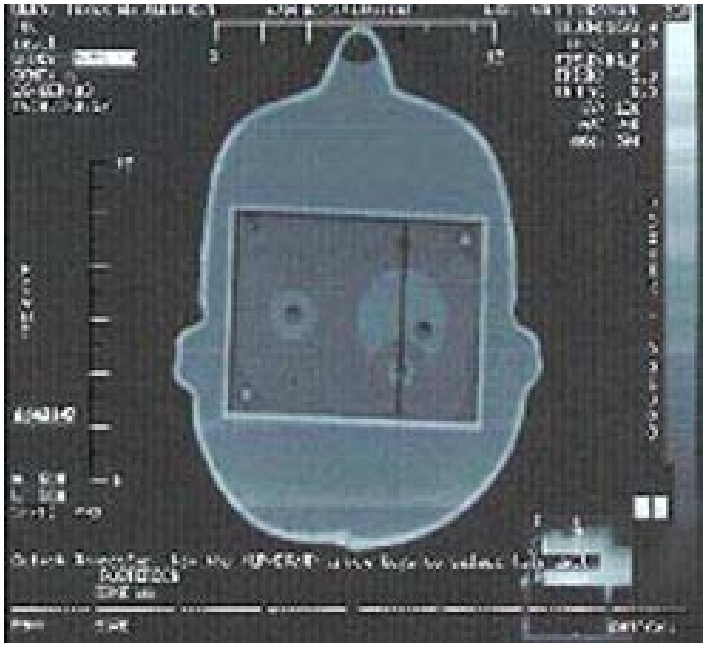
- Mise en place d’audits externes.
- L'objectif est de faire évaluer son processus, sa pratique (peer review).
- Ex : test global (end to end).

Audits externes

- Aux USA en 2008 le RPC a montré que 28 % des centres US audités (ORL) ne remplissaient pas le critère défini par Radiological Physics Centre (RPC) et le Radiation Therapy Oncology Group (RTOG)







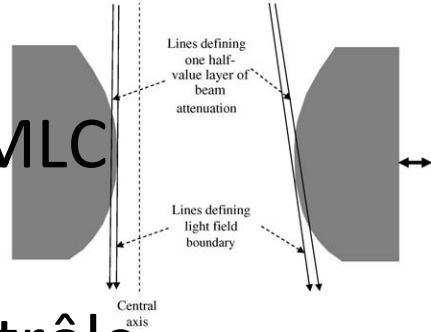
Phantom	Head and neck	Prostate	Thorax	Liver
Irradiations	250	64	24	4
Pass	179	55	17	3
Fail	71	9	7	1
Year introduced	2001	2004	2004	2005

Critère : écart 7% en dose ou 4 mm en distance

Ibbott GS et al: IJROBP 71:S71-S75, 2008

Principales causes

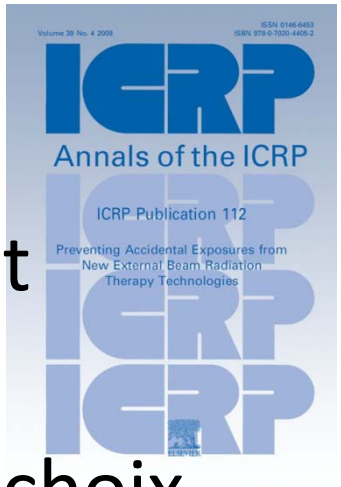
- Facteurs d'ouverture du collimateur, des données de rendement en profondeur saisis par l'institution incorrects,
- Modélisation inadéquate de la pénombre MLC (extrémité des lames),
- Application incorrecte des résultats du contrôle qualité (CQ),
- CQ inadéquat du collimateur multilames,
- Positionnement incorrect du patient,
- Erreurs dans le logiciel de planification.



Ibbott GS et al: IJROBP 71:S71-S75, 2008

Conclusion 1

- La plupart des leçons issues de la pratique des techniques conventionnelles sont applicables aux nouvelles technologies.
- Des leçons supplémentaires pour les nouvelles technologies sont maintenant disponibles (ICRP 112).
- Des approches anticipatives offrent un choix du point de vue du risque et de la sécurité.



Conclusion 2

- Connaître son organisation.
- Appliquer les recommandations lorsque elles existent.
- Connaître les limites des outils et leur pertinence.
- Evaluer ses pratiques :
  - Audit interne,
  - Audit externe.

- Nous n'avons pas à démontrer que de nouveaux dispositifs ou technologies sont meilleurs, nous devons démontrer que les nouvelles stratégies cliniques permises par ces nouvelles technologies conduisent à l'amélioration des résultats pour les patients

B. Fraass Sem Rad Onc Jan 2012