

**PROfil**

# Systemes d'imagerie intégrés ou associés aux appareils de radiothérapie

Coordonné par Ginette Marinello et Jianji Pan



**Systemes d'imagerie  
intégrés ou associés  
aux appareils  
de radiothérapie**



# Systemes d'imagerie intégrés ou associés aux appareils de radiothérapie

Éditeurs scientifiques

**MARINELLO Ginette, PhD**

*Groupe Hospitalier Universitaire Henri Mondor, Créteil, France*

**PAN Jianji, MD**

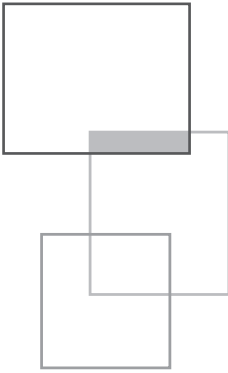
*Hôpital du Cancer de la Province du Fujian,  
Fuzhou, République Populaire de Chine*

*Imprimé en France*

ISBN (papier) : 978-2-7598-2298-0 – ISBN (ebook) : 978-2-7598-2299-7

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences, 2019



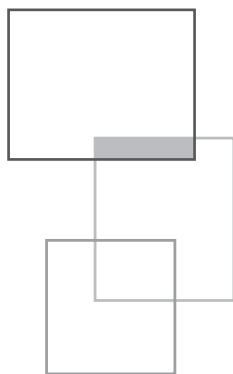
# Contributeurs

---

- AYADI-ZAHRA Myriam**, Centre Léon Bérard, Lyon, France
- BADEL Jean-Noël**, Centre Léon Bérard, Lyon, France
- BEAUDRÉ Anne**, Institut Gustave Roussy, Villejuif, France
- BERGER Lucie**, Centre Jean Perrin, Clermont Ferrand, France
- BISTON Marie-Claude**, Centre Léon Bérard, Lyon, France
- BODEZ Véronique**, Institut Sainte Catherine, Avignon, France
- BOUSCAYROL Hélène**, Centre Hospitalier Régional, Orléans, France
- CHASSIN Vincent**, Centre Jean Perrin, Clermont Ferrand, France
- CHAVAUDRA Jean**, Institut Gustave Roussy, Villejuif, France
- CHEN Jiayi**, Centre Hospitalier-Universitaire Ruijin, Shanghai, République Populaire de Chine
- CHEN Kaiqiang**, Hôpital du Cancer de la Province du Fujian, Fuzhou, République Populaire de Chine
- CHEN Lixin**, Hôpital du Cancer affilié à l'Université Sun Yat-Sen, Guangzhou, République Populaire de Chine
- FRANCOIS Pascal**, Centre Hospitalier-Universitaire Jean-Bernard, Poitiers, France
- GARCIA Robin**, Institut Sainte Catherine, Avignon, France
- JIANG Mawei**, Centre Hospitalier-Universitaire Xinhua, Shanghai, République Populaire de Chine
- JIN Yening**, Centre Hospitalier-Universitaire Ruijin, Shanghai, République Populaire de Chine
- LACORNERIE Thomas**, Centre Oscar Lambret, Lille, France

- LI Jingao**, Hôpital des Tumeurs du Jiangxi, Nanchang, République Populaire de Chine
- LI Xiabo**, Centre Hospitalier-Universitaire de l'Union, Fuzhou, République Populaire de Chine
- LU Jun**, Hôpital du Cancer de la Province du Fujian, Fuzhou, République Populaire de Chine
- MA Lin**, Hôpital Général des Armées Chinoises N° 301, Beijing, République Populaire de Chine
- MALET Claude**, Centre Léon Bérard, Lyon, France
- MARINELLO Ginette**, Groupe Hospitalier-Universitaire Henri Mondor, Créteil, France
- †**MÈGE Jean-Pierre**, Institut Gustave Roussy, Villejuif, France
- NAURAYE Catherine**, Institut Curie, Paris, France
- PAN Jianji**, Hôpital du Cancer de la Province du Fujian, Fuzhou, République Populaire de Chine
- PASQUIÉ Isabelle**, Institut Curie, Paris, France
- PORCHERON Denis**, Centre Hospitalier Universitaire de la Timone, Marseille, France
- TAN Li**, Hôpital du Cancer de la Province du Liaoning, Shenyang, République Populaire de Chine
- WU Meng**, Hôpital des Tumeurs du Jiangxi, Nanchang, République Populaire de Chine
- XIE Conghua**, Hôpital de Zhongnan de l'Université de Wuhan, Wuhan, République Populaire de Chine
- ZHU Yuan**, Hôpital du Cancer de la Province du Zhejiang, Hangzhou, République Populaire de Chine





# Préface

---

Parmi les différents traitements du cancer possibles, la radiothérapie utilisée seule, ou en association avec d'autres modalités, se montre à la fois efficace et très rentable sous réserve qu'elle soit bien utilisée et avec précision. Les équipements dédiés à cette spécialité ont fait d'énormes progrès ces dernières années permettant une distribution des doses physiques mieux limitée à la tumeur ainsi qu'une meilleure protection des tissus sains. Ainsi les accélérateurs standard ont évolué vers des machines plus élaborées gérées par logiciels informatiques, équipées de collimateurs multilames et autres accessoires dynamiques, avec ou sans cône égalisateur pour les RX de haute énergie (Flattening Filter Free ou FFF linacs) tels que Varian-TrueBeam<sup>®</sup> et Halcyon<sup>®</sup>, Elekta-Versa HD<sup>®</sup> qui peuvent délivrer des débits de dose très élevés, etc. On a vu aussi apparaître sur le marché des équipements dédiés plus sophistiqués tels que Hi-Art Tomotherapy<sup>®</sup>, Accuray-Cyberknife<sup>®</sup>, Elekta-Gamma Knife Icon<sup>®</sup>, IBA-Proteus<sup>®</sup>, etc. qui sont de plus en plus utilisés. Grâce à eux, on peut pratiquer de nouvelles techniques apportant une aide substantielle à la radiothérapie, mais souvent au prix d'un accroissement de complexité, qui à son tour peut être source d'erreurs humaines ou de problèmes avec les équipements (ICRP Publication 112, 2009). D'où la nécessité d'introduire en même temps qu'eux un Programme d'Assurance de Qualité efficace.

Un point est commun à tous les appareils précédemment cités, c'est qu'ils sont dotés de systèmes d'imagerie exploitables par logiciels informatiques, utilisables « en ligne » ou « en différé » avec le malade en position de traitement, ce qui permet d'améliorer considérablement la qualité et la précision du traitement. Cet ouvrage a donc pour but de faire le point sur les différents systèmes d'imagerie, irradiants ou non, associés aux équipements de radiothérapie. Ainsi y sont décrits succinctement les systèmes d'imagerie électroniques à deux dimensions « 2D » (EPID), les systèmes

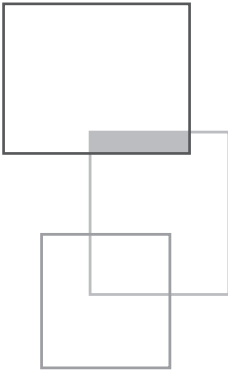
d'imagerie embarquée à « 3D » par RX de basse énergie (kV-kV et kV-CBCT) ou par RX de haute énergie (MV-CBCT ou MV-CT de l'appareil Tomotherapy<sup>®</sup>), les systèmes d'imagerie fixés au sol et au plafond (systèmes Brainlab-ExactTrac<sup>®</sup> ou du Cyberknife<sup>®</sup>), les systèmes d'imagerie non irradiants (systèmes optiques d'imagerie surfacique ou systèmes à ultra-sons), etc. Les contrôles de qualité auxquels ils doivent être soumis à réception et périodiquement pour assurer une qualité d'image correcte sont aussi présentés, ainsi que les matériels indispensables pour les réaliser.

Une autre partie importante de l'ouvrage est consacrée aux différentes possibilités d'exploitation des résultats fournis par les appareils d'imagerie et à leur utilisation en pratique clinique : contrôle de la position du patient avant ou pendant l'irradiation, vérification de la bonne irradiation du volume-cible et de la protection des organes à risques, y compris pour les tumeurs mobiles, etc. De nombreux exemples d'applications sont donnés, qu'il s'agisse d'irradiations standard (sein), par modulation d'intensité IMRT ou VMAT (ORL), d'irradiations stéréotaxiques intracrâniennes ou extracrâniennes SBRT (métastases osseuses), des différentes stratégies utilisables pour l'irradiation des tumeurs mobiles (exemples du poumon et du foie) ou de la protonthérapie des tumeurs de la base du crâne ou des mélanomes oculaires.

Un chapitre est consacré à l'utilisation de l'EPID comme dosimètre de transit pour la dosimétrie *in vivo* et le contrôle et l'enregistrement des doses délivrées aux patients pendant l'irradiation. Enfin, on trouve dans un dernier chapitre les valeurs des doses délivrées par différents types d'imagerie, qui peuvent s'avérer non négligeables, ainsi que la manière de les prendre en compte et les aspects radiobiologiques des problèmes qu'elles posent.

Par son contenu et les nombreux exemples pratiques qui y sont présentés, cet ouvrage s'avère être un outil indispensable pour tous ceux qui pratiquent la radiothérapie et s'intéressent à la radioprotection des patients, qu'ils soient médecins, radiophysiciens, techniciens, personnel soignant, etc., et bien sûr les étudiants.

Ginette MARINELLO et Jianji PAN



# Table des matières

---

<b>Contributeurs</b>	5
<b>Préface</b>	7
<b>Chapitre I • Systèmes d'imagerie portale électronique à 2 dimensions ou EPID</b>	17
<i>BERGER Lucie, MARINELLO Ginette et TAN Li</i>	
I.1. Description des différents systèmes	18
1.1. Systèmes fixés sur l'accélérateur linéaire	20
1.2. Systèmes indépendants	20
I.2. Principe de formation de l'image	20
2.1. Détecteurs d'image à base de silicium amorphe	21
2.2. Détecteurs d'image basés sur un écran fluorescent couplé à une caméra CCD	23
I.3. Exploitation des résultats et recalage des images	23
I.4. Contrôle de qualité	24
4.1. Points communs à tous les programmes de contrôle de qualité	25
4.2. Matériels	25
4.2.1. Objets-tests ou fantômes	25
4.2.2. Logiciels d'exploitation d'images	27
4.3. Contrôles	27
I.5. Utilisation, avantages et inconvénients	28

5.1.	aSi-EPID solidaires de l'accélérateur	28
5.1.1.	Utilisation	28
5.1.2.	Avantages et inconvénients	30
5.2.	EPID indépendants	30
<b>Chapitre II • Systèmes d'imagerie embarquée</b>		<b>31</b>
<i>MARINELLO Ginette, MÈGE Jean-Pierre, CHEN Lixin et MA Lin</i>		
II.1.	Systèmes kV-kV d'imagerie « 2D » par RX de basse énergie	32
1.1.	Description	32
1.2.	Principe de formation de l'image	33
1.3.	Exploitation des résultats et recalage des images	34
1.4.	Contrôle de qualité	35
1.4.1.	Points communs à tous les programmes de contrôle de qualité	35
1.4.2.	Matériels	35
1.4.3.	Contrôles	36
1.5.	Utilisation, avantages et inconvénients	38
II.2.	Systèmes kV-CBCT d'imagerie tomодensitométrique par RX de basse énergie	38
2.1.	Description	38
2.2.	Principe de formation de l'image	39
2.3.	Exploitation des résultats et recalage des images	40
2.4.	Contrôle de qualité	41
2.4.1.	Points communs à tous les programmes de contrôle de qualité	41
2.4.2.	Matériels	41
2.4.3.	Contrôles	42
2.5.	Utilisation, avantages et inconvénients	44
II.3.	Systèmes MV-CBCT d'imagerie tomодensitométrique par RX de haute énergie	44
3.1.	Description	44
3.2.	Principe de formation de l'image	45
3.3.	Exploitation des résultats et recalage des images	45
3.4.	Contrôle de qualité	46
3.4.1.	Points communs à tous les programmes de contrôle de qualité	46
3.4.2.	Matériels	46
3.4.3.	Contrôles	47
3.5.	Utilisation, avantages et inconvénients	47

II.4.	Système MV-CT d'imagerie par RX de haute énergie de l'appareil Tomotherapy®	48
4.1.	Description du système d'imagerie	48
4.2.	Principe	49
4.3.	Exploitation des résultats et recalage des images	50
4.4.	Contrôle de qualité	51
4.4.1.	Points communs à tous les programmes de contrôle de qualité	51
4.4.2.	Matériels	51
4.4.3.	Contrôles	52
4.5.	Utilisation, avantages et inconvénients	53

### **Chapitre III • Systèmes d'imagerie « 2D × 2D » et « 3D » fixés au sol et au plafond** 55

*CHASSIN Vincent, LACORNERIE Thomas, PORCHERON Denis, LU Jun, MA Lin et LI Xiaobo*

III.1.	Système d'imagerie BRAINLAB-ExacTrac®	56
1.1.	Description	56
1.2.	Principe de formation de l'image stéréoscopique par RX	58
1.3.	Exploitation des résultats et recalage des images RX	59
1.4.	Contrôle de qualité	60
1.4.1.	Points communs à tous les programmes de contrôle de qualité	61
1.4.2.	Matériels	61
1.4.3.	Contrôles	63
1.5.	Utilisation, avantages et inconvénients	63
III.2.	Systèmes d'imagerie du CYBERKNIFE®	64
2.1.	Description	64
2.2.	Principe de formation de l'image	65
2.3.	Exploitation des résultats et recalage des images	67
2.4.	Contrôle de qualité	69
2.4.1.	Points communs à tous les programmes de contrôle de qualité	69
2.4.2.	Matériels	69
2.4.3.	Contrôles	70
2.5.	Utilisation, avantages et inconvénients	70
III.3.	Systèmes d'imagerie du GAMMA KNIFE®	71
3.1.	Description	72
3.2.	Principe de formation de l'image	74

3.3.	Exploitation des résultats et recalage des images de CBCT	75
3.4.	Contrôle de qualité	76
3.4.1.	Points communs à tous les programmes de contrôle de qualité	76
3.4.2.	Matériels	76
3.4.3.	Contrôles	77
3.5.	Utilisation et intérêt	78
<b>Chapitre IV • Systèmes d'imagerie « 3D » non irradiants</b>		79
<i>BISTON Marie-Claude, MALET Claude et XIE Conghua</i>		
IV.1.	Systèmes optiques d'imagerie surfacique	79
1.1.	Description	80
1.2.	Principe	81
1.3.	Exploitation des résultats	82
1.4.	Contrôle de qualité	83
1.5.	Utilisation, avantages et inconvénients	84
1.5.1.	Utilisation	84
1.5.2.	Avantages et inconvénients	85
IV.2.	Systèmes à ultrasons	86
2.1.	Description	86
2.2.	Exploitation des résultats	89
2.3.	Contrôle de qualité	89
2.4.	Utilisation, avantages et inconvénients	91
<b>Chapitre V • Utilisation des équipements d'imagerie pour contrôler la position du patient</b>		93
<i>BODEZ Véronique, BEAUDRÉ Anne, GARCIA Robin, JIANG Mawei, WU Meng, LU Jun et LI Jingao</i>		
V.1.	Irradiations standard : sein	94
1.1.	Équipements utilisables	95
1.2.	Description de la méthode	96
1.3.	Avantages et inconvénients	98
V.2.	Irradiations par modulation d'intensité (IMRT) et par arthrothérapie volumétrique (VMAT) : ORL	99
2.1.	Équipements utilisables	100
2.2.	Description de la méthode	100
2.3.	Avantages et inconvénients	104

V.3.	Irradiations stéréotaxiques intracrâniennes	104
3.1.	Équipements utilisables	106
3.2.	Description de la méthode	107
3.3.	Avantages et inconvénients	111
V.4.	Irradiations stéréotaxiques extracrâniennes : métastases osseuses	111
4.1.	Équipements utilisables	114
4.2.	Description de la méthode	114
4.3.	Avantages et inconvénients	115

**Chapitre VI • Utilisation des équipements d'imagerie pour l'irradiation des tumeurs mobiles** 117

*AYADI-ZAHRA Myriam, BOUSCAYROL Hélène et CHEN Jiayi*

VI.1.	Stratégie « ITV » : exemple du poumon	119
1.1.	Équipements et description de la méthode	119
1.2.	Avantages et inconvénients	123
VI.2.	Stratégie « Gating » : exemple du poumon	123
2.1.	Équipements et description de la méthode	124
2.2.	Avantages et inconvénients	125
VI.3.	Stratégie « Blocage respiratoire » : exemple du foie	125
3.1.	Équipements et description de la méthode	126
3.2.	Avantages et inconvénients	127
VI.4.	Stratégie « Tracking » ou « Real time tumor tracking » : exemples du poumon et du foie	128
4.1.	Équipement et description de la méthode	128
4.1.1.	Irradiation d'une tumeur pulmonaire sans fiduciaire	128
4.1.2.	Irradiation d'une tumeur hépatique avec fiduciaires	131
4.2.	Avantages et inconvénients	131
VI.5.	Assurance de qualité	132

**Chapitre VII • Utilisation des équipements d'imagerie pour la protonthérapie** 133

*NAURAYE Catherine, PASQUIÉ Isabelle et JIN Yening*

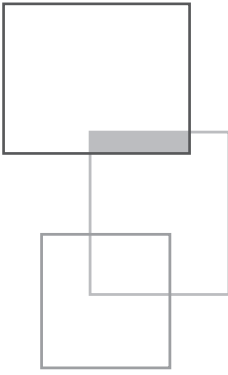
VII.1.	Irradiation des tumeurs de la base du crane	134
1.1.	Description de différents systèmes	134
1.2.	Principe de formation de l'image	137
1.3.	Exploitation des résultats et recalage d'images	137
1.4.	Contrôle de qualité	140
1.5.	Avantages et inconvénients	141

VII.2.	Irradiation des mélanomes oculaires	141
2.1.	Description du système d'imagerie	141
2.2.	Principe de formation de l'image	143
2.3.	Exploitation des résultats et recalage d'images	143
2.4.	Contrôle de qualité	145
2.5.	Avantages et inconvénients	145
<b>Chapitre VIII • Utilisation de l'EPID pour la dosimétrie de transit et le contrôle des doses délivrées au patient</b>		147
<i>FRANCOIS Pascal, BADEL Jean-Noël, MARINELLO Ginette et CHEN Kaiqian</i>		
VIII.1.	Contrôles à effectuer sur l'EPID avant utilisation dosimétrique	148
VIII.2.	Dosimétrie de transit basée sur un calcul par rétroprojection	150
2.1.	Principe	150
2.1.1.	Calcul sur l'axe du faisceau	150
2.1.2.	Extension de la méthode hors de l'axe du faisceau et aux traitements complexes	152
2.2.	Données de base nécessaires	154
2.3.	Avantages et inconvénients	155
VIII.3.	Dosimétrie de transit basée sur un calcul par simulation Monte Carlo	155
3.1.	Principe	156
3.2.	Données de bases nécessaires	156
3.2.1.	Modélisation du faisceau de photons incident	156
3.2.2.	Modélisation du patient	157
3.2.3.	Modélisation de l'imageur portal	157
3.3.	Calcul de l'image portale de dose	158
3.4.	Avantages et inconvénients	158
VIII.4.	Autres méthodes de contrôle des doses délivrées au patient	159
4.1.	Principe	159
4.2.	Données de bases nécessaires	161
4.2.1.	Données de base relatives à l'EPID	161
4.2.2.	Données de base relatives à l'accélérateur	161
4.2.3.	Données de base relatives au transfert au format DICOM	161
4.3.	Avantages et inconvénients	161
VIII.5.	Contrôle de qualité	162



<b>Chapitre IX • Doses délivrées par l'imagerie : évaluation et prise en compte</b>	163
<i>CHAVAUDRA Jean, MÈGE Jean-Pierre et ZHU Yuan</i>	
IX.1. Méthodes d'évaluation de la dose délivrée pour la réalisation des images	164
1.1. Imagerie portale électronique « 2D » (EPID)	165
1.2. Imagerie embarquée « 2D » de type kV-kV	166
1.3. Imagerie embarquée « 3D » de type kV-CBCT, MV-CBCT ou MV-CT	167
IX.2. Valeurs des doses	169
2.1. Imagerie embarquée « 2D »	169
2.1.1. Imagerie portale électronique « 2D » (EPID)	169
2.1.2. Imagerie « 2D » embarquée de type kV-kV	170
2.2. Imagerie basse énergie « 2D » indépendante : ExacTrac® et Cyberknife®	171
2.3. Imagerie embarquée haute énergie « 3D » : MV-CBCT et MV-CT	172
2.3.1. Acquisition MV-CBCT	172
2.3.2. Acquisition MV-CT : Tomotherapy®	173
2.4. Imagerie embarquée basse énergie « 3D » : kV-CBCT	175
IX.3. Prise en compte des doses	178
3.1. Problèmes posés - aspects radiobiologiques	178
3.1.1. Paramètres physiques et techniques	179
3.1.2. Aspects cliniques et radiobiologiques	179
3.1.3. Conclusions	179
3.2. Prise en compte des doses	180
3.2.1. Imagerie « 2D » haute énergie (EPID)	180
3.2.2. Imagerie « 2D » basse énergie	180
3.2.3. Imagerie « 3D » haute énergie (MV-CBCT)	181
3.2.4. Imagerie « 3D » haute énergie (MV-CT)	181
3.2.5. Imagerie « 3D » basse énergie (kV-CBCT)	181
3.2.6. Récapitulatif des doses d'imagerie et conclusion	182
<b>Index</b>	183
<b>Références</b>	187





# Chapitre I

## Systèmes d'imagerie portale électronique à 2 dimensions ou EPID

BERGER Lucie, MARINELLO Ginette et TAN Li

---

Les premiers **Systèmes d'Imagerie Portale Electronique** encore appelés **EPID** (du nom anglais **Electronic Portal Imaging Device**), sont apparus sur le marché dans les années 1980. Ils étaient destinés à remplacer les films argentiques utilisés pour contrôler directement sous appareil, et si nécessaire, modifier la position du malade avant irradiation. Comme cette étape était souvent longue et fastidieuse (développement du film, lecture et corrections à apporter, et si nécessaire reprise d'un film, etc.), différentes équipes ont cherché à remplacer les films par des écrans fluorescents associés à une caméra CCD ou à une matrice de chambres d'ionisation liquides (Boyer *et al.* 1992, AAPM 2001). Grâce à l'informatique associée, les **images à 2 dimensions** (« **2D** ») obtenues en temps réel pouvaient être travaillées, comparées à des images de référence, archivées électroniquement et transférées vers d'autres consoles d'exploitation via un câble ou un réseau informatique spécifique. Leur simplicité et leur rapidité d'utilisation ont fait des premiers EPID des détecteurs de choix pour le contrôle de positionnement du patient par rapport aux films (Pouliot et Lirette 1996, Hurkmans *et al.* 2001).

La technologie et les performances des EPID ont rapidement évolué au cours du temps. À la fin des années 1990, l'apparition d'écrans au **silicium amorphe (aSi)**, de dimensions de plus en plus grandes, ont donné un essor rapide aux EPID basés sur cette nouvelle technologie (Antonuk *et al.* 1996-a, Granfors et Aufrichtig 2000). Actuellement, les EPID au aSi étant les plus utilisés en radiothérapie, ce chapitre leur est largement consacré. Un autre type d'EPID, actuellement commercialisé est aussi considéré.

Dans un premier temps, nous décrivons les différents systèmes disponibles sur le marché (§ I.1), leur principe de fonctionnement (§ I.2) ainsi que les différentes possibilités d'exploitation des résultats et de recalage d'images (§ I.3). Nous détaillons dans le paragraphe I.4. les contrôles de qualité à effectuer avant mise en service des EPID, ainsi que les contrôles de qualité périodiques, réglementaires ou non, indispensables pour leur bonne utilisation. Enfin, leurs principales utilisations ainsi que leurs avantages et inconvénients sont résumés dans le paragraphe I.5. Certaines de leurs applications les plus intéressantes sont détaillées dans les Chapitres V, VI et VIII.

## I.1. Description des différents systèmes

Il existe plusieurs types de systèmes d'imagerie portale électronique (EPID) à « 2D » (Figure I.1). Ils sont soit directement fixés sur l'accélérateur (§ I.1), soit indépendants (§ I.2). Ils sont conçus pour fonctionner avec les faisceaux de RX de haute énergie produits par des accélérateurs linéaires avec ou sans filtre égalisateur (Christensen *et al.* 2013), ou d'autres équipements plus sophistiqués (Cyberknife®, Tomotherapy®, etc.). Ils sont aussi utilisables avec d'autres types de particules comme par exemple les faisceaux d'électrons (Jarry et Verhaegen 2005, Beck *et al.* 2009, Wang *et al.* 2013) ou de protons (Lin *et al.* 2014).



Figure I.1 Exemples d'EPID fixé sur l'accélérateur linéaire grâce à un bras rétractable : EPID aSi1000®-Varian [A] ou indépendant, Lynx®-IBA et Fimel (France) [B].

- W. Yao, M.J. Krasin, J.B. Farr, T.E. Merchant (2018) Feasibility study of range-based registration using daily cone beam CT for intensity modulated proton therapy, *Med Phys.* 45 (3), 1191-1203
- I.J. Yeo, J.W. Jung, J.O. Kim (2013-a) Feasibility study on inverse four-dimensional dose reconstruction using the continuous dose-image of EPID, *Med. Phys.* 40 (5), 051702-1 à 11
- I.J. Yeo, J.W. Jung, B. Patyal, A. Mandapaka, B.Y. Yi, J.O. Kim (2013-b) Conditions for reliable time-resolved dosimetry of electronic portal imaging devices for fixed-gantry IMRT and VMAT, *Med. Phys.* 40 (7), 051702-1 à 8
- A.S. Yu, T.L. Fowler, P. Dubrowski (2018) A novel-integrated quality assurance phantom for radiographic and nonradiographic localization and positioning systems, *Med. Phys.* 45 (7), 2857-2863
- M. Zeverino, M. Jaccard, D. Patin, N. Ryckx, M. Marguet, C. Tuleaska, L. Schiappacasse, J. Bourhis, M. Levivier, F.O. Bochud, R. Moeckli (2017) Commissioning of the Leksell Gamma Knife Icon<sup>TM</sup> (2017), *Med. Phys.* 44 (2), 355-363
- Y. Zhu, X-Q Jiang, J. Van Dyk (1995) portal dosimetry using a liquid ion chamber matrix: Dose response study, *Med. Phys.* 22 (7), 1101-1106
- L. Zhuang, D. Yan, J. Liang, D. Ionascu, V. Mangona, K. Yang, J. Zhou (2014) Evaluation of image guided motion management methods in lung cancer radiotherapy, *Med. Phys.* 41 (3), 031911-1 à 10

**PROfil**

# **Systèmes d'imagerie intégrés ou associés aux appareils de radiothérapie**

**Coordonné par Ginette Marinello et Jianji Pan**

**C**et ouvrage, écrit par des physiciens médicaux et des médecins spécialistes expérimentés, a été coordonné par le Dr es Sciences Ginette MARINELLO, ex-Chef de l'Unité de Radiophysique et de Radioprotection du Patient du CHU Henri Mondor de Créteil (France) et le Pr Jianji PAN, Chef du Service de Radiothérapie de l'Institut du Cancer et Directeur du Centre d'Assurance de Qualité de la Province du Fujian (RP de Chine). Il a pour but de faire le point sur les différents systèmes d'imagerie associés aux accélérateurs modernes de radiothérapie : EPID, systèmes d'imagerie embarqués à 2 ou 3 dimensions utilisant des RX de basse ou haute énergie, systèmes d'imagerie fixés au sol et au plafond... et systèmes d'imagerie indépendants irradiants ou non irradiants (systèmes optiques d'imagerie surfacique et à ultra-sons). Outre une description des systèmes, le principe de formation et d'exploitation des images produites est expliqué et illustré par de nombreux exemples pratiques. Les contrôles de qualité à effectuer obligatoirement à leur réception, puis périodiquement, pour assurer une qualité d'image indispensable, sont détaillés ainsi que les matériels et méthodes à utiliser et les tolérances acceptables.

Une partie importante de l'ouvrage est consacrée à la pratique clinique avec de nombreux exemples montrant les possibilités et l'intérêt de l'utilisation des appareils d'imagerie pour les irradiations standard (sein), la modulation d'intensité IMRT ou VMAT (ORL), les irradiations stéréotaxiques intracrâniennes ou extracrâniennes (métastases osseuses) ou pendant les différentes stratégies d'irradiation des tumeurs mobiles (poumon et foie), et la protonthérapie (tumeurs de la base du crâne et mélanomes oculaires).

L'utilisation de l'EPID comme dosimètre de transit pour le contrôle in vivo et l'enregistrement des doses délivrées aux patients pendant l'irradiation fait l'objet de tout un chapitre contenant, entre autres, la description des méthodes de calcul sur lesquelles sont basés différents logiciels. Enfin, un dernier chapitre est dédié aux méthodes d'évaluation des doses délivrées spécifiquement par les différents types d'imagerie et aux problèmes qu'elles posent.

De par son contenu, étayé par une importante liste de références bibliographiques et de nombreuses figures, cet ouvrage s'avère être un outil indispensable pour tous ceux qui pratiquent la radiothérapie et s'intéressent à la radioprotection des patients, qu'ils soient médecins, physiciens médicaux, dosimétristes, manipulateurs d'électroradiologie médicale ou personnel technique et paramédical..., et bien sûr pour les étudiants.

978-2-7598-2298-0



**edp sciences**  
www.edpsciences.org

Les ouvrages de la collection PROfil ont pour vocation la transmission des savoirs professionnels dans différentes disciplines. Ils sont rédigés par des experts reconnus dans leurs domaines et contribuent à la formation et l'information des professionnels.