



# 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