



Disponible en ligne sur

ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte  
www.em-consulte.com



Mise au point

## Apport du guidage par l'image pour le repositionnement au cours de la radiothérapie des tumeurs encéphaliques

### *Interest of image-guided radiotherapy for brain tumors and positioning control*

F. Legouté<sup>a,\*</sup>, L. Padovani<sup>b</sup>, L. Claude<sup>c</sup>, S. Bolle<sup>d</sup>, J. Attal<sup>e</sup>, A. Gonzalez-Moya<sup>a</sup>, T. Lizée<sup>a</sup>, A. Paumier<sup>a</sup>, É. Jadaud<sup>a</sup>, Y. Pointreau<sup>f</sup>, S. Dufreneix<sup>g</sup>, A. Laprie<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Département de radiothérapie, institut de cancérologie de l'Ouest Paul-Papin, 15, rue André-Boquel, 49100 Angers, France

<sup>b</sup> Département de radiothérapie, hôpital universitaire La Timone, 264, rue Saint-Pierre, 13385 Marseille cedex 5, France

<sup>c</sup> Département de radiothérapie, centre Léon-Bérard, 28, rue Laennec, 69008 Lyon, France

<sup>d</sup> Département de radiothérapie, Gustave-Roussy Cancer campus, 114, rue Édouard-Vaillant, 94800 Villejuif, France

<sup>e</sup> Département de radiothérapie, institut Claudius-Regaud à l'institut universitaire du cancer Toulouse–Oncopole, 1, avenue Irène-Joliot-Curie, 31059 Toulouse, France

<sup>f</sup> Service d'oncologie radiothérapie, institut interrégional de cancérologie, centre Jean-Bernard-clinique Victor-Hugo, 9, rue Beauverger, 72000 Le Mans, France

<sup>g</sup> Département de physique médicale, institut de cancérologie de l'Ouest Paul-Papin, 15, rue André-Boquel, 49100 Angers, France

#### INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 21 juin 2018

Accepté le 29 juin 2018

Mots clés :

Tumeurs gliales

Métastases cérébrales

Recalage d'images

Repositionnement

Radiothérapie guidée par l'image

Radiothérapie adaptative

Stéréotaxie

Protonthérapie

#### RÉSUMÉ

En neuro-oncologie, le nombre de patients irradiés avec une espérance de vie prolongée augmente. De plus, la radiothérapie encéphalique est associée à un indice thérapeutique étroit. La préservation des organes à risque est liée aux techniques d'irradiation, doses et balistiques, mais aussi à la reproductibilité du traitement. L'essor de la stéréotaxie et de la protonthérapie accentue cette problématique. L'importance de l'utilisation de l'imagerie et du repositionnement est souvent sous-estimée en raison d'une délégation de tâches et d'une revue d'images répétitive et fastidieuse. Pourtant, la radiothérapie guidée par l'image, dans le cas des irradiations intracrâniennes, a permis d'éviter des contentions invasives pour le patient, mais aussi un gain en termes de qualité de repositionnement et de durée des recalages. Les repères osseux crâniens et le peu de mouvements entre et pendant les fractions des volumes à irradier permettent une automatisation des repositionnements via le guidage par l'image. Néanmoins, les protocoles d'imagerie au poste de traitement sont de la responsabilité du radiothérapeute (qualité, fréquence, utilisation). Cet article propose une mise au point de l'utilisation du guidage par l'image au service des irradiations encéphaliques, en se focalisant sur son utilisation pour le repositionnement et ses perspectives quant à la radiothérapie adaptative.

© 2018 Société française de radiothérapie oncologique (SFRO). Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

#### ABSTRACT

A narrow therapeutic index and more and more patients with long survival characterize primary and second brain tumors. Image-guided radiotherapy can increase accuracy of the patient's position during a course of intracranial irradiation thanks to a direct or indirect visualization of targets volumes. Treatment reproducibility and organ at risk-sparing are the primary issues, particularly with the development of stereotactic radiotherapy and protontherapy. Regarding intracranial treatments, image-guided radiotherapy seems to be a repetitive task based on skeletal structures registration. And yet, this innovation makes

Keywords:

Glioma

Brain metastases

Image registration

Repositioning

Image-Guided Radiotherapy

Adaptive radiotherapy

Stereotactic radiotherapy

Protontherapy

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [florence.legoute@ico.unicancer.fr](mailto:florence.legoute@ico.unicancer.fr) (F. Legouté).

<https://doi.org/10.1016/j.canrad.2018.06.006>

1278-3218/© 2018 Société française de radiothérapie oncologique (SFRO). Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

possible to assess the dosimetric impact of daily positioning variations avoiding invasive immobilizations. Image-guided radiotherapy offers automated tools to limit time consumption and furthers adaptive radiotherapy opportunities. Nevertheless, medical evaluation is still necessary and image processing should be strictly defined (frequency, use, performance). The purpose of this article is to describe image-guidance in brain irradiation, as repositioning tool and to focus on its recent prospects.

© 2018 Société française de radiothérapie oncologique (SFRO). Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## 1. Introduction

Les indications d'irradiation intracrâniennes sont particulièrement fréquentes notamment en raison de l'incidence des métastases cérébrales, mais aussi très diverses selon le type de tumeurs (bénignes ou malignes, primitives ou secondaires) ou le profil des patients (oncopédiatrie ou oncologie adulte, état général, opérabilité). L'objectif thérapeutique tend également à être de plus en plus curatif ou longuement suspensif (tumeurs gliales, métastase cérébrale unique ou situation oligométastatique, tumeurs neuropédiatriques, irradiation prophylactique). Les réirradiations sont maintenant proposées grâce au développement et la diffusion de techniques de haute précision (radiothérapie stéréotaxique, protonthérapie, arcthérapie avec modulation d'intensité), mais aussi un meilleur recul quant aux contraintes de doses et à l'hypofractionnement [1–6].

Le repositionnement correct au cours d'un protocole d'irradiation est un prérequis absolu avant traitement. Il est gage de sécurité et assure la conformité entre préparation du traitement (prescription, délinéation, balistique) et délivrance du traitement [7]. La radiothérapie guidée par l'image est un concept émergent depuis une vingtaine d'années dont le champ d'application correspond à de multiples utilisations d'imagerie afin d'optimiser la radiothérapie : bilan d'extension, préparation du traitement (fusion d'images, *dose-painting*), imagerie pendant le traitement pour le repositionnement, dosimétrie a posteriori [8–11]. Les tumeurs intracrâniennes nécessitent un bilan morphologique par imagerie par résonance magnétique (IRM) avec séquences pondérées T1 sans puis avec injection de gadolinium et des séquences pondérées en T2/FLAIR. Celui-ci sera volontiers complété par d'autres séquences ou imageries fonctionnelles : IRM de diffusion et de perfusion, spectrométrie, voire tomographie par émission de positons ( $^{11}\text{C}$ -méthionine). L'imagerie multimodale préthérapeutique des tumeurs encéphaliques bénéficie d'une littérature robuste [12–16]. L'imagerie sert aussi au repositionnement du patient. Ainsi, une scanographie cérébrale est réalisée afin d'établir la dosimétrie prévisionnelle. Les images issues de cette scanographie seront utilisées pour le repositionnement soit directement, soit avec des images bidimensionnelles dérivées : les *digitally reconstructed radiographs* (DRR). Le traitement gagne ainsi en précision et en qualité. Les systèmes de contention invasifs ont pu grâce à l'imagerie être souvent remplacés par des systèmes non invasifs (*frameless*) tels que les masques thermoformés, adaptés aux techniques d'irradiation prescrites. Autre intérêt, l'imagerie se développant au poste de traitement, une automatisation du repositionnement s'est développée [17,18].

La radiothérapie guidée par l'image des tumeurs encéphaliques est aussi au premier plan dans les récents essais questionnant la pertinence des marges (NCT02747303), et ceux de phases I testant une escalade de dose en cas de radiochirurgie *frameless* de métastases cérébrales (NCT02390518). Les perspectives de la radiothérapie guidée par l'image via un accélérateur couplé à une IRM, motivent la réalisation d'un essai sur patients (adultes et enfants) et sujets sains afin d'étudier la qualité de l'imagerie et sa faisabilité (NCT02973828). Les espoirs de

radiothérapie adaptative grâce au guidage par l'image sont actuellement étudiés en ORL (NCT03376386), mais pourraient être transposés à certaines tumeurs encéphaliques en place, à condition de trouver des marqueurs pertinents pour le suivi tumoral en cours d'irradiation.

## 2. Modalités du guidage par l'image au poste de traitement

### 2.1. Equipements

L'imagerie orthogonale est la plus simple pour le repositionnement : des images de basses énergie (kV) sont produites afin de les comparer aux images reconstruites bidimensionnelles obtenues à partir de la scanographie balistique (DRR). La plupart des accélérateurs sont équipés d'un système d'imagerie embarquée : une source de rayons X de basse énergie est située perpendiculairement à l'axe de traitement. Les clichés obtenus sont de meilleure qualité que ceux de haute énergie utilisant les énergies de traitement (MV) et sont générés grâce à des détecteurs en regard de la source. Par exemple, dans le cas d'une irradiation encéphalique *in toto*, il sera proposé un faisceau antérieur et un faisceau latéral afin de contrôler le positionnement crânien.

L'imagerie tridimensionnelle a recours à la tomographie conique (*cone beam computed tomography*, CBCT) ou à la scanographie de haute énergie (*megavolt computed tomography*, MVCT) selon l'accélérateur. Ces systèmes d'imagerie intégrés ont l'avantage de fournir une acquisition volumétrique et permettre la visualisation des tissus mous mais pas des structures cérébrales. Les procédures de guidage par l'image les utilisant sont plus longues, et rendent le recalage plus complexe. Ces techniques d'imageries sont aussi plus irritantes et ne sont pas toujours pertinentes selon l'irradiation à délivrer. Pour les traitements de haute précision, les acquisitions spectroscopiques semblent donner des résultats satisfaisants, avec une différence maximale de 0,8 mm par rapport à l'imagerie tridimensionnelle au cours des recalages automatiques [19]. L'imagerie spectroscopique s'est donc développée, notamment avec l'ExacTrac<sup>®</sup> (Brainlab<sup>®</sup>) pour des accélérateurs non dédiés et le 6D Skull<sup>®</sup> pour le CyberKnife (Accuray<sup>®</sup>), faisant l'objet de nombreuses publications [20–28]. Ils permettent d'obtenir des erreurs de repositionnement submillimétriques appropriées aux marges choisies en stéréotaxie. Pour ces deux exemples, les systèmes d'imagerie utilisés sont alors déportés : deux tubes à rayons X situés à proximité de l'accélérateur afin d'émettre des imageries orthogonales de basse énergie à 45°, se croisant à l'isocentre ou à la cible en cas de traitement non isocentrique. Deux détecteurs (au sol ou au plafond selon le système d'imagerie) détectent les faisceaux, et génèrent des imageries de basse énergie (kV) qui pourront être comparées aux images reconstruites bidimensionnelles.

### 2.2. Fréquence des imageries

La fréquence, le déroulement des imageries au cours des séances et la revue d'images dépendront de l'appareil utilisé et des

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/10157536>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/10157536>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)