

La radiothérapie

La radiothérapie est une technique médicale qui utilise les rayonnements ionisants pour détruire une tumeur cancéreuse. Environ la moitié des cas de cancer nouvellement diagnostiqués sont traités par cette technique et environ 50 % des guérisons le doivent en partie ou en totalité à la radiothérapie. La radiothérapie du cancer s'accompagne souvent d'effets indésirables. Certains de ces effets sont inévitables et disparaissent souvent spontanément ou avec un traitement. Des effets secondaires peuvent survenir en raison de la réaction des tissus normaux sensibles à proximité de la zone traitée ou, plus rarement, en raison d'une sensibilité individuelle aux rayonnements ionisants particulièrement élevée. La radiothérapie peut aussi être un traitement palliatif pour diminuer fortement les souffrances du patient. Cette technique constitue également le traitement de choix de quelques maladies bénignes.

Les différents types de radiothérapie

On distingue classiquement la radiothérapie externe (ou transcutanée) où la source de rayonnement ionisant est à distance du patient et la curiethérapie où la source est positionnée au contact direct du patient, dans ou au plus près de la zone à traiter.

- Radiothérapie externe

L'irradiation est effectuée au moyen d'accélérateurs de particules produisant des faisceaux de photons ou d'électrons d'énergie comprise entre 4 et 25 mégaélectronvolts¹ (MeV) et délivrant des débits de doses supérieurs au gray² (Gy) par minute. Des appareils de télégamma-thérapie équipés d'une source de cobalt 60 existent encore mais sont peu à peu remplacés par des accélérateurs de particules.

Les patients reçoivent l'ensemble de leur traitement, soit plusieurs dizaines de gray, sous forme fractionnée (en moyenne 20 séances d'irradiation) à raison de plusieurs séances de l'ordre de 2 Gy.

- Curiethérapie

Elle permet de traiter des tumeurs cancéreuses de la sphère ORL, de la peau, du sein ou des organes génitaux. On utilise des sources scellées (césium 137, iridium 192, iode 125...) sous forme de grains, d'aiguilles ou de fils. On distingue trois types de curiethérapie selon le débit de dose mis en œuvre, dont deux seulement sont utilisés en France :

- curiethérapie à bas débit : les sources, fournissant des débits de dose de 0,4 à 2 Gy par heure sont placées à l'intérieur des tissus (curiethérapie interstitielle) ou des cavités naturelles (curiethérapie endocavitaire) au moyen d'un système d'introduction de source appelé projecteurs de sources, pendant un laps de temps continu ou par séquences successives (curiethérapie à débit pulsé) ;
- curiethérapie à haut débit : la source génère un débit de dose supérieur à 12 Gy par heure. Un projecteur de source semblable à celui utilisé en radiothérapie pulsée permet de fractionner le traitement. Les « pulses » de traitements, en raison du fort débit de dose, sont très courts.

¹ MeV : mégaélectronvolt, unité de mesure de l'énergie des rayonnements.

² Gray : mesure la quantité d'énergie absorbée par la matière, ou dose absorbée, 1 Gy = 1 joule par kilogramme.

La radiothérapie en France

On comptait au 31 décembre 2005, 34 installations de télégammathérapie et 359 accélérateurs de particules utilisés pour la radiothérapie externe. A la même date, le parc français dédié à la curiethérapie rassemblait 102 unités.

Les statistiques des établissements de santé (SAE) avancent le chiffre de 100 000 traitements de radiothérapie externe effectués au cours de l'année 2002. Ce chiffre est en augmentation en raison du vieillissement de la population et du meilleur diagnostic des pathologies cancéreuses qui est maintenant effectué. Pour la même année 2002 et d'après les mêmes sources, le nombre d'applications de curiethérapies s'élève à 12 500.

Les accidents de radiothérapie

Selon la publication 86 de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) consacrée à la prévention des expositions accidentelles chez les patients recevant une radiothérapie, les expositions accidentelles majeures qui ont été rapportées ont concerné environ 2 000 patients de par le monde et ont provoqué la mort d'environ 100 personnes.

La CIPR considère comme exposition accidentelle tout écart substantiel à la prescription englobant l'identification du patient, la définition du volume-cible, la dose à délivrer au(x) site(s) anatomique(s), le fractionnement de la dose et la distribution de la dose. La classification des accidents se fait alors selon 3 types :

- type A correspondant à un surdosage de 25 % ou plus, pouvant être directement responsable de complications menaçant la vie du patient ;
- type B correspondant à un surdosage de 5 à 25 %, augmentant la probabilité d'une conséquence inacceptable du traitement, sans menace vitale ;
- sous dosage, dans l'hypothèse où l'erreur serait découverte avant la fin du traitement.

Les principales causes des accidents de radiothérapie connus dans le monde

Quelques particularités de la radiothérapie permettent de comprendre les raisons pour lesquelles des risques d'accidents existent. D'après la publication 86 de la CIPR, la maîtrise des risques dans ce domaine implique une très grande rigueur en raison :

- de l'utilisation de très fortes doses (20 à 80 Gy) intentionnellement délivrées au « volume-cible clinique » ;
- de l'utilisation d'un faisceau de rayonnement directement focalisé sur le patient ou bien des sources radioactives placées au contact des tissus pour lesquels toute erreur significative dans le positionnement peut avoir des conséquences graves ;
- de nombreuses étapes et de nombreux intervenants pour réaliser le traitement depuis sa prescription jusqu'à la délivrance de la dose ;
- de la mise en œuvre de technologies sophistiquées (calculs par ordinateur et transferts de données) en parallèle d'activités manuelles (préparation de la protection de certains organes, de dispositifs d'immobilisation...).

Le retour d'expérience des accidents de radiothérapie survenus à travers le monde a mis en évidence certains types de défaillances :

<u>Radiothérapie externe</u>	<u>Curiethérapie</u>
Problème d'équipements (logiciels)	Problème d'équipements (logiciels)
Maintenance	Commande, livraison, étalonnage et réception des sources
Etalonnage du faisceau	Planification du traitement
Systèmes de planification des traitements (TPS)	Préparation des sources
Paramétrage et délivrance du traitement	Délivrance du traitement Dépose des sources

Description de quelques accidents majeurs de radiothérapie survenus dans le monde

Radiothérapie externe

Cumberland - USA - 1987-1988

Un fichier informatique utilisé pour le traitement de cancers de l'encéphale avec un collimateur additionnel (« trimmer ») n'a pas été mis à jour lors du changement de la source. Or, quelques mois plus tard, ce type de traitement reprend et le fichier informatique des « trimmers » contenant les données de la source précédente a été utilisé. 33 patients ont reçu des doses dépassant de 75% la dose prescrite ; 20 patients étaient décédés avant la fin du traitement.

Saragosse - Espagne - 1991

A la suite d'un problème d'instabilité du faisceau de rayonnement d'un accélérateur linéaire, le faisceau est restauré mais des affichages contradictoires sont observés sans être totalement et correctement analysés. Les traitements sont malgré tout repris, conduisant à la surexposition de 27 patients dont 15 sont décédés des suites de cette surexposition.

Panama - 2000-2001

Un logiciel de planification de traitement (TPS) est utilisé en dehors de ses limites de validité pour certaines configurations de traitement. Cela conduit à un surdosage pour 28 patients sur une période de 6 mois. 8 patients au moins sont décédés de cette surexposition.

Royaume Uni - 1982-1991

Les calculs manuels constituaient l'unique méthode pour la planification des traitements (TPS) et des facteurs correctifs étaient appliqués. En 1982, cet hôpital fait l'acquisition d'un système de planification des traitements mais les facteurs de correction sont toujours appliqués alors qu'ils sont déjà intégrés dans le TPS. 1045 patients ont eu une dose inférieure aux prescriptions et au moins 492 ont développé une rechute locale probablement en raison du sous dosage.

San José - Costa Rica - 1996

Une erreur de calibration au cours du remplacement de la source de cobalt 60 a entraîné l'augmentation du temps d'exposition des malades. Durant plus de quatre semaines, 115 patients ont été traités et ont reçu des doses 1,6 fois plus élevées que celles prescrites ; au moins 17 personnes sont décédées des suites de cette surexposition.

Bialystock - Pologne - 2001

Un accélérateur linéaire a été utilisé, suite à une coupure de courant, sans que soient vérifiées les doses délivrées au redémarrage de l'installation. Cinq patientes traitées pour cancer du sein ont reçu des doses 10 à 20 fois plus élevées que celles prévues pour leur traitement. Ce surdosage a entraîné l'apparition de nécroses gravissimes, dont les plus sérieuses ont été traitées en France à l'Institut Curie.

Curiethérapie

Indiana - USA - 1992

Un patient doit être traité avec une curiethérapie à fort débit de dose. Lors de la première fraction, le radiothérapeute rencontre des difficultés dans le positionnement de la source dans le cathéter et décide de la retirer, mais la source s'est détachée du mécanisme d'entraînement alors qu'elle se trouvait encore dans le patient. Le personnel ne tient pas compte d'une alarme émise par un détecteur. Le patient repart avec la source avant qu'elle ne tombe 4 jours après. Le patient a reçu une dose de 16 000 Gy à 1 cm de la source et meurt peu de temps après la chute de la source.

Les accidents de radiothérapie en France

Trois accidents de radiothérapie sont survenus récemment en France :

Accident de Grenoble - 2003

Un problème de transmission des données entre le logiciel de planification de traitement (TPS) et l'accélérateur linéaire s'est produit. Dès lors, des filtres « en coin » n'ont pas été mis en place contrairement à ce qu'il aurait fallu. Ceci a conduit à la surexposition d'un patient en 2003. L'accident n'a été mis en évidence que fin 2004.

Accident de Lyon - 2004

Une patiente doit être traitée par radiothérapie afin de circonscrire une malformation artérioveineuse au niveau du cerveau. Suite à un problème de communication au sein du service, un mauvais réglage du champ d'irradiation conduit à surexposer une zone plus importante que celle prévue par le traitement. Après de nombreuses complications obligeant à intervenir par chirurgie, la patiente décède début 2006 sans que le lien de causalité entre l'accident et l'apparition d'une fistule oeso-trachéale et d'une fibrose puisse être établi.

Accident d'Epinal - 2005

Entre mai 2004 et mai 2005, 23 patients pris en charge pour un cancer de la prostate ont été traités dans des conditions d'irradiation différentes de celles utilisées pour la planification du traitement. En effet, leur traitement a été planifié avec des coins « statiques » mais réalisé avec des coins « dynamiques ». Ceci a conduit à une surexposition de l'ordre de 20 % par rapport à la dose prescrite. L'un des patients est décédé de cette surexposition et trois autres sont décédés sans qu'un lien direct ait été établi avec le surdosage.