

## Focus

### Cinq Halcyons en cinq ans

En 2025, un cinquième Halcyon sera opérationnel à l'ICO, le premier ayant été installé en 2020. Cette machine est conçue pour améliorer les traitements de radiothérapie par modulation d'intensité guidés par l'image. Il permet de traiter une grande variété de tumeurs grâce aux techniques les plus avancées : modulation d'intensité, repositionnement du patient par imagerie conique 3D, ergonomie avancée... Tous ces appareils ont été équipés d'un dispositif additionnel d'imagerie surfacique.

En 2024, l'ICO s'est équipé d'un deuxième Radixact permettant de réaliser des traitements en « adaptatif offline » pour prendre en compte l'évolution physiologique de la tumeur entre les séances de traitement.

### Une équipe experte, des professionnels spécialisés

À chaque étape du traitement de radiothérapie, de la préparation à la réalisation des séances, de nombreux professionnels se mobilisent.

Si certains métiers sont visibles

des patients, comme le médecin radiothérapeute qui reçoit le patient en consultation, l'assistant médical qui enregistre les informations médicales et assure le suivi du dossier du patient, et le manipulateur en électroradiologie qui assure l'accueil et l'installation du patient lors de son traitement, d'autres sont invisibles et concourent pourtant à la bonne réalisation des soins : dosimétriste, technicien de mesures physiques, physicien médical, technicien biomédical, ingénieur qualité. À l'ICO, 186 salariés travaillent ainsi en radiothérapie sur Angers et Saint-Herblain.

### Recherche : trois études marquantes

Depuis 2011, quinze études de radiothérapie ont été portées par l'ICO, à l'initiative des médecins. Parmi les plus récentes, trois ressortent plus particulièrement. Conduite par le Pr Marc-André Mahe, l'étude TOMMY sur le myélome multiple a permis de confirmer que l'irradiation totale de la moelle combinée à un traitement par Melphalan et une greffe autologue est efficace à la première rechute du myélome.

L'étude TRAILOCLORI01, pilotée par la Dr Sandrine Huret, cible les patients atteints de cancers du poumon et compare les bénéfices d'une radiothérapie locale combinée à l'immunothérapie par rapport à l'immunothérapie seule. Douze patients sont impliqués dans cet essai multidisciplinaire. Enfin, l'étude ZOSTER engagée par le Pr Stéphane Supiot évalue l'efficacité médico-économique de l'ajout d'acide zolédronique ou de dénosumab à la radiothérapie stéréotaxique pour les métastases vertébrales. 63 patients sur les 202 attendus participent à cet essai national qui implique notamment les DOM-TOM, tout en conservant un fort ancrage dans la région nantaise.

### L'ICO, centre de référence

L'accréditation OECI (Organisation of European Cancer Institute) obtenue fin 2023 fait de l'ICO un établissement reconnu au niveau européen pour la qualité et l'excellence de ses initiatives en matière de prévention, de soins, d'enseignement et de recherche en cancérologie.

## DOSSIER DE PRESSE

# RADIOTHÉRAPIE



Conception : mediapilote

### Contacts presse :

**Sophie Noblet**

sophie.noblet@ico.unicancer.fr  
06 82 20 81 47

**Édith Legrand**

edith.legrand@ico.unicancer.fr  
06 74 38 26 71



Humanisme et excellence :  
ensemble, prenons encore 100 ans d'avance !

2024 et 2025



Humanisme et excellence :  
ensemble,  
prenons encore 100 ans d'avance !



**Environ la moitié des patients atteints d'un cancer sont traités par radiothérapie - parfois davantage pour certaines pathologies. Professeur à Nantes Université et oncologue radiothérapeute à l'ICO, le Pr Stéphane Supiot revient sur la place de l'ICO dans le paysage régional et national.**

### 1 | L'ICO, un acteur majeur sur le territoire

« Dans le traitement du cancer, la radiothérapie est souvent utilisée comme complément à la chirurgie ou la chimiothérapie, mais elle peut être le traitement principal pour certains cancers ou lorsque l'intervention chirurgicale est impossible.

On l'emploie aussi de plus en plus comme un moyen de traiter les métastases avant qu'elles ne se développent. L'ICO est à la pointe de ces différentes applications: avec près de 87 000 séances réalisées chaque année, nous sommes le premier centre de lutte contre le cancer hors région parisienne, et le seul du Maine-et-Loire. Les départements de radiothérapie et de physique médicale de l'ICO figurent parmi les plus importants de France, avec 7 000 nouveaux patients pris en charge chaque année. »

### 2 | Des moyens techniques de pointe et une expertise reconnue

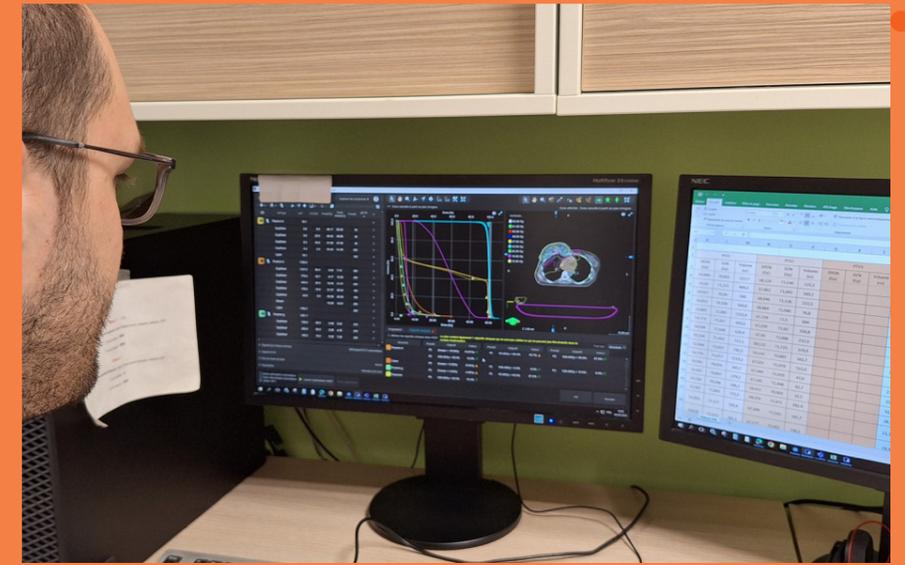
« Les séances nécessitent l'utilisation d'accélérateurs linéaires de particules. Les plateaux techniques d'Angers et de Saint-Herblain bénéficient d'un plan de financement conséquent : ces dix dernières années, plus de 35 millions ont été investis. Cette stratégie ambitieuse a contribué à la reconnaissance de l'expertise de l'ICO, notamment en matière de radiothérapie pédiatrique. Le fait que la candidature de l'ICO ait à nouveau été retenue pour organiser les journées scientifiques de la Société Française de Physique Médicale (SFPM) en 2025, après Angers en 2019, témoigne de cette reconnaissance. Pendant trois jours, l'ICO accueillera 500 experts français et internationaux à Nantes : médecins, cliniciens, industriels... »

### 3 | Limiter les séquelles, accompagner les patients

« L'action de l'ICO s'inscrit dans le cadre de la stratégie nationale de lutte contre les cancers 2021-2030, qui insiste sur la limitation des séquelles et sur l'amélioration de la qualité de vie des patients. C'est une démarche collective qui associe une large palette de métiers : dosimétristes, médecins, radiothérapeutes, radiologues, manipulateurs, infirmières, ingénieurs en radioprotection... Mais l'excellence en radiothérapie, c'est aussi l'excellence du "prendre soin". Dans cette discipline comme ailleurs, l'ICO fait le choix d'accompagner les malades dans la compréhension, l'acceptation et le suivi de leur traitement par des séances spécifiques d'Éducation Thérapeutique du Patient (ETP). »

### Radiothérapie : 130 ans de progrès

Liée à la découverte des rayons X puis de la radioactivité dans les dernières années du 19<sup>e</sup> siècle, la radiothérapie consiste à utiliser des radiations ionisantes (des « rayons » dans le langage courant) pour détruire les cellules cancéreuses. Troisième pilier des soins contre le cancer avec la chirurgie et la chimiothérapie, la radiothérapie se caractérise par son caractère ambulatoire. En fonction de leur pathologie, les patients se voient délivrer de 1 à 40 séances dont le dosage se mesure en Gray (Gy).



### Une activité réglementée, un établissement d'excellence

La pratique de la radiothérapie en France est encadrée. Délivrée par l'Agence Régionale de Santé (ARS), l'autorisation d'activité pour sept ans s'accompagne de nombreuses conditions : respect de seuils d'activité, critères de qualité définis par l'Institut National du Cancer (INCa), mise en place d'un plateau technique avec au moins deux accélérateurs de particules par site. Cette autorisation est complétée

par celle de l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (ASNR, ex-ASN), valable cinq ans, pour l'utilisation des rayonnements ionisants à des fins médicales. Une fois l'autorisation ASNR délivrée, cette autorité vient inspecter sur site les deux services de radiothérapie tous les 3 à 4 ans. De plus, chaque année un organisme accrédité par le Comité Français d'Accréditation vient contrôler la réalisation des contrôles internes réglementaires effectués par les équipes de physique médicale sur les accélérateurs. Comme les autres établissements

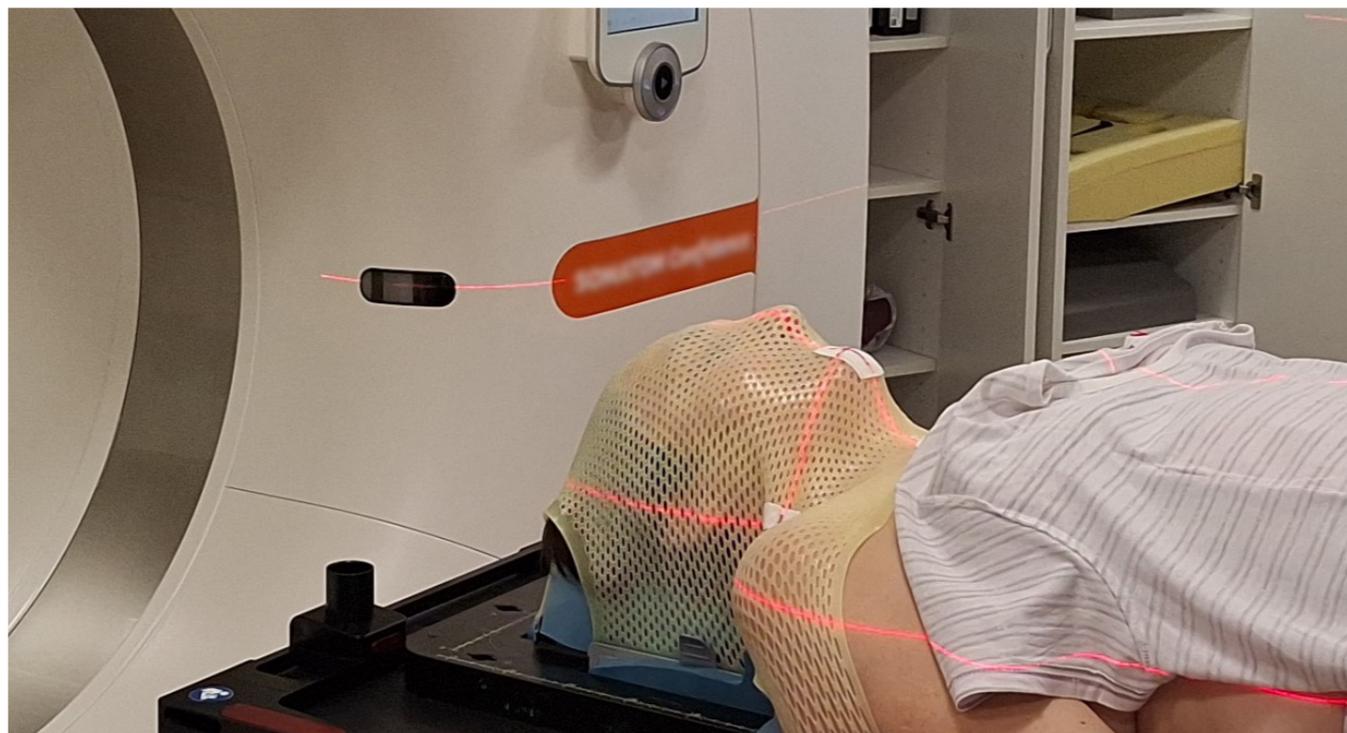
concernés, l'ICO satisfait à ses obligations en matière de matériovigilance. La Haute Autorité de Santé procède à des visites régulières de certification pour évaluer la qualité des soins et des parcours. En septembre 2023, l'ICO a reçu sa dernière certification avec mention Haute qualité des soins. L'institut a également souhaité aller au-delà des programmes habituels d'assurance qualité. Le label Novalis Certified vient ainsi certifier de la qualité des soins, l'organisation, la formation, la sécurité et la prise en charge des patients. ●



### Radiothérapie pédiatrique : deux machines de pointe au service d'une spécialité de l'ICO

Seul établissement de la région habilité à pratiquer la radiothérapie sur des enfants (à Saint-Herblain), l'ICO s'est récemment doté de deux Radixact supplémentaires, des appareils de pointe conçus pour délivrer une radiothérapie guidée par l'image avec une précision millimétrique. Cet investissement conséquent de 3,5 millions d'euros pièce permet d'adapter le traitement aux spécificités de chaque jeune patient. La précision de la délivrance étant renforcée, la toxicité du traitement devrait être moindre. ●

## Des traitements plus précis, plus efficaces et moins toxiques



**Pour gagner en efficacité, l'amélioration des traitements par radiothérapie repose sur une meilleure définition des tumeurs, la gestion plus fine des mouvements comme la respiration au cours des séances et le positionnement des malades. Autant d'innovations qui permettent de limiter la toxicité et d'améliorer la qualité de vie des patients.**

### S'adapter aux mouvements des patients

Lors d'une séance de radiothérapie, les organes du patient peuvent légèrement bouger, essentiellement en raison des mouvements de respiration. Afin d'améliorer la précision des traitements, l'ICO investit dans des techniques qui permettent d'adapter le faisceau de rayonnement aux mouvements des organes internes. En 2023, l'installation du système AlignRT® Advance (VisionRT) sur les quatre appareils Halcyon de l'établissement relève de cette logique, explique Marie Bizouarn, cadre de santé sur le site de Saint-Herblain. « L'idée clé, c'est d'aller vers un positionnement plus précis

*lors de la prise en charge quotidienne grâce à ce système de repositionnement surfacique. » Une fois allongé, chaque patient est repositionné par un manipulateur qui se réfère aux repères fixés lors de la première séance. Des caméras permettent de contrôler en temps réel la position du patient pendant toute la durée des séances, le patient restant en lien avec l'équipe médicale par l'intermédiaire d'un interphone.*

À la clé, un double avantage : « c'est une alternative intéressante aux dispositifs de contentions classiques certes personnalisés, mais relativement inconfortables. Les patients ne sont pas prisonniers d'un moulage » explique Maxime Bremaud, chef de département

de physique médical à Angers. Mais le principal atout est thérapeutique.

« Pour certaines indications comme les tumeurs mammaires, nous pouvons synchroniser l'irradiation à la respiration, ce qui permet de cibler plus précisément la tumeur, sans irradier les zones alentours. Cela permet de réduire le risque d'effets secondaires à long terme, par exemple sur des artères coronaires qui pourraient être sténosées à la suite d'une radiothérapie », précise Dr Amaury Paumier. La technique est aujourd'hui essentiellement destinée aux patientes touchées par un cancer au sein gauche, mais pourrait concerner à l'avenir d'autres types de cancers. ●

### Radiothérapie adaptative, la haute couture du rayonnement

L'approche conventionnelle repose sur une imagerie scanner acquise avant un traitement qui ne tient pas compte des modifications anatomiques que peut connaître le patient sur plusieurs semaines : amaigrissement, prise de poids, évolution de la tumeur... Imprévisibles, elles risquent d'impacter la qualité du traitement et de causer des effets secondaires, notamment dans le cas des cancers du

pelvis, de l'abdomen ou de la sphère ORL. Avancée majeure, la radiothérapie adaptative tient désormais compte de ces modifications anatomiques : la distribution de dose est adaptée dès lors que les modifications anatomiques impactent le traitement prévu initialement. Là où un traitement de radiothérapie classique comporte deux étapes bien distinctes - la phase de préparation puis la phase des séances de traitement - la radiothérapie adaptative exige plusieurs phases de préparation, voire dans des situations particulières autant

de phases de préparation que de séances de traitement. Courantes à l'ICO, ces adaptations sont donc exigeantes en termes d'organisation et de ressources mobilisées. « D'ailleurs, de nouvelles installations de traitement comme celle couplant une imagerie IRM en temps réel avec un accélérateur de particules (IRM-Linac) sont en plein essor et vont contribuer à l'adaptation des traitements. Elles font l'objet d'une veille technologique active des équipes », précise Maxime Brémaud, physicien médical. ●



### À Saint-Herblain, l'enfant au centre

L'ICO fait partie des quinze centres habilités à pratiquer la radiothérapie pédiatrique en France. Établissement de référence pour les jeunes patients suivis par les CHU de Nantes, Angers, Tours, Orléans - voire de Bretagne - le site de Saint-Herblain s'est spécialisé dans la prise en charge des enfants et

des adolescents. Exigeants, ces traitements nécessitent souvent une immobilisation stricte pour des séances d'une trentaine de minutes, parfois sécurisée par une sédation ou une anesthésie générale. Attentif aux familles, l'ICO accorde une place centrale à l'accompagnement parental dans le cadre plus global d'une organisation qui associe étroitement soignants, enfants et parents. ●



En 2024, le service de Saint-Herblain a pris en charge 60 enfants pour 800 séances de radiothérapie.

## La recherche en radiothérapie : espoirs et perspectives

Depuis 2011, quinze essais de radiothérapie ont été promus à l'ICO. Lancés à l'initiative des médecins et portés par l'établissement, ces travaux bénéficient de sources de financement variées qui combinent les moyens de la Direction Générale de l'Offre de Soins (DGOS), le soutien du monde économique et industriel ainsi que celui de différents mécènes. Ce soutien financier permet de mettre en œuvre des projets prometteurs. À ce jour, cinq essais continuent de recruter de nouveaux malades tandis que cinq autres suivent dans la durée les patients inclus.

### Oncologie cardiaque : anticiper pour mieux guérir

La radiothérapie thoracique impose un équilibre délicat : traiter efficacement les cancers tout en préservant le cœur, un exercice délicat dans la mesure où certains traitements peuvent à terme se révéler néfastes pour cet organe complexe. « Plusieurs paramètres interviennent dans cette évaluation du risque : la dose totale de radiation reçue par le cœur, l'âge au moment de l'exposition, le sexe, l'hypertension, le diabète, le tabagisme... Exposer les structures cardiaques à des rayons peut entraîner des pathologies variées : péricardite, maladies coronariennes,

arythmies... Ces complications peuvent apparaître dans les années qui suivent le traitement », explique le Dr Loïg Vaugier, oncologue radiothérapeute et directeur médical du département innovation. Le cas des patients porteurs de dispositifs cardiaques implantables, comme les pacemakers ou les défibrillateurs, est également complexe. Ces appareils peuvent subir des dysfonctionnements sous l'effet des radiations. Enfin, l'arrivée des traitements par immunothérapie fait que les interactions médicamenteuses doivent être mieux prises en compte.

Face à ces défis, plusieurs pistes émergent pour améliorer la prise en charge. Pour mieux prévenir

ces toxicités potentielles, le Dr Vaugier, le Dr Elvire Martin-Mervoyer et le Dr Alexandra Moignier ont associé leurs spécialités respectives en radiothérapie, en cardiologie et en physique médicale pour définir un modèle de cœur et identifier les sous-régions spécifiques du cœur qui pourraient jouer un rôle majeur dans le développement de ces complications.

Combinés à des modèles d'apprentissage profond en intelligence artificielle, ces outils permettent de mieux cibler les traitements en standardisant les processus et améliorer la prise en charge en combinant avancées technologiques, recherche clinique et normalisation des pratiques. ●

### Hypofractionnement : plus vite et plus fort

En radiothérapie, l'hypofractionnement consiste à délivrer le traitement en moins de séances. Au cours de chaque séance, des doses plus élevées sont délivrées pour en réduire le nombre. « L'hypofractionnement permet d'améliorer l'accès au soin en réduisant aussi la fatigue liée aux déplacements itératifs », résume le Pr Stéphane Supiot.

L'ICO pratique déjà cette technique depuis une quinzaine d'années, notamment pour le cas particulier du cancer de la prostate, et plus récemment pour le cancer du sein : « Au lieu de délivrer 40 séances pour traiter un cancer de la prostate, nous sommes d'abord descendus à une vingtaine, avec des niveaux d'efficacité identiques pour une toxicité équivalente. Aujourd'hui, nous pouvons traiter un cancer de la prostate en deux semaines,

à raison d'une séance tous les deux jours ». Sur certains cancers du sein, les avancées sont équivalentes : « nous sommes passés de trente à quinze séances, puis à cinq », explique le Dr Mervoyer qui n'y voit que des atouts pour les patientes, y compris sur le plan logistique. « Se rendre à l'ICO pour cinq séances plutôt que quarante, c'est nettement plus compatible avec le fait de mener une vie normale ». ●

### « Flashmod » : la radiothérapie à Ultra Haute Dose

Les travaux menés aujourd'hui à l'ICO par les départements de radiothérapie et de physique médicale cherchent à améliorer le rapport bénéfice/risque. Parmi les projets phares, la radiothérapie à Ultra Haut Débit de Dose fait partie des plus prometteuses. Baptisé Flashmod, le projet est mené en lien avec les laboratoires CNRS Subatech (Sophie Chiavassa, PhD) et US2B de Nantes (Vincent Potiron, PhD), en collaboration avec le groupement d'intérêt public nantais Arronax. Multidisciplinaire, ce projet, soutenu au niveau national par le Plan Cancer et par des mécènes privés régionaux nécessite aussi l'expertise de spécialistes en biologie et en chimie.

Quant au principe, la notion d'ultra haut débit en est un bon résumé : « il s'agit d'utiliser des faisceaux de rayonnements ionisants capables de délivrer plusieurs dizaines de Gray par seconde, contre quelques Gray

par minute pour les techniques conventionnelles », explique le Pr Supiot. Délivrée en quelques microsecondes, l'irradiation serait moins toxique et tout aussi efficace. Il reste à en comprendre les mécanismes physico-chimiques et biologiques : « nous cherchons à comprendre comment les protons ou les rayons X parviennent à casser les molécules d'eau pour les transformer en créant des radicaux libres parce que ces derniers sont des transmetteurs de l'efficacité de la radiothérapie. »

L'étude laisse entrevoir des perspectives prometteuses, notamment dans le domaine

du cancer de la gorge ou du poumon mais surtout des cancers pédiatriques : « cette nouvelle technique pourrait permettre de limiter la toxicité des traitements sans nuire à leur efficacité, donc d'augmenter le confort et la santé future des jeunes patients. » L'application à l'homme se fera dans les dix prochaines années, ajoute Grégory Delpon, PhD : « les premiers travaux menés concernent des études sur le poisson, la souris et le rat. Quelques travaux sont disponibles sur le chat, mais pour l'homme, nous en sommes aux études de faisabilité. » ●



## La radiothérapie en chiffres

Seul centre de radiothérapie du Maine-et-Loire, l'ICO accueille chaque année près de 7 000 nouveaux patients sur l'ensemble des 2 sites. Plusieurs centaines d'entre eux participent activement à des programmes de recherche clinique.

**87 154**

séances de radiothérapie ont été assurées à l'ICO en 2024

**15 024**

Sur les patients soignés à l'ICO en 2024, 6 175 (41,1 %) ont bénéficié d'une radiothérapie

**+ de 500**

patientes suivies pour un cancer du sein ont bénéficié d'ateliers d'Éducation Thérapeutique du Patient (ETP)

Sur ses deux sites d'Angers et de Saint-Herblain, le plateau technique de l'ICO compte

**11** accélérateurs linéaires dont 2 pour la stéréotaxie intra/extracrânienne et la radiochirurgie

dont **8** dédiés à la radiothérapie avec modulation d'intensité

**1** accélérateur mobile peropératoire

**2** scanners de dosimétrie

**2** projecteurs de curiethérapie à haut débit