



CONGRÈS SCIENTIFIQUE ANNUEL

12 au 18 novembre 2025

**ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DES
PHYSICIEN(NE)S MÉDICAUX CLINIQUES**

NOS COMMANDITAIRES



SUN NUCLEAR
A MIRION MEDICAL COMPANY

 **Elekta**

varian

A Siemens Healthineers Company

vision ϕ rt

ACCURAY

RAD formation



MEDRON MEDICAL SYSTEMS INC.

COMING TOGETHER IN HEALTHCARE

**RaySearch
Laboratories**



DONALDSON MARPHIL

Medical

JOUR 3 :

RADIOPROTECTION ET CURIETHÉRAPIE

VENDREDI 14 NOVEMBRE

MODÉRATEURS : Aimée Lauzon, Camille Pacher

HORAIRE	PRÉSENTATEUR	TITRE PRÉSENTATION
11h30 - 11h35		Ouverture de la session
11h35 - 12h05	Magali Édouard Physicienne médicale et Chargée d'expertise en radioprotection médicale Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR)	Femmes enceintes & radiothérapie. Evaluation et optimisation de l'exposition du fœtus
12h05 - 12h35	Lindsay Pozihun Inspectrice principale, bureau régional de l'Est Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)	Partager pour prévenir : événements nucléaires en milieu médical
12h35 - 12h50	Francine Dinelle Physicienne médicale clinique et Responsable de la radioprotection CIUSSS COMTL (HGJ)	Déversement et contamination avec du F-18 en médecine nucléaire
12h50 - 13h05	Dominique Guillet Physicienne médicale clinique Centre Hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM)	Montreal Mail : Un nouvel applicateur de plésiothérapie imprimé en 3D
13h05 - 13h20	Hossein Jafarzadeh Étudiant au doctorat en physique Université McGill	Accelerating Brachytherapy Research Using Python-based Modular Treatment Planning Scripting Framework
13h20 - 13h35	Jonathan Breton-Aubé Étudiant à la maîtrise en physique médicale Université Laval	Validation de la qualité de plans multicritères de curiethérapie cervicale HDR traités avec les applicateurs gynécologiques Venezia et Geneva

Proposition de présentation orale virtuelle pour congrès annuel 2025 de l'AQPMC.

Déversement et contamination avec du F-18 en médecine nucléaire

En avril 2025, lors du transport d'une seringue contenant du F-18 une technologue en médecine nucléaire ainsi que l'environnement de la salle d'injection/laboratoire chaud au TEP ont été contaminés. La chronologie de l'événement, les actions menées pour contenir le déversement, les étapes de la décontamination seront présentées ainsi que l'évaluation de l'exposition professionnelle de la technologue et les retombées (interne, gouvernementale et médiatique) qui ont suivies.

Francine Dinelle, Ph.D.

responsable de la radioprotection

CIUSSS Centre Ouest de l'Île de Montréal (Hôpital général juif)

Montreal Mail : Un nouvel applicateur de plésiothérapie imprimé en 3D

Dominique Guillet, Jade Bernier, Stéphanie Lassalle, Dominic Béliveau-Nadeau, Karim Zerouali, Arthur Lalonde, Stéphane Bedwani

Introduction

La plésiothérapie est une forme de curiethérapie utilisée pour traiter des lésions cutanées, cancéreuses ou pas, par l'irradiation de tissus superficiels. Un élément essentiel de cette technique est l'applicateur, qui maintient les cathéters en position par rapport à la peau et assure une distribution homogène de la dose.

Plusieurs types d'applicateurs sont disponibles sur le marché, comme le Freiburg Flap (FF, Elekta) et le Nova Surface (NS, Adaptive). Chaque applicateur a son lot d'avantages et inconvénients : le FF est flexible mais nécessite une réinstallation complète au quotidien. Le NS se conforme parfaitement à l'anatomie telle que planifiée, mais requiert une acquisition d'imagerie supplémentaire et sa fabrication par impression 3D peut retarder le traitement de plusieurs jours.

Un nouvel applicateur de plésiothérapie a été développé au CHUM dans l'optique de combiner les forces et contourner les faiblesses du FF et du NS : le Montreal Mail (MM), un applicateur modulaire pré-imprimé en 3D. S'inspirant d'une structure de cote de mailles développée par la NASA, il combine trois éléments (voir figure 1) :

1. une cote de maille imprimée par stéréolithographie laser qui distribue uniformément les cathéters;
2. une pâte d'empreinte dentaire qui fixe la géométrie de l'applicateur en épousant la surface traitée tout en restant flexible;
3. un matelas de silicone de 5 mm, servant à faciliter l'application de la pâte à l'ensemble et permettre un rayonnement rétrodiffusé vers la surface traitée.

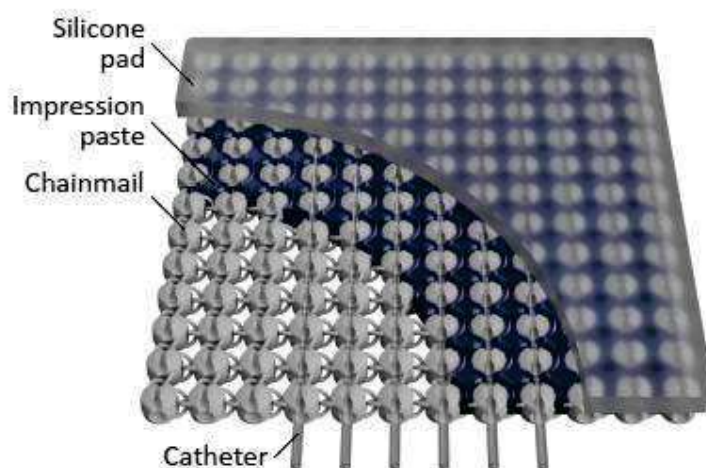


Figure 1: Vue éclatée de l'applicateur Montreal Mail.

Méthodologie

La fabrication du MM a été entièrement produite à l'hôpital à l'aide de matériaux biocompatibles : résine d'impression 3D Tough 1500 (Formlabs), pâte d'empreinte dentaire (Acu-Flow) et silicone (Smooth-On).

Pour valider le MM, celui-ci a été comparé au FF et au NS à l'aide d'un fantôme anthropomorphique d'une main reproduisant une déformation typique de la maladie de Dupuytren. Chaque applicateur a été positionné sur le fantôme de façon à traiter un PTV simulé de maladie de Dupuytren délimité par un marqueur radio-opaque puis a été scanné à l'aide d'un CT. Avec ces images, une analyse géométrique des distances sources-à-peau a été faite pour chaque applicateur (voir Figure 2). De plus, une validation dosimétrique a été faite par films gafchromiques pour comparer les distributions de dose données par rapport à celles planifiées.

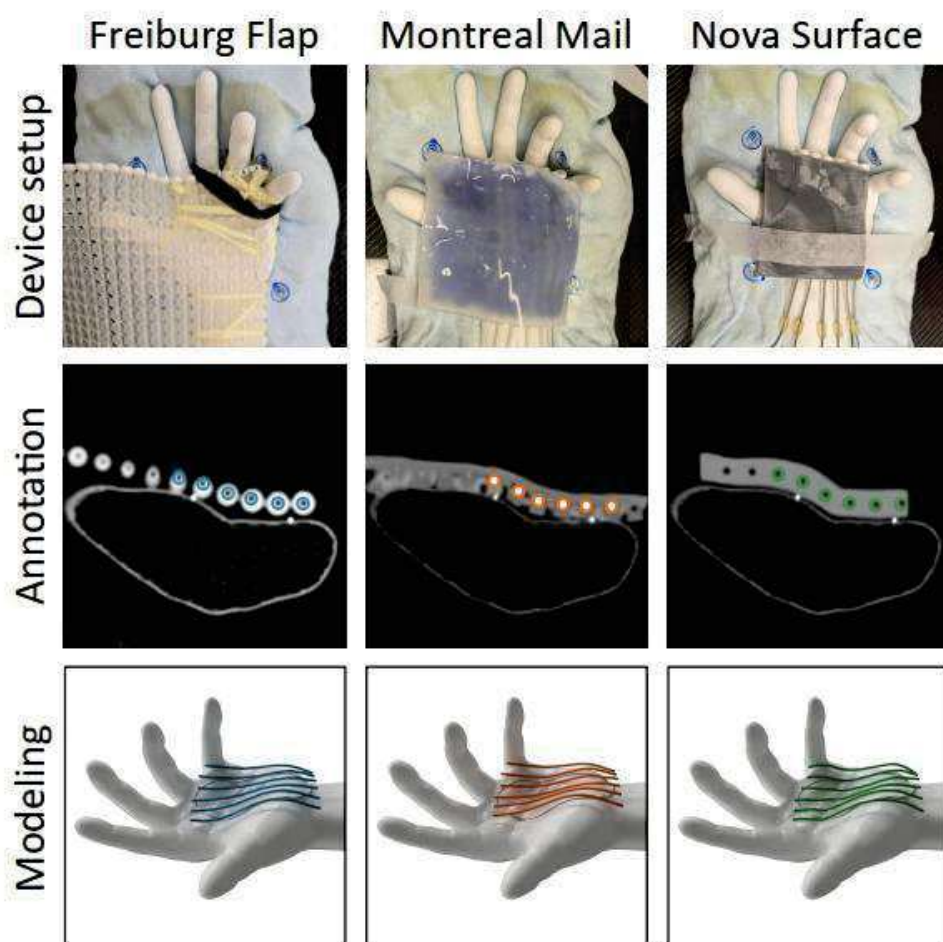


Figure 2: Montage expérimental et positionnement des cathéters pour les applicateurs FF, MM et NS. La deuxième rangée montre le centre de chaque cathéter indiqué par un cercle coloré sur des images CT axiales recalées. La troisième rangée présente des rendus 3D du fantôme de la main. Pour chaque applicateur, six cathéters sont positionnés sur la zone à traiter, délimitée par un marqueur

Résultats et Discussion

Le MM présente une distance médiane peau-source de 5.5 mm, avec un intervalle interquartile (IQR) de 1.4 mm. Pour le FF, ces valeurs sont de 5.6 mm et 1.8 mm respectivement, tandis qu'elles sont de 6.0 mm et de 0.6 mm pour le NS. Ce dernier, plus rigide et personnalisé, a donc une régularité supérieure, mais le MM est supérieur au FF.

L'analyse gamma des films gafchromiques résulte en des taux de conformité supérieurs à 96% selon le critère 3%/3mm (98.6 % pour le NS, 98.1 % pour le MM et 96.4 % pour le FF).

Conclusion

Les résultats démontrent que le MM offre une précision géométrique et dosimétrique comparable aux applicateurs en usage clinique. Bien que le NS offre plus d'uniformité grâce à sa conception rigide et spécifique au patient, son processus de fabrication est long et complexe et peut provoquer un inconfort du patient selon le type de lésion. Le MM se distingue par sa modularité et sa rapidité de production, mais également par une mise en forme qui demeure flexible après moulage, ce qui compense les désavantages des deux autres applicateurs.

Authors:

Hossein Jafarzadeh, Jonathan Kalinowski, Sébastien Quetin, Farhood Farahnak, Shirin A. Enger

Title

Accelerating Brachytherapy Research Using Python-based Modular Treatment Planning Scripting Framework

Purpose:

High-dose-rate (HDR) brachytherapy has been shown to increase 10-year survival rates for prostate and cervical cancers, yet widespread clinical adoption remains limited by the complexity and time demands of manual treatment planning. To address this challenge and accelerate research, we developed BrachyUtils—an extensible Python framework that integrates in-house and external open-source modules for automated, reproducible workflow and quality assurance in HDR brachytherapy.

Materials and Methods:

BrachyUtils unifies registration, dose generation, dose comparison, and dwell time optimization tasks, leveraging Docker containers for consistent deployment across both local and remote computing environments, with all functionalities accessible via a standard API (Figure 1). The framework's abstract classes, comprehensive documentation, and unit testing infrastructure enable seamless integration of custom modules, facilitating direct comparison and benchmarking of different planning methods.

Results:

BrachyUtils reduces system dependencies and deployment complexity by utilizing isolated Docker containers, while providing a consistent Python interface for automated processing and analysis of multiple patient plans. Registration is supported using mages or contours via OpenTPS, Plastimatch, and SimpleElastix. Dose calculations are performed using RapidBrachyTG43 or RapidBrachy Monte Carlo engines. Dose comparisons employ Gamma Index Analysis and percent error maps. For dwell time optimization, BrachyUtils primarily interfaces with Gurobi, with additional support for Google OR-Tools and AMPL. The software supports import and export of volumetric scans, segmentations, material, density, dose, and uncertainty maps in DICOM or NRRD formats, with visualization in Slicer3D or RapidBrachyMCTPS.

Conclusions:

By streamlining the integration of diverse planning tools and enabling high-throughput automated analysis, BrachyUtils significantly simplifies research workflows in HDR brachytherapy, potentially accelerating the development and validation of new approaches to treatment planning.

Figure

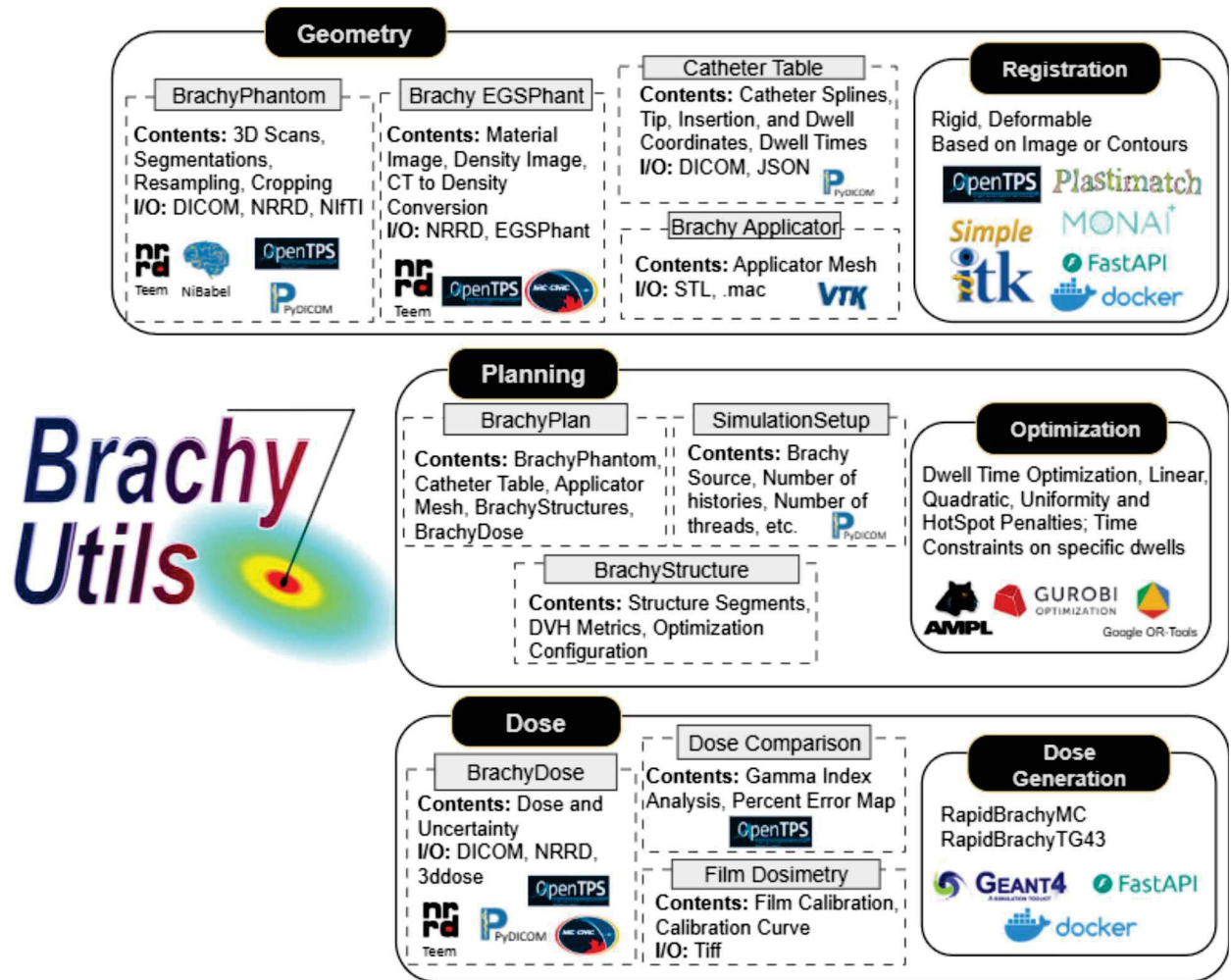


Figure 1. The modules of BrachyUtils and the external packages it relies on.

Jonathan Breton-Aubé¹, Sylviane Aubin², Cédric Bélanger², Marie-Claude Lavallée^{1,2}, William Foster³, François Bachand³, Éric Vigneault³, Luc Beaulieu^{1,2}

¹Département de physique, de génie physique et d'optique

et Centre de recherche sur le cancer, Université Laval, Québec, Canada

²Service de physique médicale et de radioprotection, Centre intégré de cancérologie, CHU de Québec – Université Laval et et Axe Oncologie, Centre de recherche du CHU de Québec

³Service de Radio-Oncologie, Centre intégré de cancérologie, CHU de Québec – Université Laval et et Axe Oncologie, Centre de recherche du CHU de Québec

Validation de la qualité de plans multicritères de curiethérapie cervicale HDR traités avec les applicateurs gynécologiques Venezia et Geneva

Introduction

En curiethérapie gynécologique, une distribution de dose optimale pour le traitement de la patiente repose sur le choix d'applicateurs appropriés utilisant un nombre suffisant de cathéters, ainsi que sur l'optimisation des temps d'arrêts de la source radioactive dans ceux-ci. gMCO est un algorithme d'optimisation multicritères qui, lors d'une planification gynécologique, permet à la fois d'optimiser les temps d'arrêts et les cathéters interstitiels (IS) lorsqu'un applicateur gynécologique complexe est utilisé [1, 2]. Grâce à une architecture construite sur GPU, gMCO peut offrir des milliers de plans de traitements optimisés avec chacun une configuration de temps d'arrêts et de cathéters différents. Lors d'une précédente étude [1], les plans produits par gMCO pour des cas gynécologiques traités avec l'applicateur complexe Venezia (tandem et demi-anneaux avec 0 à 16 cathéters IS; Elekta, Veenendaal, Netherlands) avait été évalués en termes de respect des contraintes dosimétriques proposées par le protocole EMBRACE II [3]. Cette étude ne considérait toutefois pas d'autres applicateurs complexes et aucune évaluation institutionnelle n'avait été effectuée. L'étude actuelle vise donc, d'une part, à valider les plans produits par gMCO dans le cas d'un traitement avec l'applicateur complexe Geneva (tandem et ovoïdes avec 0 à 14 cathéters IS; Elekta, Veenendaal, Netherlands) en ce qui est à trait aux contraintes d'EMBRACE II, puis, d'autre part, à valider institutionnellement les plans produits lors de traitements avec les applicateurs Geneva et Venezia.

Méthodes

La première étape de validation a été effectuée avec une cohorte de 15 patientes traitées avec l'applicateur Geneva entre 2021 et 2024 avec 4 fractions de 7 Gy. Pour chaque fraction de chaque patiente, le plan clinique (PC) a été recalculé une fois avec gMCO (gMCO), puis une nouvelle fois avec gMCO en autorisant l'optimisation de la configuration des cathéters IS (gMCO+IS). Pour chaque calcul avec gMCO, 1000 plans étaient générés et le plan respectant le mieux les contraintes d'EMBRACE II était sélectionné. Les 3 plans produits pour une fraction étaient comparés en termes de taux d'acceptation selon les contraintes dosimétriques recommandées par EMBRACE II, de la contribution et du nombre de cathéters IS et des indices dosimétriques. Pour la deuxième partie de la validation, des plans produits par gMCO ont été évalués par 3 médecins et 1 physicienne de notre établissement. Chacun des experts avait 20 cas à évaluer (10 Venezia, 10 Geneva). Pour chacun des 20 cas, ils devaient classer par ordre de préférence le plan clinique, un plan gMCO et un plan gMCO+IS. Ils devaient également attribuer à chacun une note sur une échelle de Likert où 1 représente un plan acceptable sans modification, 2 un plan acceptable avec modification, 3 acceptable malgré une ou des déviations majeures et 4 non acceptable.

Résultats

Considérant la deuxième partie de la validation, l'évaluation globale de la qualité réalisée par les 4 experts est présentée à la figure 1. 2 experts ont préféré PC par rapport à gMCO (10/20) et gMCO+IS (9,3/20) et les 2 autres experts ont préféré gMCO+IS par rapport à gMCO (10/20) et PC (10,5/20). Ces proportions n'étaient cependant jamais statistiquement significatives avec une valeur p (test du χ^2) minimale de 0,15. Considérant les résultats globaux, 45/80 (56,2 %) plans gMCO+IS étaient acceptables sans aucune modification et 28/80 (35,0 %) étaient acceptables avec modifications. Dans le cas de gMCO, 39/80 (48,8 %) plans étaient acceptables sans modification et 30/80 (37,5 %) étaient acceptables avec modifications. En comparaison, les plans cliniques avaient le plus bas taux de plans acceptables sans modification pour 31/80 (38,7 %) et le plus haut taux de plans acceptables

avec modifications pour 46/80 (57,5 %). Le classement global montre que gMCO+IS est préféré pour 33/80 (41,2 %) plans alors que PC est préféré pour 31/80 (38,7 %) plans et gMCO pour 20/80 (25,0 %) plans. PC était systématiquement préféré par tous les experts par rapport aux plans gMCO et gMCO + IS dans un seul cas, mais d'autres plans gMCO et gMCO+IS plus satisfaisants ont pu être générés par la suite.

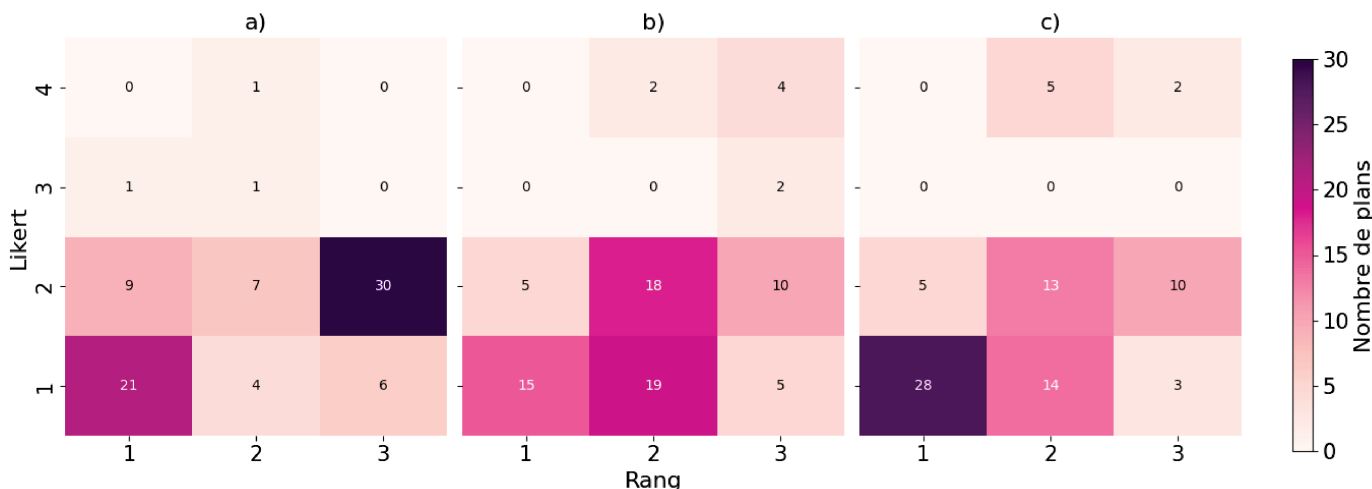


Figure 1: Répartition des rangs et des scores de Likert donnés aux plans a) PC, b) gMCO et c) gMCO + IS

Conclusions

La majorité des plans gMCO produits offrent des plans acceptables ou acceptables avec modifications. Aucune préférence statistiquement significative n'a pu être décelée chez un des experts. Toutefois, étant donné que gMCO peut proposer plusieurs milliers de plans différents, il est plus que probable qu'un utilisateur ait toujours accès à un plan à sa convenance. gMCO est actuellement en cours d'implémentation dans notre institution pour utilisation lors de traitements gynécologiques.

Références

- ¹C. Bélanger et al., "Simultaneous catheter and multicriteria optimization for HDR cervical cancer brachytherapy with a complex intracavity/interstitial applicator", en, *Medical Physics* **51**, 2128–2143 (2024).
- ²C. Bélanger et al., "A GPU-based multi-criteria optimization algorithm for HDR brachytherapy", en, *Physics in Medicine & Biology* **64**, arXiv:1904.01567 [physics], 105005 (2019).
- ³R. Pötter et al., "The EMBRACE II study: The outcome and prospect of two decades of evolution within the GEC-ESTRO GYN working group and the EMBRACE studies", eng, *Clinical and Translational Radiation Oncology* **9**, 48–60 (2018).