

# Rapport Annuel 2025 de la Fondation Tera-Care



La Fondation Tera-Care a été créée le 25.08.2023 et inscrite au Registre du Commerce de Genève le 27.09.2023. IDE CHE-393.907.538

## Mot du président

L'année 2025 marque un tournant décisif pour notre fondation. Après avoir défini nos orientations stratégiques en 2024, nous avons consacré ces derniers mois à transformer notre vision en une réalité opérationnelle au travers de nos trois programmes piliers.

L'évolution la plus marquante de cet exercice réside dans la définition de nos deux programmes d'Hadronthérapie: l'une axée sur la production de radio-isotopes (SHARP = Plateforme d'hadronthérapie systémique avec radio-isotopes alpha) et l'autre dédiée à la fois à la production de radio-isotopes et à l'hadronthérapie avec des faisceaux de protons et des ions hélium (CHeF = Installation d'hélium clinique) Ces deux projets ne constituent pas seulement une innovation technologique mais constituent une réponse pour les patients atteints de cancers solides et métastatiques. En unissant ces deux axes, nous visons à concevoir et promouvoir des centres d'excellence, véritable fer de lance de la médecine de précision sur le territoire suisse.

Parallèlement, nous maintenons avec une conviction intacte notre Programme en faveur des pays à faible revenu. Fidèles à nos valeurs d'équité, nous travaillons à ce que les avancées technologiques puissent, à terme, bénéficier au plus grand nombre, par-delà nos frontières.

L'ambition de notre fondation ne se limite pas aux infrastructures ; elle repose avant tout sur le capital humain. En 2025, notre capacité d'attraction auprès de la nouvelle génération de chercheurs s'est considérablement renforcée. Nos projets par leur nature multidisciplinaire — à la croisée de la physique des particules, de la biologie médicale et de l'ingénierie — constituent un terrain de recherche unique.

Nous sommes fiers d'accueillir des post-doctorants et de jeunes scientifiques de haut niveau, attirés par l'opportunité de contribuer à une innovation de rupture en Suisse. En leur offrant un accès à des technologies de pointe et à des projets concrets de lutte contre le cancer, nous formons les experts qui dirigeront l'oncologie de demain.

Le rayonnement de notre fondation est indissociable de notre capacité à collaborer avec les centres de recherche les plus prestigieux. À cet égard, nos liens avec le CERN constituent un atout stratégique majeur.

En capitalisant sur les savoir-faire issus de la physique des hautes énergies, nous créons des passerelles directes entre la recherche fondamentale et les applications cliniques. Cette synergie nous permet d'optimiser les technologies d'accélération des particules pour la production de radioisotopes innovants et pour l'hadronthérapie, de bénéficier d'un écosystème d'innovation unique au monde situé sur notre sol, de renforcer la position de la Suisse comme centre névralgique de la recherche médicale mondiale. Ces collaborations institutionnelles, alliées au dynamisme de nos jeunes chercheurs, garantissent que notre fondation reste à la pointe du progrès scientifique, tout en restant ancrée dans une mission d'utilité publique.

En 2026, nous prévoyons de déterminer laquelle des deux infrastructures sera construite en Suisse dans les années à venir. Parallèlement, nous mettrons notre expertise sur les deux projets à la disposition de nos partenaires internationaux, notamment le Centre national d'hadronthérapie oncologique de Pavie et l'Université Ludwig-Maximilian de Munich.

Je tiens à remercier nos partenaires et nos équipes pour leur engagement. Ensemble, nous dessinons les contours d'un futur où l'innovation technologique se met, plus que jamais, au service de la vie.

*Dr. Matt Hapro*

Président de la Fondation

## Notre Mission

Le but de la Fondation est de promouvoir, dans l'intérêt général, la recherche et l'innovation en physique, ingénierie, biologie et informatique médicale et, en particulier, l'application des techniques modernes de radiologie et radiothérapie pour le diagnostic et le traitement des tumeurs et des malformations soit dans les pays développés soit dans les pays à revenu faible et intermédiaire.

## Programmes et projets de la Fondation Tera-Care

En 2025 Le projet Ion Light Gantry (Projet 1) a été complété et le concept de gantry compacte pour l'hadronthérapie, significativement plus léger et accessible que les dispositifs actuels, validé. De plus, nous avons pu développer nos trois programmes :

- A. Programme d'hadronthérapie
- B. Programme de production de radio-isotopes
- C. Programme en faveur des pays à faible revenu

Ceci a été fait conformément aux orientations stratégiques définies en 2024 :

Le projets Ion synchrotrons (Projet 2) et Astate-211 (Projet 3) ont bien avancé ils sont désormais intégrés dans deux programmes parallèles :

- A. Programme d'Hadronthérapie Ce programme se concentre sur *Clinical Helium Facility* (CHeF), un centre de traitement destiné aux patients atteints de cancers solides et métastatiques. Début 2025, nous avons présenté cette proposition aux responsables des services de radiothérapie et de médecine nucléaire d'un grand centre hospitalier de Suisse romande, et des discussions sont en cours. Un institut partenaire souhaite en construire une version à Munich.
- B. Programme de médecine nucléaire – Ce programme est axé sur « *Systemic Hadron-therapy with Alpha Radioisotopes Platform* (SHARP)», un centre de production de radio-isotopes pour le diagnostic et le traitement des métastases, dédié en particulier aux traitements théranostiques de pointe.
- C. Programme « Low Income Countries » – Tera- Care a continué son engagement dans le projet pour le développement des machines de radiothérapie à rayons X robustes et adaptées aux environnements où la maintenance est difficile, mais l'association formelle prévue avec l'ONG américaine *International Cancer Expert Corps* (ICEC) n'as pas eu lieu – pour le moment – pour des raisons internes à cette ONG.

## A. Programme d'hadronthérapie

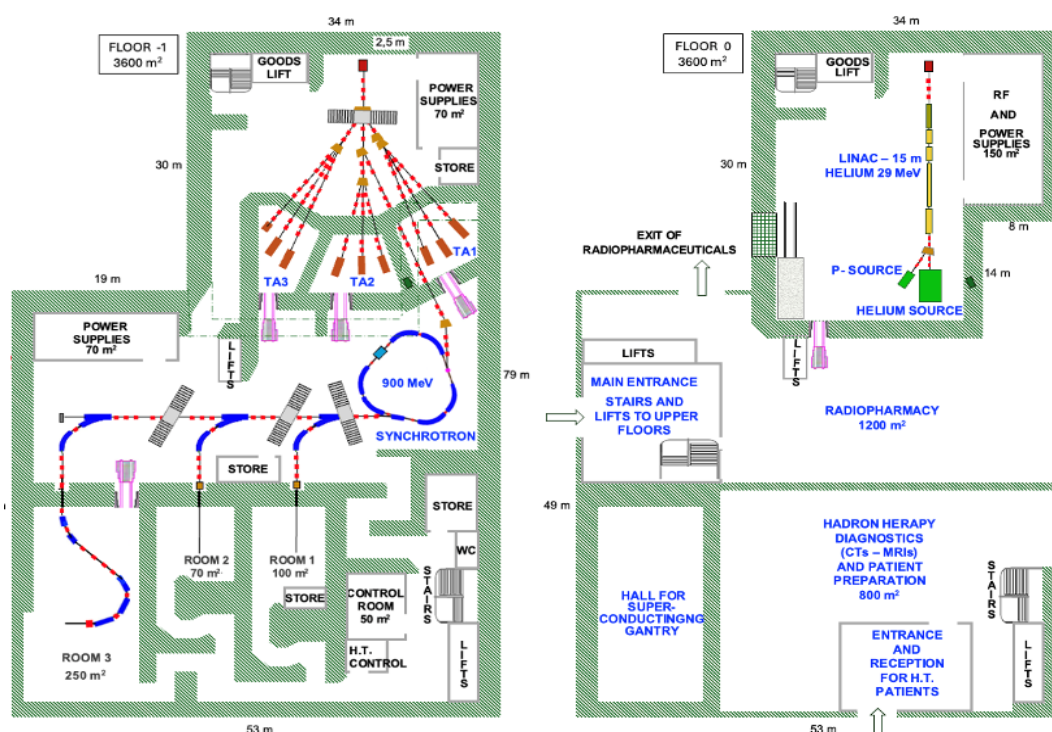
La Fondation Tera-Care est engagée dans le dessin d'un centre pour la hadronthérapie (cette forme de radiothérapie est décrite en annexe 1) depuis sa création en octobre 2023, dans le cadre de l'initiative du CERN appelée NIMMS (Next Ion Medical Machine Study), qui regroupe plusieurs partenaires internationaux. L'objectif de NIMMS est de développer de solutions basées sur les technologies des accélérateurs de particules, en particulier pour la hadronthérapie et pour la médecine

nucléaire, c'est à dire le traitement du cancer par irradiation avec des faisceaux d'ions et pour le diagnostic et la thérapie des métastases avec produits radiopharmaceutiques. La Fondation Tera-Care participe et profite de cette initiative, notamment pour promouvoir le développement et la construction de CHEF, en Suisse.

Les discussions avec des médecins experts ont conduit aux conclusions suivantes.

(i) En Suisse, la mise en place d'un centre de thérapie médicale de hadronthérapie permettant de traiter entre 700 et 900 patients par an (dont le 10% pédiatriques) atteints de tumeurs solides par protonthérapie et thérapie par ions hélium est cliniquement justifiée, à condition qu'il soit intégré au sein d'un département de radiothérapie conventionnelle à rayons X.

(ii) L'utilisation initiale du Linac (indiquée dans la figure comme « LINAC – 15m – HELIUM 28 MeV ») pour la production de radiopharmaceutiques constitue une solution innovante pour un centre d'hadronthérapie - car elle permettrait de traiter d'autres tumeurs solides ainsi que les micro-métastases avec les radioisotopes produits en bombardant, avec des faisceaux de protons ou d'ion Helium, le neuf cybles localisées dans les « treatment Areas » 1, 2 and 3 de la Figure 1, qui présente un possible plan du centre CHEF, préparé par la Fondation Tera-Care.



Figure

Figure 1. Un possible plan du centre CHEF

Au début l'établissement produira des radiopharmaceutiques déjà approuvés parce que l'Astate-211, qui est étudiée en détail par Tera-Care et sera produite par le faisceau d'ions de 28 MeV, fait actuellement l'objet d'essais cliniques dans une vingtaine de centres de recherche mais il ne sera pas disponible pour la thérapie alpha ciblée (TAT) avant une dizaine d'années. (La TAT est décrite dans l'annexe 2).

### Linac et cibles

L'élément central, qui est développé par le CERN, est l'accélérateur linéaire à haute intensité de protons et d'ions hélium, d'une longueur de 12 mètres, visible sur l'image de droite de la Figure 1, représentant le rez-de-chaussée (infrastructure) ainsi que sur la Figure 2. Les protons y sont accélérés jusqu' à 7 MeV (millions d'électronvolts) et les ions hélium jusqu'à 28 MeV. Les faisceaux sont ensuite

déviés verticalement par l'aimant brun, puis, dans le bunker souterrain, déviés à 90° et distribués, selon les besoins, vers neuf cibles où ils produisent différents radio-isotopes (Figure 1, à gauche).

À l'issue du bombardement, les cibles, contenant l'isotope radioactif souhaité, sont transportées – généralement via un système pneumatique automatisé – vers le rez-de-chaussée où se trouvent les cellules chaudes et la radiopharmacie.

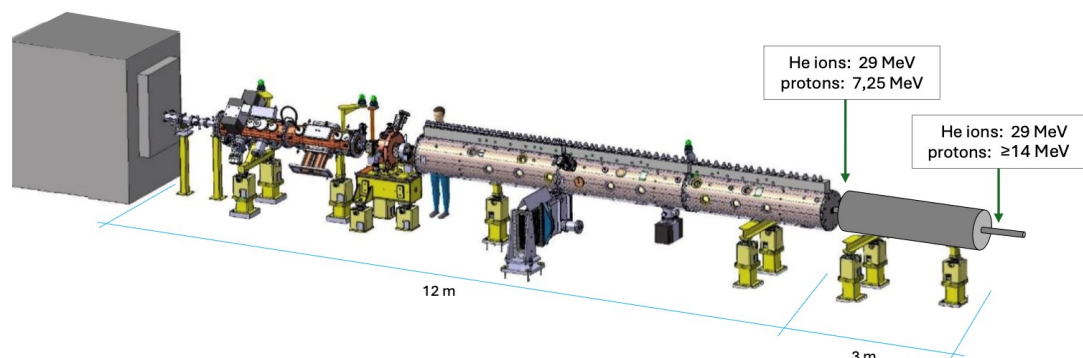


Figure 2: Linac pour les protons et les ions helium (courtesy of CERN)

Comme illustré sur la Figure 2, afin de répondre au besoin de la production d'autres radio-isotopes, en complément l'Astate-211 mentionné au point (ii), Tera-Care a ajouté un « booster » de 3 mètres de long à l'accélérateur linéaire NIMMS. Ce dispositif est activé lorsque l'énergie des protons doit être portée à 14-15 MeV, ouvrant ainsi la voie à la production d'un large éventail de radio-isotopes destinés au diagnostic et le traitement des tumeurs dans le centre CHEF et aussi dans des autres hôpitaux.

*La Fondation Tera-Care est impliquée dans l'étude des cibles et la production de radio-isotopes (Programme B, Projet 3).*

## SYNCHROTRON

Les faisceaux de particules produits par le Linac bombardent en continu les cibles de production de radio-isotopes grâce à des courants élevés de protons ou d'ions hélium. De plus, toutes les 10 à 15 minutes en journée, un faible faisceau de protons ou d'ions hélium est injecté brièvement dans le synchrotron « 900 MeV – SYNCHROTRON ».

Dans ce synchrotron, les particules injectées effectuent des millions de révolutions en moins d'une seconde et atteignent l'énergie requise pour irradier la tumeur solide d'un patient, à la profondeur adéquate.

*La Fondation Tera-Care participe au développement du synchrotron dans le cadre de l'initiative NIMMS du CERN (Programme A, Projet 2).*

## SALLE DE TRAITEMENT 1 et 2

Le patient est positionné avec une grande précision sur un lit dans l'une des trois salles de traitement « SALLE 1 », « SALLE 2 » et « SALLE 3 ». Chaque patient est traité quotidiennement sur une durée de 4 à 6 semaines. Afin de traiter entre 700 et 900 patients par an, le synchrotron fonctionne de 7 h à 21 h, par cycles courts et répétés.

## SALLE DE TRAITEMENT 3, AVEC LA GANTRY

La troisième salle est spéciale, car elle est équipée d'un système iso-centrique : une tête isocentrique rotative (gantry) autour du patient. Des aimants intégrés permettent de courber la trajectoire des particules afin d'orienter le faisceau perpendiculairement à la tumeur, selon des angles optimisant la dose délivrée à la cible tout en minimisant l'exposition des organes sains.

*La Fondation Tera-Care vient de valider son concept très innovant pour la structure mécatronique de la gantry (Programme A, Projet 1).*

Tera-Care contribue à la conception et à la définition des spécifications de l'ensemble des composantes de CHEF. L'ensemble du personnel ainsi que les membres du Comité participent à ce projet en mobilisant leurs expertises respectives, technico-scientifiques, oncologiques, financières et en levée de fonds, en interaction avec des partenaires potentiels.

Dans le cadre de ce projet ambitieux, Tera-Care se positionne comme un catalyseur, visant à fédérer les acteurs genevois, suisses et internationaux autour d'une initiative à fort impact, susceptible de sauver des vies et d'améliorer significativement la qualité de vie des patients, en particulier pédiatriques.

Nous sommes actuellement à la recherche de partenaires cliniques et techniques afin de constituer un consortium, d'élaborer les plans de construction et d'implanter CHEF au sein d'un hôpital ou d'une clinique en Suisse. Parallèlement, ce projet a également été proposé à des établissements cliniques situés hors de Suisse.

### Projet 1 : Gantry légère pour ions

Les gantries (têtes rotatives iso-centriques) pour hadronthérapie sont généralement des structures massives — jusqu'à 25 mètres de long, 12 mètres de diamètre et un poids minimal de 300 tonnes — ce qui explique leur rareté à l'échelle mondiale. Pourtant, leur capacité à moduler l'angle d'irradiation constitue un avantage clinique majeur en termes de précision et de préservation des tissus sains.

En 2025 les ingénieurs de projet de la Fondation Tera-Care, Mathias Widmer et Ruiliang Lin, ont développé et validé un concept innovant de structure mécatronique : plus légère tout en conservant des performances équivalentes et conforme aux normes de sécurité. Cette avancée est déterminante, car elle permettrait à un plus grand nombre de centres médicaux de s'équiper de gantries à ions.

Le projet a été clôturé fin 2025 avec la validation du concept. Nous sommes en train de discuter une possible collaboration avec des institutions à Genève pour la construction d'un prototype et à l'exploitation des résultats au-delà de son utilisation dans le centre CHEF.

### Projet 2 : Synchrotrons à ions

Au sein de l'initiative NIMMS du CERN, il y a actuellement deux accélérateurs circulaires (synchrotrons) qui sont en train d'être développés, avec un horizon temporel à court et à moyen terme.

Le premier synchrotron (illustré sur la Figure 3) est dédié à hadronthérapie par ions hélium. Ces ions offrent une précision de traitement supérieure, environ deux fois meilleure que celle des protons — tout en reposant sur des technologies d'électroaimants bien maîtrisées. CHEF est basé sur ce synchrotron.

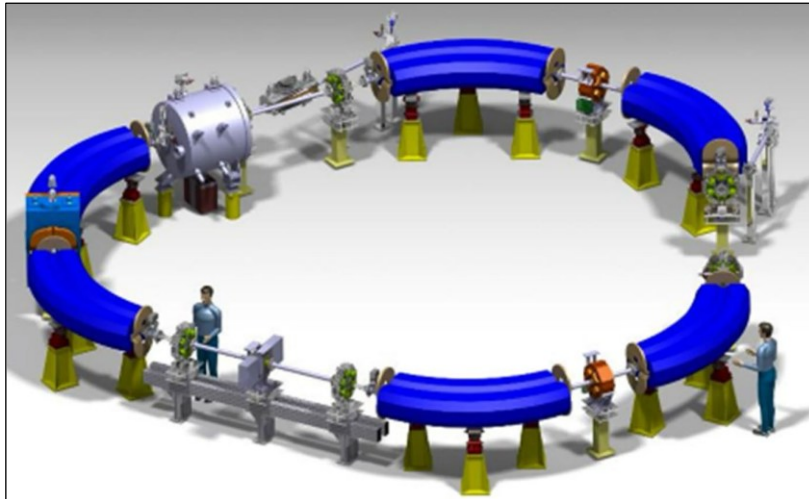


Figure 3: Synchrotrons pour les ions hélium. (Courtesy CERN)

Le second synchrotron, en cours d'étude, concerne l'hadronthérapie par ions carbone.

Les ions carbone sont nettement plus efficaces pour l'éradication des tumeurs solides *radio-résistantes*, qui ne peuvent pas être traitées ni par radiothérapie conventionnelle à rayon X ni par la protonthérapie. Toutefois les ions carbonés plus lourds sont plus difficiles à accélérer que les protons. À ce jour, 13 centres dans le monde sont équipés d'accélérateurs à ions carbone, généralement de grande taille (20 à 25 mètres de diamètre). L'utilisation d'aimants supraconducteurs permettrait de réduire les dimensions d'un facteur deux, jusqu'à environ 10 mètres, ce qui constitue un enjeu majeur pour une intégration en milieu hospitalier. Néanmoins, cette technologie reste encore en phase de R&D.

La Directrice Technique de Tera-Care, Elena Benedetto, est responsable du Work Package de NIMMS dédié au développement des synchrotrons. Elle co-supervise trois doctorants et coordonne les experts impliqués au CERN au sein de différents groupes. Cette activité constitue la contribution « *in-kind* » de Tera-Care au projet NIMMS.

En 2025 les travaux ont principalement porté sur l'achèvement de la première phase de conception de l'accélérateur pour l'hélium. Celle-ci fera l'objet d'un rapport de conception technique qui sera publié avant l'été 2026, sous forme de publication scientifique « ouverte » du CERN.

Elena Benedetto a publié le résultat de ce travail comme première autrice dans le cadre de la conférence IPAC, *International Particle Accelerator Conference*, qui est la référence pour la communauté des accélérateurs et a contribué à deux autres publications dans cette même conférence. Un article a été aussi publié dans le journal *Technology in Cancer Research and Treatment*<sup>1</sup>.

La Fondation Tera-Care a également sponsorisé le travail de Ariana Cassar, étudiante de doctorat de l'Université de Malte, jusqu'au mois d'Avril 2025, pour étudier la durabilité énergétique et l'optimisation des temps de traitements du synchrotron pour l'hélium, sous la supervision directe de Elena Benedetto, ainsi que de son professeur de l'Université de Malte, et la contribution de Frederick Bordry en tant que "expert advisor", membre du Board de la Fondation. Maintenant Ariana Cassar poursuit désormais ses travaux avec le soutien du CERN et a obtenu à l'automne 2025 une bourse pour un stage industriel de trois mois au sein de la société OCEM ( Italie) spécialisée dans les convertisseurs de puissance pour les électroaimants.

---

<sup>1</sup> Pour la liste complète des publications voir à la page XX

## B. Programme de médecine nucléaire

La Fondation Tera-Care a démarré l'étude des mesures des sections efficaces pour la production de radio-isotopes, en collaboration avec l'Université de Berne (Projet 3a) et la conception de la cible pour produire l'Astate-211 (Projet 3b).

### La plateforme SHARP

Le Linac du CHEF, est utilisé comme injecteur du synchrotron pour la hadronthérapie, et pour la production de radio-isotopes pour la médecine nucléaire. Outre son déploiement dans le cadre de CHEF, le Linac avec ses cibles de radio-isotopes peut aussi être exploité de manière indépendante.

La Figure 4 illustre la conception préliminaire du bunker souterrain de SHARP (*Systemic Hadrontherapy with Alpha Radioisotopes Platform*). Les 3 (respectivement 5) cibles de la zone de cibles 1 et 3 (zone de cibles 2) seront dédiées à la production de plusieurs radioisotopes en parallèle. Le nombre de cibles a été dimensionné de manière que la puissance par cible n'excède jamais 10 kW. Les cellules chaudes et la radiopharmacie sont situées au rez-de-chaussée.

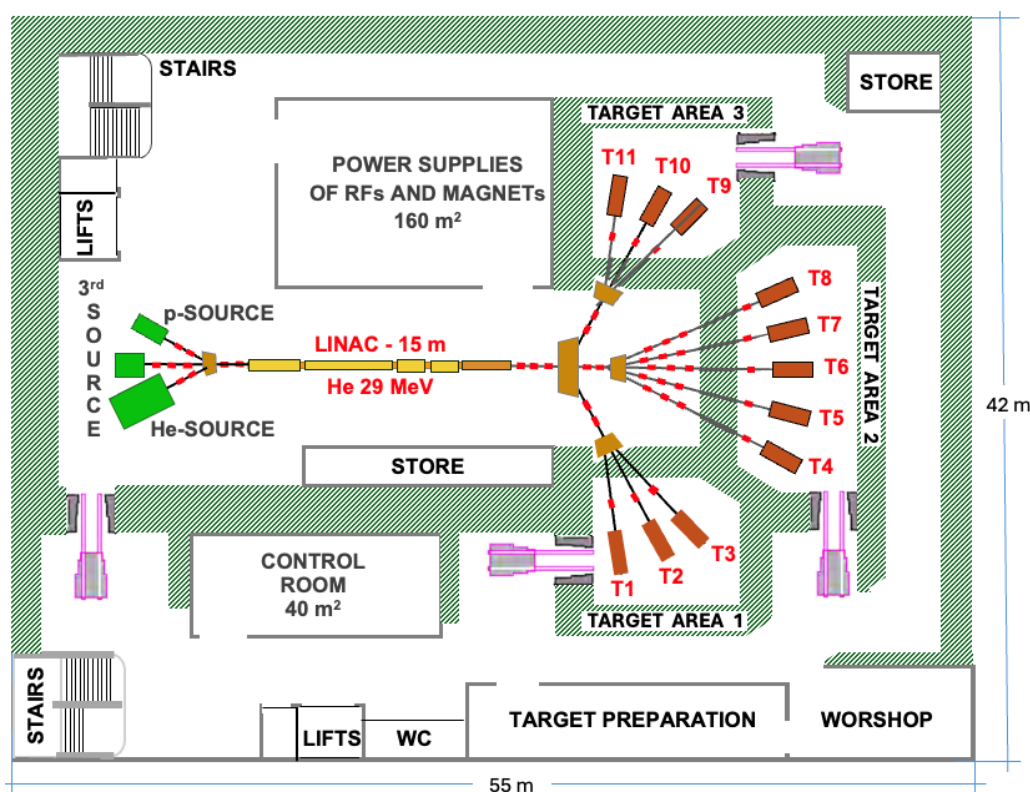


Figure 4: Conception du bunker du projet SHARP.

On s'attend à ce que dans les prochains mois le CERN, en collaboration avec Tera-Care, le CNAO, la Ludwig-Maximilians-Universität München, l'INFN de Catane et d'autres instituts partenaires, lancera l'élaboration du rapport de conception technique (Technical Design Report, TDR). Ce document, centré sur l'accélérateur linéaire (Linac), s'appuiera sur le rapport de conception conceptuelle récemment finalisé dans le cadre de l'initiative NIMMS. Le TDR comprendra des plans de construction détaillés, des estimations de coûts pour l'ensemble des composants, ainsi qu'une liste d'entreprises qualifiées pour la fabrication des éléments de haute technologie du Linac. Il inclura également les éléments relatifs à un synchrotron d'hadronthérapie pour ions hélium et protons, bien que ce dernier ne fasse pas partie du périmètre de la présente proposition.

La durabilité économique à long terme de SHARP repose principalement sur la production et commercialisation, en priorité en Suisse, des radio-isotopes innovatives pour la théranostique.

Mais Tera-Care, en tant qu'organisation à but non lucratif œuvrant pour le bien public, souhaite également contribuer à la souveraineté isotopique de la Suisse. En effet, deux des radio-isotopes les plus utilisés, l'un pour le diagnostic SPECT (technétium-99m) et l'autre pour le diagnostic PET (gallium-68), sont employés conjointement avec le lutétium-177 à des fins thérapeutiques. Nous prévoyons de produire les radio-isotopes suivants avec SHARP :

- Technétium-99m (Scintigraphie –scanner SPECT),
- Gallium-68 (diagnostic PET)

Sur le plan commercial, le technétium 99m a très peu de valeur, bien qu'il s'agisse d'un outil essentiel en imagerie médicale. En effet le technétium-99m est le radio-isotope utilisé dans environ 80 % des examens de médecine nucléaire. En Suisse, près de 60 000 patients bénéficient chaque année d'un examen reposant sur le technétium-99m. Toutefois, les générateurs de technétium utilisés par les hôpitaux suisses sont produits dans des installations nucléaires étrangères vieillissantes sujettes à de interruptions fréquentes de production. L'accélérateur linéaire CHeF, dont le courant de protons est dix fois supérieur à celui des cyclotrons conventionnels, tels que celui de l'Inselspital, est en mesure de produire l'intégralité des besoins nationaux en technétium-99m, contribuant ainsi à *renforcer la souveraineté radio-isotopique de la Suisse*.

De plus, SHARP produira plusieurs isotopes thérapeutiques innovants, dont les radiopharmaceutiques ne sont pas encore homologués mais qui sont très prometteurs en termes d'efficacité :

- Le scandium-47 et le scandium-43, un duo théranostique prometteur émettant des électrons bêta ;
- Lanthane-135 et Lanthane-133, un couple encore loin d'être commercialisé mais encore plus ciblé sur l'hélice de l'ADN, car les électrons Auger, qui ont un trajet très court, contribuent à la thérapie ;
- L'actinium-225, un émetteur alpha qui arrive sur le marché avec de nombreux radiopharmaceutiques ;
- L'astate-211, qui est l'objectif final de SHARP avec son faisceau d'ions hélium à haut courant, mais pour lequel on en est encore aux essais cliniques de phase I et II.

Le comité de Tera-Care a constitué un groupe de travail chargé de réaliser une étude de marché et de préparer un modèle de business plan.

### Projet 3a : Radio-isotopes à usage diagnostique et thérapeutique

En 2025, Gaia Dellepiane, sous la supervision du Prof. Saverio Braccini, Secrétaire Générale de Tera-Care, a étudié les radionucléides pouvant être produits à l'aide de l'accélérateur linéaire ; en évaluant leurs rendements ainsi que leurs puretés radio nucléidiques potentielles. Elle a également analysé la production du couple théranostique Lanthanium-133/Lanthanium-135 à partir de cibles de baryum, incluant des mesures de période radioactive, la détermination des sections efficaces et des essais de production réalisés au cyclotron médical de Berne. Ces travaux ont fait l'objet d'un article soumis à la revue *Applied Radiation and Isotopes*.

Par ailleurs, la Fondation Tera-Care a soutenu, en 2025, le stage de cinq mois effectués à l'Université de Berne d'une étudiante, Sofia D'Uva, encadrée par Gaia Dellepiane e Saverio Braccini, dans le cadre de son mémoire de Master consacré à l'optimisation de la production de Tcnetium-99m. L'objectif constituait à mesurer expérimentalement les sections efficaces des radio-isotopes du technétium afin d'optimiser à la fois le rendement et la pureté du Technétium. Les résultats de ces travaux feront l'objet d'une publication dans une revue internationale à comité de lecture.



Figure 5 : Sofia d'Uva à la présentation de sa thèse de Master

## Projet 3b : Astate-211

Comme mentionné ci-dessus, parmi les radioisotopes émergents, l'Astate-211 (astate) se distingue par son fort potentiel en thérapie ciblée, permettant de traiter les tumeurs tout en préservant les tissus sains (« Targeted Alpha Therapy »).

La production d'Astate-211 requiert des faisceaux de particules (ions d'hélium de 28 MeV) de haute intensité, comme ceux qui seront disponibles à CHEF et à SHARP, ainsi que des cibles robustes capables de résister à des conditions de bombardement sévères.

En 2025, Tania De Melo Mendonca, ingénieure de recherche ayant travaillé au CERN pendant 6 ans, a étudié des méthodes de production existantes pour Astate-211 et fait une recherche sur les principaux acteurs du secteur. Ces travaux ont abouti à la rédaction d'un rapport de synthèse, interne à Tera-Care ainsi qu'à l'élaboration d'un plan d'action pour le développement d'une cible de Bismuth dédiée à cette production.

La cible doit être capable de dissiper plusieurs dizaines de kilowatts, de maintenir son intégrité structurelle et d'assurer une production efficace. Dans ce cadre, un premier dimensionnement a été réalisé, notamment pour l'évaluation du dépôt d'énergie, accompagné de la mise en place d'outils de simulation basés sur des méthodes de Monte Carlo pour des analyses plus approfondies.

Une collaboration avec HEPIA (Genève) a été mise en place afin de mener des analyses thermiques et de développer un système de refroidissement adapté au fonctionnement à haute puissance. En 2026, cette collaboration se poursuivra avec de nouveaux calculs de dépôt d'énergie à l'aide du code FLUKA, ainsi qu'une optimisation de la conception de la cible.

Tania De Melo Mendonca présentera ses travaux lors de la conférence IPAC-2026 et explorera les opportunités de collaboration avec des acteurs majeurs du secteur, tels que GANIL (France).

## B. Programme "Low Income Countries"

### Project 5 : Système robuste de rayons X

L'ONG américaine *International Cancer Expert Corps* (ICEC) dans son programme nommé Programme (STELLA - Smart Technology to Extend Lives with Linear Accelerators) vise à développer une machine pour la radiothérapie avec les rayons-X robuste et fiable. L'objectif est de permettre son déploiement dans des régions où les opérations de maintenance sont difficiles, en raison du manque de personnel spécialisé et des contraintes d'accès à certaines zones.

Les ingénieurs de projet, Mathias Widmer et Ruiliang Lin, ont développé un concept préliminaire de deux éléments constitutifs du système. Le projet demeure confidentiel, et malheureusement il a été suspendu - pour l'instant - pour des raisons internes à la ONG américaine.

## Project 6 : Mentorat

Tera-Care aspire à aider à la formation de radiooncologues et de techniciens dans les pays à revenu faible et intermédiaire, où leur besoin est particulièrement aigu, en nouant des partenariats avec des organisations internationales. Des collaborations ont déjà été mises en place avec l'AORTIC (Organisation africaine de recherche et de formation sur le cancer) et l'AROME (Association de radiothérapie et d'oncologie de la Méditerranée). Grâce à l'appui de ses organisations partenaires, des initiatives de mentorat et de formation seront développées. Ces spécialistes seront donc mieux préparés pour une utilisation efficace des dispositifs de radiothérapie, qui demeurent insuffisants dans ces zones. La Fondation n'ait pas encore été en mesure de développer pleinement ce projet en raison des difficultés des coordination et de peu de réponse des centres bénéficiaires locales.

## Evènements en 2025

Le 90<sup>e</sup> anniversaire de notre membre fondateur, le Prof. Ugo Amaldi, a été célébré au CERN le 4 avril 2025.

Le symposium a été marqué par les interventions d'éminents scientifiques, qui ont mis en lumière les contributions majeures d'Ugo Amaldi à la physique et à la société. Celles-ci incluent notamment ses travaux en physique des particules au CERN, la création de la Fondation TERA et de TERA-CARE, la conception de nouveaux accélérateurs de particules dédiés à l'hadronthérapie. Cela prouve que le Prof. Amaldi et Tera-Care peuvent compter sur un large réseau international, de toutes âges et profils, qu'il a créé dans les 30 dernières années autour du traitement du cancer par faisceaux de protons et d'ions.





Figure 6 : Des moments de la conférence au CERN (04/04/2025)

La visite du Président Italien Sergio Mattarella en Oct 2026 au centre CNAO de Pavia a marqué un moment très important pour le Prof Amaldi, qui a dans le passé énormément contribué à la création de ce centre. Pendant la visite, le Prof. Amaldi a aussi eu la possibilité d'illustrer le projet SHARP de la fondation Tera-Care au President Mattarella.



Figure 7 : La visite du Président de la République italienne Sergio Mattarella au centre CNAO de Pavia (3 octobre 2026)

<p>ITALIEN ZENTRUM <small>CENTRO STUDI ITALIANI UNIVERSITÀ BERGAMO</small></p> <p><b>La fisica è bella e utile</b>  <b>Dal CERN al bosone di Higgs all'adronterapia</b>          Conferenza del prof. Ugo Amaldi          Presidente emerito del CNAO-Italia          Fondatore della Fondazione Tera-Care - Svizzera</p>   	<p><b>Franco Rasetti</b>  <b>Lo scienziato che disse no alla bomba</b></p>  <p>Incontro con  <b>Saverio Braccini</b></p> <p>Franco Rasetti, assieme a Enrico Fermi, è stato uno dei capostipiti del celebre gruppo di fisici noti come "i ragazzi di via Panisperna". Nel 1934, a Roma, essi scoprirono la chiave per liberare l'energia nucleare. Pur avendo avuto il coraggio di dire NO al progetto della bomba atomica, Franco Rasetti fu devastato dagli effetti della sua scoperta e ne fu segnato per sempre. Lasciò completamente la fisica per diventare uno dei più eminenti naturalisti del suo tempo.</p> <p>Il prof. Saverio Braccini, fisico dell'Università di Berna, presenterà il libro  <i>Franco Rasetti - Lo scienziato che disse no alla bomba</i>, a cura di Saverio Braccini, Olga Bobrowska-Braccini e Danielle Ouellet, Sapienza Università Editrice, 2023.</p>
---	--

Figure 8 : Conférences générales données par les membres du conseil d'administration de Tera-Care



Figure 9 : Souvenirs de différentes réunions de Tera-Care en 2025

## Gouvernance



En 2025, le Conseil de la Fondation s'est réuni à dix reprises.

Le Conseil d'administration a décidé d'inscrire le président, Matti Aapro, au Registre du commerce de Genève avec signature collective à deux.

Le Conseil a également élu un nouveau membre, le Dr Eduardo Stadelmann, qui possède plus de 30 ans d'expérience en tant que cadre dirigeant dans l'industrie des technologies médicales.



## Administration

L'Autorité de surveillance des fondations (ASF) a accepté notre demande et Tera-Care dispose désormais d'un numéro d'enregistrement officiel.

La demande d'exonération fiscale a été acceptée par l'Autorité cantonale des finances permettant à la Fondation de bénéficier d'une exemption d'impôts. La Fondation maintient propre site web (tera-care.ch) ainsi que sa page LinkedIn.

## Bilan de la fondation



La Fondation a ouvert un compte bancaire auprès de PostFinance le 16 novembre 2023, date à laquelle ont été reçus à la fois la première donation et le capital initial de 50 000 CHF.

En 2024, la Fondation a reçu des dons pour un montant total de 261 800 CHF, et en 2025, pour un montant de 200 000 CHF, provenant principalement de donateurs suisses ayant souhaité rester anonymes.

Ces contributions s'inscrivent dans le cadre de demandes de financement pluriannuelles destinées au développement des projets de la Fondation.

Les nouvelles ressources ont permis le recrutement de deux collaboratrices en 2025, ainsi que la planification des activités pour 2026 (voir page 16).

Des recrutements supplémentaires à temps partiel sont envisagés en fonction des financements futurs. Par ailleurs, des budgets sont prévus pour les déplacements, les frais juridiques, les assurances sociales et les coûts de gestion.

## Collaborations



Un accord scientifique majeur a été signé en 2025 avec le laboratoire LHEP (Laboratory of High Energy Physics) de l'Université de Berne, afin de mener des recherches collaboratives sur les applications médicales de la physique des particules.

Les accords conclus en 2024 demeurent des partenariats structurants :

- avec le CERN : cet accord permet à la Fondation de disposer gratuitement de bureaux et de laboratoires dans le bâtiment 182, en cohabitation avec d'autres entités, dont la Fondation TERA ;
- avec l'association suisse SEIIST (South East European International Institute for Sustainable Technologies) : pour le développement conjoint de concepts d'accélérateurs optimisés pour la recherche et le traitement en hadronthérapie, ainsi que pour des actions de formation et de renforcement des capacités ;
- avec l'Université de Malte : pour l'accueil de la doctorante Ariana Cassar, financée par TeraCare d'avril 2024 à mars 2025 ;
- avec la Fondation TERA : cet accord vise à renforcer la collaboration scientifique et technique dans les domaines de la physique médicale, des technologies de rayonnement appliquées aux tumeurs et malformations, ainsi que dans toute activité connexe d'intérêt commun. Les résultats issus de ces projets sont destinés exclusivement à des finalités d'utilité sociale.

NB : Il est expressément précisé qu'il n'existe aucun lien juridique, financier ou statutaire entre la **Fondazione TERA** (située en Italie) et l'entité **TERA-CARE** (basée en Suisse).

L'usage d'une dénomination similaire relève uniquement d'une transmission historique et d'une affection partagée, mais ne traduit en aucun cas une interdépendance. Sur le plan légal, aucune des deux entités ne détient de participation ou de droit de regard dans le capital, la gouvernance ou les activités de l'autre.

Les flux financiers, les fonds opérationnels ainsi que les portefeuilles de donateurs sont strictement distincts et cloisonnés, au point que la majorité des donateurs respectifs n'ont pas connaissance de l'autre structure.

De plus, bien que deux membres siègent au sein des conseils d'administration (Board) des deux organisations, l'intégralité du reste des équipes et des instances dirigeantes demeure totalement indépendante.

L'accord (Memorandum of Understanding) Entre TERA et TERA-CARE définit la possibilité de collaborer sur le plan de la recherche scientifique, et il a été signé en Juin 2024.

○ .

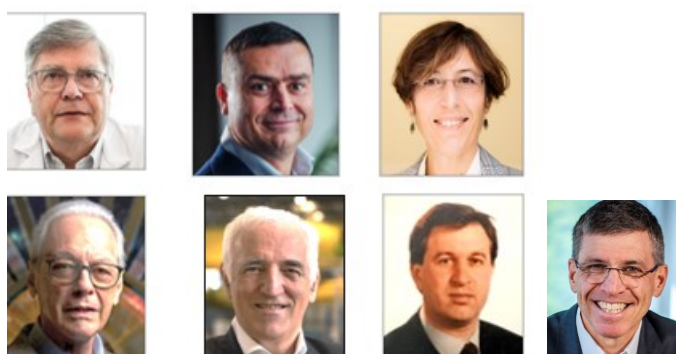
La Fondation n'a pas soutenu directement des associations bénéficiaires en 2025, étant encore en phase de structuration et de mise en place de ses priorités stratégiques.

Par ailleurs, Tera-Care a participé, en tant que « Collaborating Institute », aux activités de deux programmes européens :

- HITRIplus (Heavy Ion Therapy Research Integration, grant agreement n° 101008548), notamment dans le Work Package 7 « Advanced Accelerator and Gantry Design » ;
- I.FAST (Innovation Fostering in Accelerator Science and Technology, grant agreement n° 101004730), dans le Work Package 5 « Strategies and Milestones for Accelerator Research and Technology ».

Bien que Tera-Care ne perçoive pas de financement direct de l'Union européenne, ayant rejoint ces programmes en cours, cette participation lui permet de contribuer aux travaux des consortiums et de prendre part aux discussions en vue de futurs partenariats.

## Les membres du Conseil de Fondation



*Matti Apro*, Président

*Saverio Braccini*, Secrétaire General

*Marta Guglielmetti*, membre

*Ugo Amaldi*, Membre Fondateur et Directeur Scientifique

*Frédérick Bordry*, membre

*Gaudenzio Vanolo*, membre

*Eduardo Stadelmann*, membre

## Les employé.es, boursiers et autres collaborateurs:

Elena Benedetto, PhD, qui a la charge de la Direction Technique - à temps partiel.

Eleonora De Cata, PhD, qui s'occupe de la gestion de finances et de l'administration - à temps partiel.

Tania De Melo Mendonça, PhD, nous a rejoint en février 2025, en tant que Ingénieure de Recherche.

Gaia Dellepiane, PhD, nous a rejoint en février 2025, en tant que Chercheuse PostDoc en Physique Nucleaire

Ariana Cassar, doctorante de l'Université de Malte, a reçu une bourse par la Fondation Tera-Care jusqu'à mars 2025 et continue à collaborer avec la Fondation au sein de son projet de Thèse sous la supervision de Dr. Benedetto.

Sofia D'Uva, étudiante de master de l'Université de Pavia, a reçu une bourse par la Fondation Tera-Cara en el premier semestre 2025.

Mathias Widmer et Ruiliang Lin, ingénieurs de projet, ont quitté la Fondation en mai 2025 afin de créer leur propre société, LW Technologies Sàrl. Ils poursuivent toutefois leur collaboration avec Tera-Care dans le cadre de mandats de projets.



*Gaia Dellepiane et Sofia d'Uva au CERN, avril 2025*

## Publications

1. E. Benedetto et al. (+19), *A compact synchrotron for cancer therapy with helium ions*, in Proc. IPAC'25, Taipei, Taiwan, Jun. 2025, pp. 1136-1139. doi:10.18429/JACoW-IPAC25-TUPB105
2. V. Sansipersico, M. Angoletta, E. Benedetto, H. Damerau, H. Huttunen, A. Kolehmainen, A. Ratkus, M. Vretenar, T. Torims, *Functional design of a wideband RF system for HeLICS synchrotron*, in Proc. IPAC'25, Taipei, Taiwan, Jun. 2025, pp. 1036-1039. doi:10.18429/JACoW-IPAC25-TUPB041
3. H. Huttunen, F. Asvesta, E. Benedetto, V. Sansipersico, G. Tranquille, *Orbit error correction schemes for the Helium Light Ion Compact Synchrotron HeLICS*, in Proc. IPAC'25, Taipei, Taiwan, Jun. 2025, pp. 2197-2200. doi:10.18429/JACoW-IPAC25- WEPM114
4. M. Dosanjh, A. Degiovanni, MM. Necchi, E. Benedetto, *Multidisciplinary Collaboration and Novel Technological Advances in Hadron Therapy*. Technology in Cancer Research & Treatment. 2025;24. doi:10.1177/15330338241311859
5. S. d'Uva, *Cross-section measurements of Technetium radioisotopes for optimised production of 99m-Tc with a medical cyclotron - Misure di sezione d'urto dei radioisotopi del tecnezio per una produzione ottimizzata del Tc-99m con un ciclotrone medicale*, Master Thesis – S.Braccini, G. DellePiane supervisors, unitesi.unipv.it --- favicon.ico

## Lignes directrices pour 2026 et au-delà

Les projets CHeF et SHARP, au cœur des programmes A et B de la Fondation, ont atteint le stade du rapport de conception préliminaire- Preliminary Design Report (TDR). Le PDR de l'initiative NIMMS, menée sous la coordination du CERN et à lequel la Fondation Tera-Care a contribué, sera publié à l'été 2026.

À partir de septembre 2026, deux collaborations, principalement composées d'institutions académiques, sont prévues. Elles travailleront avec le CERN pendant environ deux ans à l'élaboration des rapports de conception technique (TDR) des deux infrastructures, que Tera-Care a nommé CHeF et SHARP, pour leur implémentation en Suisse. De nombreux groupes ont manifesté leur intérêt : outre Tera-Care, le CNAO de Pavie, l'Université Ludwig-Maximilians de Munich, l'Université de Riga et, très probablement, l'Institut international d'Europe du Sud-Est pour les technologies durables (SEEIIST) et l'Université Jagellonne de Cracovie. Fin 2025, la structure de ces deux collaborations n'était pas encore définie.

Dans ce contexte, Tera-Care se concentrera sur la conception du synchrotron pour CHeF (versions hélium et ion carbone), sur la sélection des radio-isotopes les plus prometteurs pour SHARP, avec d'éventuelles campagnes de mesures au cyclotron de l'Université de Berne si nécessaire, ainsi que sur la conception et le prototypage des cibles. Concernant ces dernières, la collaboration avec HEPIA (Genève) sera développée en particulier pour les calculs thermiques et la simulation de cibles de haute puissance.

Parallèlement, sur le plan politique, la Fondation fera progresser les deux projets afin d'identifier, en s'appuyant sur des partenaires cliniques et des bailleurs de fonds potentiels, laquelle des deux infrastructures sera construite en premier en Suisse.

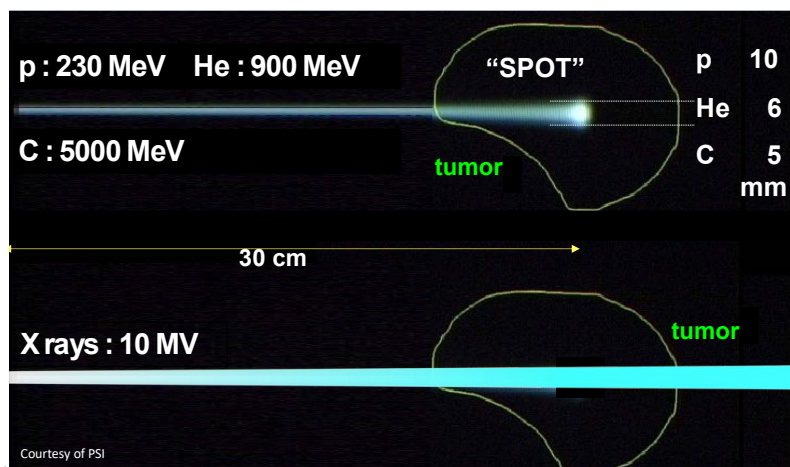
Concernant le Programme C, qui soutient les pays à faible revenu, Tera-Care financera en 2026 la présence d'un radio-oncologue ou d'un médecin nucléaire dans un hôpital africain, avec la mission de former les médecins locaux aux techniques diagnostiques et thérapeutiques les plus adaptées au contexte local.

Pour plus des détails du développement et des projets se référer à notre site web [www.tera-care.ch](http://www.tera-care.ch)

## ANNEX 1

### Qu'est-ce que l'hadronthérapie ?

L'hadronthérapie est une forme moderne de radiothérapie, différente de la radiothérapie conventionnelle. Elle utilise des faisceaux de photons de haute énergie, d'une énergie maximale d'environ 10 millions d'électronvolts (10 MeV en physique). Ces photons sont produits par une unité de rayons X, c'est-à-dire un accélérateur linéaire d'électrons d'un mètre de long (Linac d'électrons). La Suisse possède l'une des densités de rayons X les plus élevées au monde : environ une unité de rayons X pour 90 000 habitants. L'hadronthérapie nécessite des accélérateurs de particules circulaires beaucoup plus grands, appelés « synchrotrons ». Les avantages thérapeutiques des hadrons dans l'irradiation du cancer sont clairement illustrés par la figure ci-dessous, qui indique, dans sa partie inférieure, la dose de rayonnement due aux rayons X produite par un faisceau d'électrons de 10 MeV (10 mégaélectronvolts)



Pour traiter les tumeurs profondes avec des faisceaux de protons, d'ions hélium et d'ions carbone – collectivement appelés hadrons, car ils sont constitués de quarks –, la partie supérieure de la figure montre que des énergies beaucoup plus importantes sont nécessaires : 230 MeV pour les protons et 5000 MeV pour les ions carbone. Par conséquent, les synchrotrons utilisés pour l'hadronthérapie doivent avoir un diamètre d'environ 7 mètres pour les protons, 10 mètres pour les ions hélium et 20 mètres pour les ions carbone. De ce fait, les accélérateurs d'hadronthérapie sont considérablement plus grands et plus coûteux que les unités à rayons X standard, qui mesurent généralement environ un mètre de long. Malgré ces difficultés, il existe actuellement plus de 100 centres de protonthérapie et environ 15 centres de thérapie par ions carbone dans le monde.

Pour les protons et autres ions légers (y compris les ions hélium et carbone), la dose augmente vers la fin du trajet dans la matière, de sorte que, juste avant de s'arrêter, ils délivrent la dose la plus élevée en un « point ». Ce comportement très particulier épargne les tissus sains situés en amont et en aval de la cible tumorale, réduisant ainsi les dommages indésirables liés à tout faisceau de rayons X, dont la dose diminue progressivement avec la profondeur dans le corps du patient.

Dans le monde, environ 350 000 patients ont été traités par des protons et 50 000 par des ions carbone. Ce n'est que récemment que les ions hélium ont été utilisés en hadronthérapie, car ils sont deux fois plus précis que les protons, une propriété importante pour l'irradiation des tumeurs pédiatriques.

## ANNEX 2

### **Qu'est-ce que la théragnostique en médecine nucléaire ?**

La théragnostique, thérapie et diagnostic, est une modalité clinique qui combine imagerie diagnostique et thérapie par l'injection dans le corps du patient de biomolécules (molécules de ciblage) liées à un isotope radioactif spécifique (radio-isotope). Chaque petite « bombe » radioactive se désintègre et cause des dommages irréparables aux cellules tumorales proches de l'endroit où la molécule de ciblage s'est fixée. Les métastases tumorales peuvent ainsi être détruites.

Récemment, un nouvel outil de théragnostique est passé avec brio du laboratoire à la pratique pour le traitement des tumeurs neuroendocrines et de la prostate. Ce succès de Novartis est dû à l'utilisation clinique du lutétium-177, un radio-isotope émetteur d'électrons injecté dans le corps du patient pour contrôler les cancers de la prostate métastatiques résistants à la castration (mCRPC). En 2024, ce produit a généré un chiffre d'affaires d'un milliard de francs. Le projet 3 est axé sur la production d'un nouveau radio-isotope, l'astate-211, qui représente une meilleure alternative au lutécium 177. Il promet de meilleurs traitements théragnostiques (par exemple, pour les quelque 500 patients atteints de cancer de la prostate métastatique réfractaire (CRPC) par an en Suisse) grâce à sa plus grande précision dans la destruction des cellules tumorales dispersées. Son potentiel thérapeutique pour d'autres types de cancer a été largement étudié sur des modèles animaux. De plus, l'astate-211 présente une demi-vie très adaptée (7 heures) qui permet son radiomarquage et sa distribution quotidienne aux hôpitaux sur une vaste zone.