



**POP'
SCIENCES**
Université de Lyon

POP'SCIENCES MAG
HORS SERIE - MARS 2021
Nouvelle édition

CANCÉROLOGIE.

LES NOUVEAUX CHAMPS DE LA RECHERCHE

1 MAGAZINE + 1 PORTAIL WEB POUR PARTAGER LES SAVOIRS
popsiences.universite-lyon.fr

**LES DÉFIS DE
L'IMMUNOTHÉRAPIE**

**MIEUX VIVRE
AVEC LE CANCER**
L'apport des sciences
humaines et sociales

RADIOTHÉRAPIE
130 ans d'innovation

VIX-E
Un robot de téléprésence
pour les enfants à l'hôpital

**INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE**
L'IA bouleverse le diagnostic
en cancérologie

CLARA
CANCEROPÔLE
LYON AUVERGNE
RHÔNE - ALPES



**LABEX
PRIMES**
UNIVERSITÉ DE LYON

SOMMAIRE

04

IMMUNOTHÉRAPIE

LES DÉFIS DE L'IMMUNOTHÉRAPIE



10

RADIOTHÉRAPIE

130 ANS D'INNOVATION



18

MIEUX VIVRE AVEC LE CANCER

L'APPORT DES SCIENCES HUMAINES
ET SOCIALES



26

VIK-E

UN ROBOT DE TÉLÉPRÉSENCE
POUR LES ENFANTS À L'HÔPITAL



34

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

L'IA BOULVERSE LE DIAGNOSTIC
EN CANCÉROLOGIE



ÉDITO

382 000 nouveaux cas, 157 000 décès en France, le cancer affichait encore en 2018 une dure réalité que les chercheurs s'appliquent à déjouer en innovant.

La lutte contre le cancer progresse chaque jour du fait des investissements importants qui sont consentis et du travail de milliers de scientifiques. Les dernières décennies ont vu l'efficacité du diagnostic et des thérapies considérablement s'améliorer, pourtant cette très complexe maladie reste un fléau. En France, près de 90 000 hommes en sont décédés en 2018, la première cause de mortalité étant le cancer du poumon. Chez la femme, malgré les progrès en termes de dépistage et de prise en charge, 67 000 décès sont dus au cancer, majoritairement celui du sein suivi de près par le cancer du poumon. Pour aller de l'avant, la recherche et la médecine opèrent de profondes mutations et affichent de nouvelles avancées spectaculaires qui arrivent dès à présent en phase clinique. Ces innovations sont scientifiques, technologiques, sociales ou organisationnelles et exigent une prise de conscience de chacun des acteurs par le déploiement de stratégies concertées. Ce nouveau numéro de Pop'Sciences Mag dresse un tour d'horizon de ces transformations et de ces découvertes en cancérologie.

Les laboratoires de recherche académique, les centres hospitaliers, les industriels, les associations et les patients engagent un mouvement vers davantage de collaboration. Il s'agit dès lors de favoriser le décloisonnement des établissements, de créer des connexions entre les disciplines et de croiser les expertises scientifiques avec les expériences individuelles des patients. C'est dans cette perspective que le Cancéropôle Lyon-Auvergne-Rhône-Alpes (CLARA) fédère l'ensemble de ces acteurs.

La clé de l'innovation en cancérologie ? Entremêler savoirs scientifiques, pratiques soignantes et vécu de la maladie

Depuis quelques années, les sciences humaines et sociales sont davantage intégrées dans le processus global de recherche en cancérologie. Elles permettent, à l'image des recherches développées en géographie de la santé, une meilleure compréhension et un meilleur soutien des patients dans leurs expériences physiques et psychiques de la maladie. L'immunothérapie est perçue comme l'innovation thérapeutique en cancérologie de ces dernières années, modifiant les habitudes et les pratiques du patient autant que celles des équipes médicales. Le prix Nobel de médecine 2018 a récompensé des travaux précurseurs en la matière et Lyon est devenu un centre mondialement reconnu sur le développement de cette innovation très prometteuse dans la lutte contre le cancer. L'intelligence artificielle bouleverse, quant à elle, le diagnostic et la compréhension des différents types de cancers. Elle ouvre autant des perspectives prometteuses lorsqu'elle diagnostique mieux certains types de cancers que les meilleurs experts du domaine, qu'elle suscite certaines craintes quant à la sécurité des patients et des données de santé. Autre preuve de l'insatiable progrès scientifique en oncologie :

le robot VIK-e, permet de couper de l'isolement les enfants et les jeunes adultes atteint d'un cancer et simplifie leur quotidien ainsi que celui des familles et des soignants. Le bouleversement des pratiques cliniques et sociales est bien présent dans chacune de ces innovations.

En région Auvergne-Rhône-Alpes, 210 équipes académiques et cliniques de recherche travaillent chaque jour à progresser et innover en cancérologie. Nous avons souhaité comprendre, au plus près de la réalité, les changements qui s'opèrent grâce à ces innovations. Enquêtes, interviews de médecins, entretiens et reportages avec des chercheurs, des membres d'associations et des patients nous ont permis de plonger au cœur de la recherche en cancérologie. Ce Pop'Sciences Mag, permet de concrétiser, par l'information, l'exigence d'une approche globale où les soignants, les chercheurs, les malades et les proches aidants évoluent dans un même univers social.

Au travers de ce magazine, le CLARA, le LabEx PRIMES et Pop'Sciences, s'engagent dans la diffusion et l'ouverture du monde de la recherche au grand public pour une mobilisation éclairée.

Professeur Pierre HAINAUT

Président du Comité de Direction du Cancéropôle Lyon Auvergne-Rhône-Alpes (CLARA) ; Professeur en Biologie du cancer, Directeur de l'Institut pour l'Avancée des Biosciences (UGA / Inserm U 1209 / CNRS UMR 5309)

Stéphane MARTINOT

Administrateur provisoire, COMUE Université de Lyon

Amandine SCAPOTTA GARCIA

Chargée de missions recherche translationnelle et clinique, Vulgarisation scientifique au Cancéropôle Lyon-Auvergne-Rhône-Alpes (CLARA) ; Docteur en biologie moléculaire, cellulaire et cancérologie

Ce Pop'Sciences Mag a fait l'objet d'une réédition en mars 2021. Un nouvel article a été ajouté à la version initiale d'avril 2019 (pp. 10-17) et certains contenus ont été mis à jour en fonction des évolutions institutionnelles et scientifiques.

04 IMMUNOTHÉRAPIE

LES DÉFIS DE L'IMMUNOTHÉRAPIE

L'arrivée de l'immunothérapie il y a une dizaine d'années a permis des avancées spectaculaires dans le traitement du cancer. Fondée sur la mobilisation des défenses immunitaires pour détruire les cellules cancéreuses, cette approche thérapeutique a considérablement amélioré la survie de certains patients. Elle présente encore des limites.

« En 2006, une nouvelle molécule est arrivée au service de dermatologie de l'Hôtel-Dieu à Lyon : l'Ipilimumab, se souvient le Pr Stéphane Dalle, onco-dermatologue aux Hospices civils de Lyon. Nous l'avons exploitée sous la forme d'un essai clinique à proposer aux patients atteints de mélanome sévère. » Jusqu'à cette date, en effet, les patients atteints de ce type de cancer de la peau présentaient des facteurs de risques de récidives importants impliquant de faibles chances de survie. « L'Ipilimumab était la première molécule à montrer une efficacité claire et une réponse à long terme, même au-delà de l'arrêt du traitement », poursuit-il.

Depuis, cette approche n'a cessé de progresser. En 2011, une nouvelle forme d'immunothérapie est arrivée en phase clinique. Il s'agissait des anti-PD1/PDL1 devenus l'immunothérapie de référence contre le mélanome. « Avec les anti-PD1/PDL1, l'efficacité du traitement est passée de moins de 20% à environ 40% », souligne le Pr Dalle. ❶



« Il s'agissait d'un premier espoir significatif ! »

Stéphane Dalle

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier en onco-dermatologue, Chef du Service de Dermatologie des Hospices civils de Lyon

› Les prémisses d'une révolution thérapeutique

Pour les oncologues, l'arrivée de l'immunothérapie a révolutionné la prise en charge de patients atteints de cancers avancés, comme le mélanome métastatique. Grâce à ces molécules qui activent le système immunitaire contre les cellules cancéreuses, la survie de ces patients s'est considérablement améliorée. Le Pr Dalle résume : « on a transformé une maladie mortelle à court terme en maladie chronique avec laquelle on peut vivre pendant des années. »

Toutefois, s'ils sont puissants, ces médicaments ne peuvent être administrés à tous les patients. L'espoir suscité par la réussite du traitement contre le mélanome a ouvert les portes à d'autres indications thérapeutiques. Désormais, des immunothérapies ciblent certains types de cancer du poumon ou du rein. Les chercheurs travaillent actuellement à étendre les indications thérapeutiques et espèrent qu'à terme chaque patient bénéficiera d'une immunothérapie adaptée et personnalisée.

Les patients peuvent ne pas réagir positivement à une administration d'immunothérapie et le résultat escompté de réduction de la tumeur n'est pas au rendez-vous. Soit ils ne répondent tout simplement pas au traitement, soit ils subissent des effets plus néfastes dits de « toxicité ». C'est là un des enjeux majeurs des années à venir pour la recherche scientifique.

« Les trois quarts des patients ne répondent pas à une immunothérapie lorsque celle-ci est administrée en monothérapie » (traitement qui n'a recours qu'à un seul médicament),



« Les trois quarts des patients ne répondent pas à une immunothérapie lorsque celle-ci est administrée en monothérapie »

Charles Dumontet

Oncohématologue (Centre de recherche en cancérologie de Lyon, Hospices Civils de Lyon).

souligne le Pr Charles Dumontet, directeur de l'équipe Anticorps Anticancer au Centre de recherche en cancérologie de Lyon et oncohématologue aux Hospices Civils de Lyon. L'enjeu de la recherche aujourd'hui est de mieux comprendre le fonctionnement du système immunitaire et de trouver de nouvelles stratégies thérapeutiques. Pour cela, les recherches s'orientent selon deux axes. Il s'agit, d'une part, d'identifier les patients qui risquent de ne pas répondre, de résister, aux immunothérapies et d'autre part, de combiner les traitements d'immunothérapie avec d'autres approches comme la chimiothérapie, la radiothérapie ou les thérapies ciblées.

L'immunothérapie est une innovation très prometteuse dans la lutte contre le cancer, que les chercheurs doivent encore étudier et maîtriser pour en révéler tout le potentiel.

LYON, UN CENTRE MONDIALEMENT RECONNU EN IMMUNOTHÉRAPIE

Le système immunitaire nous aide au quotidien à combattre les corps étrangers qui nous infectent. Toutefois, il ne parvient pas à lutter contre les cellules cancéreuses, pourtant dévastatrices pour notre organisme. C'est sur ce constat que la recherche a fondé ses travaux en onco-immunologie. La découverte du « traitement du cancer par inhibition de la régulation immunitaire » a valu, en 2018, le prix Nobel de médecine et de physiologie à James Allison (États-Unis) et Tasuku Honjo (Japon). Aujourd'hui, les chercheurs travaillent sur différentes stratégies de traitement. Elles visent à stimuler le système immunitaire ou à modifier les « capteurs » présents sur les cellules immunitaires pour qu'elles puissent reconnaître la tumeur. De très nombreuses équipes de recherche dans le monde travaillent sur ce sujet porteur d'espoir. Auvergne-Rhône-Alpes fait partie des régions mondialement reconnues en immunothérapie, notamment grâce à d'importantes et dynamiques collaborations entre les Hospices civils de Lyon et le Centre de recherche en cancérologie de Lyon du Centre Léon Bérard.



Une enquête réalisée par Amandine SCAPOTTA GARCIA, chargée de missions recherche translationnelle et clinique, Vulgarisation scientifique au Cancéropôle Lyon-Auvergne-Rhône-Alpes (CLARA) ; Docteur en biologie moléculaire, cellulaire et cancérologie. Avec le soutien de Samuel Belaud (Pop'Sciences – Université de Lyon).
 © Crédits photos : Visée.A

POUR ALLER + LOIN :
popsciences.universite-lyon.fr/le_mag



À ÉCOUTER

→ Interview vidéo de Charles Dumontet, directeur de l'équipe Anticorps Anticancer au Centre de recherche en cancérologie de Lyon et oncohématologue aux Hospices Civils de Lyon

ACCOMPAGNER LE DÉPLOIEMENT DES IMMUNOTHÉRAPIES À L'HÔPITAL

Comme pour toute arrivée d'un nouveau traitement, les habitudes sont bouleversées dans les services cliniques et chez le patient. De nouvelles formes d'effets secondaires sont à gérer et diffèrent des traitements « traditionnels » administrés en cancérologie. Il est important de mieux comprendre et gérer les toxicités spécifiques de l'immunothérapie. Pour cela, les Hospices Civils de Lyon ont créé un réseau venant renforcer le parcours de soin du patient : ImmuCare.

Tout au long de son parcours, que ce soit avant, pendant ou après le passage à l'hôpital, chaque patient est accompagné par des professionnels de santé formés et sensibilisés aux enjeux de l'immunothérapie.

Christine Cugnet-Anceau, endocrinologue. Les patients intégrés au projet ImmuCare ont également accès à une plateforme de demande d'avis médicaux et une ligne téléphonique dédiée vers des spécialistes. Christine Cugnet-Anceau intervient lorsque des troubles hormonaux apparaissent (concernant l'appétit ou la digestion par exemple).



Les patients bénéficient d'un suivi très personnalisé. **Alice Robert de Rancher** participe à mieux les connaître en évaluant leur état nutritionnel via des consultations diététiques.



Gilianne Bellegou, aide-soignante. ImmuCare vise à réduire le risque de consultations en urgence et à améliorer la qualité de vie pendant les traitements, au bénéfice des relations entre le personnel soignant et les patients.



Agnès Augros, infirmière coordinatrice du projet ImmuCare. ImmuCare est un dispositif de télésurveillance, de suivi et de gestion des effets néfastes ou indésirables liés aux immunothérapies dans le traitement du cancer.



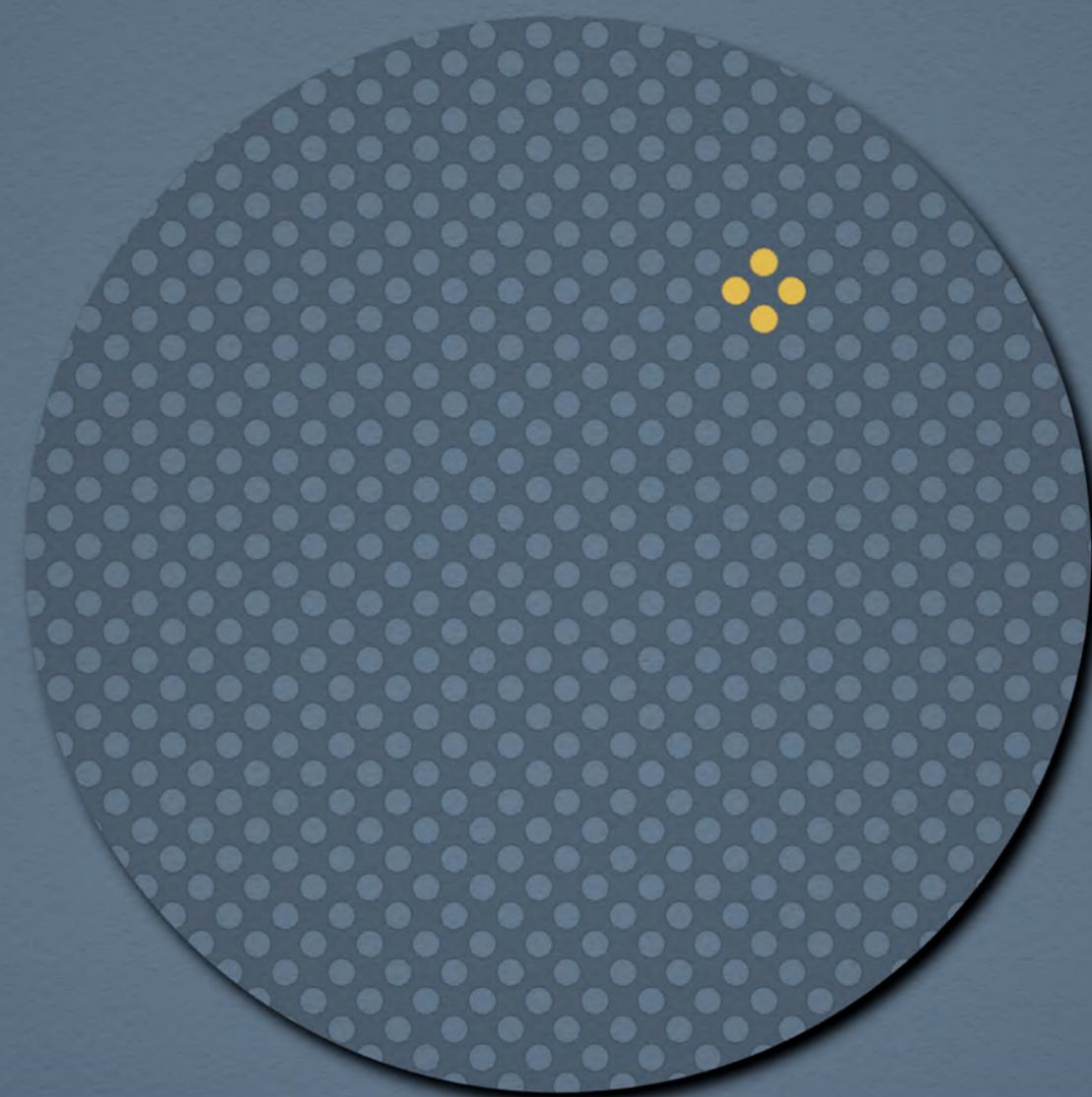
Sébastien Courand, cardiologue. Au moindre aspect douteux les patients sont rapidement pris en charge par l'ensemble des membres de ce réseau dynamique auquel de nombreux médecins issus de différentes spécialités sont associés.



Laurence Clausier (à gauche) et **Fabienne Nicoletti** (à droite), infirmières. Grâce aux données récoltées, le personnel médical ajuste la thérapie et personnalise le plus finement possible les soins, au plus près des problèmes quotidiens des patients.

Jonathan Lopez, responsable médical de la plateforme Biogenet Sud-HCL. Tous les 10 jours, les personnes traitées par immunothérapie répondent à un questionnaire en ligne sur leur état physique et moral. Avec Agnès Augros, ils récoltent et analysent les réponses afin de mieux prédire et gérer les toxicités induites pour chaque patient.





10
RADIOTHÉRAPIE

RADIOTHÉRAPIE : 130 ANS D'INNOVATION

La radiothérapie a vu le jour à la fin du 19^e siècle, mais elle n'en demeure pas moins novatrice et compte toujours parmi les traitements les plus prescrits contre la plupart des formes de cancer. Il n'existe aujourd'hui pas une, mais des radiothérapies qui s'adaptent aux types de tumeurs, à leurs localisations et à leurs tailles. La recherche a permis de gagner en précision et en efficacité, améliorant de fait la réponse au traitement, la sécurité et la qualité de vie du patient. Tour d'horizon des innovations qui font de la radiothérapie un incontournable outil de la lutte contre le cancer.

La radiothérapie est une technique de traitement locorégional des cancers, qui utilise des rayonnements permettant de détruire les cellules cancéreuses.

60% des patients atteints de cancer en France sont orientés vers des traitements par radiothérapie, ce qui représente près de 180 000 patients par an. La radiothérapie leur met à disposition un important arsenal de solutions. Elle est dite soit externe lorsque le rayonnement est produit à partir d'une source extérieure, soit interne si la source se trouve au sein de la tumeur, ce qui est par exemple le cas de la Curiethérapie. La radiothérapie peut être utilisée comme un outil **curatif** exclusif ou combiné à d'autres thérapies telles que la chirurgie ou la chimiothérapie. C'est aussi devenu un outil **prophylactique** (c'est-à-dire préventif), permettant de devancer l'apparition de métastases. Enfin, la radiothérapie peut

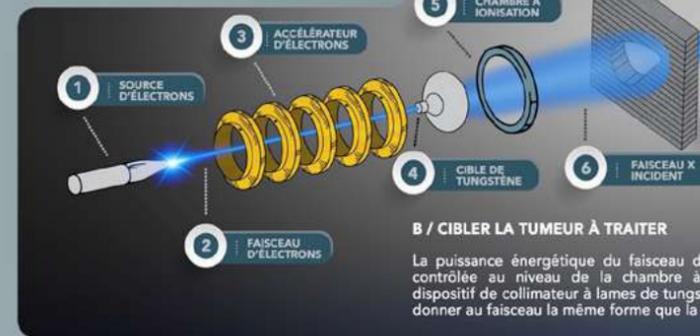
également être **palliative**, permettant alors de diminuer une douleur ou un saignement.

Le principe de la radiothérapie est assez simple. La première étape consiste en la **production** d'un rayonnement ionisant énergétique. En radiothérapie conventionnelle, des électrons sont envoyés à très grande vitesse sur des atomes, grâce à un accélérateur. De ces collisions résulteront des rayons X (appelés aussi des photons) qui seront ensuite focalisés sur la tumeur à traiter, c'est le **ciblage**. L'objectif de cette étape consiste à préserver le tissu sain environnant et à délivrer une dose maximale au cœur de la tumeur. Ensuite se déclenche la phase de **destruction cellulaire**. Les rayons agiront soit directement sur les macromolécules présentes dans les cellules (protéines, ADN, ...), soit indirectement via l'apparition d'espèces chimiques assez agressives, les radicaux libres. 📍

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA RADIOTHERAPIE EXTERNE CONVENTIONNELLE

A / PRODUIRE UN FAISCEAU ÉNERGÉTIQUE

L'appareil de radiothérapie produit en premier lieu des électrons, qui sont accélérés à très grande vitesse à l'aide d'un puissant système électro-magnétique. Ce faisceau électronique très énergétique est brutalement freiné par une cible de tungstène : une partie de son énergie est alors convertie en rayons X.

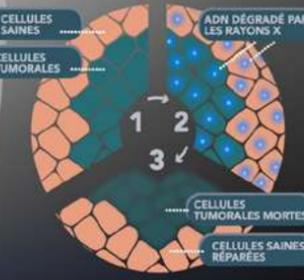


B / CIBLER LA TUMEUR À TRAITER

La puissance énergétique du faisceau de rayons X est contrôlée au niveau de la chambre à ionisation. Le dispositif de collimateur à lames de tungstène permet de donner au faisceau la même forme que la tumeur à traiter.

C / DÉTRUIRE LES CELLULES CANCÉREUSES

Le faisceau de rayons X touche toutes les cellules qui se trouvent sur son trajet, ce qui les endommage, en générant notamment des lésions à leur ADN. Les cellules tumorales meurent davantage que les cellules saines, qui parviennent à se réparer. Les cellules mortes sont évacuées et les tissus sains se reconstituent progressivement.



Le risque existe que des cellules saines, situées sur le chemin des rayons, soient atteintes par les faisceaux. Cependant, les cellules cancéreuses sont plus sensibles aux radiations que les cellules saines dont les mécanismes de récupération et de réparation (par exemple de l'ADN) sont plus performants, elles prennent ainsi le temps, entre chaque séance de radiothérapie, de « se refaire une jeunesse ». Cette capacité de réparation, combinée à l'amélioration des techniques de ciblage, font de la radiothérapie un traitement minimisant les effets secondaires néfastes.

Dans les laboratoires de biologie, de physique ou d'ingénierie, la recherche avance, améliore la radiothérapie conventionnelle et développe d'autres techniques innovantes.

1 > Le pic de Bragg (découvert par William Henry Bragg en 1903) représente le pic de radiations dans la matière, avant que cette énergie ne se dissipe de manière conséquente.

Certaines cellules cancéreuses demeurent très résistantes et des travaux de recherche et de développements pluridisciplinaires sont nécessaires pour augmenter le potentiel de la radiothérapie. L'objectif de ces nouvelles radiothérapies : cibler la tumeur avec une dose la plus efficace possible tout en limitant l'irradiation des organes sains à proximité. C'est ainsi que des laboratoires régionaux de biophysique s'intéressent à trois radiothérapies

innovantes : l'HADRONTHÉRAPIE, la RADIOTHERAPIE FLASH et la combinaison de NANOPARTICULES avec le rayonnement.

L'hadronthérapie : pour une balistique plus précise et une efficacité accrue

La radiothérapie conventionnelle utilise les rayons X. Parmi les dernières innovations, certaines d'entre-elles utilisent l'avantage balistique d'un faisceau de particules tel que les protons ou les ions carbonés, c'est l'exemple de l'HADRONTHÉRAPIE. Cette technique permet d'atteindre plus précisément la cible tout en épargnant les tissus sains environnants. En effet les hadrons (protons, carbone) acquièrent de l'énergie dans les accélérateurs de particules et sont guidés en faisceaux sur la tumeur tout en libérant relativement peu d'énergie sur leur passage. En revanche, ces faisceaux déposent un maximum d'énergie en fin de course dans la cible (ce qu'on appelle le pic de Bragg¹). On peut ajuster la profondeur de ce pic de Bragg en ajustant l'énergie du faisceau. C'est donc une thérapie prometteuse pour les tumeurs localisées en profondeur, souvent non opérables ou résistantes aux rayons X.

La contrepartie de la précision est un délicat contrôle de la trajectoire du « tir », pour éviter toute déviation ou pallier aux mouvements du patient. Afin de remédier à cette problématique, des chercheurs de Lyon et Grenoble² réfléchissent (au sein d'une collaboration nationale) à l'utilisation en direct d'un détecteur de rayons gamma³. L'idée finale serait que, au cours d'un traitement, une caméra gamma mesure la position du faisceau et du pic de Bragg dans le patient pour rectifier en direct, par ajustement simultané du faisceau, les petites déviations détectées.

« De nombreux défis technologiques sont encore à relever. L'utilisation de détecteurs pour guider en temps réel la radiothérapie est pour le moment de l'ordre de la science-fiction... mais pas de l'impossible »

Étienne Testa

Physicien, Enseignant à l'Université Claude Bernard Lyon 1 et chercheur à l'Institut de Physique des 2 Infinis de Lyon

La radiothérapie FLASH : la rapidité

La RADIOTHERAPIE FLASH est une innovation basée sur la rapidité du traitement par les rayons. Grâce à l'utilisation d'un accélérateur de particules nommé synchrotron, les radiations atteignent leur cible, la tumeur, très brièvement (pendant quelques millisecondes) mais à haute dose. Il a été constaté que la brièveté de l'irradiation permet aux tissus sains de mieux réparer les dommages induits que les tissus tumoraux, pour une raison à ce jour encore inconnue.

Cet effet différentiel entre tissus sains et tumoraux permet donc de diminuer le nombre de séances (le fractionnement des séances est nécessaire pour permettre la reconstruction des tissus sains). De plus, la rapidité de l'irradiation permet de s'affranchir du mouvement du patient, un aspect non négligeable en radiothérapie conventionnelle.

Les premières tumeurs analysées en radiothérapie FLASH en 2014 ont permis de se rendre compte que la recherche tenait là une technologie fiable et faisable.

Associées à cette radiothérapie FLASH et afin de permettre un ciblage encore plus précis, les équipes de physiciens de la région développent des « peignes » d'irradiation avec le rayonnement synchrotron de l'ESRF⁴, produisant ainsi des MICROFAISCEAUX qui se croisent au niveau de la tumeur. Cette dernière est alors irradiée avec un débit de dose supérieur, au carrefour des différents faisceaux.



« Depuis 50 ans, il n'y a pas eu de révolution telle que les microfaisceaux, pour la radiothérapie. C'est une rupture technologique totale permettant d'être beaucoup plus précis, beaucoup plus efficace »

Jean-François ADAM

Physicien médical et enseignant-chercheur à l'Université Grenoble-Alpes, travaillant auprès du Synchrotron ESRF

Sur Grenoble l'équipe de Denis Dauvergne⁵ travaille sur des détecteurs « diamant ». Grâce aux propriétés électroniques de ce cristal de carbone, ces détecteurs ont la spécificité d'être très rapides, d'absorber des doses d'énergie assez conséquentes avec une grande dynamique. Ces propriétés permettront de contrôler en direct l'irradiation des patients lors de l'utilisation des microfaisceaux, avec des pics de très haute énergie et des vallées d'énergie pratiquement nulle. Ils pourront aussi s'adapter à d'autres types de rayonnements ionisants tels que ceux de l'hadronthérapie. [suite p.16](#)

2 > CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1, Université Grenoble Alpes, Insa Lyon.

3 > Rayon gamma : les rayons gamma sont les rayons émis suite à la collision entre le faisceau d'ions et les noyaux des atomes le long du parcours. L'émission de rayons gamma est corrélée au dépôt de dose, cela signifie qu'on peut réaliser une imagerie du parcours des ions dans le patient – et en particulier du fameux pic de Bragg – grâce à une caméra gamma.

4 > Installation Européenne de Rayonnement Synchrotron, située à Grenoble (esrf.eu).

5 > Denis Dauvergne : Directeur de recherche – chef du groupe « Physique Nucléaire et Applications Médicales » du Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie de l'Université Grenoble Alpes et du CNRS.

MACHINES, MÉTIERS ET INTERDISCIPLINARITÉ EN RADIOTHÉRAPIE À LYON ET GRENOBLE

La radiothérapie est un domaine pointu de la cancérologie nécessitant des compétences diverses et complémentaires allant de la physique à la médecine en passant par la biologie et l'informatique. La technicité du domaine permet de mettre en partenariat dès le début des projets de recherche des équipes mixtes d'horizons scientifiques différents. Le synchrotron, basé à Grenoble, est un outil d'excellence autour duquel gravitent des laboratoires de physique et de biologie, ainsi que des équipes de recherche au sein du CHU. Biologistes, physiciens, médecins franchissent ensemble le passage difficile du préclinique à la clinique. Ce reportage photo est une illustration de la chaîne de valeur des activités menant à l'innovation de demain.



European Synchrotron Radiation Facility (ESRF). À l'ESRF de Grenoble, l'équipe STROBE utilise le rayonnement synchrotron pour leurs recherches en radiothérapie, à l'interface entre physique et biologie. À gauche : Raphaël SERDUC, chargé de recherche INSERM, biologiste dans l'équipe STROBE À droite : Jean François ADAM, enseignant-chercheur à l'Université Grenoble Alpes, physicien dans l'équipe STROBE



Laboratoire de Physique Subatomique & Cosmologie de Grenoble (LPSC)
Au LPSC, l'équipe PHYSMED construit des détecteurs pour le suivi en ligne des traitements de radiothérapie conventionnelle et innovante
Développement en cours du détecteur DIAMANT pour le contrôle en ligne de l'hadronthérapie Marie-Laure GALLIN-MARTEL, chargée de recherche CNRS, physicienne au laboratoire LPSC à Grenoble



Le détecteur TRADERA développé à l'origine pour la radiothérapie conventionnelle, est actuellement valorisé pour d'autres besoins industriels
Yannick ARNOUD, enseignant-chercheur à l'Université Grenoble Alpes, Physicien au laboratoire LPSC à Grenoble

Institut de Physique des 2 Infinis de Lyon (IP2I)

À l'IP2I, l'imagerie et l'informatique sont au service de la recherche en radiothérapie

Simulation informatique de la radiosensibilité des tumeurs. Yasmine ALI, doctorante LabEx PRIMES au laboratoire IP2I à Lyon



Construction d'une caméra Compton pour l'hadronthérapie. Etienne TESTA, enseignant-chercheur à l'Université Claude Bernard Lyon 1, Physicien au laboratoire IP2I à Lyon



Gersende ALPHONSE, chargée d'étude HCL, radiobiologiste au laboratoire IP2I à Lyon et Clément BERNARD, ingénieur d'étude CNRS au laboratoire IP2I à Lyon, sur la ligne Radiograaff

Plateforme Radiograaff
Un accélérateur de protons pour des expériences de radiobiologie, à l'IP2I, Lyon

L'accélérateur proton de l'IP2I

Le service de radiothérapie du CHU de Grenoble

À gauche : un patient de l'essai Nanorad 2
À droite : manipulatrice en électroradiologie médicale



Maintenance, au cœur de l'imposant appareil de radiothérapie « Tomotherapy » d'Accuray.



Camille VERRY, Oncologue radiothérapeute au CHU de Grenoble, médecin chercheur dans l'équipe strobe.

› Utilisation des nanoparticules : petit mais costaud

Les NANOPARTICULES commencent à pousser les portes de la phase clinique. Leur mission : démultiplier l'effet du rayonnement dans la tumeur. Le principe est simple, le patient se voit injecter au cœur de la tumeur des particules infiniment petites qui, par leur composition, ont un pouvoir d'interaction avec les rayons beaucoup plus élevé qu'avec l'eau. L'efficacité de destruction est ainsi fortement amplifiée au cœur de la tumeur, sans pour autant toucher aux tissus sains qui ne reçoivent pas ou moins de nanoparticules.

Des essais cliniques avec les nanoparticules sont en cours de déploiement. Le Dr Camille Verry, oncologue au CHU Grenoble Alpes, a coordonné un essai chez l'Homme, consistant à analyser la toxicité du traitement sur les patients. Les résultats de cette phase 1 ont pu montrer une absence d'effets secondaires chez les patients et une accumulation des nanoparticules dans la tumeur. Les résultats obtenus étant favorables, un essai multicentrique (15 centres hospitaliers) de phase 2 est désormais en cours, pour analyser l'efficacité de ce nouveau traitement combiné à la radiothérapie conventionnelle. Ces nouvelles modalités de traitement soulèvent de nombreuses questions : où vont se fixer les nanoparticules ? Vont-elles se coller à l'ADN ? Vont-elles circuler à l'extérieur de la tumeur ? À quel moment irradier la tumeur ? Autant de paramètres importants à évaluer si l'on veut atteindre une efficacité optimale de la technique.

Cet article n'a pas pour vocation d'être exhaustif sur l'ensemble des innovations en radiothérapies en cours d'étude à Grenoble et Lyon. D'autres pistes de recherche existent, telle que la PDTX, la thérapie photo dynamique, ou encore la BNCT, la thérapie par capture de neutrons par des noyaux d'atomes de bore.

La radiobiologie, l'outil indispensable

L'arsenal des radiothérapies s'étend, les types tumoraux également. Toutes ces innovations en radiothérapie, qui arrivent en clinique, se développent de concert avec la biologie afin de pouvoir étudier les effets des rayonnements, notamment des rayonnements ionisants, sur les êtres vivants.

La radiobiologie a vu elle aussi le jour il y a plus d'un siècle, en parallèle de la radiothérapie. Les avancées de la recherche permettent aujourd'hui de mieux comprendre l'effet des différents rayonnements au niveau cellulaire et particulièrement sur leur ADN, visant à démontrer pourquoi la cellule tumorale est plus sensible à un type de rayonnement plutôt qu'à un autre. L'équipe PRISME de Michaël Beuve et Claire Rodriguez-Lafrasse, à l'Institut de Physique des 2 Infinis, s'est spécialisée dans l'étude de la radiorésistance des tumeurs. Composée de biologistes et de physiciens, elle vise notamment à développer un modèle permettant de faire le pont entre les processus physiques des radiations et la réponse des cellules. Cela permet alors de développer des logiciels de SIMULATIONS NUMÉRIQUES de la dose dite biologique afin de prédire la réponse de la tumeur à la radiothérapie.

L'équipe analyse aussi les identifiants biologiques, les BIOMARQUEURS, qui pourraient permettre à l'avenir de prédire la réponse des patients aux radiothérapies. En effet, ces biomarqueurs permettraient de déterminer avant les séances, le caractère radiosensible ou résistant de la tumeur du patient. Le médecin pourrait ainsi orienter le patient vers la radiothérapie la plus efficace et la moins toxique pour lui. À l'avenir, l'intégration de ces données dans les modèles biophysiques permettront d'optimiser la planification des traitements.



« Cette thématique de recherche est la plus pluridisciplinaire qui soit. Il y a le physicien, l'ingénieur, le chimiste, le biochimiste, le pharmacologiste, le biologiste, le radiothérapeute, l'informaticien, et nous avons besoin de tous pour progresser »

Michaël Beuve

Professeur au département de physique de l'Université Claude Bernard Lyon 1 et chercheur à l'Institut de physique des 2 infinis de Lyon.

Une enquête réalisée par Amandine SCAPOTTA GARCIA, chargée de missions recherche translationnelle et clinique, Vulgarisation scientifique au Cancéropôle Lyon-Auvergne-Rhône-Alpes (CLARA) ; Docteur en biologie moléculaire, cellulaire et cancérologie et Béatrice Rayet, cheffe de projet au LabEx PRIMES (Université de Lyon), docteure en biologie cellulaire et cancérologie.
© Crédits photos : Visée.A

IRM-LINAC. LA RADIOTHÉRAPIE GAGNE EN PRÉCISION ET EN EFFICACITÉ

Un IRM-LINAC vient juste d'être installé aux Hospices civils de Lyon (HCL), dans le service du Professeur Olivier Chapet. Cette nouvelle instrumentation combine simultanément un accélérateur – et donc l'émission d'un rayonnement pour le traitement des tumeurs – et un IRM assurant l'acquisition rapide et concomitante d'images de très grande qualité, équivalente à celles obtenues en radiologie.

Jusqu'à présent on se basait principalement sur l'imagerie scanner pour le suivi des tumeurs, une modalité d'imagerie extrêmement performante pour mettre en valeur les éléments lourds (structure osseuse).

L'IRM détecte quant à lui certains éléments légers comme l'hydrogène, présent dans l'eau et les tissus biologiques. Il est, en ce sens, beaucoup plus sensible pour étudier les tissus mous et offre ainsi de nouvelles perspectives.

- Dès lors, les avantages de cette technologie IRM-LINAC sont multiples :
Intégration en temps réel d'images de haute qualité permettant la visualisation précise des tumeurs, pour un suivi plus rigoureux des zones à irradier pendant le traitement
- Visualisation d'organes et de tumeurs peu visibles au scanner
- Adaptation du traitement à chaque séance en fonction de la position et de la forme de la tumeur, de la réponse au traitement et des tissus sains avoisinants

De nouveaux projets de recherche innovants et multidisciplinaires peuvent alors se développer. Ils permettent de créer de futurs outils informatiques faisant appel à l'intelligence artificielle pour une analyse plus rapide des images IRM. D'autres projets permettront d'intégrer des données de radiobiologie dans l'adaptation du traitement, ou encore d'accroître la visibilité de la tumeur par différents moyens de contrastes.

Autant de perspectives positives, qui confirment la place prépondérante qu'occupe la radiothérapie dans les traitements de lutte contre le cancer.

POUR ALLER + LOIN :
popsiences.universite-lyon.fr/le_mag



À ÉCOUTER

→ Interview vidéo de Camille Verry, oncologue au CHU Grenoble Alpes. Les nanoparticules en radiothérapie.



À REGARDER

→ Radiothérapies. Toute une histoire ! Frise chronologique interactive reprenant les dates clés de l'histoire de la radiothérapie.



18

SCIENCES HUMAINES
ET SOCIALES

MIEUX VIVRE AVEC LE CANCER : L'APPORT DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

En 1998, la Ligue contre le cancer lançait les premiers États généraux des malades du cancer. Pour la première fois en France, des patients prenaient la parole pour dire publiquement comment ils vivaient la maladie et exprimaient leurs attentes en matière de soin. Cet événement révélait l'ampleur des difficultés vécues par les malades, à la fois dans le contexte médical et dans leur quotidien. Il débouchera quelques années plus tard sur la loi consacrant les droits des malades (2002) et le premier plan cancer (2003), qui sera suivi par deux autres en 2009 et 2014.

Vingt ans après cette prise de conscience collective, la recherche en cancérologie a investi l'expérience de la maladie en vue d'en comprendre les enjeux et de mieux soutenir les patients et leur entourage dans cette période difficile. Cette évolution provient pour une large part de la mobilisation des sciences humaines et sociales (SHS) qui se sont structurées sur le sujet, faisant appel à des disciplines aussi diverses que la psychologie, l'anthropologie, la sociologie, l'économie comportementale

ou la géographie. Des programmes de recherche, menés généralement en collaboration avec les équipes soignantes, parfois même au sein des établissements de soin, font aujourd'hui l'objet de financements spécifiques. Ces recherches portent sur des thématiques telles que l'implication du patient dans les choix thérapeutiques, l'impact psychologique des traitements, les inégalités d'accès aux soins ou encore le devenir des anciens malades. 

« La contrepartie d'une plus grande autonomie est une plus grande responsabilisation du patient, lequel peut avoir du mal à gérer seul les effets indésirables du traitement. »

Thibaud Marmorat

Doctorant en psychologie sociale (Université Lumière Lyon 2). Réalise une étude sur le processus d'appropriation des anticancéreux oraux par les patients et les professionnels de santé.



Point commun de ces approches : elles se situent à l'interface entre les patients et le monde médical. Un de leurs objectifs est de faire émerger le ressenti du malade afin d'adapter les parcours de soin à ses attentes. C'est, par exemple, l'objet des travaux menés par Tanguy Leroy, maître de conférences en psychologie sociale à l'Université Lumière Lyon 2 et membre du Groupe de recherche en psychologie sociale, dans le domaine du partage des émotions du patient avec son entourage et les personnels de santé (voir son interview vidéo). C'est aussi l'objet de la thèse menée par un de ses collègues, Thibaud Marmorat, doctorant en psychologie sociale à l'Université Lumière Lyon 2, rattaché au programme *Oncoral* des Hospices civils de Lyon. Ce jeune chercheur s'intéresse à la façon dont les patients et les professionnels de santé s'approprient les anticancéreux administrés par voie orale (ATCO).

Un enjeu important quand on sait que ce mode d'administration pourrait représenter la moitié des modalités de traitement de cancers d'ici à quelques années. A priori, l'atout de ces médicaments est évident. Pour le patient d'abord : ils lui assurent souvent une meilleure qualité de vie en évitant, par exemple, la lourdeur d'une chimiothérapie par voie intraveineuse. Pour les soignants,

ensuite, qui y voient un moyen d'améliorer la prise en charge médicale et de favoriser l'adhésion du patient à son traitement via des programmes d'éducation thérapeutiques.

Mais les ATCO conviennent-ils à tous les patients ? C'est l'une des questions à laquelle l'étude de Thibaud Marmorat permettra peut-être de répondre. « *La contrepartie d'une plus grande autonomie est une plus grande responsabilisation du patient, lequel peut avoir du mal à supporter seul les effets indésirables du traitement*, note le jeune chercheur. *Ce qui peut se traduire par des hospitalisations non programmées, donc plus difficiles à gérer pour les soignants comme pour les soignés.* » À partir de questionnaires, d'entretiens et d'observations portant sur les interactions entre patients et les personnels soignants, Thibaud Marmorat tente d'apporter un éclairage psychosocial sur la façon dont les uns et les autres abordent cette réalité. Côté patient, il s'agira notamment d'identifier les facteurs de risque d'une moindre observance ; côté soignant, de donner des clés aux personnels chargés de l'éducation thérapeutique du patient. L'objectif à terme étant d'améliorer l'efficacité des dispositifs d'accompagnement des patients prenant des ATCO.



« Associer le patient à la décision thérapeutique suppose de lui donner des informations médicales sur les bénéfices et les risques de chaque option »

Nora Moumjid

Économiste de la santé (Université Claude Bernard Lyon 1 et Centre Léon-Bérard). Cherche à révéler les préférences des femmes dans le dépistage du cancer du sein.

Associer plus souvent et mieux le patient aux choix thérapeutiques qui le concernent est l'une des préoccupations de la cancérologie d'aujourd'hui. Mais cette démarche ne va de soi ni pour le patient ni pour le personnel soignant. C'est là où l'économie comportementale apporte un éclairage intéressant. Nora Moumjid, économiste au sein du laboratoire en santé publique HESPER (Université Claude Bernard Lyon 1) et au Centre Léon Bérard, travaille depuis plusieurs années sur la prise de décision partagée. « *L'économie, rappelle-t-elle, ne se résume pas à l'évaluation des coûts. C'est aussi la science des choix, l'analyse des préférences des consommateurs.* » En l'occurrence, ici, des patients, « consommateurs » de soins de santé. Associer le patient à la décision thérapeutique suppose plusieurs conditions. D'abord, qu'on lui propose plusieurs options. Ensuite, que son choix soit éclairé, « *ce qui passe notamment par le transfert d'informations médicales sur les bénéfices et les risques de chaque option.* »

Au pôle sénologie du Centre Léon Bérard, la prise de décision partagée est pratiquée en routine depuis plus de dix ans pour les cancers du sein opérables d'emblée (tumeurs de moins de 3 cm). L'enjeu est de choisir entre une tumorectomie ou une mastectomie, autrement dit entre l'ablation de la tumeur ou celle du sein. Si la patiente souhaite être accompagnée dans son choix, le médecin lui présente chaque option avec ses bénéfices et ses risques, et la fait réagir au fur et à mesure de sa présentation. Chacun fait part de ses préférences faisant apparaître une convergence au fil de l'échange. Ainsi pratiquée, la prise de décision partagée bénéficie aux deux parties, observe Nora Moumjid dans une étude à paraître prochainement.

« *Chez le patient, elle se traduit par une meilleure acceptation de la décision, une amélioration de la relation avec le professionnel de santé ou encore une diminution de l'anxiété* », constate-t-elle. Quant aux praticiens, cela leur demande certes de prendre du temps au début de la prise en charge, mais « *ils n'ont plus l'impression de décider seuls pour les patientes et sont davantage à leur écoute.* »



« **L'originalité de notre approche : faire appel à l'aménagement du territoire et à l'anthropologie pour recueillir des données à la fois objectives et subjectives.** »

Virginie Chasles

Géographe de la santé (Université Jean Moulin Lyon 3). Cherche à déterminer comment la spécificité d'un territoire peut inciter ou non des jeunes atteints de cancers à pratiquer une activité physique.

La recherche des SHS en cancérologie s'intéresse également à l'impact de l'aménagement du territoire sur la maladie, notamment en termes d'incidence de certains types de cancer ou d'accès aux soins. Elle s'appuie pour cela sur des études menées par des géographes. Maître de conférences en géographie à l'Université Jean Moulin Lyon 3, Virginie Chasles coordonne le projet ACT (Activité physique, Cancer, Territoire) qui réalise une analyse des facteurs déterminants de l'activité physique d'adolescents et de jeunes adultes atteints de cancers suivis au centre Léon Bérard. En matière de santé publique, on connaît bien les bénéfices de la pratique d'une activité physique. S'agissant du cancer, on sait ainsi qu'elle contribue à réduire les risques d'incidence, de récurrence et de mortalité. Pour les malades, elle diminue la fatigue et améliore la tolérance aux traitements. Si Virginie Chasles a choisi de focaliser son étude sur les adolescents et les jeunes adultes, c'est parce qu'ils présentent un risque de deuxième cancer plus important que le reste de la population. Favoriser chez eux l'activité physique, c'est donc limiter ce risque.

Le projet qu'elle dirige cherche à identifier comment l'aménagement d'un territoire peut faciliter ou non l'activité physique. Pour cela, elle croise deux approches : celle de l'aménagement de l'espace urbain et celle de l'anthropologie. La première s'intéresse aux déterminants matériels (équipements sportifs, transports en commun, aménagements pédestres et cyclables, densité de population...), la seconde aux déterminants subjectifs (représentations cognitives, attachement au lieu, esthétique des espaces pratiqués, frustration et nuisances sensorielles, épanouissement des sens ...).

Une méthodologie originale a été mise au point pour recueillir de la manière la plus complète possible la perception du sujet effectuant un parcours urbain : elle fait appel à la fois à des entretiens classiques et à des technologies comme la réalité virtuelle, le suivi GPS ou l'enregistrement du mouvement par un accéléromètre. « *L'objectif est de mettre en évidence les variations du ressenti du marcheur en fonction des différents environnements urbains et d'identifier ainsi ce qui peut constituer un frein à l'activité physique* », explique Virginie Chasles. Des informations qui pourraient être utiles aussi aux urbanistes qui travaillent

« **On note une vraie évolution quant à la prise en compte de la qualité de vie du patient après le cancer. Mais les actions sont encore trop morcelées** »

Pr Mauricette Michallet

Hématologue et présidente du conseil scientifique de la Ligue contre le cancer (région Auvergne-Rhône-Alpes).

sur l'aménagement d'espaces favorables à l'activité physique : « *Il ne suffit pas de créer des équipements sportifs*, souligne la géographe, *encore faut-il que les habitants se les approprient.* »

En apportant un éclairage sur l'expérience vécue de la maladie et ses conséquences pour les personnes confrontées au cancer, les SHS révèlent les problématiques vécues par les patients et favorisent la mise en place d'actions dédiées pour mieux les accompagner. C'est ainsi que se sont constituées des communautés de patients voulant devenir acteurs à part entière de leur prise en charge. Preuve de la montée en puissance de cette approche, une « Université des patients » a ouvert ses portes à Paris en 2010, sous l'égide de la fondation de l'Université de la Sorbonne. L'originalité de ce dispositif pédagogique consiste à intégrer des patients-experts issus du monde associatif dans les parcours universitaires diplômants en éducation thérapeutique.

Comment voit-on cette évolution du côté des associations de patients ? Quels progrès ont-ils été accomplis depuis les premiers Etats généraux ? Le Pr Mauricette Michallet, présidente du conseil scientifique de la Ligue contre le cancer pour la région Auvergne-Rhône-Alpes, pointe des avancées notables.



Premièrement, dans le domaine de l'annonce du diagnostic : « *La vérité dite au malade semble entrée dans les usages* », reconnaît-elle, tout en regrettant qu'il n'y ait pas d'études précises sur le sujet. Autre point positif : la prise en compte de la qualité de vie du patient après le cancer. « *On note une vraie prise de conscience à ce sujet*, constate le Pr Michallet, *mais les actions sont encore trop morcelées. Les uns s'occupent d'activité physique adaptée, les autres de l'état psychique, de la nutrition ou de la douleur. On a besoin de proposer une approche globale au patient.* »

Le suivi des patients après leur prise en charge permet de réaliser le chemin qu'il reste à parcourir pour mieux accompagner les patients en rémission. Nombreux sont ceux, par exemple, qui continuent à éprouver des douleurs, mais préfèrent ne pas en parler à leur médecin. « *On a tendance à minimiser ce symptôme, parce que tout va bien sur le plan de la cancérologie* », explique le Pr Michallet. Le constat est le même pour l'anxiété et la dépression. « *Mais a-t-on les moyens de tout prendre en charge ?* » s'interroge-t-elle. La question se pose effectivement compte tenu du nombre croissant de « survivants » du cancer et des besoins importants qui émergent durant et après la maladie. Sans occulter le coût des thérapies, qui pèse de plus en plus lourdement sur les finances de la sécurité sociale. ➔



► Pour Marc Billaud, coordinateur du département SHS au Centre Léon Bérard, la question du coût des thérapies représente « un enjeu politico-économique majeur pour les patients, car il met en tension le système de remboursement ». Dans ce contexte, la mobilisation des patients à travers les associations est essentielle. « Il y a un travail de réflexion à mener avec les associations de patients dont certaines sont déjà engagées sur ce sujet, poursuit-il, pour voir comment elles peuvent se saisir de ces questions en ayant tous les arguments en main afin de peser sur les décisions. » A la manière des associations de malades du sida qui se sont fortement mobilisées pour avoir accès aux trithérapies à un coût accessible.

Les SHS permettent enfin de répondre à un besoin essentiel : l'évaluation des pratiques et des dispositifs mis en œuvre. Une étude a, par exemple, été réalisée au Centre Léon Bérard pour révéler les préférences des

« La question du coût des thérapies représente un enjeu politico-économique majeur pour les patients, car il met en tension le système de remboursement »

Marc Billaud

Coordinateur du département SHS au Centre Léon Bérard.

patients face aux trois options de prise en charge : au domicile, en maison de santé pluridisciplinaire et à l'hôpital. « On s'est alors rendu compte que l'option domicile n'était pas toujours celle préférée par les patients », résume Nora Moumjid, qui a supervisé l'étude. En effet, lorsque la prise en charge est lourde, les patients préfèrent l'environnement rassurant de l'hôpital et ne pas être seuls chez eux ou à la charge de leurs proches.

De l'importance d'être à l'écoute. A quel point les sciences humaines et sociales participent-elles aujourd'hui à la réflexion sur l'amélioration des parcours de soin en cancérologie ? Même si l'on constate une nette évolution en vingt ans, la structuration et la reconnaissance des SHS en cancérologie reste à améliorer. « Il faut que les recherches réalisées dans ce domaine sortent du monde académique et soient accessibles au monde scientifique et médical », souligne Marc Billaud.

« Les SHS s'appuient sur l'expertise, parfois très avancée, de certains patients et leur capacité de mobilisation pour améliorer les parcours de soin. »

Arnaud Simeone

Maître de conférences en sciences de l'éducation et membre du GRePS (Groupe de Recherche en Psychologie Sociale - Université Lumière Lyon 2)

Les chercheurs en SHS doivent prendre en compte le pragmatisme des sciences de la santé : « Celles-ci s'intéressent à nos travaux s'ils leur apportent quelque chose ! », renchérit Arnaud Simeone. Par ailleurs, le soutien financier aux projets SHS reste faible par rapport à ce qui est accordé à d'autres champs de la recherche en cancérologie. Et les connaissances produites sur l'expérience de la maladie peinent à peser sur l'organisation et le déroulement des parcours de soins, où la priorité absolue reste la survie et la guérison des patients. Valoriser davantage leurs perceptions, leurs ressentis et leurs attentes devrait permettre de mieux les prendre en considération.

POUR ALLER + LOIN :
popsciences.universite-lyon.fr/le_mag



À ÉCOUTER

→ Interview vidéo de Tanguy Leroy, maître de conférences en psychologie sociale à l'Université Lumière Lyon 2 et membre du Groupe de recherche en psychologie sociale (GRePS). Il revient sur les notions de partage des émotions du patient avec son entourage et les personnels de santé.



Une enquête réalisée par Yohan Fayet, docteur en géographie et aménagement et chercheur assistant au Centre Léon Bérard, il coordonne le projet Igéas (Inégalités géographiques d'accès à l'expertise en cancérologie) et Benoit de La Fonchais (Oxymore Conseil).
 © Crédits photos : Visée.A

26

PROJET VIK-E

VIK-E. UN ROBOT DE TÉLÉPRÉSENCE POUR LES ENFANTS À L'HÔPITAL

Lorsqu'ils doivent subir une hospitalisation de longue durée, les enfants atteints de cancer sont privés de la présence de leurs parents, de leurs frères et sœurs, de leurs amis. Le projet VIK-e, via un robot de téléprésence, permet de maintenir ce lien. Va-t-on vers une meilleure acceptation des traitements ?

Depuis deux ans, de jeunes patients de l'Institut d'hématologie et d'oncologie pédiatrique (IHOpe), à Lyon, peuvent bénéficier de robots de téléprésence pour rester en contact avec leur famille et leurs amis dans le cadre d'un projet-pilote nommé VIK-e.

Vik-e : un projet né de la synergie entre médecins, soignants, patients et familles

Parce que la prise en charge des cancers de l'enfant est très particulière, il existe à Lyon une structure, l'Institut d'hématologie et d'oncologie pédiatrique (IHOpe), qui

accueille les patients âgés de 0 à 25 ans. Cet établissement est un regroupement sanitaire entre le Centre Léon Bérard et les Hospices Civils de Lyon, où les jeunes patients atteints de cancers ou de maladies du sang (bénignes ou malignes) bénéficient d'une prise en charge optimale. Dans certains cas, notamment si une greffe est nécessaire à leur guérison, les patients doivent suivre un traitement qui supprime leur système immunitaire, les obligeant à être hospitalisés dans des chambres protégées afin d'éviter toute infection. Par mesure de précaution, pendant toute la durée de l'hospitalisation, seuls deux membres de la famille ont l'autorisation d'entrer dans leur chambre. ➔

» Faire en sorte que l'enfant malade continue de vivre sa vie sans perdre ses repères, que sa douleur (morale et physique) soit prise en charge, que sa famille soit accompagnée et que la recherche en oncopédiatrie avance, tels sont les 4 piliers fondateurs de l'Association Philanthropique de Parents d'Enfants atteints de Leucémie ou autres cancers (APPEL), présidée par Rose Fromont. Depuis 2016, grâce au soutien de cette association et de la société Bristol-Myers Squibb, des robots de téléprésence de la société Awabot sont proposés aux patients isolés par le biais du Dispositif Adolescents Jeunes Adultes Atteints de Cancer (DAJAC), coordonné par Marion Beaufront. Ce dispositif accompagne les jeunes patients en leur proposant du soutien et des activités. Le principe est simple : un robot est placé dans un des lieux de vie de l'enfant, à la maison, à l'école voire même sur des lieux d'événements. Il est piloté par l'enfant depuis sa chambre grâce à un ordinateur portable doté d'une caméra via une connexion Wifi ou 4G.

Ce projet pilote, nommé VIK-e (Victory in Innovation for Kids-electronic), est unique en France. Coordonné par le Dr Perrine Marec-Bérard, oncopédiatre, il a fait l'objet d'une étude sociologique et psychologique pendant deux ans afin d'évaluer la pertinence du dispositif et de sa généralisation. Au total, 17 jeunes patients et leurs familles, ainsi que des médecins, infirmiers et auxiliaires de puériculture ont participé à l'étude.

Un psychologue s'est entretenu avec les familles et les jeunes patients d'abord au 15^e jour de la mise en place de VIK-e et après le retour à domicile du jeune patient. En parallèle, une philosophe a reçu en entretien les personnels soignants à deux reprises : avant la mise en place des robots et 21 jours plus tard.

Pour les patients : simple connexion ou lien réel ?

Comment les jeunes patients ont-ils vécu cette expérience ? Voici les enseignements que tire Tanguy Leprince, psychologue du DAJAC, qui a suivi huit filles et neuf garçons âgés de 8 à 23 ans pendant deux ans.

Pour lui, le plus gros avantage pour les jeunes patients est de pouvoir continuer à participer à des moments importants de la vie familiale. Certes, il existe d'autres moyens de vidéo-communication comme Skype ou Facetime, mais ils n'offrent pas la possibilité de « se déplacer », bien que virtuellement, et d'interagir avec les autres. Le dispositif a permis aux jeunes de conserver un lien privilégié avec leur famille, notamment avec leur fratrie grâce à des sessions de jeux. L'impact psychologique observé est positif et s'accompagne d'une amélioration de leur bien-être pendant leur séjour. S'agissant d'une amélioration de l'efficacité du traitement, il est prématuré de conclure, compte tenu du faible nombre d'enfants participant à l'expérience.

L'étude révèle aussi certains freins. Pour ces jeunes hospitalisés, l'isolement peut se révéler compliqué et générer des frustrations lorsqu'ils se retrouvent face à ce dont ils sont privés. Par ailleurs, certains patients se sont peu connectés, soit parce qu'ils étaient trop affaiblis, soit en raison de problèmes de connexion de réseau. « *Les évènements inattendus sont d'autant plus difficiles à vivre pour ces jeunes patients que leur vie est rythmée par des traitements et soins souvent lourds, souligne Tanguy Leprince. Pour eux, chaque imprévu entraîne un stress et une frustration importante.* »

La seconde série d'entretiens, au retour à domicile, n'a pas généré de réponses différentes de celles obtenues initialement. Seule différence : les jeunes patients exprimaient davantage leur ressenti et apportaient des retours plus nuancés sur le dispositif. Un seul a déclaré qu'il ne reprendrait pas de robot s'il lui était proposé à nouveau, car la frustration avait été trop grande.

Globalement, il a semblé que, quel que soit l'âge des patients, c'était surtout la personnalité et l'expérience vécue de la maladie qui influençaient ou non l'utilisation du robot.



« Cet outil convient à des patients désireux de communication, mais ne rendra pas nécessairement un enfant non communiquant plus communicant. »

Tanguy Leprince

Psychologue clinicien au Centre Léon Bérard

Pour les familles : un lien qui rassure les parents

Pour les familles, le bénéfice apporté par l'usage du robot est clair : le maintien du lien familial dans sa globalité. Le robot de téléprésence rassure aussi bien le parent à la maison, en lui permettant de voir l'état physique et moral de son enfant, que le parent hospitalisé, qui peut garder contact avec le reste de la famille.

La majorité des parents ont perçu le robot comme bénéfique pour le moral de l'enfant, en lui permettant de rompre l'isolement et de se distraire. Comme pour les enfants hospitalisés, les familles préfèrent le robot aux autres moyens de communication aujourd'hui disponibles. Néanmoins, quelques difficultés ont été évoquées : à la fois l'inquiétude des parents lorsque l'enfant n'initie pas la connexion, mais aussi la déception et l'incompréhension des plus jeunes de la fratrie lorsqu'il se connecte peu. Les parents s'interrogeaient également sur le risque de frustration ressenti par l'enfant qui réalise ce dont il est privé, ou la difficulté du retour à l'isolement une fois la communication terminée.

On note aussi que le dispositif, prévu pour que les enfants aient l'initiative de l'appel, avait souvent été détourné par les parents (suggestion d'appel ou appel par un parent présent dans la chambre). Certains parents ont eu le sentiment a posteriori d'avoir ainsi imposé la communication à leur enfant. Malgré ces critiques, les familles ont estimé que les bénéfices l'emportaient sur ces difficultés. [👉 suite p.32](#)

30 LA TÉLÉPRÉSENCE POUR MAINTENIR LE LIEN FAMILIAL

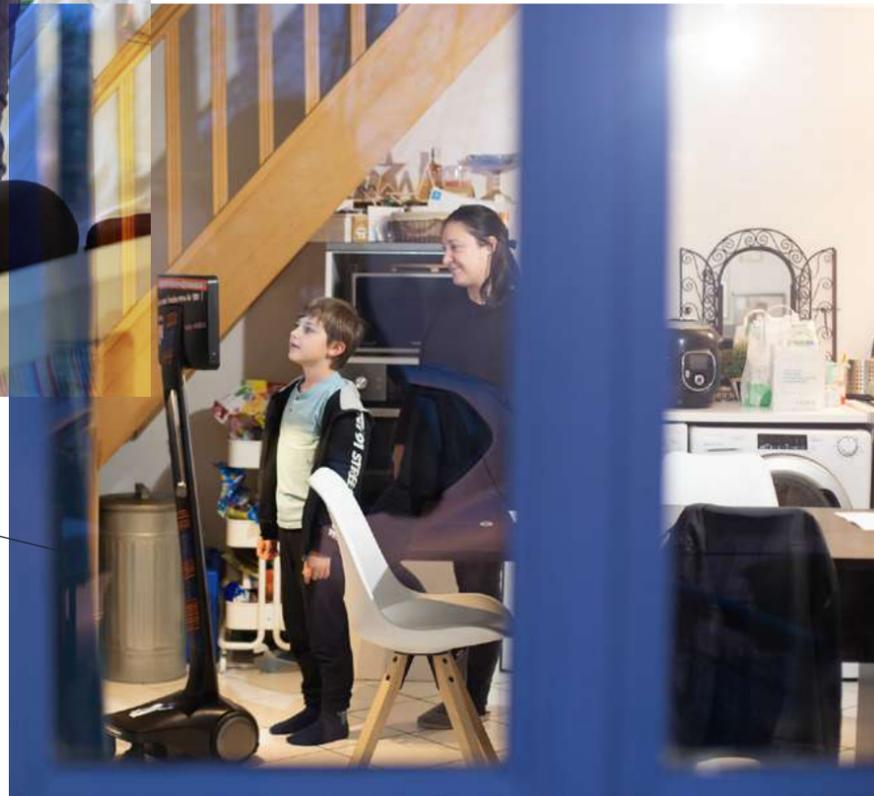
Depuis sa chambre protégée à l'IHOpe de Lyon (Institut d'Hématologie et d'Oncologie Pédiatrique) et grâce au robot VIK-e, Lily-Jane pilote le robot qui se trouve au domicile de sa maman.



Lily-Jane
Une ouverture sur l'extérieur qui lui permet de partager des moments en famille.

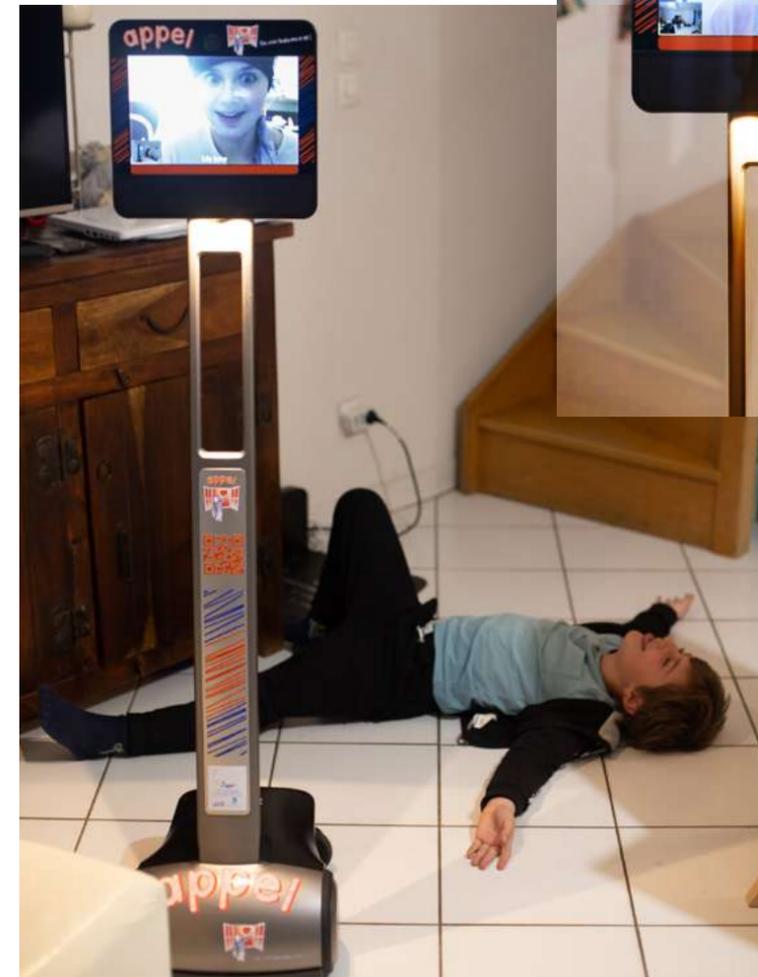


De taille humaine, le robot rend les communications moins formelles qu'avec un ordinateur et permet au patient de se déplacer de façon autonome.



Le soir, Lily-Jane peut discuter avec sa maman pendant qu'elle prépare le repas.

Au retour de l'école, son frère peut la retrouver pour des sessions de jeux.



Rester en lien avec sa famille, un moyen de mieux vivre son isolement.



Pour l'équipe soignante du service protégé de l'IHOPE, cette ouverture sur le cadre familial permet d'engager des conversations non liées au soin avec les jeunes patients.

Pour les soignants : une fenêtre sur l'univers du patient

L'évaluation du dispositif par les personnels soignants a été confiée au Dr Julie Henry, maître de conférences en philosophie à l'École normale supérieure de Lyon et spécialisée dans l'éthique des pratiques de soins. De par leur relation étroite et privilégiée avec les jeunes patients, l'impact de la présence des robots est essentiel à cerner dans la prise en charge et la gestion des soins.

Avant l'arrivée des robots, certains soignants comprenaient que ce dispositif pouvait être bénéfique pour les patients, mais ne voyaient pas en quoi il pouvait leur être aussi profitable. Ils avaient également manifesté leurs craintes concernant une potentielle perturbation des soins due à la mise en place du dispositif.

Comme pour les patients et leur famille, le robot a globalement été reçu de manière positive par les soignants bien qu'il leur ait été difficile d'évaluer leur propre ressenti concernant ce dispositif non lié directement

aux soins. L'ouverture de la chambre du patient sur l'extérieur leur a permis de rencontrer la famille des jeunes patients et de mieux connaître leur cadre de vie.

En revanche, le cas d'une patiente présentant une défaillance physique alors qu'elle était connectée avec sa famille a complexifié sa prise en charge. La soignante a alors dû s'occuper de l'état de la patiente tout en gérant les parents connectés.

Finalement, les soignants ont proposé quelques recommandations. Il semble nécessaire de ne pas faire la mise en place du dispositif dès l'arrivée des patients, mais plutôt après un temps d'adaptation, afin d'avoir le temps d'établir une relation de confiance. Les enjeux du secret médical, de la confidentialité des données personnelles et de l'intimité des soins semblent essentiels à prendre en compte lors de la mise en place d'un tel dispositif dans la chambre du patient, qui peut être perçu comme intrusif.

Quel avenir pour Vik-E ?

Les avantages de VIK-e dans les parcours de soins semblent pour le moment supérieurs aux inconvénients. Cependant, les chercheurs en charge du projet insistent sur la nécessité du suivi psychologique du patient et de sa famille lors de l'utilisation de ces robots ainsi que l'importance de ne pas substituer cet outil à la présence physique des parents.

Les résultats de cette première étude penchent vers l'élargissement de l'utilisation de ces robots à d'autres centres et aux patients plus âgés. Une extension du projet VIK-e va d'ailleurs être mise en place au

Centre Léon Bérard et dans d'autres centres hospitaliers. Pour ce deuxième projet, les robots seront cette fois mis à disposition d'adultes, parents de jeunes enfants. Une patiente du Centre Léon Bérard ayant deux jeunes enfants a déjà pu bénéficier de cet outil, et les retours ont été extrêmement positifs. Grâce au robot de téléprésence, elle réveillait ses enfants, leurs lisait des histoires et traitait même le linge en compagnie de sa famille.

Lila Gilis, hématologue au Centre Léon Bérard conclue : « ce projet nous permettra d'évaluer l'impact direct de la présence du robot sur les patients et leur famille, ainsi que d'évaluer le maintien de la parentalité du patient. »

Une enquête réalisée par Margot Thirion actuellement doctorante au Centre de Recherche en Cancérologie de Lyon ; Camille Léonce, Docteure en Pharmacie, Doctorante au Laboratoire de recherche translationnelle du Centre de Recherche en Cancérologie de Lyon et Mirela Diana Ilie, endocrinologue et diplômée du de Master « Biologie du cancer » de l'Université Claude Bernard Lyon 1. Avec le soutien de Patricia Lamy (Pop'Sciences – Université de Lyon). © Crédits photos : Visée.A

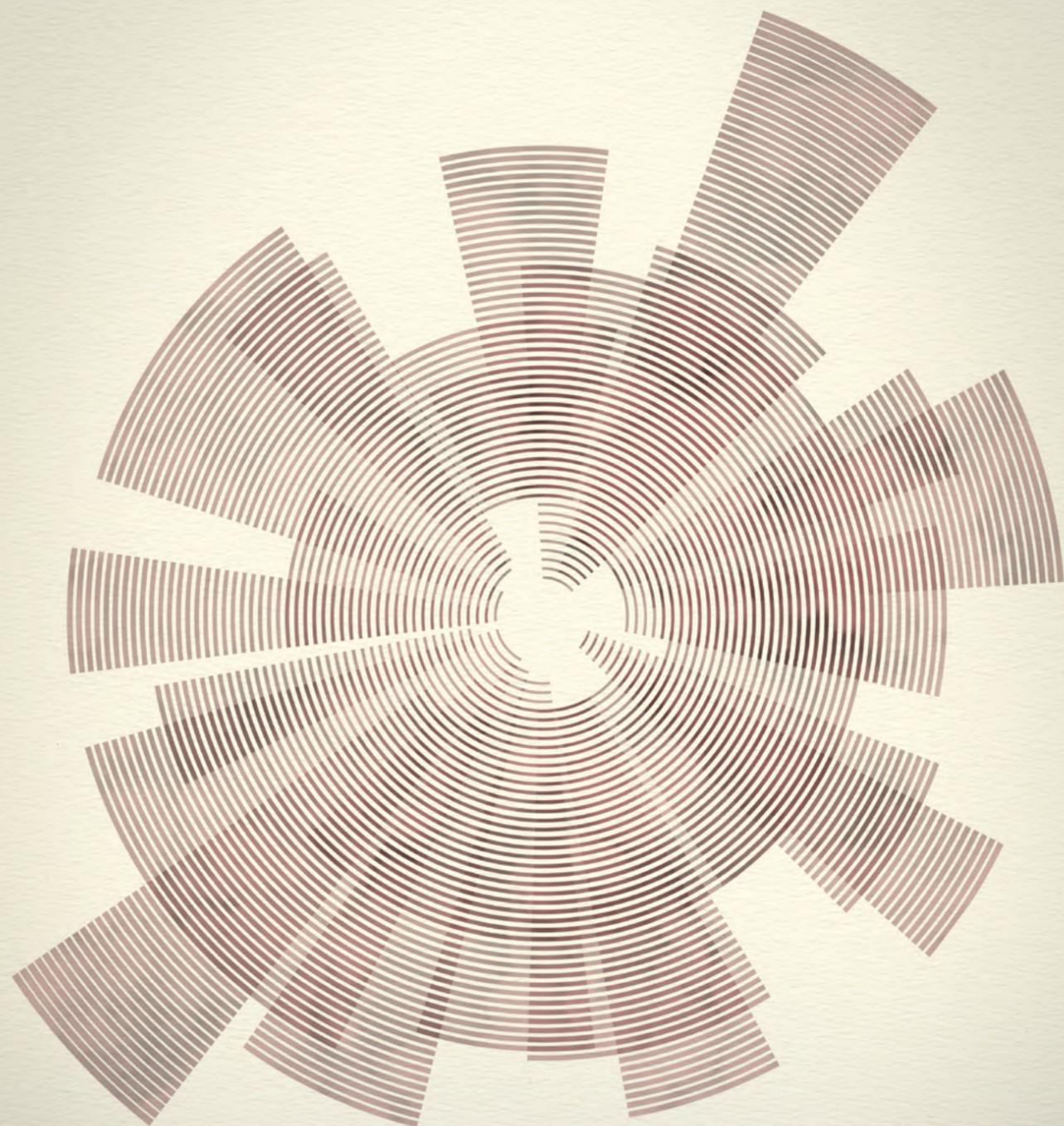
Nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont aidé dans l'élaboration de cet article ainsi que les personnes qui nous ont reçu et parlé de ce beau projet : Mme Marion Beaufront, coordinatrice du DAJAC; Dr Perrine Marec Bérard, oncopédiatre de l'IHOPE, responsable du programme Vik-e ; Mme Rose Fromont, présidente de l'association APPEL ; Dr Julie Henry, Docteur en philosophie à l'ENS ; Tanguy Leprince, psychologue du DAJAC ; Dr Lilas Gilis, hématologue au CLB ; Marine Leborgne & Jérémie Koessler (société Awabot); l'équipe soignante de l'IHOPE; la fondation OL, et bien sûr les patients et leurs familles.

POUR ALLER + LOIN :
popsciences.universite-lyon.fr/le_mag



À ÉCOUTER

→ Interview vidéo croisée de Perrine Marec Bérard, oncopédiatre de l'IHOPE, responsable du programme Vik-e, Rose Fromont, présidente de l'association APPEL et de Julie Henry, Docteur en philosophie à l'ENS de Lyon.



34

INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE BOULEVERSE LE DIAGNOSTIC EN CANCÉROLOGIE

Impliquer, dans un processus de soin, une intelligence artificielle capable de prendre des décisions là où habituellement l'humain était nécessaire soulève des questionnements éthiques. Notamment à propos de la confidentialité des dossiers médicaux, de la protection des données, ou encore concernant l'appréhension des risques qu'ont des citoyens à propos de leur santé future.

Interview de Philippe Saltel, philosophe, spécialiste du soin et des relations patients-médecins à l'Université Grenoble Alpes

À quel point le diagnostic d'une IA peut-il se supplanter à celui du médecin ?

Philippe Saltel : L'IA s'avère être une aide précieuse au diagnostic, elle permet de traiter des milliers de données en même temps, elle donne également une meilleure probabilité de bons diagnostics. A l'heure actuelle, certaines intelligences artificielles sont à même de détecter des cellules précancéreuses au niveau du col de l'utérus dans 91% des cas, alors que le taux de détection des examens de routine est de 71%, d'après le Journal of National Cancer Institute. C'est une aide précieuse. Pour autant, cette technologie doit venir en complément des techniques actuelles d'analyse et de recherche. Aussi, l'IA ne se substituera jamais au diagnostic du médecin qui aura toujours un rôle à jouer dans l'interprétation des données issues de l'IA. 



› Selon vous, quels sont les problèmes éthiques que la médecine doit résoudre, au moment où l'IA fait irruption dans tous les processus de soin ?

Il y a deux problèmes éthiques liés à l'utilisation de l'IA. Le premier est celui de la confidentialité. Le patient n'est pas l'unique propriétaire de ses données médicales, d'autres personnes du corps médical y ont accès. Il nous faut trouver un moyen de sécuriser les données, notamment à l'hôpital, où il a pu arriver que l'ensemble du corps hospitalier puisse accéder à tous les dossiers. Selon moi, la réduction d'accès à ces données est une obligation absolue, d'autant plus que les risques d'imprudence des patients sont aussi à prendre en considération. En effet, les assurances pourraient, par exemple, proposer à leurs clients de s'adresser à un médecin. « en ligne » agréé par la compagnie.

« **L'intelligence artificielle a une véritable place à prendre dans la recherche en oncologie et dans les parcours de soin.** »

Ainsi elle aurait accès à ses données médicales et pourrait moduler ses services selon la santé du client.

Avant que l'IA ne fasse totalement irruption dans les processus de santé, il est important de contrôler les accès aux dossiers et de les protéger.

Le deuxième problème éthique que l'on peut rencontrer revêt une dimension sociétale. Avec l'IA et les informations qu'elle peut fournir, la société peut prendre ce que j'appelle des « précautions maximales exagérées ». J'en veux pour exemple le fait que l'IA permette déjà de calculer très précocement la probabilité, pour n'importe quelle femme, de développer un cancer du sein. Il faut poser des garde-fous à ce type d'information sensible et ne pas libéraliser totalement le recours à ce type de test de prédisposition, sans quoi je pense que nous tomberions dans une paranoïa collective. Dans ce cas de nombreuses femmes pourraient choisir de subir une mastectomie dite préventive. La vie c'est aussi prendre des risques !

Comment envisagez-vous l'avenir du métier de médecin dans ce contexte ?

Le métier de médecin est voué à évoluer ; je suis convaincu qu'il lui faudra développer une dimension de conseiller, ou d'inscrire plus encore qu'aujourd'hui le patient dans une démarche d'éducation thérapeutique. Le médecin sera en partenariat avec ses patients, surtout le médecin de famille. Ces médecins de famille qui sont au plus proche des patients, qui les suivent sur le long terme, auront un rôle d'éducation et de

suivi personnalisé des patients. Ce suivi sera différent de ce qui se fait à l'heure actuelle. À la suite d'un diagnostic donné par l'IA, le médecin pourra adapter son traitement ou son conseil pour améliorer, freiner ou éviter la maladie.

L'intelligence artificielle a en ce sens un attribut très positif. Elle permettra de connaître très précisément l'efficacité d'un traitement anti-cancéreux, comme par exemple l'immunothérapie qui n'a pas la même efficacité selon le type de cancer et selon les patients. Le médecin pourra alors plus aisément ajuster et personnaliser le traitement. Son travail s'effectuera avec davantage de certitudes, ce qui engendrera un gain de temps bénéfique à l'amélioration de sa relation avec ses patients.

L'IA peut d'ores et déjà indiquer des probabilités de contracter des maladies, dont certains cancers. Selon-vous à quel point doit-on ouvrir l'accès à ces informations sensibles ?

La relation médecin – patient repose sur deux principes, en premier la bienfaisance, servir la guérison, et en second l'autonomie des patients. C'est ce deuxième point qui pose parfois problème ; il faut donner les

informations aux patients qui n'ont pas toujours les connaissances médicales qui leur permettent de comprendre. Cependant, le médecin se doit d'informer ses patients ! Il est intéressant d'inciter à la prévention, via un traitement ou un changement de vie qui permettrait d'éviter une maladie potentielle. Le médecin doit considérer le rapport risques/bénéfices avant d'en parler à son patient et tenir compte de l'aspect psychique de celui-ci.

Grâce à l'intelligence artificielle, certaines maladies peuvent être détectées tôt, le médecin peut s'adapter et prescrire des check-up plus tôt et plus réguliers. **La conséquence est que la communication médecin-patients sera facilitée !** Je souhaite ajouter que **l'IA doit rester bienfaisante** : pour l'instant cette technologie a une certaine fragilité, il faut donc protéger les données. Avec les données numériques, le respect de la confidentialité est une exigence nouvelle, qui a une dimension éthique chez les soignants et une dimension technique pour l'institution publique hospitalière. Cela étant, on peut attendre du développement de l'IA beaucoup de progrès médicaux et des modifications, surtout positive, du travail médical.

POUR ALLER + LOIN :
popsciences.universite-lyon.fr/le_mag



À ÉCOUTER

→ Interview vidéo de Pierre-Étienne Heudel, Médecin oncologue au Centre Léon Bérard (Lyon). Il est à l'initiative du déploiement de l'IA dans son établissement. Il revient sur les enjeux et les limites de son déploiement pour les années à venir.

LES PROUESSES DE L'IA POUR MIEUX COMPRENDRE LE MÉSOTHÉLIOME

Si de nombreuses grandes découvertes scientifiques ont été le fruit de hasards, de concours de circonstances fortuits ou plus largement d'effets de « sérendipité », alors la rencontre inattendue entre le Pr Galateau Sallé et la société Owkin est très prometteuse pour la recherche en oncologie.

Dans le cadre du programme national de surveillance des mésothéliomes (une forme agressive et rare de cancer qui atteint les membranes protégeant certains organes internes comme la plèvre qui entoure les poumons), des prélèvements de tissus de patients suspectés d'être atteints sont envoyés tous les jours au Centre de Lutte Contre de Cancer de Lyon, aux équipes du Pr Françoise Galateau Sallé. Les données générées par l'analyse de ces prélèvements sont enregistrées, pour chaque patient, sur une base de données créée en 1998, nommée MESObank. Caractéristiques démographiques, contextes cliniques, symptômes d'exposition et d'évolution de la maladie, traitements préalables, numérisations des lames ... Chaque dossier est constitué d'environ 200 items et ce sont plus de 23000 cas-patients qui sont actuellement enregistrés. Pour s'assurer du meilleur diagnostic possible, une procédure standardisée est actuellement mise en place à l'échelle internationale. Elle nécessite que trois experts qui ne connaissent pas le contexte d'exposition ni le contexte clinique, observent ces prélèvements et – appuyés par des examens complémentaires – posent indépendamment leur diagnostic. Si les trois avis concordent, le diagnostic

de mésothéliome est alors confirmé. En revanche, si ceux-ci ne concordent pas, les cas sont réétudiés durant des réunions de « consensus mensuels » au cours desquelles tous les experts se réunissent et discutent de chaque cas en prenant en compte le contexte clinique.

Un cancer rare au cœur des préoccupations de la recherche mondiale en oncologie

Le mésothéliome est une forme très virulente de cancer qui provoque le décès de plus de 1000 personnes par an. Cette maladie encore trop peu maîtrisée est régulièrement au cœur de l'actualité, notamment depuis qu'une corrélation a été établie entre son développement et une exposition à l'amiante. Son caractère très agressif est dû à une faible réponse aux traitements dits conventionnels, en particulier à la chimiothérapie et au fait que le mésothéliome soit difficile à diagnostiquer. Certaines formes de mésothéliomes sont associées à un pronostic de survie dramatique, parfois d'à peine 6 mois après le diagnostic, ce qui peut rendre les interventions chirurgicales inutiles. Aujourd'hui, l'enjeu

majeur des médecins et chercheurs est de déterminer le plus précisément possible le type de mésothéliome qu'un patient déclare, puisque cette classification déterminera son pronostic vital et le processus de soin qui conviendra le mieux. Ce n'est pas chose facile, **les études entre experts démontrent encore aujourd'hui la difficulté à comprendre et classer ce cancer.**

L'une d'entre elles, réalisée à l'échelle mondiale, a rassemblé les plus grands experts du mésothéliome autour de cas-patients dont le diagnostic n'était pas évident. Pour à peine la moitié des cas, ces experts ont réussi à se mettre d'accord sur la classification, le diagnostic et l'évolution des tumeurs.

En 1998, un centre national référent a été créé à l'initiative de l'institut de veille sanitaire pour certifier le diagnostic de cette pathologie. Aussi, le mésothéliome est depuis 2012 une maladie à déclaration obligatoire, c'est-à-dire que tout nouveau cas doit être notifié par le médecin à l'Agence Régionale de Santé (ARS). Cette obligation, ainsi que l'initiative du centre référent, résultent d'une considération accrue des autorités sanitaires et de la recherche médicale face à la multiplication des cas de « cancers de l'amiante » et sa difficile compréhension.

L'enjeu est donc de taille et la collaboration entre l'équipe du Pr Françoise Galateau Sallé au Centre Léon Bérard à Lyon et la société Owkin* promet d'y apporter des solutions.

Depuis novembre 2017, leur objectif est de développer à partir de données numérisées, une IA permettant de mieux classer les types

de mésothéliomes et ainsi mieux **prédire le pronostic des patients**. Les équipes d'anatomopathologistes du Centre Léon Bérard ont sélectionné 66 cas-patients dont les classifications par le groupe mondial d'experts n'avaient pas été concordantes. La société Owkin qui met en place la conception d'intelligences artificielles spécialisées dans les sujets de santé, a ensuite développé un algorithme capable de déterminer et de classer les formes histologiques de mésothéliomes en se basant sur les échantillons numérisés de ces patients. Pierre Courtiol, Data Scientist de la start-up, nous explique qu'ils ont « entraîné » un algorithme nommé MESOnet à chercher le lien entre les images (les formes histologiques) de ces échantillons détenus par le laboratoire et la survie des patients. Ensuite, il a fallu comprendre les formes histologiques détectées par l'algorithme pour finalement permettre de classer les analyses. Tout cela a nécessité un volume important de données à traiter et analyser. Ce sont près de 16 000 lames qui ont finalement été scannées pour entraîner l'algorithme.

La force de la collaboration entre l'équipe du Pr Galateau Sallé et Owkin est d'utiliser ces données sans jamais les faire sortir de la MESObank et de l'hôpital où elles sont stockées. Pour ce faire, les équipes ont mis en place un système très sécurisé pour garantir la protection des données médicales. La société a ainsi mis en place au sein du Centre Léon Bérard un serveur qui analyse les images de lames directement sur place. Ainsi, les données brutes ne quittent-elles pas l'hôpital. [📌 suite p.42](#)

Centre de lutte contre le cancer de Lyon et de Rhône-Alpes, le Centre Léon Bérard est un hôpital spécialisé en cancérologie. Il dispose en ce sens d'un département de biopathologie qui analyse les pathologies au niveau cellulaire ou moléculaire.

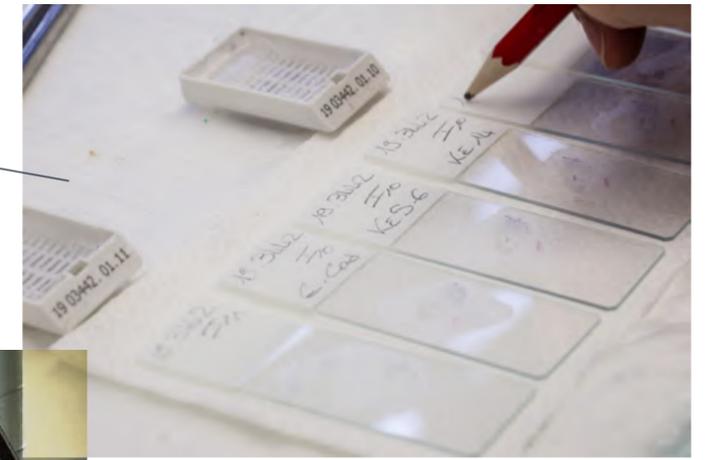
Les équipes de chercheurs et de médecins pathologistes reçoivent des échantillons de tumeurs prélevés au cours d'une intervention chirurgicale effectuée au sein du centre.



L'équipe du Pr. Galateau-Sallé réalise des analyses qui permettent d'établir un pré-diagnostic de mésothéliome pour des patients suspectés d'avoir développé la maladie.

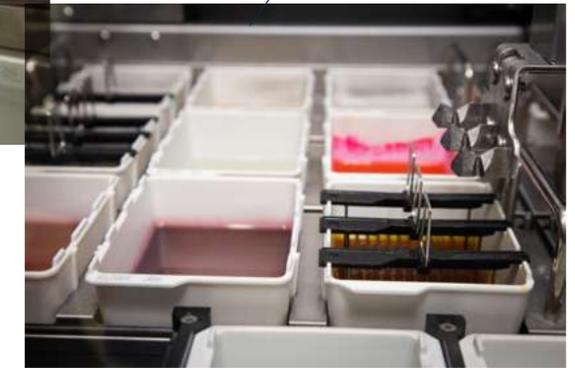


Avant de passer les échantillons par la case "intelligence artificielle" toute une équipe met en place des techniques d'analyse qui permettent de mettre en évidence les formes histologiques de mésothéliomes.

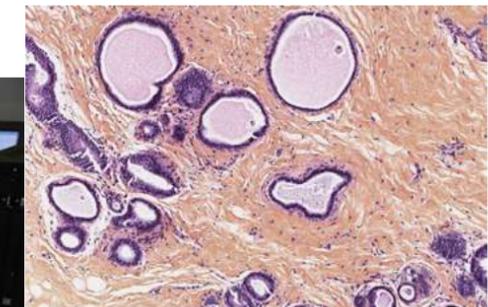
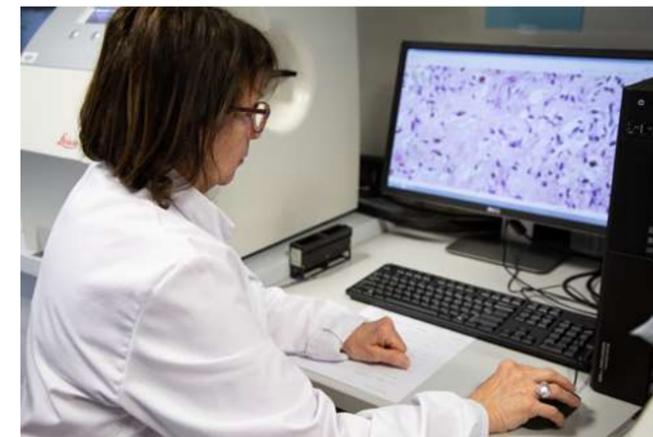


La coloration HES (hématoxyline éosine safran) permet de mettre en exergue certaines fibres. Elle accélère et facilite la lecture des lames histologiques.

Ces premières analyses vont fournir au médecin des premières informations lui permettant d'établir un diagnostic. Si le pronostic tumoral et l'identification des marqueurs spécifiques au mésothéliome ne sont pas "évidents", le programme d'intelligence artificielle permettra d'éclairer les résultats.



Une fois identifiés et analysés, les échantillons sont classés et enregistrés numériquement sur la MESObank.



Là où 14 experts étaient nécessaires pour classifier la forme histologique avec une concordance dans une minorité de cas, l'outil développé avec Owkin a réussi à diagnostiquer les cas de mésothéliomes avec précision de 96% en se basant seulement sur la coloration HES.

› L'IA une révolution pour la biopathologie

Malgré le grand développement actuel de l'intelligence artificielle, le Pr Galateau Sallé avoue :



« **Au départ j'étais très sceptique quant au succès de l'algorithme d'Owkin.** »

Françoise GALATEAU SALLÉ

Anatomopathologiste au Centre Léon Bérard de Lyon

Pourtant, là où 14 experts étaient nécessaires pour classer la forme histologique avec une concordance dans une minorité de cas, l'outil développé avec Owkin a réussi à diagnostiquer les cas de mésothéliomes avec **une précision de 96%** en se basant seulement sur la coloration HES (Hématoxyline Eosine Safran, qui permet de mettre en exergue certaines fibres. Elle accélère et facilite la lecture des lames histologiques). Ensuite, les équipes ont même réussi à associer certaines structures à des survies particulières (données qui seront publiées prochainement dans la revue Nature).

L'IA permet ici d'aider les médecins à poser un diagnostic en analysant une grande quantité de données tout en respectant la protection des données personnelles.

Elle permet également d'accélérer le processus de diagnostic car sur des cas très particuliers. Il n'est alors plus nécessaire d'attendre le diagnostic des trois experts indépendants et la réunion de consensus. Le pathologiste n'a plus qu'à vérifier et confirmer le diagnostic posé par l'IA. Si le réseau venait à s'étendre et que d'autres données relatives au mésothéliome étaient conservées dans d'autres hôpitaux, la société serait capable de mettre en place une technique innovante appelée federated learning. Cette technologie permettra à l'algorithme de se déplacer d'un hôpital à un autre pour analyser et faire son apprentissage sur d'autres ensembles de données de patients, tout en permettant aux laboratoires de les conserver et de les sécuriser.

La maladie est de mieux en mieux cernée

Le parcours de soin dans sa globalité ne sera pas impacté par l'irruption de l'IA dans le diagnostic, mais elle sera intégrée comme outils d'aide pour les médecins. Avec des diagnostics plus fiables, plus précis et de meilleures prédictions quant à la survie des patients atteints de mésothéliome, l'IA permettra aux médecins de décider plus sereinement d'un traitement et d'un parcours de soin adapté. Françoise Galateau-Sallé l'affirme « *le médecin pathologiste aura toujours le dernier mot* ». L'IA pourra lui venir en aide (ou l'assister) particulièrement pour la détection de formes complexes mais il devra obligatoirement vérifier le diagnostic posé avant de le confirmer.

Une enquête réalisée par Margaux Poussard, désormais doctorante à l'EFS Besançon au sein de l'équipe INSERM 1098 RIGHT et Alexandra Derrien désormais chargée de recherche à l'Université d'Edimbourg, toutes deux diplômées du Master de biotechnologies, mention « Thérapie Cellulaire et Génique et Ingénierie Tissulaire » à l'Université Grenoble Alpes. Avec le soutien de Samuel Belaud (Pop'Sciences – Université de Lyon).
© Crédits photos : Visée.A

OURS

DIRECTION DE LA PUBLICATION : **Stéphane Martinot**, Administrateur provisoire de la COMUE Université de Lyon
DIRECTION DE LA RÉDACTION : **Florence Belaën**, Directrice Culture, Sciences et Société - Université de Lyon, **Pierre Hainaut**, Président du Comité de Direction du Cancéropôle Lyon Auvergne-Rhône-Alpes (CLARA)

COMITÉ DE RÉDACTION

RÉDACTION EN CHEF : **Samuel Belaud**, Université de Lyon

RÉDACTEURS JOURNALISTES : **Amandine Scapotta Garcia, Béatrice Rayet, Yohan Fayet, Margot Thirion, Camille Léonce, Mirela Diana Ilie, Margaux Poussard, Alexandra Derrien**

APPUI AUX RÉDACTEURS & SecrÉTARIAT DE RÉDACTION : **Patricia Lamy, Benoit de la Fonchais, Samuel Belaud**

DIRECTION ARTISTIQUE : **Magdalena Nin, Antoine Ligier** (Agence Visée.A).

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES ET ILLUSTRATIONS : © **Visée.A**

PARTENAIRES INSTITUTIONNELS



REMERCIEMENTS

ENS de Lyon, Université Lumière Lyon 2, Université Claude Bernard Lyon 1, Université Jean Moulin Lyon 3, Université Grenoble Alpes, Hospices Civils de Lyon, Centre Léon Bérard.

Centre de Recherche en Cancérologie de Lyon (CRCL), Institut de Physique des 2 Infinis de Lyon (IP2I), Groupe de Recherche en Psychologie Sociale (GRePS), European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Laboratoire de Physique Subatomique & Cosmologie de Grenoble (LPSC), Institut d'Hématologie et d'Oncologie Pédiatrique (IHOPe).

Association Philanthropique de Parents d'Enfants atteints de Leucémie ou autres cancers (APPEL), Dispositif Adolescents-Jeunes Adultes Atteints de Cancer (DAJAC), Owkin, Awabot, Comités départementaux de la Ligue contre le cancer de la région Auvergne Rhône-Alpes.

CONTACTER LA RÉDACTION

RÉDACTION EN CHEF : samuel.belaud@universite-lyon.fr

PARTENARIATS ET DIFFUSION : cecile.rondeau@universite-lyon.fr

Si vous souhaitez recevoir un exemplaire gratuit du magazine, merci de bien vouloir en faire la demande par email à l'adresse popsciences@universite-lyon.fr

ISSN : 2680-5987 – Première parution : avril 2019. Nouvelle édition : avril 2021 – Dépôt légal : septembre 2019
Pop'Sciences est une marque déposée.



**POP'
SCIENCES**
Université de Lyon

RETROUVEZ TOUTE L'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LYON SUR LE PORTAIL NUMÉRIQUE POP'SCIENCES !

popsciences.universite-lyon.fr

P comme **Partager les savoirs**
O comme **Ouvrir les campus**
P comme **Produire de la connaissance avec et pour les citoyens...**

Tel est le leitmotiv de Pop'Sciences qui a tout simplement pour objectif de répondre à tous ceux qui ont soif de savoirs, de rencontres, d'expériences, de sons et d'images en lien avec les sciences et les techniques.

Ce portail, conçu et animé par l'Université de Lyon, l'ensemble de ses membres et ses partenaires privilégiés, a quatre fonctions : **un agenda** des activités de culture scientifique et technique dans le territoire de la Métropole de Lyon et du Rhône, **une banque de ressources multimédia** pour tous les thèmes questionnant les sciences et les techniques, **un catalogue des offres et des ressources pédagogiques** pour les scolaires proposés sur notre territoire et **une visibilité sur les collections patrimoniales des universités.**

Au travers du site internet, des productions médiatiques et de nombreux événements tout au long de l'année, Pop'Sciences invite à repenser la place des savoirs produits par nos chercheurs dans une société où le numérique a non seulement accéléré la circulation des savoirs, mais également a pu jeter le trouble entre des savoirs travaillés et des croyances, de l'expertise et des rumeurs.

