

LE JOURNAL DE L'INSTITUT CURIE

117
FÉVRIER 2019
1,50 € - ISSN 1145-9131

COMPRENDRE POUR AGIR CONTRE LE CANCER



ACTUALITÉS

Data et IA en santé : l'Institut Curie conforte son expertise

ENTRE NOUS

En mars, faites fleurir l'espoir contre le cancer !

**La recherche
fondamentale,
essentielle dans
le combat contre le cancer**



FONDATION PRIVÉE RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE habilitée à recevoir des dons et des legs, l'Institut Curie associe un Centre de Recherche de renommée internationale sur le cancer à un Ensemble Hospitalier de pointe. Fondé en 1909 sur un modèle conçu par Marie Curie, de la recherche fondamentale aux soins innovants, l'Institut Curie rassemble 3400 chercheurs, médecins et soignants mobilisés pour lutter contre les cancers. Pour accélérer les découvertes et ainsi améliorer la qualité de vie des malades, le soutien de nos donateurs est essentiel.



Pedro Lombardi / Institut Curie

« La recherche fondamentale se poursuivra grâce à votre soutien ! »

P. 3

ACTUALITÉS

CURIE

Data et IA en santé :
l'Institut Curie conforte
son expertise

P. 6

ACTUALITÉS

DISTINCTION

Le Nobel de médecine décerné à deux
immunologistes du cancer

P. 7

INFO PRATIQUE

DROIT DU TRAVAIL

Travail et cancer : vos droits
en 3 questions

P. 8

DOSSIER

La recherche fondamentale,
essentielle dans le combat
contre le cancer

P. 16

ENTRE NOUS

En mars, faites fleurir l'espoir
contre le cancer !

P. 19

ILS FONT CURIE

Raphaël Rodriguez, chef de l'équipe
chimie et biologie et cancer

La recherche contre le cancer progresse. Lentement, à tâtons, en mettant à l'épreuve la patience de nos chercheurs, mais elle progresse. Nous guérissons aujourd'hui 80 % des enfants, 60 % des femmes et près de 50 % hommes. Mais plus la recherche progresse, plus les techniques et les technologies se développent; plus elle devient complexe, plus les compétences requises sont difficiles à trouver, plus les rapprochements entre médecins et chercheurs sont nécessaires et féconds. Surtout, plus un retour vers la recherche fondamentale apparaît nécessaire. Nos cliniciens, pour l'élaboration de stratégies thérapeutiques innovantes, ont plus que jamais besoin de comprendre les mécanismes de base de fonctionnement du vivant et en particulier de la cellule. Dans ce contexte, l'Institut Curie devient un acteur d'avenir incontournable de la recherche contre le cancer. Cette recherche fondamentale est en effet au cœur des découvertes qui, demain, permettront de guérir les 20 % d'enfants qui continuent de mourir du cancer, et ces hommes et ces femmes qui laissent derrière eux des familles endeuillées. Cette recherche est lente et coûteuse, et c'est uniquement grâce à vous que nous pourrons, demain, continuer. Merci pour votre soutien.

P^r Thierry Philip,
président du Directoire de l'Institut Curie



Uriel Chantraîne / Institut Curie

BIG DATA

Data et intelligence artificielle en santé : l'Institut Curie conforte son expertise

Fin 2017, l'Institut Curie était le premier de son secteur en France à se doter d'une Direction des data puis d'un Chief Data Officer. À peine un an plus tard, le projet de Xosé Fernández, directeur des data, se structure et commence à porter ses fruits.

Oskin, IBM, LEO Pharma, Freenome, Intel, Mirada... en 2018, les partenariats industriels liés à l'intelligence artificielle se sont multipliés à l'Institut Curie, signe s'il en est de l'importance de cette nouvelle discipline. « *Peu à peu, l'intelligence artificielle révolutionne notre façon de faire de la recherche et de la médecine, s'enthousiasme Xosé Fernández. Et l'Institut Curie est particulièrement bien placé, parce qu'il a anticipé ce tournant décisif.* » Informatisation des données patients, conservation de centaines de milliers d'échantillons biologiques, structuration et regroupement des données, développement de nouveaux métiers... l'Institut est aujourd'hui en ordre de marche pour commencer à exploiter ses milliers de téraoctets de données, afin d'offrir des traitements encore plus efficaces aux patients. Plusieurs champs d'investigation donnent déjà de premiers résultats. L'un des sujets les plus

prometteurs est l'analyse des examens d'imagerie médicale, combinée avec d'autres types de données : cliniques, génomiques, protéomiques ou métaboliques. L'intelligence artificielle tente, par exemple, de prédire la réponse au traitement. Des avancées dans ce domaine permettraient d'affiner les réponses thérapeutiques. Aucun cerveau humain ne pourrait analyser une telle quantité de données. Sans l'intelligence artificielle, celles-ci resteraient inexploitées. En immunothérapie, elle accélérera l'identification des biomarqueurs prédictifs de la réussite du traitement. Bénéficie encore plus direct pour les patients : identifier ceux qui répondent aux critères d'inclusion des essais cliniques disponibles en analysant les dossiers médicaux. C'est l'un des volets du projet de recherche européen PEVodata (financé par ERA PerMed), coordonné par le Pr Le Tourneau, qui débutera à l'été 2019.

Mathilde Regnault

Chiffres clés

Plus de
5 000
dossiers médicaux
informatisés

50 000
échantillons de patients
séquencés

Plus de
300
millions d'images
radiologiques (IRM, TEP...)

100
téraoctets de données
collectées en perspective
rien que dans l'essai
pédiatrique MICCHADO
concernant 600 enfants



GRÂCE
À VOUS

#DataSavesLives

Pour concrétiser son projet DATA, l'Institut Curie a plus que jamais besoin de la générosité du public. L'Institut Curie compte sur son comité de campagne MC21, composé de donateurs, pour l'aider à collecter les 10 millions d'euros qui lui permettront de continuer à structurer, stocker et exploiter toutes les données dont il dispose. Avec toujours le même objectif : offrir aux patients le traitement le plus adapté à leur pathologie et à leur situation.



BIOTECHNOLOGIES

L'Institut Curie crée Honing Biosciences pour optimiser les thérapies cellulaires

L'Institut Curie lance la société de biotechnologies Honing Biosciences, qui développe des solutions pour optimiser l'efficacité et la sécurité des thérapies cellulaires. La thérapie cellulaire consiste à greffer des cellules afin de restaurer la fonction d'un tissu ou d'un organe. L'objectif est de soigner durablement les patients atteints d'un cancer grâce à une injection unique de cellules thérapeutiques.

Honing Biosciences s'appuie sur des technologies exclusives qui permettent un contrôle précis des fonctions cellulaires, apportant une réponse unique aux limitations actuelles. « *Notre technologie TraCIT permet de contrôler la distribution dynamique des protéines dans les cellules-médicaments* », précise Franck Perez, cofondateur d'Honing Biosciences et directeur de recherche CNRS à l'Institut Curie.

La technologie d'Honing Biosciences sera, dans un premier temps, utilisée en immunothérapie, et plus particulièrement avec les cellules Car-T. Objectif ? Utiliser les cellules immunitaires du patient, préalablement « programmées génétiquement », afin de reconnaître les cellules cancéreuses et de les détruire.

IMMUNOTHÉRAPIE

Une nouvelle voie pour moduler la réponse anti-tumorale



Des chercheurs de l'Institut Curie, de Gustave Roussy, de l'Inserm, du CNRS et de l'Université Paris-Sud ont identifié un nouvel acteur dans la régulation de l'expression du gène PD-L1¹ : le complexe « eIF4F », dont le rôle est de contrôler la fabrication

des protéines. Il pourrait devenir un marqueur prédictif de réponse aux traitements par immunothérapie. Par ailleurs, les chercheurs montrent pour la première fois qu'en inhibant ce complexe eIF4F on obtient un effet anti-tumoral, lié à la diminution de l'expression de PD-L1 et activant le système immunitaire. Ils espèrent pouvoir utiliser des inhibiteurs de eIF4F comme agents anti-cancéreux dans le futur, seuls ou plus probablement en combinaison avec d'autres traitements.

1. Cerezo et al., 2018, Translational control of tumor immune escape via the eIF4F-STAT1-PD-L1 axis in melanoma, *Nature Medicine*, DOI 10.1038/s41591-018-0217-1.

DISTINCTION

Céline Vallot, médaille de bronze du CNRS 2018



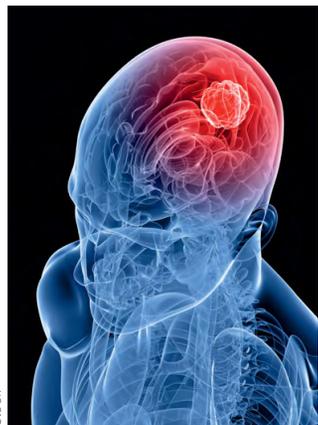
Uriel Chartraime / Institut Curie

Céline Vallot, à la tête de l'équipe Dynamique de la plasticité épigénétique dans le cancer, a reçu le 19 novembre dernier la médaille de bronze du CNRS. Cette prestigieuse distinction récompense son travail de recherche en épigénétique. « *Recevoir la médaille de bronze du CNRS est un grand honneur, je le perçois comme une reconnaissance, mais surtout comme un encouragement pour les années à venir, témoigne Céline Vallot. Grâce à cette récompense, j'espère donner de la visibilité à mon équipe et à nos travaux.* » Céline et son équipe cherchent à comprendre la dynamique d'acquisition des altérations épigénétiques au cours de la tumorigénèse, c'est-à-dire les étapes menant à la formation des tumeurs, et en réponse à la chimiothérapie. « *Une des forces de notre équipe est d'avoir une expertise approfondie aussi bien dans l'exploration de données qu'en biologie moléculaire, explique la chercheuse. Nous développons des approches pluri-disciplinaires pour comprendre la complexité des modifications épigénétiques dans les cellules cancéreuses, et ce à l'échelle de la cellule individuelle.* » L'équipe est par ailleurs labellisée SiRIC (Site de Recherche Intégrée sur le Cancer) et soutenue par le programme ATIP-Avenir.



GLIOBLASTOME

Des micro-robots à l'assaut des tumeurs cérébrales



D'ici quelques années, le glioblastome multiforme pourrait être traité par des robots infiniment petits. Ce projet de thérapie porté par Joël Eyer, directeur de recherche Inserm à l'université d'Angers, en collaboration avec deux équipes de l'Institut national des sciences appliquées (Insa) Centre-Val de Loire, vient d'être sélectionné et sera financé par le plan Cancer de l'Inserm pour trois ans. Le principe est simple : injecter dans le sang du malade des microrobots pour détruire la tumeur cérébrale de l'intérieur grâce à des nanoparticules magnétiques dirigées à distance. Les premiers tests doivent débuter en 2019 sur des rats. Le glioblastome multiforme est un cancer du cerveau particulièrement agressif, avec un taux de survie

de 5 % à cinq ans et une espérance de vie médiane de 15 mois environ. Chaque année en France, quelque 3000 personnes sont diagnostiquées de ce cancer.

Source : Inserm.

TABAGISME

L'incidence du cancer du poumon a presque doublé chez la femme



L'agence Santé publique France a dévoilé, fin octobre, des chiffres inquiétants sur les conséquences du tabagisme féminin. Entre 2002 et 2015, le nombre de nouveaux cas annuels de cancers du poumon a bondi de 72 % chez les femmes, tandis qu'il est resté stable chez les hommes. Le taux de patients hospitalisés pour bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO)

a aussi doublé chez les femmes, contre 30 % d'augmentation chez les hommes. Sur la même période, le nombre de décès liés au tabagisme a été multiplié par deux, touchant particulièrement les femmes de 45-64 ans. Le tabagisme actif est considéré comme responsable de 90 % des cancers du poumon et de 78000 décès prématurés chaque année en France : 59000 décès chez les hommes et 19000 chez les femmes. Plus généralement, ce cancer a atteint 18,1 millions de nouvelles personnes dans le monde en 2018 et provoqué le décès de 9,6 millions de patients.

Source : Bulletin épidémiologique hebdomadaire (BEH), n° 35-36 ; CIRC.

CANCER DE LA PEAU

Un « vaccin » contre le mélanome mis au point chez la souris



Des chercheurs américains de l'université du Texas ont mis au point une immunothérapie curative et préventive contre le mélanome :

le Diprovicim. Testé sur des souris atteintes d'une forme agressive de ce cancer de la peau, ce composé chimique se serait montré efficace à 100 %. La découverte est d'autant plus prometteuse que ce « vaccin » immunise les souris testées contre le mélanome.

D'autres tests précliniques doivent encore être menés avant d'envisager des essais sur l'être humain.

Les mélanomes représentent 10 % des cancers de la peau et entre 2 % et 3 % de l'ensemble des cancers. C'est aussi le cancer dont le nombre de nouveaux cas par an augmente le plus.

Source : revue PNAS de la National Academy of Sciences, INCa.



DISTINCTION

Le Nobel de médecine décerné à deux immunologistes du cancer



Nobel Media

Le prix Nobel de médecine a été attribué, le 1^{er} octobre dernier, à l'Américain James P. Allison, professeur d'immunologie au centre du cancer de l'université du Texas, et au Japonais Tasuku Honjo, professeur à l'université de Kyoto. Ils se sont ainsi vu récompenser pour leurs découvertes sur l'immunothérapie, qui peut se montrer très efficace dans le traitement de certains cancers. James P. Allison a été le premier à développer un anticorps monoclonal, capable de bloquer l'action d'une molécule appelée CTLA-4, présente à la surface des lymphocytes T et qui agit comme un frein face aux attaques contre les cellules tumorales. Tasuku Honjo a découvert PD1, un autre frein du système immunitaire, et mis au point une molécule capable de lever l'inactivation des lymphocytes T.

CANCERS PÉDIATRIQUES

5 millions d'euros de plus par an pour la recherche fondamentale



istock

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Le MIT peut détecter les cancers du sein avec une "IA"



istock

Après Google qui a annoncé en octobre avoir développé un programme d'intelligence artificielle (IA) capable de détecter 99 % des cancers du sein métastatiques, des chercheurs de l'Institute of Technology du Massachusetts (MIT)

assurent avoir mis au point un système de mammographie automatisé. Lequel détecterait les signes du cancer du sein avec autant de précision qu'un radiologue, grâce à une IA capable de distinguer les différents types de tissus mammaires en fonction de leur densité. Alors que près de 60000 cas de cancer du sein sont détectés chaque année en France, l'IA et les datas s'affirment un peu plus comme une piste prometteuse en cancérologie.

Source : MIT News Office.

Le gouvernement vient d'octroyer 5 millions d'euros supplémentaires par an à la recherche fondamentale sur les cancers de l'enfant.

L'amendement au projet de loi de finances (PLF) 2019 a été voté à l'unanimité, dans la nuit du 13 au 14 novembre 2018. La recherche contre les cancers des enfants est une priorité de l'État en matière de santé. Dans le cadre du plan cancer 2014-2019, la ministre des Solidarités et de la Santé, Agnès Buzyn, à l'époque présidente de l'Institut national du cancer, y a consacré 12 % de ses crédits. « Les efforts fournis ont permis de guérir 80 % des cancers chez l'enfant, soit 20 % de plus qu'il y a quinze ans », souligne le ministère. Ce nouveau coup de pouce du gouvernement renforce de 25 millions d'euros sur cinq ans les crédits destinés aux soins et aux recherches cliniques.

Source : ministère des Solidarités et de la Santé.



Travail et cancer : vos droits en 3 questions

Cinq ans après le diagnostic de cancer, une personne sur cinq – parmi celles en activité au moment du diagnostic – ne travaille plus¹. Or le retour à l'emploi est essentiel à la reprise d'une vie « normale ». Le point sur vos droits.



→ Doit-on parler de sa maladie à son employeur?

L'état de santé d'un salarié relève de sa vie privée. Rien ne l'oblige à communiquer des informations à son employeur. Les personnels médicaux sont quant à eux tenus au secret professionnel, y compris la médecine du travail. La violation du secret médical expose tout médecin à un délit passible d'un an de prison et de 15000 euros d'amende (article 226-13 du code pénal). Néanmoins, le cancer est une maladie grave qui nécessite de longs et lourds traitements. Avec la fatigue et les effets secondaires, la plupart des personnes touchées par la maladie ressentent le besoin de s'arrêter de travailler.



→ Quelles indemnités et prise en charge?

La survenue d'un cancer ouvre le droit à des indemnités journalières, versées tous les 14 jours pendant 3 ans maximum et sous conditions. Dès le diagnostic de cancer posé, le médecin traitant peut délivrer un arrêt de travail et il établit un formulaire de « protocole de soins », comprenant les soins et traitements envisagés. Ce document est adressé au médecin-conseil de votre caisse d'Assurance maladie. Ce dernier évaluera si votre maladie est reconnue comme une affection de longue durée (ALD) et, par conséquent, si vous bénéficiez d'une prise en charge des soins et des traitements à 100 %. Le cancer, dont le suivi et les soins sont souvent longs et coûteux, est considéré comme une ALD.



→ Comment reprendre le travail après les traitements?

Après la maladie, le retour au travail est un moment clé dans la reconstruction des patients et une priorité du plan cancer. Mais il s'agit aussi d'une étape délicate. Fatigue, réactions inappropriées de la hiérarchie ou des collègues, suivi médical... Ces difficultés peuvent être anticipées. Ainsi, des réunions d'information sont dispensées à la Maison des patients et des proches (Saint-Cloud) et à l'Espace de rencontres et d'informations (Paris). L'Institut Curie édite également un livret « Retour au travail », remis aux personnes concernées après leurs traitements et consultable en ligne sur curie.fr.

26%

DES PERSONNES ont vu leurs revenus baisser 5 ans après le diagnostic de cancer¹.

80%

ENVIRON DES PERSONNES TOUCHÉES chaque année par le cancer reprennent une activité professionnelle une fois les traitements terminés².

72%

DES FRANÇAIS pensent qu'une personne guérie d'un cancer peut retrouver la même vie qu'avant³.

30%

D'ENTRE EUX estiment que la principale difficulté après un cancer est la réinsertion dans le monde du travail.

1. Étude VICAN 5 de l'Institut national du cancer (INCa), juin 2018. 2. Étude « Répercussions du cancer sur la vie professionnelle » de l'Institut Curie. 3. Baromètre Cancer Institut Curie-Viavoix 2013 // Sources : Institut Curie, Institut national du cancer, ameli.fr

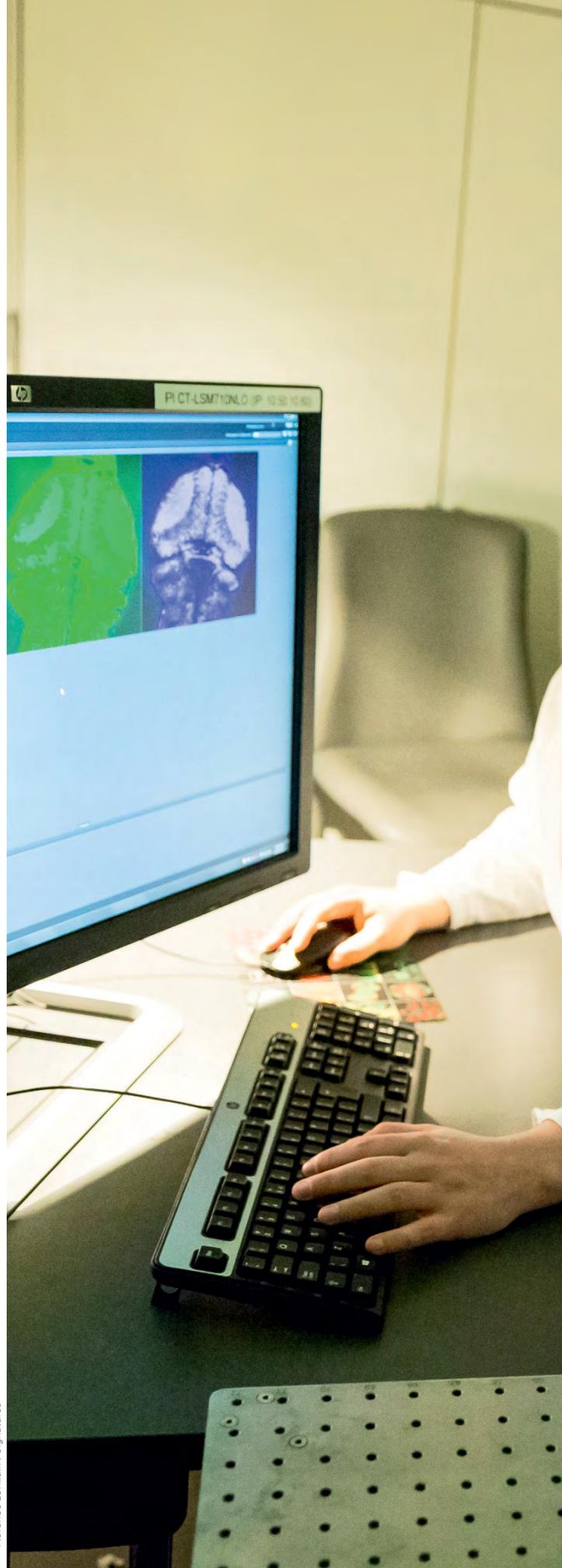


INNOVATION

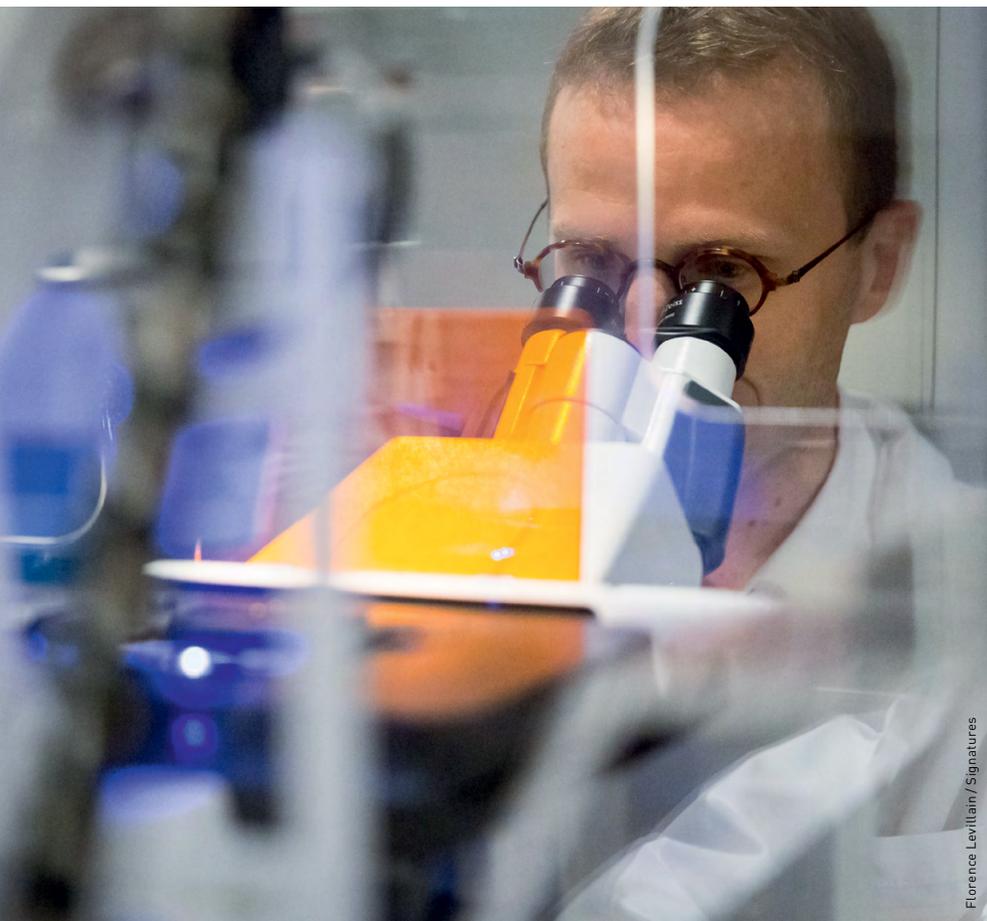
La recherche fondamentale, essentielle dans le combat contre le cancer

En perçant la complexité des processus biologiques impliqués dans le développement du cancer, la recherche fondamentale demeure plus que jamais un préalable aux traitements innovants de demain. Cette quête de connaissances est menée, sans relâche, par des chercheurs passionnés et engagés dans des projets pluridisciplinaires ambitieux.

Par Catherine Brun







Florence Levillain / Signatures

UN TRAVAIL DE FOURMI

Mais le temps des chercheurs n'est pas celui des politiques de santé publique, ni celui des patients pour qui l'attente peut sembler interminable. « *La recherche est le carburant de l'espoir pour les malades dans l'attente de nouveaux traitements* », aime à dire Laure Guérout-Accolas, fondatrice de l'association Patients en réseau et diplômée de l'Université des Patients-Sorbonne Université. La démarche scientifique demande de formuler des hypothèses inédites, elles-mêmes issues des recherches, puis de les tester afin de pouvoir les valider ou les écarter. De ces allers-retours entre théorie et expérience émergent les concepts qui, progressivement, construisent les connaissances. « *Ce travail de fourmi est sans fin : lever la voile sur un mécanisme inconnu fournit certes des réponses, mais amène surtout de nouvelles problématiques* », témoigne Pierre Léopold, chercheur à l'Institut Curie et spécialiste de la physiologie de la croissance. Non sans humour, Bruno Goud confirme : « *Cela fait trente ans que j'étudie une famille de protéines, centrale pour le fonctionnement cellulaire; j'espère qu'à la fin de ma carrière j'en saurai un peu plus!* » Les travaux remarquables de l'équipe de Bruno Goud ont déjà permis d'éclairer des mécanismes cruciaux de transport de protéines et de lipides au sein de vésicules dans la cellule, mais aussi d'appréhender leur dérégulation dans certains cancers.

LA LIBERTÉ DE SUIVRE DES PISTES INÉDITES

Autre condition pour que la recherche fondamentale puisse s'épanouir pleinement : la liberté laissée aux chercheurs. « *Cela ne signifie pas que l'on fasse n'importe quoi,*

La recherche fondamentale est un enjeu majeur dans la lutte contre le cancer. Mais de quoi parle-t-on exactement? « *Il s'agit d'une démarche de production de connaissances menée dans l'intérêt général, sans a priori sur ce que l'on va découvrir*, précise Bruno Goud, chercheur et directeur du Centre de Recherche de l'Institut Curie. *En matière de santé, elle vise à comprendre les principes qui régissent le fonctionnement de l'organisme. Elle est particulièrement importante dans le domaine du cancer, car nous sommes face à une maladie complexe, multifactorielle. Pour se doter des meilleures armes, la compréhension des mécanismes physiologiques normaux et des dérégulations qui mènent au développement tumoral est incontournable.* »



souligne Matthieu Piel, chercheur à l'Institut Curie. *Nous avons un cadre de réflexion, au sein duquel il faut se sentir assez libre pour saisir les opportunités, parfois sous la forme d'une nouvelle piste à investiguer assez éloignée de la question de départ. La recherche fondamentale, c'est vouloir aller d'un point A à un point B et faire un détour entre les deux pour arriver à un point C qui se révèle souvent beaucoup plus intéressant que celui que l'on visait!* » Bruno Goud approuve : « *C'est cette liberté que nous essayons de laisser aux chercheurs à l'Institut Curie.* »

LES COÛTS D'UNE HAUTE TECHNICITÉ

Néanmoins, comme le rappelle Bruno Goud, « *la liberté du chercheur est contrainte par le financement de ses travaux!* » En effet, il n'a fallu que quelques décennies pour faire passer la recherche d'une science artisanale à un domaine de haute technicité qui nécessite des équipements de pointe. L'avènement des techniques de nouvelle génération, automatisées et à haut débit, permet aujourd'hui à un scientifique d'établir la séquence du génome humain en quelques heures. Autre exemple : les techniques d'imagerie proposent des performances décuplées, comme l'enregistrement en temps réel et en haute définition de phénomènes cellulaires *in vivo*. Revers de la médaille : le coût de ces équipements a explosé. Et le financement par l'État est loin d'être suffisant pour couvrir le coût croissant de la recherche : « *La générosité des donateurs de l'Institut Curie est précieuse car elle représente entre 20 % et 25 % du budget du Centre de recherche de l'Institut Curie,* indique Bruno Goud. *La générosité du public est donc essentielle à la poursuite de nos travaux.* »

UNE ORGANISATION MUTUALISÉE

Pour faire face à ce défi, les structures de recherche regroupent leurs gros équipements sous forme de plateformes technologiques mutualisées, accessibles à la

communauté scientifique. L'Institut Curie compte ainsi près de vingt plateformes, proposant une palette d'outils de dernière génération. Ainsi, la chimiothèque est « *l'une des plus grandes de France, avec plus de 10000 composés* », s'enthousiasme Florence Mahuteau-Betzer, sa responsable scientifique, chimiste et chercheuse à l'Institut. Ces molécules à visée médicinale, synthétisées depuis les années 1950 et écartées du projet initial, sont mises à la disposition de nouveaux projets pour le criblage à haut débit (une recherche automatisée) de molécules biologiquement actives. « *Lorsque le criblage révèle des molécules qui correspondent à l'objectif (appelées des "touches"), nous pouvons les optimiser chimiquement afin d'améliorer leur activité. Nous pouvons aussi participer à l'identification de leurs cibles biologiques pour comprendre les mécanismes impliqués. Ces étapes sont réalisées dans le cadre d'une collaboration scientifique avec le porteur de projet.* » De quoi accélérer les découvertes.

LE TERREAU D'AVANCÉES MAJEURES

Seule la recherche fondamentale peut amener aux ruptures conceptuelles qui ouvrent la voie à l'innovation. « *Ce n'est pas en améliorant la bougie qu'on a découvert l'électricité,* indique Bruno Goud, citant une déclaration attribuée à Niels Bohr, prix Nobel de physique. *Nous disposons de multiples exemples d'avancées majeures en cancérologie issues du terreau de la recherche fondamentale ici même, à l'Institut Curie.* » Parmi ces avancées : la découverte de gènes de prédisposition à certains cancers (sein, cancers pédiatriques) qui permettent de classer les tumeurs, d'améliorer le suivi des patients et d'ouvrir la voie à de nouvelles pistes thérapeutiques; la découverte de mutations dans des cancers de la vessie qui ont permis de mettre au point des traitements ciblés; ou encore celle de petites molécules permettant d'augmenter l'efficacité de la radiothérapie. « *Cette dernière approche, brevetée, a été à l'origine de la création d'une*

14

C'EST LE NOMBRE DE PIC3i (programmes incitatifs et collaboratifs interdisciplinaires, inter-domaines et/ou inter-établissements) à l'Institut Curie, entièrement financés sur fonds propres.

24 %

C'EST LA PART DU BUDGET DE RECHERCHE DE LA FRANCE consacrée à la recherche fondamentale.

Les dons représentent entre 20 et 25 % du budget du Centre de Recherche de l'Institut Curie.



Florence Levillain / Signatures



Nouveaux traitements : les quatre étapes clés

Entre la découverte et la mise sur le marché de nouveaux traitements contre le cancer, plus de quinze années de recherche collaborative, entre chercheurs et médecins, sont en moyenne nécessaires. Zoom sur les étapes incontournables.

La recherche fondamentale

C'est la toute première phase de la recherche, tournée vers la biologie du cancer. Les chercheurs travaillent sur l'infiniment petit, afin de comprendre le développement des tumeurs et les mécanismes de résistance aux thérapies. Cette étape, dont les résultats sont imprévisibles, est néanmoins indispensable : elle est la base des traitements futurs.

La recherche pré-clinique

Il s'agit d'une autre étape clé dans la connaissance du futur traitement. Elle est un préalable avant de passer aux essais cliniques sur l'Homme. Les chercheurs procèdent à une série de tests, sur des cellules isolées ou des animaux de laboratoires aux propriétés proches de celles de l'Homme, comme prévu par la loi. Objectifs : évaluer la toxicologie du médicament, réaliser des tests de pharmacocinétique (devenir du médicament dans l'organisme) et de pharmacodynamie (étude des effets du médicament sur l'organisme).

La recherche translationnelle

La recherche translationnelle, dite aussi « de transfert », fait office de passerelle entre la recherche fondamentale et la recherche clinique au bénéfice des patients. Elle suppose une étroite collaboration entre chercheurs et médecins, car elle doit permettre des échanges dans les deux sens afin de mettre au point de nouvelles stratégies thérapeutiques.

La recherche clinique

C'est la phase dont on entend le plus souvent parler, car elle comporte les essais menés sur l'Homme. Si la recherche pré-clinique est jugée satisfaisante, des volontaires participent à des tests visant à évaluer leur tolérance et l'efficacité des traitements. Quatre phases sont nécessaires au développement d'un médicament : l'étude de la tolérance et l'absence d'effets secondaires chez des volontaires sains; l'étude de la posologie efficace; la confirmation des propriétés thérapeutiques sur des effectifs de patients plus importants; puis, après la mise sur le marché éventuelle, le suivi à long terme du médicament.



« On demande au chercheur d'être sur tous les fronts »

-

Sonia Garel,
chercheuse à l'Institut de
Biologie de l'École normale
supérieure.



Christophe Hargoues / Institut Curie

L'innovation naît du dialogue entre la recherche fondamentale, la recherche translationnelle et la recherche clinique.



start-up », souligne-t-il. Sans oublier l'immunothérapie qui, depuis quelques années, révolutionne la prise en charge des malades atteints de certains cancers : « Elle est issue des travaux très fondamentaux des lauréats du prix Nobel de physiologie et médecine 2018 (voir en p. 6) sur le contrôle de la réponse immunitaire », complète le Pr Karine Tarte, chercheuse immunologiste au CHU de Rennes. La recherche fondamentale est essentielle et nourrit la recherche translationnelle, puis clinique (voir p. 12). Mais à son tour, elle se nourrit des résultats de la recherche clinique. C'est ce dialogue qui donne naissance aux approches thérapeutiques innovantes. « En effet, la frontière entre recherche fondamentale et recherche appliquée, qu'on a tendance à opposer, n'est pas si nette sur le terrain », affirme Sonia Garel, chercheuse à l'Institut de Biologie de l'École Normale Supérieure.

Pierre Léopold en témoigne également : son arrivée à l'Institut Curie, en 2018, a contribué à orienter ses recherches vers des questionnements plus directement liés au cancer. « Mon modèle d'étude, la drosophile, attire un nouveau profil de jeunes chercheurs, qui y voient l'opportunité d'interroger les mécanismes du cancer dans un système simple. » Un exemple du continuum entre recherche et soins qui fait la force de l'Institut Curie.

L'INTERDISCIPLINARITÉ, LIGNE DE FRONT DES CONNAISSANCES

Pour appréhender la complexité du vivant et les voies multiples qui mènent au développement cancéreux, les chercheurs issus de disciplines différentes font front commun : « L'interdisciplinarité est la clé aujourd'hui, justifie Bruno Goud. C'est souvent à l'interface entre les disciplines que se font les avancées majeures. Cela permet de réfléchir différemment, de poser les questions sous un angle original et de faire émerger de nouveaux concepts et de nouvelles idées expérimentales. »

Aleksandra Walczak, physicienne théoricienne fascinée par le vivant, en est le parfait exemple. Elle collabore avec des chercheurs à l'Institut Curie mais aussi ailleurs en France et à l'international : « Je m'intéresse notamment à la manière dont le système immunitaire, fait d'un grand nombre d'éléments différents, adopte un comportement collectif pour réagir de manière coordonnée face à un agresseur. J'utilise la physique statistique pour établir des modèles, que je vérifie ensuite. On a trop tendance à cloisonner les disciplines et on oublie que les objets biologiques aussi répondent aux lois de la physique ! »

Quant à Matthieu Piel, polytechnicien passé à la biologie cellulaire à la faveur d'une thèse, il a lui aussi prouvé la richesse



GRÂCE
À VOUS

Un nouvel allié contre le cancer : les bactéries de notre intestin

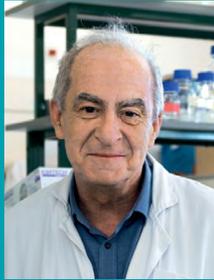
On soupçonne que le microbiote intestinal puisse influencer sur la progression tumorale et sur la réponse aux immunothérapies. Eliane Piaggio, chercheuse spécialisée dans la recherche sur l'immunothérapie à l'Institut Curie, a souhaité coordonner un PIC3i dédié à cette question émergente. L'originalité de ce projet interdisciplinaire international tient au développement d'un nouveau modèle d'étude réalisé grâce aux fonds propres de l'Institut. « Il nous permettra d'évaluer sur des tumeurs et des cellules immunitaires humaines le lien entre le microbiote intestinal et l'efficacité des immunothérapies. »





PAROLE
D'EXPERT

BRUNO GOUD
DIRECTEUR DU CENTRE DE RECHERCHE
DE L'INSTITUT CURIE



Uriel Chantierne / Institut Curie

Existe-t-il un dispositif à même de susciter les projets interdisciplinaires à l'Institut Curie?

La rencontre des disciplines est au cœur du projet de notre Institut, un héritage de Marie Curie. Historiquement, biologistes, physiciens, chimistes et bio-informaticiens travaillent ensemble. Nous renforçons cette tendance naturelle grâce aux financements obtenus par les Labex (Laboratory of Excellence) du Centre de Recherche. Nous avons aussi des Programmes interdisciplinaires et collaboratifs (PIC3i) qui visent à encourager l'émergence de projets innovants, souvent basés sur la rencontre de chercheurs et de cliniciens. Ils sont entièrement financés par la générosité publique et permettent de lancer des projets originaux.

En tant qu'expert de la biologie cellulaire,

pensez-vous qu'il reste des découvertes à faire sur la cellule, tellement étudiée?

Oui! Car la gigantesque accumulation de connaissances sur ce sujet donne chaque jour la mesure de sa complexité. Et si nous sommes composés de 9 milliards de ces unités de base, n'oublions pas que chaque génération redémarre à partir d'une cellule unique, quel mystère! Il est donc crucial de comprendre comment fonctionne cette machinerie et les relations qu'elle entretient avec ses voisines au sein des différents tissus. Cela demeure un enjeu majeur en cancérologie car le cancer est un dérèglement cellulaire. Le défi aujourd'hui repose notamment sur l'intégration de toutes les données à notre disposition.

Qu'est-ce qui vous fait courir au quotidien?

Je ne me lasse pas de la beauté de l'objet biologique. Lorsque je prends le temps de jeter un œil au microscope, je suis toujours émerveillé! Et puis, la passion de la connaissance qui, comme la recherche, est un puits sans fond.



GRÂCE
À VOUS

Cancer du sein : bloquer les premiers pas de l'invasion tumorale

Ce PIC3i a pour objectif d'explorer les mécanismes qui permettent aux cellules de cancers du sein invasifs d'échapper à la tumeur primaire et de former des métastases. Philippe Chavier, biologiste cellulaire et coordinateur du projet, détaille : « Nous nous appuyons sur les résultats de mon équipe, qui a montré qu'une protéine, appelée TKS5, était un acteur central dans ce processus. À côté de la perte d'adhésion de la cellule, TKS5 participe au remodelage de l'environnement de la tumeur; une étape qui aboutit à la propagation des cellules cancéreuses. »

Ce programme interdisciplinaire est réalisé en collaboration avec un chimiste et une plateforme de criblage de l'Institut Curie. « Nous espérons ainsi identifier de nouvelles pistes thérapeutiques pour bloquer l'invasion métastatique, un marqueur péjoratif dans le cancer du sein. Nous utilisons les résultats de recherches fondamentales pour aller sur un versant translationnel. Notre quotidien est fait de ce continuum entre recherches fondamentales et appliquées », conclut le chercheur.



des questionnements croisés. Fasciné par la mobilité des cellules *in vivo*, il a découvert, grâce à une approche physique, que les cellules, souvent quasi-immobiles dans les boîtes de culture, peuvent se déplacer très rapidement si on les place dans un environnement confiné comme celui qu'elles rencontrent dans les tissus; elles peuvent se faufiler dans des interstices minuscules, allant jusqu'à casser leur noyau. Il se penche aujourd'hui sur cette capacité des cellules à se déformer pour infiltrer les tissus, dans le contexte de la réponse immunitaire et de la formation de métastases. Sonia Garel, de son côté, étudie la mise en place des connexions dans

le cerveau juste avant et après la naissance : « Notre problématique est celle des neurones en migration. Les mécanismes cellulaires que nous tentons de caractériser peuvent potentiellement nous permettre de comprendre comment les cellules se déplacent dans des contextes pathologiques, comme dans le cancer. On voit ainsi qu'un sujet d'étude peut avoir des ramifications éloignées. »

Loin de l'image poussiéreuse du savant isolé dans sa tour d'ivoire, le chercheur aujourd'hui travaille donc avant tout en équipe, « dont chaque maillon est important », insiste Sonia Garel. « On demande au chercheur d'être sur tous les fronts : piloter son équipe, colla-

borer à l'extérieur, former les étudiants, faire connaître le laboratoire dans les congrès, monter les dossiers de financement, évaluer ses pairs... » Sans oublier qu'il est engagé dans une compétition internationale intense, qu'il vit avec passion.

La recherche fondamentale est toujours une prise de risque, sans débouchés assurés. Mais sans elle, aucune innovation thérapeutique n'est possible dans la lutte contre le cancer à long terme. Il est donc crucial, à l'heure où les financements de la recherche sont toujours plus contraints, de continuer à la soutenir.



VOTRE FONDATION

En tant que fondation reconnue d'utilité publique, l'Institut Curie est habilité à recevoir des dons et des legs. En 2017, 14 % de ses ressources étaient issues de la générosité du public. Pour l'Institut Curie, ce soutien est capital : initiateur de projets qui ne verraient pas le jour sans lui et accélérateur de programmes de recherche innovants, il favorise les découvertes et la mise en œuvre de nouvelles voies diagnostiques et thérapeutiques.

Les dernières réformes fiscales ont entraîné en 2018 une forte baisse des dons pour un grand nombre de fondations, y compris l'Institut Curie. Votre engagement à nos côtés cette année nous a particulièrement touchés et nous tenons à vous en remercier très chaleureusement.

P^r Thierry Philip, président du Directoire de l'Institut Curie

« Mon époux aurait été fier de ma décision de faire une donation à l'Institut Curie »

ÉLISABETH LE DÉAUT (SCEAUX – HAUTS-DE-SEINE)

« J'ai 97 ans et, voilà quatre ans, j'ai quitté notre maison pour aller dans une maison de retraite.

Mon mari et moi avons beaucoup travaillé pour acquérir cette maison au Plessis-Robinson où nous avons vécu heureux, bien que nous n'ayons pas eu d'enfant. Sachant que je ne reviendrai pas, j'ai décidé de faire une donation de notre bien à l'Institut Curie de mon vivant. La maison a été vendue et les fonds sont affectés directement à la recherche. Je sais que cet argent sera bien utilisé et tellement utile...

Encore trop de personnes sont touchées par le cancer.

Par ce geste, j'honore la mémoire de mon époux, Robert. Il aurait été tellement fier de ma décision.

Ainsi, nous laissons une trace de notre passage sur cette terre et apportons notre pierre à l'édifice de la lutte contre le cancer. »

Soutenir l'Institut Curie par une donation, comme l'ont fait Élisabeth et Robert Le Déaut, est un geste d'une très grande générosité. Cela permet à nos chercheurs et médecins d'agir contre le cancer, aujourd'hui et demain.



Robert et Élisabeth Le Déaut.

Le saviez-vous?

La donation peut porter sur des biens immobiliers (libres ou occupés) ainsi que sur des biens mobiliers (somme d'argent, portefeuille d'actions, bijoux, œuvres d'art...)

VOTRE CONTACT

Catherine Ricatte se tient à votre disposition pour toute question sur les donations, legs et assurances-vie consentis à l'Institut Curie.

Tél. : 01 56 24 55 34

Mail : catherine.ricatte@curie.fr

UNE
JONQUILLE
POUR CURIE
CONTRE LE CANCER

EN MARS, LA FRANCE SE MOBILISE CONTRE LE CANCER !

L'Institut Curie donnera le coup d'envoi de la 15^e édition de la campagne de solidarité nationale « Une Jonquille pour Curie », mardi 12 mars, place du Panthéon (Paris 5^e). Ce lancement se déroulera en présence des parrains, des marraines et des partenaires de l'événement et du grand public, pour ensemble appeler le plus grand nombre à faire un don, dans une ambiance festive et solidaire. Pendant tout le mois de mars, la France sera une nouvelle fois placée sous le signe de l'espoir contre le cancer. L'Institut Curie mobilise le grand public, les entreprises, les associations, les collectivités et les communes, ainsi que de nombreux bénévoles sur tout le territoire français. La traditionnelle « Course de la Jonquille » sera un temps fort de cette édition, grâce à l'engagement sportif de marcheurs et de coureurs sur le Champ de Mars à Paris, dimanche 17 mars.

FACE AU CANCER, LA RECHERCHE REND TOUS LES PROJETS DE VIE POSSIBLES !

L'objectif ? Collecter 600 000 euros de dons pour soutenir la recherche fondamentale, le premier maillon essentiel avant le développement de nouveaux traitements contre le cancer. La générosité de tous est indispensable pour que la recherche avance plus rapidement. Faire un don à la recherche, c'est donner les moyens aux patients de guérir et ainsi contribuer à leur projet de vie, après la maladie. Nous pouvons tous être acteurs de la lutte contre le cancer. Pour cette raison, l'Institut Curie propose tout au long du mois de mars de nombreuses animations et des ventes solidaires organisées partout en France pour soutenir la recherche fondamentale. « L'Institut Curie est internationalement renommé pour la

qualité de sa recherche fondamentale. Cette excellence nous distingue car elle permet de voir émerger à proximité immédiate de notre hôpital de très fortes potentialités d'innovations médicales. Cette excellence est le fruit du soutien de nos donateurs », insiste le Pr Thierry Philip, président du Directoire de l'Institut Curie.

**PORTEUSE D'ESPOIR,
LA JONQUILLE DEMEURE
UN SYMBOLE FORT DE
CETTE CAMPAGNE D'APPEL À
GÉNÉROSITÉ ! A NOUS TOUS
DE LA FAIRE FLEURIR CONTRE
LE CANCER TOUT AU LONG
DU MOIS DE MARS PARTOUT
EN FRANCE.**

RETROUVEZ
LE PROGRAMME
COMPLET SUR
UNEJONQUILLE
POURCURIE.FR

POUR EN SAVOIR PLUS, FAIRE UN DON ET SE MOBILISER :
UNEJONQUILLEPOURCURIE.FR



MOBILISEZ-VOUS

Soyez bénévoles !

- Pour devenir bénévoles, rendez-vous sur la page « Nous soutenir » sur unejonquillepourcurie.fr ou contactez-nous au 01 56 24 55 04



Faites un don !

- En ligne sur unejonquillepourcurie.fr
- Envoyez « Espoir » par SMS au 92 002 pour faire un don de 5 euros¹
- Par chèque à l'ordre de l'Institut Curie et à retourner à Institut Curie, Yves Congal, 26 rue d'Ulm, 75248 Paris Cedex 05

Soyez acteurs d'Une Jonquille pour Curie !

- Rejoignez-nous sur les lieux d'animation et de mobilisation
- Participez à la Course de la Jonquille ou à la Course connectée
- Allez à la rencontre du JonquilloTour, qui sillonnera la France jusqu'au 13 avril 2019
- Découvrez et achetez nos objets solidaires sur www.boutique.curie.fr
- Organisez votre collecte de dons au profit de l'Institut Curie sur macollecte.curie.fr

1. Disponible en France métropolitaine sur Bouygues Telecom, Orange et SFR. Don collecté sur facture par l'opérateur de téléphonie mobile.

L'Institut Curie remercie ses soutiens : Truffaut, Fondation Swiss Life, Ma Santé Facile, CFR Compagnie des fromages & RichesMonts, Paris la Défense - by Defacto, Nickelodéon, Notre Temps, Bien-Être & Santé, Le Journal des Femmes, Doctissimo, RTL2, Fun Radio.



OCTOBRE ROSE

Tous mobilisés contre le cancer du sein !



Photos : DR

M. Simmonet, à Franconville, pour la mise en place de stands de sensibilisation, Fleurs en Folie à Enghien-les-Bains (Val-d'Oise), Funny Création Angele à Val-de-Villé (Bas-Rhin), ainsi que Fée Kdo à Hettange-Grande (Moselle). Les villes d'Antony, Juvisy-sur-Orge et Montrouge ont également proposé aux habitants de se joindre à cet élan solidaire. Merci à toutes et à tous ! Cet engagement a permis de rappeler l'importance de la prévention, mais aussi de présenter au grand public les différents traitements du cancer du sein, et de collecter des fonds pour soutenir la lutte contre ce cancer. Le cancer du sein est un fléau qui touche 59 000 femmes chaque année en France. Une femme sur huit sera ainsi concernée au cours de sa vie. Pour faire reculer la maladie, le soutien fidèle de différentes associations, communes et étudiants représente une aide cruciale pour l'Institut Curie et le développement de nouveaux traitements, adaptés à chaque patient.

Lors de ce mois d'Octobre rose 2018, de nombreuses initiatives originales et solidaires ont été organisées partout en France.

L'Institut Curie tient à remercier chaleureusement toutes celles et ceux qui ont contribué aux événements « roses » de cette édition au profit de l'Institut Curie : le loto solidaire du Rotary Club de Saint-Cloud (Hauts-de-Seine), la création et vente de bracelets roses de Cocotte Power, le vide-dressing chic des Filles en rose aux Herbiers (Vendée), le lancé de soutiens-gorge à Péronne (Somme) avec l'association Les

Bourgeons de soleil, la vente de cocktails sans alcool au Sofitel Paris Baltimore Tour Eiffel à Paris, le bal rose avec l'harmonie Les gens d'air à Granges-Aumontzey (Vosges), le yoga rose à l'initiative d'Alexandra Issab, la vente de gâteaux de Michèle, la vente de roses de la jonquille de l'espoir, le karaoké de Passion du chant, la course de la Compiégnoise à Compiègne (Oise). L'Institut Curie remercie aussi les collaborateurs engagés dans une des boutiques SNCF de la gare du Nord, les étudiants mobilisés à l'École américaine de Paris ainsi qu'au collège Louis-Paulhan à Sartrouville (Yvelines),



Agenda



MUSIQUE

UN ALBUM CONTRE LE CANCER

Ancienne gymnaste de haut niveau, Nelly Struck est décédée en août 2014 après un long combat contre la maladie. Un projet lui tenait à cœur, dont elle ne verra pas l'aboutissement : enregistrer un disque. Son compagnon Jonathan Poirier, son frère Hervé Struck, sa famille et ses amis se sont chargés de concrétiser son rêve grâce notamment à une opération de financement participatif. L'album « Éternel » comprend huit chansons, guidées par la voix douce et sensible de Nelly Struck, enregistrées dans un studio de Clermont-Ferrand. Tous les fonds issus de la vente de cet album, disponible au tarif de 14 euros, seront reversés à l'Institut Curie au profit de la recherche contre le cancer.

Infos et vente

Jonathan Poirier
Tél : 06 87 87 64 42
jonathan.poirier@hotmail.fr

Hervé Struck
Tél : 06 34 06 01 60
hervestruck@gmail.com

SPORT SOLIDAIRE

Record de générosité battu pour l'édition 2018 !

5 500 « Porteurs de Lumières » ont éclairé la nuit contre le cancer, le 24 novembre dernier, place de l'Hôtel de Ville et sur les quais de Seine parisiens. Parrainée par Hervé Mathoux, journaliste sportif, et Stéphanie Loire, animatrice de télévision et radio, l'édition 2018 enregistre un record de générosité grâce à la mobilisation de tous les marcheurs, coureurs et donateurs. 220 500 euros de dons ont ainsi été collectés pour soutenir la recherche contre le cancer menée à l'Institut Curie. L'Institut remercie tous les participants, les bénévoles mobilisés, les équipes entreprises, les associations et les partenaires de la 3^e édition de la Course des Lumières. C'est l'engagement



solidaire de chacun qui permet à l'Institut Curie d'être le premier centre de recherche contre le cancer en France. C'est grâce à tous qu'il pourra le rester au bénéfice des patients.

GOLF

Un premier Open « Institut Curie » couronné de succès !

C'était une première : l'Institut Curie a organisé un premier Open de golf, le 4 octobre dernier au golf de Joyenval, à Chambourcy (Yvelines), pour soutenir la lutte contre le cancer du sein. À l'initiative du D^r François Lokiec, cette compétition a réuni 14 équipes composées de donateurs, d'entreprises, de médecins et de chercheurs. En tout, une soixantaine de golfeurs ont pris le départ du superbe parcours Marly (18 trous) avec un double défi : tenter de remporter la compétition et soutenir l'innovation médicale. Au programme : bonne humeur, fair-play et esprit d'équipe ! Ce premier Open de golf Institut Curie a permis de collecter 41000 euros qui seront utilisés pour financer un programme innovant : la chimiothérapie personnalisée, au bénéfice des patientes

atteintes d'un cancer du sein. À l'occasion de la remise des prix, le directeur de l'Ensemble Hospitalier, le P^r Pierre Fumoleau, a rappelé que 59000 femmes sont touchées chaque année par le cancer du sein, qui reste le cancer féminin le plus fréquent et le plus meurtrier (12000 décès estimés en 2017). En tant qu'acteur de référence dans la lutte contre ce cancer, l'Institut Curie mobilise au quotidien médecins et chercheurs dans le but de guérir toujours plus de femmes. L'Institut Curie remercie tous ses partenaires et sponsors, sans qui ce premier Open de golf n'aurait pas pu voir le jour : le golf de Joyenval, Aubay, Anthony Garçon et Nexity. Rendez-vous est déjà pris en 2019 pour une deuxième édition !

Raphaël RODRIGUEZ

CHEF DE L'ÉQUIPE **CHIMIE
ET BIOLOGIE DU CANCER**

Raphaël Rodriguez, directeur de recherche CNRS, a rejoint l'Institut Curie début 2015 pour donner une orientation biologique à ses recherches. « En tant que chimiste, j'ai beaucoup à apprendre des biologistes et médecins de l'Institut Curie », estime le chef de l'équipe Chimie et biologie du cancer (Institut Curie/CNRS/Inserm/PSL). La même année, il reçoit un financement de l'Europe, dans le cadre d'un appel à propositions du Conseil européen de la recherche (ERC Consolidator Grant). Aujourd'hui, avec son équipe, il met au point différentes techniques pour mieux comprendre l'action de la remodeline, une petite molécule capable de corriger les défauts de l'organisation de la chromatine observés dans le vieillissement cellulaire. Des travaux qui lui ont valu d'être élu membre de la Société royale de chimie, en Belgique, en 2018.

DISTINCTION INTERNATIONALE

Raphaël Rodriguez allie avec succès connaissances fondamentales et progrès de la recherche biomédicale. Comme il aime à le rappeler, « cette orientation vers la recherche translationnelle n'est possible que dans des institutions comme l'Institut Curie qui est doté à la fois d'un Centre de Recherche et d'un Ensemble Hospitalier ». Autant de raisons qui ont motivé, en 2018, les éditeurs de la revue historique de chimie *Tetrahedron* d'Elsevier à décerner à Raphaël Rodriguez le Tetrahedron Young Investigator Award, dans la catégorie bio-organique et chimie médicinale. C'est la première fois qu'un Français remporte ce prestigieux prix international destiné aux chimistes de moins de 40 ans.

Uriel Chantraine/Institut Curie

PARCOURS

1978

Naissance

2014

Première synthèse de la remodeline

2015

Arrivée à l'Institut Curie

2018

Deviens membre de la Société royale de chimie et reçoit le Tetrahedron Young Investigator Award