

LE JOURNAL DE L'INSTITUT CURIE

118
MAI 2019
1,50 € - ISSN 1145-9131

COMPRENDRE POUR AGIR CONTRE LE CANCER



ACTUALITÉS

Cancers de l'enfant :
développer de
nouvelles armes
thérapeutiques

ENTRE NOUS

Une jonquille
pour Curie : en
mars, la France
s'est mobilisée !

**Contre
le cancer,
la puissance
des data**



Pedro Lombardi / Institut Curie

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.

« Les data, une révolution dans la lutte contre le cancer »

P. 3

ACTUALITÉS

CURIE

Développer de nouvelles armes thérapeutiques contre le cancer de l'enfant

P. 6

ACTUALITÉS

CANCERS PÉDIATRIQUES

Dans le monde, un enfant sur deux serait non diagnostiqué

P. 7

INFO PRATIQUE

Le dépistage organisé du cancer du col de l'utérus

P. 8

DOSSIER

Contre le cancer, la puissance des data

P. 16

ENTRE NOUS

En mars, la France se mobilise contre le cancer

P. 19

ILS FONT CURIE

Thomas Balezeau, ingénieur data à l'Institut Curie

L'analyse des données de santé par l'intelligence artificielle, associée à l'expertise des médecins, est extrêmement prometteuse pour la recherche. Précurseur, l'Institut Curie a eu très tôt la volonté de structurer une direction dédiée. Elle est, depuis 2017, pilotée par un Directeur des data, le premier en France, qui travaille à la fois sur les données de la recherche et sur les données issues des dossiers médicaux de nos patients. Le rôle de cette direction des data est simple : elle doit organiser les données accumulées depuis plus de 15 ans, les rendre accessibles aux chercheurs et médecins et les valoriser. Nul doute que l'intelligence artificielle permettra demain de bouleverser les traitements du cancer. Mais ces recherches innovantes impliquent des moyens extrêmement importants. Ces derniers mois, l'Institut Curie a engagé de nombreuses collaborations avec des start-up, des industriels, des institutionnels. Seul le partage des compétences nous permettra de garantir l'excellence.

Nous devons trouver les moyens nécessaires pour financer ces projets et nous savons que les moyens publics ne suffiront pas. C'est la raison pour laquelle les data sont au cœur de notre grande campagne de levée de fonds MC21. La générosité de nos donateurs peut encore une fois faire la différence et j'espère que ces quelques pages sauront vous convaincre du potentiel gigantesque que recèlent ces nouvelles approches.

Pr Thierry Philip,
président du Directoire de l'Institut Curie



Uriel Chantraine / Institut Curie

CANCER DE L'ENFANT

Développer de nouvelles armes thérapeutiques

Le projet de recherche GIANT-NB, porté par le Dr Gudrun Schleiermacher à l'Institut Curie, a pour objectif de proposer de traitements innovants pour soigner les formes résistantes de neuroblastome.

Le projet GIANT-NB, soutenu par la Fondation ARC pour quatre ans à hauteur de 858700 euros, est coordonné à l'Institut Curie par le Dr Gudrun Schleiermacher, pédiatre, chercheuse et Directrice adjointe pour la recherche translationnelle du SIREDO, premier centre intégré de la recherche aux soins dédié aux cancers des moins de 25 ans. Il vise à identifier et comprendre les mécanismes moléculaires, génétiques et immunologiques impliqués dans la progression tumorale du neuroblastome. Avec environ 150 nouveaux cas par an en France, il s'agit du troisième cancer pédiatrique le plus fréquent après les leucémies et les cancers du cerveau. Il touche

presque exclusivement de très jeunes enfants. Les formes cliniques sont très hétérogènes, allant de la régression spontanée sans traitement à la progression rapide, avec un risque fatal malgré tout traitement proposé. Les chances de survie à 5 ans varient ainsi de 40 % à plus de 95 %.

Lutter efficacement contre chaque tumeur

Les mécanismes moléculaires précis liés à l'évolution clinique de cette maladie n'étant que très peu élucidés, l'objectif du programme de recherche GIANT-NB est de comprendre pourquoi certaines formes échappent au traitement, dans la perspec-

tive de développer de nouvelles approches thérapeutiques pour lutter efficacement contre chaque tumeur. La spécificité du projet réside dans son approche globale, intégrant à la fois les mécanismes moléculaires et génétiques (via l'analyse de l'ADN circulant des cellules cancéreuses résistantes), mais aussi immunologiques (via l'étude de la capacité des cellules immunitaires à lutter contre les cellules cancéreuses). Huit équipes de recherche de trois centres de lutte contre le cancer (Institut Curie à Paris/Saint-Cloud, Centre Léon Bérard à Lyon et Gustave Roussy à Villejuif) et une équipe de l'AP-HP sont impliquées dans ce projet.

Anne Coppola

Chiffres clés

130 à 150

nouveaux cas de neuroblastome diagnostiqués par an en France.

3^e

cancer pédiatrique le plus fréquent.

Moins de

2 ANS

c'est l'âge de 50 % des enfants au diagnostic.

Environ

40 %

des patients présentent une forme localisée peu agressive.



DISTINCTION

Alena Shkumatava décroche un ERC Proof of Concept

Alena Shkumatava vient de se voir attribuer un ERC Proof of Concept, une prestigieuse bourse du Conseil européen de la recherche (ERC). Cette chercheuse biélorusse, qui a installé son propre laboratoire à l'Institut Curie en 2013 dans l'Unité de génétique et biologie du développement (U934 Inserm/UMR 3215 CNRS), étudie l'ARN non codant, c'est-à-dire l'ARN issu de la transcription de l'ADN, mais qui n'est pas traduit en protéines, soit 99 % du génome. Grâce à cette bourse, Alena Shkumatava va mettre en place une plateforme permettant d'identifier et de quantifier les interactions entre l'ARN non codant et les protéines à proximité. Car ce sont les mauvaises interactions qui sont source de dysfonctionnements (résistance aux antibiotiques, apparition de pathologies, de cancers, etc.).



Manon Matias / Institut Curie

INNOVATION

Le projet LifeTime financé par l'Union européenne



Uriel Chantraine / Institut Curie

Rencontre LifeTime pour les conseillers et attachés scientifiques à l'Institut Curie.

Comme annoncé début mars par la Commission européenne, l'initiative LifeTime bénéficiera d'un soutien de 1 million d'euros sur une année.

L'objectif de ce projet est d'étudier les changements constants intervenant au sein

des cellules, d'identifier des modèles et, par exemple, de prédire l'apparition ou l'évolution d'une pathologie chronique.

Le consortium international LifeTime est coordonné conjointement par le Centre Max Delbrück de médecine moléculaire (MDC) en Allemagne et l'Institut Curie, avec l'association Helmholtz et le CNRS. Plus de 120 scientifiques sont répartis dans plus de 18 pays européens et 52 institutions. « *Le but ultime est un bénéfice pour les patients* », commente Geneviève Almouzni, directrice de recherche au CNRS et experte internationale en épigénétique, à l'Institut Curie.

Les équipes de recherche multi-disciplinaires de LifeTime s'appuieront sur des technologies de pointe et sur l'intelligence artificielle pour construire les bases de ce que sera la médecine de précision de demain.

RECHERCHE

Célécoxib : à éviter pendant la chimiothérapie ?



iStock

Associer du célécoxib (inhibiteur de COX-2) à une chimiothérapie néoadjuvante¹ pourrait nuire au pronostic des femmes atteintes de cancer du sein. Ce médicament est largement prescrit comme anti-inflammatoire pour l'arthrose ou la polyarthrite rhumatoïde. Il doit être évité chez les femmes soignées pour un cancer du sein n'exprimant pas HER2, alerte le Dr Anne-Sophie Hamy-Petit, médecin-chercheuse à l'Institut Curie dans l'équipe du Pr Fabien Rey. L'enzyme COX-2 induit la croissance tumorale et est surexprimée dans certains cancers (cancer du poumon, du sein, de l'intestin). C'est pourquoi les inhibiteurs de COX-2 ont depuis les années 2000 suscité beaucoup d'espoir en cancérologie. Un vaste essai randomisé (RETAGUS 02) mené entre 2004 et 2007 a testé l'intérêt d'associer du célécoxib à la chimiothérapie de référence. Mais aucun bénéfice n'a été démontré concernant le taux de réponse ou la survie des patients. Pour aller plus loin, le Dr Anne-Sophie Hamy-Petit a réanalysé les données de cet essai. Ses conclusions sont sans appel : les inhibiteurs de COX-2 doivent être évités pendant la chimiothérapie. Plus généralement, les interactions médicamenteuses, qu'elles soient favorables ou non, doivent être davantage étudiées.

1. Une chimiothérapie néoadjuvante est destinée à augmenter ou stimuler les effets positifs d'une autre forme de traitement, comme la chirurgie ou la radiothérapie.

Source : *Journal of Clinical Oncology*.



CANCER DE L'ŒSOPHAGE

Vers une approche chirurgicale moins invasive



Assurer aux patients nécessitant d'être opérés de meilleures chances de survie par une chirurgie moins invasive : c'est ce que propose l'essai français MIRO, dirigé par deux chercheurs du Centre hospitalier universitaire de Lille. Ils ont démontré l'intérêt de l'œsophagectomie hybride mini-invasive par rapport à une chirurgie plus

traditionnelle par voie ouverte. Le principe : privilégier de petites incisions dans l'abdomen plutôt qu'une plus grande ouverture pour réduire les complications opératoires. Quelque 207 patients porteurs d'un cancer de la partie inférieure de l'œsophage ont bénéficié soit d'une chirurgie mini-invasive soit d'une chirurgie par voie ouverte. « *Les résultats de la comparaison sont formels. La réduction du traumatisme chirurgical est associée à une chute du risque de complications opératoires sévères de 69 % et ne compromet pas la sécurité à 5 ans. Cette prise en charge est donc la nouvelle voie de référence* », estime le Pr Guillaume Piessen, codirecteur de l'étude.

Source : *New England Journal of Medicine*.

CANCER DU SEIN

Des cellules cancéreuses transformées en cellules adipeuses



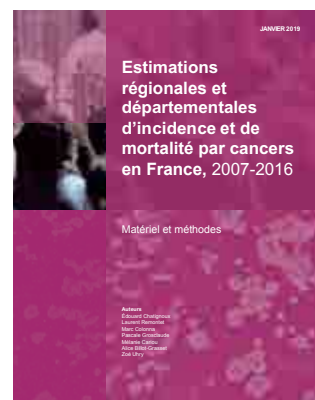
Transformer les cellules cancéreuses en d'inoffensives cellules grasses : c'est ce qu'ont réalisé, sur des souris, des chercheurs de l'université de Bâle (Suisse). Comment? En utilisant une combinaison de deux médicaments, utilisés non pas pour tuer les cellules cancéreuses comme c'est le cas habituellement, mais pour induire une transformation de celles-ci.

C'est à un stade de croissance où la cellule tumorale est la plus malléable que les chercheurs sont intervenus, transformant pour la première fois des cellules cancéreuses en cellules adipeuses, tout en inhibant la croissance des cellules cancéreuses restantes au sein de la tumeur. Reste à découvrir si les mêmes résultats pourront être obtenus sur des patientes souffrant de cancer du sein.

Source : *Cancer cell*.

CARTOGRAPHIE

Quelles sont les régions les plus touchées par le cancer ?



L'agence Santé publique France a publié pour la première fois les estimations de nouveaux cas et de mortalité concernant 24 cancers en France, par région et par département. On y apprend notamment que l'Île-de-France est la région la plus touchée par le cancer du sein. Dans les Hauts-de-France et en Bretagne, on constate une plus forte incidence des cancers de l'œsophage, du côlon-rectum, du foie, de l'estomac et du poumon, alors qu'en Bourgogne-Franche-Comté et Auvergne-Rhône-Alpes l'incidence et la mortalité par cancer seraient, globalement, légèrement inférieures à la moyenne nationale. Objectif de l'agence Santé publique France : connaître avec précision les variations par région afin de lutter contre les inégalités territoriales face au cancer.

Source : Santé publique France, janvier 2019.



CANCER DU SEIN

Améliorer le parcours de soins des patientes en ambulatoire



« **C**omment mieux accompagner le virage ambulatoire dans le cadre du cancer du sein métastatique? ». Cette étude a été menée en octobre 2018 auprès de 147 patientes et de 104 pharmaciens, sur les traitements réalisés en ambulatoire. La plupart des femmes interrogées expriment un ressenti très positif vis-à-vis de leur prise de traitement à domicile : 99 %

se sentent plus libres et 95 % plus autonomes, en reconnaissant un gain de temps précieux. Le bémol : 17 % considèrent que leur maladie est perçue comme moins sérieuse. Plus préoccupant, selon l'étude, environ la moitié des patientes déclarent ne pas avoir reçu d'informations sur les effets indésirables et sur la manière de les gérer. Enfin, 11 % des patientes se sentent seules face à leur traitement. D'où l'intérêt, affirme l'étude, de « développer une meilleure coordination pluri-professionnelle et de renforcer l'accompagnement de proximité ».

Source : enquête BVA/Lilly avec le soutien de l'association Europa Donna.

LIGUE CONTRE LE CANCER

« Après un cancer, le combat continue ! »



Pprès de 61 % des personnes atteintes d'un cancer considèrent que l'après-cancer est plus difficile à vivre que les traitements. C'est ce qu'a récemment révélé la 7^e édition de l'Observatoire sociétal de la Ligue

contre le cancer. Dans son rapport « Après un cancer, le combat continue! », la Ligue attire l'attention sur « les conséquences du cancer jusqu'à 25 ans après la fin des traitements pour les malades et leurs proches, que ce soit au niveau familial, social, économique ou professionnel ».

Source : la Ligue contre le cancer.

CANCERS PÉDIATRIQUES

Dans le monde, un enfant sur deux serait non diagnostiqué



Plus de la moitié des cancers de l'enfant ne sont pas diagnostiqués en Afrique, en Asie centrale et du Sud et dans les îles du Pacifique.

Un enfant sur deux (45 %) dans le monde échapperait au diagnostic du cancer et ne serait pas soigné : c'est le résultat inquiétant d'une étude publiée en février dernier dans la revue *The Lancet Oncology*. En 2015, 224 000 cancers ont été diagnostiqués chez des enfants dans le monde. Mais, en se basant sur des projections statistiques, des chercheurs de l'université Harvard, auteurs de l'étude, estiment qu'en réalité 397 000 enfants souffriraient d'un cancer en 2015. Au total, les chercheurs estiment à 6,7 millions le nombre de nouveaux cas de cancer de l'enfant entre 2015 et 2030. En l'absence de progrès en matière de dépistage, près de 3 millions d'entre eux ne seront pas diagnostiqués.

Source : *The Lancet Oncology*.



Le dépistage organisé du cancer du col de l'utérus

Un programme national de dépistage généralisé du cancer de l'utérus est mis en place depuis janvier 2019. L'objectif ? Réduire les diagnostics tardifs de ce cancer qui touche 2800 femmes chaque année en France.



→ Qui est concerné?

Chaque femme entre 25 et 65 ans. Chacune d'entre elles reçoit une invitation nominative au dépistage organisé à son domicile. La généralisation du dépistage est une des mesures du plan cancer 2014-2019.



→ Quelle prise en charge ?

Dans le cadre du dépistage organisé, l'examen est pris en charge à 100% par l'Assurance maladie. Il peut être réalisé par un gynécologue, une sage-femme, un médecin généraliste ou un médecin biologiste d'un laboratoire.

90 %
**DES CANCERS DU COL
DE L'UTÉRUS** pourraient être évités avec un test de dépistage tous les 3 ans.

40 %
DES FEMMES ne réalisent pas de frottis régulièrement.

1 100
FEMMES décèdent chaque année du cancer du col de l'utérus.



→ Quel examen de dépistage?

Il s'agit d'un frottis du col utérin à réaliser une fois par an pendant les deux premières années, puis une fois tous les trois ans. Cet examen, rapide et indolore, consiste à prélever des cellules au niveau du col de l'utérus pour les analyser.



→ Quels sont les bénéfices attendus?

Les prélèvements de cellules réalisés lors du frottis sont adressés à un laboratoire pour être étudiés. L'objectif est de rechercher d'éventuelles lésions précancéreuses avant qu'elles n'évoluent en cancer et ainsi de réduire les dépistages tardifs.

LE DÉPISTAGE EST-IL NÉCESSAIRE LORSQU'ON EST VACCINÉ CONTRE LE PAPILLOMAVIRUS?
Qu'une femme soit vaccinée ou non, un dépistage régulier est indispensable. En effet, la vaccination (recommandée entre 11 et 14 ans) protège de la plupart des virus responsables des cancers du col de l'utérus, mais pas de tous. Les deux sont complémentaires.

Source : Institut national du cancer.

Pour en savoir + : www.e-cancer.fr/Comprendre-prevenir-depister/Se-faire-depister/Depistage-du-cancer-du-col-de-l-uterus



Contre le cancer, la puissance des data

Grâce aux progrès informatiques, il est possible de générer, stocker et analyser des volumes considérables de données. De quoi permettre à la cancérologie d'entrer dans une nouvelle ère, celle de la « médecine augmentée ».

Par Émilie Gillet







Gorodinkoff Productions / G.U.

L'analyse des données associée à l'expertise des médecins est prometteuse, particulièrement dans la lutte contre le cancer, où les recherches sont nombreuses.

« **N**ous vivons une révolution numérique tirée non seulement par l'abondance de données, mais également par notre capacité à collecter, stocker et analyser les informations »,

déclare Xosé Fernández, Directeur des data à l'Institut Curie. Avec l'avènement du numérique et les progrès informatiques, le monde de la santé est entré dans l'ère des big data. L'analyse de ces données par des programmes informatiques (ou algorithmes) associée à l'expertise des médecins est prometteuse, particulièrement dans la lutte contre le cancer, où les recherches sont nombreuses. « Les capacités des ordinateurs sont quasi illimitées : ils peuvent analyser des milliards d'informations, à une vitesse considérable et en comparant une multitude de paramètres, alors que le cer-

veau humain ne peut guère gérer plus de 5 ou 7 variables en même temps », résume Irène Buvat, directrice d'une unité de recherche au Service hospitalier Frédéric Joliot (CEA, Orsay).

LES DONNÉES, UNE SOURCE INTARISSABLE

En France, les données de santé bénéficient d'un écosystème unique au monde. En 2016, la loi de modernisation du système de santé a en effet créé le Système national des données de santé (SNDS). Il compile les données publiques (Assurance maladie, hôpitaux, causes médicales de décès et données relatives au handicap), couvrant ainsi plus de 90 % de la population française. Le SNDS permet notamment de retracer les parcours de soins des patients jusqu'à leur décès, de 2006 à aujourd'hui. L'objectif est de mettre à disposition ces données, sous le contrôle de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil), afin de favoriser les études, recherches ou évaluations présentant un caractère d'intérêt public.

À ces vastes bases s'ajoutent depuis quelques années des données cliniques et biologiques très détaillées, issues des dossiers médicaux des patients pris en charge dans les établissements de santé : informations personnelles, résultats d'examen médicaux, comptes rendus chirurgicaux, protocoles thérapeutiques, etc. Il peut aussi s'agir de données issues de programmes de recherche. Leur recueil est encadré par le règlement général sur la protection des données (RGPD), un texte européen très protecteur transposé dans la loi française en 2018. Il stipule notamment que les personnes dont les données sont recueillies



et utilisées à des fins de recherche doivent en être clairement informées et qu'elles ont un droit d'opposition à leur utilisation pour cette recherche. Seuls les médecins en contact avec les patients ont accès aux données personnelles, tous les autres ne peuvent travailler que sur des données anonymisées. Enfin, toutes ces informations étant sensibles, elles sont stockées dans des conditions strictes de sécurité par des hébergeurs (ou datacenters) certifiés par le ministère de la Santé.

STRUCTURER ET ANALYSER LES DONNÉES

Générer et enregistrer chaque jour des millions de données de santé est une chose. Mais encore faut-il s'assurer qu'elles soient de bonne qualité et structurées. À quoi servirait en effet une bibliothèque si les livres étaient incomplets ou rédigés en langues inconnues ? « *Aujourd'hui, les progrès informatiques nous permettent de remplir les bases indistinctement avec des données médicales structurées, des textes bruts, des résultats d'analyses, des données génomiques, peut-être un jour des images...* », raconte Emmanuel Reyrat, Directeur du département des systèmes d'informations à Unicancer, qui réunit l'ensemble des centres de lutte contre le cancer. *Mais pour pouvoir ensuite travailler dessus, les bases doivent être correctement organisées.* » C'est l'objectif du projet ConSoRe mis en place par Unicancer. « *Il s'agit d'un système qui collecte, analyse et structure les données, associé à un moteur de recherche multicritère. Cela permet notamment à des médecins d'identifier des patients répondant à des critères de recherche précis, de visualiser graphiquement l'évolution de leur maladie et leurs traitements, de localiser des dossiers de cancers rares, de savoir si des cas similaires ont déjà été traités ailleurs. L'objectif de ConSoRe est de faciliter la recherche d'informations et leur partage entre médecins et chercheurs de différents centres de lutte contre le cancer.* »

Du fait de leur volume et de leur fragmentation, analyser les données de santé n'est pas

toujours simple. Pour cela, les chercheurs utilisent notamment l'intelligence artificielle (IA). Ce terme regroupe différentes méthodes de programmation informatique qui imitent des modes de raisonnement propres aux humains. On distingue l'IA « faible », qui repose sur des algorithmes mis au point par l'homme et permettant à une machine d'exécuter une tâche comme par exemple établir un diagnostic ou proposer une thérapeutique en fonction de critères prédéfinis. L'IA « forte » a pour but de créer des programmes permettant aux machines d'apprendre par elles-mêmes le bon algorithme : on parle de *machine learning*. Plus la machine s'entraîne et plus elle est capable de reproduire le raisonnement humain, à condition de lui avoir fourni au départ les bons exercices avec les corrigés. L'objectif est que les algorithmes fassent des rapprochements, par exemple des similitudes moléculaires ou génétiques entre des cancers touchant des organes très différents, auxquels un médecin n'aurait pas forcément pensé.

DES PERSPECTIVES POUR LES MALADES

De nombreux laboratoires de recherche se sont emparés de ces nouveaux outils d'IA. Récemment, plusieurs équipes internationales ont ainsi mis au point des algorithmes capables de diagnostiquer un mélanome. Les programmes ont d'abord appris à reconnaître un mélanome en examinant et en comparant des dizaines de milliers d'images de lésions cancéreuses et de simples grains de beauté, puis ont été capables d'identifier des tumeurs atypiques avec plus de réussite que des médecins. « *IRM, mammographie, TEP scan... Les images sont des données extrêmement intéressantes aujourd'hui pour l'IA, car elles contiennent énormément d'informations. Si elles sont de qualité, et associées à des dossiers cliniques bien renseignés, c'est une excellente base de travail. Qui plus est, les algorithmes permettent de guider les variations d'interprétation qui existent entre deux médecins,*

Un partenariat Institut Curie-Owkin pour mieux analyser les dossiers cliniques

En 2017, l'Institut Curie a signé un partenariat inédit avec la start-up française Owkin, qui développe des services d'intelligence artificielle. Objectif : « *Valoriser le potentiel de données accumulées depuis plus de quinze ans à l'Institut Curie : extraire de la connaissance, faire avancer la recherche et développer ainsi de nouveaux outils pour mieux traiter nos patients* », résume le Dr Alain Liwartowski, Directeur adjoint des data de l'Institut Curie. Owkin développe en effet des technologies de *machine learning* : il s'agit de logiciels qui, en examinant des volumes considérables de données, apprennent seuls à en faire ressortir des informations pertinentes, par exemple des similitudes. L'une des applications pourrait être par exemple la découverte de nouveaux éléments permettant de prédire la toxicité et la réponse à différents traitements de chimiothérapie. Point fort de ces technologies, elles sont capables d'analyser des données en langage naturel ou des images qui n'ont pas été codées informatiquement.



Les données de santé à l'Institut Curie



Les données de santé, qu'est-ce que c'est ?

- **Les informations médicales des patients traités à l'Institut Curie :** antécédents, résultats des examens biologiques, génétiques et d'imagerie médicale, comptes rendus d'opérations, traitements et effets secondaires...
- **Les données issues des recherches :** analyses génétiques, moléculaires, questionnaires de qualité de vie...

L'Institut Curie traite 54000 patients par an, dont 9000 nouveaux patients.

Plus de 5 pétaoctets de données (5 millions de Go), soit environ 500000 dossiers médicaux.

D'où viennent-elles ?

- **Des dossiers médicaux** intégralement numériques depuis 2004
- **Des données de recherche**
- **Des données personnelles** déclarées par les patients, via l'application MyCurie depuis fin 2018.



Où sont-elles stockées ?

Dans les entrepôts de données (datacenters) de l'Institut Curie, situés à Paris, Orsay et Saint-Cloud. Les données sont sauvegardées en plusieurs lieux pour plus de sécurité.



Quelles sont les missions de la Direction des data de l'Institut Curie ?

- Structurer et organiser leurs archivages
- Développer des outils pour extraire les données et les analyser afin que la recherche progresse.
- Contrôler la qualité des données récoltées

L'Institut Curie est le premier centre anticancer à s'être doté d'une telle structure.

Quels enjeux pour les chercheurs ?

- Disposer d'une quantité considérable de données et des outils pour les analyser, les comparer, et identifier de nouvelles pistes de recherche.
- Améliorer les techniques de diagnostic, de pronostic et de décisions thérapeutiques.
- Ouvrir une nouvelle ère, celle de la « médecine augmentée » où les médecins travailleront en s'appuyant sur les données de santé et l'intelligence artificielle.





Les images, notamment issues des IRM, sont des données extrêmement intéressantes pour l'intelligence artificielle.



explique Irène Buvat. *Les programmes apprennent seuls à faire des rapprochements. Cela permet de défricher énormément de données et de découvrir de nouvelles pistes de recherche.* » Avec la même approche, une équipe Inserm-Université Paris Sud a ainsi suggéré qu'il pourrait être envisageable de prédire la réponse à l'immunothérapie de certaines tumeurs solides à partir d'une simple image scanner. Une autre, au Centre de recherche des Cordeliers, à Paris, a développé un algorithme qui pourrait déterminer à l'avance les patients ayant une réponse complète à la radiochimiothérapie afin de leur éviter une opération pour un cancer du rectum. De telles avancées devraient aussi être possibles à partir de données moléculaires ou génétiques. Certaines équipes utilisent encore l'IA pour analyser des milliers de génomes dans le cadre de la recherche sur les cancers rares ou pour déterminer de nouvelles cibles thérapeutiques par exemple.

ÉTHIQUE ET GARANTIE HUMAINE

« En théorie, data et intelligence artificielle permettent d'ouvrir de nombreuses voies de



« L'implication de patients dans les comités d'éthique qui valident les protocoles de recherche est une meilleure garantie pour la protection de leurs données. »

-
Anne Schweighofer, 49 ans, formée à l'Université des Patients et créatrice de l'entreprise Patient Conseil

recherche, déclare Irène Buvat. Mais nous devons être très vigilants quant à la rigueur de notre travail si nous ne voulons pas faire naître de faux espoirs ! Par ailleurs, l'objectif n'est surtout pas de remplacer les médecins mais de les aider, de faire en quelque sorte de la "médecine augmentée". »

En novembre dernier, le Comité consultatif national d'éthique (CCNE) s'est exprimé à propos de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé. Selon son rapport, « le risque principal serait de ne pas avoir suffisamment recours à l'IA, explique David Gruson, codirecteur du groupe



GRÂCE
À VOUS

La campagne MC21 pour le projet big data

Lancée en novembre 2017, la campagne MC21 (Marie Curie XXI^e siècle) est une campagne de collecte destinée à soutenir le financement de quatre projets essentiels et innovants portés par l'Institut Curie. Parmi ces projets, le développement du big data figure en bonne place avec un besoin de financement à hauteur de 10 millions d'euros d'ici à 2021. Porté par un comité de campagne composé de 12 membres très impliqués tant personnellement qu'à travers leurs réseaux, la campagne a déjà permis de collecter près de 4 millions d'euros (vaincrelecaner.curie.fr).

Grâce à la campagne MC21, l'une des premières entreprises à s'être associée à la campagne est le groupe Bessé-Conseil en assurances, qui s'est engagé dans le soutien du projet big data sur plusieurs années. « L'objectif de notre engagement auprès de l'Institut Curie est de rendre un service immédiat aux patients atteints de cancer et de se préoccuper de l'avenir en poussant plus loin le progrès scientifique au bénéfice du plus grand nombre », déclare Pierre Bessé, président du groupe.

En savoir plus :

vaincrelecaner.curie.fr



PAROLE
D'EXPERT

XOSÉ FERNÁNDEZ
DIRECTEUR DES DATA
À L'INSTITUT CURIE



Uniel Chametaine / Institut Curie

Quelle est l'importance des data à l'Institut Curie ?

Dès l'an 2000, l'Institut Curie a commencé à numériser

les dossiers médicaux de ses patients, et en 2004 nous avons complètement abandonné le papier : données personnelles, comptes rendus d'examen, d'opérations, analyses génétiques... mais aussi toutes les données issues de la recherche, tout est informatisé ! Nous avons été le premier centre français de lutte contre le cancer à adopter cette stratégie du "tout numérique", puis à créer une Direction des data.

Vous dirigez cette Direction des data. Quels sont ses rôles ?

L'objectif principal est de tisser des liens étroits entre la clinique et la recherche,

c'est-à-dire permettre aux chercheurs d'utiliser ces données au mieux pour découvrir de nouvelles pistes thérapeutiques, par exemple, ou optimiser le diagnostic des cancers. Pour cela, nous devons réfléchir à la meilleure façon de classer ces données, de les structurer, afin qu'elles soient accessibles le plus facilement possible.

Vous réfléchissez aussi aux outils à développer pour les analyser...

Oui, grâce à des partenariats avec d'autres équipes de recherche mais aussi avec des entreprises privées, nous mettons au point des outils d'intelligence artificielle pour exploiter au mieux ce volume considérable d'informations. En parallèle, nous travaillons à la rédaction d'une charte qui définira précisément la protection de ces données et les utilisations que nous pouvons en faire. Grâce aux data et à l'intelligence artificielle, nous sommes à la veille d'une grande révolution dans la prise en charge des cancers.

Croiser les données publiques avec celles de l'Institut Curie

Le Système national des données de santé (SNDS) regroupe les données individualisées et anonymes de l'intégralité des remboursements de dépenses de santé pour les sujets affiliés à l'un des régimes obligatoires de Sécurité sociale, les données des hôpitaux et les causes médicales de décès. Cela représente plus de 60 millions de Français et 450 téraoctets de données ! Au sein de l'équipe data de l'Institut Curie, dirigée par Xosé Fernández, ces données de santé publiques sont croisées avec celles de l'Institut Curie. Concrètement, cela permet de connaître de façon exhaustive le parcours de soins des patients. Par exemple, il est possible d'identifier les grossesses des patientes traitées pour un cancer du sein à l'Institut Curie, ou celles qui ont reçu tel autre traitement ailleurs pendant leur chimiothérapie. Grâce à ces données de vie réelle, c'est un nouveau champ de recherche qui s'ouvre. *In fine*, l'objectif est de fluidifier et d'améliorer les parcours de soins en cancérologie, et de mieux comprendre leur impact sur la survie des patients.

72 ➤

PROJETS DE RECHERCHE portant sur les données de santé ont été évalués par l'équipe data de l'Institut Curie.

de travail du CCNE. Nous avons beaucoup de données de santé en France, il ne faudrait pas les sous-exploiter. » Un autre risque important serait de surréglementer ce secteur. « Le RGPD est déjà suffisamment protecteur. » Le rapport souligne aussi deux autres risques inhérents à l'IA. Celui de la tension entre individus et collectif : « La logique de santé publique, notamment d'un point de vue économique, n'est pas toujours compatible avec celle qui prime à l'échelle de la santé d'une personne. Nous devons anticiper ce risque avec des législations particulières qui obligeront par exemple les médecins à informer leurs patients qu'ils ont

utilisé un algorithme pour établir un diagnostic ou faire un choix thérapeutique. » Enfin il convient d'établir un principe de garantie humaine de l'IA : que le sens critique de l'être humain prédomine toujours par rapport à la machine ! Un enjeu que le mathématicien et député Cédric Villani a bien pris en compte lorsque, rendant son rapport sur le développement de l'IA en France en mars 2018, il a déclaré : « L'enjeu n'est pas la compétition entre deux intelligences mais au contraire leur association ; comment l'intelligence humaine pourra utiliser l'intelligence de synthèse pour se faciliter la tâche. »



VOTRE FONDATION

La continuité de la recherche et des soins dans un même lieu – l'Institut Curie – stimule l'innovation, favorise les échanges et les découvertes. Fondation privée reconnue d'utilité publique, l'Institut Curie est habilité à recevoir les dons et legs du public. Notre volonté de progresser est encouragée par le soutien et la générosité de nos donateurs, testateurs et partenaires, que je remercie chaleureusement.

Pr Thierry Philip, président du Directoire de l'Institut Curie

Mettez votre IFI 2019 au service de l'innovation contre le cancer !

La loi de finances 2018 a apporté des modifications importantes, comme la suppression de l'impôt de solidarité sur la fortune (ISF) et son remplacement par l'impôt sur la fortune immobilière (IFI).

Cette année, si vous êtes assujéti à l'impôt sur la fortune immobilière (IFI), vous pouvez choisir de mettre la totalité ou une partie de cet impôt au service de la lutte contre le cancer aux côtés de l'Institut Curie. En effectuant un don déductible de votre impôt sur la fortune immobilière 2019, vous contribuez aux grands programmes d'innovation de l'Institut Curie et faites reculer le cancer.

LES RESSOURCES PRIVÉES, VITALES POUR L'INSTITUT CURIE

Les dons des personnes assujétiées à l'IFI sont un formidable accélérateur pour mener à bien nos missions de recherche et de soins. Cette année, ces donateurs contribueront à faire avancer nos programmes de recherche, notamment le projet européen de recherche PEVO Data,

un essai clinique coordonné par l'Institut Curie qui associera épigénétique, immunologie et data pour soigner les patients touchés par un cancer de la peau en récurrence (carcinome épidermoïde cutané). En 2019, grâce à votre appui, cette nouvelle approche multidisciplinaire pourra être mise en œuvre afin de comprendre les mécanismes de résistance des médicaments et d'identifier de nouvelles voies thérapeutiques.

Choisir de faire un don à l'Institut Curie au titre de l'IFI vous permet de décider de l'affectation de votre impôt tout en permettant à nos équipes de chercheurs et médecins de disposer de la totalité de votre don, au service des patients. Pour bénéficier de cette mesure fiscale et en faire profiter nos médecins et chercheurs, vous pouvez, en toute confidentialité, effectuer votre don dès aujourd'hui. Il sera déductible à 75 % de votre IFI dans la limite de 50000 euros par an.

VOTRE CONTACT

Elsa Oliveira
Institut Curie
26 rue d'Ulm
75248 Paris Cedex 05
Tél. : 01.56.24.55.02
elsa.oliveira@curie.fr



Uriel Chantraine/Institut Curie

Les modalités changent :

**La déclaration IFI doit être effectuée sur l'annexe n° 2042-IFI, dans les mêmes délais que la déclaration d'impôt sur le revenu : le 17 mai pour les déclarations papier, entre le 22 mai et le 5 juin pour les déclarations en ligne (la date varie selon votre département d'habitation).
Détails sur le site impots.gouv.fr
Votre don doit être effectué avant la date de déclaration afin d'être pris en compte.**

Le saviez-vous?

Si vous n'êtes pas soumis à l'IFI cette année, vous bénéficiez toujours de la possibilité de réduire votre impôt sur le revenu de 66 % du montant de vos dons à l'Institut Curie, dans la limite de 20 % de votre revenu imposable.



UNE JONQUILLE POUR CURIE CONTRE LE CANCER



Du 12 mars au 17 mars 2019, la France entière a porté haut les couleurs de la Jonquille !

Une Jonquille pour Curie, campagne nationale de mobilisation et d'appel aux dons, a fait fleurir l'espoir contre le cancer sur l'ensemble de l'Hexagone ! Avec cœur et générosité, vous avez été nombreux à nos côtés pour cette 15^e édition.

La totalité des dons collectés cette année soutiendra la recherche fondamentale, essentielle pour favoriser l'émergence de nouvelles stratégies de traitement. Elle permet en effet de mieux comprendre la maladie pour ensuite développer des thérapies au bénéfice des patients. Une étape cruciale dont découlent

toutes les innovations médicales. Sans la recherche fondamentale, le progrès est impossible, et pour progresser plus rapidement, chaque don compte.

Les patients étaient aussi au cœur de la campagne 2019, grâce notamment à leurs témoignages, rappelant concrètement l'importance de la recherche, des traitements innovants et de la générosité du grand public dans la lutte contre le cancer.

Fanny et Gracian, tous deux soignés à l'Institut Curie, ont ainsi partagé leur parcours et leurs projets : la première a bénéficié d'un traitement innovant lui offrant l'espoir de donner le jour à un enfant et le second poursuit son rêve de devenir footballeur.

FACE AU CANCER, TOUS MOBILISÉS !

Le 12 mars dernier, parrains et marraines, partenaires, associations, bénévoles et bien sûr grand public ont donné le coup d'envoi national d'appel à mobilisation, depuis le Village des Jonquilles, place du Panthéon, à Paris. Comme chaque année, l'Institut Curie a pu compter sur l'engagement de personnalités du monde du spectacle, des médias et du sport, avec le généreux soutien d'un nouveau parrain, champion du monde de football, Blaise Matuidi. Pendant trois jours, le Village était en effervescence, proposant à tous, des animations – comme les vélos



ENTRE NOUS ILS SE MOBILISENT



De gauche à droite :
Sandrine Quétier,
Jenifer, Christophe
Beaugrand, Thomas Isle.

Thibaut Voisin / Institut Curie

connectés pour lesquels notre partenaire, la Fondation Swiss Life a reversé 1 euro pour chaque kilomètre parcouru – et ventes solidaires dans une atmosphère conviviale. En parallèle, du 12 au 15 mars, le Défi des entreprises a battu son plein sur le parvis de la Défense. Musique et vélos connectés ont permis aux entreprises participantes de soutenir cette campagne de solidarité contre le cancer en se lançant dans une course au plus grand nombre de kilomètres parcourus. Nouveauté cette année, chaque entreprise pouvait privatiser le

dôme abritant les 12 vélos solidaires. Jusqu'au 13 avril, le Jonquillo'Tour s'est lui aussi lancé pour un tour de France solidaire, après une semaine de collecte festive devant la gare Saint-Lazare. Partout en France, dans les centres commerciaux, les magasins de notre partenaire Truffaut, les ventes et animations solidaires ont reçu un bel accueil du public.

Une Jonquille pour Curie s'est terminée en fanfare et en baskets le 17 mars au Champ-de-Mars, où 2 000 coureurs et marcheurs ont pris le départ de la Course de la Jonquille, ainsi qu'en simultanément, en régions, grâce à l'application « Jonquille » pour participer à la Course connectée de la Jonquille. La campagne a également été fortement relayée sur les réseaux

sociaux avec, notamment, le partage de nombreux selfies accompagnés du hashtag #sourirecontrecancer pour lequel Banque Populaire Rives de Paris reversait 0,50 euro par sourire. Vous pouvez retrouver toutes les photos postées par les internautes sur le *social wall* du site unejonquillepourcurie.fr. Une Jonquille pour Curie est une aventure solidaire, collective, formidable témoignage d'espoir contre le cancer. Grâce à l'engagement de tous, le succès était une nouvelle fois au rendez-vous, merci !

NB : au moment où ce journal est imprimé, la totalité des bilans financiers n'est pas consolidée, vous pouvez retrouver le bilan complet de cette 15^e édition sur unejonquillepourcurie.fr.



MOBILISEZ-VOUS

**Jusqu'à la fin du printemps,
l'espoir fleurit encore!**

- Faites un don ou une collecte auprès de vos proches grâce à la plateforme dédiée macollecte.curie.fr ou en achetant les produits solidaires Jonquille sur la boutique en ligne. Rendez-vous sur le site unejonquillepourcurie.fr



Thibaut Voisin / Institut Curie



Agenda



ATOS TOUR
UN CHALLENGE SPORTIF ENGAGÉ !



Photo: KingAndQueen

Pour la troisième édition consécutive, l'équipe française de l'Atos Tour soutient l'Institut Curie lors du challenge qui se déroulera les 6 et 7 septembre 2019. Organisé par des salariés d'Atos et ses partenaires, ce challenge consiste à parcourir en deux jours, à vélo et en peloton, les 475 km séparant Paris et Eindhoven.

Au-delà du défi sportif, l'objectif est de collecter des fonds au profit d'associations de lutte contre le cancer choisies par chaque équipe dans leur propre pays. L'équipe française entend dépasser les 9000 euros collectés en France l'année dernière ! Aidez-les à relever ce challenge sportif et solidaire : en créant votre propre page de collecte pour mobiliser vos proches ou en faisant un don en ligne sur <https://macollecte.curie.fr/events/atos-tour-2019>.

MOBILISATION

Monoprix lance une collection capsule solidaire

À l'occasion de la Journée internationale des droits des femmes, le 8 mars dernier, Monoprix s'est réengagé pour la deuxième année

consécutive aux côtés des femmes atteintes de cancer et de l'Institut Curie en créant une collection capsule solidaire : tee-shirts, tote-bags, articles de décoration. Les clients de 177 magasins Monoprix ont pu acheter les articles de la collection solidaire dans les rayons femme, enfant et maison. 20 % de la totalité des ventes de cette collection ont été reversés à l'Institut Curie afin de soutenir le projet Combimmuno porté par le Dr Anne-Sophie Hamy-Petit, gynéco-cancérologue et chercheuse à l'Institut Curie. Cette recherche innovante vise à combattre le cancer



DR

du sein en identifiant des combinaisons de médicaments modifiant l'efficacité de la chimiothérapie. Et pour aller plus loin dans cette mobilisation, tous les magasins Monoprix ont proposé à leurs clients de faire un don au moment de leur passage en caisse. Un grand merci à Monoprix et à tous ses clients pour leur générosité !

CANCER DU SEIN

Une carte bancaire solidaire pour soutenir l'Institut Curie



Depuis le 15 octobre dernier, la Société Générale s'engage avec l'Institut Curie pour la recherche sur le cancer avec la carte Collection

caritative Octobre Rose¹. L'adopter, c'est soutenir activement l'Institut Curie et faire avancer la recherche.

Pour chaque paiement avec la carte, Société Générale verse 5 centimes d'euros à l'Institut Curie. Soutenez-nous en devenant détenteur de cette carte bancaire pas comme les autres, et donnez du sens à vos dépenses !

1. Les cartes Collection caritative Octobre Rose sont des cartes CB Visa et CB Visa Premier dotées de l'option Collection caritative-modèle Octobre Rose. Option soumise à conditions. Le prix de l'option (12 euros par an, tarif au 01/09/2018) s'ajoute à celui de votre carte. Pour en savoir plus sur les autres conditions ou pour obtenir la carte, renseignez-vous auprès de votre agence Société Générale.

Thomas BALEZEAU

INGÉNIEUR DATA
À L'INSTITUT CURIE

Thomas Balezeau a rejoint l'équipe de Julien Guérin il y a bientôt trois ans pour construire un entrepôt de données. « *Nous étions au début de l'aventure et l'Institut Curie était pionnier dans ce domaine !* » L'objectif ? Rassembler dans une même base une masse d'informations provenant d'échantillons biologiques, de comptes rendus médicaux, de données de chimiothérapie, etc. Et développer des programmes pour automatiser le flux des données.

DONNER DU SENS AUX DONNÉES

Cet entrepôt de données (Biomedics) est utilisé en complément d'un autre projet porté par la fédération Unicancer, ConSoRe – pour Continuum soins-recherche. Ce puissant moteur de recherche collecte et analyse en une fraction de seconde les informations disséminées dans les dossiers médicaux. Grâce à ces puissants outils, il est dès lors possible de reconstituer l'histoire d'un patient et de faire apparaître des faits jusque-là invisibles, en comparant par exemple des profils de patients similaires. « *Via une application dédiée, les médecins et chercheurs peuvent poser eux-mêmes des questions, aussi complexes soient-elles, et obtenir rapidement les données dont ils ont besoin.* »

ORGANISER

Autre challenge : la gestion de l'architecture des data. Thomas Balezeau travaille sur des projets internationaux d'analyse d'image par l'intelligence artificielle. « *On dispose de téraoctets de données : leur gestion pose évidemment des problématiques de stockage et d'anonymisation.* »

Mannon Matias

PARCOURS

1992

Naissance

2016

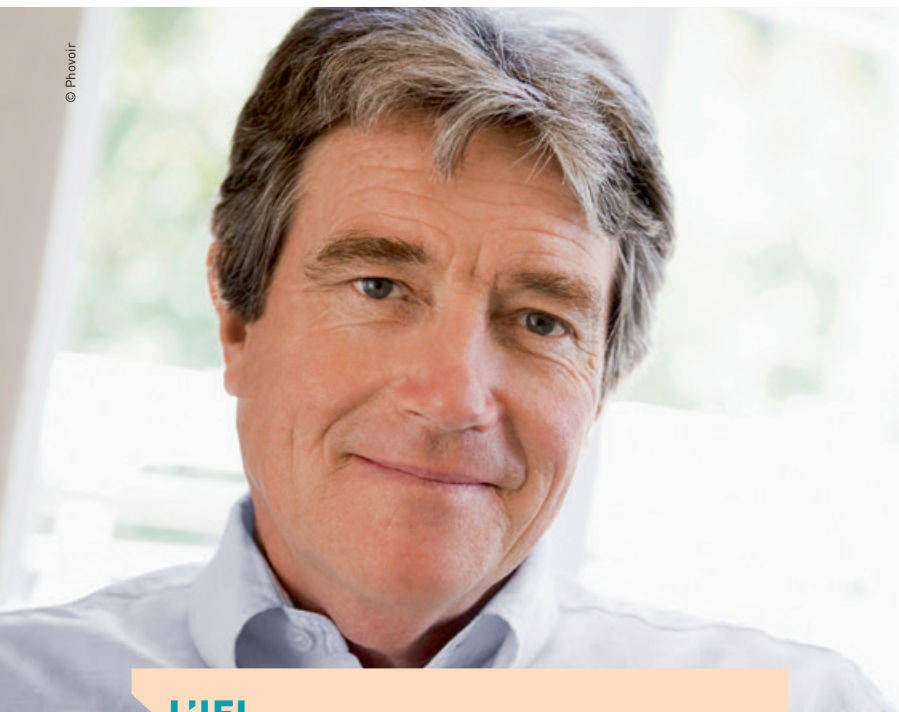
Master de bio-informatique et biologie des systèmes, université Paul-Sabatier (Toulouse III).

Août 2016

Arrivée à l'Institut Curie

RÉDUISEZ VOTRE IMPÔT SUR LA FORTUNE IMMOBILIÈRE EN CHOISSANT DE SOUTENIR L'INSTITUT CURIE

© Phovoir



« Cette année encore, je suis heureux de pouvoir déduire de mon IFI les dons que je fais à l'Institut Curie, fondation reconnue d'utilité publique. Je peux ainsi, c'est important pour moi, continuer à affecter mon impôt à une cause à laquelle je crois. »

J.M. B. (St Cloud)

Pour respecter l'anonymat du donateur qui a témoigné, ses initiales et sa photo ont été modifiées.

L'IFI

- Applicable aux patrimoines supérieurs à 1,3 M€.
- Un barème progressif de 6 tranches
- Dépôt de la déclaration IFI :
En même temps que votre déclaration d'impôt sur le revenu, **en indiquant les dons que vous consentez à l'Institut Curie au titre de l'IFI 2019.**

Déclaration IFI à effectuer sur l'annexe n°2042-IFI

- Réduction de votre IFI à hauteur de 75 % pour les dons consentis à l'Institut Curie dans la limite de 50 000 €.

La loi de finances permet aux personnes soumises à l'impôt sur la fortune immobilière (IFI) de réduire leur impôt de 75 % du montant de leurs dons consentis aux fondations reconnues d'utilité publique, comme l'Institut Curie. Cette réduction fiscale est plafonnée à 50 000 euros, correspondant ainsi à un don de 66 666 euros.

Les ressources issues des dons IFI constituent un formidable accélérateur pour mener à bien nos missions de recherche et de soins, au bénéfice des patients atteints de cancer.

PAR EXEMPLE, UN DON DE...	1 000 €	2 000 €	5 000 €	10 000 €
... RÉDUIT VOTRE IFI DE 75%, SOIT...	750 €	1 500 €	3 750 €	7 500 €
... ET VOUS REVIENT SEULEMENT À...	250 €	500 €	1 250 €	2 500 €

POUR PLUS D'INFORMATIONS

Contactez Elsa Oliveira au **01 56 24 55 02**
elsa.oliveira@curie.fr

FAIRE VOTRE DON

➔ **Par courrier à l'adresse suivante :**
Institut Curie - Elsa Oliveira - 26 rue d'Ulm - 75248 Paris cedex 05

➔ **Par internet :**
www.curie.fr - rubrique Nous soutenir

