

La lettre de l'Institut Pasteur

ÉDITION
SPÉCIALE



19 NOVEMBRE 2024

ÉDITO



Accélérer la recherche

Dès les prémices de l'intelligence artificielle, l'Institut Pasteur l'a positionné comme un outil clé pour appréhender la complexité du vivant. Nous avons l'ambition de tirer parti des innovations technologiques et d'être précurseur dans notre approche de la recherche. C'est pourquoi, sur notre campus : un laboratoire sur cinq développe des outils d'intelligence artificielle.

Grâce à eux, nos scientifiques peuvent : analyser des images complexes en un temps record, déchiffrer les facteurs génétiques des maladies ou encore cribler des centaines de milliers de molécules à la recherche de nouveaux médicaments.

Nous continuons à explorer ces nouvelles frontières, et il me tarde de découvrir les applications qui découleront de l'alliance entre recherche biologique et intelligence artificielle.

Nous sommes à l'aube d'une ère où l'intelligence artificielle ne se contente pas de compléter la recherche biologique, mais la transforme, promettant des percées médicales inimaginables. Votre soutien est crucial pour propulser cette révolution scientifique, et ouvrir la voie à des découvertes capitales.

Pr Yasmine Belkaid,
Directrice générale de l'Institut Pasteur

LE DOSSIER



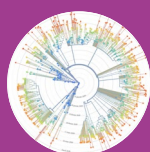
L'Intelligence Artificielle : révolution ou simple mirage ?

Aide au diagnostic par l'analyse automatique d'images médicales (IRM, scanners, échographies...), chirurgie assistée, médecine prédictive, surveillance des épidémies, pronostic des maladies, développement de nouveaux traitements, médecine personnalisée... Les applications de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé sont si nombreuses et diverses qu'il est impossible de toutes les citer ici. Le potentiel de l'« IA » pour la médecine de demain est vertigineux.

SUITE P. 2



P. 03
ACTION PASTEUR
Quand l'IA renforce
l'œil des experts



P. 05
ENTRETIEN
Christophe Zimmer :
les données sont
le nerf de la guerre



P. 08
PASTEUR ET VOUS
Les Rendez-vous de
Louis : en immersion
au cœur de la science !

L'Intelligence Artificielle : révolution ou simple mirage ?



L'IA constitue un fabuleux accélérateur de découvertes dans de nombreux domaines, accomplissant des tâches parfois impossibles à réaliser par un être humain.

...

En amont, la recherche biomédicale y a de plus en plus recours pour analyser des images de microscopie, des séquences génomiques, cribler des candidats-médicaments : l'IA constitue un fabuleux accélérateur de découvertes dans de nombreux domaines, accomplissant des tâches parfois impossibles à réaliser par un être humain.

GPS, reconnaissance d'images, reconnaissance vocale, traduction automatique de textes, moteurs de recherche, conduite assistée... L'IA est déjà très présente dans nos vies et nous en bénéficions souvent sans le savoir.

Une question d'apprentissage

De quoi s'agit-il ? Le concept de « machine à penser » et le terme d'intelligence artificielle ont été proposés par des mathématiciens anglais et américains dans les années 50. L'intelligence artificielle est longtemps restée cantonnée à un cercle restreint de spécialistes, avec une percée fort médiatisée en 1997, quand l'ordinateur « Deep blue » réussit à battre au jeu d'échecs le champion du monde Garry Kasparov : la machine pouvait donc surpasser l'humain. Mais seul

des ordinateurs super-puissants autorisaient une telle prouesse. Le retour en force fulgurant de l'IA ces toutes dernières années s'explique par l'augmentation pharamineuse de la puissance de calcul des ordinateurs, conjuguée aux capacités de génération et de stockage de masses gigantesques de données (Big data), ces informations sous forme, par exemple, de chiffres, de graphiques, de photos, de bandes-son ou de textes. Ceci a favorisé l'essor d'une branche de l'IA dont on parlait relativement peu il y a encore dix ans appelée « apprentissage automatique » (machine learning) et notamment l'« apprentissage profond » (deep learning), dont l'un des pionniers est un informaticien français, Yann Le Cun.

Des milliers d'images « d'entraînement »

Comment cela fonctionne-t-il ? L'exemple de la reconnaissance d'images de chats et de chiens est communément utilisé. Pour apprendre à un ordinateur comment distinguer un chat d'un chien, un algorithme (une séquence d'opérations mathématiques) est entraîné sur des milliers d'images de chiens et de



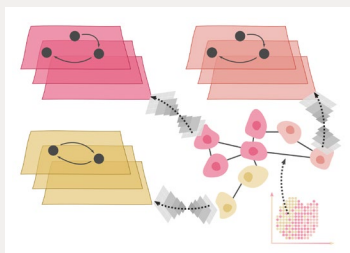
Plonger dans l'infini de la cellule



Briques élémentaires du vivant, chaque cellule est différente et son devenir au sein de l'organisme aussi, qu'il soit sain ou pathologique. Aujourd'hui les technologies dites de cellule unique – *Single cell technologies* en anglais – permettent d'obtenir de nombreuses caractéristiques d'une cellule comme son génome, ses mécanismes moléculaires ou sa position dans l'espace.

« Mais tous ces éléments représentent une masse de données considérable » précise **Laura Cantini**, responsable du groupe à 5 ans Apprentissage automatique pour la génomique intégrative à l'Institut Pasteur. « Pour obtenir des représentations pertinentes à l'échelle de la cellule unique et relier toutes ses dimensions, l'IA est indispensable » Avec son équipe, la chercheuse développe des modèles compilant les technologies *Single cell* pour prédire le comportement futur des cellules. Ces algorithmes permettent par exemple d'isoler les types de cellules cancéreuses capables d'échapper à un traitement

et d'entraîner des rechutes. « *Aucun autre outil n'aurait permis de le faire car cette résistance émerge d'une dynamique conjointe entre des mécanismes très différents.* » Pour analyser les dizaines de milliers de données qui peuvent décrire une cellule, Laura Cantini utilise



Grâce à l'IA, il est possible de combiner en un modèle plusieurs dimensions d'une cellule. Ici deux réseaux d'échelles différentes (interactions moléculaires : feuilles ; proximité spatiale au sein du tissu : cellules) sont combinés pour donner une représentation de différents types de cellules utilisables par les chercheurs.

des algorithmes d'apprentissage machine. Sa méthode vise dans premier temps à réduire les données en un ensemble de dimensions pertinentes selon la question étudiée, puis à réassembler les données contenues dans ces dimensions afin de produire des modèles prédictifs de la trajectoire cellulaire. « Notre objectif est de faire ce tri sans perdre d'information biologiquement pertinente ; la collaboration avec les biologistes est essentielle sur ce point » explique la chercheuse. « Les avancées technologiques font croître la quantité et les types de données que nous sommes capables d'obtenir, et l'IA évolue pour les accompagner. »



10 millions d'images de biopsies ! Quand l'IA renforce l'œil des experts



Née des mathématiques appliquées dans les années 70, l'analyse d'images est aujourd'hui au cœur des technologies de pointe. « Mon équipe développe des algorithmes pour l'imagerie biologique, pour modéliser par exemple comment des cellules métastatiques de cancer du sein se déforment pour se déplacer : calculer la trajectoire d'une

cellule dans un film de vidéomicroscopie 3D d'une heure prendrait des jours à un chercheur quand l'analyse d'images le fait désormais en temps réel. Tout comme compter combien de centaines de cellules de telle ou telle forme sont dans une image. Ces tâches sont rébarbatives et pas toujours reproductibles : selon que l'expérimentateur les effectue le matin, l'après-midi ou le soir, le résultat n'est pas le même... L'ordinateur, lui, donne toujours le bon nombre. » explique **Jean-Christophe Olivo-Marin**, responsable de l'unité d'Analyse d'images biologiques à l'Institut Pasteur. « L'intelligence artificielle est venue compléter notre boîte à outils » ajoute le chercheur, membre du tout nouveau projet européen BIGPICTURE*, qui vise à utiliser l'IA pour l'analyse automatique d'images de biopsies de patients souffrant de cancers (poumon, colorectal, sein, prostate, lymphomes...),

* BIGPICTURE rassemble des hôpitaux, des partenaires académiques et de l'industrie pharmaceutique, et diverses organisations publiques et privées de 12 pays européens.

de maladies auto-immunes ou transplantés. « On parle de la plus grande base de données d'images de pathologies jamais constituée : 10 millions d'images ! Notre rôle est de concevoir des méthodes d'apprentissage profond pour l'annotation automatique, c'est-à-dire la classification des images : telle image correspond à un cancer du poumon de tel stade. Nous créerons des algorithmes par organe – poumon, rein... D'autres laboratoires, à partir de ces images bien caractérisées, pourront ensuite développer d'autres algorithmes d'IA pour prédire l'évolution d'une maladie ou l'efficacité d'un traitement. » Les biopsies sont normalement analysées par des anatomopathologistes, qui observent au microscope des lames de tissus, y cherchant les anomalies liées à une maladie. « Nous les digitalisons à l'aide de microscopes numériques qui ont des résolutions phénoménales. Ces images sont immenses : 100 000 sur 100 000 pixels ! Ce qui rajoute de la complexité au projet : il faut les compresser pour les transmettre d'un hôpital ou d'un laboratoire à l'autre, ce qui est optimisé par d'autres algorithmes d'IA, et les découper en morceaux pour le stockage et l'analyse. » A terme, l'objectif du chercheur est la création d'une plateforme logicielle ouverte de lecture automatique de lames virtuelles.

chats annotées avec des 0 pour les chiens et des 1 pour les chats par exemple.

Après un très grand nombre de calculs sur ces données d'entraînement, l'algorithme devient capable de généraliser et de reconnaître quasi instantanément un chat ou un chien à partir d'une image inconnue. Plus on utilise de données d'apprentissage, moins il se trompe. Ces résultats paraissent souvent « magiques », mais il ne s'agit somme toute que d'une cascade d'opérations mathématiques simples. Cet apprentissage massif repose sur des « réseaux neuronaux »

artificiels, les neurones désignant de petites unités de calcul interconnectées et généralement organisées en couches superposées. Intelligence, neurones : ces termes laissent penser à une imitation du cerveau humain, source de fantasmes et de peur. Mais il s'agit juste, grâce à des méthodes mathématiques et statistiques informatisées, d'« apprendre » à une machine à exécuter certaines tâches bien plus rapidement et parfois bien plus précisément qu'un humain ne pourrait le faire.

SUITE P. 4

L'IA est bien plus rapide et souvent plus précise qu'un humain.

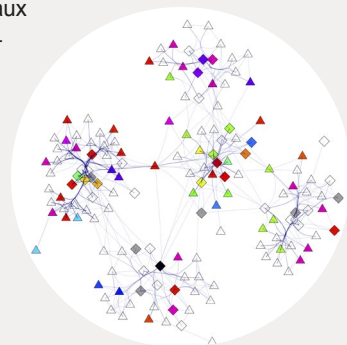


Modéliser la circulation des bactéries résistantes à l'hôpital



Depuis plusieurs années, les chercheurs de l'unité Épidémiologie et modélisation de la résistance aux antimicrobiens de l'Institut Pasteur, dirigée par Didier Guillemot travaillent sur des modélisations mathématiques et informatiques de la circulation des bactéries responsables d'infections nosocomiales dans les hôpitaux français. « Les premiers modèles ont montré qu'on pouvait tracer la transmission de

certaines espèces bactériennes sur le réseau de contacts des individus. Mais en dépit de la précision de nos données sur les patients et sur leurs contacts, elles restaient limitées dans le temps et les mécanismes de transmission. » explique **Lulla Opatowski**, cheffe de groupe au sein de l'unité. « Pour comprendre la colonisation par des bactéries résistantes du patient à la population hospitalière, il nous fallait un nouveau modèle capable de combiner des mécanismes complexes et variés, mais aussi d'introduire la part d'aléatoire et d'incertitudes inhérentes à la transmission d'un agent pathogène. » Dans trois unités de soins intensifs françaises durant six mois, la chercheuse va ainsi coordonner le projet PARTHAGE. Son ambition est de rassembler au sein d'un modèle individu-centré les différentes dimensions de l'hôpital, de l'organisation du service à la consommation d'antibiotiques, des contacts entre soignants et patients jusqu'aux bactéries présentes dans leur microbiote intestinal, ainsi que les gènes responsables de la résistance aux antibiotiques. Ce modèle nourri sur des données récoltées à chaque échelle permettra de reproduire les conditions les plus probables expliquant la transmission nosocomiale. « Une fois le modèle calibré, nous pourrons créer des simulations scénariées » précise la chercheuse. « Dans cette IA, des mécanismes individuels peuvent générer des dynamiques inattendues au niveau populationnel. Nous pourrons l'utiliser pour évaluer l'impact de l'introduction d'un nouveau traitement antibiotique, d'un nouveau vaccin, d'une souche émergente plus transmissible ou plus résistante, afin d'identifier les interventions les plus efficaces. »



Étude i-Bird au sein d'un hôpital français en 2009 sous la direction de Didier Guillemot : réseau d'interactions entre patients (triangles) et personnel hospitalier (losanges), dont certains colonisés par différentes souches de staphylocoque doré (couleurs).

Mélanome : quand l'IA surpasse les dermatologues

Dans le domaine de la santé, les premières avancées ont concerné les images médicales. En 2016, à l'université de Stanford aux États-Unis, une « IA » mise au point pour détecter des rétinopathies diabétiques à partir d'images de fond de l'œil surpassait les ophtalmologues, et en 2017, des algorithmes entraînés avec 120 000 photos cliniques couvrant 2 000 maladies de peau s'avéraient meilleurs que les dermatologues pour repérer des mélanomes. L'année suivante, une équipe de chercheurs allemands, français et américains comparait les performances de leur algorithme d'IA de détection du mélanome à celles de 58 spécialistes de 17 pays : 87% de bon diagnostic en moyenne pour les experts contre 95% pour l'ordinateur. Depuis, des applications sur smartphone ont même été conçues pour permettre de prendre soi-même en photo un grain de beauté, rapidement étiqueté suspect ou non. Bien « entraîné », l'ordinateur est donc souvent plus performant que l'humain... et n'a ni coup de fatigue, ni chute de concentration ! Il peut aussi détecter un changement infime dans une image, qu'un « œil » humain peut avoir accidentellement raté.

SUITE P. 6



L'ENTRETIEN

Christophe Zimmer

Responsable de l'unité Imagerie et modélisation à l'Institut Pasteur, professeur à l'université de Würzburg en Allemagne.

« En intelligence artificielle, les données sont le nerf de la guerre ! »

Dans quels buts la recherche biomédicale utilise-t-elle l'intelligence artificielle (IA) ?

L'IA a d'abord bouleversé le domaine de l'analyse d'images, et donc le diagnostic clinique par imagerie médicale, bien sûr, mais aussi l'exploitation de la microscopie en recherche. Si l'IA a permis un bond considérable dans la qualité des informations extraites des images, elle est également utilisée dans de nombreux autres domaines. Par exemple : pour traiter des données génomiques ou transcriptomiques, prédire la structure tridimensionnelle de protéines et leurs interactions avec d'autres molécules, créer des protéines nouvelles avec des fonctions désirables, ou encore prédire des défaillances d'organes à partir de données cliniques.

Quelles sont ses limites ?

L'un des reproches souvent fait aux techniques d'IA par apprentissage profond, les plus utilisées, est celui de la boîte noire : l'IA permet de faire des prédictions ou classifications, par exemple « ces cellules sont cancéreuses, celles-ci ne le sont pas » avec grande précision, mais sans que l'on sache quels critères elle utilise pour faire ce choix. C'est problématique notamment pour le diagnostic médical. Mais de nombreuses équipes dont la mienne développent des méthodes d'IA « explicables », plus faciles à interpréter, ce qui est primordial pour les cliniciens mais aussi pour la recherche biologique. Autre point faible : ces méthodes d'IA ne sont pas toujours robustes.

L'IA est-elle fiable ?

On ne peut pas faire une confiance aveugle à l'IA. Elle peut être plus performante qu'un expert dans un contexte précis, mais aussi commettre des erreurs

grossières, par exemple se tromper de diagnostic face à des images obtenues par un scanner d'une marque différente de celles utilisées lors de son entraînement. Pour limiter ce risque, il est très important que les méthodes entraînées sur un jeu de données puissent être ré-entraînées ou ajustées sur d'autres données. C'est pour cela que mon ancien étudiant Wei Ouyang a développé la plateforme informatique Imjoy, qui facilite l'accès aux méthodes d'IA pour la communauté biomédicale. La prise en compte de l'incertitude en IA est un autre sujet majeur qui intéresse également mon équipe : les algorithmes d'IA doivent pouvoir dire qu'ils ne « savent pas », notamment pour éviter les hallucinations de l'IA générative qui ne correspondent à aucune réalité expérimentale.

Comment utilisez-vous l'IA dans vos recherches ?

Mon unité développe des techniques de microscopie super-résolutives qui reposent fortement sur l'analyse d'images, avec ou sans IA. Grâce à l'apprentissage profond,

Wei a mis au point Annapalm, un logiciel conçu pour accélérer la microscopie super-résolutive, qu'une autre étudiante, Jiachuan Bai, a étendu à l'imagerie dynamique. En parallèle, Wei et Jiachuan ont créé une plateforme web (ShareLoc) destinée à mettre en commun des images super-résolutives de plusieurs laboratoires, qui sont rarement partagées actuellement. Grâce à elles, nous espérons rendre Annapalm encore plus performant, car en IA, les données sont le nerf de la guerre.

Avez-vous des projets appliqués à la médecine ?

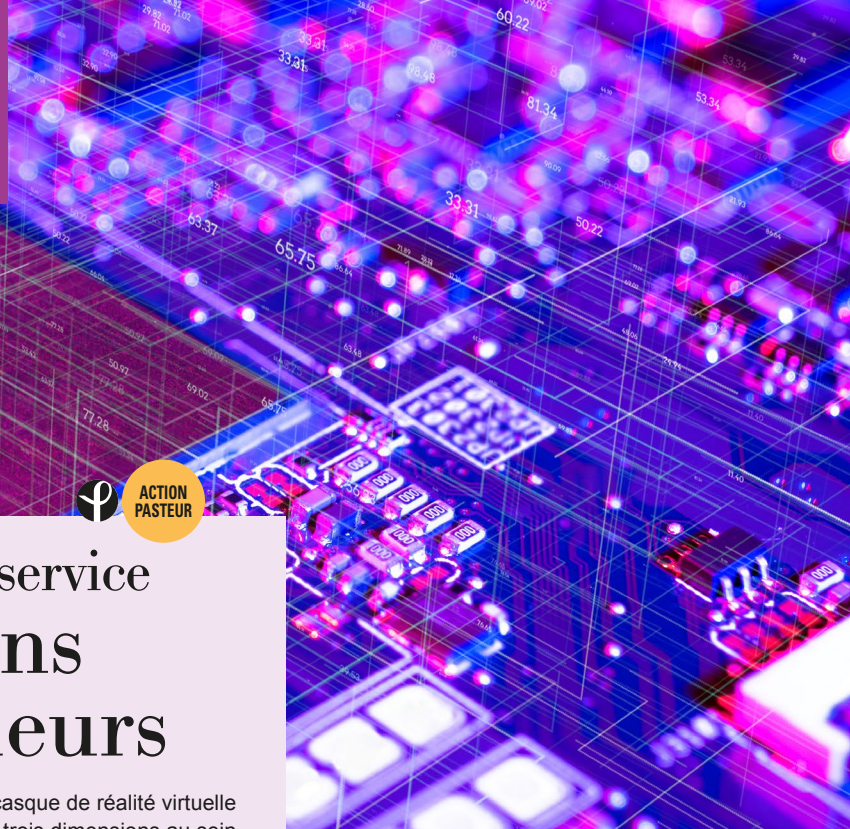
Plusieurs sont pertinents pour la médecine. Par exemple, Hoa Nguyen dans mon équipe a développé une méthode d'IA pour reconnaître les malformations cardiaques dans des scanners*. Dans un projet très différent, nous avons utilisé un grand modèle de langage (un type d'IA utilisé notamment par Chat-GPT) pour extraire des informations épidémiologiques sur les circonstances de transmission du virus SARS-CoV-2, à partir d'un questionnaire ouvert auquel ont répondu les participants de l'étude Corcom**. Dans un troisième projet, mon étudiant Daniel Krentzel, utilise des méthodes d'IA récentes pour analyser des images de bactéries traitées par des composés chimiques ou modifiées génétiquement. Nous espérons ainsi pouvoir prédire le mécanisme d'action de nouvelles molécules chimiques et accélérer le processus de découverte de nouveaux antibiotiques.

* En collaboration avec l'équipe de Sigolène Meilhac de l'Institut Imagine et avec Francesca Raimondi, cardiologue à l'Hôpital Necker

** Étude des facteurs sociodémographiques, comportements et pratiques associés à l'infection par le SARS-CoV-2, coordonnée par Arnaud Fontanet responsable de l'unité d'Epidémiologie des maladies émergentes de l'Institut Pasteur.

“

Nous avons développé une plateforme informatique pour la communauté biomédicale, afin de faciliter l'accès aux méthodes d'IA.”

ACTION
PASTEUR

La réalité virtuelle au service des chirurgiens et des chercheurs



Un chirurgien prépare son opération un casque de réalité virtuelle sur le visage. Que voit-il ? Un organe en trois dimensions au sein duquel se situe une petite masse : c'est la tumeur qu'il va devoir enlever. Grâce à une manette de direction, il se déplace dans l'organe, observe la tumeur, tourne autour pour bien cerner ses contours, lie des notes importantes pour son intervention apparaissant sur le côté droit de son champ visuel. En quelques dizaines de

secondes, il a fait le tour de la question, c'est le cas de le dire, et sait de quelle façon il va opérer. Sans cet outil, la préparation de l'opération lui aurait pris plusieurs heures. Science-fiction ? Non, ce dispositif existe désormais grâce au projet DIVA développé depuis 2017 par le laboratoire Décision et processus Bayesiens, une équipe de mathématiciens et de physiciens dirigée par **Jean-Baptiste Masson** à l'Institut Pasteur, en collaboration avec l'Institut Curie, pour faciliter la chirurgie des cancers du sein, et bientôt, des ovaires. « Nous avons créé un logiciel combinant de multiples algorithmes, permettant d'intégrer n'importe quel type de données tridimensionnelles en réalité virtuelle » explique Jean-Baptiste Masson qui est aussi titulaire d'une chaire à l'Institut de recherche en intelligence artificielle de Paris. « Des programmes d'apprentissage automatique nous permettent de contrôler l'apparence des données 3D, la transparence, les couleurs : l'intelligence artificielle nous permet d'ajuster en temps réel ces paramètres de représentation pour mettre en valeur l'interface entre un objet d'intérêt et son environnement. » L'équipe pasteurienne travaille aussi à un projet analogue pour l'aide au diagnostic et à la chirurgie des malformations congénitales cardiaques, avec l'équipe de Sigolène Meilhac (Unité Morphogenèse du cœur) à l'Institut Pasteur et une cardiologue de l'hôpital Necker, Francesca Raimundi. DIVA a aussi un volet recherche biologique, en reconstituant des images 3D à partir d'images de microscopie, aidant par exemple des neurobiologistes de l'Institut Pasteur à étudier la morphologie des neurones.



Au-delà des images

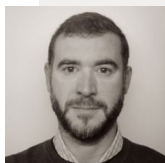
On assiste aujourd'hui à une incroyable floraison de résultats analogues pour de nombreuses pathologies à partir de tous types d'images médicales (IRM, scanners, échographies, radioscopies, mammographies... images de biopsies), si bien que l'IA devient un outil majeur pour l'aide au diagnostic (lire l'encadré p.3). Au bout du compte, c'est bien sûr le radiologue, ou l'histopathologiste dans le cas des observations microscopiques des tissus, qui pose ses conclusions, et le médecin reste responsable du diagnostic. Mais l'IA peut apporter une aide importante et libérer du temps. Devenue incontournable dans la reconnaissance d'images, elle s'étend bien au-delà.

Aux côtés des biologistes et des médecins, des groupes de recherche mêlant souvent mathématiciens, physiciens et informaticiens conçoivent quantité d'algorithmes d'apprentissage : pour cribler des centaines de milliers de molécules capables d'agir sur une cible thérapeutique ou pour en concevoir de nouvelles (lire l'encadré p.7) ; pour analyser et comprendre les résistances des cellules cancéreuses (lire l'encadré p.2) ; pour identifier des facteurs génétiques associés à des maladies, lutter contre les infections nosocomiales (lire l'encadré p.4) ; ou encore peaufiner un logiciel de réalité virtuelle aidant les chirurgiens à préparer une opération (lire l'encadré ci-contre).

Les machines apprennent, recourent, déduisent, suggèrent... Et les start-ups se multiplient pour chaque application médicale de l'IA.

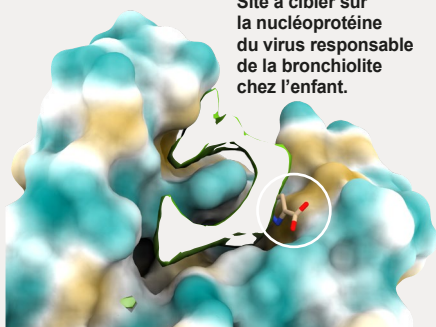


Antibiotiques, Covid-19 : apprentie-chimiste, l'IA cherche des candidats-médicaments...

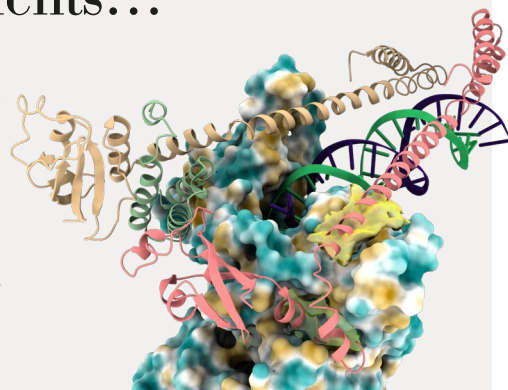


Une manière très rationnelle de chercher de nouveaux médicaments consiste à travailler sur la structure en 3 dimensions de protéines-cibles, comme par exemple la fameuse protéine Spike à la surface du coronavirus responsable de la Covid-19. La représentation dans l'espace permet d'identifier la région de la protéine au niveau de laquelle une molécule pourrait se fixer pour un effet thérapeutique, à la manière d'une clé dans une serrure. « Nous

Site à cibler sur la nucléoprotéine du virus responsable de la bronchiolite chez l'enfant.



développons des méthodes d'intelligence artificielle pour effectuer ce que l'homme ne pourrait pas faire, à savoir identifier des sites de fixation parfois cachés par des repliements de la protéine, puis cribler des milliers de molécules pour trouver les bonnes « clés » ou générer automatiquement des structures de candidats-médicaments potentiels que l'on pourrait ensuite synthétiser » explique **Olivier Sperandio**, responsable du groupe Chéminformatique dans l'unité de Bioinformatique structurale de l'Institut Pasteur. « Aujourd'hui, en combinant des outils d'intelligence artificielle, nous pouvons cribler en peu de temps jusqu'à 6 milliards de molécules ! » Grâce à l'ordinateur, la modélisation de molécules en 3 dimensions permet de voir précisément comment elles se lient à la cible. Le chercheur a beaucoup travaillé sur le virus de la Covid-19 et identifié des zones essentielles au pouvoir pathogène du virus, propices à la fixation de futurs traitements antiviraux. Il collabore avec plusieurs équipes du campus pasteurien, sur le virus de la bronchiolite (le virus respiratoire syncytial), la bactérie *Helicobacter pylori* à



Poches de fixation (en vert et en jaune) identifiées par la méthode InDeep sur la polymérase du coronavirus SARS-CoV-2.

l'origine de la majorité des cancers de l'estomac ou encore la toxine mycolactone contre le myélome... « Nous travaillons aussi avec des chimistes du campus pour identifier de nouvelles familles d'antibiotiques. C'est un enjeu très important à l'heure où la résistance croissante des bactéries à ces médicaments est devenue un problème majeur de santé publique. »

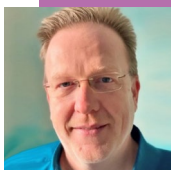
Des « médecins augmentés »

L'intelligence artificielle est aussi la clé d'une médecine personnalisée, adaptée à chaque individu : les médecins disposent aujourd'hui de plus en plus de données pour chaque malade (images médicales, données génomiques, antécédents, habitudes de consommation, résultats d'un traitement, etc.). Il est désormais envisageable avec l'IA de les croiser avec les gigantesques bases de données disponibles, afin par exemple de suggérer le traitement le plus adapté (lire l'encadré ci-contre).

On parle ainsi aujourd'hui d'une « médecine augmentée » grâce à l'IA. Elle ne remplacera pas le médecin – aucune IA ne peut apprendre l'empathie ! – mais sera pour lui un formidable « assistant ». Deux diplômés universitaires sur l'intelligence artificielle en santé ont d'ailleurs été créés tout récemment, à l'Université de Paris et, l'an dernier, à l'université de Bourgogne, pour comprendre et utiliser au mieux ces nouvelles « aide à la décision ». Face à l'IA, les médecins de demain vont pouvoir faire leur apprentissage...

DOSSIER RÉALISÉ PAR LA RÉDACTION

L'IA pour un traitement personnalisé du cancer de l'ovaire



D'ambitieux projets européens viennent d'être lancés pour permettre avec l'intelligence artificielle des traitements personnalisés du cancer de l'ovaire, première cause de décès par cancer gynécologique chez la femme, un cancer « hétérogène », qui provoque des tumeurs très différentes d'une personne à l'autre. « Nous voulons faciliter la prise en charge de cette complexité biologique. »

explique le mathématicien **Benno Schwikowski**, responsable du groupe Biologie des systèmes à l'Institut Pasteur. « Dans le cadre du programme DECIDER qui réunit 14 organismes de 7 pays européens, nous concevons des algorithmes d'IA pour définir et identifier les sous-types de cancer et les médicaments qui leur correspondent, à partir d'un ensemble de données de patientes : images, données cliniques, génomiques, protéomiques... Chercheurs et cliniciens ont librement accès à une plateforme rassemblant des logiciels prédictifs et de diagnostic. L'IA aide à prendre les meilleures décisions pour les patients. » Le chercheur coordonne un autre projet européen (PARIS) pour résoudre un problème majeur : le traitement standard utilisé pour le cancer de l'ovaire détruit la grande majorité des cellules cancéreuses, mais quelques cellules résistent au traitement et ce ne sont pas les mêmes selon les patientes. « Nous concevons des méthodes d'IA à partir de données d'une centaine de patientes pour repérer et caractériser ces cellules, puis indiquer, pour une patiente donnée, quel médicament utiliser pour les détruire. » Autre défi pour le chercheur, élaborer des algorithmes d'IA « explicables ». « L'apprentissage profond est très efficace pour donner la bonne réponse à une question donnée, mais on ne sait pas comment, par quel processus logique : c'est une boîte noire. Nous cherchons à « ouvrir » la boîte noire pour que les experts puissent interpréter les résultats obtenus par une IA et lui faire confiance. »



Centre de recherche biomédicale de renommée internationale, l'Institut Pasteur est au cœur des progrès futurs de la science, de la médecine et de la santé publique. Fondation à but non lucratif reconnue d'utilité publique, près d'un tiers de nos ressources sont issues de la générosité des donateurs individuels et des entreprises mécènes.

Avec ses 3 000 collaborateurs, l'Institut Pasteur accomplit quatre grandes missions d'intérêt général :

- **La recherche** avec rigueur et persévérance pour comprendre le vivant
- **La santé** de tous par la surveillance, l'anticipation et l'action
- **L'enseignement** pour diffuser le savoir auprès de chercheurs et de médecins engagés
- **L'innovation** grâce une recherche multidisciplinaire et transversale



LES RENDEZ-VOUS DE LOUIS

LE CERCLE DES MÉCÈNES DE PASTEUR

Un temps de rencontres privilégié entre les acteurs de la vie économique et les chercheurs de l'Institut Pasteur



Scannez ce QR Code pour recevoir l'invitation à la prochaine édition :

<https://soutenir.pasteur.fr/lesrendezvousdelouis/>



“ **Entreprises et fondations, c'est avec vous que nous ferons avancer la recherche pour la santé humaine. Rejoignez-nous dans cette grande aventure en offrant aux chercheurs de l'Institut Pasteur les capacités d'agir.** ” **Antoine Bogaerts**, directeur de la Philanthropie

Pourquoi rejoindre le Cercle des Mécènes ?

Intégrer le cercle privilégié des mécènes de l'Institut Pasteur, c'est s'engager aux côtés des entreprises et fondations qui ont la conviction que faire avancer la recherche, c'est faire avancer la santé de tous.



VOS CONTACTS

Caroline Baillergeau,
Adeline Fougère, Pauline Morin
mecenat@pasteur.fr

Voici les 4 bonnes raisons de devenir mécènes :

- 1. Vous contribuez directement aux progrès de la recherche, sans intermédiaire**
- 2. Vous participez à la lutte contre un grand nombre de maladies :** cancers, maladies liées au changement climatique, infections liées à la grossesse, maladies liées au vieillissement, autisme...
- 3. Vous pouvez choisir de cibler votre soutien**
- 4. Vous entretenez une relation unique avec nos équipes de recherche**



Un cadre fiscal avantageux

Si vous êtes une entreprise, votre réduction d'impôt est égale à 60% du montant de votre don (financier ou en nature), dans la limite de 20 000€ ou de 5% de votre chiffre d'affaires hors taxes.

En cas de dépassement de la limite de 5%, les dons excédentaires peuvent être reportés sur les cinq années suivantes (après les versements intervenus ces années-là, le

cas échéant), et ouvrir droit à une réduction d'impôt dans les mêmes conditions et limites. Par ailleurs, le taux de la réduction d'impôt passe de 60% à 40% pour la fraction des dons consentis à compter de 2020 qui dépasse 2 millions d'euros. Ce régime fiscal attractif encadre également le niveau des contreparties dont la valeur ne doit pas excéder 25% du montant du don.