



Cancer du sein : l'intelligence artificielle bientôt meilleure que le radiologue ?

Pierre Fillard, directeur technique et co-fondateur de la société Therapixel



L'essentiel

C'est l'histoire d'une (r)évolution dans le monde du diagnostic des cancers du sein. L'intervention de logiciels d'intelligence artificielle (IA) va bouleverser le paysage de la science diagnostique, au point d'éveiller des inquiétudes. Plongée dans cet univers aux frontières mouvantes et aux enjeux gigantesques avec Therapixel, une jeune start-up spécialisée dans la détection des cancers du sein.

Mots clés : intelligence artificielle (IA), mammographie, diagnostic, radiologie, taux de sensibilité, taux de spécificité, algorithmes, FDA, machine learning, tomosynthèse.

Romain Bonfillon

Rédacteur en chef de Techniques hospitalières

Avec environ 54 000 nouveaux cas et 12 000 décès par an, le cancer du sein se situe au 2^e rang des cancers et au 3^e rang de la mortalité par cancer. C'est le cancer le plus fréquent chez la femme en France¹. Il y a deux ans, la société Therapixel, fondée par Olivier Klatz et Pierre Fillard, décide de se lancer dans la fabrication d'un logiciel d'intelligence artificielle. « On s'est essayé sur ces nouvelles technologies, simplement avec l'idée de voir ce que l'on était capable de faire, raconte Pierre Fillard. Nous avons d'abord travaillé sur deux thématiques : la détection de nodules dans le poumon et la détection de cancers dans les mammographies ». Plusieurs challenges internationaux sont lancés à ce moment-là pour tester l'efficacité des logiciels d'IA de start-up du monde entier. Le résultat est plus qu'encourageant pour la jeune société française : cinquième place au challenge Kaggle² sur la détection du cancer du poumon et première place (avec un million de dollars à la clef) pour le *Digital Mammography Dream Challenge*,

1- Chiffres 2015 de l'Institut national de veille sanitaire : invs.santepubliquefrance.fr

2- Le site web Kaggle (www.kaggle.com) organise des challenges de *data science*. Régulièrement, il propose à des communautés de travailler sur des données, avec des récompenses à la clef (1 000, 5 000 dollars, des bons pour avoir des cours en ligne, etc.)

45 qui réunissait 1 200 participants. « *Nous nous sommes alors dit qu'on avait une bonne combinaison de savoir-faire en imagerie médicale et en connaissance sur le machine-learning* », constate modestement Pierre Fillard. Aujourd'hui, la détection de cancers du sein est le seul et unique objectif de la start-up, une spécificité dans le monde du diagnostic peuplé de boîtes polyvalentes (Arterris aux États-Unis, l'Israélien Zebra, Owkin en France, ScreenPoint Medical aux Pays-Bas...).

L'IA, une rupture technologique ?

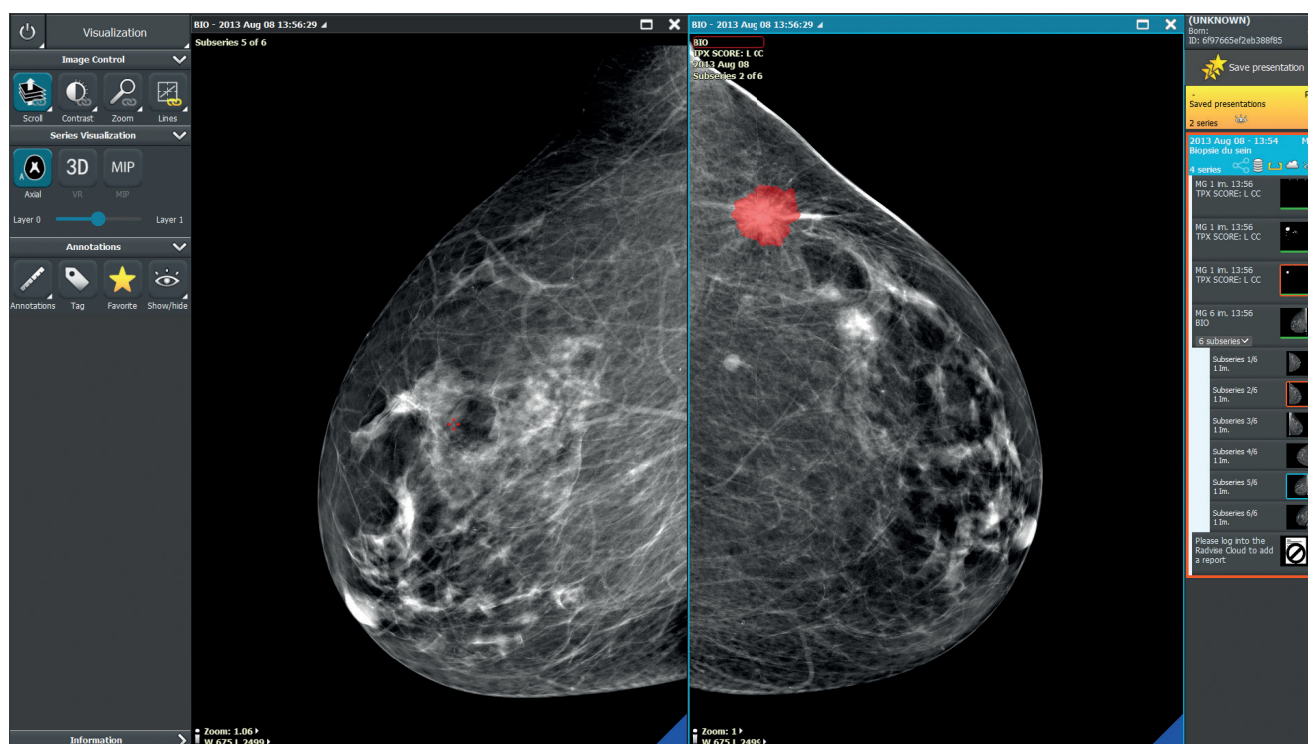
55 Aujourd'hui, et depuis déjà de nombreuses années, les radiologues disposent de logiciels (baptisés CAD pour *Computer Aided Diagnosis*) qui les aident dans leur processus de décision (cf. l'interview du Pr Isabelle Thomassin Naggara en page 34). Ces genres de « Photoshop de la radiologie » ont cependant leurs limites. « *L'ancienne génération d'algorithme, explique Pierre Fillard, se basait surtout sur le feature engineering qui s'interroge sur les aspects que l'on recherche dans l'image: des zones un peu plus contrastées, un peu plus rondes, des contours pas très nets, par exemple. Ce système créait beaucoup de "faux positifs", c'est-à-dire que beaucoup d'alertes ressortaient dans l'image et il fallait faire ensuite le tri. Aujourd'hui, les algorithmes sont nourris de données. La*

machine a "vu" tellement de cas qu'elle arrive à construire elle-même un arbre de décision pour dire si le cas est bénin ou malin, avec des performances hautement supérieures ».

Pour le logiciel développé par Therapixel, l'ambition est double : à la fois, ne rater aucun cancer et ne pas « surpositiver » des femmes, c'est-à-dire les inquiéter inutilement pour une anomalie dans l'image qui s'avère être bénigne après examen complémentaire et biopsie. Ce « taux de spécificité » est en moyenne de 89 % en France (11 cas sur 100 sont donc des faux positifs) et le taux de sensibilité (le nombre de cancers détectés) est d'environ 87 %. « *C'est une très bonne performance, constate Pierre Fillard, mais nous aimerions dépasser ce taux. Avec notre algorithme, nous sommes actuellement à 84 % de sensibilité et 89 % de spécificité, mais avec les partenariats que nous créons actuellement avec les centres de soins pour récupérer des données et les avancées méthodologiques que l'on met en place, nous avons bon espoir de dépasser ces taux pour égaler les taux de performance des meilleurs radiologues français* ».

Égaler les taux de performance
des meilleurs radiologues français.

65 En rouge la zone que l'algorithme a identifié comme suspecte



Une chance pour la France... mais d'abord pour les États-Unis

La mammographie est un examen, qui a la particularité d'être organisé en France : toutes les femmes sont invitées à partir de 50 ans à faire une mammographie de dépistage tous les deux ans. Le vivier de données à exploiter est donc un trésor, dont l'État commence à prendre conscience (cf. notre encadré sur le Health Data Hub).

Pour autant, c'est d'abord aux États-Unis que Therapixel entend proposer son logiciel. « Ce choix est principalement lié au mode de prise en charge, explique Pierre Fillard. Aux États-Unis, les mammographies sont vues à la chaîne. Les femmes vont dans des centres d'acquisition où l'image est faite, et elles revoient le radiologue plus tard. Le radiologue va, lui, se mettre dans une salle à un moment donné et voir un maximum de cas pendant quelques heures. Il a été prouvé qu'une telle méthode augmente la performance de détection. En voyant beaucoup de cas à la chaîne, le cerveau devient très performant, car il est extrêmement concentré sur sa problématique.

Cette grande série d'examen, potentiellement automatisable, est particulièrement propice à l'utilisation de logiciels d'intelligence artificielle. De plus, réglementairement, nous sommes sur des produits de santé très nouveaux et la FDA (l'autorité de régulation du médicament et des produits de santé aux États-Unis, NDLR) est souvent plus réactive et plus à même d'autoriser rapidement ce genre de produits sur le marché ». La preuve de cette réactivité a en effet été faite le 11 avril 2018, lorsque la Food and Drug Administration (FDA), a donné pour la première fois son agrément à un système d'intelligence artificielle permettant de diagnostiquer la rétinopathie diabétique.

En Europe, il n'y a pas d'antécédents de tels produits et, comme le note Pierre Fillard, « il existe plusieurs éléments qui freinent. Déjà, il y a une spécificité du dépistage du cancer du sein selon les pays (tous les deux ans à partir de 50 ans en France, tous les ans à partir de 40 ans en Angleterre), les systèmes de remboursement ne sont pas non plus les mêmes. Le marquage CE est commun à tous les pays européens, ce qui est une bonne chose, car cela nous permettra d'avoir une autorisation de mise sur le marché pour tous les pays d'un coup. Par contre, les marchés sont tous différents, donc il faut nous comprendre pays par pays comment ça se passe, avant de se lancer ».

Au-delà des aspects techniques propres à la commercialisation d'un produit de santé, se pose aussi un problème sociétal : va-t-on autoriser en Europe un algorithme à prendre une décision forte qui va être essentielle pour la vie de l'individu ? « Cette question de la responsabilité est sensiblement la même pour les voitures autonomes, analyse Pierre Fillard. Il faut que les gouvernements s'emparent rapidement de ces questions et

Nous devons montrer
par une étude clinique que
notre algorithme est supérieur,
en tout cas non inférieur,
au meilleur radiologue.

apportent une réponse. Cette révolution est à nos portes et les Américains sont en avance sur nous sur cet aspect réglementaire ».

Du travail de recherche au produit fini

Actuellement en développement, le logiciel développé par Therapixel devrait aboutir à un produit fini dans les 18 prochains mois. « C'est finalement la FDA qui va donner le tempo. Nous devons montrer par une étude clinique que notre algorithme est supérieur, en tout cas non inférieur, au meilleur radiologue ». Mais l'algorithme en soi n'est pas un produit, donc va se poser aussi la question de l'intégration : comment amener cet algorithme dans les mains du radiologue, l'intégrer dans son travail routinier ? « Notre proposition est de décentraliser les calculs qui demandent des machines particulières, assez puissantes, avec des cartes graphiques particulières. On a donc développé un cloud de données médicales, qui s'appelle Radvise, dans lequel n'importe quel professionnel de santé est autorisé à stocker de manière sécurisée des images médicales de patients en respectant à la fois les réglementations RGPD et HDS. Notre objectif est de rendre la relecture de cet examen complètement autonome et d'avoir l'agrément pour le faire ».

Remplacer le radiologue ?

Les perspectives d'évolution (de révolution ?) offertes par l'intelligence artificielle suscitent aujourd'hui des craintes dans la communauté radiologique. Aussi, aux Cassandres qui prédisent la fin prochaine du métier de radiologue, Pierre Fillard répond : « C'est une absurdité, car les radiologues ont toujours vécu avec l'innovation. Il y a actuellement un buzz sur l'intelligence artificielle, car pas mal de choses très intéressantes se font. Mais le métier du radiologue est extrêmement varié et ses missions ne se limitent pas à travailler sur certaines applications potentiellement automatisables. Grâce à l'IA, il va gagner du temps qu'il va pouvoir réinvestir sur des cas très compliqués pour lesquels la machine sera moins pertinente, car elle n'aura pas vu des millions de cas similaires. Nous avons besoin pour ces cas-là d'une intelligence bien humaine ». Les radiolo-

Le « Health Data Hub » (HDH),

un super entrepôt de données à la française

Rappelant « le patrimoine exceptionnel de la France en matière de données de santé », la ministre de la Santé Agnès Buzyn a lancé le 12 juin 2018 une mission de préfiguration du Health Data Hub, un gigantesque entrepôt de données médicales qui doit permettre, selon la ministre, « une exploitation optimale de toutes nos sources de données, par les différents acteurs, et en particulier les start-up ».

Pilotée par Dominique Polton, la mission de préfiguration a rendu son rapport le 12 octobre 2018. L'enjeu principal, rappelle le rapport, est de permettre le développement d'approches préventives, diagnostiques et thérapeutiques basées sur l'intelligence artificielle.

Dans leur rapport, Dominique Polton, Gilles Wainrib et Marc Cuggia reviennent sur les enjeux du Health Data Hub, dont celui de constituer « de grands jeux de données » issues des dossiers patients des centres hospitaliers, de la médecine de ville ou produites par les patients eux-mêmes. Ils appellent à mettre ces données de santé « au service du plus grand nombre » et plaident pour une organisation « en réseau » (articulant un hub central et des hubs locaux chargés de mettre en œuvre l'offre de service). Ces hubs locaux seraient déployés « fin 2021 », selon la feuille de route établie par la mission de préfiguration. Le lancement de la première version de la plateforme et l'ouverture à tous de l'offre de services du hub sont prévus pour fin 2019. Le budget de fonctionnement du hub a été fixé à 40 millions d'euros par an.

Il faudrait avoir des organismes plus rapides dans leurs décisions et plus bienveillants par rapport à nous.

gues (cf. l'interview du président de la Société française de radiologie en page 36) sont d'ailleurs réceptifs à ce message. En outre, « l'œil radiologique » ne peut pas tout voir et même le meilleur radiologue devra compléter la mammographie par d'autres techniques telles que l'échographie, pour détecter un certain nombre de cancers. « *Demain, le bon radiologue sera celui qui comprendra les problématiques de data science, qui en aura fait un peu lui-même, et qui sera capable de comprendre les limites de ces systèmes*, analyse Pierre Fillard. *Inclure les radiologues dans le développement de notre produit est pour moi une démarche naturelle et nécessaire. Les clefs de la réussite sont dans notre collaboration. Ni nous, ni eux, ne peuvent tout seuls améliorer significativement le diagnostic des cancers du sein* ».

L'éthique est-elle un frein ?

Au cœur de l'intelligence artificielle, il y a la donnée, son « carburant ». Pour alimenter son algorithme, Therapixel vise à terme 100 000 cas, dont à peu près 10 000 cancers. Mais accéder à des données de santé reste encore en France compliqué. « *Pour notre projet sur la mammographie, nous avons créé des partenariats avec plusieurs centres de soins, comme l'Institut Curie ou le centre Antoine Lacassagne, à Nice. Avant toute chose, il nous faut d'abord déposer une demande d'autorisation à la CNIL qui nous demande quelle utilisation on va faire des données, comment on va les stocker et comment on va s'assurer de l'anonymat de ces données. Il faut rappeler qu'en France on ne travaille jamais avec des données nominatives. Toutes les données que l'on a sont anonymisées, c'est-à-dire qu'on enlève toutes les informations qui pourraient permettre de remonter au patient* », explique Pierre Fillard. S'il se félicite de cette sécurisation des données « pour éviter les abus », il souhaiterait que les autorisations puissent être accordées plus rapidement. « *Cela nous a pris quasiment une année pour avoir l'autorisation de la CNIL et des autres autorités compétentes. Il faudrait avoir des organismes plus rapides dans leurs décisions et plus bienveillants par rapport à nous, pour nous aider. Nous ne sommes pas de grands méchants qui veulent à tout prix exploiter des données pour faire de l'argent, on en est très très loin ! S'il y a une cohésion marché, on sera content, mais ce que l'on propose est de résoudre un vrai problème de santé* ».

Les questions du financement et du remboursement

C'est principalement au travers de fonds privés que les start-up innovantes comme Therapixel se financent. Et pour obtenir dans les 18 prochains mois l'accord de la FDA, la jeune start-up française a besoin de beaucoup de moyens. « *Nous*

260	sommes actuellement en levée de fonds, ce qui nous permettra de consolider notre équipe, de l'agrandir, pour poursuivre le plan de développement qui va avec, révèle Pierre Fillard. C'est une véritable course et la compétition est forte ! Embaucher des data scientists coûte cher, ce sont des recrues qui valent de l'or, et qui sont payées en conséquence. Chez Google, un data scientist qui a une thèse et qui est capable de faire du machine learning va débiter avec un salaire d'environ 150 000 euros/an. Nous proposons de bons salaires, mais nous ne sommes pas capables de payer une telle somme. Aussi, nous avons d'autres moyens de rémunérer nos équipes, comme des incen-	285
265	tives ou des stock-options, et nous avons la chance de travailler avec des personnes qui veulent travailler sur des thé-	290
270	matiques qui vont marquer leur temps et qui ont du sens, dans notre cas qui vont permettre à des femmes d'être moins malades ».	295
275	Parallèlement à la recherche de fonds, particulièrement chronophage pour une entreprise de douze salariés, Therapixel travaille sur la modalité de remboursement de son produit de santé. « Pour lancer notre produit aux États-Unis, nous cali-	300
280	brons le prix en fonction du remboursement du radiologue, confie Pierre Fillard. Aux États-Unis, il existe un forfait technique (qui regroupe le coût d'acquisition de la machine, sa maintenance, la manip radio) et un forfait intellectuel qui correspond à ce que le radiologue touche dès qu'il fait une relecture d'examen. L'idée est de prendre environ 20 % de ce for-	305
	fait intellectuel, en montrant au radiologue que grâce à notre algorithme, il va gagner en productivité et gagner au final plus d'argent. Cela représente une vingtaine de dollars par rapport à ce forfait intellectuel. Les mutuelles vont comprendre que l'IA est là pour faire gagner en productivité et vont sans doute réduire le forfait intellectuel sur certaines pratiques. Il nous faut donc anticiper un ajustement de marché. C'est un équilibre délicat à trouver, pour que l'innovation soit rentable et pour ne pas apparaître comme les grands méchants qui, par leurs innovations, sont responsables de la réduction des forfaits. La problématique est sensiblement la même en France... ».	310
	Même si certains radiologues pourraient la déplorer, la potentielle réduction prochaine des forfaits est un bon indicateur des progrès permis par les logiciels d'intelligence artificielle : un meilleur diagnostic, moins de biopsies inutiles, moins d'examen complémentaires, moins d'affolement aussi pour les patientes avec la diminution des faux positifs... Les promesses de cette innovation en marche sont nombreuses. Dans la course actuelle à l'innovation, Pierre Fillard a déjà le regard tourné vers « le coup d'après. On pense aujourd'hui à la tomosynthèse. Cette technique d'imagerie médicale est en train de devenir la norme aux États-Unis. Il nous faut donc arriver très vite avec notre produit, qui sera peut-être désuet dans 4 ou 5 ans. Pendant ce temps-là, nous travaillerons sur la tomosynthèse pour améliorer encore la performance du dépistage du cancer du sein ».	



« L'IA est une chance »

Comment se déroule aujourd'hui une mammographie en France ?



Pr Isabelle Thomassin-Naggara

PU-PH à l'Hôpital Tenon (AP-HP), Sorbonne Université

Propos recueillis par Romain Bonfillon

Actuellement, nous faisons deux lectures successives : une première, qui est faite par un radiologue qui a une expérience d'au moins 500 radiographies par an, et une deuxième lecture qui est faite par un radiologue expert (au moins 2000 mammographies par an). L'organisation de ce système est assez complexe. Elle nécessite que le patient aille dans un cabinet pour une première lecture et nous envoyons son dossier dans un centre pour une deuxième lecture. Un coursier vient récupérer les dossiers des

patients en main propre, pour les faire passer du centre de première lecture au centre de deuxième lecture. Il s'agit qu'il n'y ait pas de rupture de la confidentialité des données et, pour le moment, aucune des solutions techniques testées n'a donné satisfaction pour assurer une confidentialité optimale. Ce n'est finalement qu'à l'issue du deuxième examen expert que la patiente reçoit chez elle son dossier.

Comment avez-vous connu Therapixel ?

Therapixel a contacté l'AP-HP, qui a mis en place un entrepôt de données de santé. Il permet d'accéder, de façon centralisée, à toutes les données d'imagerie. L'AP-HP veut permettre à des start-up comme Therapixel d'optimiser leurs logiciels et de travailler avec des radiologues experts.

Dans quelle mesure l'utilisation de l'intelligence artificielle est-elle particulièrement adaptée à l'examen mammographique ?

La mammographie est un examen qui nécessite plusieurs années d'expérience pour avoir une bonne performance diagnostique. Même dans la routine clinique, il y a deux niveaux de lecture, ce qui prouve bien que cet examen est difficile à interpréter. Un radiologue qui lit 500 mammographies par an est moins performant qu'un radiologue qui en lit 2 000.

Ce n'est pas le cas dans beaucoup de techniques d'imagerie où finalement, la valeur ajoutée d'une deuxième lecture n'est pas aussi importante. Dans la sémiologie de la mammographie, une même image peut correspondre à un cancer ou à une pathologie bénigne. Nous n'avons pas beaucoup de moyens pour faire la différence. « L'œil radiologique » a une importance primordiale, donc si nous voulons que les logiciels d'intelligence artificielle donnent une réponse pertinente, il va falloir les alimenter avec énormément de données (plusieurs millions selon un article publié dans Nature

en mars 2018). Mais le logiciel ne pourra probablement pas remplacer le radiologue, dans sa fonction de caractérisation d'une image mammographique détectée qui inclut l'échographie et éventuellement des biopsies per cutanées.

Comment voyez-vous l'avenir avec l'algorithme mis en place par Therapixel ?

La première étape va consister à tester l'algorithme sur une population réelle. Therapixel a mis au point cet algorithme à partir de sets de data comportant principalement des populations de patientes présentant une anomalie radiologique et souvent un cancer. L'étude en vie réelle va consister à comparer les résultats du logiciel avec la performance des radiologues sur le terrain avec une prévalence réelle de la maladie (6-7 cancers pour 1 000 femmes dépistées). Pour pouvoir être « radiologue expert » (et être utilisé en deuxième lecture), il faudrait que le logiciel d'intelligence artificielle détecte plus de cancers que le radiologue premier lecteur, mais aussi qu'il ne positive pas des lésions bénignes qui apparaissent à la mammographie. Jusqu'à présent, et depuis 10 ans environ, nous utilisons des logiciels « intelligents » qu'on appelle des CAD (des outils d'aide à la décision, NDLR), qui ne découlent pas directement de l'IA. Le problème est qu'en même temps qu'ils montrent presque la totalité des cancers, ils positivent aussi

390 beaucoup de lésions bénignes apparaissant dans le sein. C'est
 395 plus délétère qu'autre chose notamment pour les patientes,
 vu l'angoisse générée par un résultat positif. Or actuellement,
 on positive 90 mammographies de dépistage pour ne trouver
 que 6 à 7 cancers, donc l'enjeu est de taille. Le défi des pro-
 chains tests va être de déterminer quelle spécificité le logiciel
 a par rapport à une sensibilité donnée. Il va falloir vérifier et
 démontrer qu'avec une sensibilité très élevée (identique à celle
 du deuxième lecteur) on garde une spécificité correcte. C'est
 tout l'enjeu de l'étude de validation. Par rapport à tous les outils
 d'aides à la décision que nous utilisons quotidiennement, les
 400 logiciels d'intelligence artificielle constituent un progrès sup-
 plémentaire, puisque le logiciel va progresser avec nous. Le
 logiciel que nous utilisons jusqu'à présent était sans capacité
 évolutive. On peut donc espérer que dans certains cas de don-
 405 nées de pathologies très fréquentes avec des examens pas très
 compliqués, l'examen pourra être facilité.

Quelle sera la portée de ce logiciel dans la pratique de la mammographie en France ?

410 Tout va bien sûr dépendre de l'étude de validation, mais on
 peut imaginer avoir bientôt la certitude que toutes les femmes
 en France auront bientôt accès à une interprétation de même
 qualité, et c'est déjà extraordinaire, car il peut y avoir des dis-
 parités selon les régions. On sait très bien que dans certaines
 régions il y a plus de médecins, avec peut-être une expertise
 un peu plus développée.
 415 J'ai également bon espoir que l'intelligence artificielle permet-
 tra de récupérer le temps à consacrer au patient et que l'on
 a perdu au fil des années par l'augmentation de la producti-
 vité des machines. Grâce à la technologie, les examens vont,
 certes, de plus en plus vite, mais cette rapidité s'est construite
 420 au détriment du temps consacré au patient. Or, en radiolo-
 gie, nous avons beaucoup d'explications à donner. L'IA est
 une chance et, en libérant du temps sur l'interprétation des
 images, ces logiciels nous permettront de consacrer un temps
 plus important à des tâches qui, selon moi, ont beaucoup plus
 425 de valeur ajoutée que la simple lecture de la mammographie :
 vérifier que l'examen est bien indiqué, discuter avec le patient,
 lui annoncer ce que l'on voit sur les examens, etc.

Comprenez-vous les craintes de ceux qui parlent de la disparition prochaine du métier de radiologue ?

430 Ces craintes paraissent légitimes, mais on peut faire l'anal-
 ogie avec ce qui s'est passé aux États-Unis, où il y avait égale-
 ment de grandes craintes. Maintenant, ils ont compris que la
 radiologie ne se cantonne pas à la lecture des images. Nous
 sommes médecins radiologues et le radiologue s'occupe de

la prise en charge des patients. L'interprétation de la mam-
 mographie n'est qu'un aspect de notre métier. Nous devons
 faire une échographie, assortie d'un examen clinique, si nous
 trouvons une anomalie ou si le sein est dense (cela représente
 30 % des cas) et nous devons expliquer tout cela au patient,
 récupérer ses résultats, etc.

L'intelligence artificielle pourrait aussi à terme, dit-on, résoudre le problème de la pénurie de radiologues...

Il n'y a actuellement pas de vraie pénurie de radiologues en
 France, mais un besoin croissant de la radiologie qui pose des
 difficultés croissantes. Nous connaissons un développement
 très important de la radiologie interventionnelle. La radiolo-
 gie devient de plus en plus thérapeutique (en oncologie et en
 vasculaire notamment) et plus seulement un outil de diagnos-
 tic. Mais comme le nombre de radiologues est constant, nous
 allons être rapidement confrontés à la nécessité d'augmenter
 ce nombre, ou de trouver d'autres alternatives pour que les
 radiologues aient une activité un peu différente dans le futur.

En France, les contraintes réglementaires sont particulièrement lourdes, notamment pour garantir la confidentialité des données. Est-ce un point de blocage ?

Ce devoir de confidentialité est la raison précise pour laquelle
 la dématérialisation n'a pas encore eu lieu. On a la chance en
 France de prendre beaucoup de précautions et je pense que
 l'avenir nous donnera raison. Ces contraintes sont garantes
 de la sécurité des données des patients. Nous pouvons nous
 retrouver en concurrence avec des pays plus « favorisants »,
 mais les États-Unis, qui ont été confrontés au phénomène
 Facebook sur la perte de données personnelles, vont sûrement
 devoir prendre des mesures qui rejoignent celles de l'Europe.

Quelle est la force de la médecine française en sénologie ?

On a en France l'une des meilleures médecines du monde,
 car les médecins, qui ont bénéficié d'une excellente forma-
 tion, sont très compétents du fait de leur formation initiale à
 la fois théorique et sur le terrain. Le collège des enseignants
 de radiologie (Cerf), dont je suis secrétaire générale, a l'ambi-
 tion de permettre que la réforme du 3^e cycle des études médi-
 cales permette encore d'améliorer cette formation avec une
 homogénéisation de la formation sur le territoire. Nous avons
 aussi la chance d'avoir une médecine gratuite. Les décisions
 majeures ne sont pas conditionnées par les moyens financiers,
 comme aux États-Unis. En Angleterre, par exemple, il existe
 des commissions qui se réunissent pour dire si cela vaut la
 peine de soigner un patient d'un certain âge. J'espère que ça
 ne sera jamais le cas en France. ■

« À tous les niveaux de l'examen radiologique, l'IA va apporter une aide »

Pr Jean-François Meder

Président de la société française de radiologie (SFR)



Dr Marc Zins

Secrétaire général de la SFR



Selon vous, qu'est-ce que la radiologie a à gagner à l'utilisation de logiciels d'intelligence artificielle (IA) ?

Il nous semble que le radiologue a beaucoup à gagner, car nous assistons à une nette augmentation des demandes d'examens et la démographie radiologique n'est pas adaptée. Les causes d'augmentation des demandes sont multiples : médecine préventive, personnalisée, prédictive, imagerie interventionnelle, etc. Dans une bonne partie de la chaîne de la prise en charge, l'IA va rendre plus le travail plus efficient et ainsi aider le radiologue. À titre d'exemple, en imagerie diagnostique, les bénéfices attendus sont nombreux : juste dose, juste demande d'examen (cohérence avec les recommandations de bonne pratique), meilleure qualité d'acquisition, meilleure restitution des résultats, etc. À tous les niveaux de l'examen radiologique, l'IA va apporter une aide. Des équipes françaises ont d'ailleurs des travaux de recherche en cours sur ces sujets.

Quels sont d'après vous, chez les radiologues, les freins actuels au développement de l'IA ?

Les contacts entre le monde de l'industrie et le monde médical ne sont pas toujours naturels. Les radiologues ont plutôt l'habitude des partenariats industriels dans le domaine du développement de l'innovation technologique (principalement dans l'évaluation de produits), en imagerie diagnostique et interventionnelle. La nouveauté, dans le domaine de l'IA, est que les contacts se font avec de « jeunes pousses » venant du monde de l'informatique, des mathématiques. Ce sont donc pour nous de nouveaux partenaires. Ces start-up ont souvent une demande de données pour le développement d'un outil (donc très en amont de l'évaluation d'un produit fini) sans forcément que ce soit assorti d'une vérification de la cohérence avec la pratique clinique, et d'une évaluation clinique après introduction sur le marché. Enfin, les radiologues ont encore un besoin d'information concernant les règles de protection des données personnelles, qui ne sont pas connues de tous.

Comment la SFR compte accompagner e développement de ces logiciels d'IA ?

La Société française de radiologie a déjà engagé des actions importantes. Nous avons créé il y a plus d'un an un groupe de réflexion, multidisciplinaire (radiologues, chercheurs non-radiologues, spécialistes de l'éthique), dont le rôle premier est d'écrire un *white paper*, c'est-à-dire un article détaillant les points de vue de la communauté radiologique sur l'introduction de l'IA dans le monde de l'imagerie. Lors des prochaines Journées francophones de radiologie (JFR), sera organisé un important *data challenge*, qui à partir de plus de 2 500 données fournies par plus de 50 centres de radiologiques français, publics et privés (échographie, scanner, IRM) va permettre à des groupes pluridisciplinaires de développer et évaluer des algorithmes, en particulier d'aide au diagnostic. Les questions posées ont été sélectionnées par la société savante et ont pour thème : l'évaluation de la fonction rénale par segmentation du cortex ; la détection et la caractérisation de tumeurs du foie en échographie ; la détection automatique de fissures méniscales du genou en IRM. Lors de ces JFR sera également précisé le périmètre d'une structure portée par l'ensemble de la radiologie française (Conseil national professionnel) qui aura pour objet de favoriser la recherche et le développement d'outils d'IA par accès aux données d'imagerie, provenant de l'ensemble des secteurs de la radiologie, privé et public.

Le radiologue de demain sera-t-il, selon vous, un data scientist ?

Un *data scientist* peut être défini par les paramètres suivants : une formation d'analyste, des connaissances en statistiques, une maîtrise des outils analytiques, une connaissance de langages de programmation, des compétences en ingénierie logicielle... Cela ne correspond pas au profil actuel des radiologues. En revanche, une évolution de la formation des radiologues tenant compte de ces paramètres est nécessaire. Elle permettra aux radiologues d'exercer leur rôle à plusieurs niveaux : vis-à-vis du patient (analyse de données, conseil et communication), vis-à-vis des données (validation) et vis-à-vis des outils (supervision, assurance qualité). ■