

# LA MÉDECINE DU FUTUR

## PROFESSIONNELS DE L'IMAGERIE MÉDICALE ET SPÉCIALITÉS ANNEXÉES : UNE REMISE EN QUESTION S'IMPOSE !

COUCKE PA (1), DELEUSE P (2)

**RÉSUMÉ :** S'il y a bien un domaine où les annonces pleuvent en matière de développement de l'intelligence artificielle (IA), c'est le secteur de l'imagerie médicale au sens large du terme (regroupant la radiologie, la médecine nucléaire et la radiothérapie). Les applications, encore souvent utilisées dans des niches précises, ont tendance à devenir beaucoup plus transversales. De multiples acteurs industriels, en partenariat avec les utilisateurs, s'évertuent à construire de réelles plateformes qui offrent aux cliniciens une multitude d'applications utilisables pour combler plusieurs types de demandes et besoins (détection, diagnostic et prédiction). Il est indéniable que la capacité de l'IA dépasse largement nos capacités humaines en matière de résolution de l'image, de rapidité et d'efficacité de lecture et d'analyse. Une attitude de négation ou de scepticisme de la part des professionnels du secteur n'est plus de mise. Ils doivent, sans attendre, collaborer avec les spécialistes data et les ingénieurs au développement à large échelle de l'IA en imagerie médicale et ce, au profit des patients et des payeurs.

**MOTS-CLÉS :** *Imagerie Médicale - Intelligence artificielle - Efficience*

**MEDICAL IMAGING PROFESSIONALS AND RELATED SPECIALTIES : A QUESTIONING IS ESSENTIAL!**

**SUMMARY :** Nowadays, we are facing an overwhelming amount of public announcements concerning the rise of artificial intelligence (AI) in the world of medical imaging (including radiology, nuclear medicine and radiotherapy). While most of the applications are still limited to specific niches, there is a general trend to build real transversal platforms. Multiple industrial players, in collaboration with the clinicians in the field, are striving to build those platforms in order to offer plenty of use cases of AI for several purposes and needs (screening/detection, diagnosis and prediction). It is already undeniable that AI far exceeds human capabilities in terms of resolution, speed of image analysis and efficiency. Negative attitudes and skepticism from concerned professionals should be banned. Collaboration with data scientists and engineers for the large scale development and implementation should be pushed forward for the benefit of both patients and payers.

**KEYWORDS :** *Medical imaging - Artificial intelligence - Efficiency*

### INTRODUCTION

A maintes reprises, nous avons fait état de l'importance croissante de l'intelligence artificielle (IA) dans le monde médical (1-3). S'il y a un domaine dans lequel les progrès sont rapides et visibles, dès à présent, c'est bien celui de l'imagerie médicale (qui regroupe la radiologie, la médecine nucléaire et la radiothérapie). Ces dernières années, les professionnels de ce secteur ont été littéralement inondés d'annonces de logiciels capables de lire, de façon autonome, les images et d'y détecter un certain nombre d'anomalies. Devant ce raz de marée, certains vont même jusqu'à évoquer la nécessité de créer un genre de «App store» pour les professionnels du secteur sur lequel ils pourraient se fournir en applications diverses et variées qui répondraient à des demandes spécifiques d'analyse (4).

Beaucoup de ces logiciels ont même obtenu le précieux sésame européen (marquage CE) et américain (label FDA), ce qui ouvre largement

les portes à la commercialisation. Même si, souvent, il s'agit de solutions partielles, applicables dans certaines niches, il ne faut pas oublier que nous n'en sommes qu'aux balbutiements du développement de l'IA. Les investissements massifs dans le domaine consentis par les acteurs industriels classiques, mais également par des nouveaux entrants, illustrent clairement la direction que prendra le secteur dans un avenir proche et l'accélération du développement dont nous sommes témoins.

Les avantages de l'IA sont évidents : automatisation de la routine, rapidité de lecture, contrôle de qualité, approche quantitative, productivité élevée (fonctionnement 24/24h et 365 jours par an) et, surtout, une réduction des coûts. En effet, la reproduction de tels logiciels est particulièrement peu onéreuse par rapport aux coûts considérables que représentent la formation de base et la formation spécialisée des prestataires de soins hautement qualifiés. Les grandes associations professionnelles, conscientes de ces changements, réfléchissent, dès à présent, sur l'avenir même du métier (5).

Le temps est donc venu de démystifier l'IA en imagerie médicale (6). Sans nul doute, elle sera largement utilisée pour le diagnostic, la détection précoce, la classification des lésions, le triage des patients pour les études cliniques et

(1) Service de Radiothérapie, CHU Liège, Belgique.  
(2) Direction médicale, Vivalia, Liège, Belgique.

la prédiction. La capacité d'analyse de l'image, à des niveaux de détails imperceptibles pour l'œil humain, l'automatisation du processus de lecture et la rédaction du rapport vont faciliter et changer, de fond en comble, le travail des médecins spécialistes dans ce domaine.

## UN BREF REGARD EN ARRIÈRE

Tout commence par la découverte, en 1895, des rayons X par Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923), qui a été le premier bénéficiaire d'un Prix Nobel en physique en 1901 (7). Au début, ces rayons X invisibles sont utilisés à titre de divertissement, un peu comme la cinématographie qui prend son essor à la même époque. Très rapidement, on évoque l'utilité de ces rayons invisibles dans le monde médical. Il faudra, cependant, attendre jusqu'en 1934 pour voir enfin la radiologie incluse dans l'exercice de la médecine. Avant cette date, n'importe qui d'autre pouvait donc la pratiquer, tout à fait librement et sans avoir aucune qualification. La première guerre mondiale sonne le glas de la période des pionniers, et ouvre largement la porte à l'épanouissement de la spécialité médicale entre 1920 et 1960. Parallèlement aux développements techniques, émerge aussi tout un pan de recherche sur les produits de contraste destinés à visualiser les organes creux et les vaisseaux. Dès la moitié du siècle dernier, apparaissent de nouvelles technologies comme les machines à développer à rouleaux-nylon (1956), les premiers amplificateurs à luminance (1948), la tomographie (1971) avec, par la suite, l'apparition du mouvement hélicoïdal du tube (1990). Pendant les années '60, apparaissent également d'autres formes d'imagerie comme l'échographie (développement médical basé sur des travaux qui sont à l'origine du SONAR, et qui, pendant toute la guerre mondiale, ont été classés «secret défense») et la résonance magnétique qui débutera doucement en 1971 avec les premiers prototypes cliniques qui émergent déjà dès la fin des années '70.

Il n'y a pas eu de changement technologique fondamental depuis les années '80. Les industriels ont, certes, œuvré à l'amélioration progressive des machines et des logiciels qui les accompagnent. Toutefois, il persiste encore d'énormes marges de progression, entre autres parce que les flux de travail actuels sont complexes (exigeant des agents hautement spécialisés), parce que les conditions pendant l'imagerie sont très strictes et contraignantes pour les patients (immobilisation parfaite et/ou rétention de la respiration) et parce que ces

technologies sont encore excessivement onéreuses (7).

La fin du siècle dernier, par contre, se caractérise par l'utilisation à large échelle de l'informatique et voit l'émergence de la numérisation. Ces deux éléments sont les pierres angulaires absolument requises pour entamer le virage qui mène vers une nouvelle ère caractérisée par «l'intelligence artificielle» (IA).

## L'IMAGERIE MÉDICALE À L'ÈRE DE L'IA

On considère l'année 2017 comme «exceptionnelle» en matière d'imagerie médicale. C'est, d'abord, parce que la Food and Drug Administration (FDA) a approuvé le tout premier algorithme disponible sur un cloud dans le domaine de l'imagerie cardiaque (il s'agit du produit de la société Arterys) (8). C'est aussi l'année où, à l'occasion du congrès annuel de la RSNA (Radiological Society of North America), il y a eu plus de 100 sessions dédiées complètement à l'IA (9).

Il serait naïf de penser que l'IA n'aura pas d'impact sur les revenus des radiologues. Ceci s'explique, tout simplement, par l'explosion en productivité : l'IA fonctionne de façon continue, jour et nuit et 365 jours par an. Par ailleurs, il coûtera nettement moins cher au contribuable d'entraîner une IA que de former, pendant de nombreuses années, des spécialistes en imagerie. Les éditorialistes du journal «The Economist» pensent que les radiologues ont raison d'avoir peur, mais que ce changement est inéluctable car il représente un avantage majeur pour les patients et pour les payeurs (10). Ce genre de discours est aussi tenu par Vinod Koshla, fondateur de Sun Microsystems et spécialiste en capital-risque, qui n'a pas l'habitude de mâcher ses mots. Il pense que «tout radiologue, qui envisage de continuer de pratiquer comme aujourd'hui dans 10 ans, tuera des patients tous les jours car les solutions automatisées auront tellement progressé qu'elles seront bien plus efficaces que les professionnels» (11).

Ce qui semble extrêmement clair, c'est l'excitation générale que suscite l'IA dans le secteur, et cela se traduit en collaborations diverses et poussées entre industriels et professionnels du métier. Les annonces pleuvent, comme celle faite en 2015 par les responsables d'IBM qui achètent la société Merge Healthcare. Cette acquisition permet aux ingénieurs d'IBM de faire main basse sur la plateforme technologique de Merge, dispersée sur plus de 7.500

sites de soins aux USA. Le but de la démarche est clair : en utilisant le Watson Health Cloud, ils veulent s'assurer l'accès aux images médicales du réseau (y compris les anciennes images stockées sur les PACS = Picture Archiving and Communication System); dans le même temps, ils veulent récolter les données provenant de capteurs portés par les patients et les dossiers médicaux, et ce, dans un environnement qui assure la sécurité des données (compatible avec les exigences HIPAA = Health Insurance Portability and Accountability Act). Le tout est destiné à alimenter l'IA développée par IBM.

Tout récemment, le groupe Partners Healthcare à Boston (qui regroupe les prestigieux Massachusetts General Hospital et Brigham and Women's Hospital Center for Clinical Data Science) déclare intégrer la technologie «deep learning» (apprentissage automatique et approfondi) dans les services d'imagerie médicale qui font partie de leur réseau hospitalier (12).

Un autre exemple de collaboration entre industriels est celui qui regroupe GE Healthcare, Nvidia (entreprise spécialisée en processeurs et cartes graphiques) et Intel (premier fabricant mondial en semi-conducteurs, mais aussi mondialement connu pour ses microprocesseurs). Pour la petite histoire, la société Intel a été fondée en 1968 par Gordon Moore lui-même (à l'origine des lois de Moore qui ont trait à l'évolution de la puissance de calcul des ordinateurs). Ces acteurs ont résolument l'intention de mettre l'IA et l'imagerie digitale sur une voie rapide afin qu'elles soient, le plus tôt possible, implémentées en clinique (13). Les «gamers» parmi vous seront probablement étonnés de voir affiché dans cette collaboration le nom de la société Nvidia, bien connue dans le monde des consoles de jeux et des unités de traitement graphique (GPU's pour Graphics Processing Units). De façon plus que sérieuse, cette société s'implique dans la construction d'une plateforme informatique, appelée Clara (un super ordinateur virtuel), pour l'imagerie médicale (14). Clara combine, sur sa plateforme, une toute nouvelle architecture informatique basée sur des GPU's, et un kit de développement de logiciels qui permettent aux tierces personnes de construire de nouvelles applications en IA (15). Ceci évite aux différentes équipes de chercheurs de consentir à de lourds investissements financiers. Les GAFA's (Google, Apple, Facebook, Amazon) s'engouffrent également dans le domaine avec, comme exemple, Facebook qui signe un partenariat avec la New York University School of Medicine afin de promouvoir le développement de l'IA pour la lecture des images (16).

Les hôpitaux et systèmes de santé surfent également sur la vague. Selon Signify Research, les hôpitaux et les professionnels de l'imagerie vont investir 2 milliards annuellement pour la mise en place d'un nouvel écosystème basé sur l'IA (17). Une organisation gouvernementale comme le NHS (National Health Service) met déjà à disposition, gratuitement, deux logiciels : Ultromics' EchoGo (développé au John Radcliffe Hospital à Oxford pour la lecture automatique d'échocardiographie afin d'identifier la maladie coronarienne) et Optellum (pour la recherche de nodules pulmonaires afin de détecter précocement un cancer) (18). En France, à l'hôpital Foch, on mise sur le partenariat avec Siemens Healthineers pour créer des «radiologues augmentés» grâce à la détection automatique d'anomalies thoraciques (19).

Même les organisations professionnelles, comme l'ACR (American College of Radiology), font plus que simplement s'y intéresser. L'ACR vient de signer un contrat de collaboration avec Nvidia pour démocratiser l'accès à la technologie et réduire, par la même occasion, la crainte des professionnels en faisant en sorte qu'ils deviennent acteurs de ce changement. Selon l'ACR, ils doivent y jouer un rôle central tant au niveau du développement qu'au niveau de la validation des algorithmes (20). L'ACR donne, par ailleurs, accès en source ouverte à un set d'outils (développé par l'ACR Data Science Institute et neutre de tout vendeur de machine) qui permet aux radiologues de construire de l'IA dans l'enceinte de leurs institutions respectives, bien à l'abri derrière leur pare-feu (21). Dans le même esprit, aux Pays-Bas à l'Université d'Utrecht, on a développé une plateforme qui permet d'utiliser différents algorithmes et ce, de façon indépendante des constructeurs de machines (22).

La European Society of Radiology (ESR), forte de plus de 10.000 membres, vient de signer un partenariat avec Siemens Healthineers, concrétisé au dernier congrès de Barcelone par l'organisation d'un cours sur l'IA et l'avenir digital de la radiologie (23). Les signataires de cet accord sont persuadés qu'en dehors de l'apport plus «classique» de l'IA dans l'interprétation des images, il faudra composer avec elle dans de multiples autres domaines comme le «radiomics» (méthode capable d'extraire une énorme quantité d'informations quantitatives et qualitatives supplémentaires souvent non visibles à l'œil nu en utilisant des algorithmes de caractérisation de données), les biobanques d'images, les aides aux décisions, l'établissement d'un rapport structuré et l'organisation des flux de patients.

## QUELQUES OUTILS DÉJÀ À DISPOSITION

Citer tous les exemples d'utilisation de l'IA en radiologie médicale devient, tout simplement, impossible, tellement le marché évolue rapidement.

Certains logiciels de lecture autonome de l'image ont, par contre, déjà été validés aux USA (FDA) et en Europe (CE). Ils peuvent donc être commercialisés et mis en place immédiatement dans les institutions de soins. Ces logiciels vont du plus simple au plus compliqué.

### QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATIONS «SIMPLES»

#### IA ET IMAGES OSSEUSES

Un premier exemple «simple» est celui d'OsteoDetect (produit de la société Imagen® basée à New York). L'IA détecte, de façon autonome, les fractures localisées au niveau du radius sur des clichés radiologiques standards, et les marque afin qu'ils soient revus par le radiologue. La FDA précise qu'il s'agit d'un outil qui apporte de l'aide au diagnostic, mais qu'il n'est pas censé remplacer la lecture par un radiologue (24). L'algorithme est destiné à de multiples applications (service des urgences, médecine générale et cliniques spécialisées).

Dans la même veine, il y a ce produit de la start-up israélienne Aidoc, en l'occurrence un algorithme d'IA capable de détecter des fractures au niveau de la partie cervicale de la colonne (25). La compagnie teste plusieurs produits simultanément en clinique, car elle affiche l'ambition de créer une plateforme complète mettant à disposition différents algorithmes pour de multiples applications.

#### IA EN SÉNOLOGIE

Dans le domaine de la mammographie, on s'intéresse, depuis plusieurs années, à la quantification de la densité du tissu glandulaire, car on sait qu'il y a un lien avec le risque de développer ultérieurement un cancer du sein.

Récemment, à l'Université de Californie à San Francisco, on a comparé la lecture faite par des sénologues à de l'IA pour définir le score BI-RADS (Breast Imaging Reporting And Data Systems) (26). Cette comparaison est une réponse pragmatique aux multiples études publiées qui font état d'un manque de concor-

dance intra- et inter-observateurs (27, 28). Ce problème de subjectivité humaine est éliminé dès le moment où la lecture se fait de façon automatisée.

Au Massachusetts General Hospital à Boston, l'IA a été entraînée sur des dizaines de milliers de mammographies digitales provenant de patientes qui ont subi un screening par mammographie. Le logiciel a été capable de qualifier correctement l'indice de densité du tissu mammaire et le résultat a été validé par un radiologue expérimenté (la valeur kappa - indice de concordance - est de 0,85, intervalle de confiance 0,84-0,86). Selon les auteurs, l'IA permet de classer les patientes en différents groupes en fonction du risque et, donc, de personnaliser le programme de screening (29).

Plus récemment, un produit de la compagnie iCAD (Nashua, New Hampshire) vient d'être autorisé en Europe (30). L'IA développée permet de détecter, sur des mammographies 2D tout à fait standards, des anomalies radiologiques et de les classer selon un degré de certitude. Elle aide donc les radiologues à se concentrer sur les images qui sont réellement importantes et représente, dès lors, un énorme gain de temps et une nette amélioration du diagnostic. Tout récemment, Google vient, sans doute, de porter le coup de grâce aux sénologues difficiles à convaincre en réduisant le nombre de faux négatifs et de faux positifs par une IA préalablement entraînée à reconnaître un cancer du sein sur un set de 91.000 mammographies (31).

### QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATIONS PLUS COMPLIQUÉES

#### IMAGES THORACIQUES ET ABDOMINALES

Une compagnie chinoise (Infervision) a implémenté l'apprentissage en profondeur (deep learning) afin de détecter des lésions précoces sur des scanners thoraciques. L'algorithme issu de cet apprentissage supervisé est déjà mis en place dans plusieurs centres hospitaliers en Chine et, selon la compagnie, le niveau de précision obtenu est extrêmement élevé. Il serait comparable aux radiologues «très expérimentés», mais la lecture et l'analyse se font, bien entendu, à une vitesse non égalable par l'homme (32). On en imagine aisément l'utilité dans des programmes de screening à large échelle pour le cancer pulmonaire. Ces programmes de dépistage ont, d'ailleurs, déjà montré un impact positif sur la survie, même si, aujourd'hui, persistent une variabilité impor-

tante en matière de détection entre radiologues et un taux non négligeable de faux positifs et faux négatifs. Une étude, conduite en collaboration avec Google, sur un nombre important de patients (N = 6.716 / 45.856 scanners; obtenus dans le contexte du National Institute of Health - National Lung Cancer Trial), et validée sur un collectif indépendant de 1.139 cas, fait état d'une valeur AUC (area under the curve) de 94,4 % pour les deux collectifs. Ce qui est intéressant, c'est que l'IA de Google fait mieux que les radiologues en matière de screening. C'est particulièrement le cas quand il n'y a pas de scanner préalable disponible pour le patient, et donc, pas de point de comparaison. Le taux de faux positifs et de faux négatifs baisse, respectivement, de 11 et 5 % avec le recours à l'IA (33). Quand on sait aujourd'hui qu'il n'y a que 2 à 4 % de la population américaine qui se soumettent à un screening pour le cancer pulmonaire, on comprend aisément l'engouement des différentes équipes de recherche, y compris les GAFA's, pour développer un outil rapide et efficient (34).

La détection automatique de cancer pulmonaire semble tellement se simplifier que, récemment, un étudiant en master du Haso Plattner Institute à Potsdam a obtenu un prix de 30.000 USD de la Bonnie J. Addario Lung Cancer Foundation pour avoir développé, parmi 650 autres participants issus de 68 pays, le meilleur logiciel d'IA destiné à découvrir un cancer pulmonaire (35). Pour cela, il a utilisé une technologie d'apprentissage machine disponible en «open source».

Certains logiciels ont déjà le fameux label FDA dans ce domaine oncologique (comme, par exemple, Arterys Oncology qui détecte automatiquement des nodules métastatiques, tant au niveau pulmonaire qu'au niveau hépatique, sur des images CT et IRM) (36). Ces logiciels, qui répondent aux normes et règlements de différents pays américains et européens, en particulier en matière de protection de la vie privée, font déjà au moins aussi bien que des radiologues chevronnés. D'autres solutions sont en voie de développement et elles permettent d'améliorer la précision et l'efficacité, comme, par exemple, l'ia S4ND de la University of Central Florida, Center of Research in Computer Vision. Cette solution est capable de détecter des nodules pulmonaires en une seule étape à partir du CT, sans devoir passer par des étapes supplémentaires de manipulation de l'image (37).

Google vient de rapporter une autre collaboration avec la Northwestern University qui va au-delà du CADe («Computer Assisted Detec-

tion») et du CADx («Computer Assisted Diagnosis») (38). L'IA reconstruit en 3D l'image tumorale et permet de mieux prédire, sur cette base, le degré de malignité tumorale. A la Cleveland Clinic, on va encore un pas plus loin : les scanners thoraciques effectués avant traitement sont utilisés, avec les données médicales des patients, pour effectuer de l'apprentissage en profondeur. L'analyse rétrospective a pour but de déterminer quel est le profil radiologique qui prédit une certaine réponse à une dose donnée de radiothérapie. Le logiciel pourrait donc, pour un nouveau patient, analyser la signature radiologique avant traitement et, sur cette base, proposer une dose optimale de radiothérapie afin de - par exemple - ne pas dépasser un taux d'échec de 5 % (39). En radiothérapie, les logiciels de contournage des volumes cibles et organes sains et de calculs de doses permettent déjà une approche totalement automatisée. La solution de Cleveland remet donc sérieusement en question l'apport de l'expertise humaine dans la démarche de prescription et de planification d'un traitement de radiothérapie.

Il existe aussi des applications «thoraciques», totalement en dehors de l'oncologie, comme le produit de Zebra Medical Vision qui signale la présence d'un pneumothorax (40) ou d'un collapsus pulmonaire (41). Le produit HealthPNX parcourt les images radiologiques (scanners ou imageries thoraciques digitales) et signale aux radiologues quelles images méritent leur attention. Cette IA a été entraînée sur des millions d'images et serait, selon ses concepteurs, à même de reconnaître plus de 40 pathologies courantes. Le but de la société est de constituer une réelle plateforme multifonction, Zebra Medical Vision AI1 (all in one), afin de faciliter grandement le travail du radiologue. Cette plateforme comprendrait de l'interprétation automatique aux niveaux cérébral, pulmonaire, hépatique, cardiovasculaire et osseux. La concurrence fait rage et la start-up israélienne Aidoc, déjà citée (25), propose la détection d'embolies pulmonaires (42). Cette société utilise des images qui proviennent de différents scanners situés sur des sites hospitaliers dispersés à travers le monde. Les ingénieurs ont voulu rendre l'IA suffisamment robuste et indépendante de la technologie d'acquisition d'images. L'algorithme développé par Aidoc peut, d'ailleurs, fonctionner sur tous les systèmes radiologiques installés et ne requiert aucun achat de hardware supplémentaire. La solution s'intègre, par ailleurs, parfaitement bien dans le flux de travail d'un service d'imagerie.

## LE PLUS COMPLIQUÉ : L'ANALYSE AUTOMATIQUE DE L'IMAGERIE CÉRÉBRALE

### ANOMALIES VASCULAIRES

S'il y a bien un domaine où les images sont particulièrement complexes à interpréter, c'est celui du système nerveux central (SNC). C'est aussi un domaine où, fréquemment, le temps est compté, en particulier quand il s'agit de lésions cérébrales vasculaires. Partant de l'adage anglo-saxon «Time is brain», la société Viz.ai vient d'obtenir le label FDA pour son logiciel de triage qui détecte des anomalies cérébrales sur CT, en particulier les altérations liées à une occlusion potentielle d'un gros vaisseau. L'IA alerte automatiquement et immédiatement le neuroradiologue pendant que le patient est encore pris en charge par le médecin en première ligne aux urgences (43).

Pour rester dans le domaine des urgences, Qure.ai, pour sa part, a travaillé sur de l'IA capable d'identifier des fractures de la boîte crânienne et des hémorragies. Le rapport est généré automatiquement et l'IA précise la localisation exacte de l'anomalie (44). Il faut exactement 10 secondes à l'IA pour localiser l'anomalie (hémorragie intracrânienne : qu'elle soit intraparenchymateuse, sous-durale, extradurale, sous-arachnoïdienne et intraventriculaire; fracture crânienne; effet de masse avec déplacement de la ligne médiane). Quand on compare le descriptif de la localisation par rapport à trois radiologues de la Mayo Clinic à Rochester, la précision de la description topographique de Qure.ai atteint plus de 95 % (45).

Une équipe anglo-écossaise, constituée de chercheurs provenant du Imperial College of London et de l'University of Edinburgh, s'est penchée sur la problématique de la détection des anomalies des petits vaisseaux, souvent atteints dans la démence et dans les accidents vasculaires chez les patients d'un certain âge. Très pragmatiquement, ces chercheurs ont développé l'algorithme à partir d'images CT car cette machine est beaucoup plus rapidement et facilement accessible que la résonance magnétique nucléaire. L'évaluation des images et, en particulier, l'analyse quantitative et qualitative de la substance blanche se font automatiquement et permettent un triage aux urgences (46). Dans une étude multicentrique de validation, la lecture se fait en un temps moyen de 109 secondes et le degré de précision est comparable aux données produites par des experts. Quantib, société sise à Rotterdam, vient d'obtenir l'aval de la FDA pour un produit similaire, le Quantib TM Neurodegenerative (ND). Le logiciel segmente totale-

ment et automatiquement les lobes cérébraux, la matière blanche et l'hippocampe afin de quantifier, objectivement, le degré d'atrophie sur des images IRM, élément clé en matière du suivi de patients déments, par exemple (47).

Pour rester dans le domaine du vasculaire, la FDA vient d'approuver la plateforme de iSchema View. Sur cette plateforme, le produit RAPID CTA (Computed Tomography Angiography) permet une visualisation en 3D de la vascularisation cérébrale sous tous ses angles, et il met clairement en évidence (par coloration superposée à l'image native) les régions cérébrales qui sont soumises à des troubles de perfusion (48). Un nouvel outil HeadXNet, développé par des chercheurs de Stanford University, quant à lui, permet de détecter automatiquement des anévrysmes à partir d'un angio-scan. Il a été démontré que cette solution améliore significativement la performance des cliniciens (49). Les chercheurs, par ailleurs, estiment que l'algorithme pourrait aisément être entraîné à d'autres fins. La société Zebra, que nous avons déjà citée précédemment, commercialise le produit HealthICH qui détecte, sur des coupes CT natives (sans injection de contraste), la présence d'une hémorragie cérébrale (50).

### AUTRES APPLICATIONS CÉRÉBRALES

Des chinois annoncent qu'une IA a été capable de lire et de diagnostiquer correctement des tumeurs cérébrales et de prédire l'expansion d'un hématome cérébral au départ d'un collectif constitué de 225 dossiers. La lecture de ces 225 dossiers a été effectuée par l'IA en 15 minutes avec une précision de 87 %. Mais il aura fallu 15 médecins pour atteindre une précision de 66 % et ce, dans un laps de temps de 30 minutes. Les responsables de l'hôpital ont, essentiellement, voulu sensibiliser le corps médical à l'arrivée de l'IA et combattre, ainsi, leur scepticisme (51).

Et pour terminer, en médecine nucléaire, l'IA a aussi sa place. Citons, en guise d'exemple, les travaux effectués par une équipe de la UCSF (University of California San Francisco) qui a utilisé une imagerie cérébrale avec du 18FDG-PET. Ils ont pu démontrer que l'IA est capable de détecter des anomalies caractéristiques de la maladie d'Alzheimer six ans (en moyenne 75,8 mois) avant l'apparition des premiers symptômes cliniques (sensibilité 100 % et spécificité 82 %) (52). Dans un contexte de manque de traitement efficace pour juguler la maladie, un diagnostic précoce est d'autant plus important car il donne potentiellement l'opportunité aux cliniciens de tester des nouveaux traitements qui visent à retarder le processus au plus vite.

## CONCLUSION

Le domaine de l'imagerie est un terrain de jeu fertile pour le développement de l'IA. L'information digitale est aisément analysable par des logiciels puissants qui ont une résolution largement supérieure à celle de l'œil humain et qui fonctionnent à une vitesse non égalable par les experts humains. Il est hautement probable que les frontières artificielles qui séparent les domaines de l'imagerie médicale, y compris par rapport à d'autres domaines qui font fortement appel à l'analyse de l'image digitale comme la pathologie, vont progressivement s'estomper. Même si, aujourd'hui, on a l'impression qu'il s'agit encore d'applications utilisables dans des niches bien précises, et que les solutions proposées sont encore parfois assez décevantes, les initiatives prises et les déclarations faites par les acteurs industriels dans le domaine indiquent clairement vers quoi nous allons rapidement évoluer : la création de plateformes transversales qui regroupent une multitude de formes d'IA applicables dans différentes parties du corps humain. Sans aucun doute possible, les métiers liés à l'imagerie médicale vont subir des transformations profondes et rapides. Les moteurs puissants dans cette transformation sont les manques annoncés de ressources financières et humaines pour maintenir le *statu quo*. La question se pose déjà, aujourd'hui, sur la valeur ajoutée du médecin (généraliste ou spécialiste) qui, formé à l'interprétation des images dans sa spécialité et ayant accès à une banque d'images et à l'IA, pourrait bien vite se passer de son confrère radiologue.

D'une aide initiale en détection, diagnostic et prédiction, il est plus que probable que l'IA va évoluer ultimement vers une solution rapide, efficace et peu chère qui remplacera, à terme, l'expertise humaine. Ne pas voir cette évolution serait suicidaire pour les professionnels du secteur.

## BIBLIOGRAPHIE

Les références web citées dans cet article sont consultables via le lien suivant :

<https://www.rmlg.ulg.ac.be/UPLOAD/SupMat/20200409sup.pdf>

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Pr P.A. Coucke, Service de Radiothérapie, CHU Liège, Belgique.

Email : [pcoucke@chuliege.be](mailto:pcoucke@chuliege.be)