

L'Intelligence Artificielle
et la mammographie

Radiologie et radiothérapie

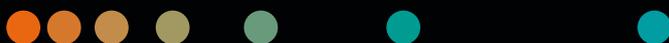
Les biais de
l'Intelligence Artificielle

ARIAS

magazine Actions et Réflexions sur l'Intelligence Artificielle en Santé



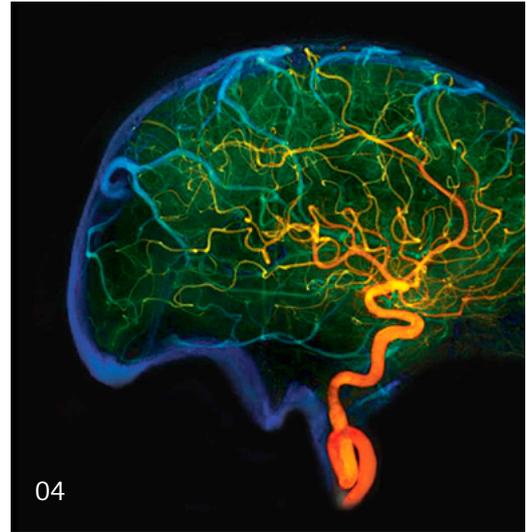
L'Intelligence Artificielle et la neuroradiologie interventionnelle



04 **À la Une**

Intelligence Artificielle et neuroradiologie interventionnelle

Comment l'IA peut-elle améliorer le déroulement des opérations de la neuroradiologie interventionnelle ?
Interview du Dr. Grégoire Boulouis et du Dr. Ing. Markus Kowarschik



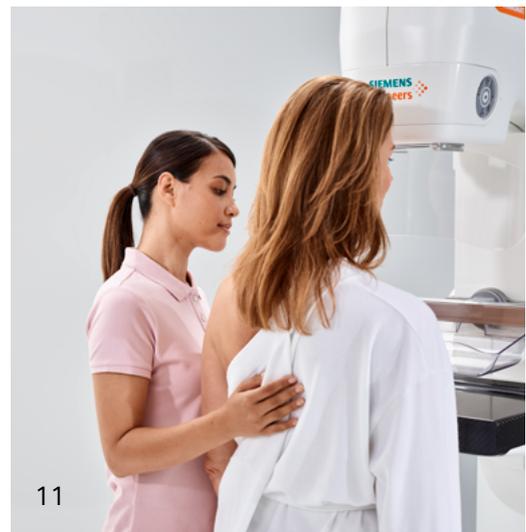
07 **Data focus**

Algorithmes : comment éviter les biais de l'Intelligence Artificielle ?

De la théorie à la pratique : quid des biais de l'Intelligence Artificielle en imagerie ?

11 **À venir**

Mammographie et IA, vers une optimisation du dépistage du cancer du sein ?
Entretien avec Isabelle Thomassin-Naggara, Chef de service / PU PH APHP-Sorbonne Université, Hôpital Tenon



14 **Grand angle**

L'Intelligence Artificielle, une précieuse alliée pour l'imagerie de planification en radiothérapie

16 **Portrait**

Paul Dequidt, « stand-upper » de la recherche. Ma thèse en 180 secondes

17 **À lire, à voir ...**

Rencontre avec Guillaume Chabin, chercheur data scientist chez Siemens Healthineers

18 **Panorama**

L'actualité de Siemens Healthineers en Intelligence Artificielle



Arias Magazine est édité par Siemens Healthineers – 40, avenue des Fruitières – 93200 Saint-Denis – France. Directeur de la publication : Hassan Safer-Tebbi. Rédacteurs en chef : Christine Kabalin et Agnès Malgouyres. Ont également contribué : Merryl Mourau. Rédaction : Agence Pi+ (www.presse-infosplus.fr) Crédits photos : GettyImages, Adobestock, Siemens Healthineers. Conception et réalisation : Atelier Orée. Impression : Réalisation Graphique Impression. 800 exemplaires

L'Intelligence Artificielle pour un monde sans peur du cancer

par Hassan Safer-Tebbi

Chez Siemens Healthineers, l'Intelligence Artificielle n'est pas une lointaine perspective, encore moins un vocable sans substance : c'est l'avenir de la santé mais c'est aussi et déjà une réalité dont nous nous sommes saisis depuis plusieurs années pour répondre aux nombreux défis de santé publique.

La lutte contre le cancer en fait évidemment partie. Responsable de dix millions de morts par an et deuxième cause de décès dans le monde, ce fléau se double d'une inégalité d'accès aux traitements oncologiques.

Pour y faire face, et parce que nous partageons la vision d'un monde sans peur du cancer, Siemens Healthineers et Varian Medical Systems ont décidé de mutualiser leurs ressources et leurs atouts. Réalisé en avril dernier, ce rapprochement nous permet désormais d'accompagner les cliniciens et les patients

sur l'ensemble du continuum des soins en oncologie, grâce à un portefeuille alliant des solutions d'imagerie, de diagnostic, de traitement et d'Intelligence Artificielle.

L'Intelligence Artificielle est la première illustration concrète de notre rapprochement. Varian a choisi de faire la promotion du logiciel AI-Rad Companion Organs RT de Siemens Healthineers parmi d'autres solutions. Cette dernière permet, grâce à des algorithmes d'apprentissage profond, d'éviter au maximum l'irradiation des organes à risques lors d'un traitement par radiothérapie.

Et ceci n'est que la première étape de notre volonté d'innover pour permettre aux patients de vivre plus longtemps et en meilleure santé. L'Intelligence Artificielle ouvre par exemple la porte au contournage de la lésion elle-même, optimisant toujours plus le traitement contre les cancers par radiothérapie. Et demain, elle permettra même d'anticiper les bénéfices du traitement selon les patients ou d'en évaluer les effets secondaires.

Dans la lutte contre le cancer, les perspectives offertes par l'Intelligence Artificielle pour le diagnostic personnalisé, dont les besoins ne font que croître, sont immenses. L'aventure ne fait que commencer !

Hassan Safer-Tebbi, Président de Siemens Healthineers France, Belgique et Afrique francophone

AI-Rad Companion Organs RT
Dispositif médical Classe IIa, CE TÜV SÜD n° 0123
Fabricant : Siemens Healthcare GmbH, Allemagne
Veuillez lire attentivement le manuel d'utilisation



L'Intelligence Artificielle et la neuroradiologie interventionnelle



La neuroradiologie interventionnelle (NRI) consiste à réaliser des actes au niveau de la sphère cérébrale et médullaire de manière mini-invasive en utilisant un guidage par imagerie. On y recourt notamment pour les prises en charge urgentes des accidents neuro-vasculaires (ruptures d'anévrismes cérébraux ou AVC ischémiques en phase aiguë par exemple). La NRI permet de réaliser des interventions complexes de manière très précise, avec des risques minimisés pour le patient et une récupération post-opératoire plus rapide. La contrepartie pour les professionnels de santé qui y procèdent n'est pas anodine. En effet, l'irradiation à laquelle ils sont exposés pendant un acte interventionnel peut être importante, imposant le port permanent d'un

équipement de radioprotection plombé et une vigilance constante. L'optimisation des procédures opératoires est un objectif clé pour réduire l'irradiation des personnels, les durées opératoires et limiter le risque d'erreur. L'Intelligence Artificielle pourrait s'avérer d'une aide précieuse dans ce but : déjà implémentés dans certains outils d'aide au diagnostic, les algorithmes pourraient, demain, participer grandement à l'amélioration des workflows en NRI. Cela implique qu'ils répondent exactement aux besoins des professionnels de santé, comme le montrent les regards croisés et complémentaires des spécialistes de la santé et du numérique recueillis pour le magazine ARIAS.

La vision de l'expert d'imagerie médicale et du numérique

Dr.Ing. Markus Kowarschik, Director Innovation, Principal Key Expert, Siemens Healthineers

« Justement, l'IA ne renvoie pas à une application en particulier : c'est plutôt un ensemble de méthodes et de technologies qui aident à intégrer plus d'automatisation dans nos systèmes, à faciliter leur usage et à en améliorer l'efficacité.

Rappelons qu'il y a différents niveaux d'applications potentielles de l'IA déjà mises en pratique dans l'imagerie diagnostique et partiellement encore en développement pour les procédures interventionnelles.

Le premier niveau peut participer à l'amélioration de la qualité des images en diminuant le bruit et/ou en réduisant les artefacts. Certains neuroradiologues utilisent déjà et utiliseront de telles applications, parfois sans même s'en rendre compte.

Un second niveau d'IA peut contribuer à la détection automatisée de structures dans des jeux de données 2D et 3D grâce à une grande variété de tâches d'analyse d'images. C'est cette application de l'IA qui permettra par exemple la détection des hémorragies cérébrales comme évoquée par le Dr Boulouis. Mais cette analyse d'images par l'IA pourrait aussi alerter sur la présence de lésions ou d'anomalies secondaires que le neuroradiologue, focalisé sur la prise en charge de l'AVC du patient, n'aurait pas pu remarquer.

Le troisième et dernier niveau porte sur la manière dont l'IA peut encore, bien que de nombreuses avancées existent déjà dans

ce domaine, améliorer les flux de travail du neuroradiologue dans son activité diagnostique mais aussi dans son activité interventionnelle. En particulier, il s'agit de prendre en charge l'environnement organisationnel et structurel pendant la procédure. L'IA permettra notamment la reconnaissance et la gestion en temps réel de la position du personnel médical, des équipements médicaux et des consommables à l'intérieur des salles interventionnelles. Ainsi l'IA pourra prévenir les risques de collisions. Elle pourra aussi réduire l'exposition au rayonnement des personnels et du patient en proposant des emplacements optimisés pour chaque personne et pour chaque équipement présent dans la salle. Au-delà, ces outils pourront offrir une modification du positionnement ou du paramétrage des appareils qui émettent des rayonnements.

C'est cette dernière approche, plus complète que les seules tâches d'analyse d'images, qui pourra contribuer à améliorer de manière significative le déroulé des opérations dans la salle de radiologie interventionnelle.

Et pour identifier ces voies d'amélioration, les experts du numérique de Siemens Healthineers travaillent selon une approche très pragmatique avec des cliniciens du monde entier afin de bénéficier de leurs retours d'expérience et de connaître les problèmes auxquels ils sont confrontés.

L'idée est vraiment d'automatiser les tâches les plus fastidieuses et les plus chronophages pour les professionnels de santé afin de faciliter leur pratique professionnelle et d'optimiser les flux de travail. Une fois ces tâches identifiées, nous pourrions développer la technologie et les outils qui les aideront réellement dans leur pratique quotidienne ».



Dr.Ing. Markus Kowarschik, Director Innovation, Principal Key Expert, Siemens Healthineers



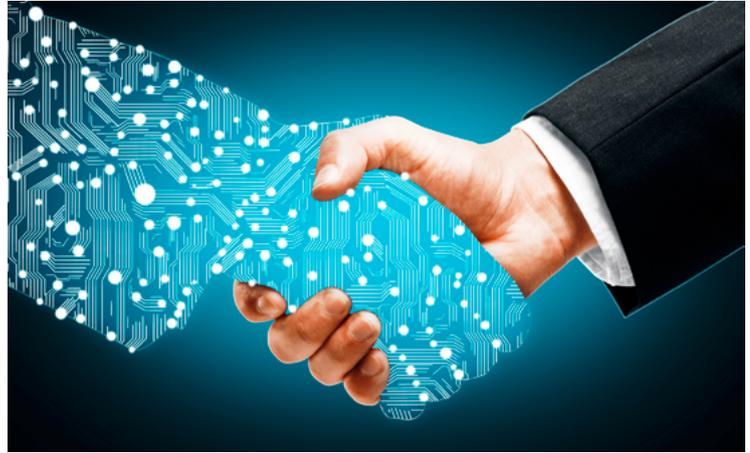
Retrouver cet article sur Internet



Préparation d'un examen interventionnel

ARTIS icono Biplan, syngo Application Software
Sont des dispositifs médicaux de Classe IIb
Marqués CE, TÜV SÜD, N°0123
Fabricant : Siemens Healthcare GmbH, Erlangen Allemagne

Algorithmes : comment éviter les biais de l'Intelligence Artificielle ?



Née dans les années 1950, l'Intelligence Artificielle (IA) nourrit de nombreux fantasmes. Longtemps redoutée car susceptible de remplacer l'Homme, ce sont aujourd'hui ses travers qui posent question. Les logiciels d'IA peuvent être en effet comparés à des boîtes noires dont le fonctionnement est mystérieux ; susceptibles d'induire des erreurs dans les algorithmes. Mais que sont exactement ces biais et d'où proviennent-ils ? Est-il possible de les éviter ou, à tout le moins, de les corriger ? Quel est leur impact dans le secteur si particulier de l'Intelligence Artificielle en santé ?

Explications avec Isabelle Bloch, enseignante-chercheuse au sein du LIP6 à la Sorbonne Université (et membre associée de l'équipe IMAGES du laboratoire LTCI, à Télécom Paris).



Dans le langage courant, un biais est souvent un moyen détourné et habile de contourner un obstacle ou une difficulté. Mais en matière d'Intelligence Artificielle, l'acception est un peu différente : un biais désigne alors un manque de neutralité de l'algorithme, faussant – de manière consciente ou non – ses résultats. « Mais un algorithme peut-il seulement être neutre ? interroge Isabelle Bloch, enseignante-chercheuse à la Sorbonne Université. En réalité, rien n'est neutre et une première difficulté réside dans la définition même du terme. On dit parfois que la neutralité, c'est donner une image la plus fidèle possible de la réalité. Mais, lorsqu'il s'agit d'imagerie médicale, cette image est elle-même un codage de la réalité. Il s'agit donc de se demander ce que l'on veut représenter de cette réalité. » Et de prendre conscience des éventuels biais de cette représentation dans le système ainsi que dans son utilisation (qui est rarement neutre) ...

Des biais liés à l'esprit humain

En effet, parce qu'ils sont les fruits d'un travail humain, les algorithmes et, donc, leurs résultats, dépendent de celui-ci. C'est la première catégorie de biais, qualifiés de cognitifs et provoqués par une distorsion dans le traitement de l'information. Ces biais peuvent être la conséquence des croyances, du groupe social, de l'éducation, de la formation, des habitudes... bref, de la vision du monde du concepteur ou du programmeur qui va influencer ses choix de variables. « *On peut trouver les biais cognitifs à plusieurs niveaux, c'est-à-dire dans la conception du programme, sa confirmation (par exemple, on « cherche » une tumeur), son cadrage (c'est-à-dire la manière de poser une question) mais aussi son utilisation et l'interprétation des résultats* », poursuit l'experte.

Les biais statistiques : l'enjeu des données

Une seconde famille de biais, appelés statistiques, porte sur les données utilisées dans le système ou dans sa conception. En effet, si performant soit celui-ci, s'il est construit sur des données biaisées (variables non prises en compte, biais de sélection...), il le sera nécessairement. « *On peut par exemple manquer de données, détaille Isabelle Bloch. Elles peuvent également avoir une représentativité trop faible, ne pas prendre en compte certains paramètres ou certaines variables, comporter des erreurs ou des inexactitudes, etc.* » En matière de santé, par exemple, les biais statistiques peuvent provenir d'une population de référence restreinte ou non représentative de la population générale (sexe, âge, origine géographique ou ethnique, etc.), entraînant un risque de discrimination. En outre, certaines données relatives à un individu peuvent être incomplètes. Ces questions sont particulièrement prégnantes en santé, où les données

sont extrêmement nombreuses mais n'ont, la plupart du temps, pas été recueillies dans le même objectif que celui poursuivi avec l'algorithme ; ce qui pose la question de la généralisabilité (modèle statistique qui a pour but d'évaluer la fiabilité d'un dispositif d'évaluation ou de mesure). Afin de limiter les biais liés à leur interprétation, il faut donc des systèmes capables de les extraire et de les rendre pertinentes. En outre, beaucoup de ces données, très hétérogènes et issues de divers documents comme des comptes-rendus d'hospitalisation ou des rapports d'imagerie par exemple, sont consignées sous forme textuelle. Là encore, la fiabilité du système afin de les « convertir », de les structurer, de les anonymiser, en un mot de les rendre exploitables, est cruciale.

Vigilance accrue contre les biais économiques

Enfin, pour des raisons de coûts, certains algorithmes peuvent également être biaisés. Cela peut être involontaire, par exemple en ne tenant pas compte du contexte économique dans lequel l'outil est conçu et/ou déployé. Mais les biais économiques peuvent également avoir été introduits de manière volontaire, pour en diminuer le coût, par exemple.

Avoir conscience des biais a priori

Si « *certains disent qu'on ne fait jamais que mettre une opinion dans un programme* », il est toutefois possible d'atténuer les biais. Quel soit le type de biais, « *la vigilance est essentielle, explique Isabelle Bloch. Ainsi, il faut avoir conscience des biais connus a priori et les rectifier. Travailler sur des données nécessite de garder en tête qu'il peut y avoir des biais au moment de la création et de l'utilisation de l'algorithme.* » Lors de la création d'un algorithme, il est par exemple souhaitable de

et de programmeurs aux profils variés dont les visions, en se confrontant, permettent de diminuer les biais. La multiplication des utilisateurs est également importante : « *en imagerie, par exemple, le radiologue peut confronter son propre point de vue avec celui de l'algorithme mais également avec l'avis de ses confrères* », illustre Isabelle Bloch qui rappelle en outre que « *d'une part, tous les biais ne sont pas forcément négatifs et, d'autre part, ils n'ont pas tous la même importance. Il faut bien distinguer le biais de l'erreur, qui sont deux choses différentes.* »

Des méthodes complémentaires pour atténuer

Concernant la question des biais de données, « *lorsqu'elles sont insuffisantes, notamment lors de la phase d'apprentissage du système, on peut estimer puis corriger ce biais en allant chercher d'autres données acquises dans d'autres conditions, explique Isabelle Bloch. Pour les biais statistiques connus, il existe également des méthodes que l'on peut combiner pour les corriger ou permettre de travailler avec, en recourant par exemple à des études multisites ou à une méthode d'augmentation des données simulant des situations ou des cas dont on ne dispose pas.* » A noter que ces méthodes prennent de plus en plus d'ampleur, permettant la recherche d'explicabilité des biais de données et, donc, leur correction ou leur compensation. Enfin, et comme la quantité massive de données ne peut résoudre seule tous les biais statistiques, les systèmes sont de plus en plus « *intelligents* » combinant apprentissage statistique et modélisation des connaissances, pour chercher à optimiser leurs performances.





De la théorie à la pratique : quid des biais de l'Intelligence Artificielle en imagerie ?

Vastes sont les perspectives ouvertes par l'Intelligence Artificielle en imagerie médicale : classification des images, aide à la planification, accès aux données, aide à la réalisation des examens, qualité des images optimale, aide à la détection et au diagnostic des lésions et tumeurs, aide à la prédiction de l'évolution d'une pathologie... Et si cela est réjouissant, cela ne manque pas de soulever des interrogations voire des appréhensions du côté des professionnels de santé de l'imagerie.

On ne le soulignera jamais assez : l'IA ne peut se substituer au radiologue et n'est qu'un outil d'aide à la décision humaine, qui doit être utilisé à bon escient, dans la bonne situation, pour les bonnes images et pour le bon patient. « *Les radiologues restent particulièrement sensibles et attentifs au fait de continuer à voir le patient et à interagir avec lui, pas uniquement via les images, explique Isabelle Bloch, enseignante-chercheuse à la Sorbonne Université. Néanmoins, il est vrai que l'on commence à entendre parler d'un biais dit de complaisance, reposant sur le risque que le radiologue fasse trop confiance à l'algorithme.* »

Rester prudents

Dans l'analyse des images médicales, les biais induits par les algorithmes sont à peu près aussi fréquents que ceux induits par l'œil et le cerveau du radiologue. « *Une image n'est jamais que le codage d'une réalité à savoir, en imagerie médicale, la représentation du patient* », rappelle Isabelle Bloch. Mais les biais de l'algorithme et ceux du radiologue ne sont pas de même nature et il est difficile de savoir si les uns sont plus impactants que les autres : « *À mon sens, il n'est d'ailleurs pas heureux de les comparer et il faut rester prudent, avertit l'experte. Même si l'image résulte d'une mesure physique, elle n'est pas complètement objective car le choix de la modalité d'imagerie, des conditions d'examen ou encore des paramètres d'acquisition entrent en ligne de compte.* »

La transparence pour gagner en confiance

Afin de démystifier l'effet « boîte noire » de l'Intelligence Artificielle, souvent redouté, de nombreux travaux sont menés sur l'explicabilité, l'interprétabilité et la transparence des algorithmes : « *il est essentiel d'expliquer les résultats obtenus et de montrer en quoi la décision de l'algorithme est juste, souligne Isabelle Bloch. C'est cette transparence qui augmentera la confiance des radiologues dans le système et dans les laboratoires qui les conçoivent. Ce domaine en pleine expansion se développe dans plusieurs directions, selon que l'on cherche à expliquer pour justifier, pour contrôler, pour améliorer ou pour découvrir. Il s'agit d'identifier des causes – plus que des corrélations ou autres arguments statistiques – et il est important d'identifier ce que l'on veut expliquer, pour qui et pour quoi.* »

Travailler de concert vers toujours plus de performance

Il faut également accompagner les radiologues à contrôler et apprendre les faiblesses de l'algorithme pour l'améliorer. « *Eux-mêmes insistent sur l'importance de former les internes à la manière d'utiliser l'Intelligence Artificielle dans un cadre éthique, détaille Isabelle Bloch. Ils ont en effet à leur disposition des outils extrêmement aidants et performants mais il faut leur donner les connaissances et les compétences nécessaires pour comprendre leur utilisation et les conséquences de cette utilisation.* » Et cela fonctionne d'autant mieux que l'imagerie médicale est une spécialité en lien étroit avec la technologie en général et que les radiologues connaissent ce type de raisonnement. « *Il faut également les impliquer en amont, dans la conception des algorithmes, préconise l'enseignante-chercheuse. Cela les sensibilisera également au problème d'accès aux données. Leur participation à la création de bases de données est ainsi cruciale.* »

Élaboration d'un algorithme : à chaque étape ses données

Classiquement, on distingue les données en fonction des étapes pour lesquelles elles interviennent :

- Les données d'apprentissage qui permettent d'estimer le ou les paramètres ;
- Les données de validation qui permettent d'estimer le ou les hyperparamètres ayant pour fonction d'ajuster la phase d'apprentissage ;
- Les données de test qui permettent d'évaluer l'algorithme, sa capacité de généralisation et de traitement de chaque cas particulier.



Mammographie et IA, vers une optimisation du dépistage du cancer du sein ?



Le cancer du sein est le cancer le plus fréquemment diagnostiqué chez la femme, avec un âge médian au diagnostic estimé à 63 ans¹. Détecté tôt, le cancer du sein se guérit dans 9 cas sur 10². C'est pour cela, que depuis 2004, le dépistage organisé du cancer du sein a été généralisé en France avec pour objectifs de réduire la mortalité et d'améliorer l'information et la qualité des soins pour les patientes concernées³.

L'utilisation de solutions d'Intelligence Artificielle en mammographie se développe pas à pas, laissant entrevoir de nombreuses perspectives d'applications.

Entretien avec Isabelle Thomassin-Naggara, Chef de service / PU PH APHP-Sorbonne Université, Hôpital Tenon.

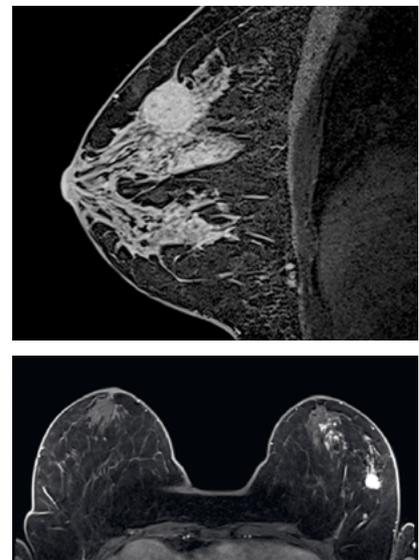


En France, Les femmes entre 50 et 74 ans peuvent bénéficier, tous les 2 ans, de mammographie de dépistage. Après l'examen, dans le cadre du dépistage organisé, les clichés sont adressés à un deuxième radiologue qui

procède à une seconde lecture. Les résultats définitifs sont ensuite envoyés à la patiente ainsi qu'à son médecin.

Cette stratégie de dépistage organisée permet de diagnostiquer 90 % des cas de cancer du sein⁴.

L'arrivée des premiers CAD (Computer Aided Diagnostic) dans les années 2000 est liée à l'émergence de la mammographie numérique. Aujourd'hui, plusieurs logiciels enrichis par l'IA, moins porteurs de faux positifs que les premiers CAD, apportent une aide plus efficace aux radiologues et améliorent la prise en charge des patientes dans le cadre des stratégies de dépistage.



Images d'IRM

Vers une diminution des coûts du dépistage du cancer du sein grâce à l'IA ?

L'IA offre donc un gain de temps au radiologue et lui permet de se recentrer sur les tâches où toute sa valeur ajoutée, au travers de son expérience et ses connaissances, s'exprime au bénéfice de la santé de la patiente.

Mais les solutions d'IA pourraient également jouer un rôle au niveau de la santé publique, dans le cadre de la stratégie de dépistage du cancer du sein en France. En effet, aujourd'hui la seconde lecture de l'examen est mise en place pour les cas « négatifs », c'est-à-dire des cas sans suspicion de pathologies malignes, de façon à potentiellement identifier des cas qui auraient échappé à la vigilance de la première lecture. « Les solutions actuellement utilisées et testées montrent une excellente valeur prédictive négative. On pourrait alors envisager d'utiliser la solution d'IA pour détecter les cas où la seconde lecture est utile » imagine Isabelle Thomassin-Naggara.

D'après une étude norvégienne de 2020*, dans 20% des cas jugés négatifs par le premier lecteur, l'Intelligence Artificielle garantit qu'il n'existe aucune pathologie décelable sur les images mammographiques. « Une diminution de la volumétrie de seconde lecture de 20% ne serait pas négligeable quand on sait que la seconde lecture représente 1/5ème du budget investi dans le dépistage chaque année en France. C'est certainement une piste à étudier », suggère Isabelle Thomassin-Naggara.

Aller plus loin avec l'Intelligence Artificielle

Aujourd'hui, pour accompagner le radiologue, certains logiciels d'aide à la décision fournissent un score global qui reflète le niveau de suspicion de pathologie maligne de l'examen. « Ce score représente un véritable intérêt en France, non pas pour le triage des patientes comme c'est le cas dans d'autres pays, mais pour le degré d'attention demandé à la lecture de l'examen. En s'appuyant sur un score qui écarte les cas les plus bénins, le radiologue peut focaliser son attention sur les cas les plus subtils »,

explique Isabelle Thomassin-Naggara. En parallèle, la tomosynthèse prend une part de plus en plus importante dans les examens mammographiques. Avec cette technique, l'autre intérêt de certaines solutions d'IA est qu'elles sélectionnent et affichent automatiquement la coupe sur laquelle se trouve l'anomalie et permettent ainsi de diminuer le temps de lecture de l'examen qui est le principal inconvénient de cette technique d'acquisition.

« Il ne serait pas absurde d'associer systématiquement ce type de logiciel à tout système de mammographie équipé d'un module d'acquisition en tomosynthèse, cela permettrait véritablement d'optimiser le travail du radiologue grâce à l'IA. »

L'imagerie du sein bénéficie de 3 techniques, la mammographie (et ses dérivés tels que la tomosynthèse et l'angiomammographie), l'échographie et l'IRM. En mammographie, la patiente est examinée debout, en échographie couchée sur le dos et en IRM, couchée sur le ventre.

« Si l'Intelligence Artificielle aidait à effectuer la fusion des résultats de ces 3 techniques en corrigeant les déformations élastiques induites

par chacune d'elles, ce serait très utile, puisque la combinaison des informations fournies par les 3 modalités conduit à l'interprétation la plus pertinente. »

L'IA offre également d'autres perspectives dans la prise en charge des patientes, que ce soit en termes d'acquisition, de diminution de la dose ou encore de personnalisation du traitement.

« Au-delà de l'interprétation où l'IA devrait être utilisée pour toutes les modalités d'imagerie du sein (échographie, angiommammographie, IRM), on peut imaginer d'autres applications comme une aide à la diminution de la dose avec un logiciel qui permettrait au manipulateur d'optimiser le positionnement du sein et qui permettrait d'avoir un sein le plus comprimé possible. Si on va plus loin, on pourrait attendre de l'IA qu'elle réalise des tâches que le radiologue ne sait pas faire aujourd'hui : on pourrait par exemple demander à l'IA de créer

des modèles prédictifs de risques basés sur des nouveaux éléments issus des images de mammographie, d'échographie, d'IRM ou d'une combinaison de ces images. On pourrait ainsi connaître le risque personnalisé pour chaque patiente, définir avec quel type de modalité d'imagerie et à quel rythme elles doivent être dépistées et suivies et ainsi mieux les prendre en charge », évoque Isabelle Thomassin-Naggara.

On s'intéresse aussi aujourd'hui à la densité du sein dont on sait qu'elle est un facteur de risque mais ce n'est certainement pas le seul et des recherches sont en cours pour aller encore plus loin dans l'étude du parenchyme mammaire. « On s'aperçoit en ce moment que la complexité du parenchyme est aussi un facteur de risque de cancer du sein. Si on combine les résultats de la mammographie à d'autres facteurs de risque biologiques et cliniques, on peut imaginer des modèles prédictifs adaptés, construits avec l'IA et qu'il va falloir travailler avec des

cohortes issues de chaque pays pour répondre à tous les types de seins, dans l'objectif d'une prise en charge personnalisée de chaque patiente. Dans le domaine du cancer du sein, nous n'imaginons probablement pas encore l'impact qui pourrait découler de l'utilisation de l'Intelligence Artificielle dans les années à venir », anticipe Isabelle Thomassin-Naggara.

Enfin, en travaillant sur les images IRM et sur les images d'angiommammographies, l'IA devrait permettre de bâtir des modèles de réponse à un traitement curatif. Cela aiderait à choisir un traitement plutôt qu'un autre et on devrait ainsi pouvoir éviter un traitement non efficace à une patiente et, par exemple, la faire bénéficier d'un traitement chirurgical en première intention.

« La littérature a largement démontré qu'un radiologue accompagné d'une solution d'IA est plus performant qu'un radiologue sans solution d'IA », insiste Isabelle Thomassin-Naggara.



Au-delà, l'IA appliquée à la santé de la femme offre de nombreuses perspectives pour le diagnostic, la prise en charge et le suivi des patientes. On peut ainsi imaginer à terme des stratégies de dépistage plus rapides, moins complexes et moins coûteuses.

Mais on peut également aussi se projeter vers l'avenir, en imaginant des applications d'IA qui permettraient une prise en charge personnalisée des patientes nécessitant un traitement et suivi plus poussés ou en anticipant la réponse aux différents traitements.

De nombreuses applications de solutions enrichies par l'IA restent ainsi encore à explorer pour accompagner radiologues et patientes vers la santé de demain.

1 Centre international de recherche sur le Cancer, organisation mondiale de la santé, Institut national du cancer. Les cancers attribuables au mode de vie et à l'environnement en France métropolitaine. 2018.

2 <https://www.ameli.fr/val-d-oise/assure/sante/themes/cancer-sein/dépistage-gratuit-50-74-ans>

3 <https://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Depistage-et-detection-precoce/Depistage-du-cancer-du-sein/Le-programme-de-dépistage-organise>

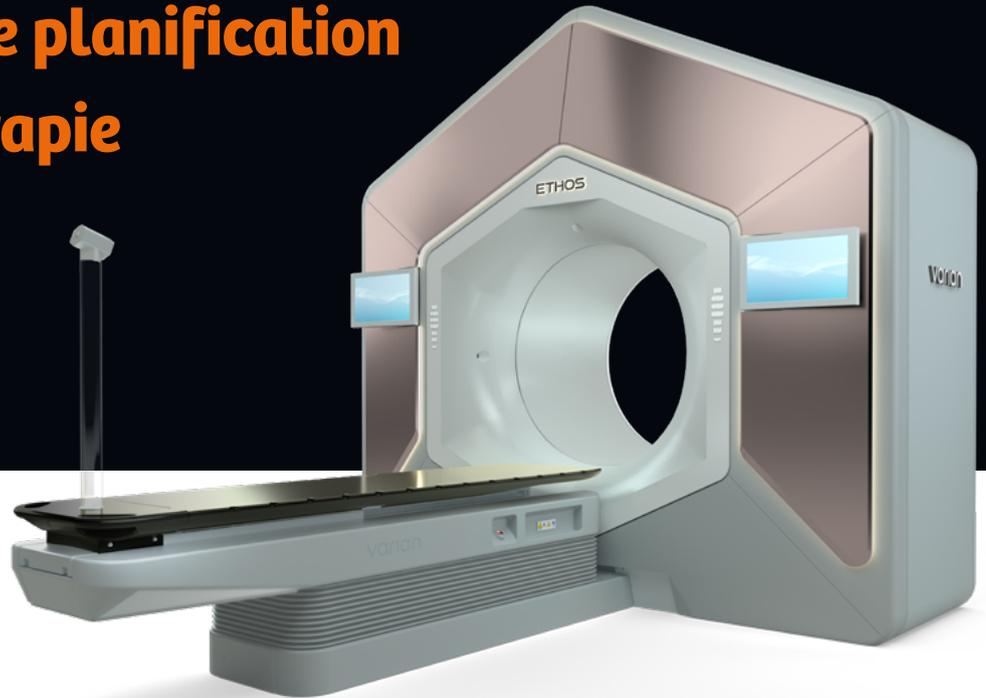
4 Institut national du cancer. Les cancers en France. Boulogne Billancourt : INCA; 2017.

* Étude norvégienne : "Identifying normal mammograms in a large screening population using artificial intelligence" S.ZACKRISSON and al. - European Radiology (2021) 31:1687-1692



Retrouver cet article sur Internet

L'Intelligence Artificielle, une précieuse alliée pour l'imagerie de planification en radiothérapie



Ethos Dispositif médical
Classe IIb
BSi NL, n°2797
Fabricant : Varian Medical Systems
Inc, Palo Alto, USA
Mandataire européen : Varian Medical
Systems Nederland B.V., Les Pays-Bas

Selon les derniers chiffres de l'Agence internationale de recherche contre le cancer (IARC)¹, on dénombre plus de 18 millions de nouveaux cas de cancers dans le monde chaque année. Une prévalence en constante augmentation qui devrait dépasser 24 millions en 2030.

Pour faire face au besoin croissant de prise en charge de ces patients, la radiothérapie est l'une des principales armes thérapeutiques, avec la chimiothérapie et la chirurgie : en effet, plus de deux tiers des patients atteints d'un cancer y recourent au cours de leur parcours de soins².

C'est dire si l'optimisation de ce traitement est un enjeu fort, auquel l'Intelligence Artificielle pourrait bien apporter une réponse...

Pour rappel, la radiothérapie consiste à délivrer des rayons de haute intensité au niveau d'une tumeur afin de détruire les cellules cancéreuses. Problème : la tumeur est parfois située à proximité d'un ou plusieurs organes dits à risques ou sensibles. C'est pourquoi l'équipe médicale élabore en amont du traitement et pour chaque patient, un plan personnalisé qui permettra de localiser les volumes cibles et les organes à risque (le contourage) afin de déterminer la distribution de dose optimale à délivrer au patient (la dosimétrie).

Le contourage, une étape cruciale mais soumise aux aléas de l'action humaine

Ce prérequis à tout traitement par radiothérapie est réalisé par imagerie, au moyen d'un scanner de simulation dont sont dotés la plupart des centres de radiothérapie. L'examen est parfois complété par un TEP-scanner ou un IRM.

Incontournable, le contourage n'en est pas moins fastidieux puisque, jusque récemment, il était réalisé à la main par le radiothérapeute et/ou le dosimétriste/physicien.

Outre son caractère chronophage, cette étape manuelle présente également, comme toute action humaine, une importante variabilité. Et s'il existe déjà des solutions informatiques d'aide (dites Atlas-based), leur fiabilité est limitée puisqu'elles demandent très souvent de multiples corrections manuelles.

L'Intelligence Artificielle pour dépasser les limites et optimiser les flux

Mais une nouvelle génération de logiciels dotés d'Intelligence Artificielle permet désormais de pallier ces failles. Fondés sur le *deep learning*, ces outils rendent l'opération reproductible, limitent fortement le besoin de retouche et, en s'adaptant à chaque patient, s'incluent dans la médecine de précision. De plus, ils réduisent considérablement le temps d'exécution, permettant parfois de passer de plus d'une heure à quelques minutes !

Autant de temps dégagé pour que les équipes médicales se consacrent à des tâches à plus forte valeur ajoutée. La délimitation automatique des organes à risques participe ainsi à améliorer la gestion des flux de travail tout en offrant des contours d'une extrême précision, sécurisant et optimisant ainsi la répartition de la dose de rayons.

L'imagerie au service de la planification

Cette dernière est en effet un élément clé de la planification d'un traitement de radiothérapie. A ce jour, elle est réalisée par scanner, seule modalité d'imagerie qui apporte l'information nécessaire sur la densité électronique pour définir la dose d'irradiation.

Pour autant, l'IRM fournit lui aussi des informations fort précieuses au radiothérapeute puisqu'il offre un excellent contraste des tissus

mous, des éléments sur l'extension de la tumeur ainsi qu'une connaissance de l'activité tumorale. C'est pourquoi de nombreux services de radiothérapie intègrent dans leur protocole de planification un double examen : le scanner, pour la densité électronique nécessaire au calcul de la dosimétrie, et l'IRM, pour le contourage de la cible.

Cependant, ce double examen entraîne de fait un surplus de travail, auquel s'ajoutent des difficultés pour fusionner les images des deux dispositifs d'imagerie, une opération pourtant nécessaire à l'élaboration du plan du traitement.



Vers une radiothérapie planifiée et adaptative

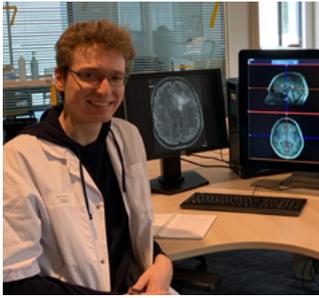
Là encore, l'Intelligence Artificielle peut permettre de dépasser l'obstacle : en effet, les méthodes de *deep learning* proposent dès aujourd'hui des algorithmes capables de générer des images scanographiques de synthèse à partir des images d'IRM. Ainsi, à l'issue d'une seule séquence d'IRM, il est possible d'obtenir l'ensemble des informations nécessaires à la planification du traitement, y compris celles permettant de calculer la dose de rayons. Plus encore, l'IA pourrait permettre de corriger le plan et d'ajuster la dose en fonction des changements propres à chaque patient en cours de traitement (modifications de la morphologie comme une perte de poids, par exemple). Autant de perspectives prometteuses qui permettront non seulement d'améliorer les flux de travail des services mais, surtout, d'optimiser la prise en charge des patients – toujours plus nombreux – en radiothérapie.

1 International Agency for research on Cancer, <https://gco.iarc.fr/tomorrow/home>, accessed July, 2020.
2 RTAnswer.com, <https://www.rtanswers.org/What-is-Radiation-Therapy>, accessed July, 2020



Retrouver cet article sur Internet

Paul Dequidt, « stand-upper » de la Recherche



Avenant et à l'enthousiasme communicatif, Paul Dequidt a le don de transmettre sa passion de la Recherche. Docteur en traitement du signal et des

images à l'université de Poitiers, il a obtenu sa thèse en février dernier, thèse réalisée au sein du laboratoire I3M en partenariat avec Siemens Healthineers, le CHU de Poitiers et le CNRS. Son objet de recherche porte sur la « classification du grade du gliome par Intelligence Artificielle (IA) appliquée aux signaux IRM. » Son objectif ? Rendre la Recherche accessible au public. Sa recette pour y parvenir ? Embarquer son auditoire à grand renfort d'humour. Rencontre avec un « stand-upper » de la Recherche, lauréat 2021 de ma « thèse en 180 secondes ».

Pouvez-vous présenter le sujet de votre thèse ?

Paul Dequidt : Pour faire simple, le périmètre médical de mes recherches porte sur des tumeurs cérébrales, les gliomes, qui ont deux phases d'évolution. La première, silencieuse et appelée bas grade*, présente peu de symptômes. La seconde (ou haut grade) est très agressive, avec une survie estimée à 2 ans et

très peu de solutions thérapeutiques existent. En tant qu'étudiant en traitement du signal et de l'image, je travaille sur le volet informatique. L'idée est d'obtenir grâce à l'Intelligence Artificielle des statistiques qui vont permettre de prédire, dès la première imagerie médicale du patient, le grade du gliome. L'objectif thérapeutique est donc de pouvoir anticiper son évolution, de permettre la meilleure décision thérapeutique et, le cas échéant, d'opérer le patient au plus tôt.

En pratique, comment avez-vous procédé ?

Paul Dequidt : L'Intelligence Artificielle apprend à reproduire et modéliser ce que font les radiologues, l'idée n'étant pas de les remplacer mais de voir comment enrichir leur pratique par les chemins de traverse qu'offre l'IA. J'ai donc travaillé avec eux pour saisir ce qu'ils regardent dans les clichés d'IRM, puis traduire cela en langage mathématique pour élaborer un algorithme. C'est d'ailleurs ce travail commun qui m'a permis de voir ce qui était mal référencé dans les bases de données, n'ayant pas moi-même l'expertise et la connaissance de terrain nécessaires.

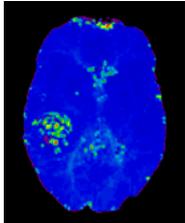
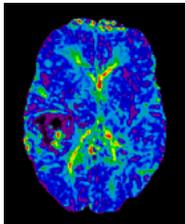
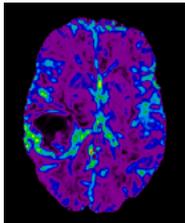
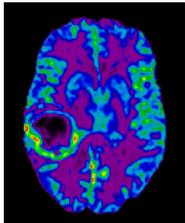
*selon le classement de l'OMS, les bas grades sont les grades 1 et 2 ; les hauts grades, les grades 3 et 4.

Tout sur Ma thèse en 180 secondes

Le concours Ma thèse en 180 secondes a pour vocation de permettre aux doctorants de présenter leurs travaux de recherche, en français et en termes simples, à un auditoire non spécialiste et d'horizons divers.

Le concept ? Chaque étudiant dispose de trois minutes pour exposer de manière claire et concise son projet et convaincre le jury à l'aide d'une unique diapositive. « Inspiré du concours australien *Three Minute Thesis*, la version francophone en est à sa huitième édition, avec une trêve en 2020 en raison du contexte sanitaire, explique Paul Dequidt. Le concours connaît une popularité grandissante, tant par le nombre de candidats que de pays francophones participants. »

En pratique, des phases éliminatoires sont organisées au niveau universitaire, puis régional avant la finale nationale à laquelle participaient cette année 16 candidats.



Lire l'article dans son intégralité en flashant le QR code

Rencontre avec Guillaume Chabin

Qui êtes-vous ?

Je suis Guillaume Chabin, j'ai 30 ans et je suis actuellement chercheur data scientist chez Siemens Healthineers à Paris.

Mon rôle consiste à développer des algorithmes d'IA pour aider les radiologues dans leurs pratiques. Le domaine des sciences de données étant très large, il y a de nombreuses interprétations du rôle de data scientist. Il faut avant tout une grande curiosité et une rigueur scientifique, une appétence pour les mathématiques et l'informatique.

Quel projet vous a le plus marqué ?

Je vais choisir un projet récent puisqu'il s'agit du développement d'un algorithme d'IA qui aide les radiologues à quantifier et à suivre la sévérité des lésions de type COVID-19 dans les images médicales 3D. J'ai participé au développement de l'algorithme et ai contribué aux publications scientifiques. J'ai interagi avec les radiologues pour constituer un jeu de données qui a permis le développement du prototype adapté à tous les cas cliniques.

J'ai été marqué par l'ampleur de la collaboration. Très vite des collaborateurs Siemens Healthineers d'Europe, des USA et d'Inde ont participé au projet et nous avons travaillé aussi directement avec des hôpitaux en Europe, au Canada et aux États-Unis.

J'ai été surpris par la vitesse de développement, les équipes ont redoublé d'efforts. Dès le mois d'avril 2020, nous avons déployé un outil de recherche mondialement et gratuitement, et 7 mois plus tard, plus de 50 000 cas avaient été analysés par notre solution à une échelle globale.

Ce qui vous plaît le plus dans votre métier ?

Je collabore avec de nombreuses personnes : ingénieurs, médecins et chercheurs et nous sommes tous animés par cette même passion, c'est extrêmement motivant. Je contribue au développement de l'IA et nous ne connaissons jamais la route qui nous conduira au succès. On explore de nouvelles méthodes, on adapte des techniques venues d'autres domaines.

C'est un lieu unique où se rencontrent connaissances cliniques et techniques pour dessiner ce que sera la médecine de demain à une échelle mondiale.



Guillaume Chabin



Retrouver cet article sur Internet

Évolution des patients hospitalisés pour Covid-19

L'Intelligence Artificielle a le potentiel de rendre les examens médicaux plus précis comme ce fut le cas dans l'étude rétrospective réalisée par l'hôpital Foch pour des patients hospitalisés en raison d'une infection par la COVID-19. Cette étude a été menée sur 323 patients avec une moyenne d'âge de 65 ans, admis à l'hôpital Foch entre mars et décembre 2020. Ainsi, l'Intelligence Artificielle, utilisée pour fournir des informations quantitatives sur l'imagerie scanographique des poumons, a permis d'aider à la prédiction de la détérioration clinique des patients atteints des formes graves de la maladie.



Retrouver cet article sur Internet

Le jumeau numérique

Retrouvez les interviews accordées par Chloé Audigier de Siemens Healthineers, Frédéric Vacher de Dassault Systèmes et Frédéric Dayan de ExactCure à Mind Health :



Ils reviennent sur l'avancée scientifique que représente le jumeau numérique dans le champ de la recherche clinique. Le jumeau numérique consiste en la modélisation numérique d'un avatar d'un patient à partir de ses données. Cette nouvelle technologie vise à développer des modèles d'organes (et un jour peut-être, du patient dans son entier) très précis dans l'objectif de pouvoir prédire l'évolution de maladies, les effets des médicaments, mais aussi de pouvoir simuler et guider les interventions thérapeutiques et donc minimiser leurs effets secondaires indésirables.

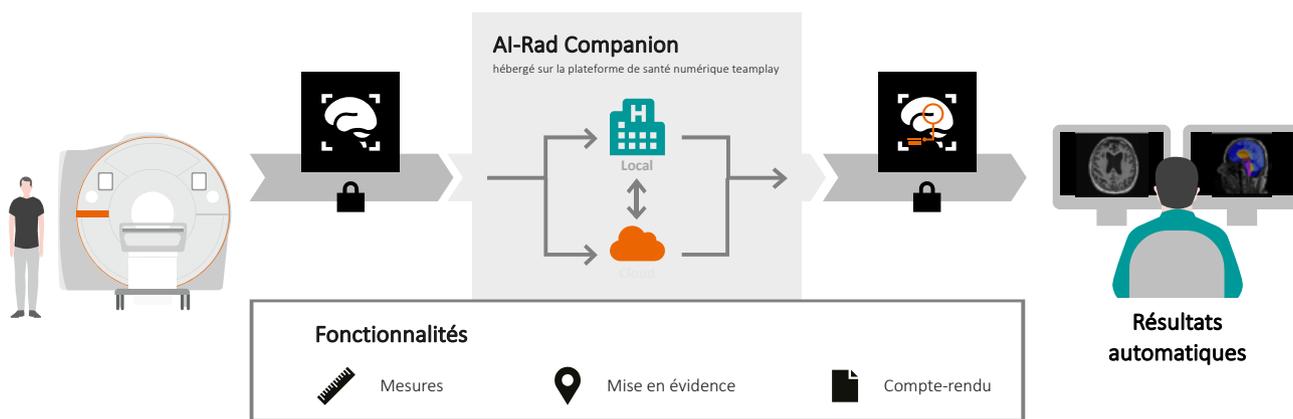
AI-Rad Companion Brain MR

En 2019, Siemens Healthineers a mis sur le marché la première solution de la famille AI-Rad Companion, **AI-Rad Companion Chest CT**. La famille ne cesse de s'agrandir et fournit aux radiologues de nouvelles fonctionnalités d'aide au diagnostic.

Au-delà de l'analyse morphométrique qu'il réalisait déjà, à partir d'un examen IRM cérébral protocolé, AI-Rad Companion Brain MR identifie désormais les zones hyperintenses de la substance blanche, notamment dans l'étude de la sclérose en plaque. Le radiologue dispose du nombre d'hyperintensités, de leurs localisations et de l'évaluation du volume de chacune d'entre elles.

AI-Rad Companion Chest CT
Dispositif Médical Classe IIa
CE TÜV SÜD n°0123
Fabricant : Siemens Healthcare GmbH, Allemagne

AI-Rad Companion Brain MR
Dispositif Médical Classe IIa
CE TÜV SÜD n°0123
Fabricant : Siemens Healthcare GmbH, Allemagne



MAMMOVISTA B.smart

Pour la **mammographie**, notre nouvelle console de diagnostic **MAMMOVISTA B.smart** repose sur une nouvelle architecture logicielle permettant un affichage rapide. Elle donne accès à différents outils enrichis par l'IA afin de fournir une aide à la décision diagnostique et une hiérarchisation objective de la sévérité des cas :

- **L'outil interactif d'aide à la décision** avec Transpara®¹
- **Les scores interactifs des lésions** qui reflètent le niveau de suspicion de chacune d'entre elles

¹ Transpara® est une option de la console MAMMOVISTA B.Smart

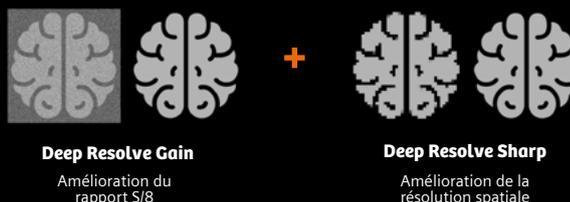
MAMMOVISTA B.smart
Dispositif Médical Classe IIb
CE TÜV SÜD n°0123
Fabricant : Siemens Healthcare GmbH, Allemagne

TRANSPARA version 1.7.0
Dispositif Medical Classe IIa
DEKRA Certification B.V.
Fabricant : ScreenPoint Medical B.V, Pays Bas

Deep Resolve

La « **super-résolution** » appliquée à l'IRM : acquérir des images plus rapidement et avec une meilleure résolution spatiale.

Deep Resolve est une technologie de reconstruction des images IRM qui fait appel à l'Intelligence Artificielle en utilisant les réseaux neuronaux convolutifs et le débruitage intelligent pour générer des images haute résolution à partir de données avec un niveau plus faible de détail. Deep Resolve permet d'accélérer les examens, pour accroître l'efficacité des flux de travail tout en améliorant le confort des patients.



MAGNETOM Vida, Sola, Altea, Lumina en version XA31
Dispositif Médical Classe IIa
CE TÜV SÜD n°0123
Fabricant : Siemens Healthcare GmbH, Allemagne

AI Rad Companion Organs RT

La famille AI Rad Companion bénéficie aussi aux radiothérapeutes.

AI Rad Companion Organs RT est une solution très appréciée des services de radiothérapie. En étant capable de segmenter et de réaliser automatiquement le contour de plus de 80 organes à risque sur les images scanographiques du patient, elle soulage l'équipe médicale d'une tâche ingrate et très chronophage qui lui incombait jusqu'à maintenant. Au-delà de ce gain de temps dans la prise en charge du patient, il fournit une délimitation très précise de chaque organe, ce qui permet une planification personnalisée de la délivrance de la dose lors de la séance de radiothérapie proprement dite.



AI-Rad Companion Organs RT
Dispositif Médical Classe IIa
CE TÜV SÜD n°0123
Fabricant : Siemens
Healthcare GmbH, Allemagne

ID Auto

ID Auto utilise un algorithme d'apprentissage profond pour classer automatiquement les prises de contraste en **TEP/scanner** en deux catégories : physiologiques et non physiologiques. Le bénéfice clinique est l'obtention automatique et rapide de l'ensemble du volume tumoral macroscopique, caractéristique essentielle pour l'évaluation de la maladie et de la réponse au traitement dans le cadre du suivi thérapeutique.

syngo.via version VB60
syngo.MM Oncology
Dispositif Médical Classe IIa
CE TÜV SÜD n°0123
Fabricant : Siemens Healthcare
GmbH, Allemagne

syngo.MR Prostate AI

A partir d'une acquisition IRM multiparamétrique de la prostate, les fonctionnalités principales proposées par le module « syngo.MR Prostate AI » soulagent la charge de travail du radiologue en lui fournissant le volume de la prostate et l'évaluation du volume des lésions qu'il aura détectées.

La Haute Autorité de Santé stipule dans son document « HAS • Biopsies ciblées dans le diagnostic du cancer de la prostate • septembre 2021 » que la majorité des recommandations publiées ces 5 dernières années considère qu'un examen d'IRM multiparamétrique doit être réalisé (1-7) ou peut être envisagée (7) avant une première série de biopsies.

par syngo.MR Prostate AI VB60A
Dispositif Médical Classe IIa
CE TÜV SÜD n°0123
Fabricant : Siemens Healthcare GmbH, Allemagne



1. Rozet F, Mongiat-Artus P, Hennequin C, Beauval JB, Beuzebec P, Cormier L, et al. Recommandations françaises du Comité de cancérologie de l'AFU – actualisation 2020– 2022 : cancer de la prostate. Prog Urol 2020;30(12):S136-S251. [http://dx.doi.org/10.1016/s1166-7087\(20\)30752-1](http://dx.doi.org/10.1016/s1166-7087(20)30752-1)

2. Mottet N, Conford P, Van den Bergh RCN, Briers E, De Santis M, Gillissen S, et al. EAUEANM-ESTRO-ESUR-SIOG Guidelines on prostate cancer. Arnhem: EAU; 2021. <https://uroweb.org/wp-content/uploads/EAUEANM-ESTRO-ESUR-ISUP-SIOG-Guidelines-on-Prostate-Cancer-2021V4.pdf>

3. National Institute for Health and Care Excellence. Prostate cancer: diagnosis and management. NICE guideline. London: NICE; 2019. <https://www.nice.org.uk/guidance/ing131/resour/resour/prostate-cancer-diagnosis-andmanagement-pdf-66141714312133>

4. Parker C, Castro E, Fizazi K, Heidenreich A, Ost P, Procopio G, et al. Prostate cancer: ESMO clinical practice guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. Ann Oncol 2020;31(9):1119-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.annonc.2020.06.011>

5. Haider M, Brown J, Chin J, Loblaw A, Perlis N, Schieda N. Multiparametric magnetic resonance imaging in the diagnosis of clinically significant prostate cancer. Guideline 27-2 Version 2. Toronto: Cancer Care Ontario; 2021. <https://www.cancercareontario.ca/sites/ccocan/cercare/files/guidelines/fullpbc27-2%20v2f.pdf>

6. Bjurlin MA, Carroll PR, Eggener S, Fulgham PF, Margolis DJ, Pinto PA, et al. Update of the standard operating procedure on the use of multiparametric magnetic resonance imaging for the diagnosis, staging and management of prostate cancer. J Urol 2020;203(4):706-12. <http://dx.doi.org/10.1097/ju.0000000000000617>

7. National Comprehensive Cancer Network. Prostate cancer. Version 2.2020. Plymouth: NCCN; 2020



**Les 6 principes proposés par
l'OMS pour l'utilisation de
l'Intelligence Artificielle :**

- Protéger l'autonomie de l'être humain
- Promouvoir le bien-être et la sécurité des personnes ainsi que l'intérêt public
- Garantir la transparence, la clarté et l'intelligibilité
- Encourager la responsabilité et l'obligation de rendre des comptes
- Garantir l'inclusion et l'équité
- Promouvoir une IA réactive et durable