



AGFA
RADIOLOGY
SOLUTIONS

L'avenir des modalités
d'imagerie par
rayons X en radiologie

Sommaire

Introduction	3
Le patient rendu autonome	4
Le rôle croissant de la radiographie au plus près du patient	5
Les avantages de rendre l'imagerie accessible au patient	6
Faire évoluer la technologie au-delà de la radiographie	6
Améliorer l'accès à l'imagerie et la satisfaction du patient, tout en réalisant des gains d'efficacité	7
Une visualisation plus efficace de la pathologie pour obtenir de meilleurs résultats chez le patient	7
IA : de l'aide à la décision à l'amélioration de la santé globale de la population	8
Adoption d'algorithmes d'IA dans la pratique clinique	8
Opérateurs aux capacités augmentées	9
Le rôle en pleine mutation du technologue en imagerie médicale	9
L'évolution du rôle du radiologue	9
Influence de l'industrie technologique pour faciliter l'adoption de l'IA	10
Appareils à rayons X à faible coût pour les pays en développement	10
Points à considérer par les entreprises d'appareils médicaux	11
Conclusion	11
À propos des auteurs	12
Références	15

Introduction

Depuis les années 1970, les progrès de la technologie de tomodensitométrie et d'IRM sont à l'origine de cette évolution de la radiologie diagnostique vers l'imagerie transversale. Dans le cadre de cette (r)évolution technologique, les systèmes d'imagerie par rayons X conventionnels n'ont pas progressé aussi rapidement.

Cependant, l'écosystème de soins de santé dans lequel la radiologie opère est en pleine mutation. La population humaine ne cesse d'augmenter et de vieillir. Ainsi, la population mondiale devrait atteindre environ 10 milliards en 2050, et 1 personne sur 5 aura plus de 60 ans ^{1,2}. Combinées, ces deux tendances font augmenter le nombre de maladies chroniques à prendre en charge. Les activités hospitalières traditionnelles de diagnostic et de traitement sont alors mises à rude épreuve. En outre, la diminution des effectifs dans les hôpitaux ne fait qu'empirer la situation. Sous la pression des politiques gouvernementales et des tendances en matière

de choix de vie (par exemple, la santé personnelle), la priorité est passée du diagnostic et du traitement (au sein de l'hôpital) au dépistage et à la prévention (en dehors de l'hôpital). Cette tendance s'est accentuée au cours des trois dernières années marquées par la pandémie de COVID-19. Ainsi, le rythme de la numérisation s'est fortement accéléré et les hôpitaux ont dû se concentrer davantage sur les soins de courte durée, alors que les soins de non courte durée sont de plus en plus pris en charge à distance.

La radiographie, en tant qu'examen d'imagerie abordable et accessible, est sur le point de jouer un rôle

indispensable dans ce nouvel écosystème de soins de santé. Depuis 2020, Agfa Radiology Solutions a constitué un conseil consultatif composé de radiologues et technologues experts de sept pays différents. Ensemble, ils étudient le rôle de demain de la radiographie en tant qu'outil de diagnostic, ainsi que les stratégies potentielles.

Cet article d'opinion aborde six domaines de transformation clés que le comité consultatif estime cruciaux pour l'avenir de la radiographie.

Le patient rendu autonome

Pour le patient subissant un examen radiologique à l'hôpital, la « qualité des soins » est généralement perçue sous la forme de paramètres tangibles (plutôt qu'intangibles). Par exemple, pour répondre à un niveau de soins élevé, le patient s'attend à un service rapide, à une salle d'attente confortable, à rencontrer du personnel amical et à passer un examen d'imagerie fluide et indolore. En revanche, ils ne peuvent pas évaluer des paramètres tels que la qualité de l'image ou un diagnostic correct au moment de qualifier la « qualité des soins ». Pour ces aspects, ils font confiance aux professionnels de santé. Dans le même temps, les examens d'imagerie ne constituent pas l'activité quotidienne de la plupart des gens. Comme c'est le cas de nombreux examens médicaux, ils suscitent donc souvent des sentiments de crainte : caractère inconnu de l'examen et/ou douleur procurée lors de l'examen.

Une tendance importante dans le domaine des soins de santé est l'évolution vers un modèle centré sur le patient. L'amélioration des soins et du bien-être du patient y joue donc un rôle déterminant. Ce modèle repose en partie sur le caractère autonome du patient, notamment en lui permettant de faire ses propres choix. Tout au long de cet article, le comité consultatif aborde un changement dans le paysage des soins de santé, où le patient serait désormais responsable de ses propres décisions en matière

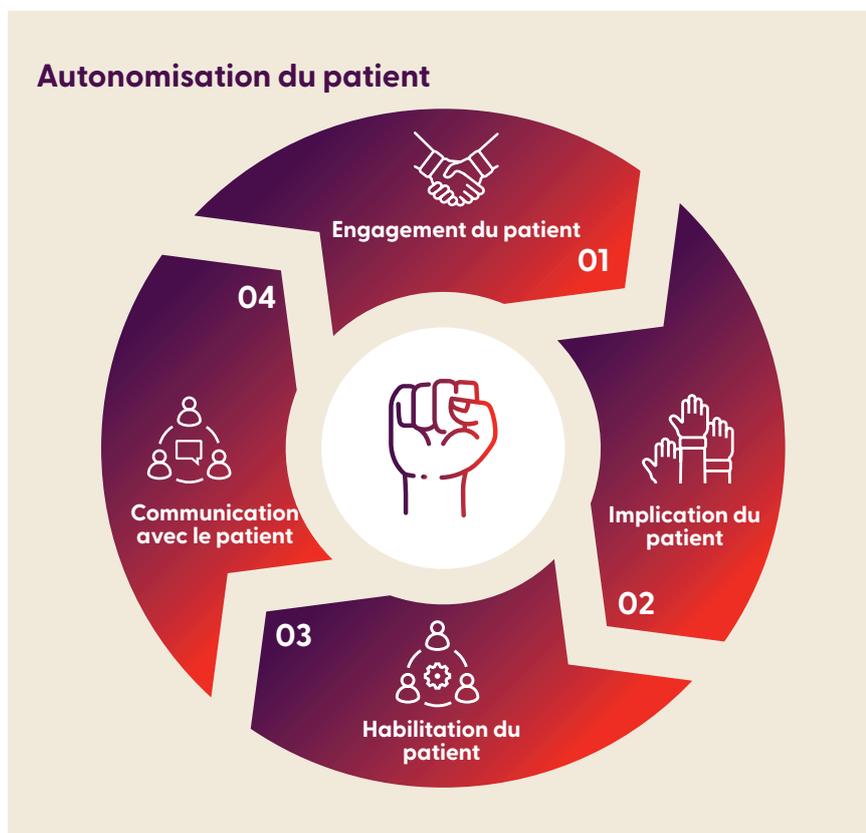
de soins de santé. Les professionnels de santé, en particulier les radiologues, n'ont pas d'autre choix que d'accompagner ce changement et de rendre le patient autonome afin de construire avec ce dernier de meilleures relations³.

La clé d'une telle autonomie réside dans la transmission des informations pertinentes par les professionnels de santé auprès de leurs patients. Uniquement en possession d'informations correctes et compréhensibles, le patient se sentira

en confiance et capable d'assumer une telle responsabilité. Dans le même temps, transmettre de telles informations au patient sera, à bien des égards, source de réconfort. Plusieurs chapitres ci-dessous abordent les tendances en matière d'intelligence artificielle (IA) au moment de transmettre de manière rationalisée des informations aux patients et aux professionnels de santé.

Dans un avenir proche, le Metaverse pourrait faire vivre au patient une expérience d'imagerie virtuelle capable de supprimer l'aspect « inconnu » d'une visite à l'hôpital, avant qu'elle n'ait lieu. Sous une forme plus agréable, le patient verrait une vidéo interactive dans la salle d'attente. La forme la plus simple serait peut-être de recourir à un chatbot qui répondrait à des questions et préoccupations simples de sorte que l'examen d'imagerie soit conforme aux attentes.

Les rapports de radiologie peuvent également être rédigés de manière à rendre les résultats compréhensibles par le patient. Le patient doit parfaitement comprendre les résultats de l'examen d'imagerie et ainsi agir en conséquence. L'un des nombreux facteurs qui rendent les images radiologiques difficiles à comprendre est le manque de connaissances anatomiques. La modalité d'imagerie par rayons X peut aider dans ce domaine, par exemple en incluant une image anatomique avec l'image radiologique.



Une autre préoccupation du patient concerne les effets nocifs des rayonnements. Une façon d'atténuer ce problème consiste à inclure la dose de rayonnement administrée dans le rapport radiologique, ainsi qu'une évaluation de l'impact potentiel sur la santé. L'impact étant négligeable dans de nombreux cas, notamment lors des examens radiologiques, de telles informations peuvent rassurer le patient et potentiellement réduire ses craintes lors du prochain examen d'imagerie.

Le chapitre sur les opérateurs aux capacités augmentées aborde davantage le rôle que joueront demain les radiologues et les technologues en imagerie médicale

avec, dans une optique d'accorder la priorité au patient, le patient comme pilote, le technologue comme copilote et le radiologue comme navigateur. L'automatisation et la standardisation du protocole d'imagerie sont essentielles pour permettre aux technologues de se concentrer plutôt sur l'optimisation de l'expérience du patient.

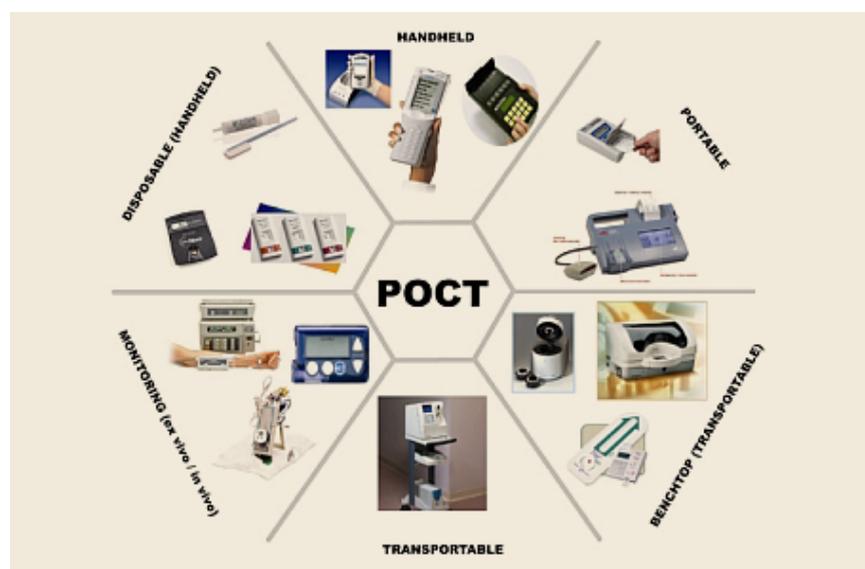
Dans chaque chapitre, on s'aperçoit que l'IA est incontournable, en raison du rôle important qu'elle peut jouer au moment de placer le patient au centre de l'expérience. Comme mentionné précédemment, il est difficile pour le patient lui-même de juger de la qualité

des images ou des diagnostics proposés. L'IA peut ici tirer parti d'une forte automatisation : elle pourrait abaisser le seuil requis pour demander un deuxième avis, par exemple en téléchargeant une image vers un module d'IA pour analyse. Une autre idée similaire consiste à prendre une photo de l'image médicale avec un smartphone pour qu'elle soit ensuite automatiquement analysée grâce à l'IA. Cet excellent exemple illustre la manière dont les outils et les technologies en constante évolution renforceront de plus en plus notre pouvoir de décision. Au final, ce sera toutefois au patient rendu autonome de décider à qui et à quoi faire confiance.

Le rôle croissant de la radiologie au plus près du patient

La pandémie de COVID-19 a dévoilé au grand jour la pression exceptionnelle exercée sur les établissements de santé du monde entier. En raison du nombre élevé de patients arrivant quotidiennement dans les hôpitaux début 2020 et de ressources et financements limités, ces institutions ont eu du mal à diagnostiquer et traiter tout le monde. En outre, la pandémie a révélé des failles dans les opérations de soins de santé et dans la prestation de tels soins. Depuis lors, le secteur des soins de santé cherche des moyens de soulager la pression exercée sur les établissements de santé en évoluant (lorsque cela est possible) vers les soins à distance et en mettant en œuvre des normes opérationnelles profitables à la fois au patient et au personnel de santé. L'une d'elles consiste à développer le concept « Point-of-Care » (POC) (« Au plus près du patient »).

L'objectif du POC (« Point-of-Care » ou « Au plus près du patient ») est simple : fournir un diagnostic ou un traitement plus proche du patient. Le POC peut avoir lieu à l'hôpital, où les soins sont prodigués au lit du patient, ou dans un cabinet médical, une maison de retraite, un complexe sportif ou encore au domicile du patient. La mise en œuvre de ce concept en radiologie offre de nombreux avantages pour les patients, leurs proches, les professionnels de santé et le secteur des soins de santé.



Source : BioSpectrum Bureau

Les avantages de rendre l'imagerie accessible au patient

- Rendre l'imagerie accessible au patient réduit les facteurs de risque liés au déplacement des patients à l'hôpital. Il n'est alors plus nécessaire de transporter les patients immobiles ou trop malades vers la salle d'imagerie. Cela permettrait d'améliorer la sécurité des patients à l'hôpital en réduisant les risques d'infection, tout en faisant gagner du temps au personnel chargé du transport des patients, qui pourrait alors se concentrer sur les examens de ces derniers.
- La mise en œuvre d'algorithmes d'IA sur un appareil à rayons X contribuera à réduire le temps d'imagerie et les corrections apportées par les opérateurs, réduisant ainsi le nombre de reprises.
- Les résultats en temps réel conduisent à des diagnostics rapides, puis à un traitement, renforçant ainsi la satisfaction du patient. En outre, le triage des patients dans les services d'urgence est accéléré et le temps d'anesthésie des patients en salle d'opération est réduit, aussi bien pour les procédures d'imagerie que pour la chirurgie.
- L'imagerie POC permet également de réaliser avec succès des procédures

d'imagerie en dehors de l'hôpital. Comment appliquer la stratégie POC aux appareils de radiologie, et notamment aux rayons X ? Les modalités d'imagerie par rayons X ont évolué récemment. Nous sommes ainsi passés de systèmes stationnaires à des systèmes mobiles pouvant être amenés directement au chevet du patient. Dans certains cas, des appareils à rayons X mobiles ont été transportés au domicile du patient, notamment pendant la pandémie. Selon certaines études, l'acquisition d'images à l'aide d'un appareil à rayons X mobile peut être réalisée en toute sécurité au domicile du patient ou dans les maisons de retraite, sans compromettre la sécurité et la qualité de l'image ^{4,5}. La technologie des appareils à rayons X évolue lentement vers des solutions moins encombrantes qui permettent à davantage de prestataires de soins d'acquérir des images en dehors de l'hôpital.

D'autres types d'appareils de radiologie ont repoussé les limites de la conception. En effet, les entreprises ont développé des systèmes destinés à être utilisés au domicile du patient, prenant ainsi en compte le facteur humain. Un exemple est celui des échographes portables ⁶, conçus pour acquérir par auto-numérisation (par un adulte) une image échographique de même qualité qu'avec un

scanner fixe. Grâce à l'IA et à un facteur de forme miniaturisé, en d'autres termes une technologie portable, les modalités d'imagerie par rayons X peuvent être portables, compacts et faciles à utiliser, comme c'est le cas de ces échographes.

Les appareils à rayons X peuvent-ils être entièrement utilisés par les patients sans exposition dangereuse aux rayonnements et sans compromettre la qualité de l'image (positionnement simple du patient) ? De l'avis de ce comité consultatif, sans une bonne compréhension et sans une évolution efficace insufflée par les acteurs du secteur des soins de santé, la responsabilité de l'acquisition d'images incombera aux cliniciens et non aux patients. Par conséquent, permettre au patient d'assumer l'entière responsabilité de son examen de santé et de ses tests peut s'avérer inenvisageable tant que l'on ne pourra pas dissocier complètement l'expertise radiologique de la chaîne d'imagerie par rayons X. Cependant, il n'est pas impossible qu'à terme, grâce aux progrès technologiques, les réglementations et normes mondiales évoluent suffisamment pour permettre au patient d'assumer la responsabilité de sa santé.

Faire évoluer la technologie au-delà de la radiographie

Dans le contexte de l'imagerie médicale, la radiographie simple remplit aujourd'hui avant tout le rôle d'un examen de première intention bon marché et accessible. Dans de nombreux cas, une radiographie simple est insuffisante pour établir un diagnostic. Elle permet d'obtenir une première évaluation, mais nécessite souvent de s'orienter vers des modalités d'imagerie plus avancées, telles que la tomodensitométrie et l'IRM. Au cours de la dernière décennie, les innovations technologiques se sont accélérées beaucoup plus dans d'autres modalités d'imagerie que dans le domaine des rayons X. Par conséquent, nous pensons qu'il existe désormais une opportunité pour les rayons X d'aller au-delà de la simple « radiophotographie » et de redéfinir son rôle dans la pratique clinique. Ce chapitre décrit les principaux domaines de transformation technologique des rayons X que nous prévoyons dans les années à venir.

Améliorer l'accès à l'imagerie et la satisfaction du patient, tout en réalisant des gains d'efficacité

Des sources d'émission de champ, telles que les tubes à cathode froide (pour ne citer qu'un exemple), se retrouvent dans les produits commerciaux. Ces sources nouvelle génération sont indispensables à la création d'appareils très compacts, légers et maniables, améliorant l'accès à l'imagerie et le confort du patient. Une limitation importante des sources à émission de champ résulte généralement en une puissance de sortie maximale inférieure à celle des sources à anode rotative. Les développements à venir pourraient permettre de surmonter ce problème. Toutefois, nous sommes convaincus que les sources à émission de champ auront un rôle à jouer dans la pratique clinique, d'abord en complément des modalités d'imagerie par rayons X actuels.

Outre les appareils mobiles compacts, il existe des appareils « ultraportables », tels que les modalités d'imagerie par rayons X portables. Faisant également leur apparition dans le commerce, les appareils ultraportables rendent possible l'imagerie en dehors de l'hôpital et au plus près du patient. Citons, par exemple, les ambulances, les maisons de retraite, les terrains de sport, les établissements de soins, les cabinets de soins primaires, etc. L'accès à l'imagerie est non seulement facilité, la prise de décision est plus rapide et plus efficace, enfin, le dépistage s'avère plus précis. Toutefois, il convient de noter que l'imagerie ultraportable jouera un rôle de complément à l'imagerie mobile au sein de l'hôpital, puisque cette dernière nécessite une standardisation et des standards de qualité plus élevés.

Une tendance similaire s'est développée dans le domaine de l'imagerie échographique. On est ainsi passé du format mobile au format compact, puis au format ultraportable. Aux préoccupations liées à la radioprotection s'ajoutent deux défis : qui fera fonctionner l'appareil en dehors de l'hôpital et qui analysera les images ? L'IA a un rôle important à jouer dans les deux cas : elle pourrait tout d'abord guider l'opérateur tout au long du flux de tâches, avant d'analyser les images acquises. Par extension, la téléradiologie et même la téléradiographie peuvent offrir des solutions.

À terme, nous pourrions imaginer une « cabine d'imagerie par rayons X » entièrement automatisée capable de produire une image et une analyse radiologiques, sans aucune intervention humaine. Même si cela semble futuriste, ce n'est peut-être pas si loin qu'on le pense.

Une visualisation plus efficace de la pathologie pour obtenir de meilleurs résultats chez le patient

Le premier groupe de technologies se concentre sur de nouvelles sources de rayons X et technologies de détection. Une tendance importante en tomodensitométrie est l'évolution vers l'imagerie spectrale, permettant une discrimination claire des tissus et même une cartographie en couleur. Les détecteurs spectraux à écran plat (par exemple, les détecteurs à double couche) et les tubes kV-Switching permettent également d'utiliser cette technologie pour l'imagerie radiologique simple. Les applications types des rayons X spectraux sont liées à la poitrine, comme l'élimination des côtes ou la détection des nodules pulmonaires. Le passage aux détecteurs à comptage de photons peut libérer

pleinement le potentiel des rayons X spectraux. Cependant, le coût ne permet pas encore une application à l'échelle industrielle pour les détecteurs à écran plat.

Ensuite, nous espérons que de nouveaux mécanismes et agents de contraste permettront aux rayons X de visualiser de nouvelles pathologies. L'imagerie par séquence de contraste de phase (PCI) convertit les variations de phase des rayons X émergeant de l'objet en variations d'intensité au niveau du détecteur. La technologie est actuellement testée dans des études cliniques, mais les applications sont prometteuses. La PCI pourrait permettre de détecter la bronchopneumopathie obstructive chronique (BPCO), de mesurer les différences de densité osseuse en cas d'ostéoporose et peut-être même de révéler des tumeurs osseuses.

Enfin, la tomosynthèse numérique (DT), parfois appelée « imagerie 2,5D », est une technique d'imagerie à faible dose qui reconstruit des images 3D à partir de radiographies 2D. Déjà fréquemment appliquée en mammographie, il existe également de nombreux cas d'utilisation en radiographie générale. De la détection subtile des fractures à l'identification du pneumothorax, la profondeur des informations fournies par la DT permet de voir plus que sur une simple radiographie, réduisant ainsi les cas manqués. À l'avenir, les possibilités offertes par la combinaison de la DT avec des appareils mobiles compacts seront énormes. Amener l'imagerie 2,5D au chevet du patient pourrait réduire à la fois le nombre d'exams de tomodensitométrie et les transports de patients, générant ainsi des économies de coûts et des gains d'efficacité importants.

IA : de l'aide à la décision à l'amélioration de la santé globale de la population

Aujourd'hui, la valeur diagnostique des images radiologiques reste limitée. C'est pourquoi des examens supplémentaires sont souvent nécessaires pour établir un diagnostic définitif. Grâce à une capacité de traitement puissante, l'IA peut analyser des données provenant de diverses sources d'investigation médicale (y compris l'imagerie radiologique). Elle peut, par exemple, corréliser les informations provenant de différentes modalités d'imagerie médicale avec des rapports cliniques, des résultats de laboratoire, etc. Combiner toutes les informations peut aider à établir un diagnostic global plus précis. Il peut ainsi s'agir d'informations en rapport avec des pathologies sous-jacentes qui autrement pourraient être difficiles à associer ou pourraient facilement passer inaperçues. Grâce à une détection précoce, à un suivi cohérent du patient et à des traitements personnalisés, il est possible d'obtenir de manière intrinsèque un impact important sur la santé globale de la population.

L'IA pourrait donc passer de l'aide à la décision à la médecine préventive/prédictive. Pour cela, l'algorithme doit être capable d'apprendre quelles conditions peuvent conduire à une pathologie ou sont plus susceptibles de se détériorer, ou doit prédire comment le patient réagira à certains traitements. Une étape particulièrement importante de l'IA en radiologie en vue d'une transition vers la médecine préventive/prédictive est la quantification cohérente des images. Cela pourrait présenter beaucoup d'intérêt pour les pathologies où un suivi régulier du patient est nécessaire et pour acquérir des connaissances sur l'évolution de la maladie. La simple détection (probabilité de présence) d'une pathologie sans corrélation a peu de valeur. C'est pourquoi il faut établir une norme pour identifier objectivement si la condition s'améliore ou se détériore. Par exemple, un algorithme d'IA pourrait idéalement quantifier la pathologie (paramètres cliniques + d'imagerie) et prédire l'issue, la mortalité, le transfert vers une unité de soins intensifs, les effets à long terme, etc. Bien qu'il s'agisse d'une tâche multidisciplinaire très difficile (nécessitant une immense quantité de données, et de nombreuses années avant

sa mise en œuvre et sa validation), sans elle, l'adoption clinique complète pourrait rester limitée.

Adoption d'algorithmes d'IA dans la pratique clinique

Malgré les avantages bien connus de l'utilisation des algorithmes d'IA dans la pratique clinique, leur intégration a été très lente, car entravée par :

- Un coût élevé et un bénéfice clinique limité. De plus, les payeurs ne sont pas toujours les bénéficiaires, engendrant un conflit d'intérêts au moment de la mise en œuvre⁷. De nouveaux modèles de remboursement et de paiement pourraient résoudre ce problème⁸⁻¹⁰.
- Le manque de preuves cliniques solides et/ou la réalisation d'études uniquement sur tous les types de population remettent en question la crédibilité des allégations cliniques des entreprises d'IA¹¹.
- Bien que la plupart des algorithmes prétendent offrir un gain de temps, ils augmentent en réalité la charge de travail des radiologues, du fait des images et données supplémentaires à analyser. En effet, la plupart des

algorithmes n'effectuent qu'une seule tâche de radiologie. Ainsi, de nombreux algorithmes sont nécessaires pour effectuer un flux de tâches de radiologie complet¹².

- Il n'existe pas de dynamique forte en faveur de l'intégration de l'IA. Si on s'en remet aux seuls radiologues, cette intégration va prendre beaucoup de temps. Les patients et le secteur des soins de santé ont un rôle majeur à jouer : les patients, parce qu'ils sont propriétaires des données, le secteur des soins de santé, parce qu'il fournit l'impulsion technologique. En outre, cette intégration devrait être dirigée et supervisée au niveau national des soins de santé, en aidant à déterminer quels algorithmes sont sûrs à utiliser et éligibles pour une utilisation clinique.
- Dans le paysage de l'industrie de l'IA, les acteurs sont très dispersés. En outre, les petits acteurs y sont nombreux, rendant difficile la prise de décision pour les utilisateurs finaux. Pour simplifier cette prise de décision dans un avenir proche, la solution passe par la consolidation.

Opérateurs aux capacités augmentées

Contrairement à la plupart des autres modalités d'imagerie, la manière de travailler avec les appareils d'imagerie par rayons X a peu évolué depuis plus d'un siècle. L'imagerie par rayons X reste l'une des modalités les plus difficiles à mettre en œuvre pour obtenir une image de qualité optimale. La relative complexité technique combinée à des volumes de travail toujours croissants et à une pénurie de main-d'œuvre (tant en radiologues qu'en technologues) met en péril la qualité et la pérennité des services de radiologie. Une automatisation « supervisée » des tâches de radiologie est donc nécessaire pour améliorer la qualité des soins, sans pour autant négliger l'aspect humain inhérent à la prise en charge des patients.

Dans la pratique actuelle de la radiologie, l'acquisition et l'interprétation des images peuvent encore être améliorés. Une telle amélioration peut être soutenue par l'IA en matière de normalisation de l'acquisition d'images, de contrôle automatique de la qualité et de perfectionnement de la valeur diagnostique des rapports d'imagerie par rayons X. Si on s'appuie également sur des cadres d'amélioration continue de la qualité (ACQ) ou sur le modèle Planifier-Exécuter-Étudier-Agir (PEÉA), il est alors possible d'améliorer la qualité et de réduire les coûts pour les services de radiologie. En revanche, il est important de suivre le principe selon lequel « faire soi-même permet de mieux comprendre les problèmes ».

Le rôle en pleine mutation du technologue en imagerie médicale

L'IA peut potentiellement aider le technologue en imagerie médicale à améliorer la qualité et l'efficacité de l'acquisition d'images radiologiques. En effet, elle peut automatiser la sélection correcte du patient, reconnaître la partie du corps à scanner, présélectionner les réglages de dose optimaux pour le patient et peut guider à la fois le positionnement du patient et du système.

Ensuite, une évaluation automatique de la qualité de l'image peut déterminer si celle-ci a une valeur diagnostique avant que le patient ne quitte le service de radiologie (et donc envisager une nouvelle acquisition rapide si nécessaire) et ainsi guider l'utilisateur sur les éléments à améliorer pour obtenir une image de qualité optimale. De plus, la robotisation peut épargner d'effectuer des tâches chronophages, telles que la désinfection automatique des appareils entre les patients, ou l'auto-chargeement ou l'auto-déplacement de l'appareil.

Non seulement les technologues n'auront plus à réaliser de tâches redondantes, mais les coûts opérationnels seront réduits en raison d'une meilleure gestion du temps et la sécurité du patient sera renforcée. Cela pourrait se traduire pour les technologues par la création de deux nouveaux rôles :



- Des responsabilités plus nombreuses ou différentes : possibilité de se concentrer davantage sur des examens plus complexes, voire endosser certaines responsabilités du radiologue, avec l'appui de l'IA ;
- Les opérateurs moins formés peuvent rejoindre le personnel de radiologie et se concentrer sur les soins du patient, offrant ainsi une meilleure expérience globale, tandis que le système se charge d'optimiser l'acquisition des images.

L'évolution du rôle du radiologue

Malgré le soutien offert par la technologie, le radiologue doit rester au centre de tout le processus de la chaîne d'images. En opérant un changement dans le rôle traditionnel du radiologue, ce dernier se rapprochera du patient et des autres spécialistes, ce qui permettra d'obtenir de meilleurs résultats pour le patient. Les radiologues peuvent s'impliquer davantage non seulement dans le processus de diagnostic, mais également dans le traitement et la conception d'études de suivi. L'IA peut aider les radiologues à obtenir une plus grande fiabilité diagnostique, ainsi qu'à prioriser leurs tâches et réduire leur charge de travail, en signalant les résultats normaux, anormaux et

urgents. En permettant aux radiologues de travailler plus efficacement, ces derniers pourront se libérer du temps pour se concentrer sur d'autres interactions cliniques.

En outre, en tant que personnes formées et responsables des résultats cliniques portés, les radiologues devraient être impliqués dans le processus d'innovation technologique, aux côtés des entreprises technologiques, plutôt que d'être perçus comme de simples spectateurs.

Influence du secteur de la technologie médicale pour faciliter l'adoption de l'IA

Le secteur de la technologie médicale mène les efforts visant à faire de ces rôles en pleine mutation une réalité. En collaboration avec le personnel médical, il joue un rôle moteur dans l'établissement de normes d'acquisition d'images tout en garantissant suffisamment de liberté au niveau du système pour assurer une utilisation

cohérente et simple. En outre, il joue un rôle crucial en facilitant l'adoption de l'IA dans la pratique clinique. Dans cette optique, il forme et éduque le personnel d'imagerie, mais sensibilise également les patients, les systèmes de santé et d'autres spécialistes aux avantages de ces nouvelles technologies.

Appareils à rayons X à faible coût pour les pays en développement

Bien que les rayons X soient l'une des techniques d'imagerie les plus anciennes, elle reste la technique la plus utilisée au monde au moment d'acquérir des images médicales. Cela est dû en partie à son prix abordable, notamment par rapport aux autres modalités d'imagerie. Alors que l'ère du numérique avance plus rapidement que prévu, l'utilisation de l'imagerie par rayons X sur film diminue, car elle est remplacée par la radiographie numérique. Cependant, cette avancée a un coût plus élevé pour les établissements de santé, en particulier ceux dont le statut socio-économique est inférieur.

L'ère du numérique visait à accroître l'accessibilité aux nouvelles technologies sans augmenter les coûts et les dépenses à un niveau qui exclurait les grandes couches de la population. Cependant, cet idéal n'a pas été atteint en raison d'un paysage industriel concurrentiel dans lequel les entreprises mettent trop en avant des innovations trop sophistiquées en vue d'obtenir un avantage concurrentiel, conduisant finalement à une augmentation des prix et des frais de maintenance. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), environ les deux tiers de la population mondiale n'ont pas accès à l'imagerie diagnostique par rayons X, même si la radiologie joue un rôle déterminant dans le parcours de soins du patient¹³. D'autre part, les

consommateurs des pays développés se tournent vers les dernières technologies, dans l'espoir qu'elles puissent améliorer la qualité et l'efficacité des soins. Ainsi, de nombreux hôpitaux des pays en développement dépendent des dons d'appareils ayant souvent atteint leur fin de vie. De plus, les appareils donnés incluent rarement des services d'installation et de suivi.

Si nous examinons les diverses conditions socio-économiques à travers le monde, nous constatons que l'absence de modalités d'imagerie par rayons X simples et abordables constitue pour le secteur médical et les consommateurs un potentiel considérable non exploité. Cet aspect est pourtant important si on souhaite maintenir ou fournir des soins

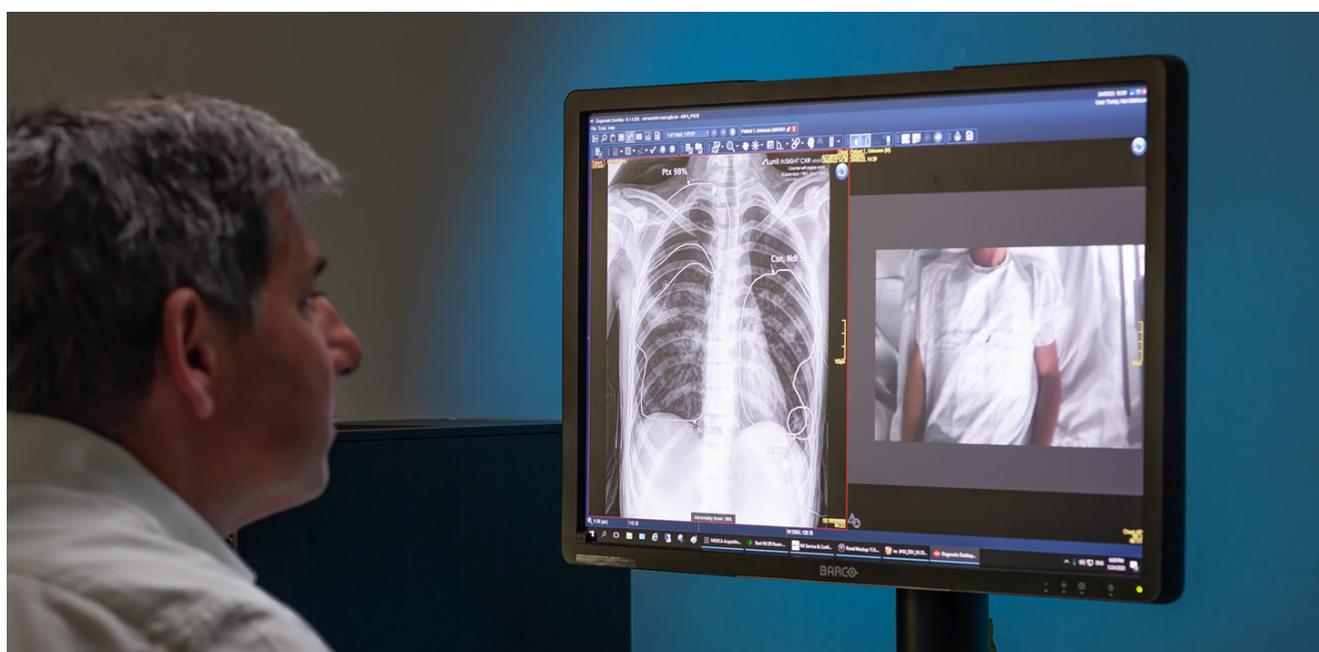
bien meilleurs et accessibles à un plus grand nombre de patients. Un design basique et les dernières avancées techniques peuvent aller de pair pour créer un appareil à rayons X à la fois numérique, portable et abordable, capable de répondre aux besoins de différentes régions.

Les fonctionnalités minimales d'un simple appareil à rayons X ne doivent pas compromettre les performances et la sécurité du patient. Néanmoins, elles doivent être universellement applicables, quel que soit l'emplacement géographique du patient : par exemple, en zone urbaine ou dans une zone éloignée. Un design tout-en-un doit inclure les composants radiologiques de base, notamment des tubes à rayons X et

des récepteurs d'images, ainsi que des fonctionnalités d'IA, des consoles numériques pour la visualisation directe, un stockage d'images intégré et des fonctionnalités sans fil. En outre, les opérateurs novices devraient pouvoir acquérir des images à l'aide d'appareils conçus pour durer.

Points à considérer par le secteur des appareils médicaux

- Développer des modèles économiques créatifs allant d'une solution de base à faible coût à un modèle premium, en fonction du pouvoir d'achat de l'établissement de santé.
- Proposer un contrat de maintenance à long terme capable d'alléger les contraintes budgétaires en matière de dépenses d'investissement pour les établissements de santé et faire en sorte que le coût de possession s'intègre dans le budget de fonctionnement.



Conclusion

Les examens par rayons X représentent encore entre 40 et 70 % de l'activité type d'un service de radiologie. Les radiologues devraient être encouragés à réfléchir au développement de la radiographie diagnostique de demain, et de voir celle-ci comme une alternative d'imagerie fiable et peu coûteuse capable de fournir des images standardisées, quantifiables et de haute qualité. Le secteur médical devrait soutenir ce développement, tout en maintenant les exigences en matière d'exactitude du diagnostic, de reproductibilité, d'efficacité du flux de tâches et d'équilibre coûts-avantages.

À propos des auteurs

Paul M. Parizel, MD, PhD, FRANZCR
David Hartley Chair of Radiology,
University Western Australia (UWA)
& Royal Perth Hospital (RPH)

Paul Parizel est radiologue et neuro-radiologue certifié. Il a ainsi effectué des recherches en neuroradiologie au Massachusetts General Hospital, à la Harvard Medical School et à l'Hôpital Erasme de l'Université de Bruxelles. Il a été professeur et directeur du service radiologie du Antwerp University Hospital et membre du conseil d'administration représentant la Faculté de médecine et des sciences de la santé.

Depuis 2019, le professeur Paul Parizel travaille en tant que « David Hartley Chair of Radiology ». Il est titulaire d'une nomination professorale à la University of Western Australia (UWA) et d'une nomination clinique à temps partiel au Royal Perth Hospital (RPH) à Perth, en Australie occidentale. Il est actuellement Chair of Clinical Radiology Research Committee (CRRC) du Royal Australia & New Zealand College of Radiology et directeur du Western Australian Imaging Facility node du National Imaging Facility.

Le professeur Paul Parizel a un facteur h (h-index) de 49, est l'auteur ou le co-auteur de plus de 400 articles scientifiques évalués par des pairs, de plus de 40 chapitres de livres et a édité ou co-édité plusieurs manuels.

Nicholas Spencer, MD
Radiologue consultant, NHS
Mid Yorkshire Hospitals,
Royaume-Uni

Pendant 24 ans en tant que radiologue consultant pour le compte du NHS, Nicholas Spencer a joué un rôle de premier plan dans le développement

et la mise en place d'un vaste service de radiologie multi-site au sein des Mid Yorkshire Hospitals. Fort de compétences cliniques spécialisées en radiologie de la tête, du cou et du système musculo-squelettique, il travaille depuis 18 ans en tant que membre principal d'une équipe régionale multidisciplinaire spécialisée en cancer de la tête et du cou. En exerçant ces fonctions, il a acquis de l'expérience dans les domaines suivants : conception et mise en place de services, achat d'appareils, et a également dirigé un certain nombre de projets de radiologie et autres projets informatiques.

Nicholas Spencer a servi le Royal College of Radiologists à titre de membre élu en lien avec le Service Review Committee (2010-) et le Radiology Faculty Board (2013-6). Il est l'actuel président de l'UKIO, la plus grande conférence de radiologie et d'oncologie clinique du Royaume-Uni, qui a été mise en ligne en 2020. Il a de l'expérience en tant que directeur médical chez Medical Imaging Partnership, un fournisseur de services de radiologie novateur et accrédité au Royaume-Uni (2010-17).

Maître de conférences honoraire à la University of Bradford et examinateur externe à la Canterbury Christ Church University, il travaille au développement et à l'évaluation des radiologues dans un environnement de troisième cycle.

Johan De Mey, MD PhD
Chef du service de radiologie, Free
University of Brussels, Belgique
Johan De Mey est chef du service de radiologie de la Free University of Brussels. Également professeur universitaire, il enseigne la radiologie pathologique et la radiologie d'urgence. Son domaine d'expertise clinique est la

radiologie interventionnelle vasculaire et non vasculaire.

Diplômé de médecine en 1987 à la Vrije Universiteit Brussel (VUB), il a été résident en radiologie jusqu'en 1991. En 2005, il obtient son doctorat avec une thèse (en anglais) intitulée : « CT-fluoroscopy in interventional radiology » (Fluoroscopie et tomodesitométrie en radiologie interventionnelle). Il dirige le service de radiologie à l'UZ Brussel depuis 2005. La recherche au sein du service de radiologie de l'hôpital universitaire de Bruxelles couvre tous les sujets de radiologie, et plus particulièrement les nouvelles technologies.

Johan De Mey est auteur ou co-auteur de plus de 250 articles évalués par des pairs et a donné plus de 500 conférences nationales et internationales.

Il est membre du conseil d'administration de la VUB, de l'hôpital universitaire et de la société belge de radiologie et également Chief Medical Officer (CMO) d'Agfa Radiology Solutions depuis janvier 2020.

Annemiek Snoeckx, MD PhD
Service de radiologie, Antwerp
University Hospital, Belgique
Annemiek Snoeckx est une radiologue certifiée et membre du personnel « imagerie corporelle » au service de radiologie du Antwerp University Hospital depuis 2008. Elle a obtenu son doctorat en médecine dans la même institution en 2019 sur le thème de la radiologie thoracique revisitée (Thoracic Radiology Revisited: challenges and solutions in an evolving world).

La Dr. Annemiek Snoeckx est un membre actif de la Belgian Society of Radiology (BSR), de la European

Society of Radiology (ESR), de la European Society of Thoracic Imaging (ESTI), de la International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC) et de la European Respiratory Society (ERS). Elle est la représentante néerlandophone de la section thoracique au sein de la BSR. Membre du sous-comité scientifique de l'ESR en 2017, 2018 et 2019, elle est actuellement membre du comité de formation et d'éducation de l'ESTI.

Elle est chef d'équipe (radiologie thoracique) pour le comité d'évaluation écrite du Diplôme européen de radiologie. Elle a été organisatrice et présentatrice du Junior Image Interpretation Quiz au Congrès européen de radiologie (Vienne, 2017). La même année, elle participe en tant qu'expert à une mission à Koror, Palau auprès de l'Agence internationale de l'énergie atomique.

Bernard Lepoutre, MD

Chef du service de radiologie, AZ Monica, Antwerpen, Belgique
Bernard Lepoutre est radiologue diplômé en médecine de la University of Leuven, Belgique. Au bout d'un an de stage en médecine interne, il commence sa formation de radiologue aux University Hospitals Leuven (Prof AL Baert), par deux années de formation au Luxembourg (Prof RF Dondelinger). En 1993, il commence à travailler à l'Eeuwfeestkliniek, un hôpital privé d'Anvers, où il est devenu chef de service au bout d'un an. En 2000, Eeuwfeestkliniek Antwerpen a fusionné avec Onze Lieve Vrouw Ziekenhuis Deurne pour devenir AZ MONICA. Il est chef de service depuis janvier 2020. Tout au long de sa carrière, il s'est largement intéressé à tous les principaux

domaines de la radiologie, notamment à la radiologie interventionnelle. Il a abandonné les interventions vasculaires mais reste le radiologue de référence dans toutes les interventions non vasculaires de son service, à l'exception des interventions mammaires.

En janvier 2020, il rejoint Agfa Radiology Solutions en tant que CMO.

Rajiv Gupta, MD PhD

Radiologue associé Division de neurologie et de radiologie d'urgence, Massachusetts General Hospital, États-Unis

Rajiv (Raj) Gupta est radiologue associé dans les divisions de neurologie et de radiologie d'urgence du Massachusetts General Hospital, professeur agrégé de radiologie à la Harvard Medical School et maître de conférences en génie mécanique au MIT. Il a obtenu son doctorat en médecine à la Cornell University, son doctorat en informatique à la State University of New York à Stony Brook, sa maîtrise avec distinction (physique) et sa maîtrise avec distinction (génie électrique) du Birla Institute of Technology and Science, Pilani Inde. En plus de servir de « Site Miner » (programme d'exploration où les médecins recherchent les domaines qui ont besoin de solutions) pour le MGH Consortia for Integrating Medicine and Innovative Technology (CIMIT), il dirige le centre Advanced X-ray Imaging Sciences (AXIS) du MGH. Avant de rejoindre le MGH, Rajiv (Raj) Gupta était informaticien au GE Global Research Center à Niskayuna, New York, menant des recherches en imagerie médicale, en évaluation non destructive des pièces de moteurs d'avion et en vision par ordinateur. Il a également été membre du corps professoral de la University of Southern California

à Los Angeles en tant que professeur adjoint (recherche) au service de génie électrique, systèmes. Ses intérêts de recherche actuels comprennent : le développement et les applications cliniques de nouvelles modalités d'imagerie par rayons X ; le développement de systèmes légers et peu coûteux pour le diagnostic et les interventions assistées par imagerie médicale ; et l'étude des traumatismes crâniens (TC) à l'aide de techniques avancées d'IRM.

Bhavin Jankharia, MD

Radiologue consultant, Picture This by Jankharia, Mumbai, Inde

Bhavin Jankharia est un radiologue consultant avec près de 25 ans d'expérience et administrateur de la Radiology Education Foundation. Ses surspécialités portent sur la radiologie thoracique, musculo-squelettique et cardiaque et sur l'intervention assistée par imagerie médicale. Il s'intéresse également à la radiologie commerciale et aux soins de santé.

Le Dr Bhavin Jankharia était un ancien président de l'Association indienne de radiologie et d'imagerie ainsi que rédacteur en chef du prestigieux Indian Journal of Radiology & Imaging. Il est actuellement président de la Indian Musculoskeletal Oncology Society (IMSOS).

Thomas Frauenfelder, MD PhD

Radiologie diagnostique et interventionnelle, University Hospital Zurich, Suisse

Thomas Frauenfelder est un radiologue thoracique certifié qui s'intéresse à l'imagerie des tumeurs, en particulier le mésothéliome, et à la maladie pulmonaire interstitielle.

En 2019, le Dr Thomas Frauenfelder est nommé professeur agrégé ad Personam de radiologie thoracique au Institute for Diagnostic and Interventional Radiology. Depuis août 2022, il est directeur et professeur titulaire au Institute of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital Zurich.

Le Dr Thomas Frauenfelder a effectué sa résidence en radiologie à la University Hospital Zurich et l'a achevée en 2005. Pendant cette même période, il a également travaillé comme chercheur au NCCR Co-Me (interventions médicales assistées par ordinateur et par imagerie médicale) de l'ETH, où il a étudié le flux sanguin humain à l'aide de la CFD (mécanique des fluides numérique). Depuis 2011, il est directeur adjoint et responsable opérationnel de l'institut et était jusqu'en 2021 membre du service d'imagerie. Sa formation continue comprend le Diplôme européen d'imagerie thoracique en 2019 et le « MAS in Managed Health Care » ZFH de 2006 à 2008 à la School of Management and Law, Zürcher Hochschule Winterthur.

Thomas Frauenfelder représente la radiologie thoracique sur le plan scientifique, clinique et pédagogique tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la University Hospital Zurich. Il est également membre actif du conseil d'administration de la Société européenne de radiologie thoracique.

**Guillaume Gorincour, MD PhD
Pediatric and Fetal Imaging**

Guillaume Gorincour est radiologue pédiatrique et prénatal. Diplômé de la Faculté de Médecine de Marseille en 1999 où il est nommé Professeur en septembre 2013, après une résidence à Marseille et Lyon et un Fellowship à Montréal en 2003.

Titulaire d'un doctorat en éthique médicale, il a été l'un des développeurs français de l'imagerie post-mortem. Le Dr Guillaume Gorincour a publié plus de 140 articles scientifiques et prépare actuellement un deuxième doctorat en ressources humaines.

**Fareena Aljunid
Spécialiste QARA pré-commercialisation, Agfa Radiology Solutions**

Fareena Aljunid est titulaire d'un diplôme en génie biomédical de la Purdue University, Indiana, États-Unis. Elle possède plus de 10 ans d'expérience dans l'industrie des appareils médicaux, plus spécifiquement dans le secteur de l'imagerie. Elle débute sa carrière en tant que spécialiste des applications de solutions logicielles axées sur l'imagerie 3D, ce qui lui a permis de développer ensuite une expertise clinique et réglementaire sur les marchés développés et émergents.

Fareena Aljunid est actuellement spécialiste de l'assurance qualité et des affaires réglementaires chez Agfa Radiology Solutions, ainsi que membre principal du comité consultatif de radiologie.

**Daan Belmans
Chef de projet, Agfa Radiology Solutions**

Daan Belmans est titulaire d'un MSc en ingénierie biomédicale de la Catholic University of Leuven et d'un diplôme

postuniversitaire en finance d'entreprise. Il possède 5 ans d'expérience dans la recherche et le développement d'appareils médicaux à rayons X, qu'il s'agisse de matériels ou de logiciels.

**Jeroen Cant, PhD
Chef de l'équipe de recherche en traitement d'images, Agfa Radiology Solutions**

Jeroen Cant est titulaire d'un MSc en génie électrique de la Catholic University of Leuven et d'un doctorat en physique de la University of Antwerp. Il possède 20 ans d'expérience en recherche et développement pour des applications cliniques avancées en imagerie par rayons X, tomodensitométrie, IRM et TEP.

Actuellement, Jeroen Cant dirige l'équipe de recherche sur le traitement d'images chez Agfa Radiology Solutions. Ses recherches portent sur l'application de l'informatique et des mathématiques pour résoudre des problèmes cliniques réels en imagerie médicale.

**Alejandra Ortega
Spécialiste des applications cliniques, Agfa Radiology Solutions**

Alejandra Ortega est docteur en sciences biomédicales de la KU Leuven, Belgique. Son expertise se concentre sur l'imagerie médicale incluant différentes modalités, telles que les rayons X, l'échographie, l'IRM et la stéréophotogrammétrie numérique 3D. Elle adore trouver des solutions techniques aux problèmes médicaux.

Références

1. WHO [Internet] *Ageing and health*. [Cited 2023 March 10] Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health#:~:text=At%20this%20time%20the%20share,2050%20to%20reach%20426%20million>.
2. UN [Internet] *Global issues* [Cited 2023 March 10] Available from: <https://www.un.org/en/global-issues/population>.
3. Long, J., *Combat radiology: a unique opportunity for patient-centered radiology*. *J Am Coll Radiol*, 2010. **7**(12): p. 915-7.
4. Zanardo, M., et al., *Management of patients with suspected or confirmed COVID-19, in the radiology department*. *Radiography (Lond)*, 2020. **26**(3): p. 264-268.
5. Precht, H., et al., *Comparison of image quality in chest, hip and pelvis examinations between mobile equipment in nursing homes and static indirect radiography equipment in the hospital*. *Radiography (Lond)*, 2020. **26**(2): p. e31-e37.
6. Duggan, N.M., et al., *Novice-performed point-of-care ultrasound for home-based imaging*. *Scientific Reports*, 2022. **12**(1): p. 20461.
7. Mehrizi, M.H.R., et al., *How do providers of artificial intelligence (AI) solutions propose and legitimize the values of their solutions for supporting diagnostic radiology workflow? A technography study in 2021*. *Eur Radiol*, 2023. **33**(2): p. 915-924.
8. Rowell, C. and R. Sebro, *Who Will Get Paid for Artificial Intelligence in Medicine?* *Radiol Artif Intell*, 2022. **4**(5): p. e220054.
9. Chen, M.M., L.P. Golding, and G.N. Nicola, *Who Will Pay for AI?* *Radiol Artif Intell*, 2021. **3**(3): p. e210030.
10. Abramoff, M.D., et al., *A reimbursement framework for artificial intelligence in healthcare*. *NPJ Digit Med*, 2022. **5**(1): p. 72.
11. van Leeuwen, K.G., et al., *Artificial intelligence in radiology: 100 commercially available products and their scientific evidence*. *Eur Radiol*, 2021. **31**(6): p. 3797-3804.
12. van Leeuwen, K.G., et al., *How does artificial intelligence in radiology improve efficiency and health outcomes?* *Pediatr Radiol*, 2022. **52**(11): p. 2087-2093.
13. PAHO [Internet] *World Radiography Day: Two-Thirds of the World's Population has no Access to Diagnostic Imaging*. [Cited 2023 March 9] Available from: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=7410:2012-dia-ra-diografia-dos-tercios-poblacion-mundial-no-tiene-acceso-diagnostico-imagen&Itemid=0&lang=en#gsc.tab=0.

AGFA RADIOLOGX SOLUTIONS

Suivez-nous :



[agfa.com](https://www.agfa.com) » Septestraat 27 - 2640 Mortsel - Belgique

Agfa, le rhombe Agfa et Musica sont des marques de commerce d'Agfa-Gevaert NV, Belgique, ou de ses filiales. Tous droits réservés. Toutes les informations contenues dans ce document sont destinées uniquement à des fins d'orientation, et les caractéristiques des produits et services décrits dans cette publication peuvent être modifiés à tout moment sans préavis. Il se peut que les produits et services ne soient pas disponibles dans votre région. Veuillez contacter votre représentant commercial local pour de plus amples informations sur la disponibilité des produits. Agfa-Gevaert NV s'efforce de fournir des informations aussi exactes que possible. Cependant, la société ne pourra être tenue responsable d'éventuelles erreurs typographiques.

© 2023 Agfa NV - Tous droits réservés - Publié par Agfa NV

EN202307

