

The background is a solid teal color. In the corners, there are decorative white line-art elements resembling circuit boards or neural networks, with lines connecting to small circles.

LIVRE BLANC DE L'ASSOCIATION CANADIENNE DES RADIOLOGISTES (CAR) SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN RADIOLOGIE

Manuel Gaudreau Poudrette, R3

Dr An Tang, MD, MSc, président du Groupe de Travail de la CAR sur l'intelligence artificielle en radiologie

INTRODUCTION

- Contexte scientifique
- Creation du groupe de travail
- Recommandations formulées par le groupe de travail
- Prochaines étapes

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

- Depuis 5 ans, il y a eu progression rapide des éléments requis pour la croissance de l'intelligence artificielle
 - Capacité de calcul des ordinateurs
 - Accumulation de grandes quantités de données numériques
 - Évolution des algorithmes de traitement des données
 - Investissements massifs dans plusieurs secteurs d'activités

DEEP LEARNING

- Plus spécifiquement la technique d'intelligence artificielle appelée apprentissage profond, ou *deep learning*, a permis l'apparition d'applications novatrices dans plusieurs domaines
 - Reconnaissance d'images
 - Production de légendes d'images
 - Reconnaissance vocale
 - Reconnaissance sémantique

...ET EN RADIOLOGIE

- Il est généralement reconnu par les panels d'experts que l'IA va connaître un passage de la recherche vers une implémentation progressive en radiologie au cours des 10 prochaines années
- Apport anticipé
 - Augmentation de la qualité, de la valeur et de la profondeur de la contribution de la radiologie à la prise en charge des patients
 - Intégration multiparamétrique
 - Mais : transformation importante, voire révolution, du travail de radiologiste...

CRÉATION DU GROUPE DE TRAVAIL DE LA CAR SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN RADIOLOGIE

- Formé en mai 2017 avec des contributeurs de tous les horizons
- **But** : assurer le maintien du leadership des radiologistes dans le processus d'implémentation et de validation de cette technologie notamment en raison des enjeux d'imputabilité quant aux modifications du workflow clinique et de la prise en charge des patients
- **Mandat** : discuter des enjeux liés à la pratique, aux politiques et à la prestation de soins relativement à l'introduction et à la mise en œuvre d'outils d'intelligence artificielle en radiologie



Health Policy and Practice / Santé: politique et pratique médicale

Canadian Association of Radiologists White Paper on Artificial Intelligence in Radiology

An Tang, MD, MSc^{a,b,*}, Roger Tam, PhD^{c,d}, Alexandre Cadrin-Chênevert, MD, BIng^e,
Will Guest, MD, PhD^c, Jaron Chong, MD^f, Joseph Barfett, BESC, MSc, MD^g,
Leonid Chepelev, MD PhD^h, Robyn Cairns, MSc, MDⁱ, J. Ross Mitchell, PhD^j,
Mark D. Cicero, MD, BESC, FRCPC^g, Manuel Gaudreau Poudrette, MD^k,
Jacob L. Jaremko, MD, PhD^l, Caroline Reinhold, MD, MSc^f, Benoit Gallix, MD^f,
Bruce Gray, MD, FRCPC^g, Raym Geis, MD, FACR^m; for the Canadian Association of
Radiologists (CAR) Artificial Intelligence Working Group

^aDepartment of Radiology, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

^bCentre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

^cDepartment of Radiology, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

^dSchool of Biomedical Engineering, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

^eDepartment of Medical Imaging, CISSS Lanaudière, Université Laval, Joliette, Québec, Canada

^fDepartment of Radiology, McGill University Health Center, Montréal, Québec, Canada

^gDepartment of Medical Imaging, St. Michael's Hospital, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada

^hDepartment of Radiology, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada

ⁱDepartment of Radiology, British Columbia's Children's Hospital, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

^jDepartment of Research, Mayo Clinic, Phoenix, Arizona, USA

^kDepartment of Radiology, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada

^lDepartment of Radiology and Diagnostic Imaging, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

^mDepartment of Radiology, National Jewish Health, Denver, Colorado, USA

L'ARTICLE

- Publié en avril 2018 dans le Journal de l'Association canadienne des radiologistes
- Principaux objectifs couverts par l'article
 - Terminologie
 - Enjeux de formation continue
 - Évaluation critique de la littérature
 - Recherche et développement
 - Structure et gouvernances
 - Applications cliniques et implémentation

1. TERMINOLOGIE

- **Recommandations**
 - Être familier avec les principales techniques d'intelligence artificielle
 - Connaître les principales terminologies et la hiérarchie des termes
 - Comprendre les défis de la préparation des bases de données pour l'apprentissage supervisé

TERMINOLOGIE

- Hiérarchie des termes

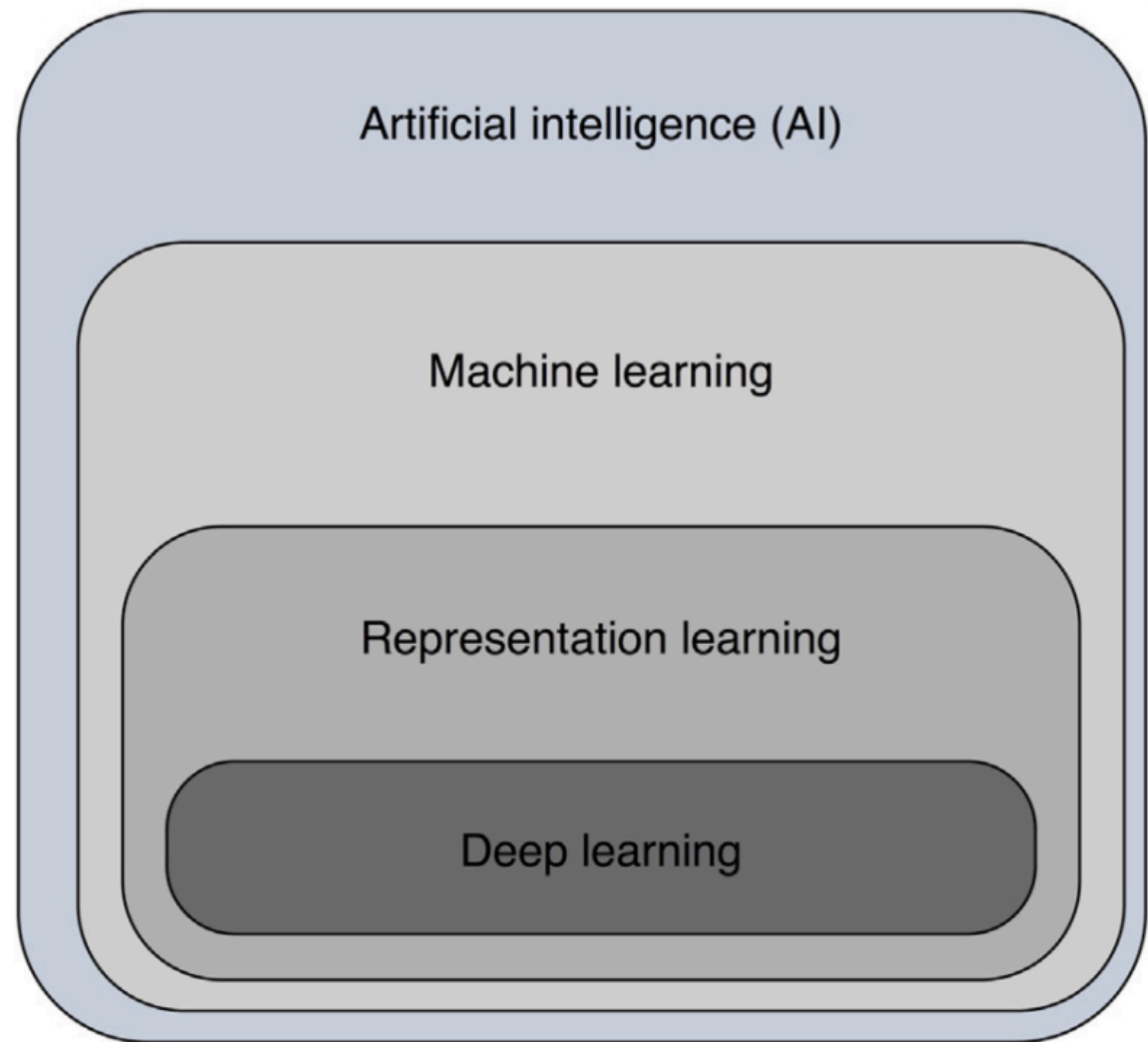
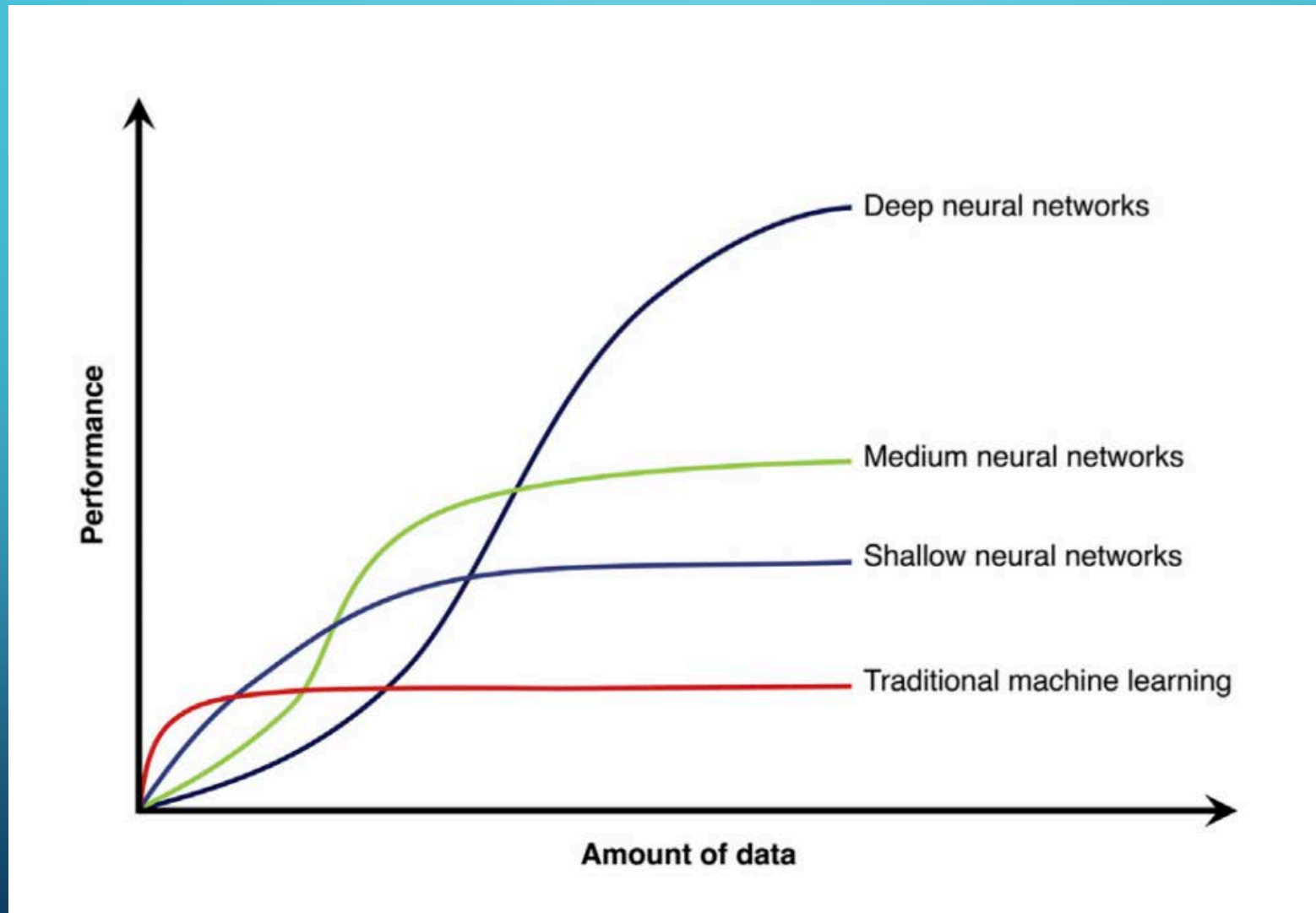


Figure 1. Venn diagram illustrating the hierarchy of artificial intelligence fields defined in the text. Adapted from Goodfellow et al [1] with permission from MIT Press.

PRINCIPALES TECHNIQUES ET DEEP LEARNING



TERMINOLOGIE DE BASE

A glossary of commonly used terms in artificial intelligence applied to radiology and health care

Term	Definition
Artificial intelligence	Capability of a machine to imitate intelligent human behavior [2]
Computer-aided detection	The computer highlights areas of concern for further evaluation without providing a diagnosis [3]
Computer-aided diagnosis	The computer provides a diagnosis or differential diagnosis for physician review [3]
Computer-aided triage	Computer reviews the study and classifies it, either prioritizing it for radiologist review or providing the diagnosis without further radiologist review [3]
Classification	Action of identifying a feature category without localization on an image
Deep learning	Subfield of representation learning that relies on artificial neural networks with multiple processing layers to learn representations of data with multiple levels of abstraction
Detection	Action of identifying and localizing a finding in an image
Machine learning	Subfield of artificial intelligence that provides machines the ability to learn from data without being explicitly programmed [4]
Model	Structure and state of a neural network that allows the transformation of input data into a calculated output
Neural network	A model composed of layers consisting of connected nodes inspired by neurons in a biological nervous system
Representation learning	Subtype of machine learning where algorithms learn the features required to classify the data
Segmentation	Process of delineating the boundaries of a lesion or organ in an image
Testing	Process of evaluating the performance of a model
Training	Process of selecting the ideal parameters of a model after iterative adjustments
Validation	Process of using a subset of the dataset (distinct from the training set) to adjust the parameters of a model

2. ÉDUCATION ET FORMATION CONTINUE

- Recommandations
 - Savoir analyser les opportunités, les pièges et les défis liés à l'utilisation de nouveaux outils d'AI
 - La CAR doit jouer un rôle d'advocacy concernant les enjeux médicaux-légaux liés à la validation et la certification de ces outils
 - S'adapter à l'enjeu des systèmes dynamiques évolutifs dont les performances varient au fil de leur utilisation
 - Développer des standards de validation et de test qui priorisent la stabilité des performances

3. RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

- **Recommandations**

- La CAR doit promouvoir et faciliter la recherche collaborative en AI, notamment en favorisant la recherche translationnelle (ingénieurs logiciel, développeurs, éthiciens, etc.)
- La CAR devrait héberger des bases de données standardisées et centralisées
- Développer une approche systématique de recherche de nouvelles méthodes applicables à l'imagerie médicale

PRINCIPAUX ENJEUX EN RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

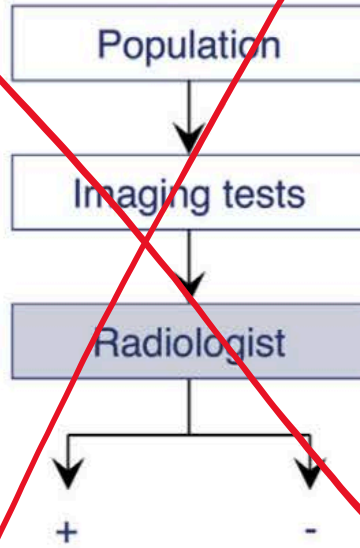
- Collaboration efficace entre la recherche académique, le milieu médical et l'industrie
- En recherche académique, collaboration efficace entre experts médicaux et experts en informatique / AI
- Accès aux données et création de bases de données publiques / collaboratives
- Partage des données / propriété des données
- Anonymisation et déidentification
- Plateforme informatique standard et uniformisée
- Multiples enjeux éthiques

4. APPLICATIONS CLINIQUES

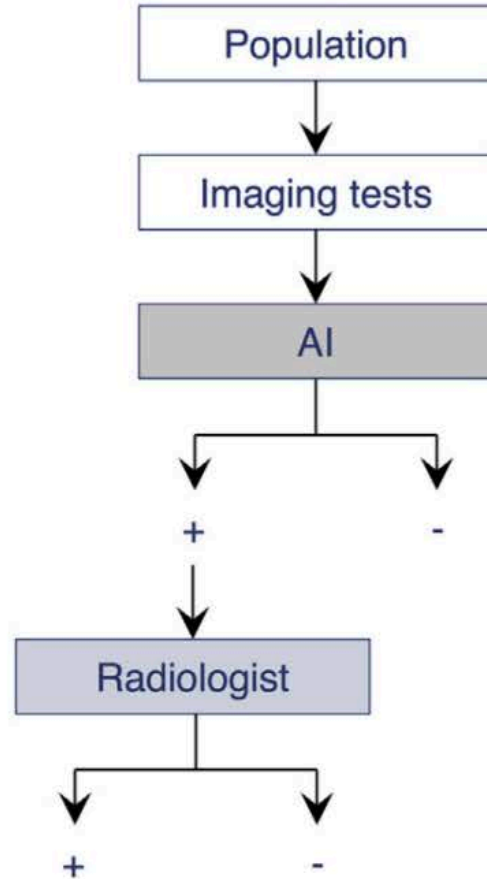
- **Recommandations**
 - Intégration et interopérabilité avec les plateformes existantes
 - Définition claire pour chaque application quant à son type et son rôle spécifique en clinique
 - Prioriser le développement d'applications qui apportent de l'information impossible à obtenir par l'œil humain (i.e. radiomics...)
 - Objectifs à prioriser des applications d'AI: efficacité de l'acquisition d'images, qualité des images et production de rapports standardisés (ensuite utilisables pour le forage de données)

TYPES D'INTEGRATIONS AU FLUX DE TRAVAIL

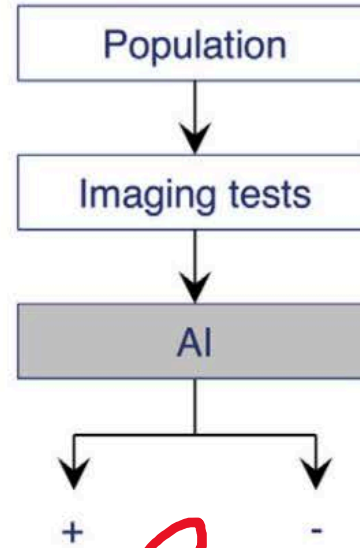
Existing situation



Triage



Replacement



Add-on

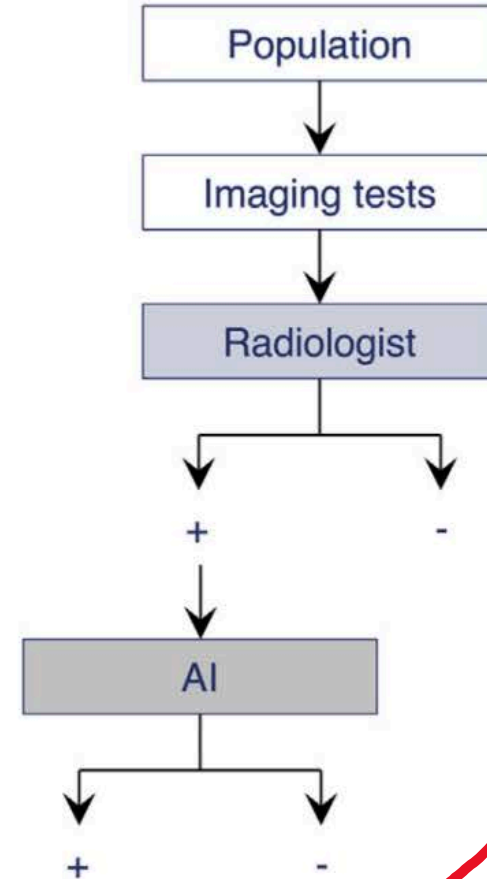


Figure 3. Artificial intelligence (AI) in the clinical workflow. Adapted from Bossuyt et al [39] with permission.

TYPES D'APPLICATIONS

- Triage : différencier normal et anormal, complexe car interprétation vaste
- Segmentation : contours et volumétrie
- Détection : sous-type de triage, i.e. Nodule ou non
- Classification, i.e. Staging de cancer, type de fibrose pulmonaire, etc.
- Radiomics : extraction de données quantitatives
- Optimisation du workflow : gestion et analyse du dossier clinique et radiologique, comparatifs avec tous les examens pertinents, interface PACS intelligente et adaptative à chacun, rapport standardisé automatique, analyse de langage naturel
- Assurance de la qualité : vérification en continu des protocoles d'acquisition, optimisation de la dosimétrie, statistiques diagnostiques et corroboration clinique et pathologique longitudinale

IMPLÉMENTATION

- Élément clé : développer un nouveau paradigme de gestion des données médicales afin d'assurer l'acceptabilité éthique et la légitimité de l'utilisation des métadonnées dans un contexte standardisé, facilité et optimisant la sécurité pour les patients
- Recommandations
 - Encourager le développement de bases de données représentatives pour tous les types d'applications
 - Encourager le développement d'une plateforme logicielle commune et collaborative qui répond aux enjeux médicaux-légaux de l'accès et de la provenance des données
 - Développer une approche standardisée pour l'implémentation des nouveaux outils
 - Promouvoir la collaboration entre les différents acteurs pour s'assurer de la pertinence clinique des nouvelles applications

STRUCTURE ET GOUVERNANCE : CRÉATION DE NOUVEAUX GROUPES DE TRAVAIL

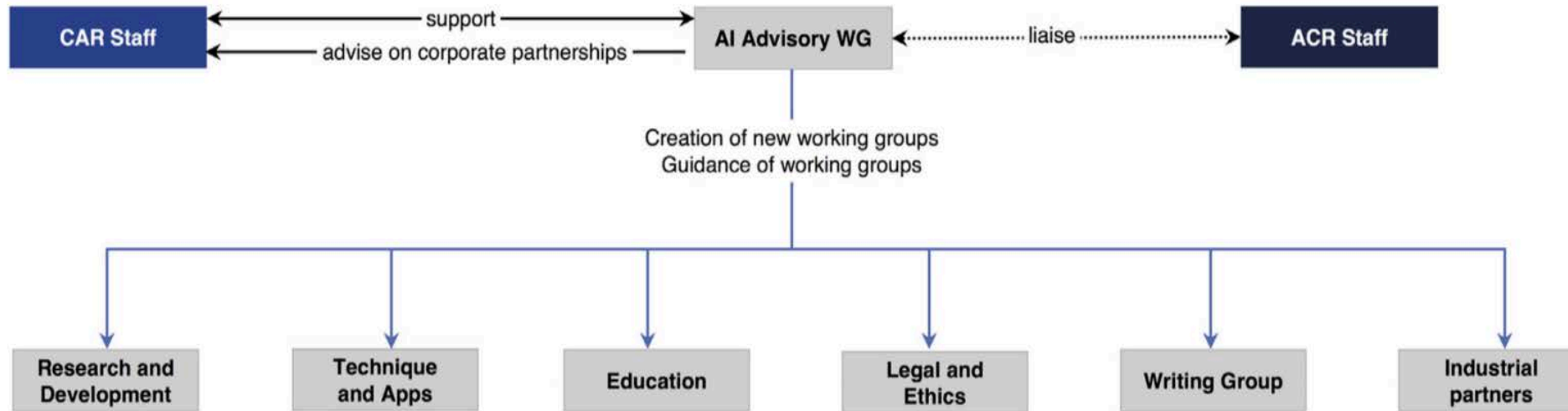


Figure 4. Proposed structure and governance of Canadian Association of Radiologists Artificial Intelligence Working Groups. ACR = American College of Radiology; AI = artificial intelligence; CAR = Canadian Association of Radiologists; WG = working group.

CONCLUSION

- L'évolution rapide des techniques d'intelligence artificielle amène à repenser la radiologie telle que nous la connaissons
- Une bonne connaissance de base de ces techniques par la communauté radiologique ainsi qu'un leadership fort sont nécessaires afin d'assurer leur implémentation optimale et d'en garantir leur pertinence clinique
- La CAR recommande en ce sens un processus de collaboration actif et multidisciplinaire, la mise sur pieds d'un programme de formation continu ainsi que l'intégration officielle au cursus de résidence