

Imagerie médicale, l'IA peut-elle aider le clinicien dans ses choix ?

Carole Lartizien,
Directrice de Recherche CNRS, Laboratoire CREATIS

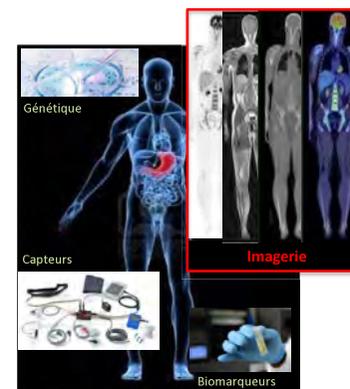
carole.lartizien@creatis.insa-lyon.fr

- **Introduction** IA, médecine de précision et imagerie médicale
- **IA et analyse d'images médicales**
 - Comment assister le radiologue dans sa pratique clinique?
 - Quelques clés pour comprendre les mécanismes
 - Sait-on déjà tout faire?
 - Challenges scientifiques et sociétaux
- **Conclusion**

Intelligence Artificielle et médecine de précision

- **Introduction** IA, médecine de précision et imagerie médicale
- **IA et analyse d'images médicales**
 - Comment assister le radiologue dans sa pratique clinique?
 - Quelques clés pour comprendre les mécanismes
 - Sait-on déjà tout faire?
 - Challenges scientifiques et sociétaux
- **Conclusion**

Données patients
'big data'



Médecine de précision

- Assister les médecins dans leur diagnostic
- Prédire la réponse au traitement
- Développer la médecine préventive.

Intelligence artificielle
IA



Médecine de précision et analyse d'images médicales

Radiologue : un métier en pleine transformation



Diagnostic assisté par imagerie
Interprétation d'images



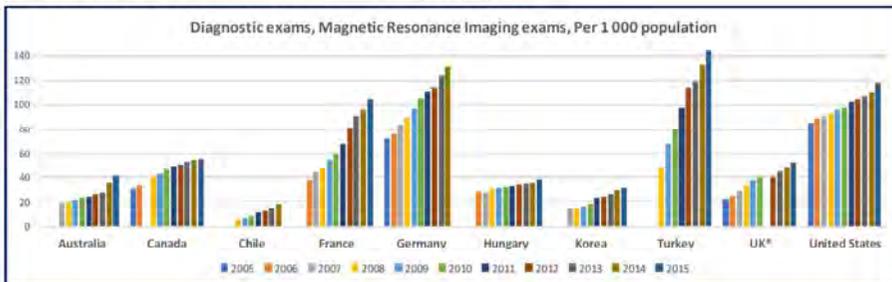
Salle Interventionnelle
regroupant scanner, échographie
et angiographie - CHU de
Montpellier

- Introduction IA, médecine de précision et imagerie médicale
- IA et analyse d'images médicales
 - Comment assister le radiologue dans sa pratique clinique?
 - Quelques clés pour comprendre les mécanismes
 - Sait-on déjà tout faire?
 - Challenges scientifiques et sociétaux
- Conclusion

Médecine de précision et analyse d'images médicales

Radiologue : un métier en pleine transformation

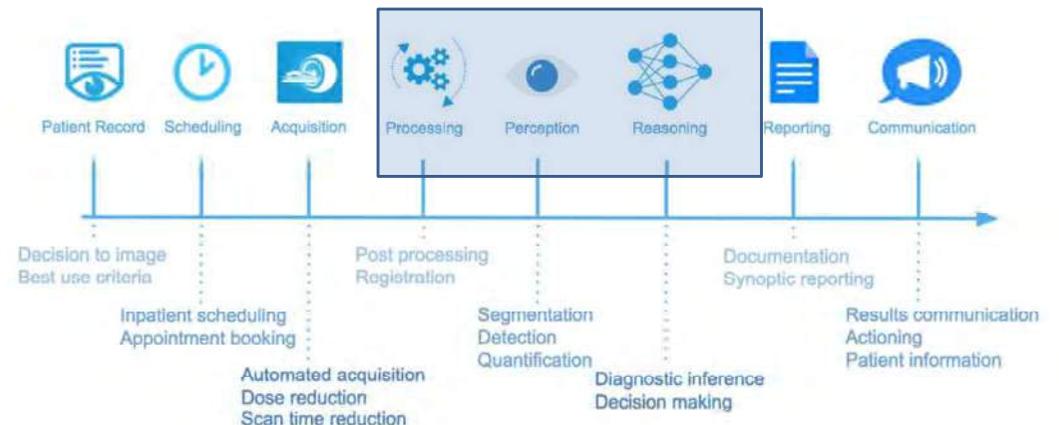
Figure 2: Diagnostic exams and MRI exams per 1,000 population



<https://emea.gehealthcarepartners.com/images/pdfs/Rapid-Review--Radiology-Workforce-Review-FINAL.pdf>

Médecine de précision et analyse d'images médicales

Comment assister le radiologue en routine clinique

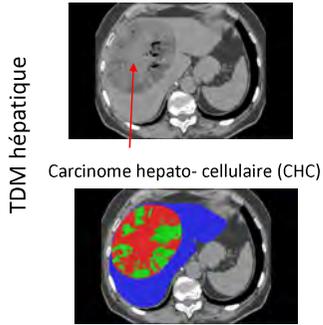


<https://towardsdatascience.com/why-ai-will-not-replace-radiologists-c7736f2c7d80>

Médecine de précision et analyse d'images médicales

Comment assister le radiologue en routine clinique

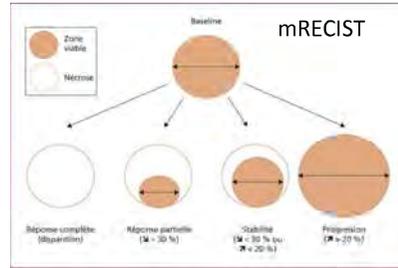
- Automatiser les tâches chronophages répétitives



Carcinome hépatocellulaire (CHC)

[Conze, IJCAR 17]

- ✓ Segmenter automatiquement des structures anatomiques



[Wagner, HGOD 18]

- ✓ Extraire des indices cliniques
- ✓ Fournir un diagnostic différencié par comparaison avec des valeurs normatives

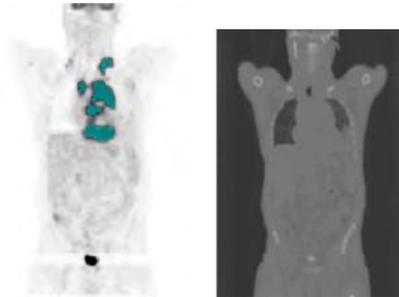
Médecine de précision et analyse d'images médicales

Comment assister le radiologue en routine clinique

- Aide au diagnostic

- CADx : Offrir un second avis sur la détection d'une anomalie
- CADe : Pointer les zones pathologiques de l'image
- Sélectionner les cas les plus critiques

TEP FDG -TDM corps entier



[Grossiord, FLI 18]

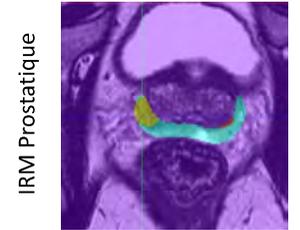
Détection et segmentation des lésions lymphatiques

Médecine de précision et analyse d'images médicales

Comment assister le radiologue en routine clinique

- Diagnostic avancé : Aller au-delà des performances humaines

- Détecter des anomalies invisibles à l'œil nu
- Caractériser le type et/ou grade de la pathologie (biomarqueurs)
- Analyser le comportement de populations de patients



- Tumeur agressive (GL7)
- Tissu sain
- Tumeur bénigne

Détection et caractérisation de l'agressivité du cancer de prostate

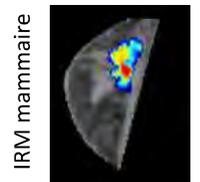
[Duran, RHU Perfuse]

Médecine de précision et analyse d'images médicales

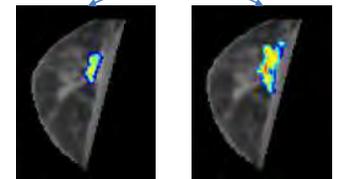
Comment assister le radiologue en routine clinique

- Développer des outils pronostiques

- Pour la **médecine de précision**
 - Prédire, à partir de données d'imagerie acquises à la phase diagnostique, l'évolution de la pathologie, la réponse au traitement..
- Pour la **médecine préventive**
 - Réaliser des analyses de risque sur la population générale



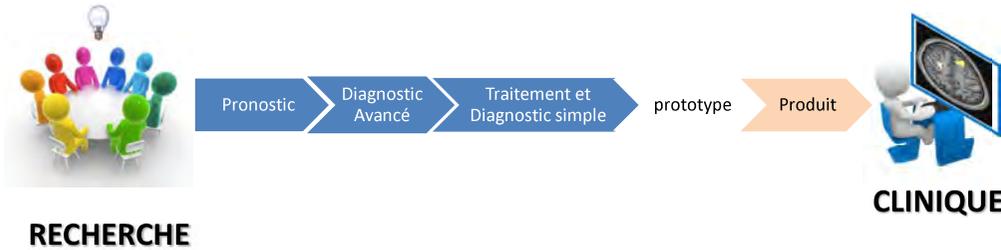
Imagerie diagnostique



Prédiction de la réponse au traitement ?

[Hormuth, Clin Cancer Info 20]

De la recherche à la clinique

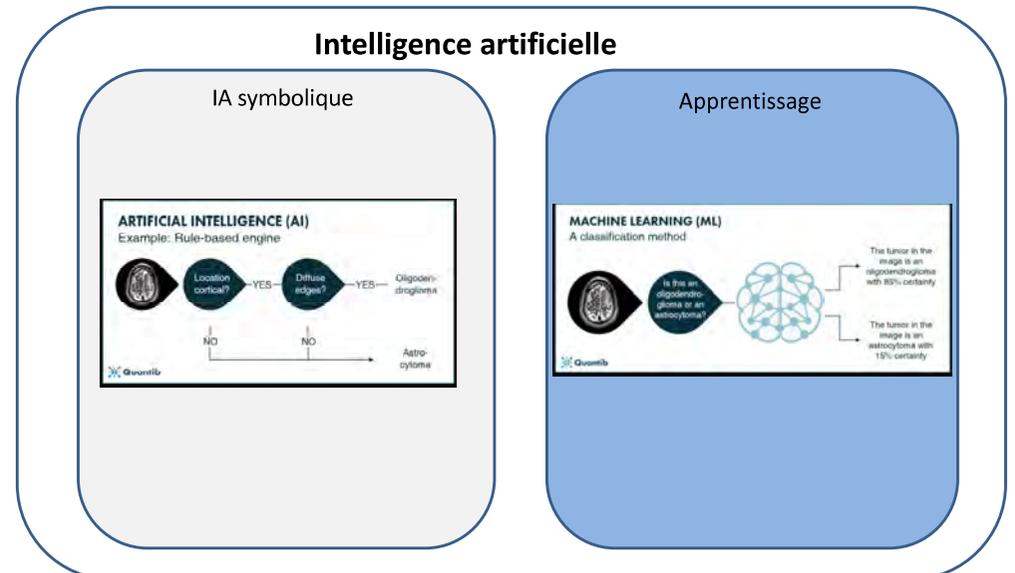


« On pourrait dire que l'intelligence artificielle (IA) est un ensemble de techniques permettant à des machines d'accomplir des tâches et de résoudre des problèmes normalement réservés aux humains et à certains animaux. »

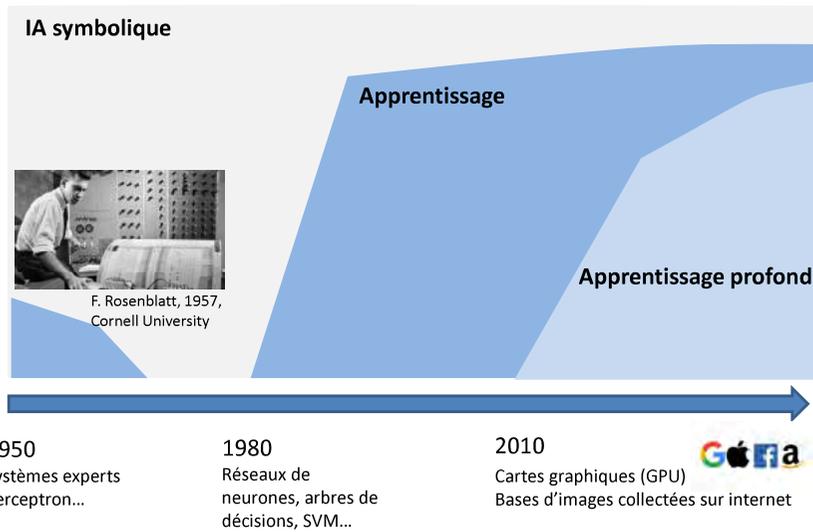
Yann Lecun – Collège de France -2016

1. Définir **une tâche**
2. Formuler cette tâche sous forme d'un **algorithme**
3. Apprendre les paramètres du modèle à partir de **données de référence**
4. Appliquer le modèle sur de nouveaux cas

- Introduction IA, médecine de précision et imagerie médicale
- IA et analyse d'images médicales
 - Comment assister le radiologue dans sa pratique clinique?
 - Quelques clés pour comprendre les mécanismes
 - Sait-on déjà tout faire?
 - Challenges scientifiques et sociétaux
- Conclusion



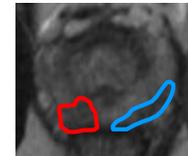
Intelligence artificielle



L'apprentissage supervisé en 4 étapes?

1. Définir une tâche

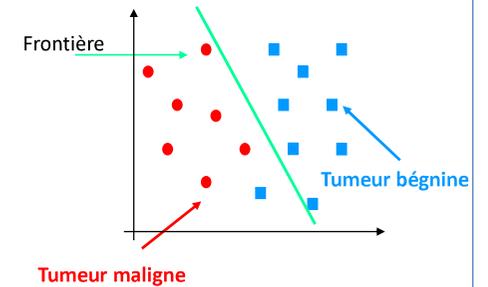
- Caractériser des tumeurs dans des images IRM de prostate



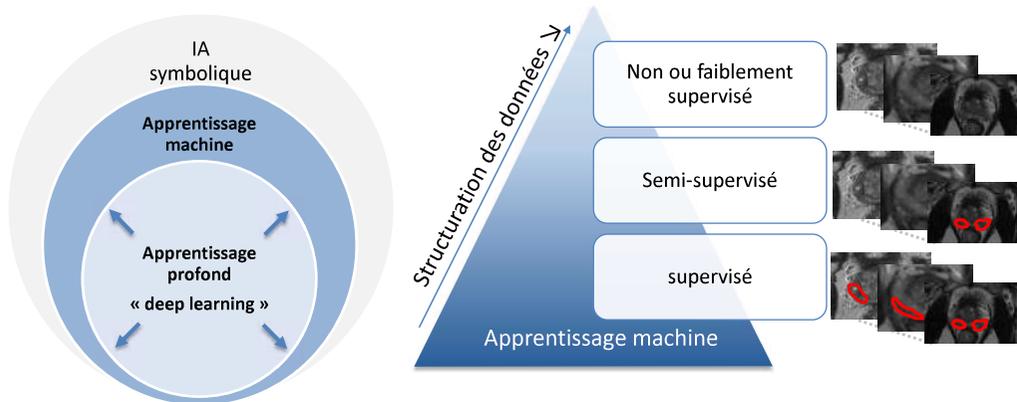
- Décider si chaque région de l'image contourée par le médecin est bénigne ou maligne

2. Formuler cette tâche comme un problème de décision

- Formaliser cette tâche sous forme d'un modèle mathématique

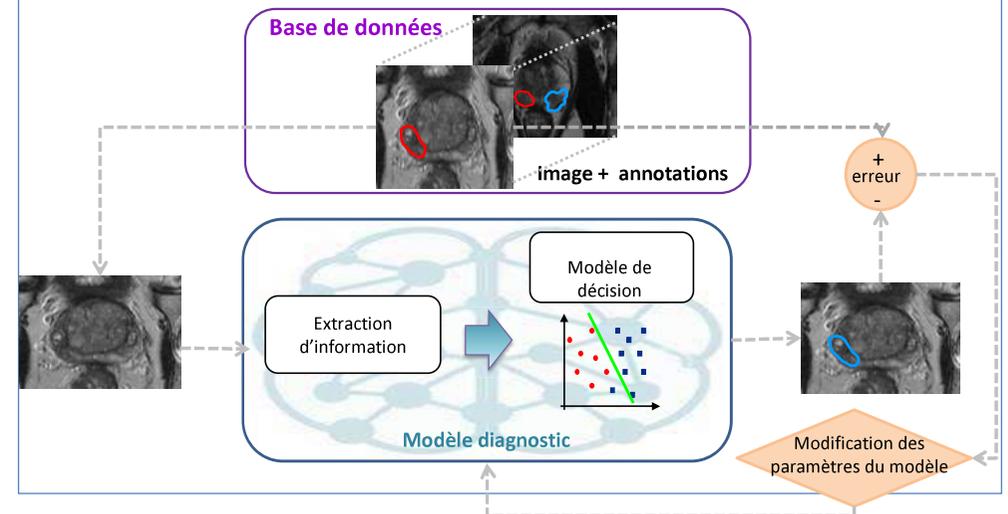


IA et analyse d'images médicales

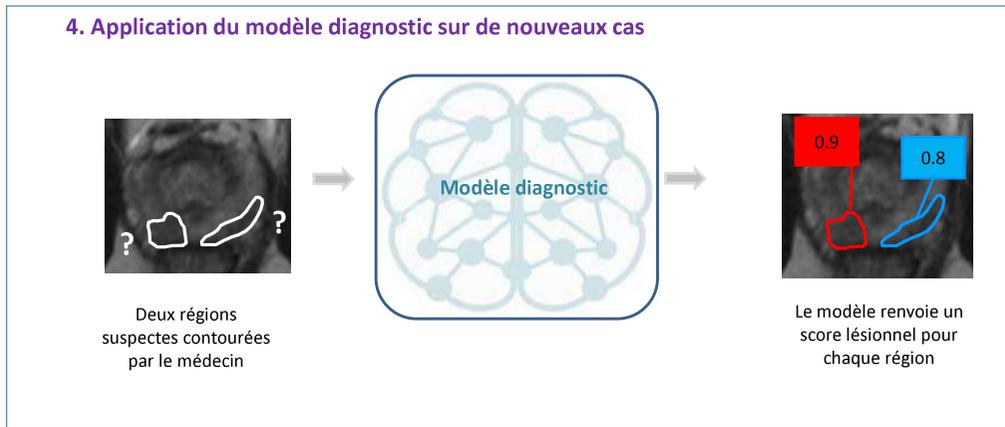


L'apprentissage supervisé en 4 étapes?

3. Apprendre les paramètres du modèle par essai/erreur à l'aide d'exemples connus



l'apprentissage supervisé en 4 étapes?



Recherche en IA pour l'analyse d'images médicales

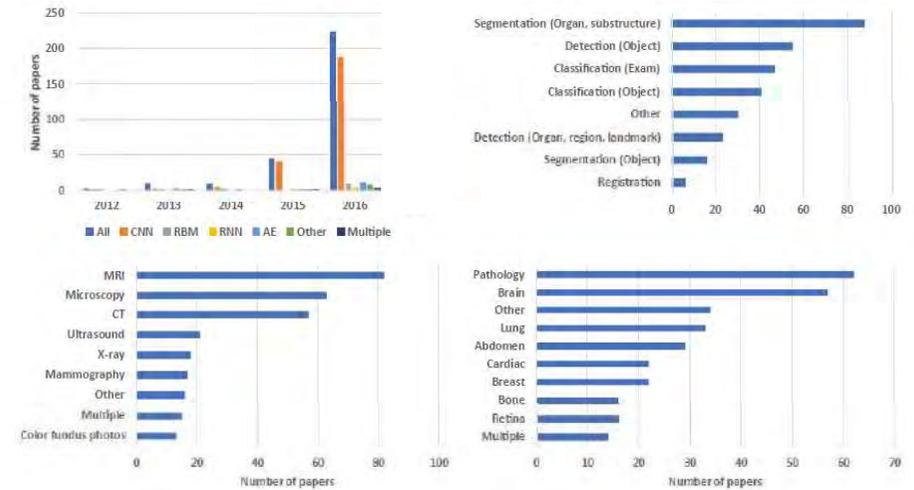


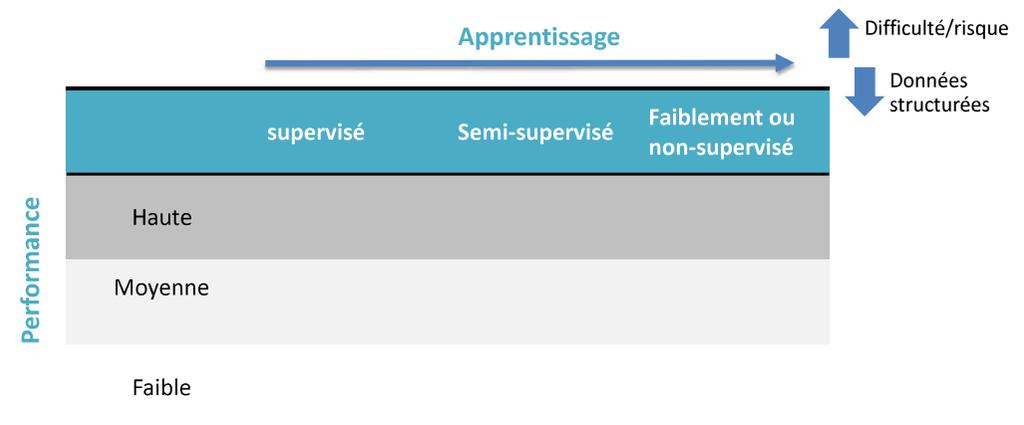
Figure 1: Breakdown of the papers included in this survey in year of publication, task addressed (Section 3), imaging modality, and application area (Section 4).

[Litjens, MEDIA 17]

IA et analyse d'images médicales

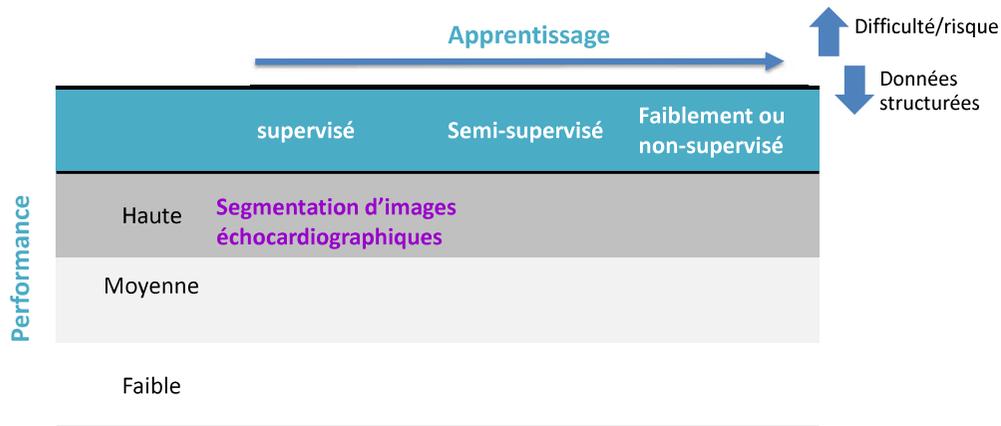
Sait-on déjà tout faire ?

- Introduction IA, médecine de précision et imagerie médicale
- IA et analyse d'images médicales
 - Comment assister le radiologue dans sa pratique clinique?
 - Quelques clés pour comprendre les mécanismes
 - Sait-on déjà tout faire?
 - Challenges scientifiques et sociétaux
- Conclusion

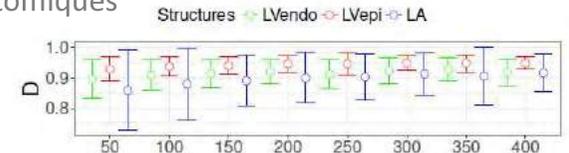
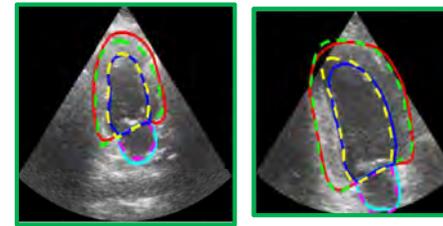


IA et analyse d'images médicales

Sait-on déjà tout faire ?

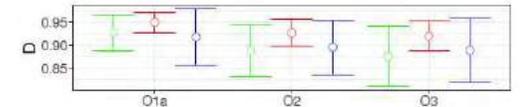


Segmenter des structures anatomiques



Création d'une base de données de 500 patients

- Collaboration CHU St-Etienne CHU et Université de Trondheim en Norvège
- Annotation manuelle des contours par des cliniciens experts : Environ 15 min par patient!



*(Performance max <-> D=1)

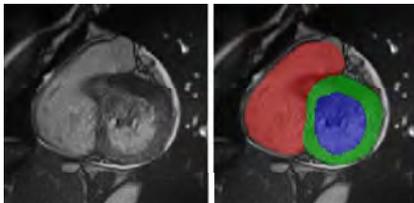
[Leclerc et al IEEE TMI 2019]

Segmenter des structures anatomiques

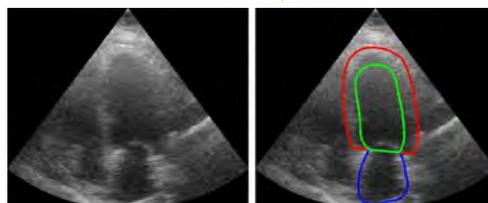
- Objectif : Estimation d'indices cliniques de la viabilité myocardique

- Fraction d'éjection du ventricule gauche

pathologique ≤ 45 \leq ambiguë ≤ 55 < normal



[Bernard, IEEE TMI 18]



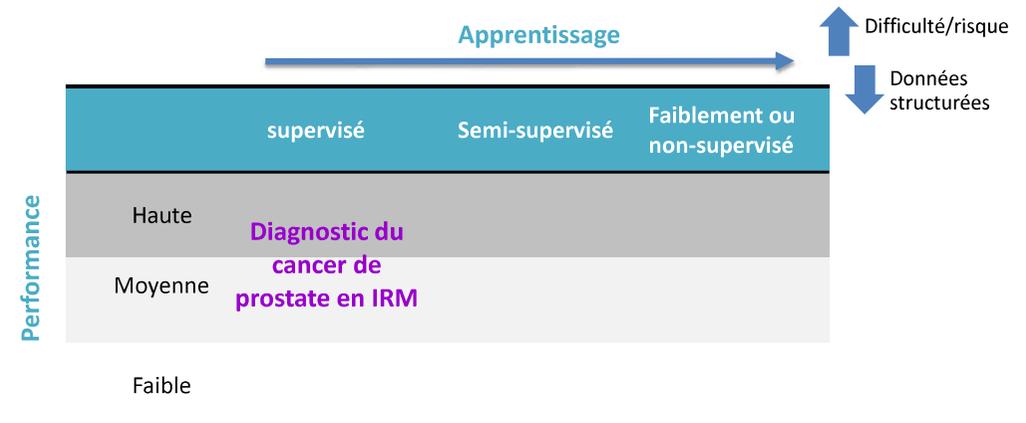
[Leclerc, IEEE TMI 19]

Imagerie IRM

Imagerie échographique

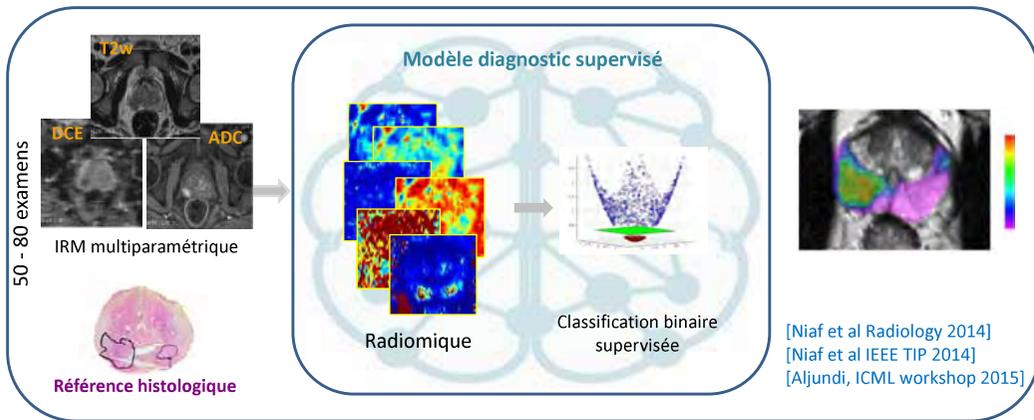
IA et analyse d'images médicales

Sait-on déjà tout faire ?



Aide au diagnostic

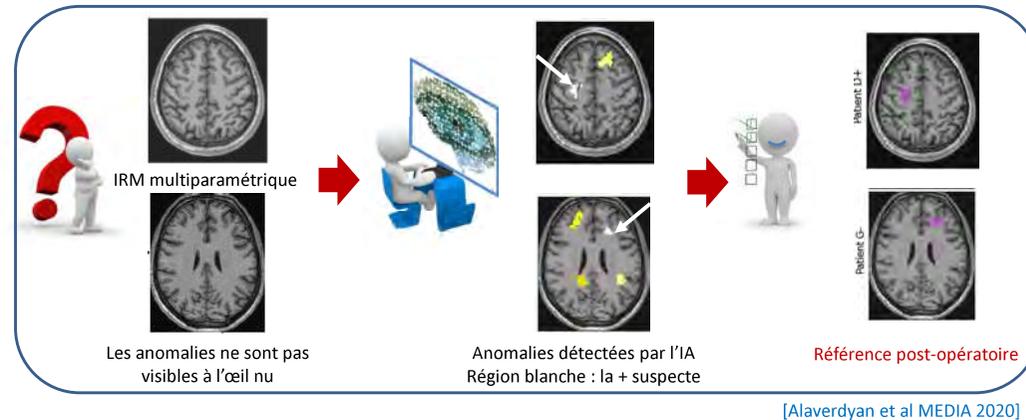
Aide au diagnostic du cancer de la prostate en IRM multiparamétrique



Objectif : détecter des lésions suspectes, discriminer les lésions cancéreuses des lésions (adénome, kyste...)
Performace : 90 à 95% de bonnes classifications

Détecter des anomalies invisibles à l'œil nu

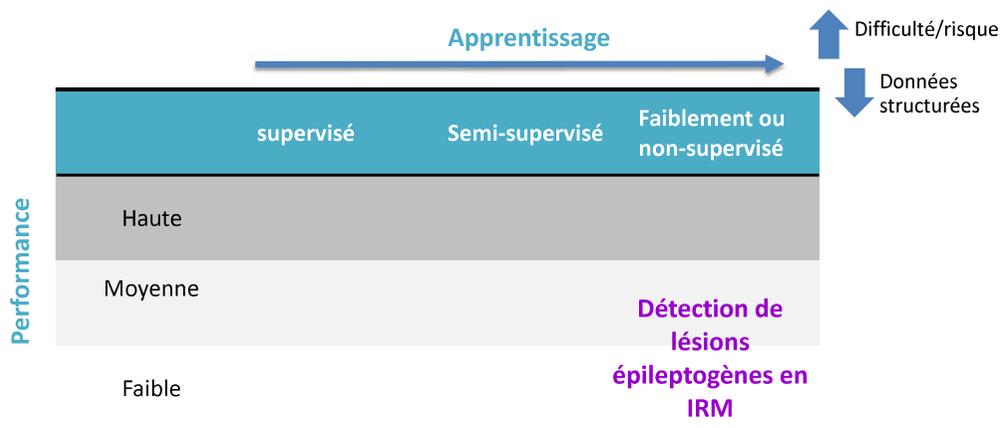
Bilan pré-chirurgicale des épilepsies pharmacorésistantes en IRM



Apprentissage d'un **modèle profond non supervisé** sur 75 sujets sains
Détection automatique de + de **60% de lésions non détectées visuellement par le neurologue**

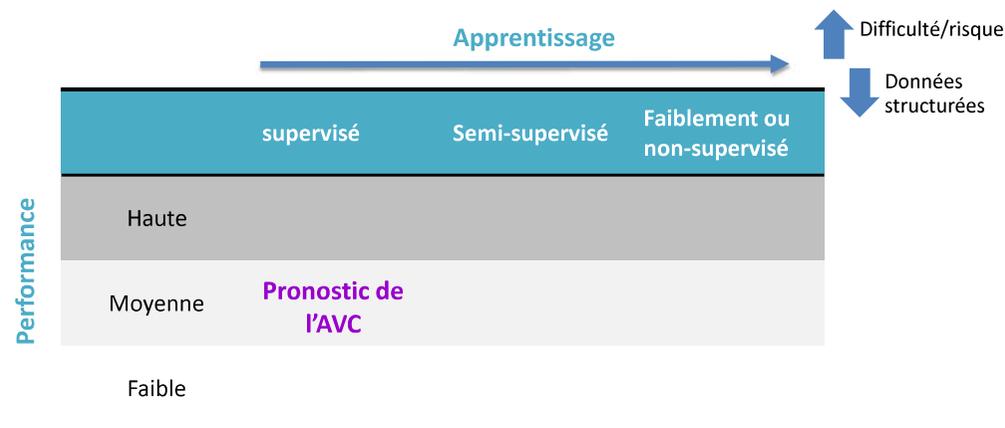
IA et analyse d'images médicales

Sait-on déjà tout faire ?



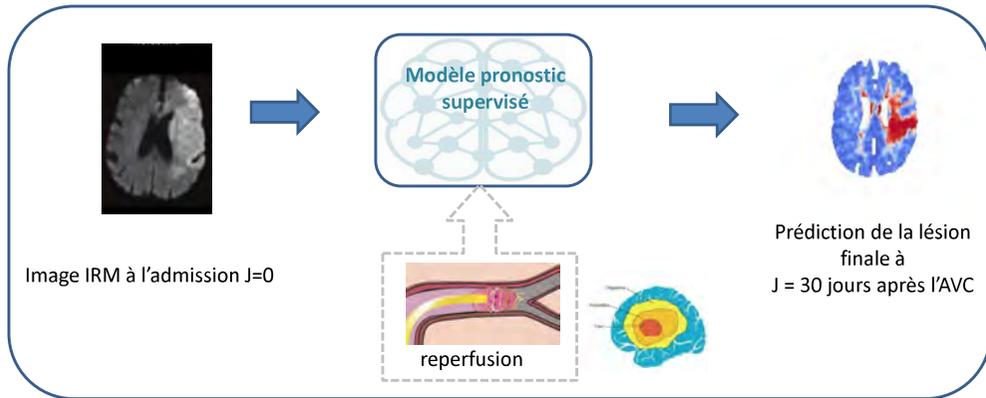
IA et analyse d'images médicales

Sait-on déjà tout faire ?



Prédire la réponse au traitement

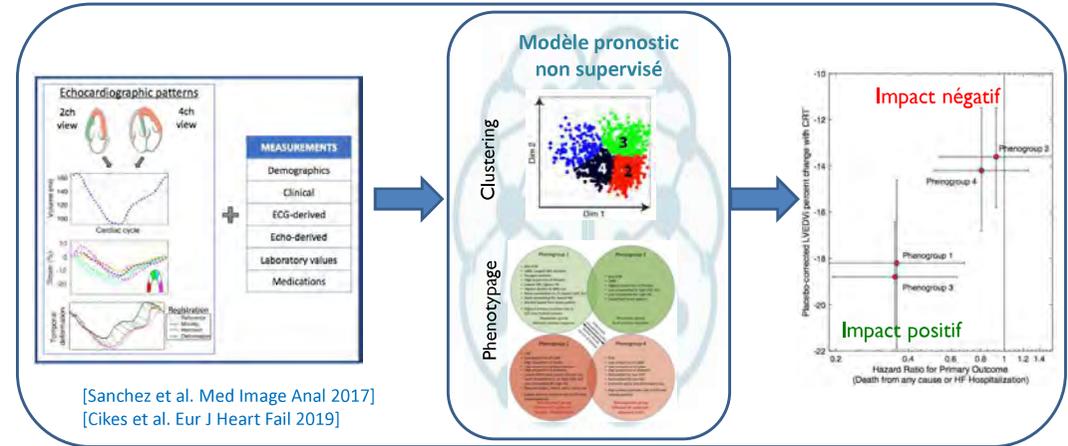
Evolution de la lésion ischémique de l'accident vasculaire cérébral (AVC)



[Debs et al MICCAI DLMIA 2019]

Prédire la réponse au traitement

Resynchronisation Cardiaque

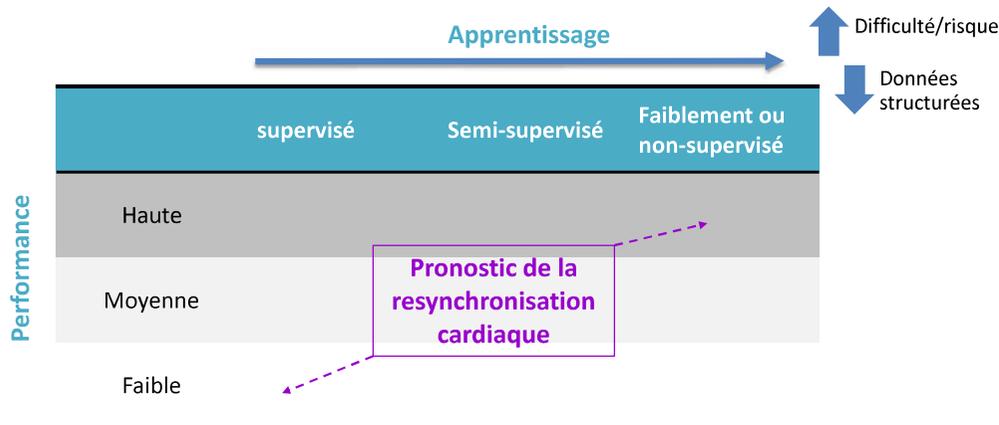


[Sanchez et al. Med Image Anal 2017]
[Cikes et al. Eur J Heart Fail 2019]

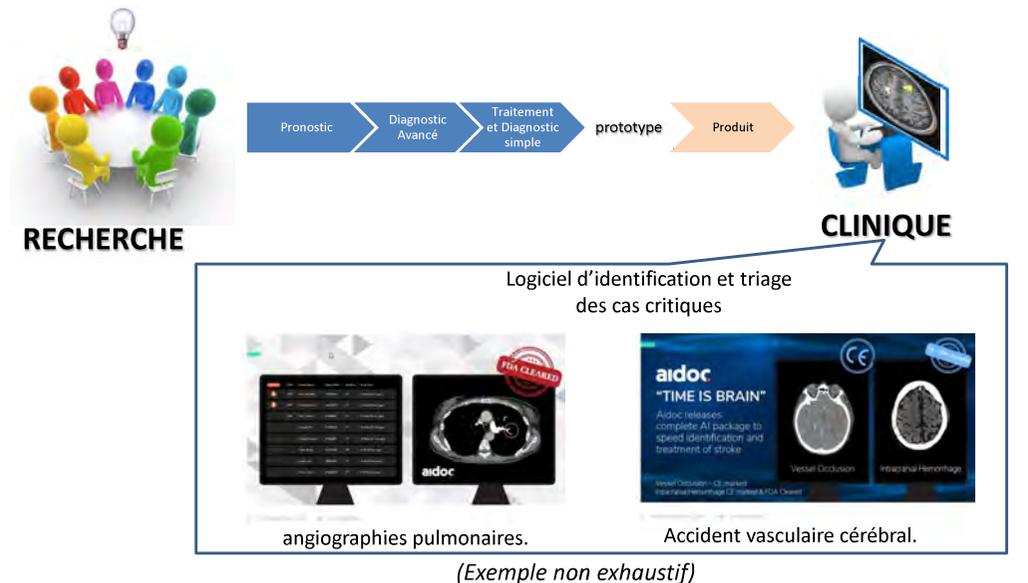
Echec des modèles supervisés → Apprentissage d'un modèle non supervisé
Extraction d'un phénotype individuel → explicabilité du modèle

IA et analyse d'images médicales

Sait-on déjà tout faire ?



L'IA déjà au service des médecins et des patients



Challenges méthodologiques

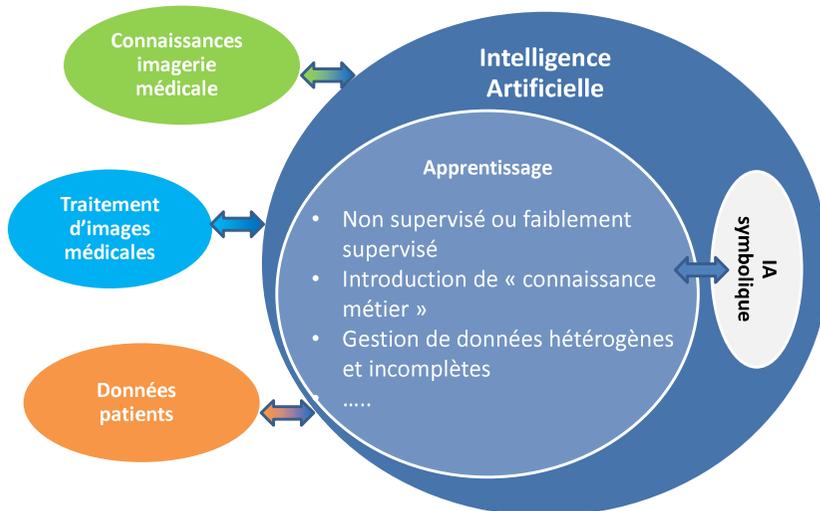
Attente des médecins et des patients

Vers une IA

- **Robuste :**
Même niveau de performance quelque soit l'origine et la qualité des données
- **Interprétable :**
Quelle information extraite des données a-t-elle servi à faire le diagnostic et existe-t-il une interprétation clinique?
- **Fiable**
Estimation d'un niveau de confiance sur les prédictions
- **Respectueuse de la vie privée**

- **Introduction** IA, médecine de précision et imagerie médicale
- **IA et analyse d'images médicales**
 - Comment assister le radiologue dans sa pratique clinique?
 - Quelques clés pour comprendre les mécanismes
 - Sait-on déjà tout faire?
 - Challenges scientifiques et sociétaux
- **Conclusion**

Challenges méthodologiques



Vers une IA interprétable et fiable



L'IA peut prédire la survenue d'un accident cardiaque (à partir d'un électrocardiogramme) mais nous ne savons pas du tout expliquer pourquoi !!!

Localiser, analyser l'information extraite par le modèle diagnostique pour mieux comprendre les mécanismes de la pathologie

Respect de la vie privée

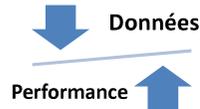


Sécuriser l'accès aux données personnelles et garantir leur protection
↓
Réglementation Générale sur la protection des données - RGPD

- **Introduction** IA, médecine de précision et imagerie médicale
- **IA et analyse d'images médicales**
 - Comment assister le radiologue dans sa pratique clinique?
 - Quelques clés pour comprendre les mécanismes
 - Sait-on déjà tout faire?
 - Challenges scientifiques et sociétaux
- **Conclusion**

https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/11/12/l-accord-controverse-de-google-avec-plus-de-cent-cinquante-hopitaux-aux-etats-unis_6018878_3234.html

Challenges méthodologiques :



Structuration de bases de données d'imagerie

↓

Initiatives

- Locales
- Nationales
- internationales

RGPD

Réglementation Générale sur la protection des données – Mai 2018

HEALTH DATA HUB

Plate-forme d'hébergement des données de santé Dec 2019

biobankTM

Banques de données longitudinales de plus de 500 000 volontaires 2006-...

Merci pour votre attention!

Remerciements

