

L'IA : quels bouleversements dans notre pratique ?

1. Les raisons d'avoir peur ou de se réjouir
2. L'impact sur nos pratiques

« Bouleversements ... »

- **Avoir peur ? L'IA qui remplace**

- Le mythe : Hal9000, Terminator, Matrix, ...
- Les leaders d'opinion : S.Hawkins, B.Gates, E.Musk, L.Alexandre, ...
- La crainte : perte de l'utilité de l'homme (emploi), ... jusqu'à la disparition de l'humanité



- **Se réjouir ? L'IA qui collabore**

- De meilleurs performances
- Une pénibilité réduite, du temps gagné
- Une opportunité sociale

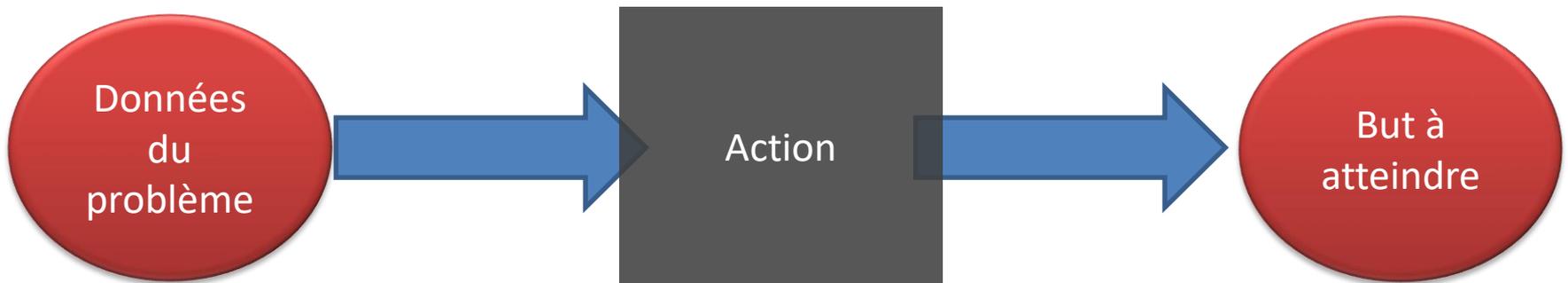


L'IA qui remplace l'homme

- **La question conceptuelle** : l'IA peut-elle penser comme l'homme ?
- **La question technique** : l'IA fonctionne-t-elle comme le cerveau de l'homme ?
- **La question pratique** : l'IA peut-elle faire la même chose (voire mieux) que l'homme ?

La question conceptuelle

- Une histoire ancienne : A.Turing années 50
- Quelle approche ?
 - Penser comme l'homme
 - Acter, se comporter comme l'homme



Acter comme l'homme

Pour atteindre un objectif, il faut raisonner :

– Filière de la logique : certitude du résultat mais, ...

- suppose la formalisation de toutes les combinaisons d'un problème : difficile, voire impossible dans la vraie vie
- aucune acquisition d'une connaissance nouvelle n'est possible

Approche
algorithmique :
**systèmes
experts**

– Filière de la rationalité : maximisation du résultat selon l'utilité attendue

- pas de formalisation, pas de programmation a priori du chemin à suivre
- un apprentissage issu de la réalité et de sa diversité
- l'autonomie, les connaissances nouvelles sont possibles

Approche par
les réseaux de
neurones :
IA

Exemple : jouer comme l'homme

- **Approche algorithmique**

Vision tactique : meilleur coup suivant

– **1997 : Deep Blue contre Kasparov = 3-2 (1 nulle)**

- Une bibliothèque d'ouvertures, 60M coups/s - 12 coups de profondeur



- **Approche par réseau de neurones**

Vision stratégique : probabilité de gagner la partie

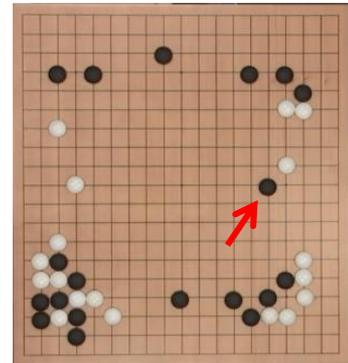
– **2016 : AlphaGo contre Lee Sedol = 4-1**

- Apprentissage supervisé : 160 000 de parties de joueurs professionnels

– **2018 : AlphaZero contre AlphaGo = 100-0**

AlphaZero contre Stockfish = 28-0 (72 nulles)

- Apprentissage par renforcement : le réseau joue contre lui-même des millions de parties



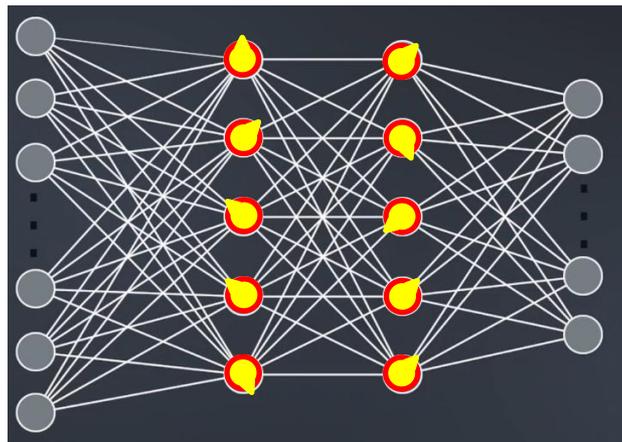
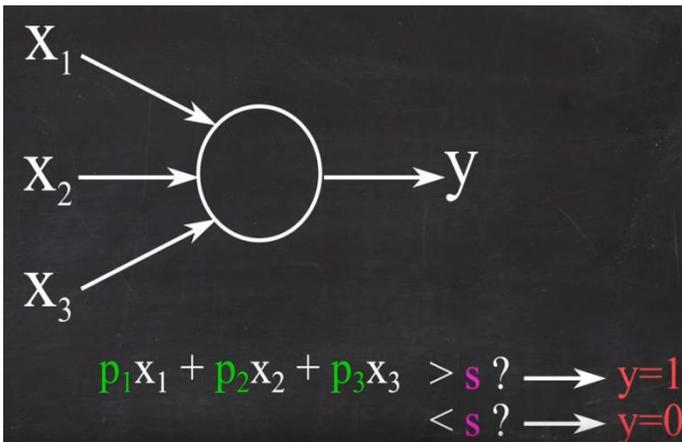
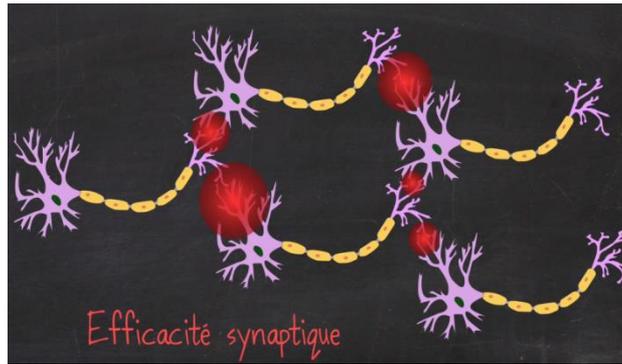
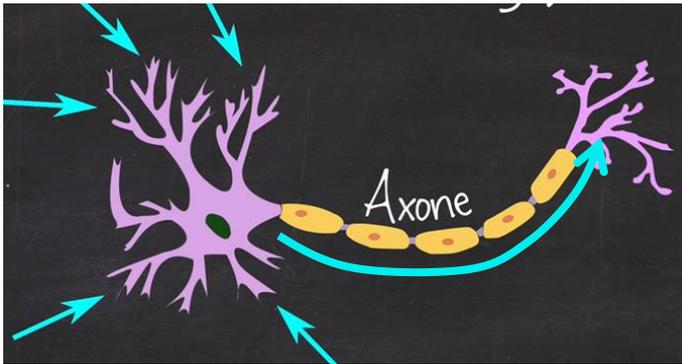
La question conceptuelle

- **Penser comme l'homme : non, mais acter comme l'homme : oui**
- **L'IA fait (avec les jeux) la démonstration de sa capacité :**
 - de se faire une représentation d'une situation d'ensemble et donc de prédiction (fonction d'évaluation)
 - d'auto-apprentissage et donc de progression (fonction d'apprentissage)
 - à s'adapter au changement et donc d'innovation face à des situations non prévues
 - **et ainsi d'acter de manière autonome et optimale en fonction d'un objectif à atteindre**

Au final l'IA peut être plus performante que l'homme

La question technique

- Analogie avec le fonctionnement du cerveau

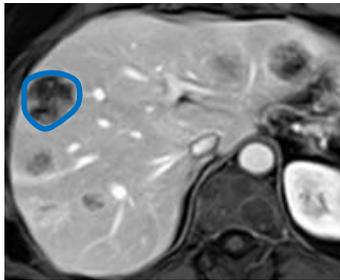
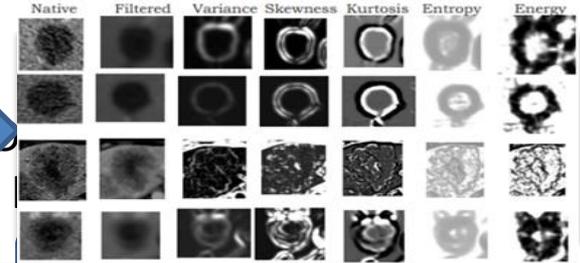


Pas de programmation a priori

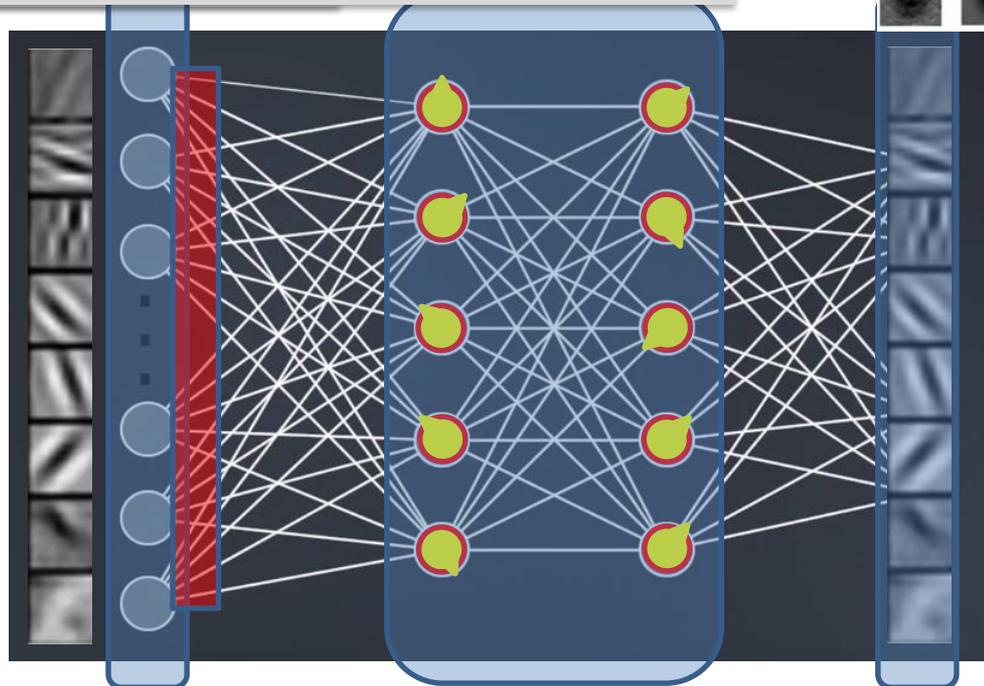
Un résultat obtenu par une somme de probabilités

Exemple : compter le nb de métastases

Abstraction de l'image :
forme, contours, signal,
pattern, texture, edge, blob, scale-space, shift, ...



160 000 pxl



Apprentissage supervisé

Cortex
temporal

8 métastases

Deep
learning

La question technique

- **Le fonctionnement de l'IA :**
 - Repose un réseau de neurones qui s'apparente à celui de l'homme
 - Adopte des techniques d'apprentissage similaires à celles de l'homme
 - Peut reconnaître des objets (images, parole, texte, ...), parfois mieux que l'homme dans certains détails

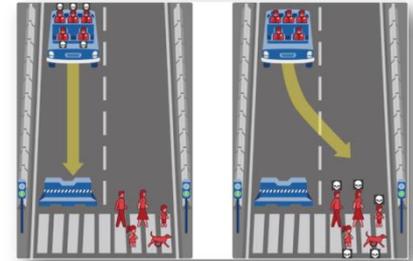
**Au final l'IA peut être plus performante
que l'homme dans certains domaines**

L'IA qui remplace l'homme

- **Au total peut-on généraliser ces performances ? Faut-il avoir réellement peur de cette IA ?**
 - **qui peut acter de manière aussi intelligente que l'homme**
 - non car les jeux sont déterministes
 - **qui a un fonctionnement qui est similaire à celui du cerveau de l'homme**
 - non car les dimensions sont sans aucune commune mesure (nombre de neurones, de connexions, de circuits)
 - **qui sait reconnaître son environnement comme l'homme voire mieux que l'homme**
 - plus ou moins, mais n'est-ce pas une opportunité plutôt qu'une menace ?
 - peut-être oui pour les métiers dont le principe ne repose que sur la **reconnaissance d'objets observables** par l'IA : archivistes, traducteurs, secrétaires, ... radiologues

L'IA qui remplace l'homme

- **Non car il manquera (toujours ?) à l'IA dans son action les décisions qui relèvent :**
 - Des réflexes
 - De l'irrationnel (intuition), l'éthique, l'esthétique
 - De la psychologie, de l'empathie
 - De l'ensemble des informations permettant d'appréhender une situation dans la globalité
- **et surtout, le sens commun :**
 - Tout ce que nous savons sans jamais l'avoir appris.



« Une forme de discernement entre les sens et la rationalité réalisant des normes de jugement à la fois vagues et robustes. »

L'IA qui collabore

Faiblesses

- La « boîte noire », avec une possibilité d'erreurs
- Une représentation du monde limitée à une tâche donnée
- Une capacité d'action qui se résume à ce pourquoi elle est entraînée et au prix d'une grande quantité de données

Forces

- Une approche probabiliste du bon résultat et une capacité d'apprentissage qui s'apparentent à celles de l'homme
- Une mémoire stable, un comportement reproductible, aucune fatigabilité, ...

Elle peut ainsi être une opportunité dès lors qu'elle est pilotée par l'homme dans l'identification des problèmes à résoudre et des objectifs à atteindre

L'IA et nos métiers

- **PubMed** : « artificial intelligence » & ...

- « medical » : 21 236

- « radiology » : 5 222

- « ophthalmology » : 320

- « gastroenterology » : 273

- « pancreas » : 184

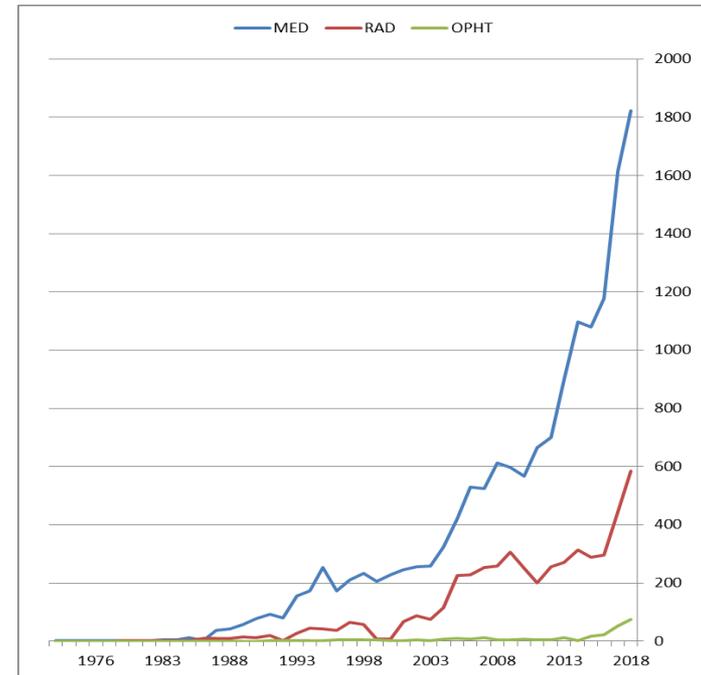
- **Le « Bigdata médical »**

- Images radiologiques, anapath, ... **annotées**

- Dossier médical, examens biologiques

- Données génomiques

- Et la combinaison de ces données (« radio-génomique »)



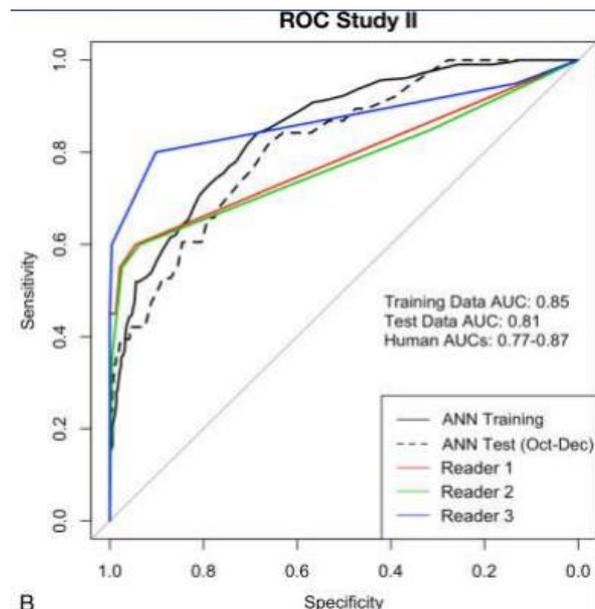
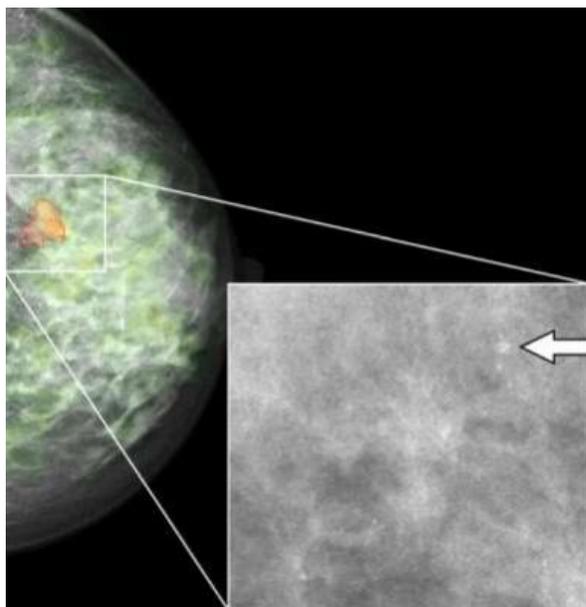
L'IA avec les images médicales

- Ce qui marche dès à présent : faire la différence entre le normal et le pathologique
- En pratique : le dépistage dans certains domaines
 - Tuberculose, cancer du sein, micro-hémorragies cérébrales, mélanome, rétinopathies, fractures osseuses
- **Exemple : cancer du sein**

3228 mammographies
143 cancers

Lecture par 3
radiologues

*Beckers AS,
Invest Radiol 2017*



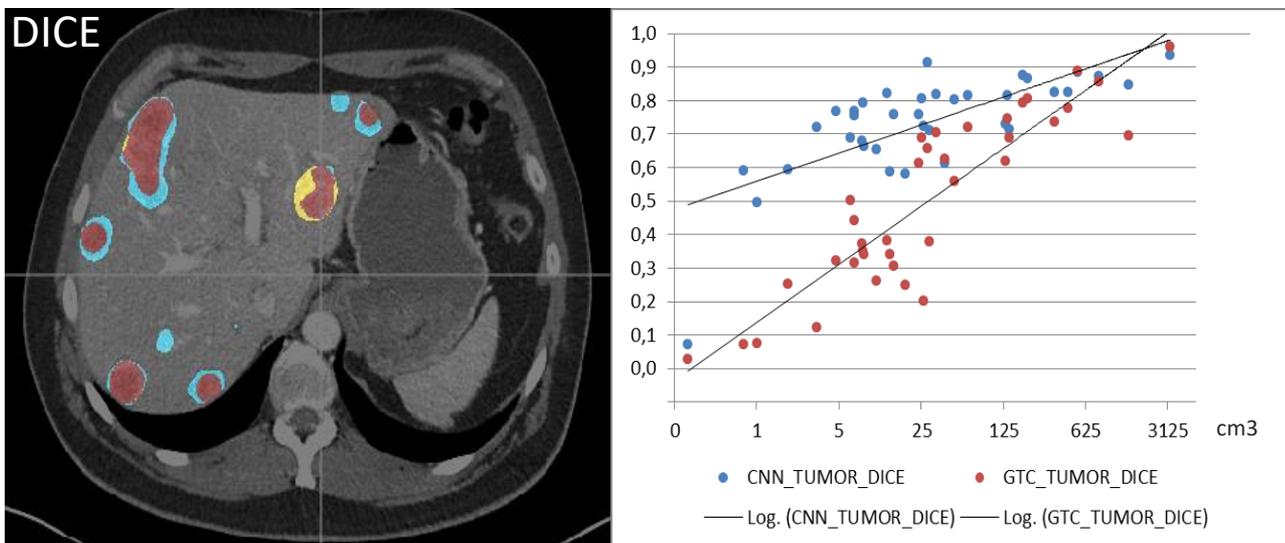
L'IA avec les images médicales

- Ce qui pourrait marcher assez rapidement : la détection automatique de lésions
- En pratique : le bilan d'extension et réponse tumorale aux traitements dans certains organes
- **Exemple : volume total des métastases hépatiques**

46 scanners
≈ 800 métastases

Contourages
par 2 radiologues puis

- par algorithme (GTC)
- Par IA (CNN)



L'IA avec les images médicales

- Ce qui sera plus compliqué mais avec un potentiel de supériorité par rapport à l'œil humain : la caractérisation lésionnelle
- **Exemple : diagnostic des nodules sur cirrhose : CHC ou non ?**

178 lésions (CT)

- Biopsies
- Lecture LIRAD par 2 radiologues

1160 caractéristiques identifiées par IA

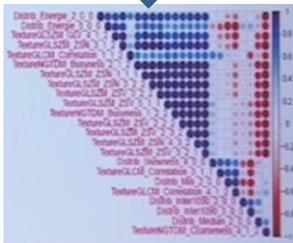
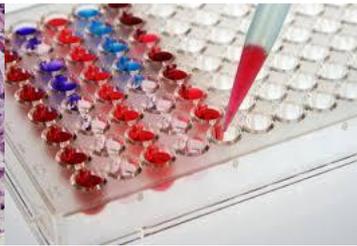
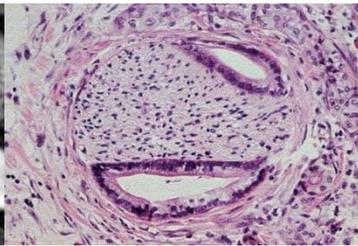
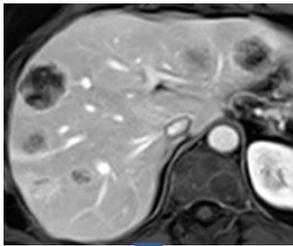
Table 3 Indeterminate liver nodule characteristics: phenotype in the training set

	Overall	HCC	Non-HCC	<i>p</i> value
Nodule size				
Largest diameter (cm)	4.2±2.5	4.3±2.6	3.8±2.1	0.24
Volume (cm ³)	8.2±33.0	9.5±37.2	3.3±8.3	0.30
Nodule mean density (HU)				
Non-contrast	39±11	40±10	35±16	0.02
Arterial phase	61±18	62±17	57±22	0.09
Portal venous phase	79±22	81±21	72±25	0.01
Top 5 radiomics features				
Top 1. $\Delta_{\text{Delta V-A_DWT1_LL_Variance-2D}}$	-0.07±0.61	-0.178±0.603	0.355±0.450	0.0003
Top 2. $\Delta_{\text{Delta V-A_GLCM_Homogeneity-2D}}$	-0.006±0.040	-0.012±0.037	0.022±0.041	0.0004
Top 3. $\Delta_{\text{Delta V-A_Run_Short_Run_Emphasis-2D}}$	0.001±0.007	0.002±0.006	-0.003±0.007	0.0005
Top 4. $\Delta_{\text{Delta V-A_DWF_LL_Variance-3D}}$	0.986±3.072×10 ⁶	1.407±3.100×10 ⁶	-0.821±2.219×10 ⁶	0.0134
Top 5. $\Delta_{\text{Delta V-A_Laws_2-2D}}$	1.159±18.910	3.789±19.047	-9.484±13.977	0.0037

L'IA avec les images médicales

- Dans l'avenir : le pronostic, la prédiction de la survie

Intégration massive de données, extraction de descripteurs caractéristiques



Radiomique

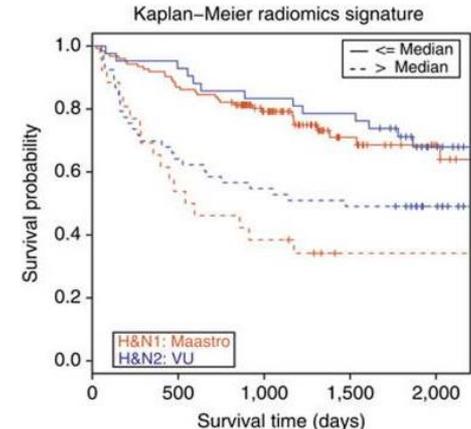
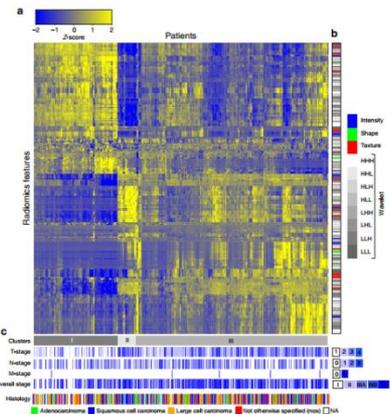


Génotype

1019 cancers ORL ou poumon

- 440 caractéristiques (CT)
- Corrélations au pattern génétique des cancers (robustesse)
- 4 paramètres CT prédisent la survie

Aerts : Nature 2014



L'IA et le pancréas

- Diabète
- Génétique, biologie des maladies du pancréas
- Pronostic du cancer
- Diagnostic des cancers, t. kystiques, TIPMP
- Dépistage du cancer

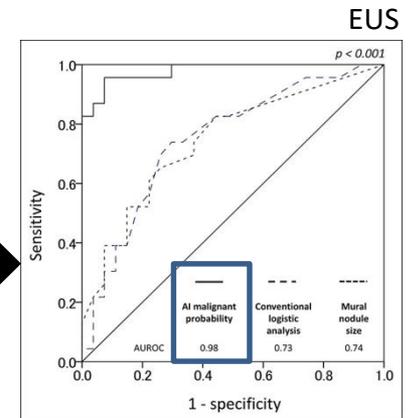


TABLE 2: Diagnostic Performance of Radiomics Feature Categories in Differentiation of Pancreatic Ductal Adenocarcinoma From Normal Pancreas

Feature Categories (No. of Radiomics Features Within Category)	Accuracy (%)	Sensitivity (%)	Specificity (%)
First-order statistics (14)	84.0 (105/125)	83.3 (50/60)	84.6 (55/65)
Shape (8)	69.6 (87/125)	81.7 (49/60)	58.5 (38/65)
Texture (33)	92.0 (115/125)	93.3 (56/60)	90.8 (59/65)
First-order statistics and texture from filtered images (414)	98.4 (123/125)	98.3 (59/60)	98.5 (64/65)

130 cancers (4 cm)
125 normaux

478 caractéristiques
identifiées par IA

L'IA un bouleversements dans notre pratique

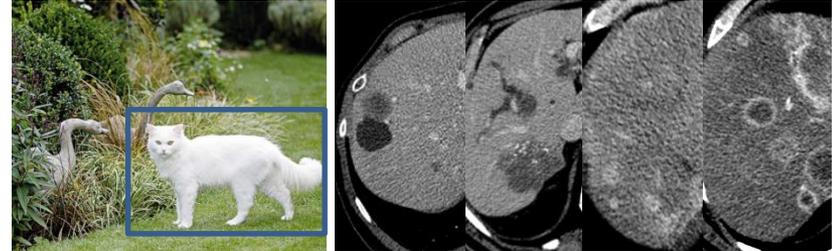
Pour l'analyse des images

- Sans doute pour les images par définition observables et dont l'acquisition dépend peu du médecin (CT, MR, Rx)
- Plus compliqué avec l'échographie, écho-endoscopie
- Endoscopie, vidéo-capsule ?

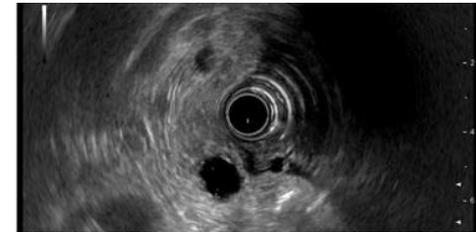


Avec toutefois encore de vraies limites :

- *diversité des aspects*



- *problème des repères anatomiques*



- *acquisition des images*



L'IA un bouleversements dans notre pratique

Et pour tout le reste grâce au croisement possible des toutes les données accessibles ...

- Prédiction de la pathogénicité de certains gènes
- Identification des facteurs pronostics des pathologies
- Anticipation de l'efficacité des traitements
- ...

Au final, une réelle opportunité pour améliorer nos performances, ... et au passage recentrer notre attention sur le plus important : le patient