

PRINCIPES GÉNÉRAUX DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN IMAGERIE MÉDICALE



Hôpital Cochin
Port-Royal
AP-HP

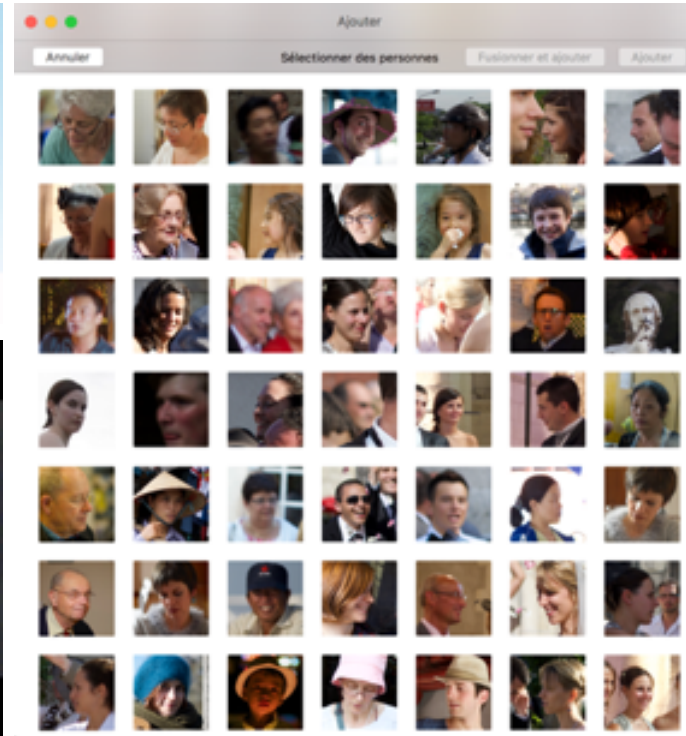


Université de Paris

GUILLAUME CHASSAGNON

Imagerie cardio-thoracique - Hôpital Cochin

L'IA dans notre quotidien



Historique

- **1952** : Le premier **programme capable d'apprendre** est créé par Arthur Lee Samuel
- **1959** : Arthur Lee Samuel introduit le terme de « **Machine Learning** »



Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers

Arthur L. Samuel

Abstract: Two machine-learning procedures have been investigated in

IBM Journal of Research and Development



Université de Paris

Historique

- **Années 80** : introduction du Deep Learning et des **réseaux neuronaux convolutifs**
- **1996** : Première application du Deep Learning (réseaux convolutifs) pour la **reconnaissance de caractères**



Historique

- **2012** : Généralisation du **deep learning** grâce à l'augmentation de la capacité de calcul des cartes graphiques (**GPU**)



Historique

- **2015** : IBM achète le PACS Merge pour 1 Md\$ afin de fournir un PACS à Watson

AuntMinnie.com

IBM's bid for Merge shows allure of imaging big data

By Erik L. Ridley, AuntMinnie staff writer

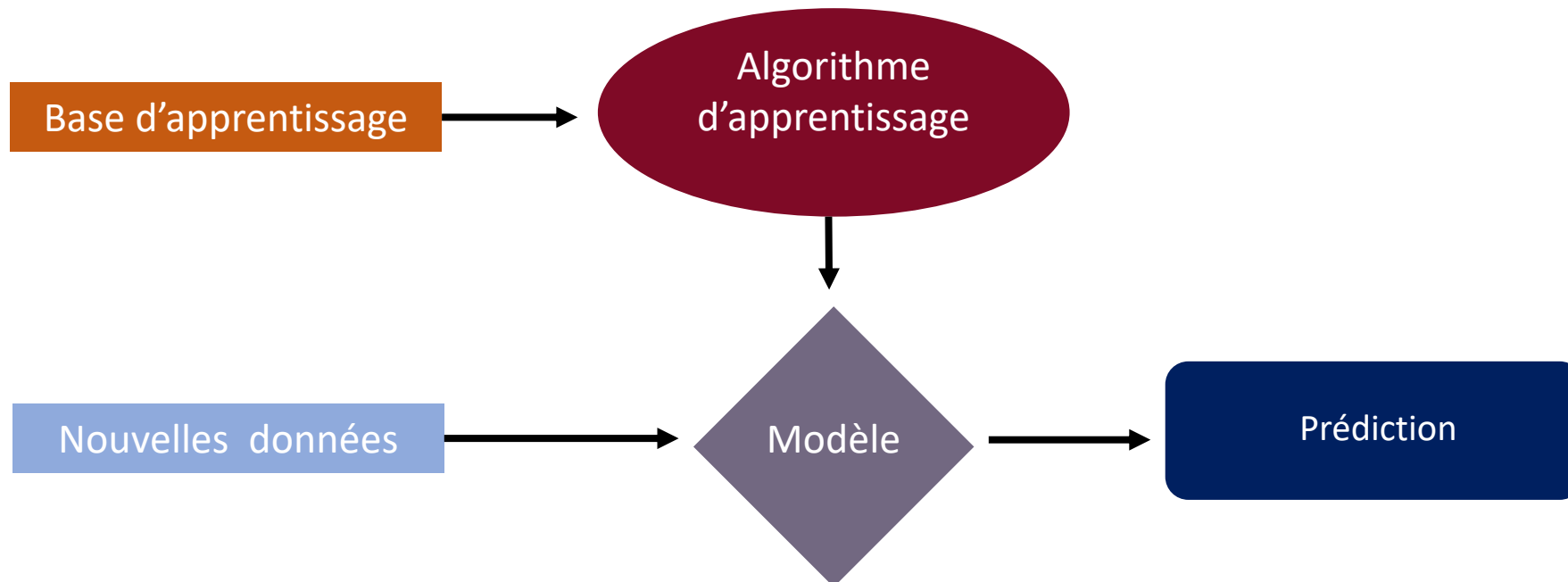
August 20, 2015 -- It doesn't take IBM's Watson artificial intelligence software to discern that the computing giant has big plans for its planned acquisition of PACS and imaging software firm Merge Healthcare. Indeed, IBM views medical imaging as a key element of its vision to transform healthcare with cognitive computing and analytics.



Un peu de terminologie



- **Machine learning** : « Champ d'étude donnant aux ordinateurs la capacité d'apprendre sans avoir été programmés explicitement » Arthur Lee Samuel, 1959
→ Au lieu de suivre une suite d'instruction, le système a la capacité de créer un modèle capable de prédire la réponse

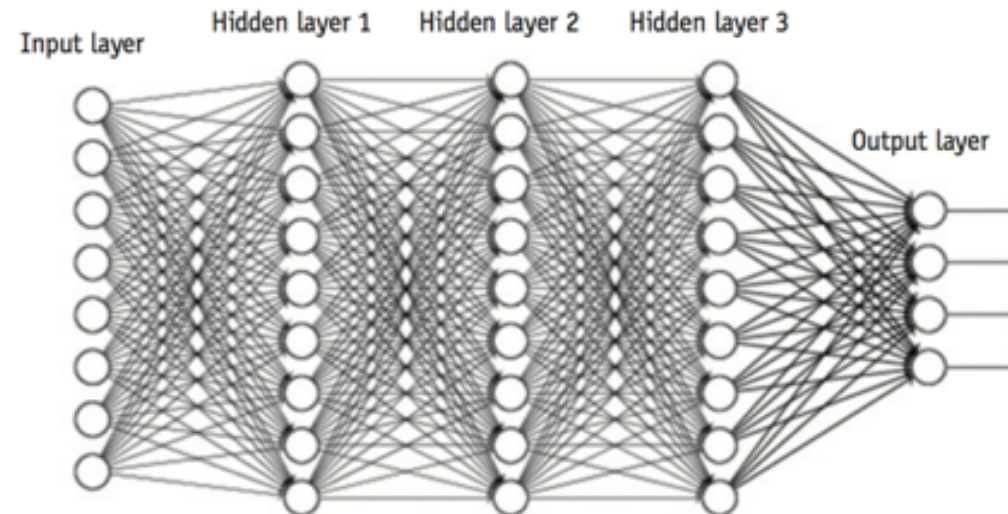


Un peu de terminologie



- **Deep learning**: forme particulière de **réseau neuronal** où les neurones sont organisés en **couches multiples**. Cette augmentation du nombre de couches permet d'obtenir **un plus haut niveau d'abstraction**

→ **Etat de l'art en machine learning.**

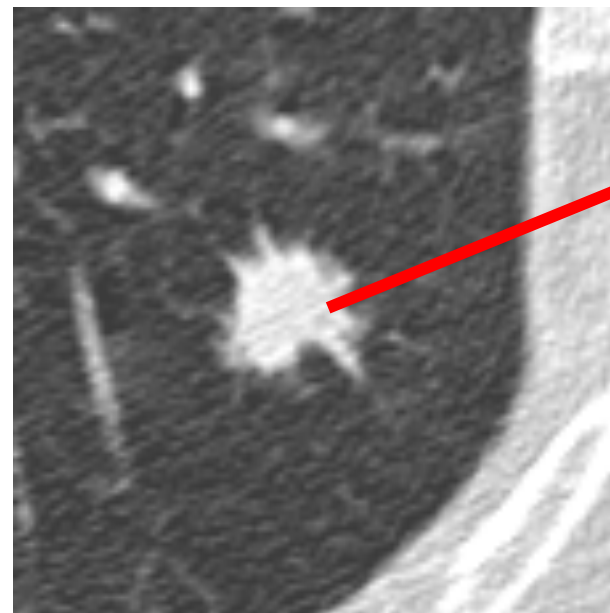
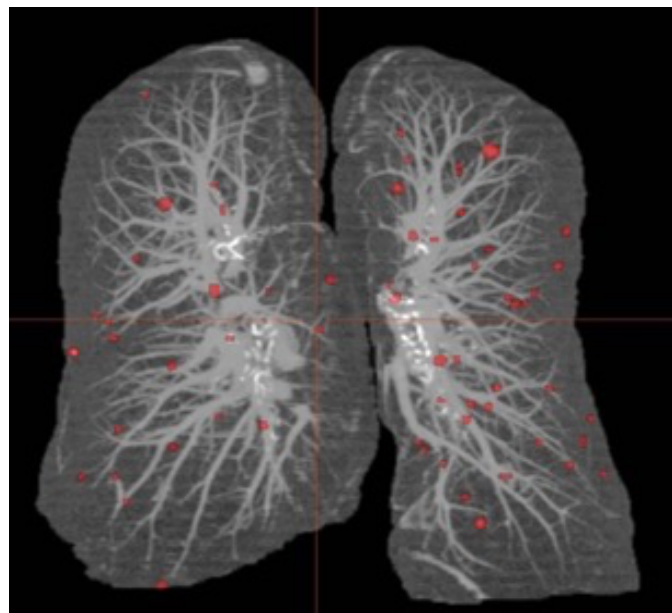


Lee JG et al, KJR 2017

Un peu de terminologie

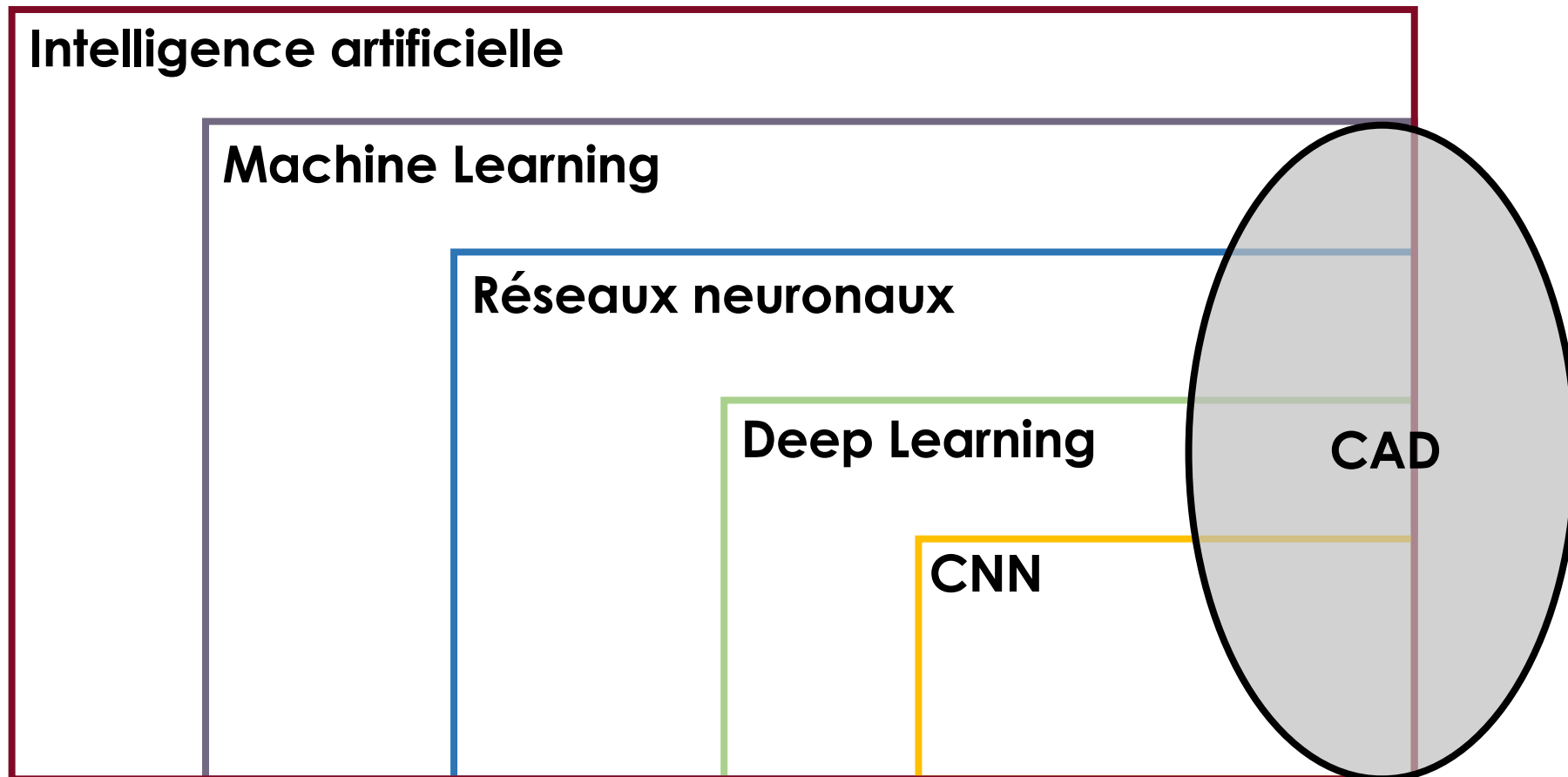


- **CAD (computer aided diagnosis)** : outil informatique qui peut avoir été développé en utilisant des méthodes d'intelligence artificielle
 - **CADe** = CAD de détection
 - **CADx** = CAD de caractérisation

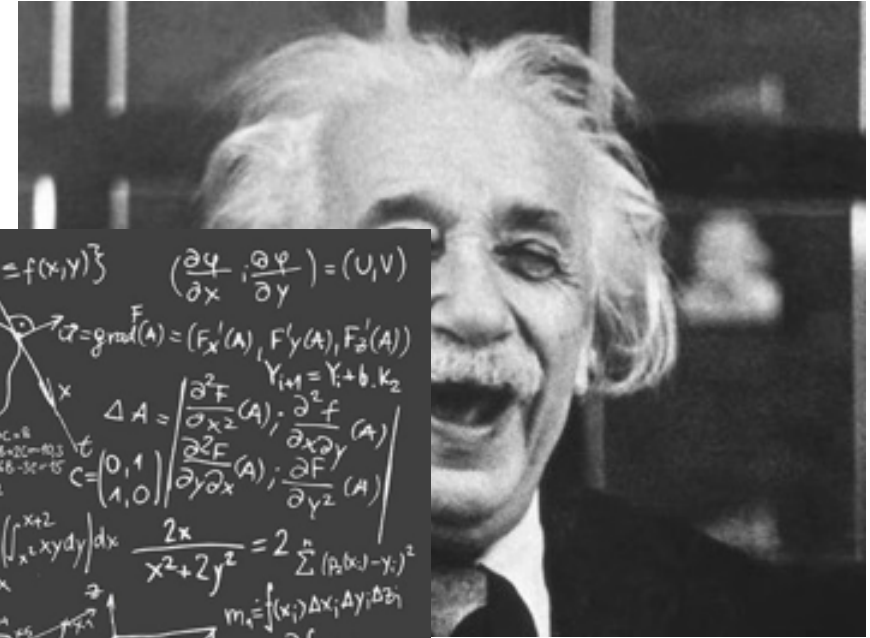
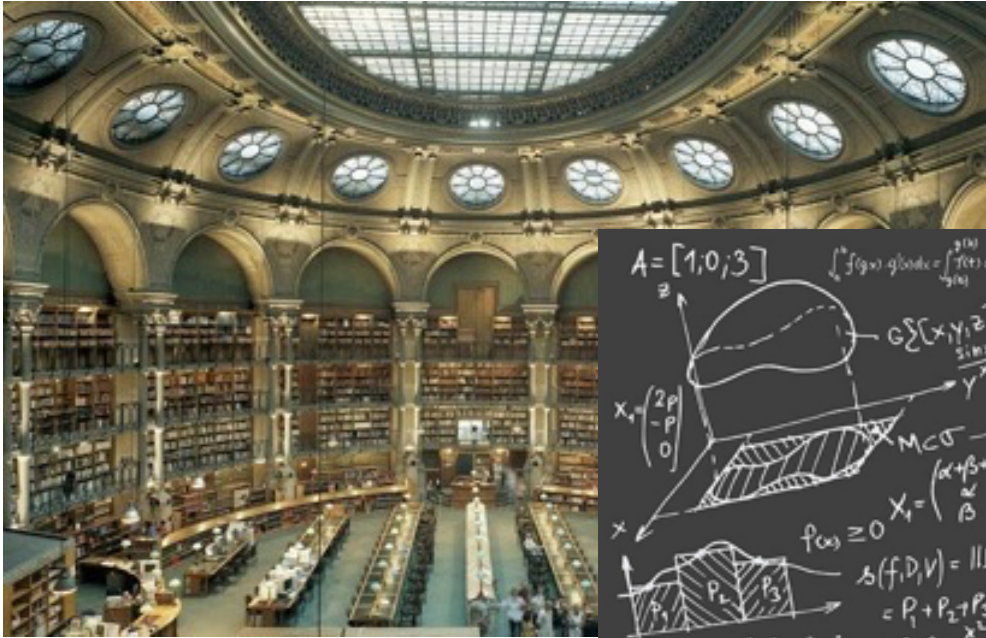


Probabilité de
malignité = 80%

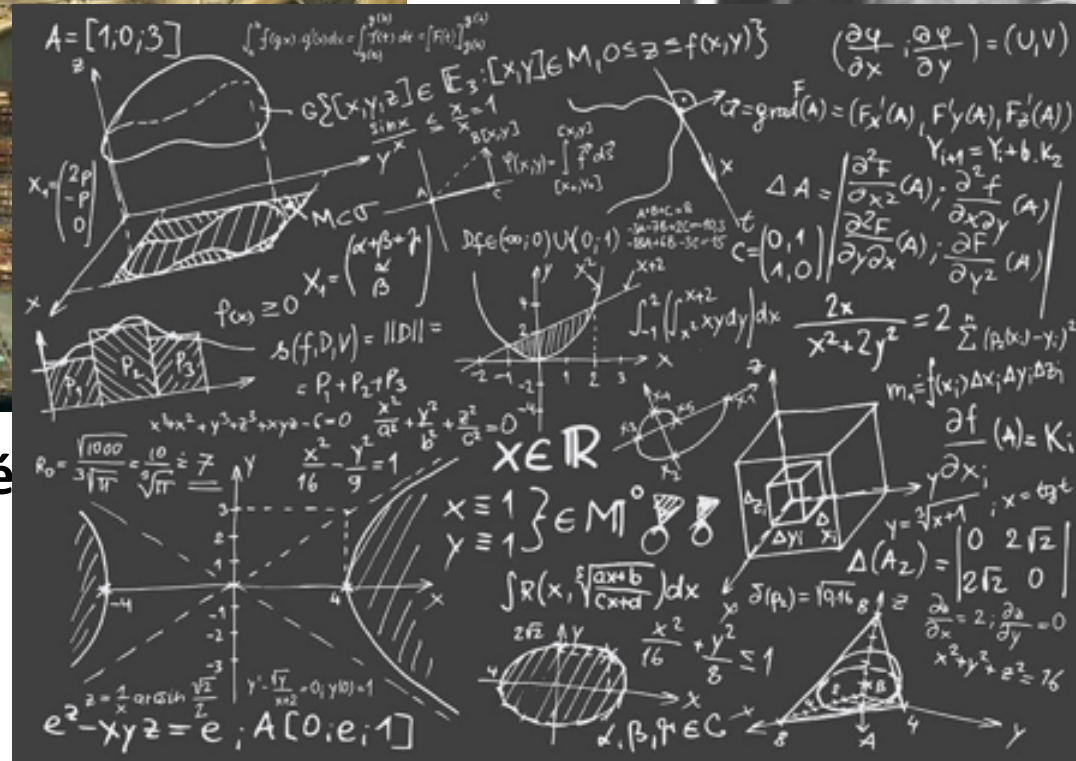
Un peu de terminologie



Principes généraux du machine learning

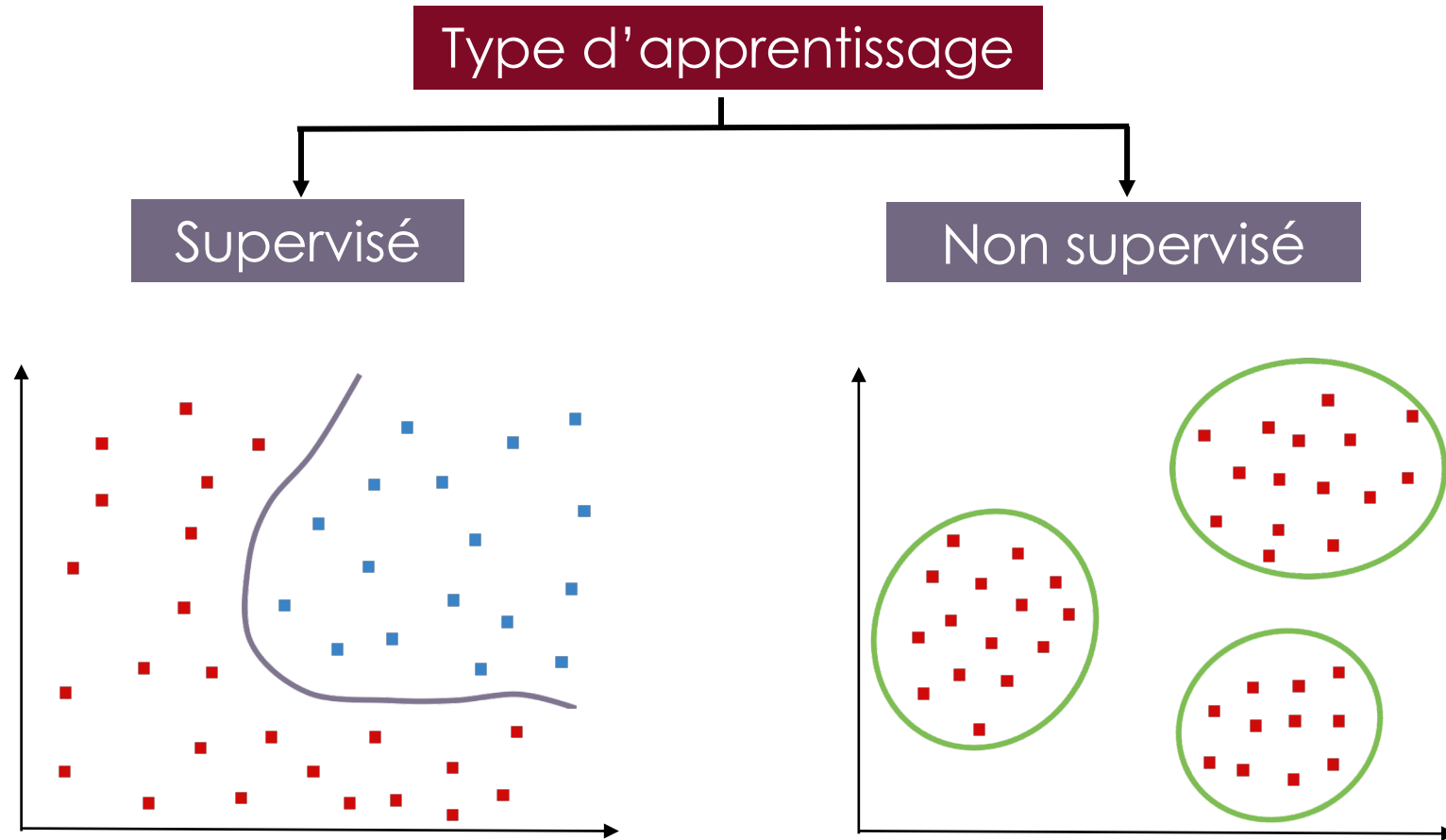


Base de données

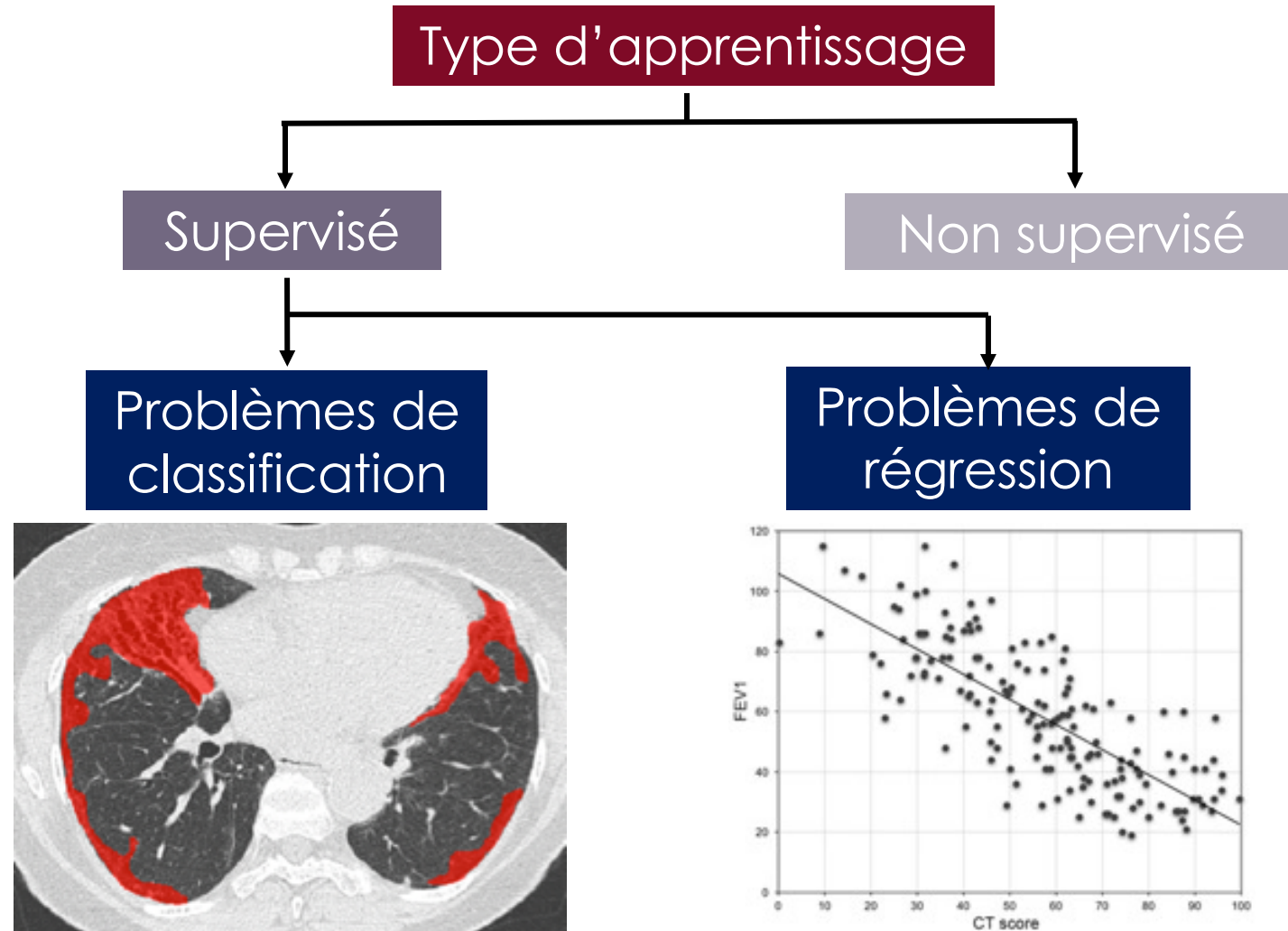


Algorithme
apprentissage

Différents types d'apprentissage

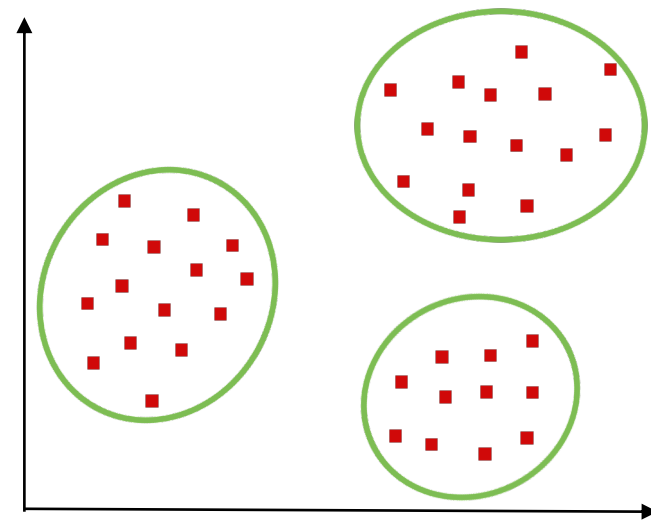
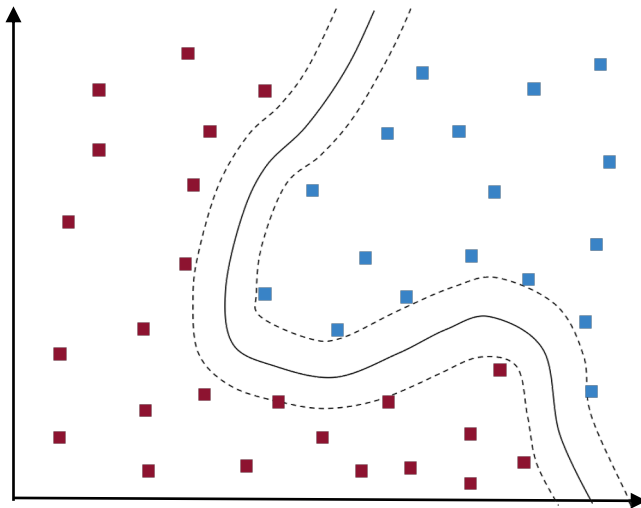


Différents types d'apprentissage



Différents types d'apprentissage

- **Machine à vecteur de support (SVM)**
- **Random forest**
- **Partitionnement en k-moyennes (clustering)**

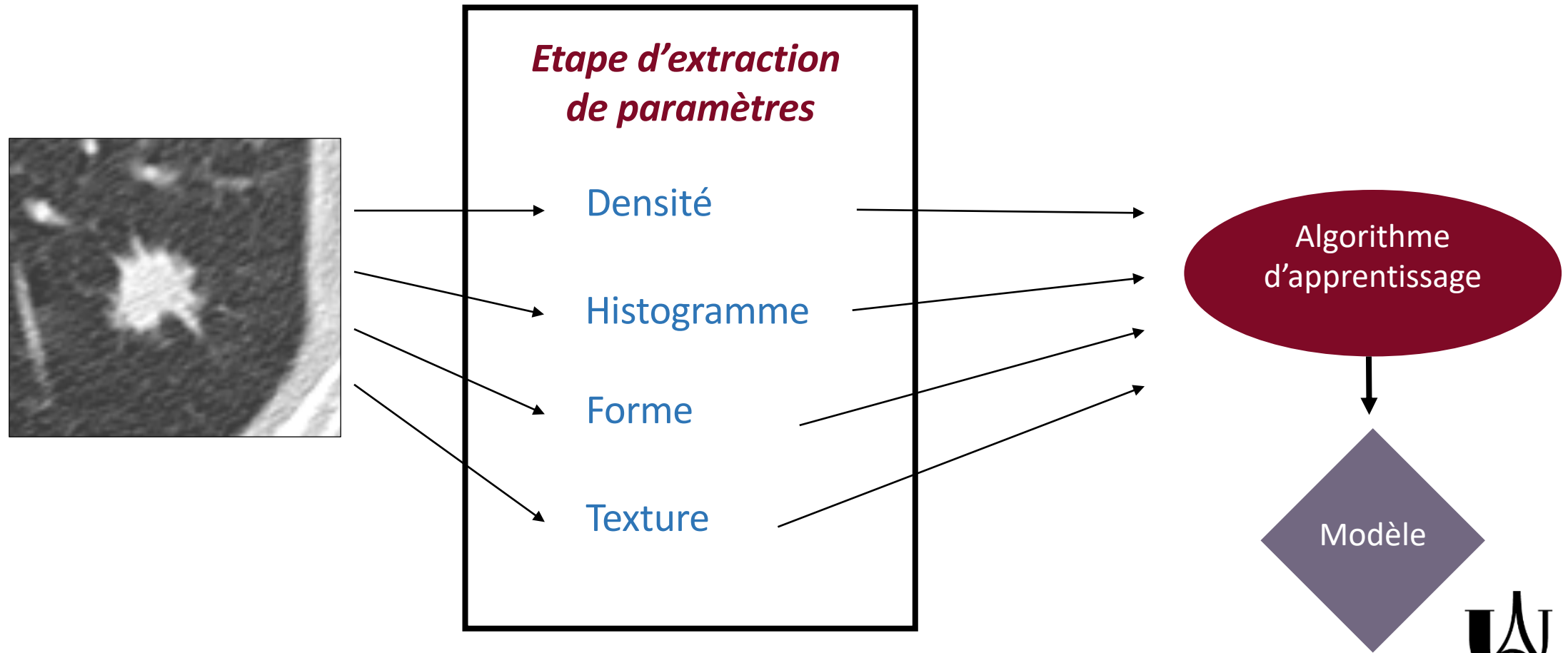


Différents types d'apprentissage



Méthodes classiques de machine learning **ne sont appliquées sur l'image** mais sur des **caractéristiques numériques** extraites des images

Différents types d'apprentissage



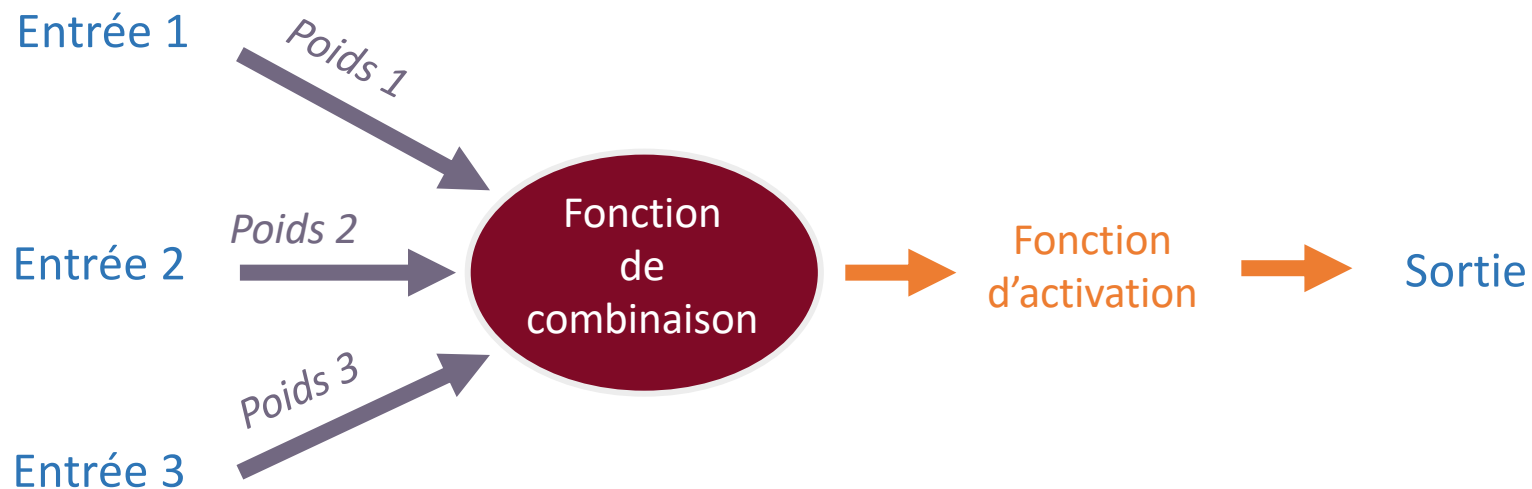
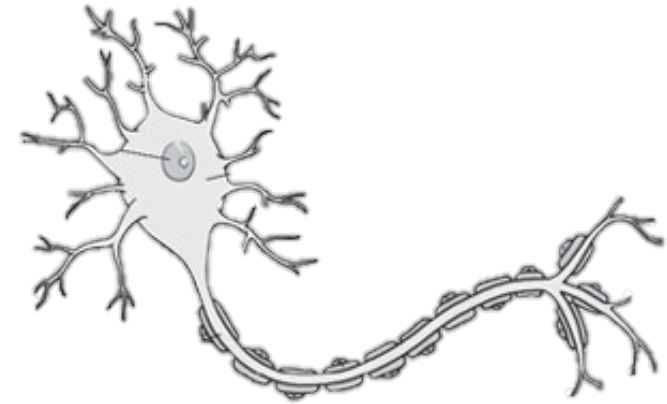
Différents types d'apprentissage

- Exemples de méthodes classiques de machine learning :
 - Machine à vecteur de support (SVM)
 - Random forest
 - Partitionnement en k-moyennes (clustering)
- Deep learning

Deep learning

- **Réseaux de neurones artificiels:**

- Inspiré du fonctionnement des neurones biologiques
- Chaque neurone formel somme les informations afférentes (entrées) qui ont chacune leur pondération



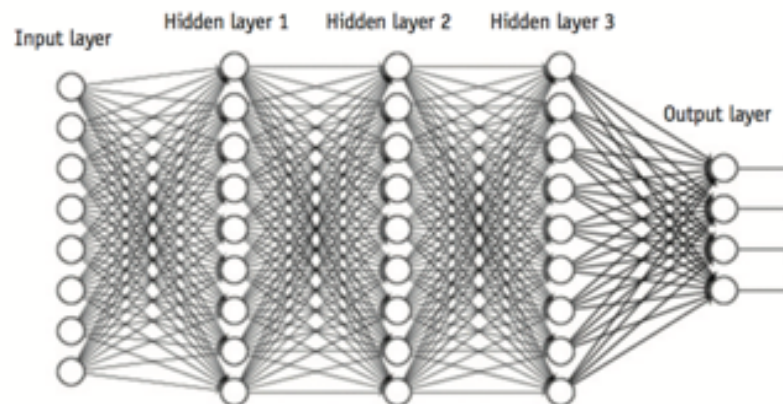
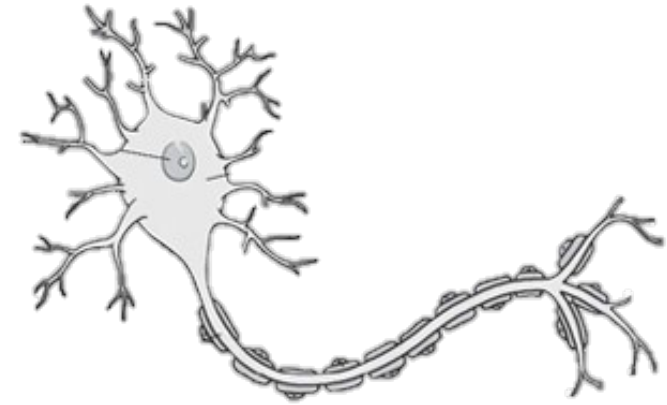
Deep learning

- **Réseaux de neurones artificiels:**

- Inspiré du fonctionnement des neurones biologiques
- Chaque neurone formel somme les informations afférentes (entrées) qui ont chacune leur pondération

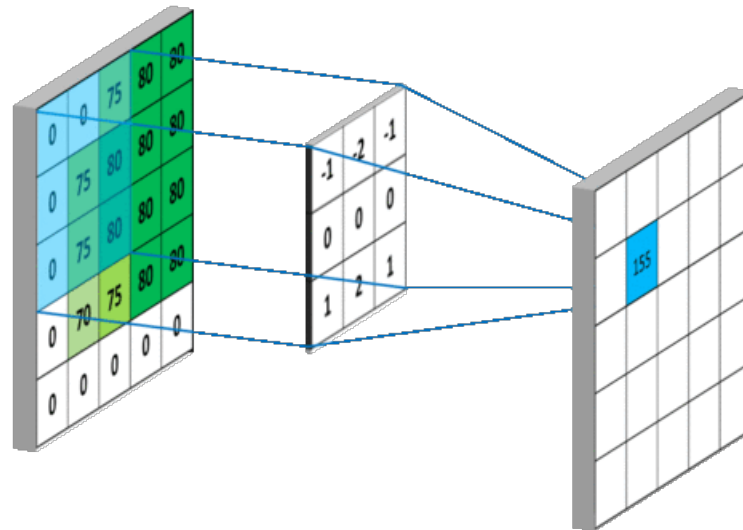
- **Réseaux peuvent avoir :**

- Une couche cachée
- Ou plusieurs couches cachées (réseaux neuronaux profonds = **deep learning**)

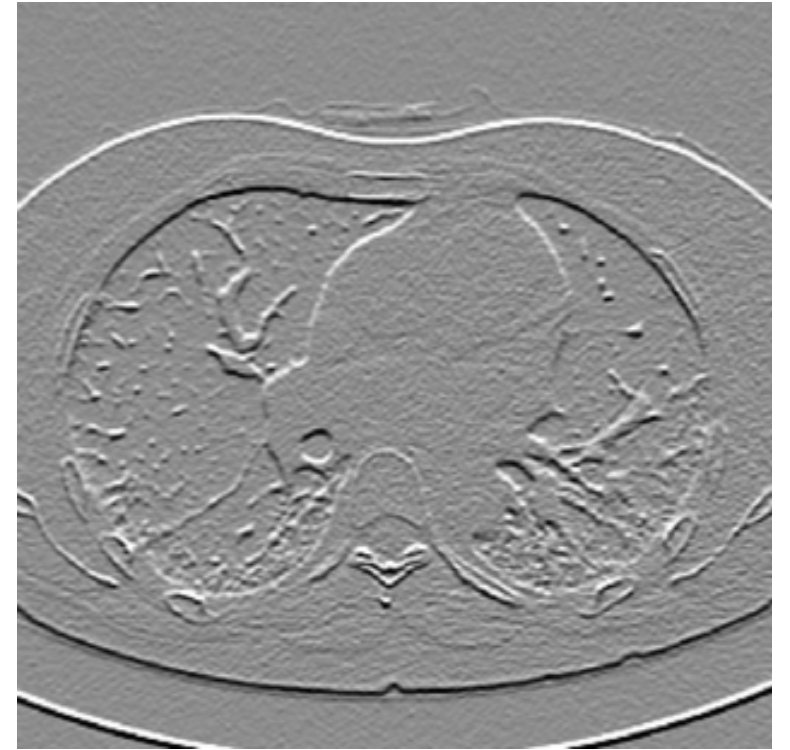
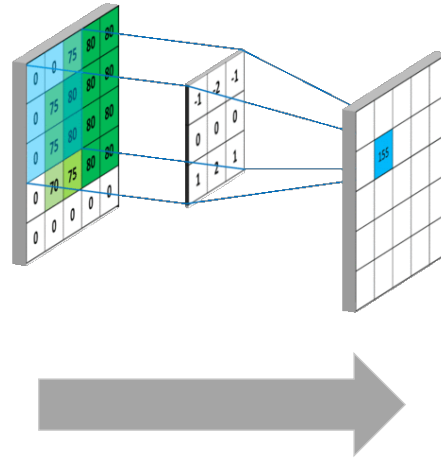
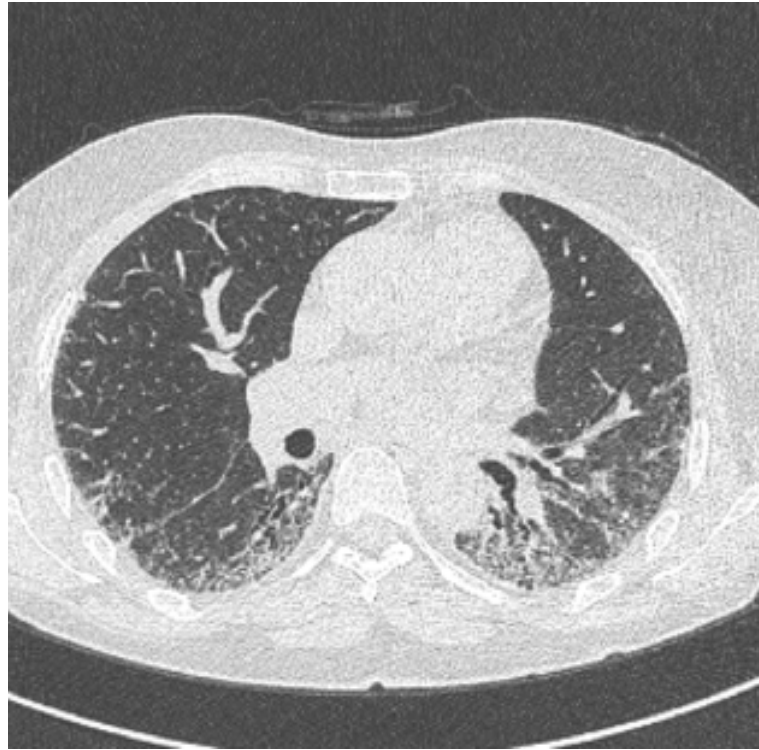


Deep learning – CNN

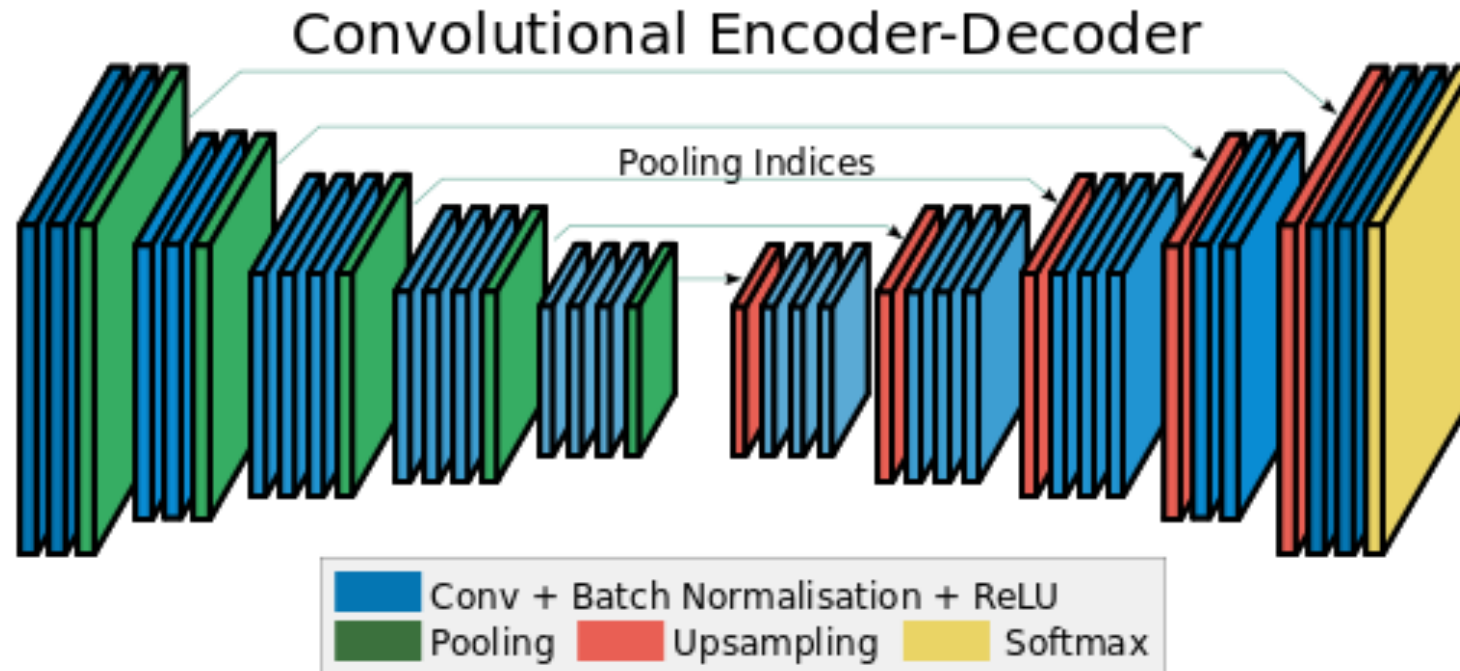
- **Réseaux neuronaux convolutifs :**
 - **Ne nécessitent pas de phase d'extraction des caractéristiques de l'image.**
 - Extraction réalisée directement par le réseau neuronal qui applique pour cela de multiples convolutions à l'image.



Deep learning – CNN



Deep learning – CNN



Deep learning vs méthodes classiques

- **Deep learning** représente l'**état de l'art actuel**
 - Avantages :
 - Meilleurs résultats
 - Ne nécessite **pas d'extraction préalable des caractéristiques d'images**
 - Inconvénients :
 - Nécessite **plus de données**
 - Nécessite **plus de puissance de calcul** lors de l'apprentissage
 - **Boîte noire :**
 - N'utilise **pas les mêmes critères que les humains**
 - Des **variations imperceptibles** ou à peine perceptible pour l'humain **peuvent mettre en défaut les algorithmes**

Natural



“revolver”

Adversarial



“mousetrap”



“vulture”



“orangutan”

Database = ImageNet (> 14 millions d'images)

Base de données SCUT-FBP (500 visages asiatiques dont la beauté est cotée de 1 à 5 par 20 observateurs)

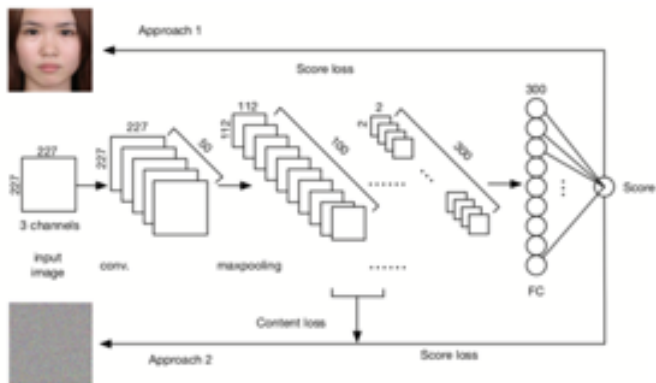


Fig. 2. CNN structure and approaches 1 and 2. In approach 1, we give an original image to the CNN, the difference between the predicted score and target score is back propagated through all layers and finally added to the input image. In approach 2, we give a noise image as an input additionally, then the difference between the forward feature map of noise image and the original image as well as the final score loss are back-propagated and finally added to the noise image.

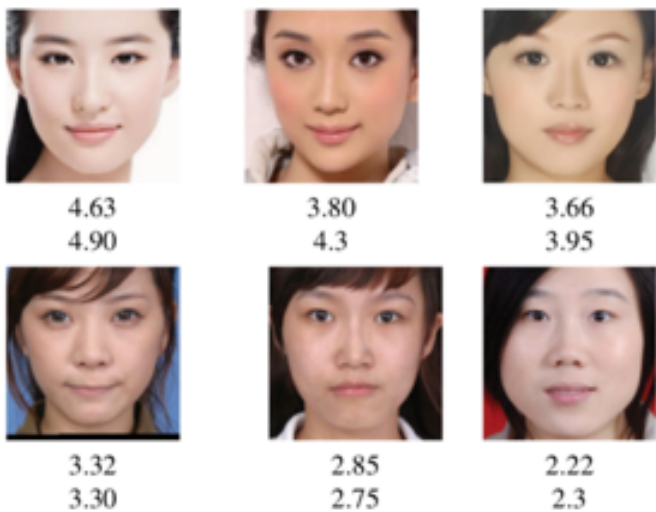
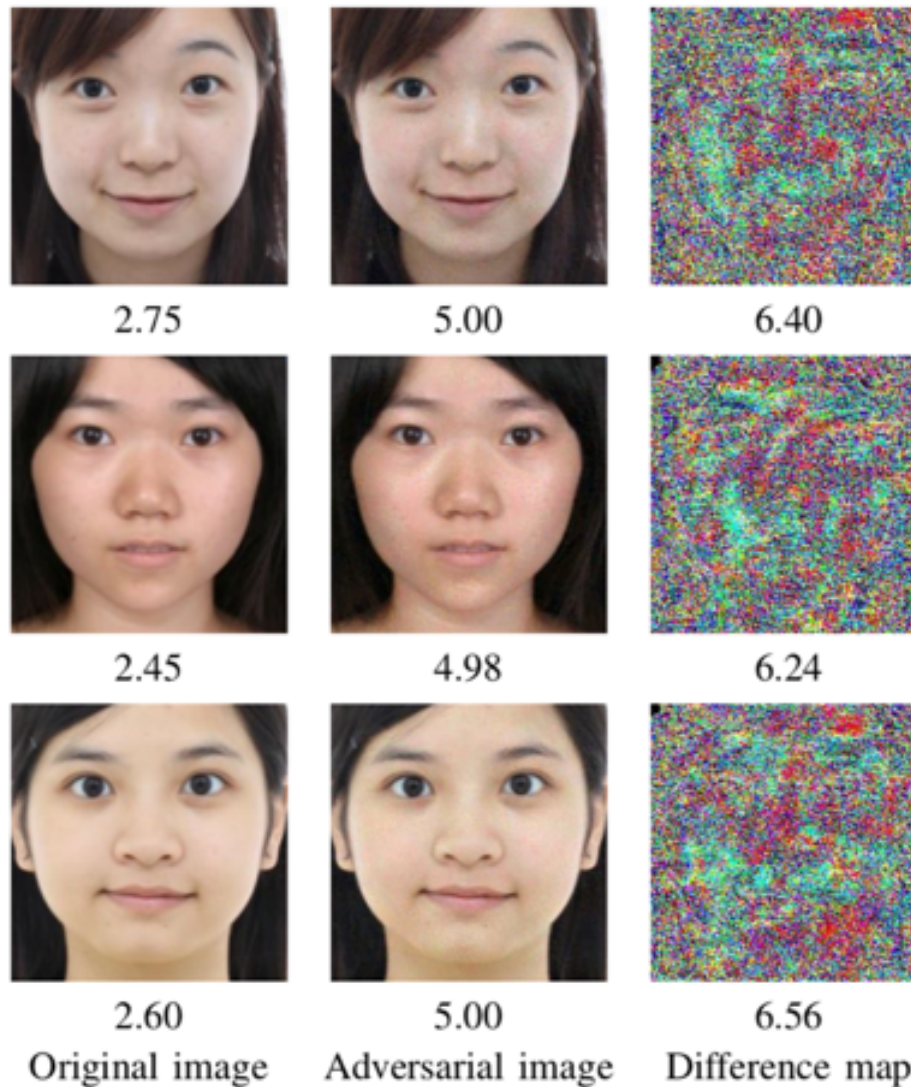
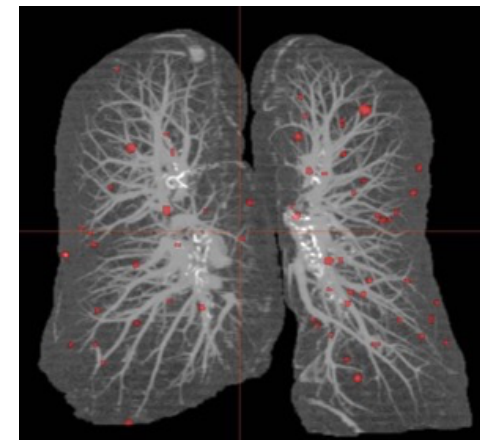


Fig. 3. Attractiveness score samples. The upper scores are the prediction and lower scores are averaged ones of human raters.

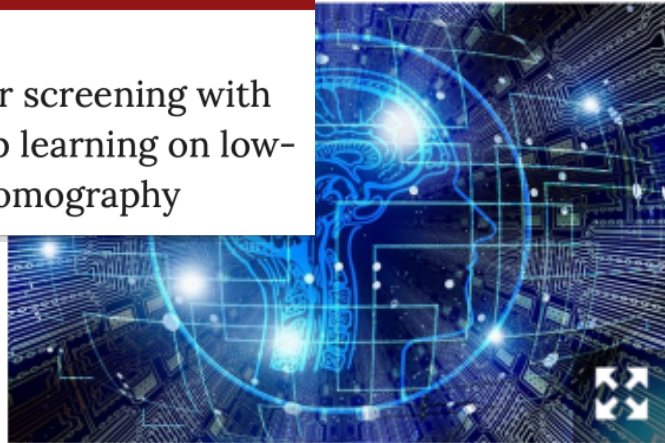
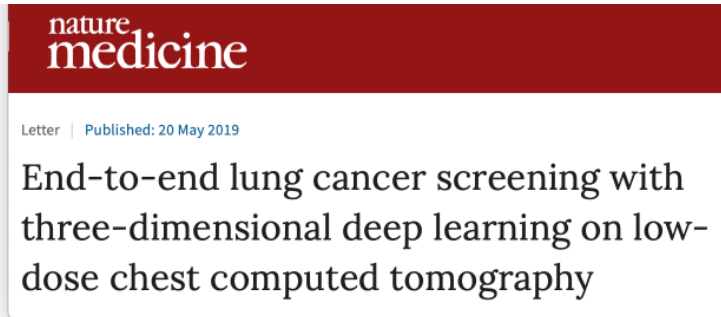


Applications pour le dépistage

- **Aide à la détection (CADe)**
 - Amélioration des solutions existantes et développement de nouveaux logiciels utilisant du Deep Learning
- **Aide à la caractérisation (CADx)**
 - Comment vérifier ?
 - Qui endosse la responsabilité en cas d'erreur ?



Applications pour le dépistage



Google engineers have developed a new AI program capable of diagnosing **lung cancer** in patients more accurately than most human doctors.

In a study featured in the journal *Nature Medicine*, researchers trained a deep learning program to detect the malignancy with a success rate of 94.4 percent.

While Google AI is still considered a work in progress, it offers a brief glimpse of what the technology holds for the future of medicine.

Diagnosing Illnesses Using Deep Learning

By feeding AI programs with large amounts of data, the technology can be trained to identify different medical conditions that would otherwise be too difficult or too time-consuming for human doctors to detect.

Ardila D et al. Nat Med. 2019

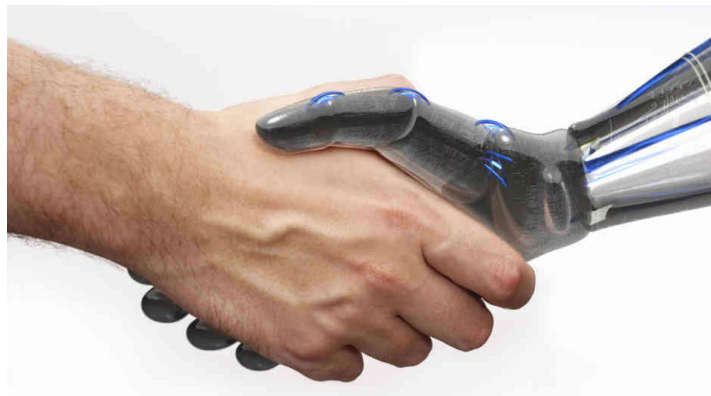
A team of researchers at Google is planning to use deep learning to look for signs of lung cancer in people. So far, the AI has detected malignancies in CT scans of patients, with an accuracy of 94.4 percent. (Gerd Altmann | Pixabay)

that would otherwise be too difficult or too time-consuming for human doctors to detect.

AUC de 0.944 (IC95% : 0.911-0.973)

Conclusion

- Les développements récents de de l'IA sont liés à **l'utilisation du Deep Learning** et laissent entrevoir de **nombreuses applications potentielles**
 - Développement de CAD 2.0
- Attention, la vision numérique **ne fonctionne pas comme la vision humaine** et elle peut être prise en défaut
- **Importance de comprendre les termes et concepts** utilisés pour devenir des médecins **augmentés** et non des médecins **dépassés**.





Hôpital Cochin
Port-Royal
AP-HP



Université de Paris

MERCI !
