



ECOLE MAROCAINE DES
SCIENCES DE L'INGENIEUR
Membre de
HONORIS UNITED UNIVERSITIES

Machine et Deep Learning

Présentez vous:

- Nom et Prénom
- Parcours Scolaire
- Objectif/Domaine Pro

Regles du cours:

- Respectez tous les membres de la classe.
- Pas de bruit en classe.
- Ne pas manger en classe.
- Pas de bavardage en classe.
- Demandez de l'aide si vous ne comprenez pas ce que je ou votre camarade vient de dire.
- Il est interdit de faire du bruit.
- Levez la main si vous avez une question et attendez qu'on vous donne la parole.



“You cross me, and there will be consequences”-
Walter White



Google Classroom

mail:

h.essamaali@emsi.ma

essamaali.hamza@gmail.com

Communauté: Morocco AI

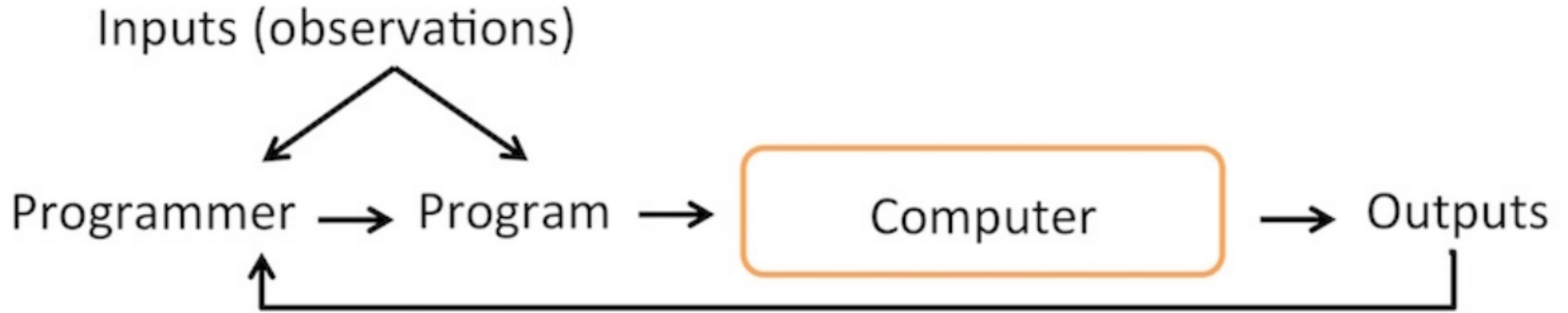
[Rejoignez Morocco AI sur Slack](#)
[Follow sur LinkedIn](#)

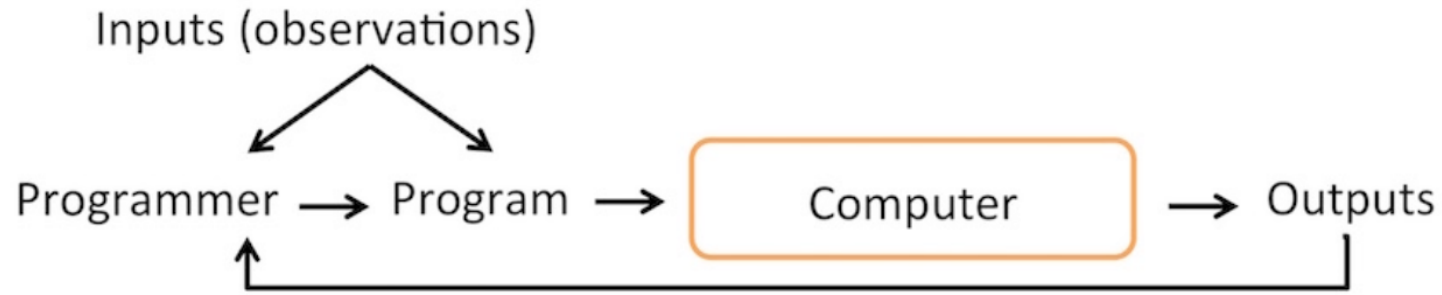
Programme du semestre

1. Introduction Générale
2. Introduction Numpy et Pandas
3. Algorithmes simples d'apprentissage automatique: Classification
4. Classificateurs d'apprentissage automatique à l'aide de Scikit-Learn
5. Construction de bons ensembles de données d'entraînement - Prétraitement des données
6. évaluation des modèles et le réglage des hyperparamètres
7. Implémentation d'un réseau neuronal artificiel multicouche
8. Paralléliser l'apprentissage des réseaux neuronaux avec PyTorch
9. More (CNN, RNN, GAN, Transformers)?

Introduction Générale

Paradigme de programmation traditionnelle



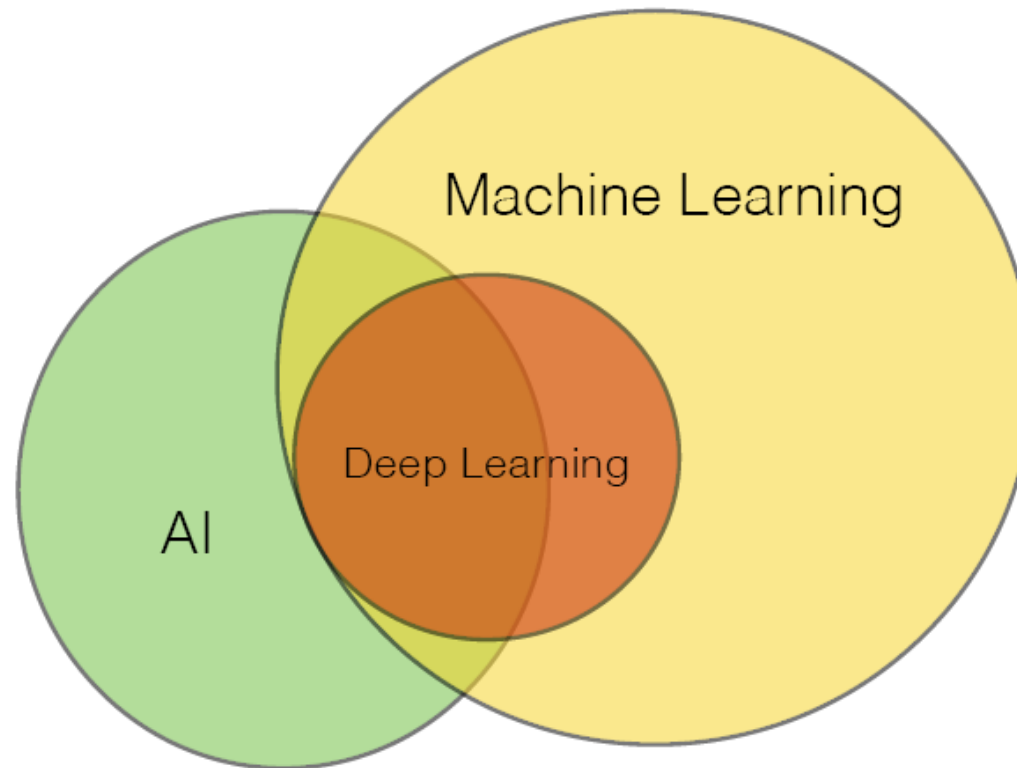


Selon Arthur Samuel (1959) : l'apprentissage automatique est un "domaine d'étude qui donne aux ordinateurs la capacité d'apprendre sans être explicitement programmés".

Machine Learning

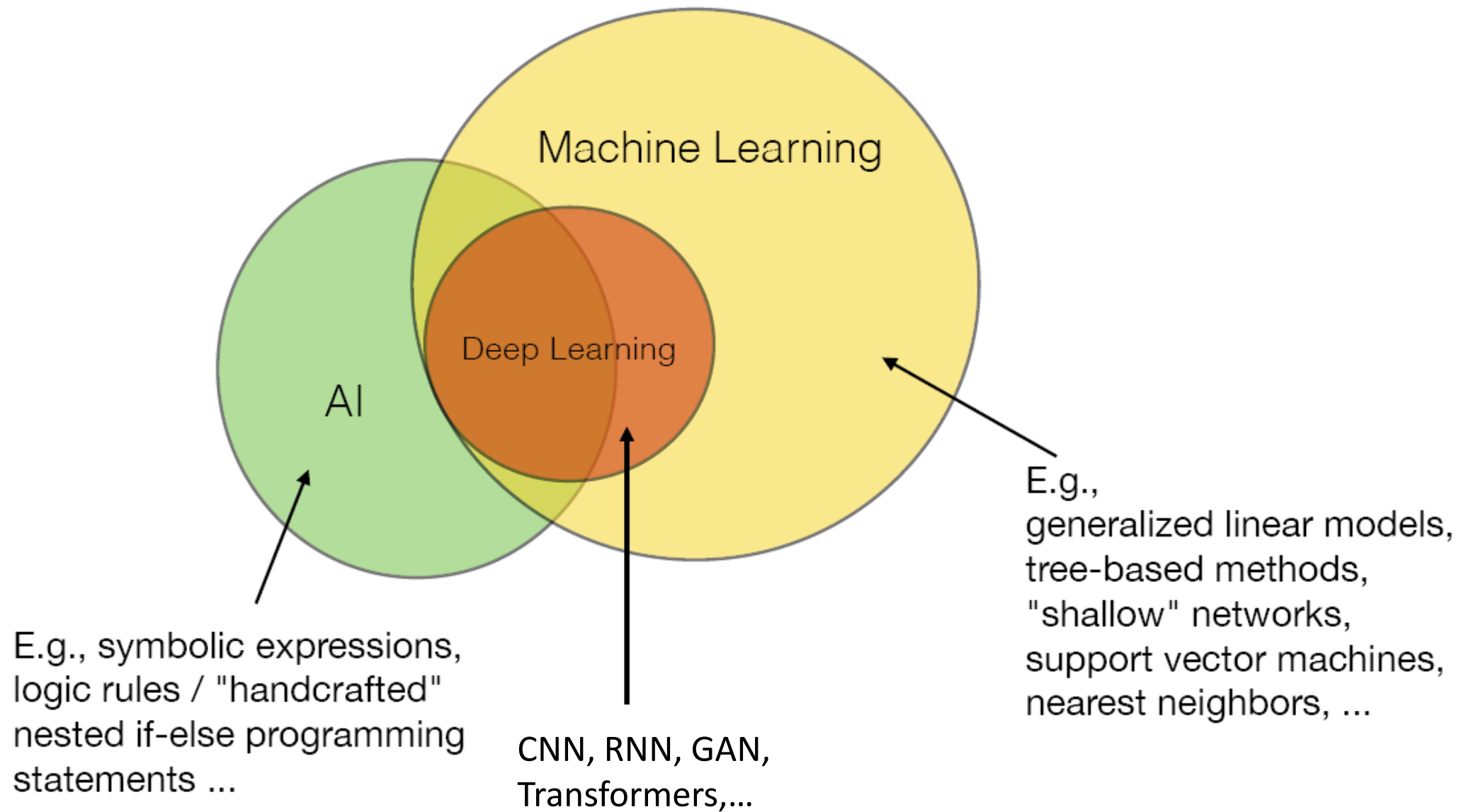


Lien entre les domaines:



Differents types d'IA:

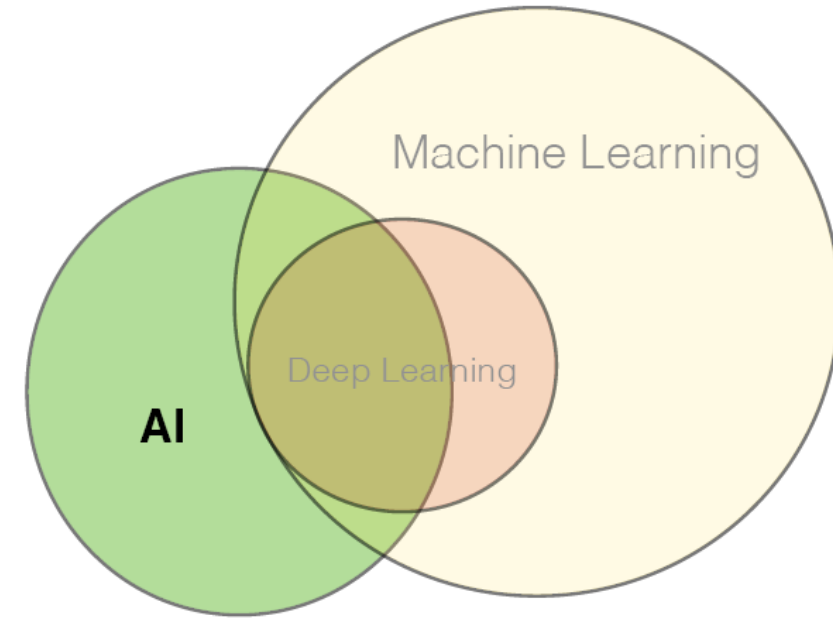
- **Intelligence artificielle (IA)** : sous-domaine de l'informatique, qui permet de résoudre des tâches pour lesquelles les humains sont doués (langage naturel, parole, reconnaissance d'images, ...).
- **IA étroite** : résoudre une tâche particulière (jouer à un jeu, conduire une voiture, ...)
- **Intelligence générale artificielle (AGI)** : l'IA polyvalente imitant l'intelligence humaine dans toutes les tâches.



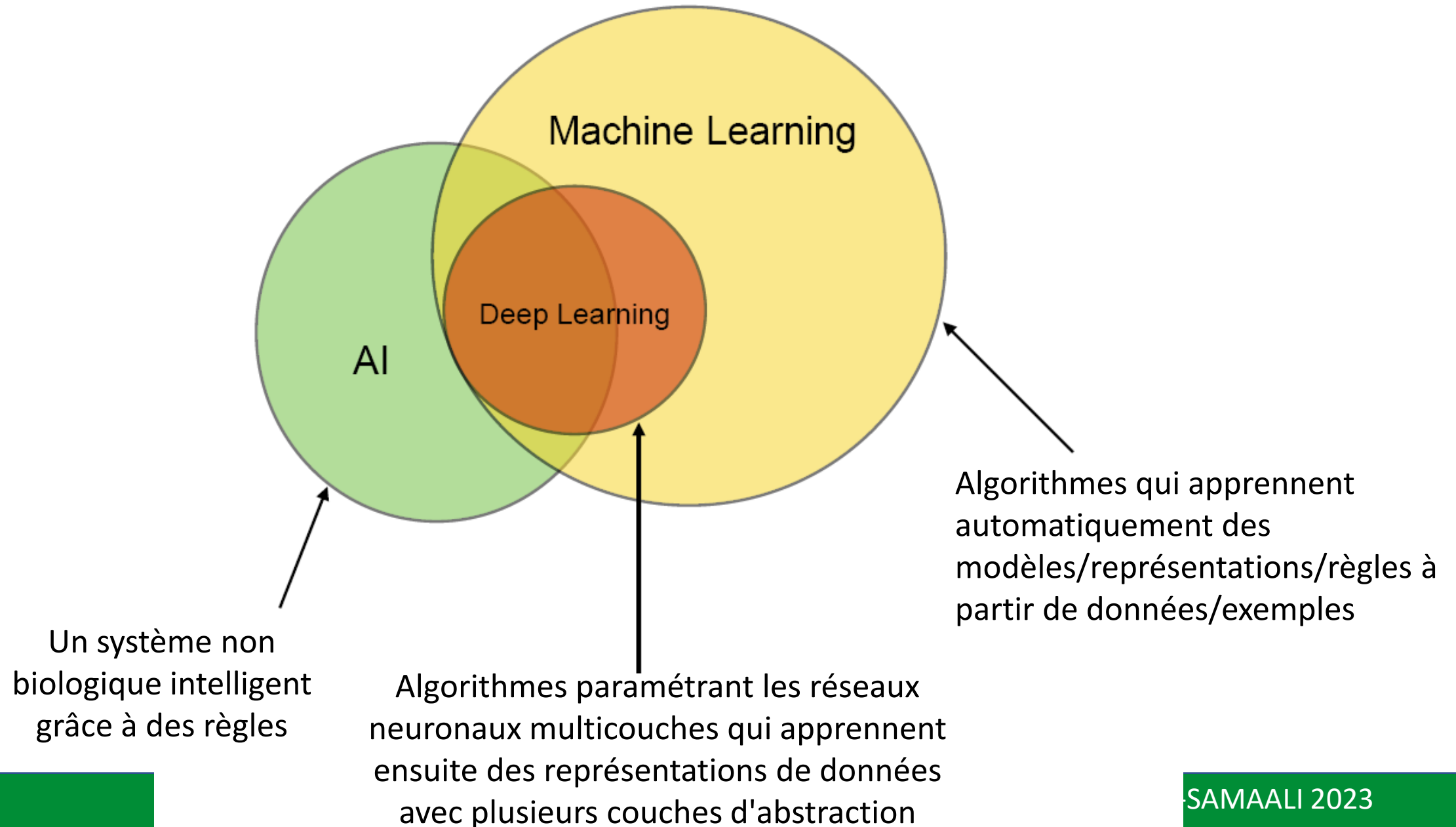
Tous les systèmes d'IA ne sont pas basés sur l'apprentissage automatique



Deep Blue utilise des circuits VLSI personnalisés pour exécuter l'algorithme de recherche alpha-bêta en parallèle

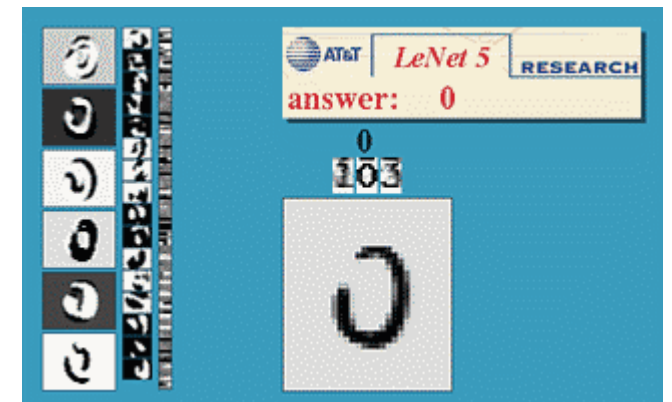


Exemples des trois "domaines"



Quelques applications de l'apprentissage automatique/apprentissage profond :

- Détection des spams dans les courriers électroniques
- Détection et comparaison d'empreintes digitales et de visages (p. ex. téléphones)
- ChatGPT
- Bureau de poste (par exemple, tri des lettres par code postal)
- GAB (par exemple, lecture de chèques)
- Fraude à la carte de crédit
- Prédications sur les actions



Quelques applications de l'apprentissage automatique/apprentissage profond :

- Assistants intelligents (Apple Siri, Amazon Alexa, ...)
- Recommandations de produits (par exemple, Netflix, Amazon)
- Voitures autonomes (par exemple, Uber, Tesla)
- Traduction linguistique (Google translate)
- Analyse des sentiments
- Conception de médicaments
- Diagnostic médical
- ...

Les 3 grandes catégories de ML (et DL)

Supervised Learning

- Labeled data
- Direct feedback
- Predict outcome/future

Unsupervised Learning

- No labels/targets
- No feedback
- Find hidden structure in data

Reinforcement Learning

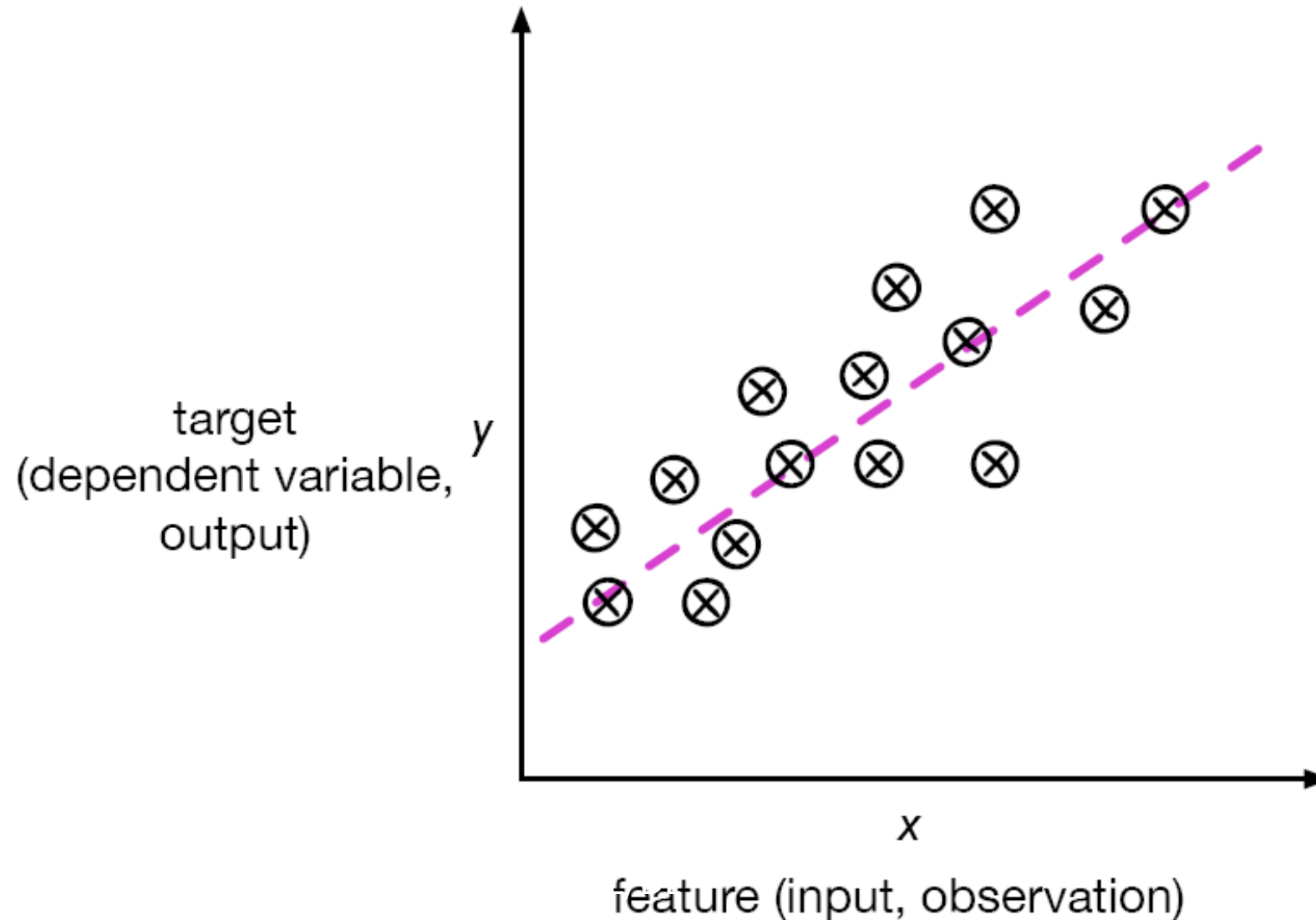
- Decision process
- Reward system
- Learn series of actions

L'apprentissage supervisé est la sous-catégorie la plus répandue

Supervised Learning

- Labeled data
- Direct feedback
- Predict outcome/future

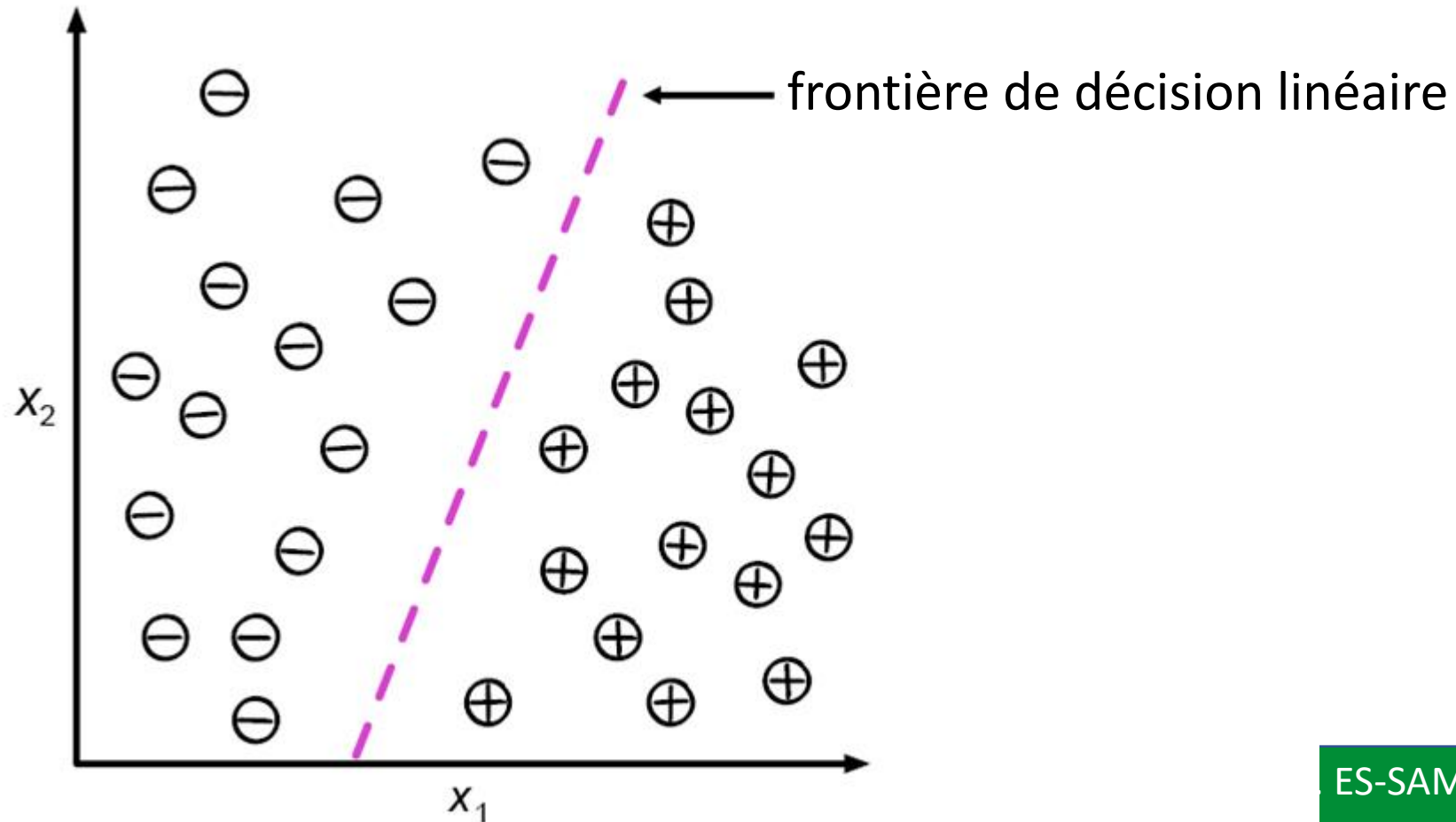
Apprentissage supervisé 1 : Régression



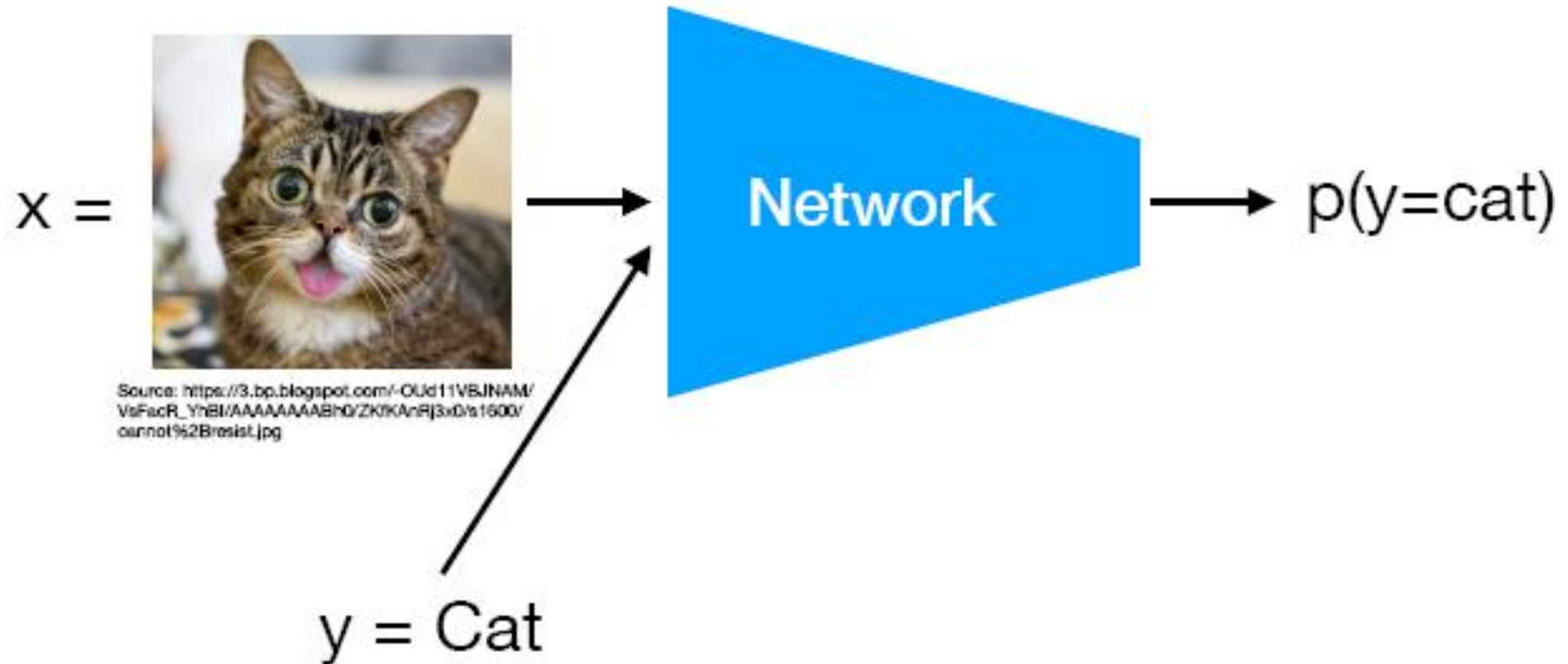
Apprentissage supervisé 2 : Classification

- Exemple de classification binaire avec deux caractéristiques (variables "indépendantes", prédicteurs)

Quelles sont les labels de classe (y) ?



La classification fonctionne comme suit



Apprentissage supervisé 3 : Régression ordinale

- Régression ordinale également appelée classification ordinale ou classement

Dépendance de l'ordre comme dans la régression métrique, mais pas de distance métrique

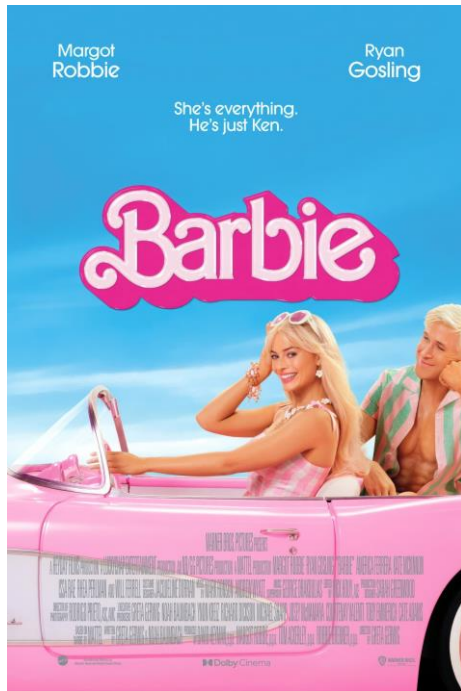
$$r_K \succ r_{K-1} \succ \dots \succ r_1$$

valeurs discrètes comme dans la classification, mais dépendance d'ordre

Par exemple, les évaluations de films :
excellent \succ bon \succ correct \succ pour les fans du genre \succ mauvais

Apprentissage supervisé 3 : Régression ordinale

- **Classement** : Prédire l'ordre correct (0 perte si l'ordre est correct, par exemple, classer une collection de films par "qualité")



<



<



Apprentissage supervisé 3 : Régression ordinale

- **Régression ordinale** : Prédire le label correct (ordonné)(par exemple, l'âge d'une personne en années)



18



29



41

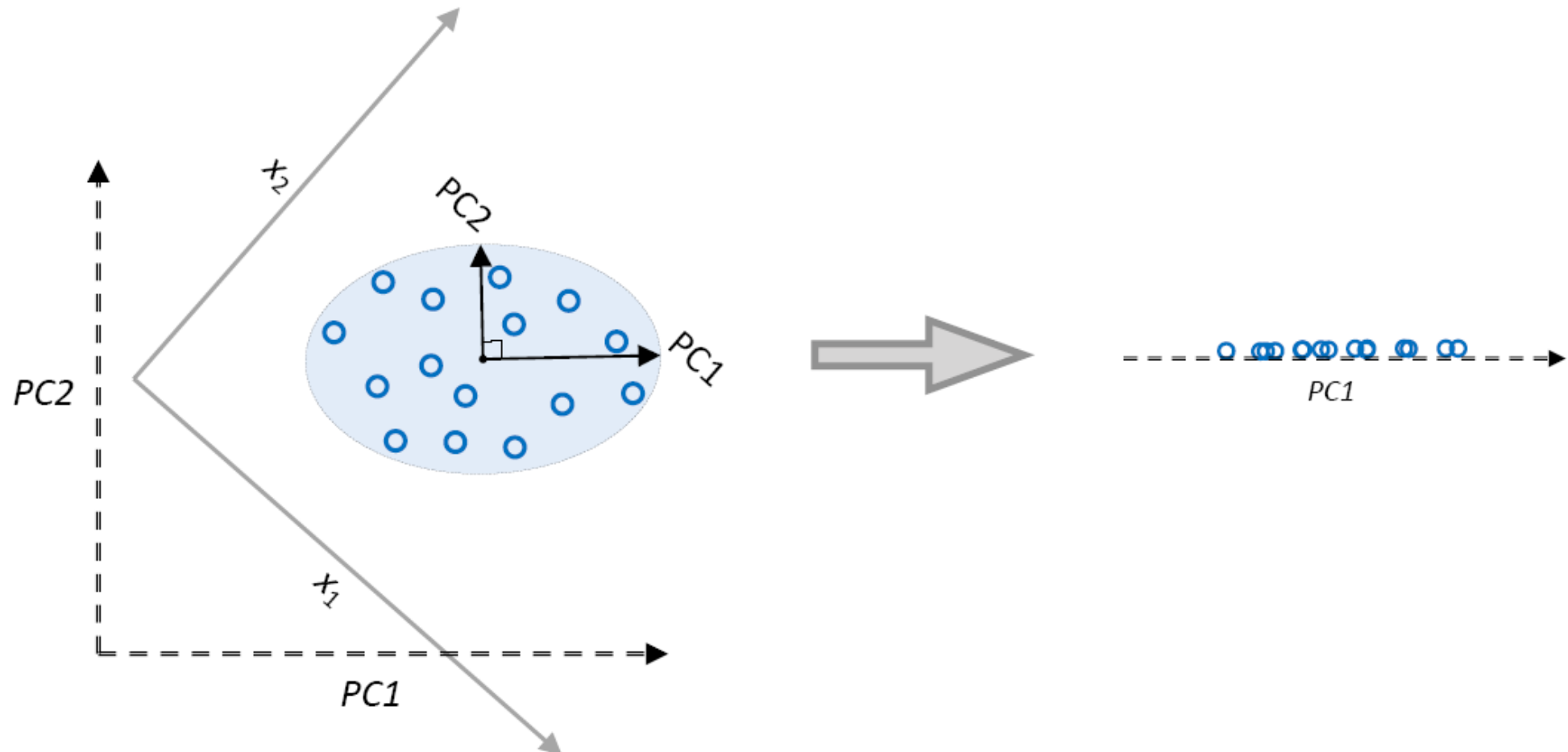
La 2ème sous-catégorie du ML (et DL)

Unsupervised Learning

- > No labels/targets
- > No feedback
- > Find hidden structure in data

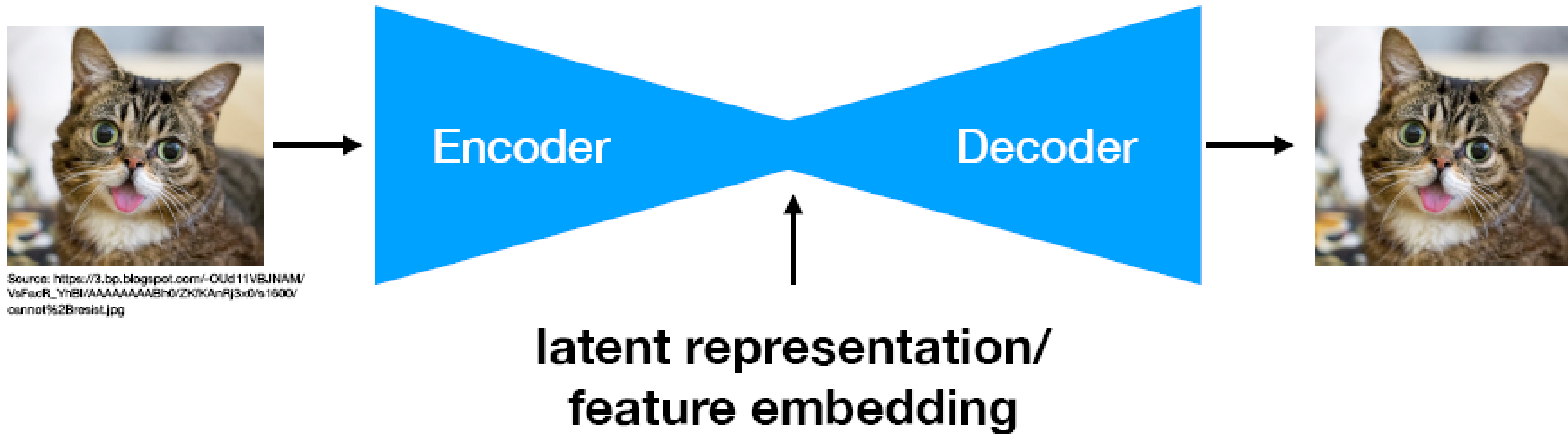
Apprentissage non supervisé 1 : Apprentissage de la représentation/réduction de la dimensionnalité

- Exemple: Principal Component Analysis (PCA)



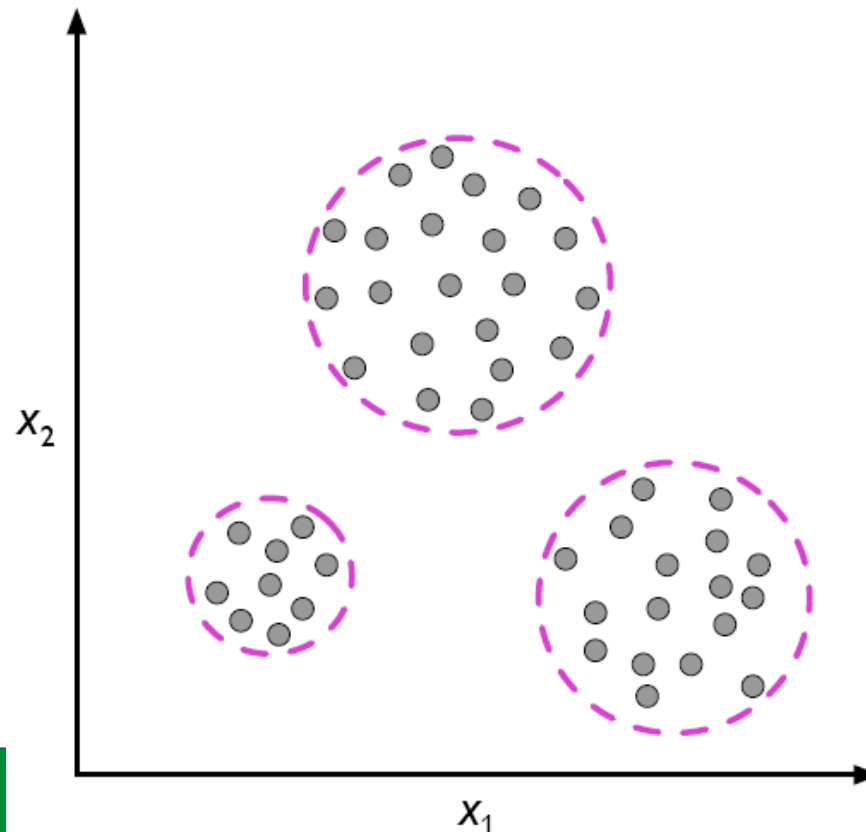
Apprentissage non supervisé 1 : Apprentissage de la représentation/réduction de la dimensionnalité

- Exemple: Autoencoders

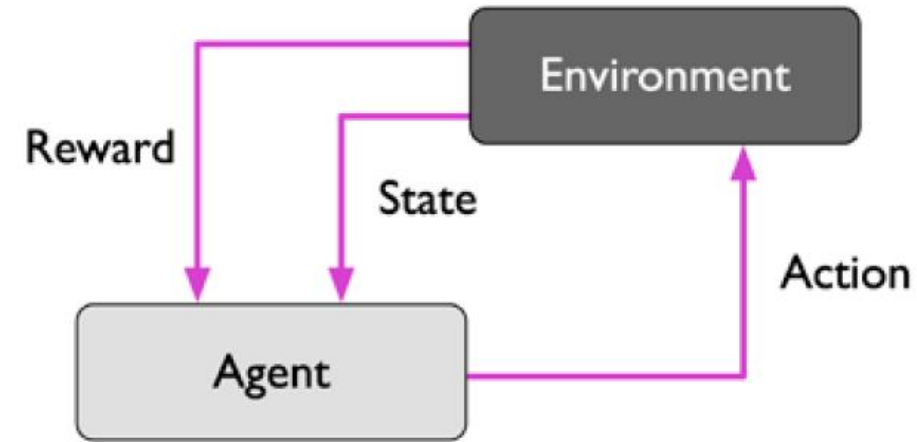
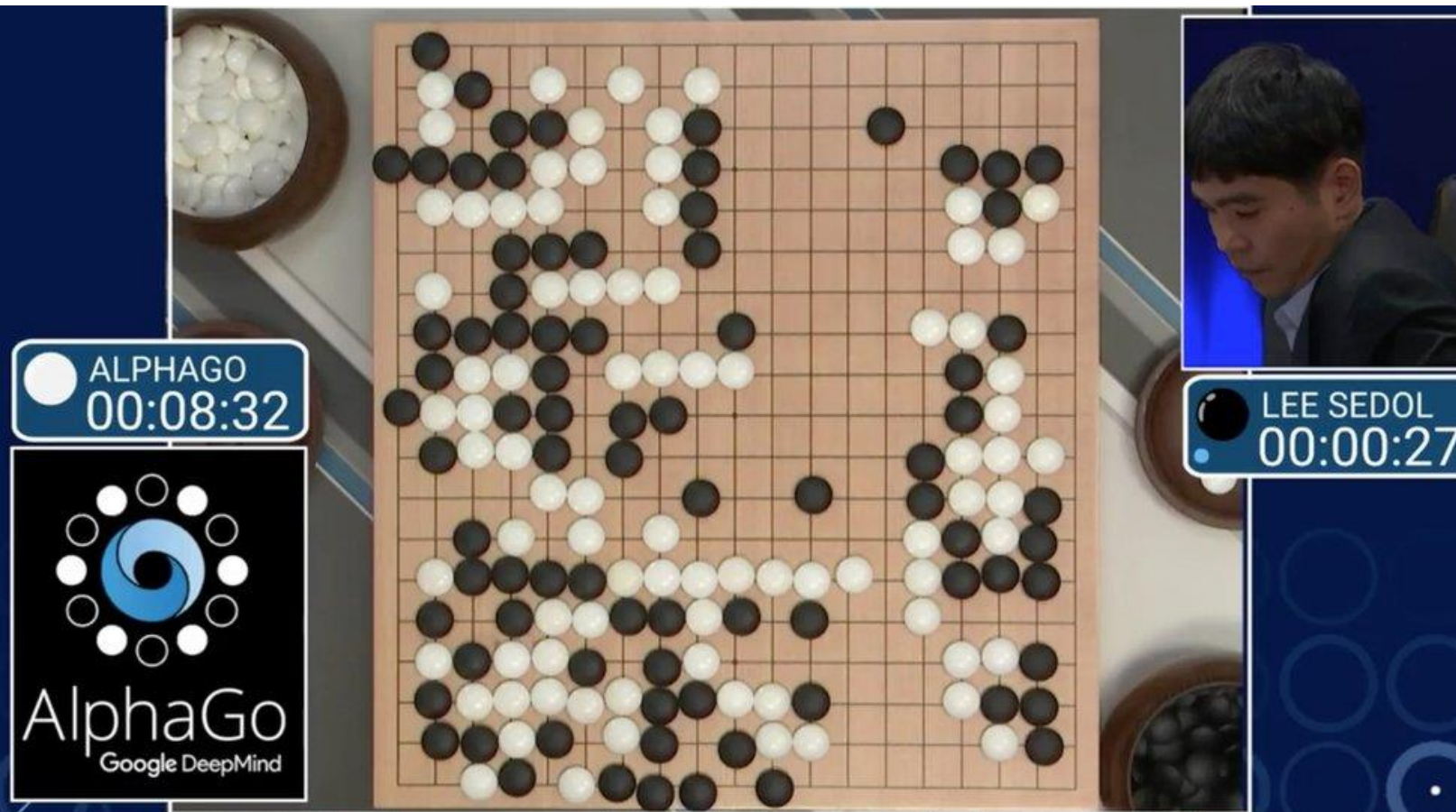


Apprentissage non supervisé 2 : Regroupement (Clustering)

- Attribution d'une appartenance à un groupe à des exemples non labellisés (instances, points de données)



Apprentissage par renforcement : La troisième sous-catégorie de ML (et DL)



Apprentissage semi-supervisé

- Mélange entre l'apprentissage supervisé et non supervisé
- Certains exemples d'entraînement sont labélisés, d'autres non
- Utilise le sous-ensemble d'entraînement étiqueté pour étiqueter la partie non étiquetée de l'ensemble d'entraînement, que nous utilisons ensuite également pour l'entraînement du modèle.

Apprentissage semi-supervisé

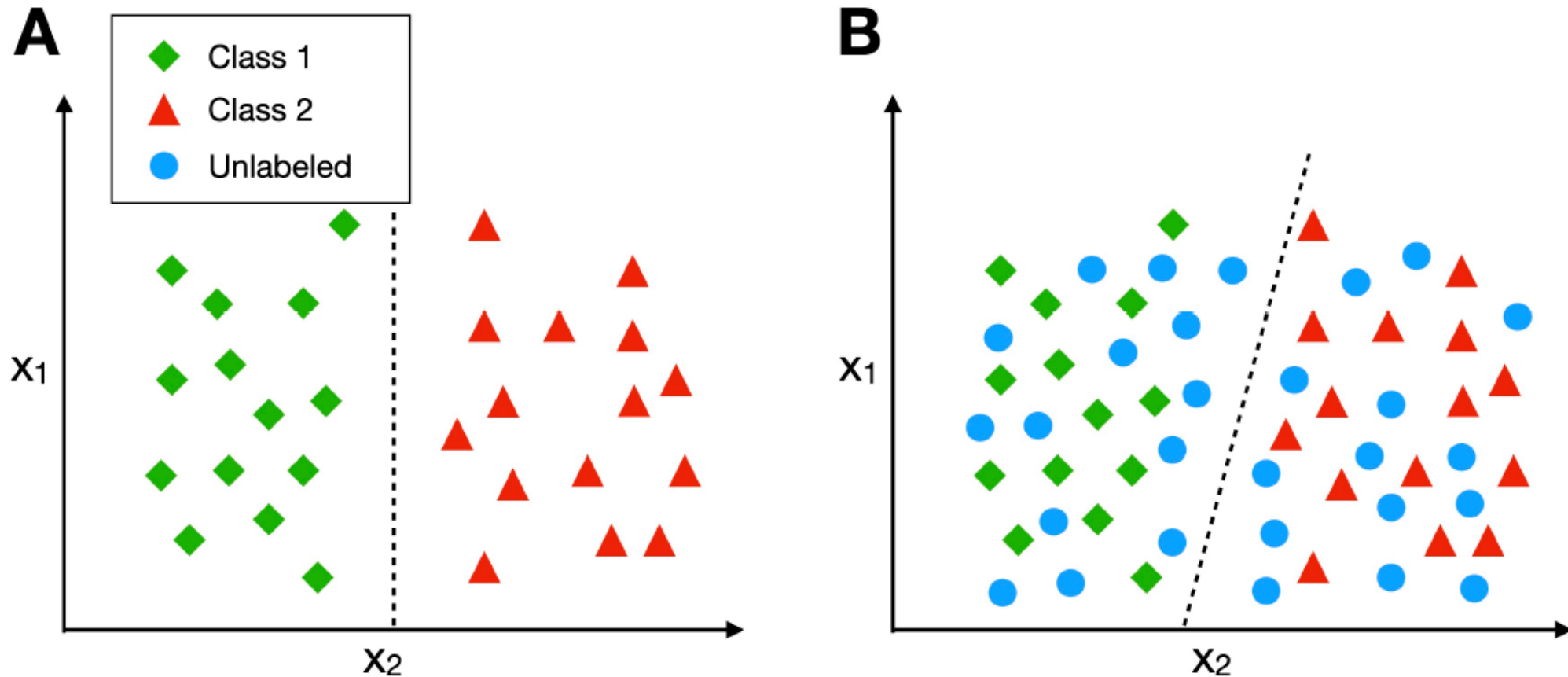


Illustration de l'apprentissage semi-supervisé incorporant des exemples non étiquetés. (A) Frontière de décision dérivée des seuls exemples d'entraînement étiquetés. (B) Frontière de décision basée sur les exemples étiquetés et non étiquetés.

Apprentissage auto-supervisé

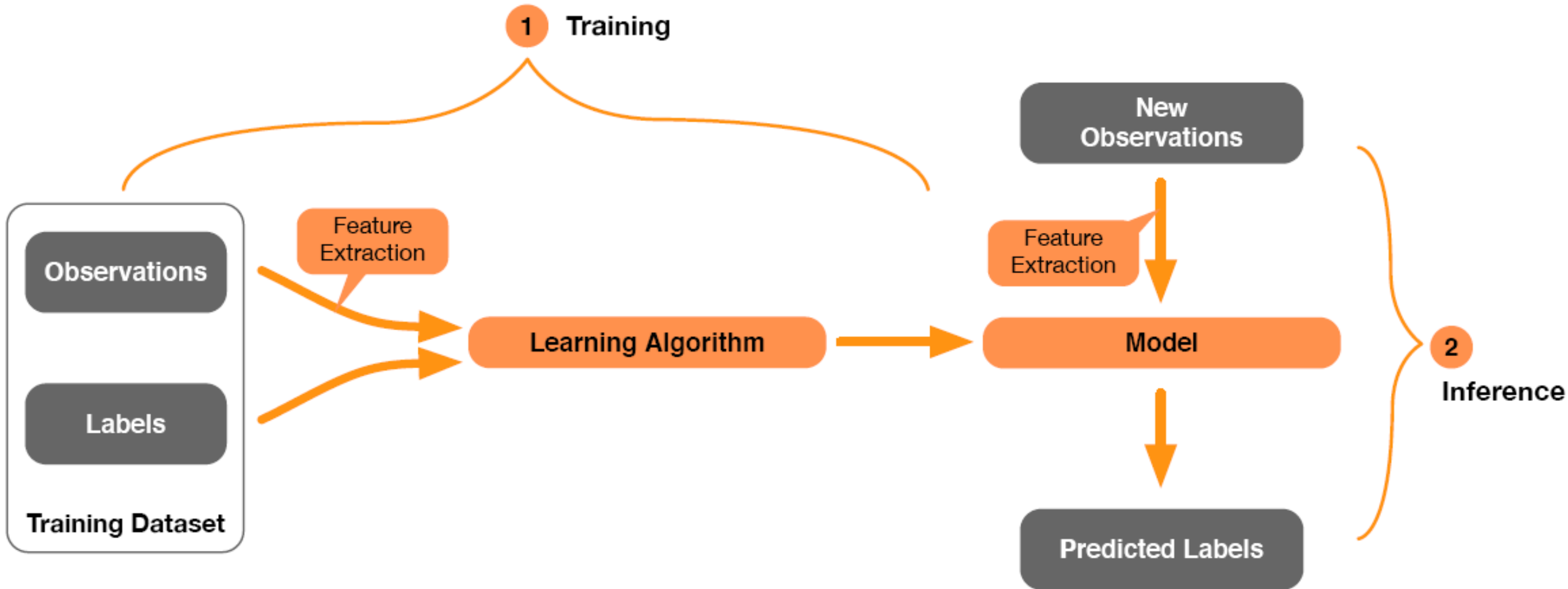
- Un développement récent et une tendance de recherche prometteuse dans l'apprentissage profond
- Particulièrement utile si des modèles pré-entraînés pour l'apprentissage par transfert ne sont pas disponibles pour le domaine cible
- Processus consistant à dériver et à utiliser des informations d'étiquetage directement à partir des données elles-mêmes plutôt que de les faire annoter par des humains.

Apprentissage auto-supervisé

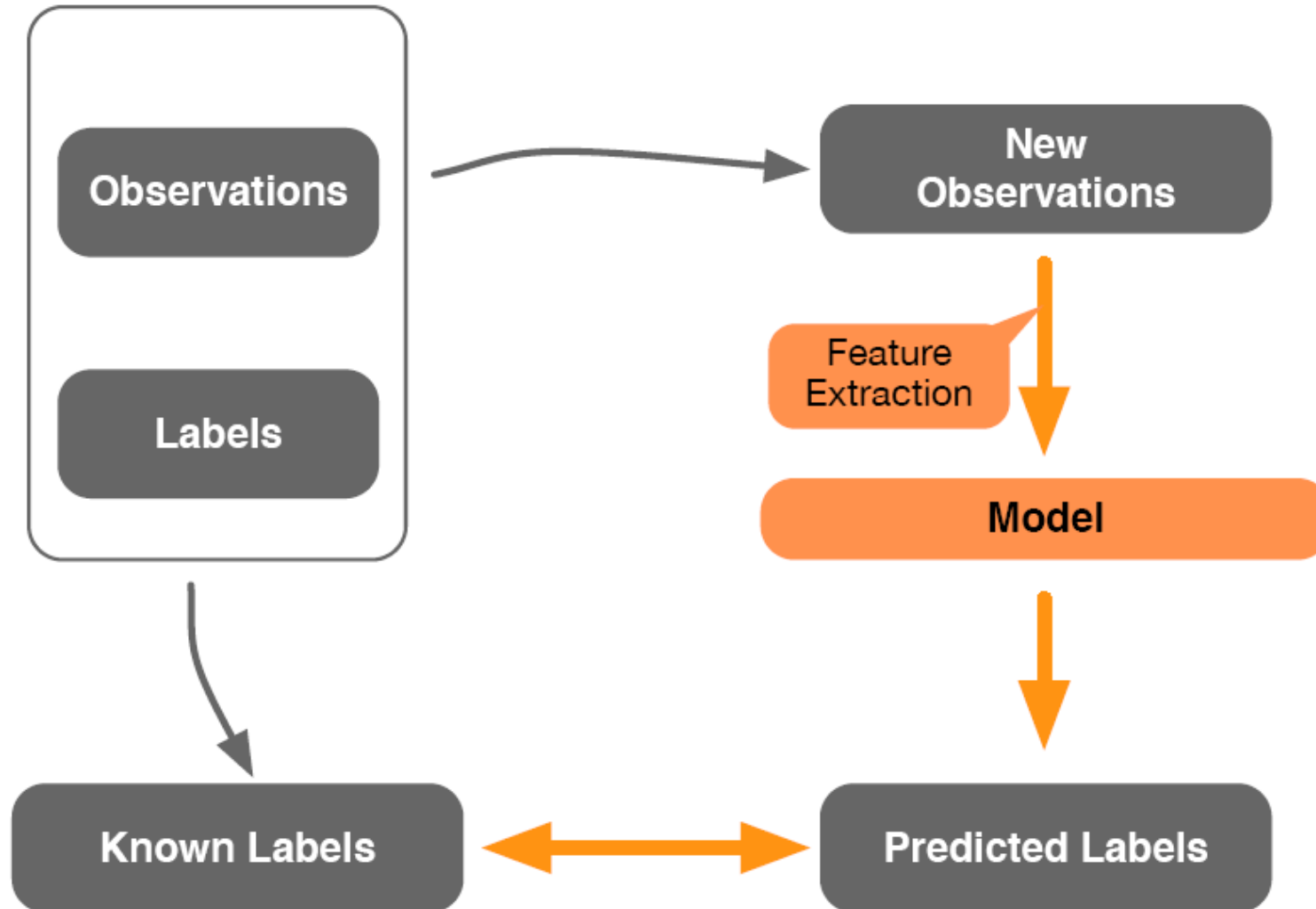
A quick brown fox jumps over the lazy dog



Flux de travail de l'apprentissage supervisé



L'utilisation d'un ensemble de données de test pour évaluer la performance d'un modèle prédictif



Données structurées vs non structurées

A

Feature vector of the 1st training example

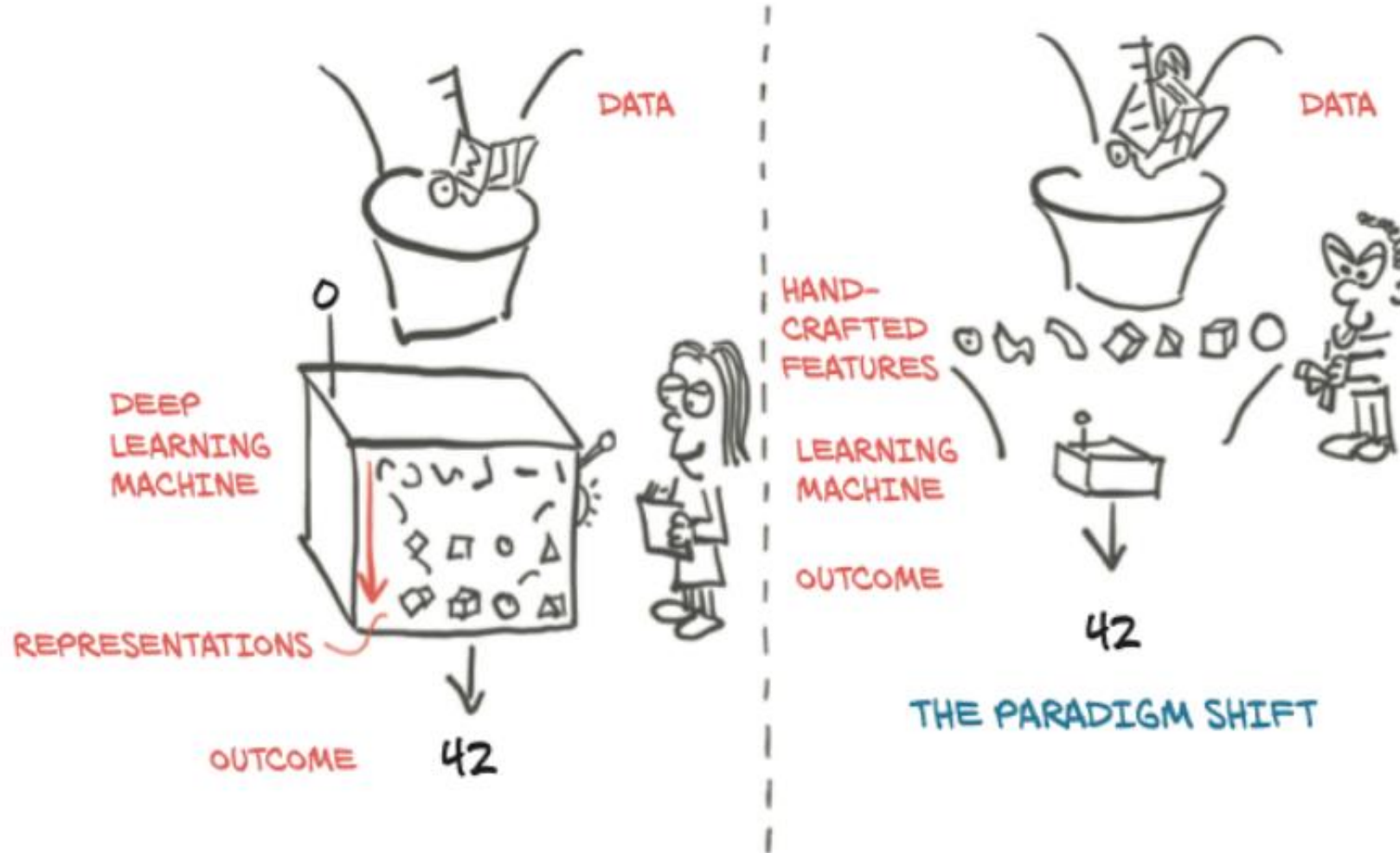
Class label

Index	Sepal length	Sepal width	Petal length	Petal width	Species
1	5.1	3.5	1.4	0.2	Iris-setosa
2	4.9	3	1.4	0.2	Iris-setosa
3	4.7	3.2	1.3	0.2	Iris-setosa
...
150	5.9	3	5.1	1.8	Iris-virginica

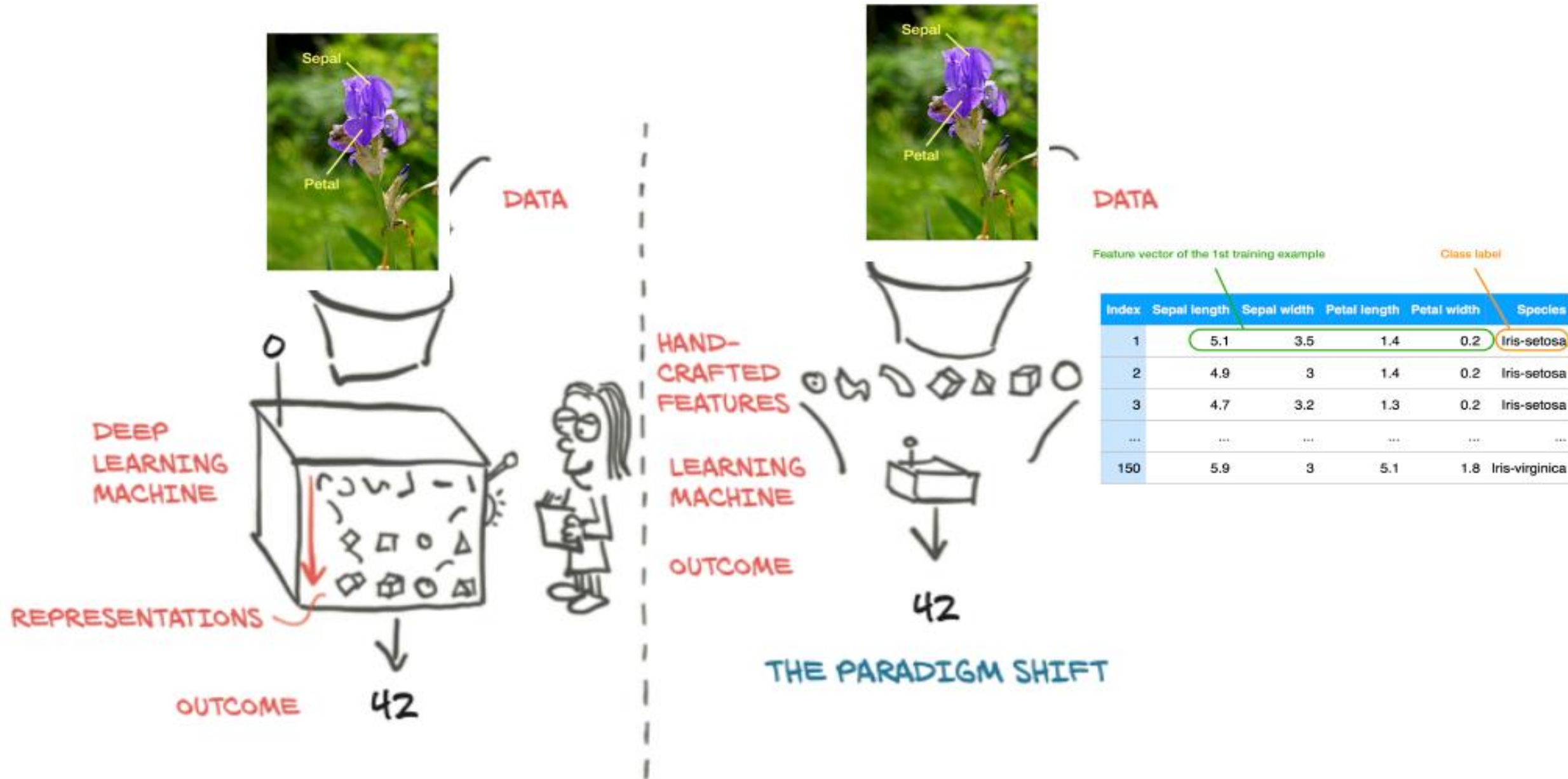
B



Machine Learning vs Deep Learning



Machine Learning vs Deep Learning



Jargon de l'apprentissage automatique

- **Apprentissage supervisé** : apprendre une fonction pour relier l'entrée x (caractéristiques) à la sortie y (cibles)
- **Données structurées** : bases de données, feuilles de calcul/fichiers CSV
- **Données non structurées** : caractéristiques telles que les pixels d'une image, les signaux audio, les phrases d'un texte (avant le DL, une ingénierie approfondie des caractéristiques était nécessaire)

Jargon de l'apprentissage automatique

- **Entraîner un modèle (train, fit)** = ajuster un modèle = paramétrer un modèle = apprendre à partir des données
- **Exemple d'entraînement (training example)**, synonyme d'enregistrement d'entraînement, instance d'entraînement, échantillon d'entraînement (dans certains contextes, l'échantillon se réfère à une collection d'exemples d'entraînement).
- **Caractéristique (feature)**, synonyme d'observation, prédicteur, variable, variable indépendante, entrée, attribut
- **Cible (target)**, synonyme de résultat, vérité de base, sortie, variable de réponse, variable dépendante, étiquette (de classe) (dans la classification).
- **Sortie / prédiction (output, prediction)**: à utiliser pour faire la distinction avec les cibles ; ici, il s'agit de la sortie du modèle.

Représentation des données

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}$$

Vecteur de caractéristiques (Feature Vector)

Représentation des données

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}$$

Feature vector

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T \\ \mathbf{x}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n^T \end{bmatrix}$$

Design Matrix

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1^{[1]} & x_2^{[1]} & \dots & x_m^{[1]} \\ x_1^{[2]} & x_2^{[2]} & \dots & x_m^{[2]} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_1^{[n]} & x_2^{[n]} & \dots & x_m^{[n]} \end{bmatrix}$$

Design Matrix

Représentation des données (structurées)

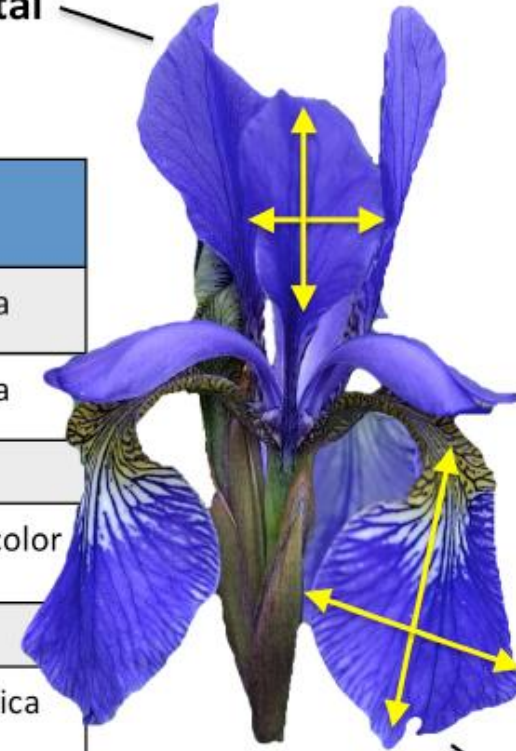
$m =$ _____

$n =$ _____

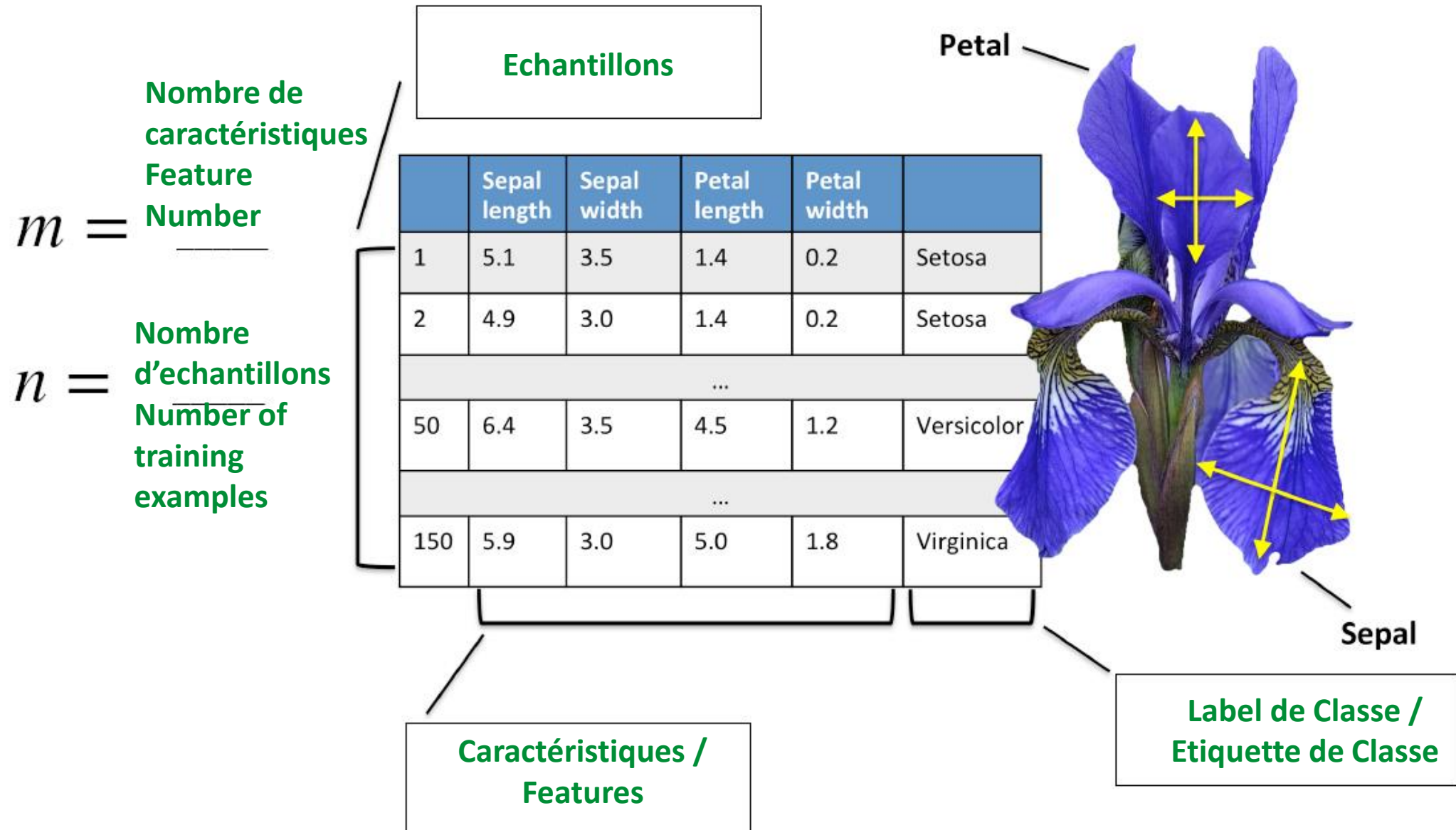
	Sepal length	Sepal width	Petal length	Petal width	
1	5.1	3.5	1.4	0.2	Setosa
2	4.9	3.0	1.4	0.2	Setosa
...					
50	6.4	3.5	4.5	1.2	Versicolor
...					
150	5.9	3.0	5.0	1.8	Virginica

Petal

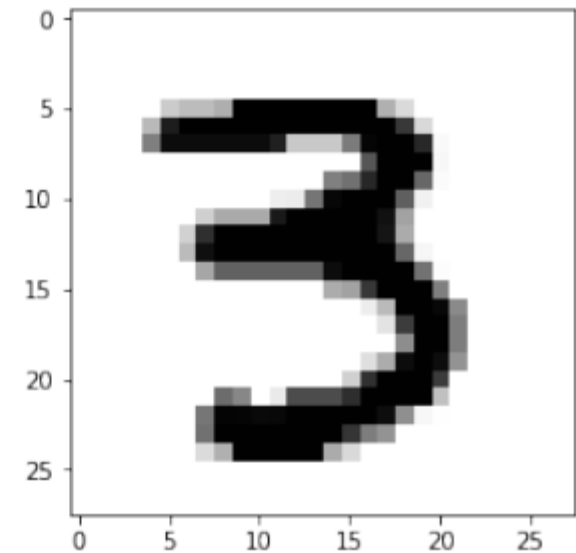
Sepal



Représentation des données (structurées)



Représentation des données (non-structurées: image)

[illegible]

Méthode Traditionnelle

Représentation des données (non-structurées: image)

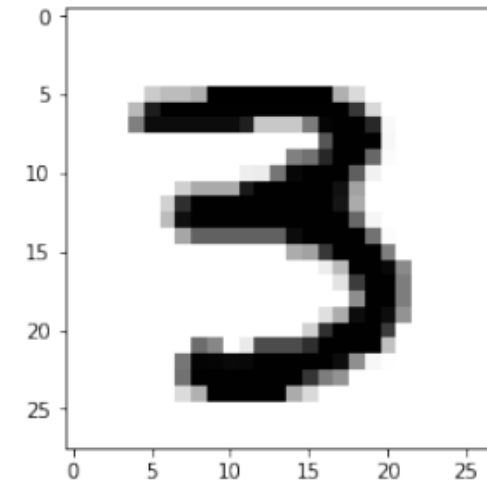
Convolutional Neural Networks

Image batch dimensions: `torch.Size([128, 1, 28, 28])` ← "NCHW" representation (more on that later)

Image label dimensions: `torch.Size([128])`


```
print(images[0].size())  
  
torch.Size([1, 28, 28])
```

```
images[0]  
tensor([[[[0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000],  
        [0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000],  
        [0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000],  
        [0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.5020, 0.9529, 0.9529, 0.9529,  
          0.9529, 0.9529, 0.9529, 0.8706, 0.2157, 0.2157, 0.2157, 0.5176,  
          0.9804, 0.9922, 0.9922, 0.8392, 0.0235, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000],  
        [0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.6627, 0.9922, 0.9922, 0.9922, 0.0314, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000],  
        [0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.4980, 0.5529,  
          0.8471, 0.9922, 0.9922, 0.5961, 0.0157, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000],  
        [0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0667, 0.0745, 0.5412, 0.9725, 0.9922,  
          0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000]]]])
```



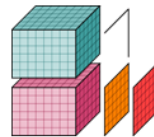
Outils Machine Learning:

 PyTorch

 StatsModels
Statistics in Python

 Seaborn

pandas
 $y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$



xarray



scikit
learn



scikit-image
image processing in python



NumPy



matplotlib



 python™

IP[y]:
IPython

Google Colab:



Partie pratique

- [Kaggle](#)
- [30 days of ML](#)
- Videos:
- [Français](#)
- [Anglais](#)
- [Darija](#)