

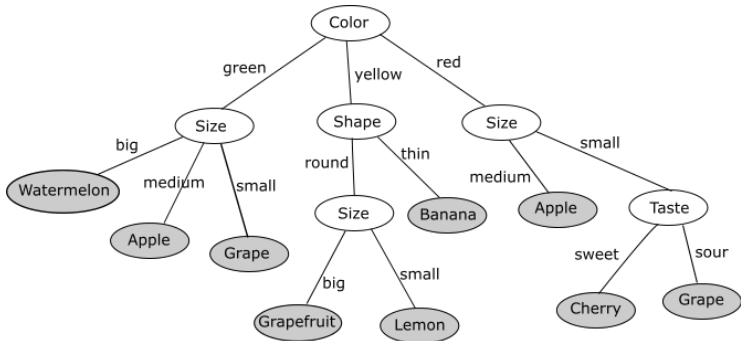
# Machine Learning, méthodes et solutions

Arbres de décision

---

# Introduction

Modèle de classification ou régression qui classe un input dans une de ses feuilles pour rendre sa prédiction :



Les arbres de décision

- gèrent les inputs numériques comme catégoriels

## Les arbres de décision

- gèrent les inputs numériques comme catégoriels
- ne nécessitent pas que la variable d'output soit normalement distribuée (regression linéaire)

## Les arbres de décision

- gèrent les inputs numériques comme catégoriels
- ne nécessitent pas que la variable d'output soit normalement distribuée (regression linéaire)
- sont interprétables

## Les arbres de décision

- gèrent les inputs numériques comme catégoriels
- ne nécessitent pas que la variable d'output soit normalement distribuée (regression linéaire)
- sont interprétables
- sont très rapides durant l'inférence

## Les arbres de décision

- gèrent les inputs numériques comme catégoriels
- ne nécessitent pas que la variable d'output soit normalement distribuée (regression linéaire)
- sont interprétables
- sont très rapides durant l'inférence
- ne nécessitent pas de normalisation des données

## Les arbres de décision

- gèrent les inputs numériques comme catégoriels
- ne nécessitent pas que la variable d'output soit normalement distribuée (regression linéaire)
- sont interprétables
- sont très rapides durant l'inférence
- ne nécessitent pas de normalisation des données
- leur apprentissage est hautement parallélisable



## Les arbres de décision

- gèrent les inputs numériques comme catégoriels
- ne nécessitent pas que la variable d'output soit normalement distribuée (regression linéaire)
- sont interprétables
- sont très rapides durant l'inférence
- ne nécessitent pas de normalisation des données
- leur apprentissage est hautement parallélisable

→ Couteau-suisse du machine learning tabulaire.

- peuvent overfit les données, mais l'ensembling résoud ce problème

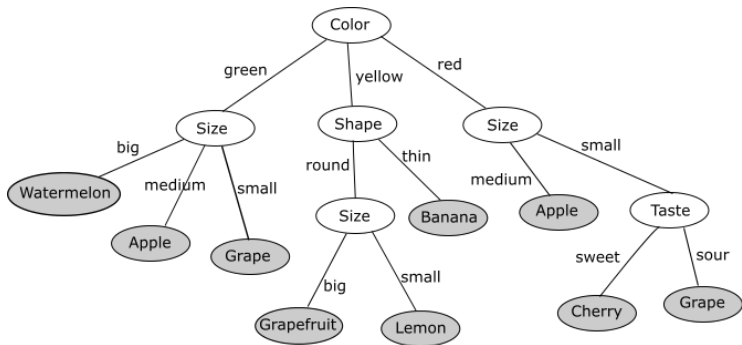
# Désavantages

- peuvent overfit les données, mais l'ensembling résoud ce problème
- sont sensibles aux déséquilibres de classe

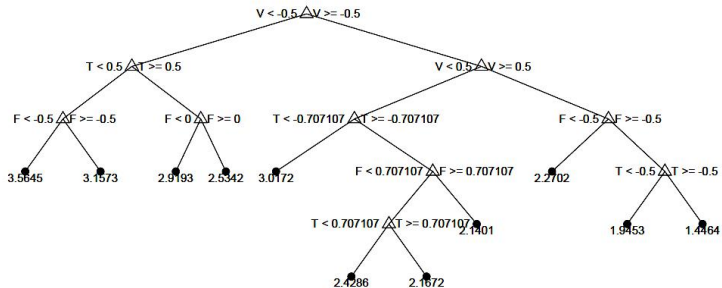
- peuvent overfit les données, mais l'ensembling résoud ce problème
- sont sensibles aux déséquilibres de classe

→ Si les classes ne sont pas équilibrées, peut-être les resampler.

# Arbres de classification



# Arbres de régression



# Apprendre un arbre de décision

Approche « top-down », procédure récursive :

- créer un nœud de départ qui contient toutes les instances du training set

# Apprendre un arbre de décision

Approche « top-down », procédure récursive :

- créer un nœud de départ qui contient toutes les instances du training set
- tant qu'il reste des nœuds non-traités :



# Apprendre un arbre de décision

Approche « top-down », procédure récursive :

- créer un nœud de départ qui contient toutes les instances du training set
- tant qu'il reste des nœuds non-traités :
  - choisir un nœud non traité

# Apprendre un arbre de décision

Approche « top-down », procédure récursive :

- créer un nœud de départ qui contient toutes les instances du training set
- tant qu'il reste des nœuds non-traités :
  - choisir un nœud non traité
  - si le nœud remplit des conditions de feuille finale, ne rien faire

# Apprendre un arbre de décision

Approche « top-down », procédure récursive :

- créer un nœud de départ qui contient toutes les instances du training set
- tant qu'il reste des nœuds non-traités :
  - choisir un nœud non traité
  - si le nœud remplit des conditions de feuille finale, ne rien faire
  - sinon, créer deux branches à partir du nœud non traité pour répartir les instances dans deux nouveaux nœuds

# Apprendre un arbre de décision

Approche « top-down », procédure récursive :

- créer un nœud de départ qui contient toutes les instances du training set
- tant qu'il reste des nœuds non-traités :
  - choisir un nœud non traité
  - si le nœud remplit des conditions de feuille finale, ne rien faire
  - sinon, créer deux branches à partir du nœud non traité pour répartir les instances dans deux nouveaux nœuds

Conditions de feuilles finales : contient  $n_{min}$  éléments, est déjà à profondeur  $p_{max}$ , splitterait sans décroître assez l'entropie...

En fonction de la tâche, une fois arrivé dans la feuille de fin :

**Classification** classe majoritaire

**Régression** moyenne des valeurs cibles

# Splits possibles

Splits possibles d'une feature donnée :

**Catégorielle** chaque catégorie vs le reste

**Ordinale/Continue** milieu de chaque valeur ou quantiles

# Évaluation de la qualité d'un split

En fonction de la tâche :

**Régression** coût si on rendait la moyenne des instances comme résultat

$$Loss = \sum |\hat{y} - y| \approx variance$$

**Classification** Entropie de Shannon :

$$Loss = - \sum_{x \in X} P_x * \log_2(P_x)$$

$= 0 \Rightarrow$  il n'y a pas d'incertitude  
maximale quand on a une distribution uniforme

## Exemple — démarrage

ID, jardinage, jeux vidéos, chapeaux,  
âge

1	0	1	1	13
2	0	1	0	14
3	0	1	0	15
4	1	1	1	25
5	0	1	1	35
6	1	0	0	49
7	1	1	1	68
8	1	0	0	71
9	1	0	1	73

Première étape : création du nœud  
de départ

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

|

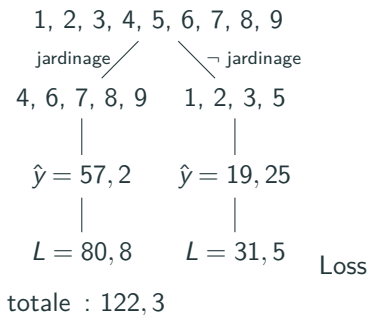


## Exemple — split

ID, jardinage, jeux vidéos, chapeaux,  
âge

1	0	1	1	13
2	0	1	0	14
3	0	1	0	15
4	1	1	1	25
5	0	1	1	35
6	1	0	0	49
7	1	1	1	68
8	1	0	0	71
9	1	0	1	73

Split du premier nœud. Il faut tester  
3 splits. Split sur jardinage :

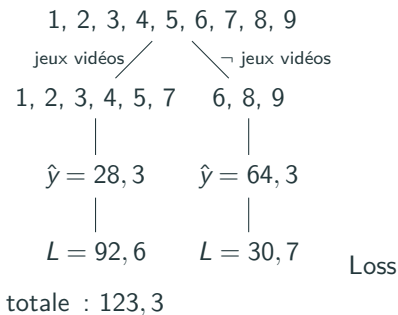


## Exemple — split

ID, jardinage, jeux vidéos, chapeaux,  
âge

1	0	1	1	13
2	0	1	0	14
3	0	1	0	15
4	1	1	1	25
5	0	1	1	35
6	1	0	0	49
7	1	1	1	68
8	1	0	0	71
9	1	0	1	73

Split du premier nœud. Il faut tester  
3 splits. Split sur jeux vidéos :

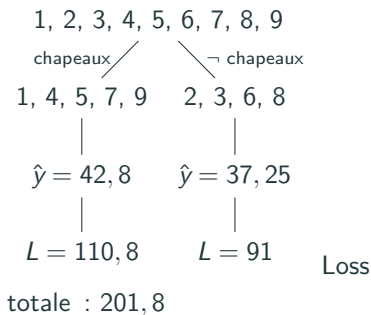


## Exemple — split

ID, jardinage, jeux vidéos, chapeaux,  
âge

1	0	1	1	13
2	0	1	0	14
3	0	1	0	15
4	1	1	1	25
5	0	1	1	35
6	1	0	0	49
7	1	1	1	68
8	1	0	0	71
9	1	0	1	73

Split du premier nœud. Il faut tester  
3 splits. Split sur chapeaux :



## Exemple — split

ID, jardinage, jeux vidéos, chapeaux,  
âge

1	0	1	1	13
2	0	1	0	14
3	0	1	0	15
4	1	1	1	25
5	0	1	1	35
6	1	0	0	49
7	1	1	1	68
8	1	0	0	71
9	1	0	1	73

**122,3** jardinage

**123,3** jeux vidéos

**201,8** chapeaux

→ On split donc sur jardinage

## Exemple — split

ID, jardinage, jeux vidéos, chapeaux,  
âge

1	0	1	1	13
2	0	1	0	14
3	0	1	0	15
4	1	1	1	25
5	0	1	1	35
6	1	0	0	49
7	1	1	1	68
8	1	0	0	71
9	1	0	1	73

Résultat après le premier split :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9  
jardinage /  $\neg$  jardinage  
4, 6, 7, 8, 9    1, 2, 3, 5    À vous  
de jouer !

Fait par :

- la profondeur maximum
- le nombre minimum d'instances dans chaque feuille
- une baisse d'entropie maximale à chaque split
- le nombre minimum d'instances pour split
- le pruning