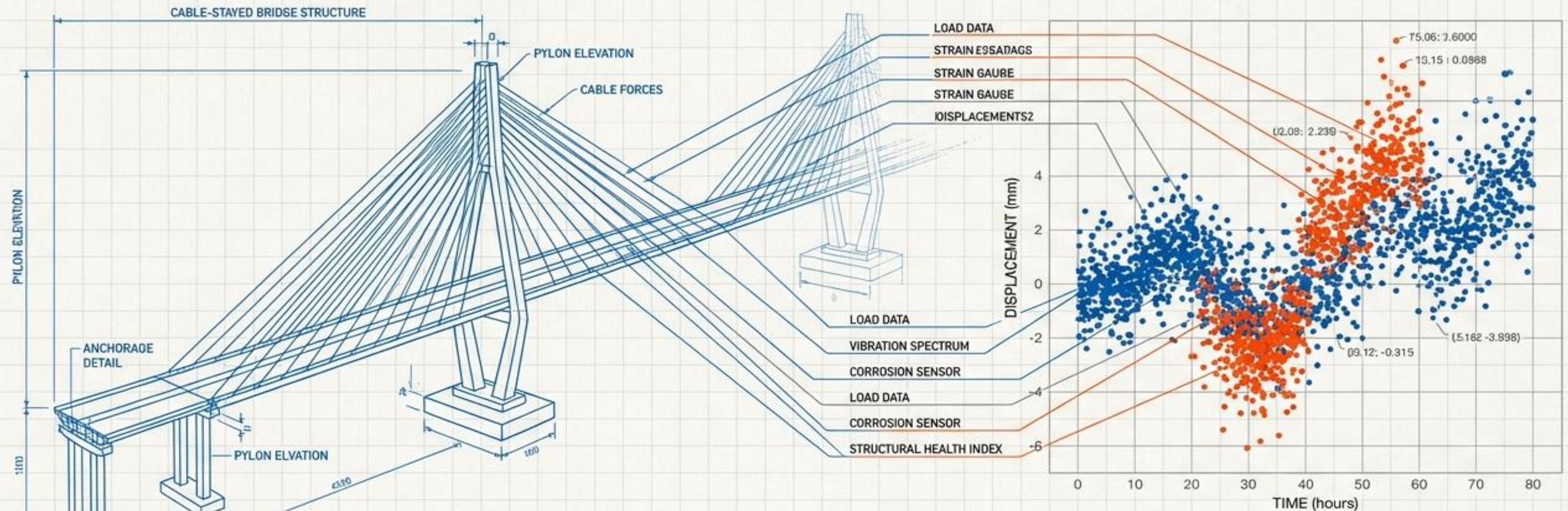


Classification Supervisée pour le Diagnostic Structural

Supervised Classification in Civil Engineering

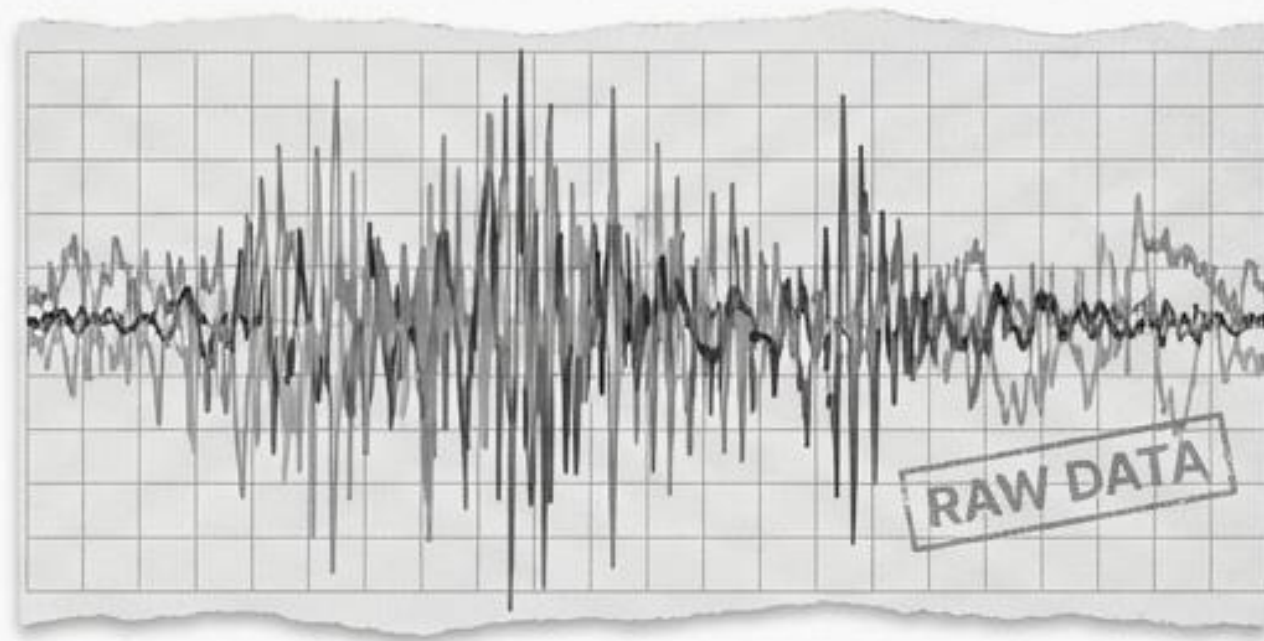
Transforming Raw Data into Structural Decisions



L'Impératif : Automatiser l'Expertise

The Problem

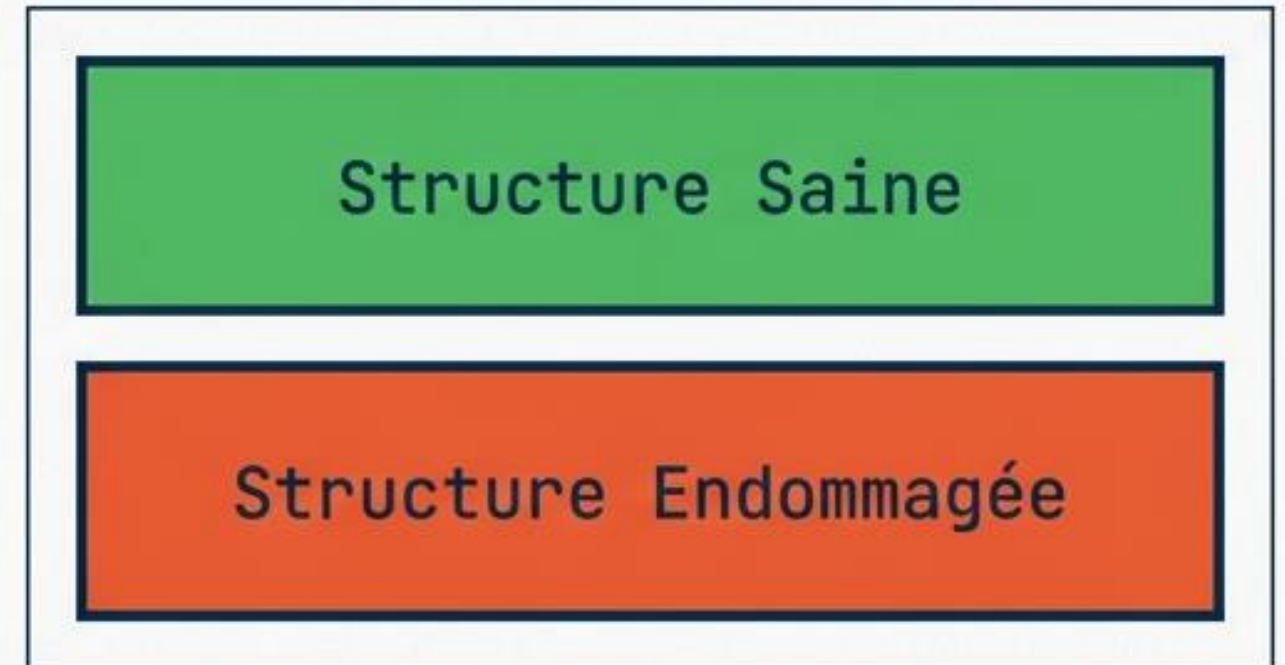
Données Brutes Complexes



Volume de données massif, bruit expérimental, et relations non-linéaires.

The Solution

Diagnostic Clair



La classification transforme des signaux continus en catégories discrètes exploitables.

"L'objectif n'est pas seulement de mesurer, mais de diagnostiquer."

La Traduction Mathématique : La Fonction de Décision

Vecteur de caractéristiques
(Fréquences, Amortissement)

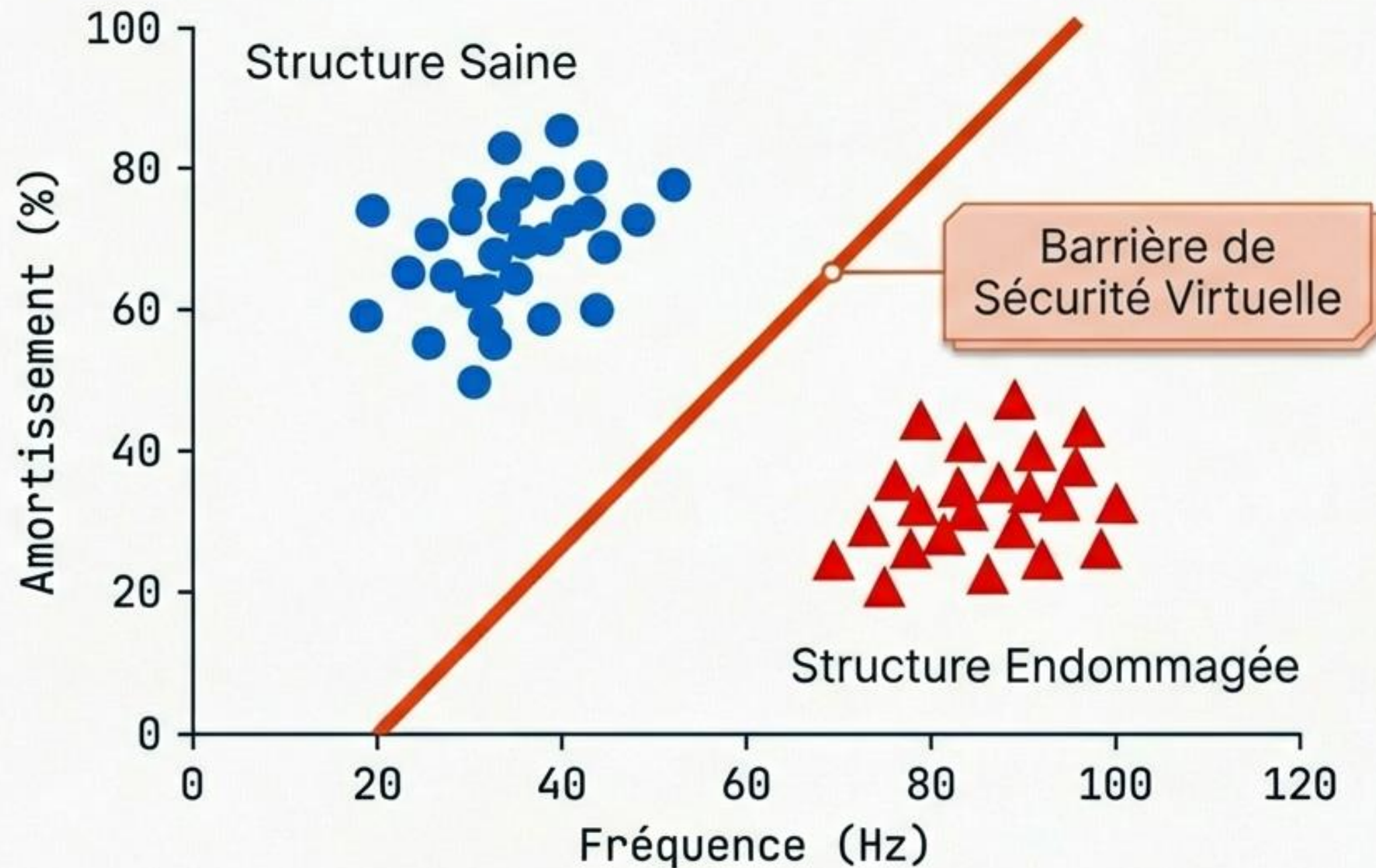
Frontière de séparation
(Hyperplan)

$$f(\mathbf{x}) = \text{sign}(w \cdot \mathbf{x} + b)$$

Diagnostic Final
(+1 Saine / -1 Endommagée)

Le modèle cherche à diviser l'espace des caractéristiques pour prédire une classe $y \in \{-1, +1\}$.

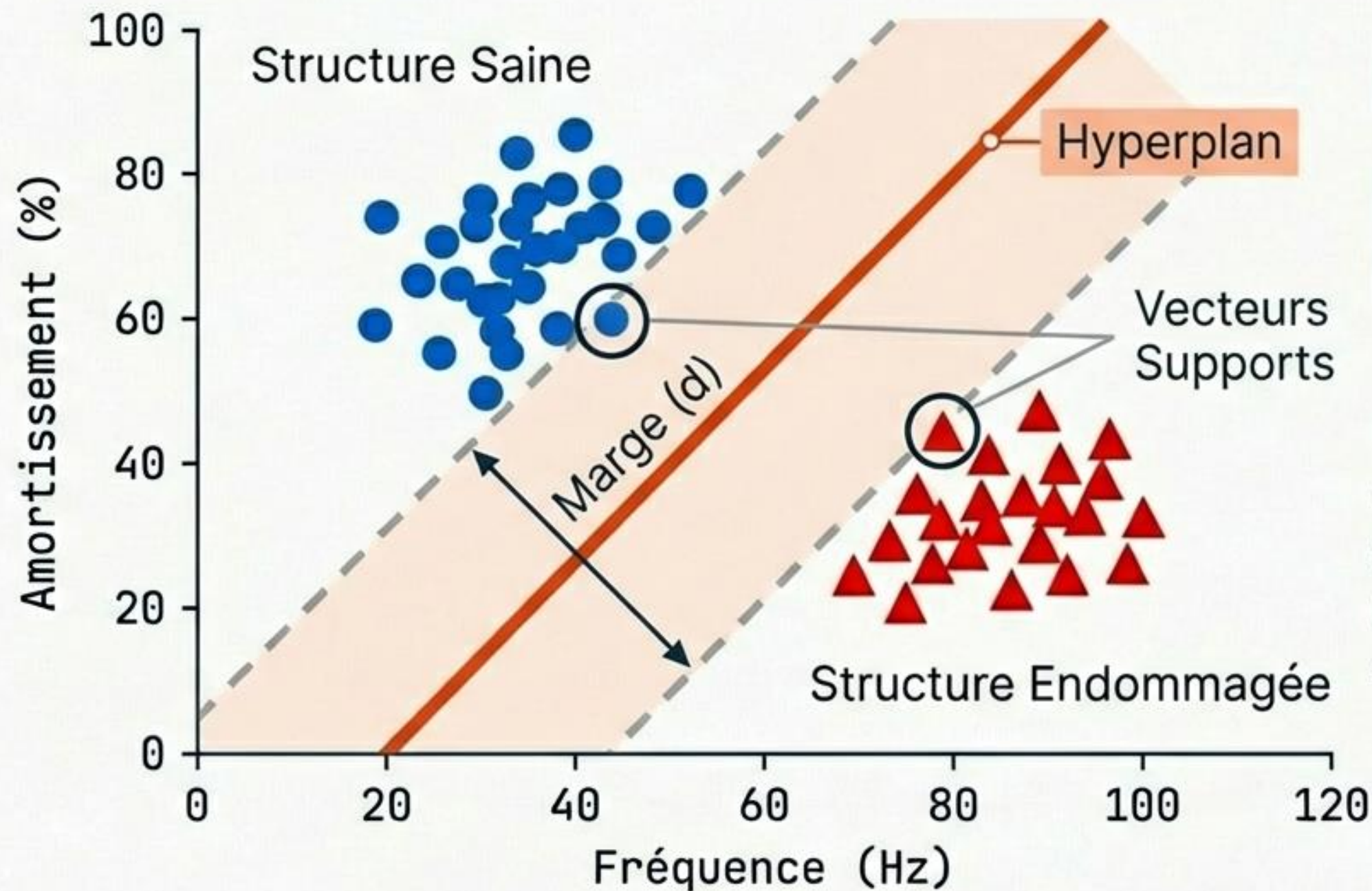
SVM : La Géométrie de la Sécurité



Séparabilité Linéaire :

Si un hyperplan peut diviser parfaitement les classes sans ambiguïté.

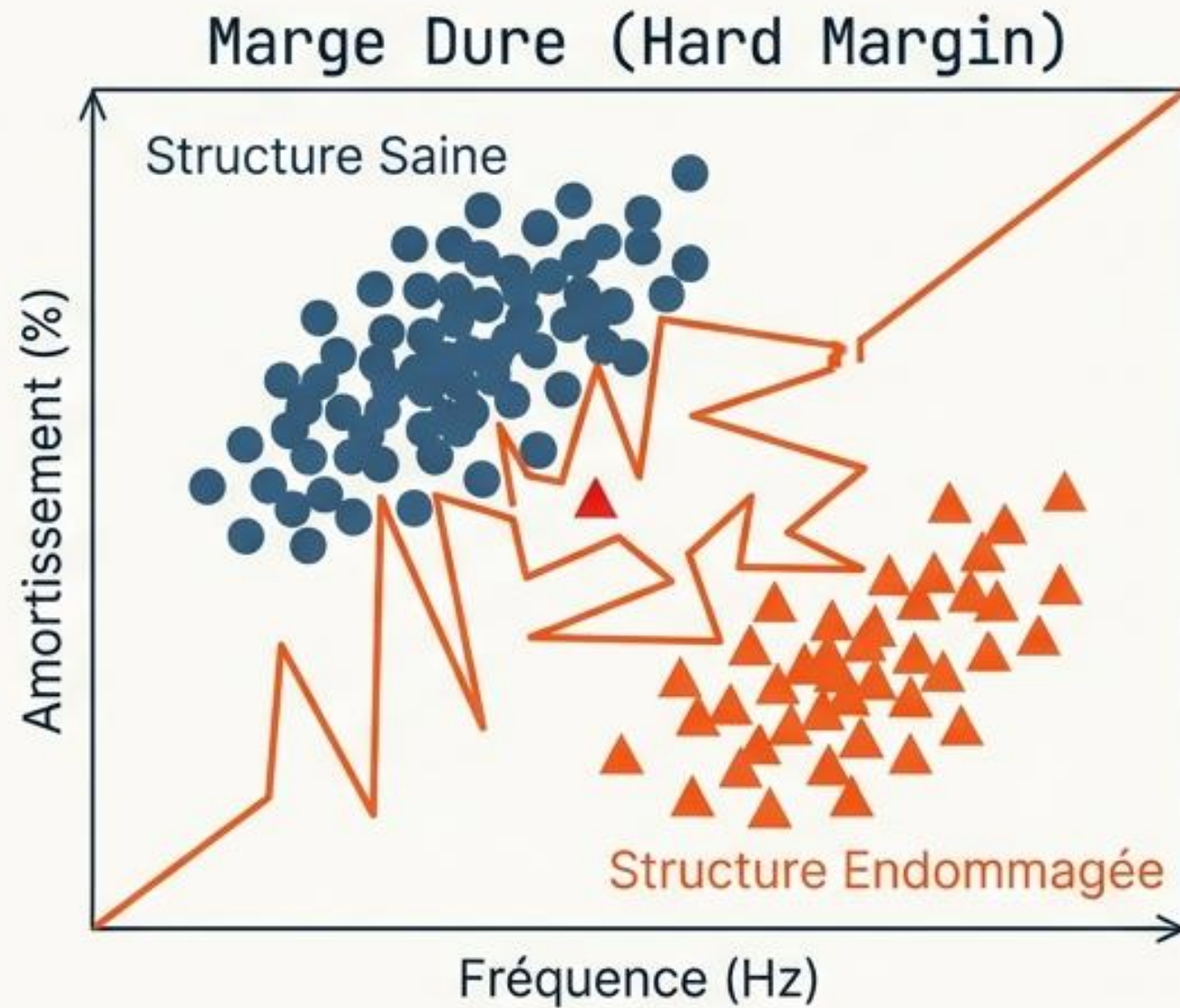
La Stratégie de la Marge Maximale



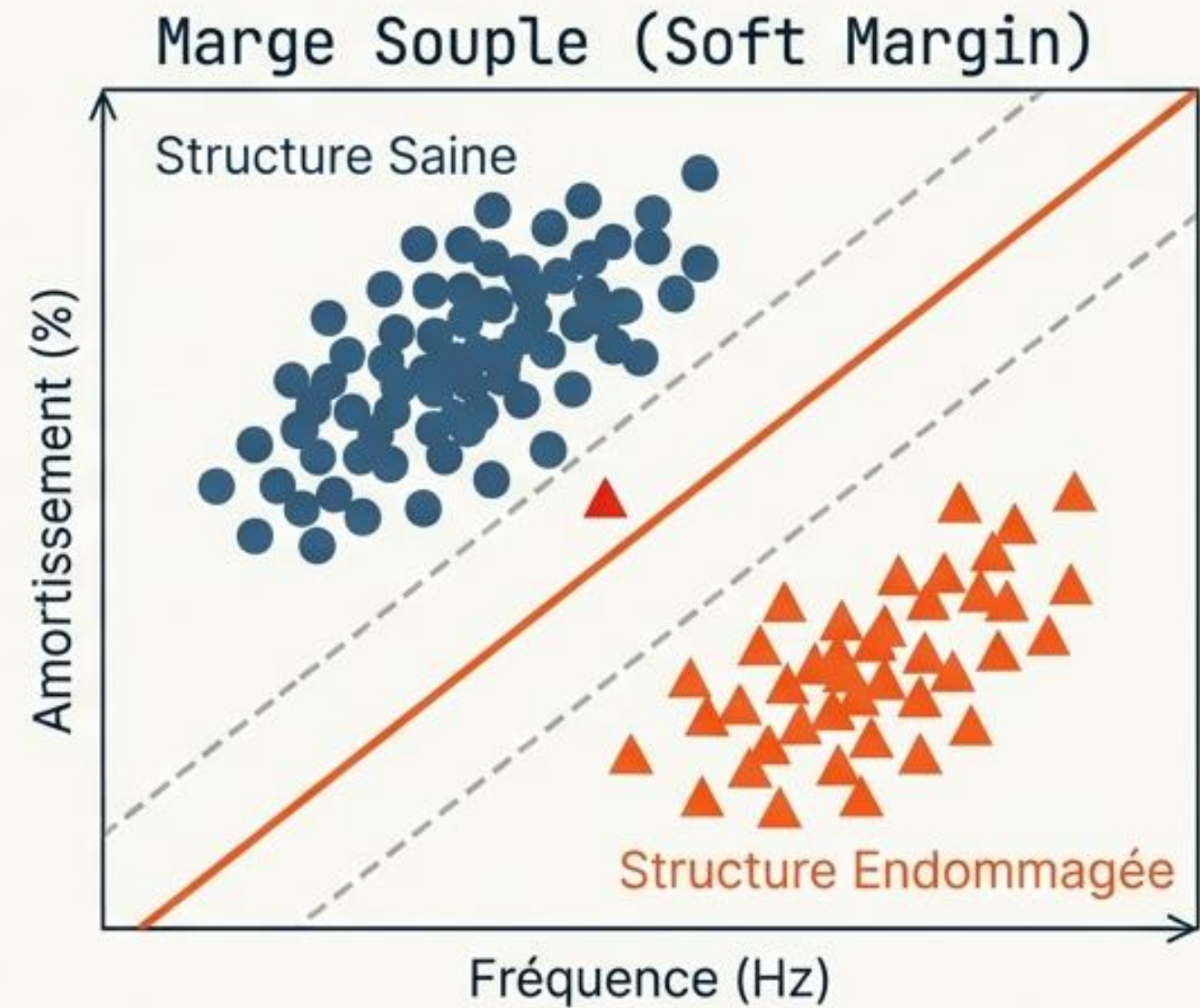
**Maximiser la
marge = Minimiser
le risque.**

Une marge plus large
garantit une **meilleure
généralisation** face aux
**nouvelles données
sismiques inconnues.**

Gérer le Bruit : Marge Dure vs Marge Souple



Sensible aux erreurs.

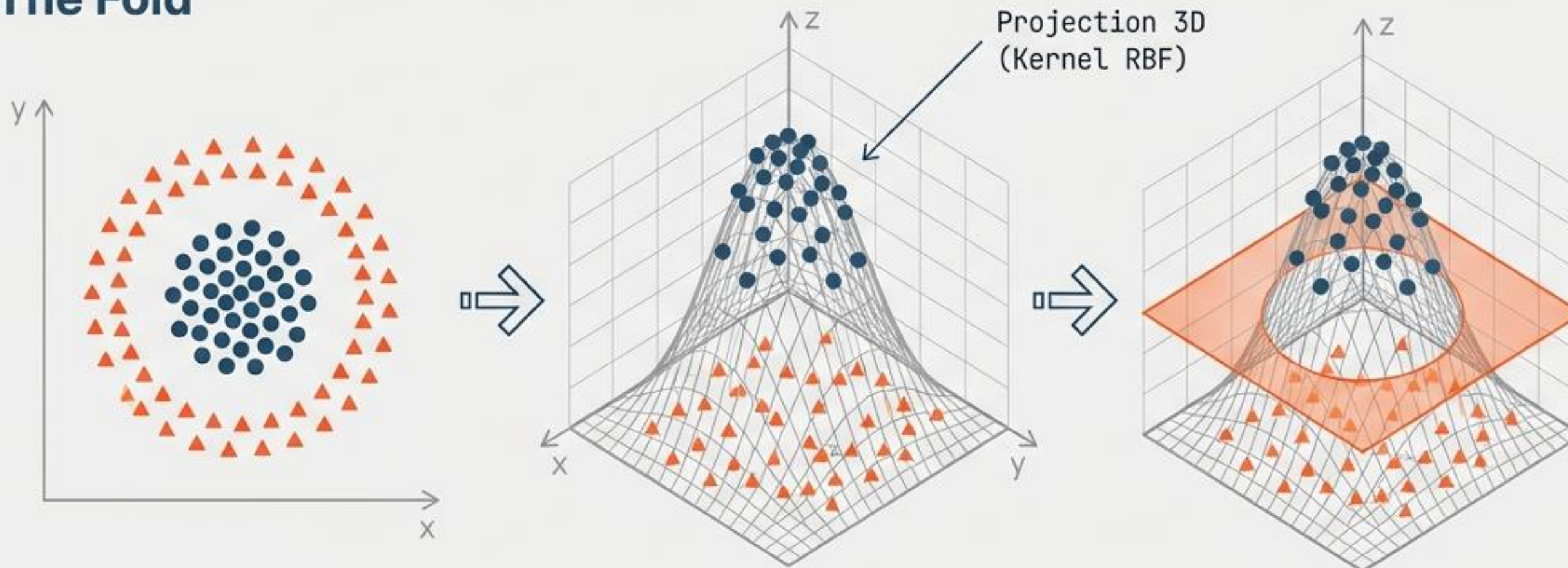


Robuste au bruit expérimental.

Tolérer quelques erreurs de classification (Marge Souple) permet souvent un diagnostic global plus fiable.

Le Kernel Trick : Au-delà de la Linéarité

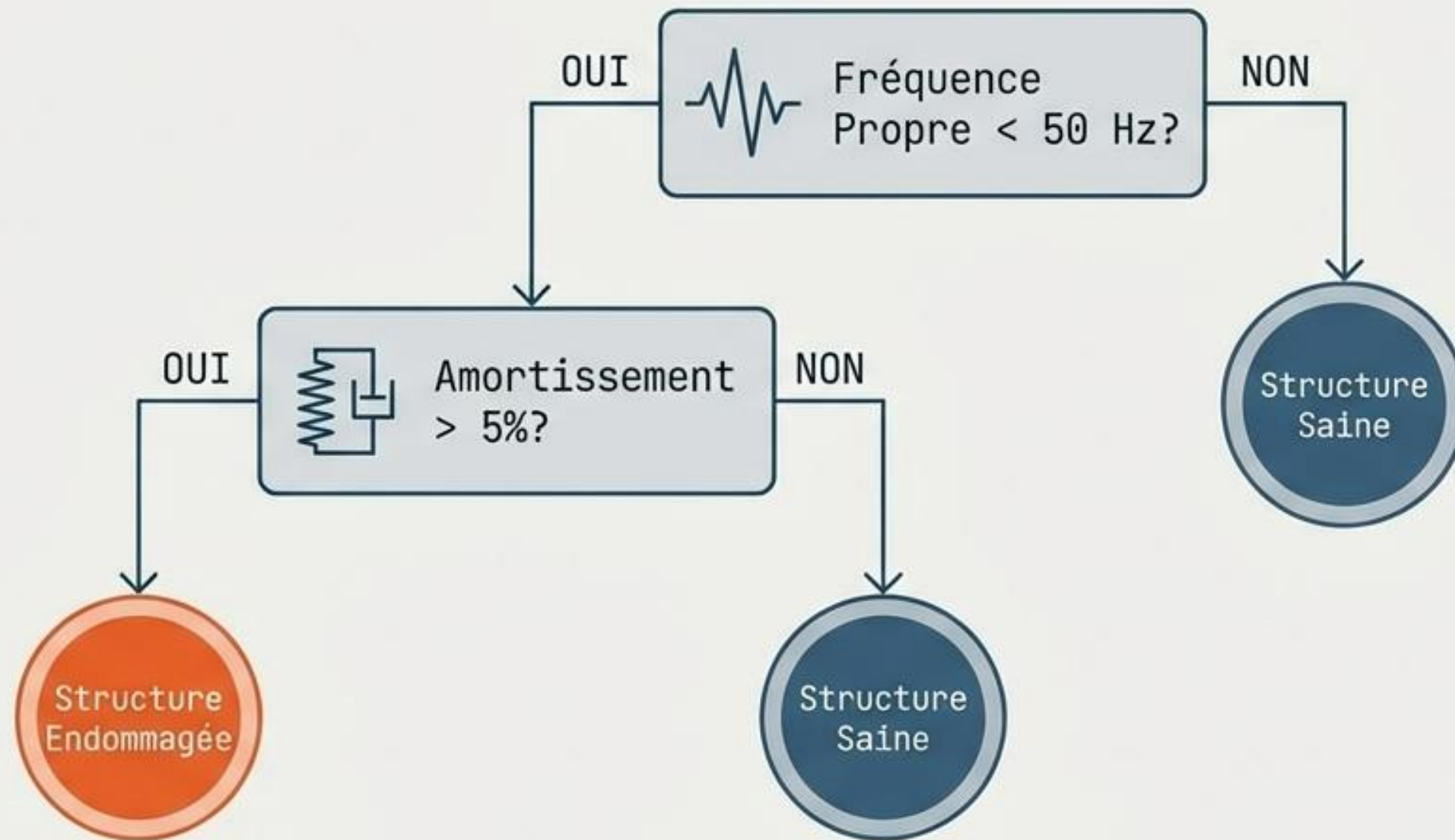
The Fold



Le noyau (Kernel) projette les données dans une dimension supérieure pour rendre possible une séparation linéaire.

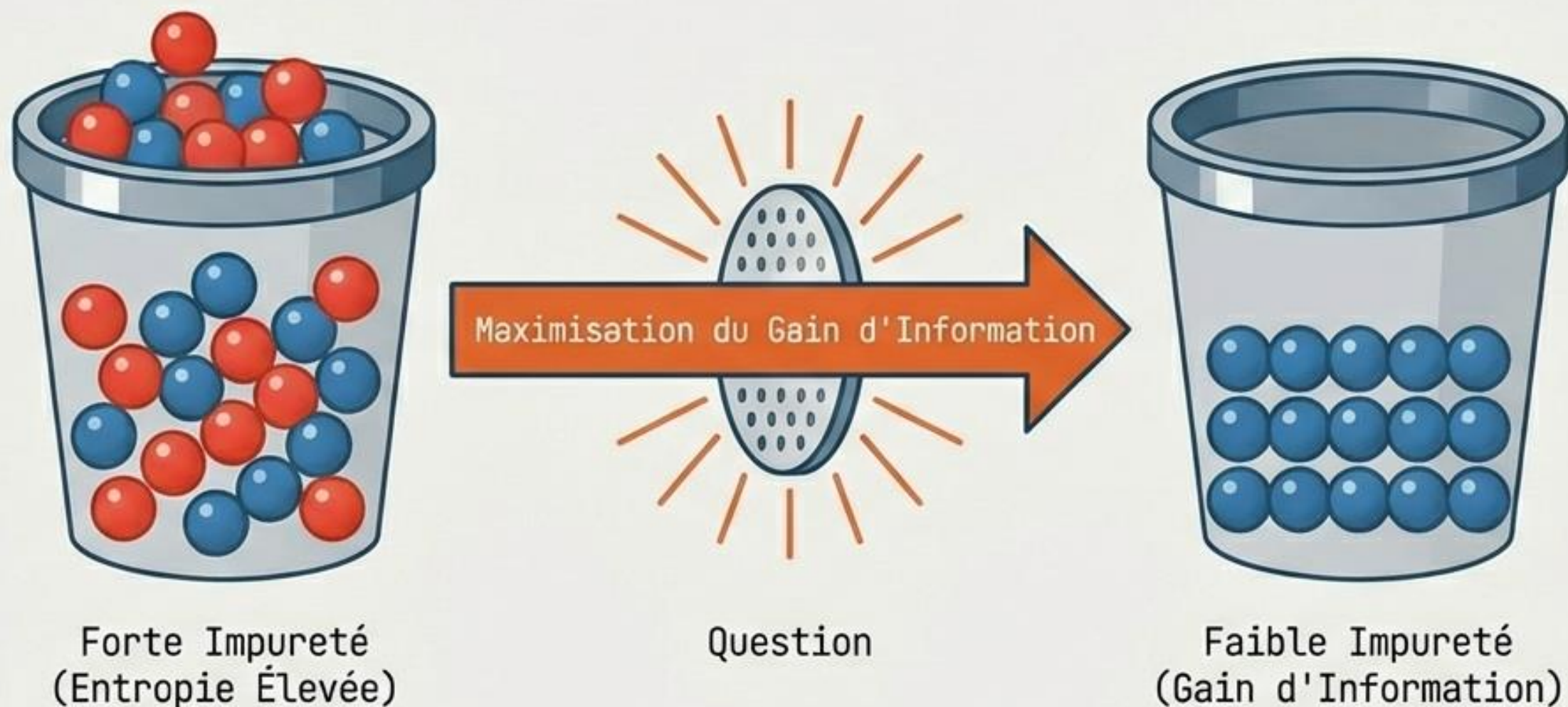
JetBrains Mono
Non séparable en 2D

Arbres de Décision : L'Architecte Logique



Partitionne l'espace des caractéristiques par une série de questions explicites. Haute interprétabilité.

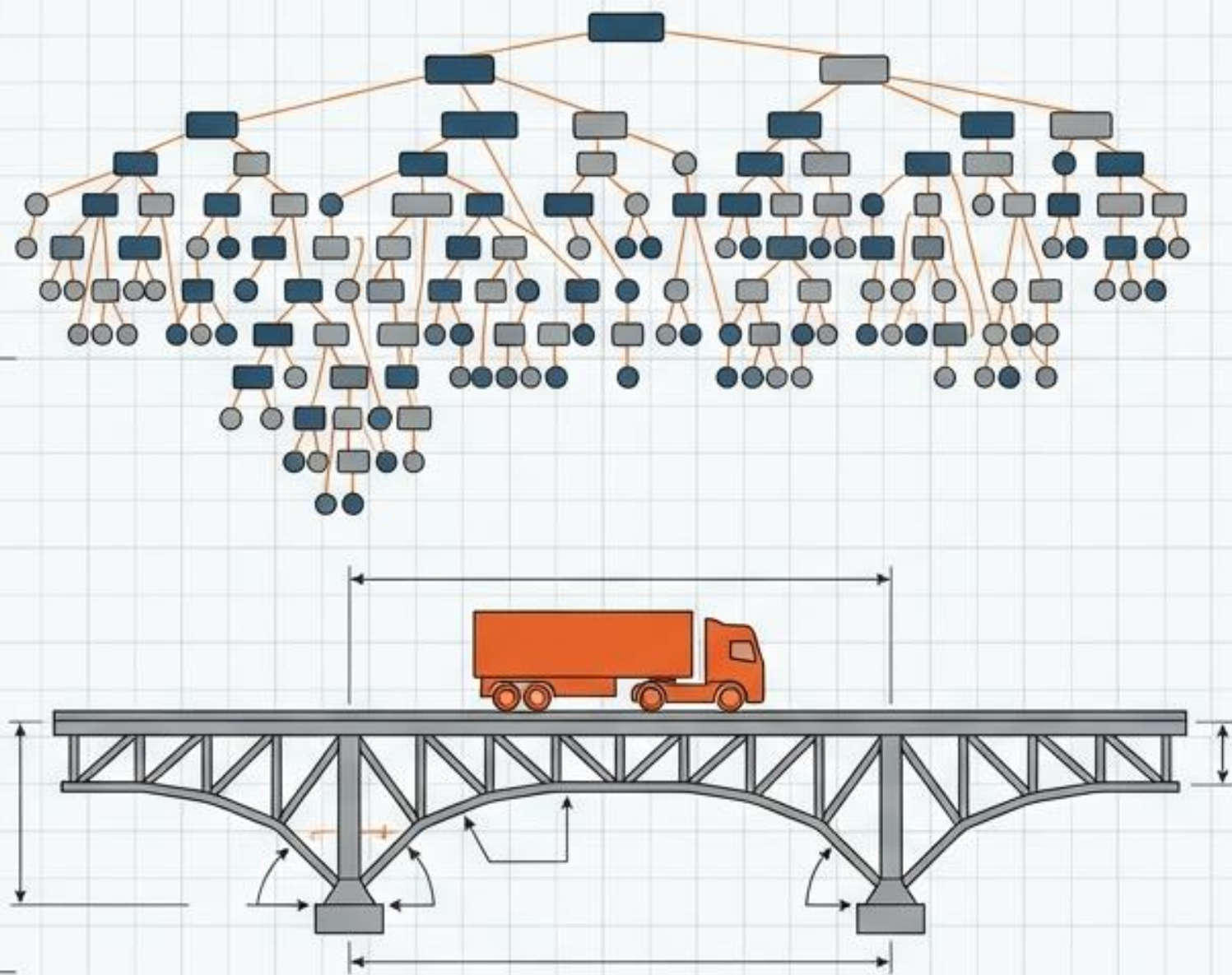
La Mathématique du Choix : Entropie et Indice de Gini



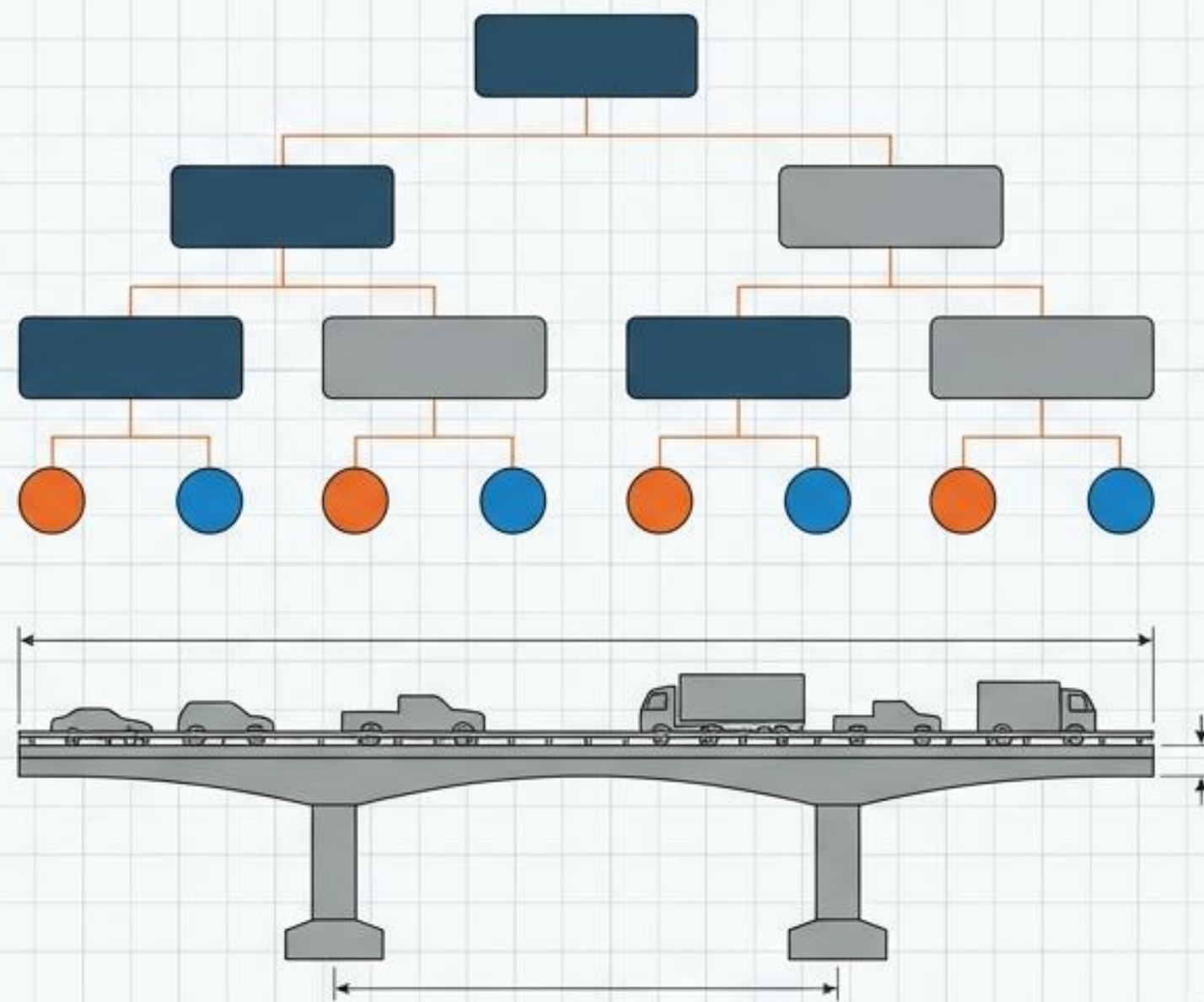
L'algorithme cherche la caractéristique qui réduit le plus le désordre (l'impureté) à chaque étape du diagnostic.

Le Piège du Surapprentissage (Overfitting)

Modèle Complexe (Apprend le bruit)



Modèle Élagué (Apprend la tendance)



"Comme concevoir un pont pour un seul camion spécifique au lieu du trafic général."

La Matrice de Vérité : Coût de l'Erreur

Vrais Positifs (TP)  Fissure détectée correctement.	Faux Positifs (FP)  Alerte inutile (Coût économique).
Faux Négatifs (FN)  Fissure manquée (Risque d'effondrement).	Vrais Négatifs (TN)  Structure saine confirmée.

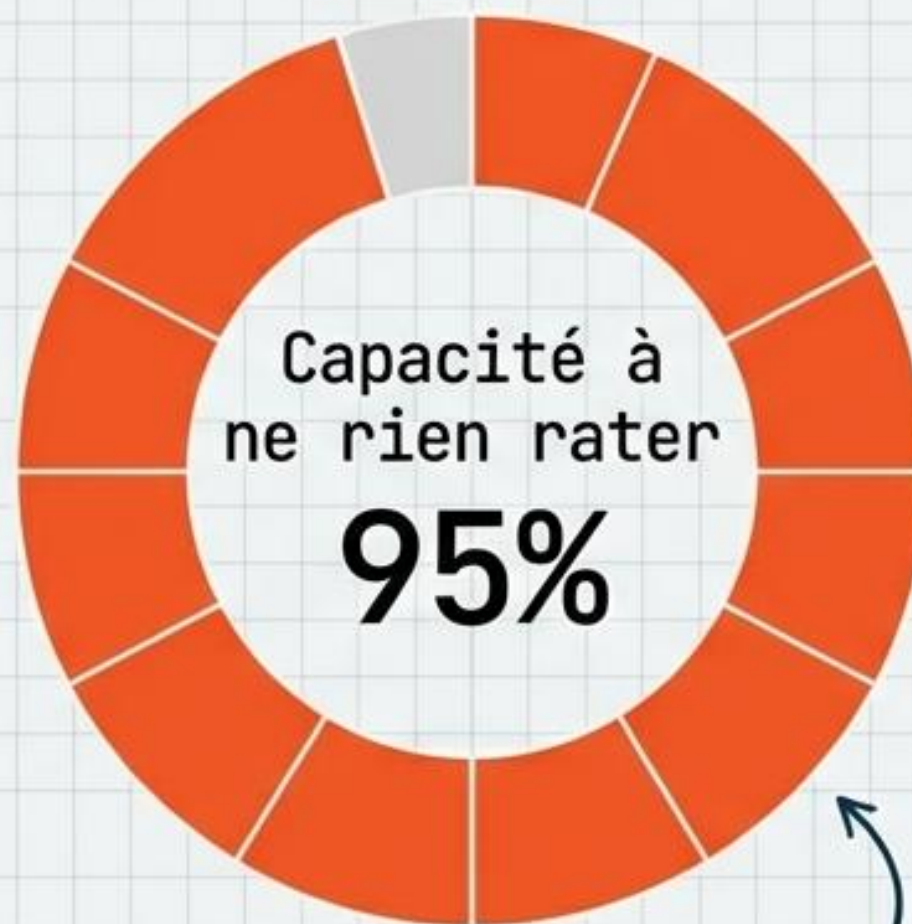
En génie civil, toutes les erreurs n'ont pas le même poids.

Indicateurs de Performance

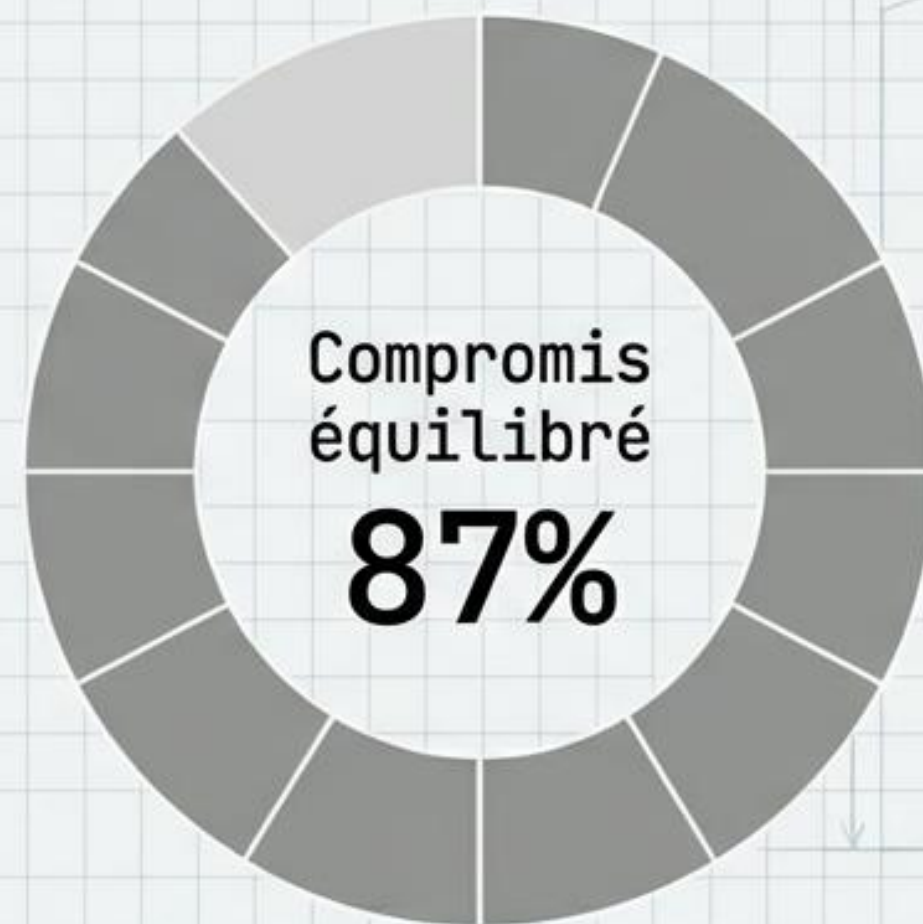
Précision



Rappel (Recall)

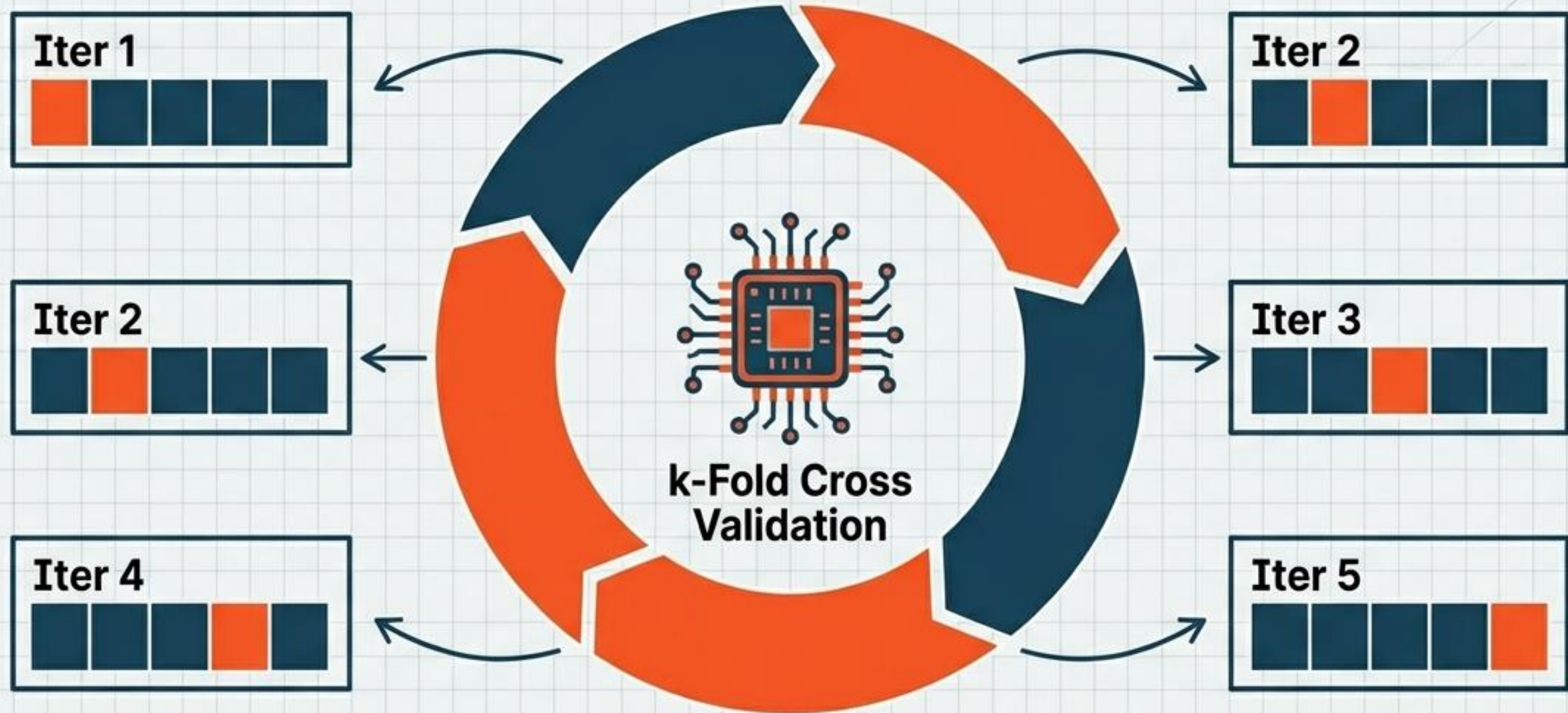


F1-Score



Si la sécurité est prioritaire, on maximise le Rappel pour minimiser les Faux Négatifs.

Robustesse du Modèle : La Validation Croisée

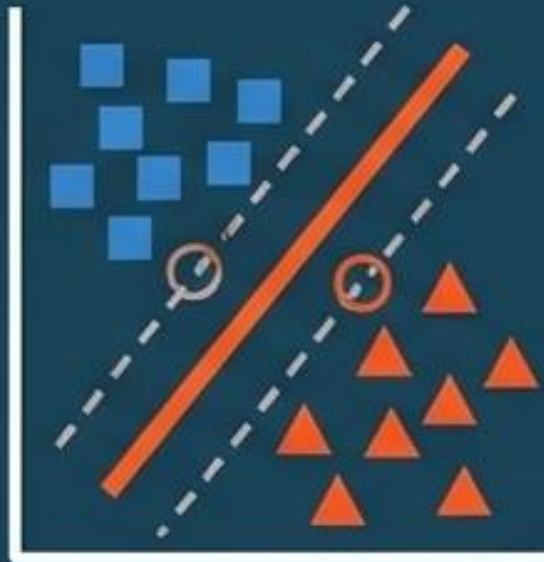


Un crash-test répété pour garantir la fiabilité statistique.

Le Duel : SVM vs Arbres de Décision

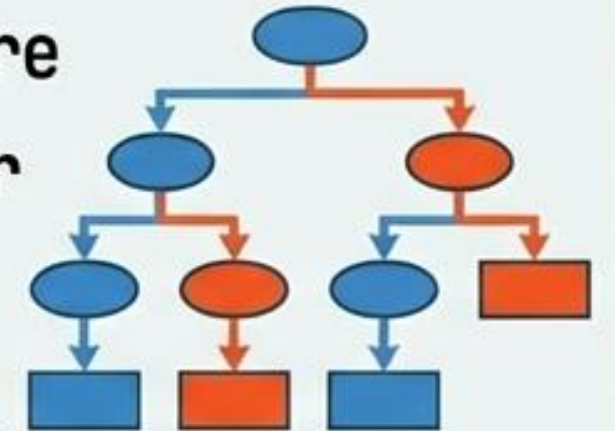
SVM

- Optimisation globale
- Meilleure généralisation
- Boîte noire (Moins interprétable)



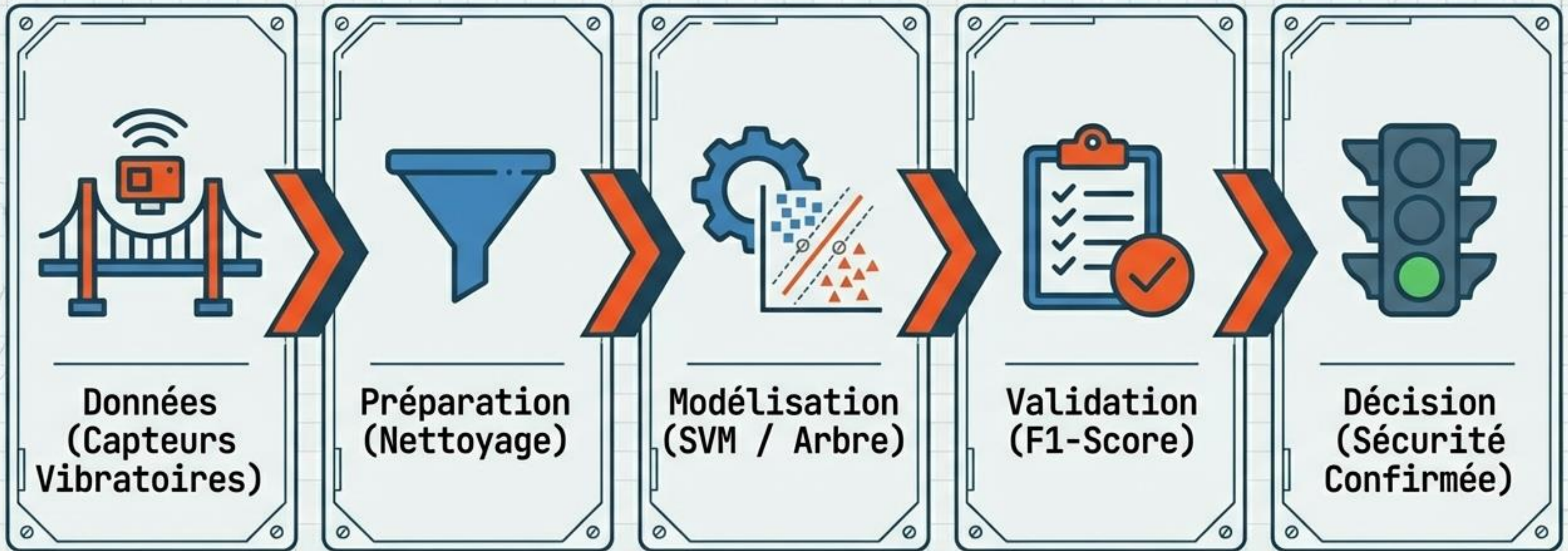
Arbres de Décision

- Logique hiérarchique claire
- Facile à expliquer (Auditabilité)
- Sensible au bruit (Surapprentissage)



Le choix dépend du besoin : performance pure (SVM) ou auditabilité de la décision (Arbres).

Étude de Cas : Flux de Travail Complet



Ces techniques transforment des données expérimentales en décisions de maintenance critiques.