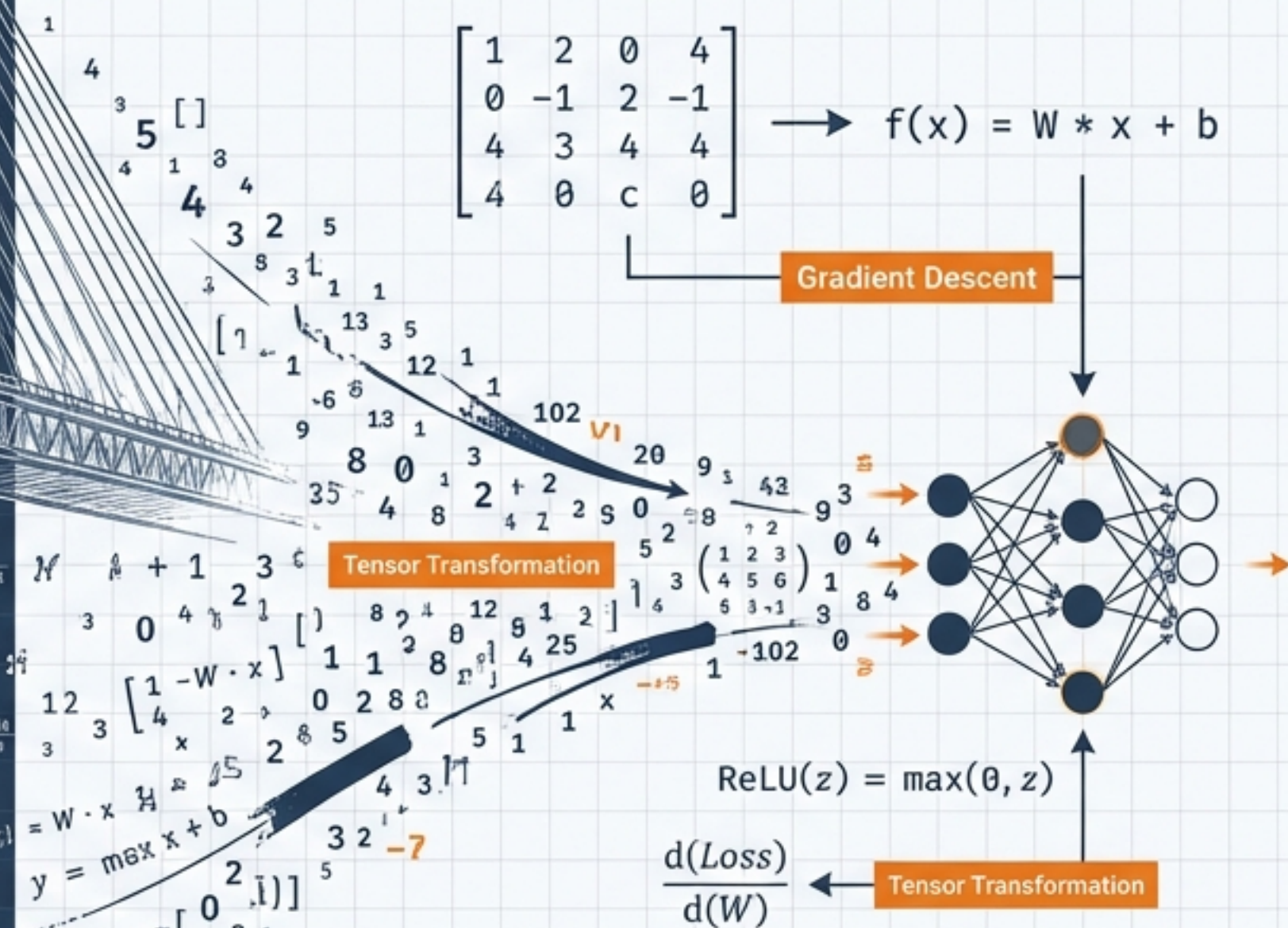


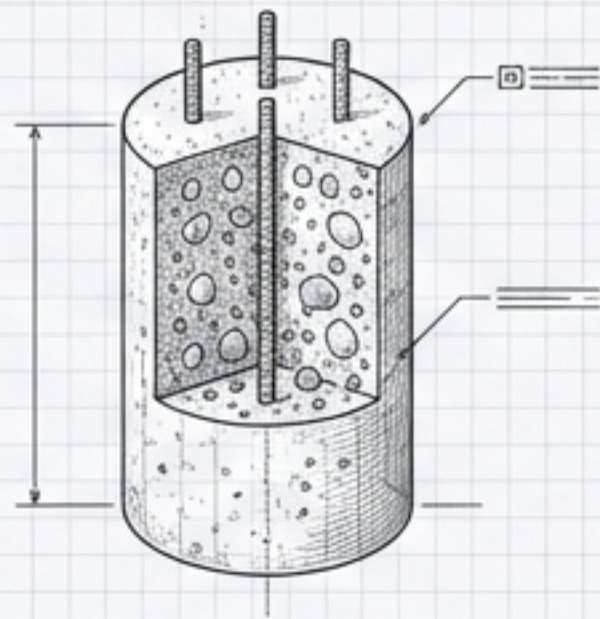
Du sens physique aux modèles numériques

Du sens physique aux modèles numériques



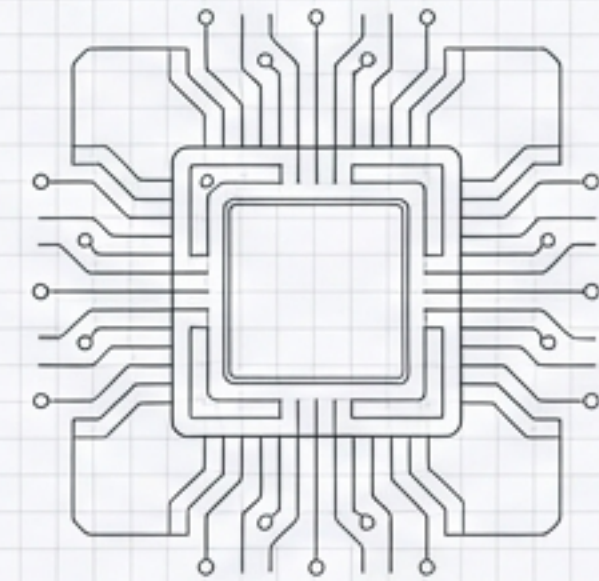
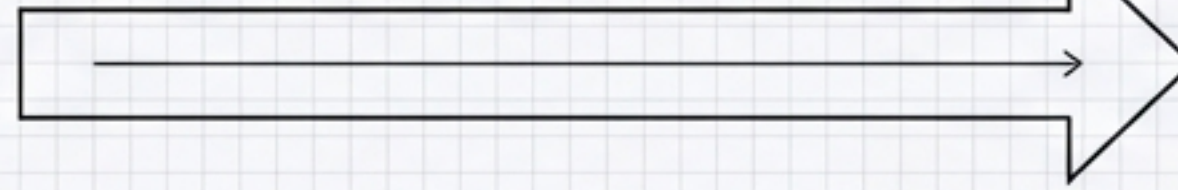
L'OBJECTIF : TRADUIRE LA RÉALITÉ PHYSIQUE

L'intelligence artificielle repose sur des outils mathématiques intensifs mais dont les concepts de base sont accessibles. Pour un ingénieur civil, l'enjeu n'est pas la démonstration mathématique, mais l'interprétation.



Réalité Physique

Traduction (Mathématiques)

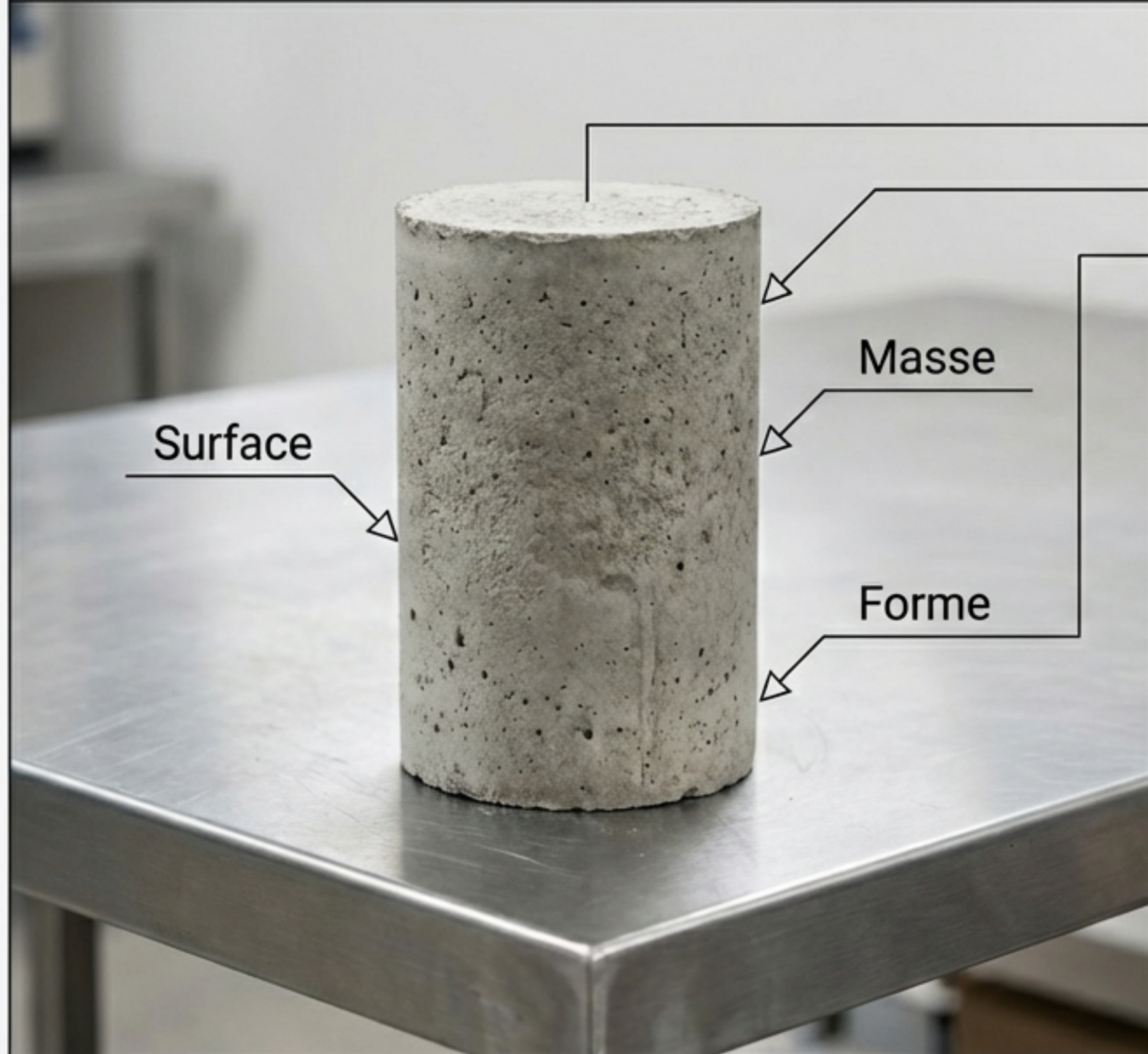


Modèle Numérique

Ce que nous faisons :
Comprendre le sens physique et pratique des données.

Ce que nous ne faisons pas :
Des calculs matriciels à la main.

NUMÉRISER LA MATIÈRE : LE VECTEUR



$$\mathbf{x} = [f_c, E, \rho, \nu]$$

f_c : Résistance du béton

E : Module d'élasticité

ρ : Masse volumique

ν : Coefficient de Poisson



👉 En Python, ce vecteur est manipulé comme un tableau NumPy.

STRUCTURER LES ESSAIS : LA MATRICE

Une matrice est un tableau à deux dimensions qui organise l'ensemble de nos données.
C'est la structure fondamentale pour le stockage et l'entraînement des modèles.

Les Caractéristiques (5 colonnes = 5 paramètres)

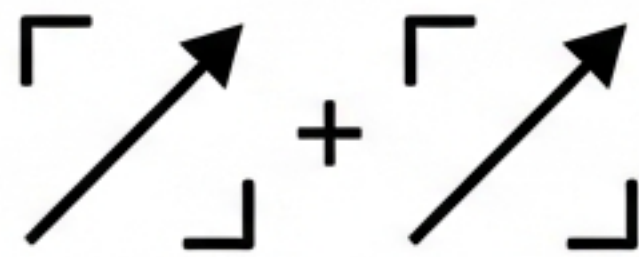
Les Observations (100 lignes = 100 essais)

25.3	30.1	2400	0.2	45.6
24.8	29.5	2380	0.21	44.9
26.1	31.2	2420	0.19	46.2
...	...	...	...	...
25.5	30.0	2395	0.20	45.4

La matrice est l'équivalent mathématique de votre fichier Excel de laboratoire.

OPÉRATIONS MATRICIELLES ET AUTOMATISATION

Les opérations usuelles (addition, produit matriciel) permettent aux algorithmes de combiner les caractéristiques pour trouver des modèles.



$$\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2$$

Addition

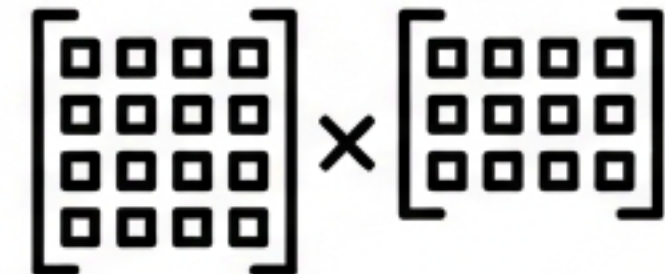
+



$$k \cdot \mathbf{v}$$

Produit Scalaire

+



$$A \cdot B$$

Produit Matriciel

! Important : En pratique, vous ne ferez jamais ces calculs à la main. Ces opérations sont gérées automatiquement et instantanément par les bibliothèques Python (NumPy). Votre rôle est de définir les entrées; la machine gère le calcul.

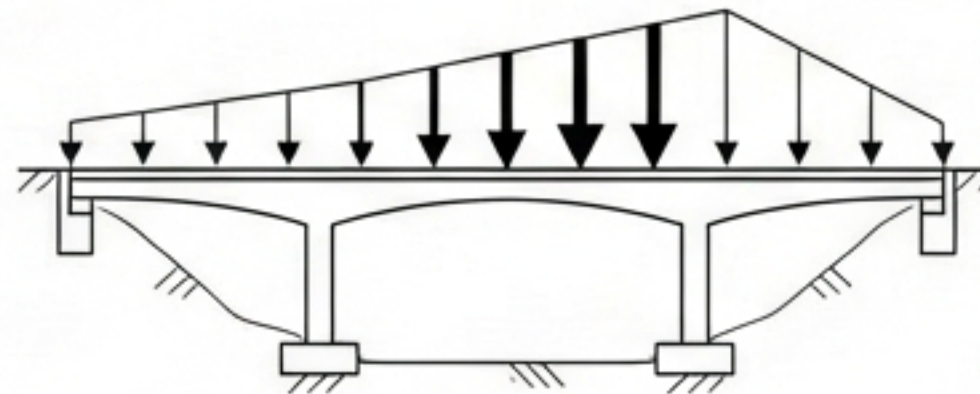
LE CONTEXTE : PROBABILITÉS ET INCERTITUDES

En génie civil, rien n'est parfaitement exact. Les statistiques sont essentielles pour décrire, analyser et résumer les données avant de lancer une IA.

Variable Aléatoire : Une grandeur dont la valeur dépend du hasard.



Matériaux : Résistance réelle (variable)

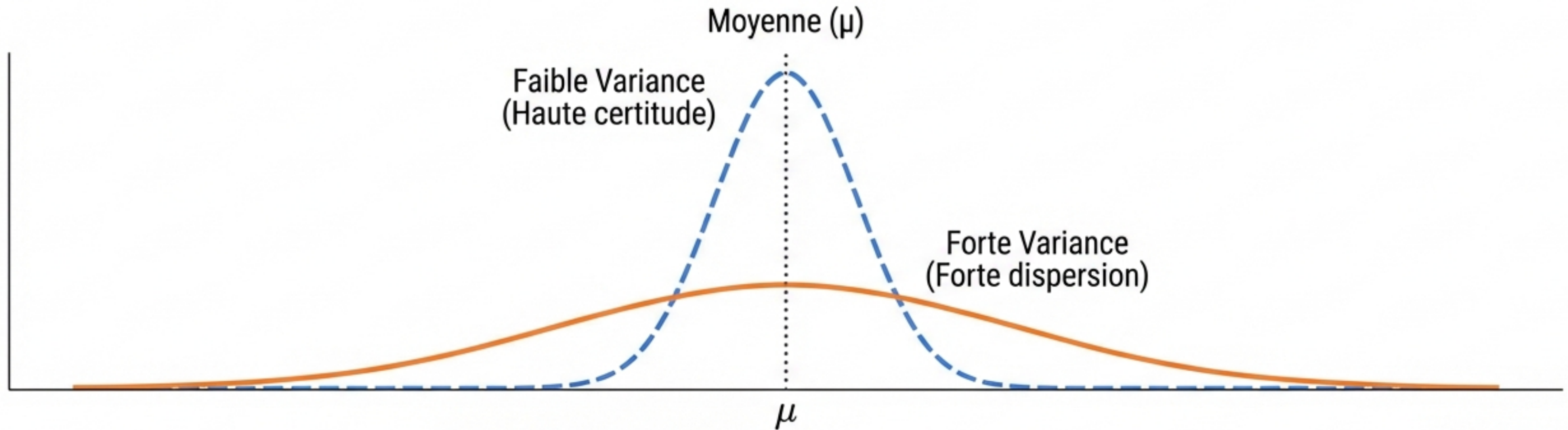


Charges : Charge d'exploitation



Environnement : Intensité d'un séisme

STATISTIQUES DESCRIPTIVES : LE 'POULS' DES DONNÉES



****1. La Moyenne (Centralité)*.**

Représente la valeur centrale d'un jeu de données.

Exemple : Moyenne des résistances à la compression.

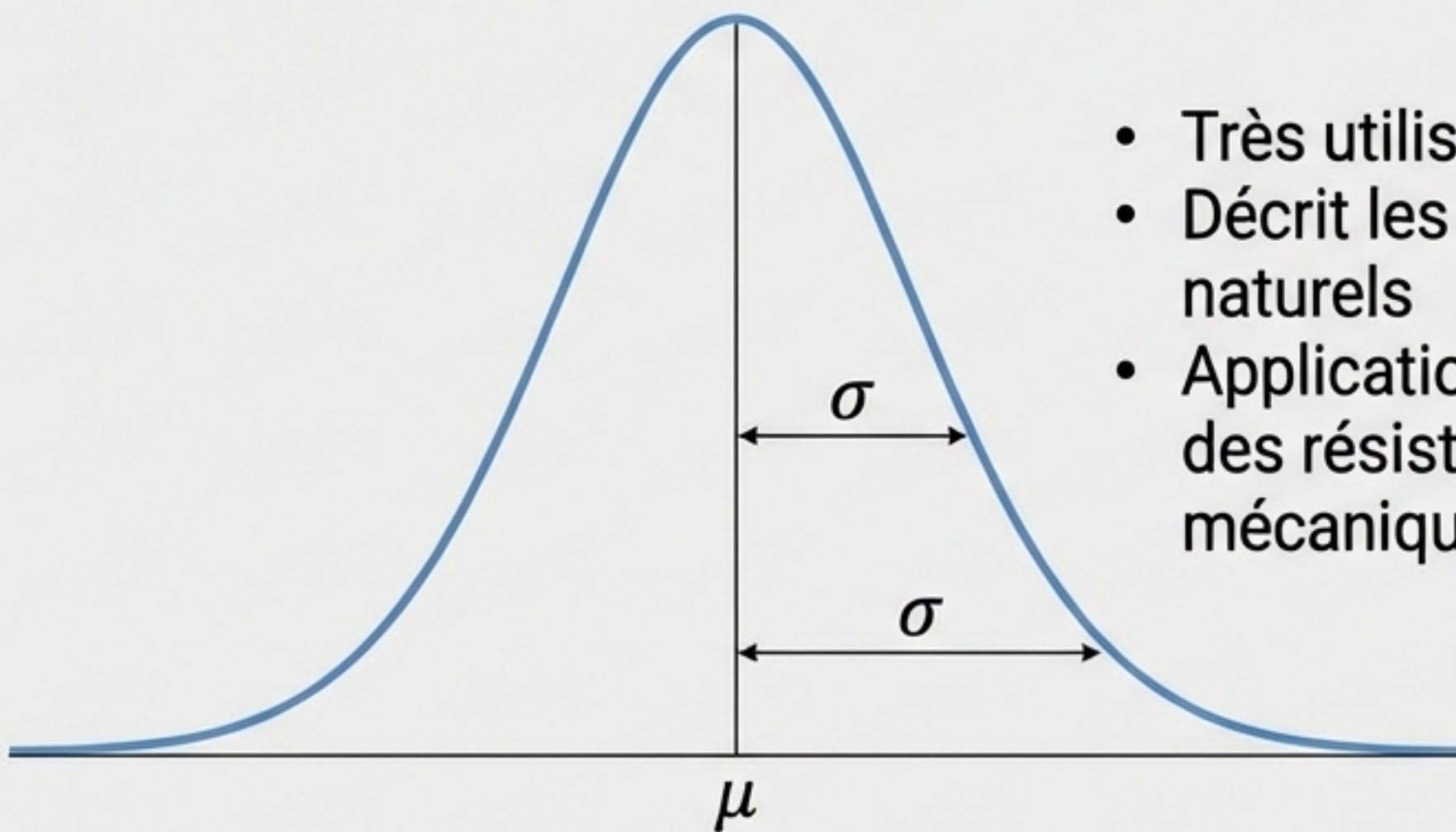
****2. Variance et Écart-type (Dispersion)*.**

Mesurent la dispersion des données autour de la moyenne.

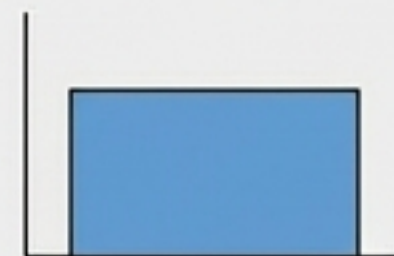
Sens Physique : Évalue la variabilité des essais.

LES LOIS DE PROBABILITÉ USUELLES

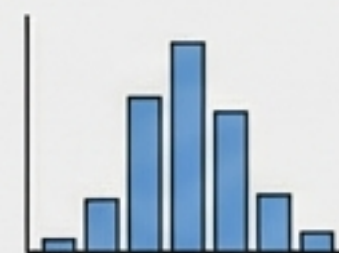
La Loi Normale (Gaussienne)



- Très utilisée en ingénierie
- Décrit les phénomènes naturels
- Application : Distribution des résistances mécaniques



Loi Uniforme : Toutes les valeurs ont la même probabilité.

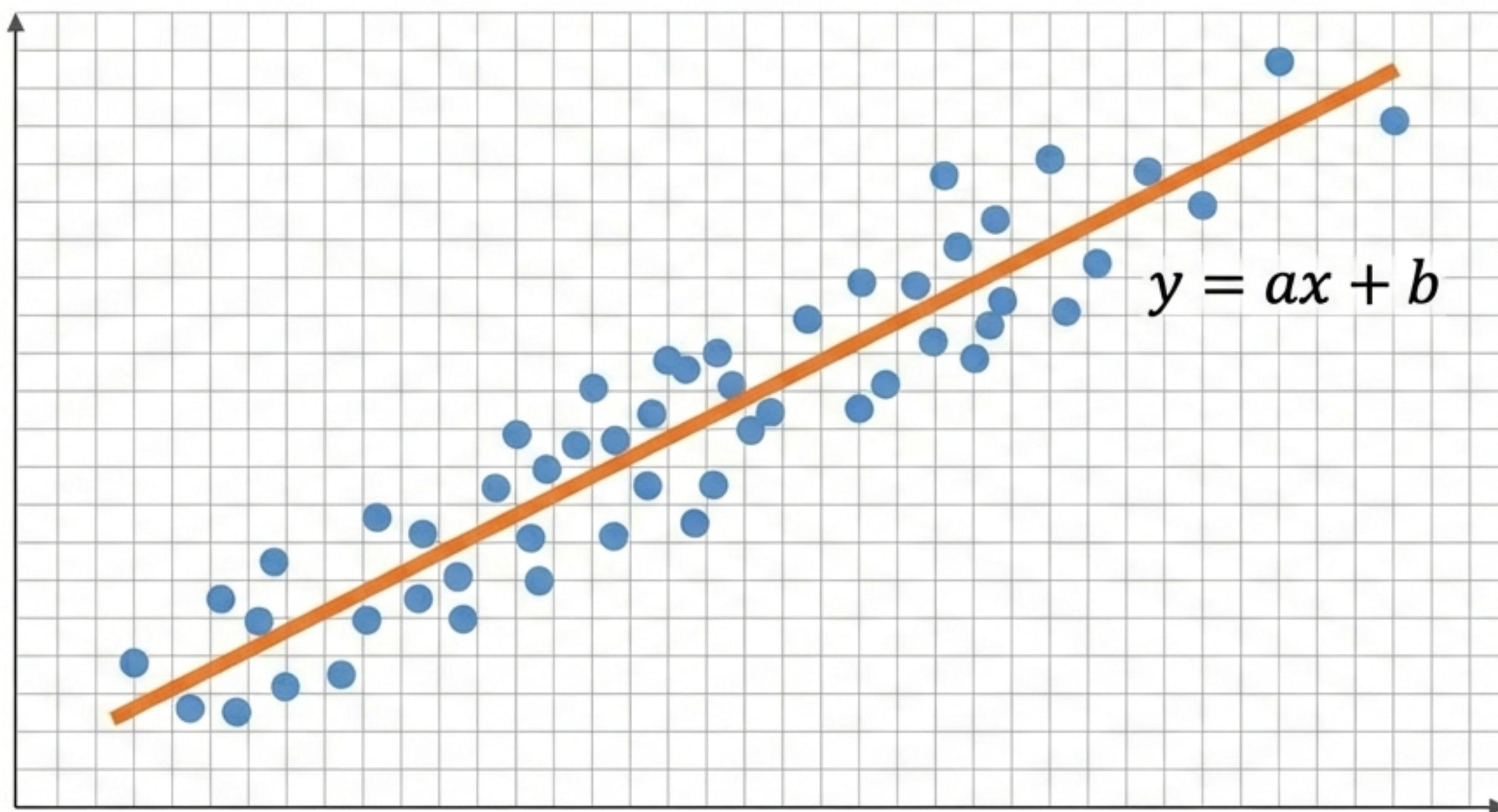


Loi Binomiale : Modélise un nombre de succès ou d'échecs.

Ces lois permettent de modéliser mathématiquement les incertitudes du monde réel.

LE PREMIER MODÈLE : LA RÉGRESSION LINÉAIRE

Modèle fondamental du Machine Learning. Il permet de modéliser la relation mathématique entre deux variables.

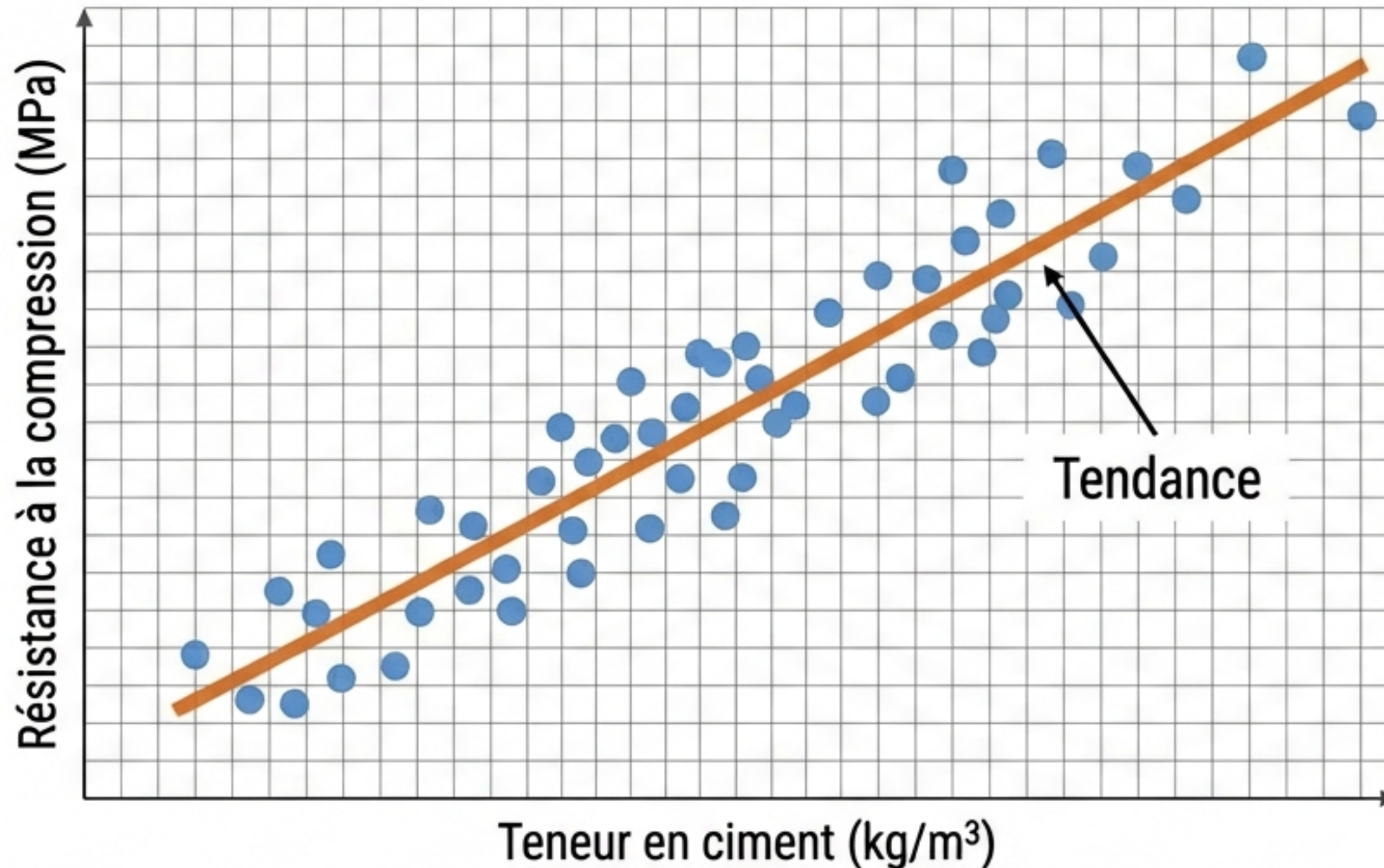


x (Variable explicative) :
La donnée d'entrée

y (Variable à prédire) :
La cible

INTERPRÉTATION PHYSIQUE DE LA RÉGRESSION

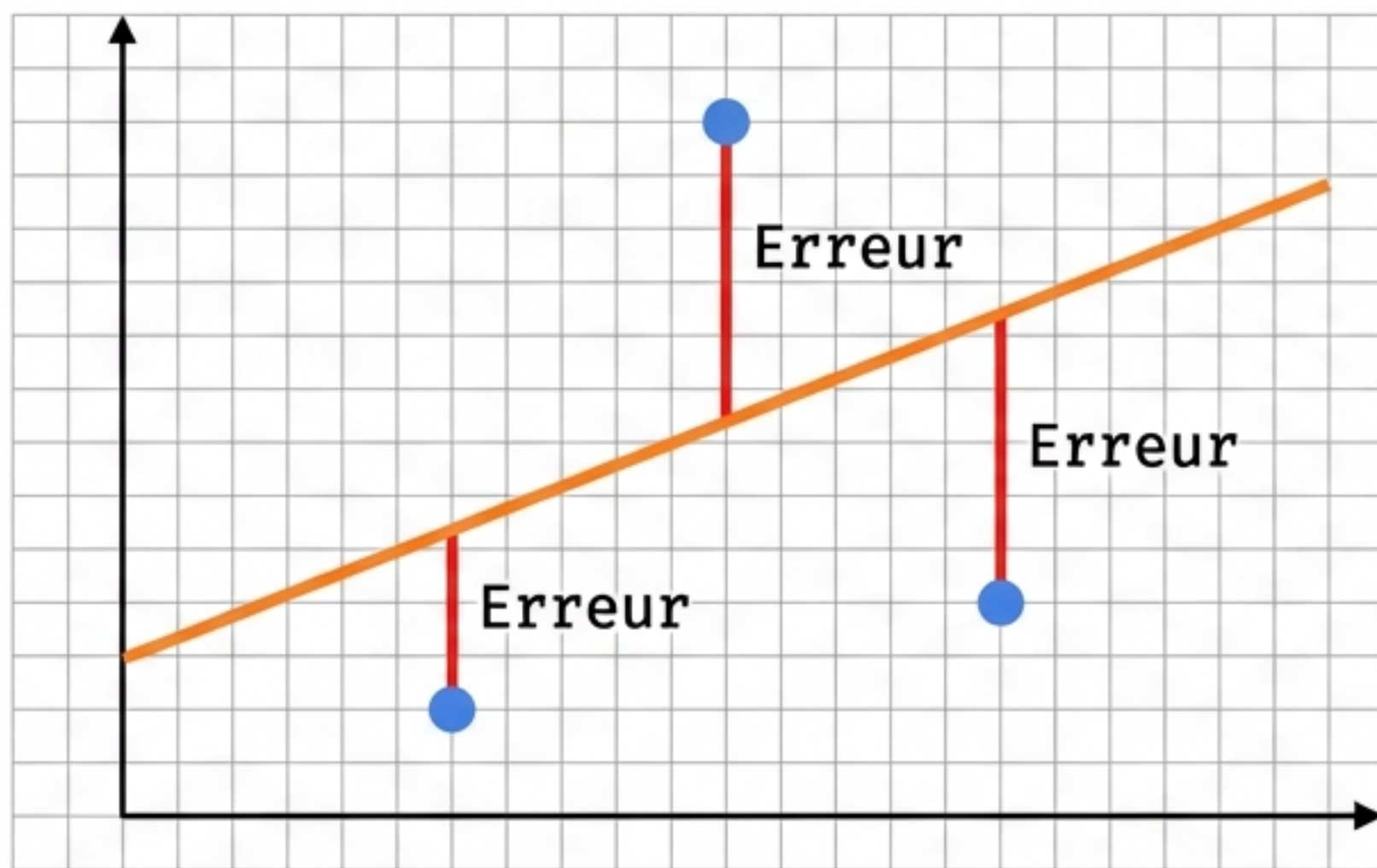
En génie civil, nous n'utilisons pas la régression pour faire des mathématiques, mais pour identifier des tendances expérimentales.



- Prédire une résistance à partir d'un paramètre clé.
- Analyser l'évolution d'une déformation sous charge.
- La droite montre la corrélation positive entre le dosage et la résistance.

LA FONCTION DE COÛT : COMMENT LA MACHINE 'APPREND'

Pour trouver la meilleure droite, l'algorithme doit mesurer son erreur.



Calculer l'écart entre les valeurs réelles et prédites.



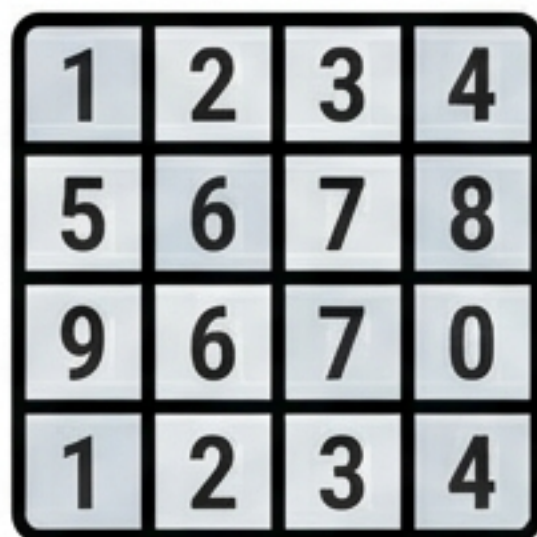
Minimiser cette erreur
(Optimisation).



Cette optimisation est réalisée automatiquement par les bibliothèques Python.

LA BOÎTE À OUTILS PYTHON

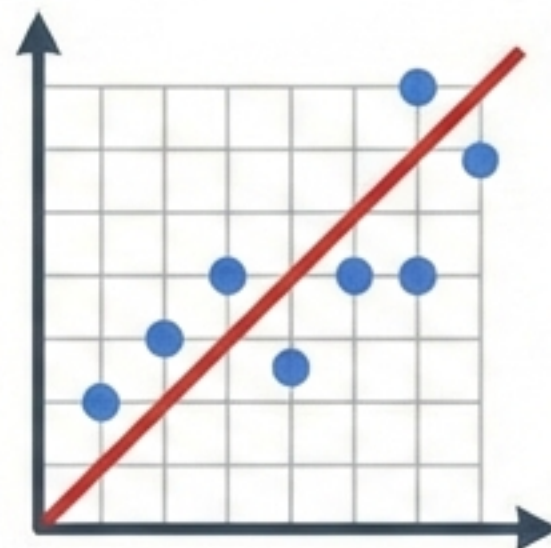
La mise en œuvre pratique repose sur trois piliers standards de l'industrie.



1	2	3	4
5	6	7	8
9	6	7	0
1	2	3	4

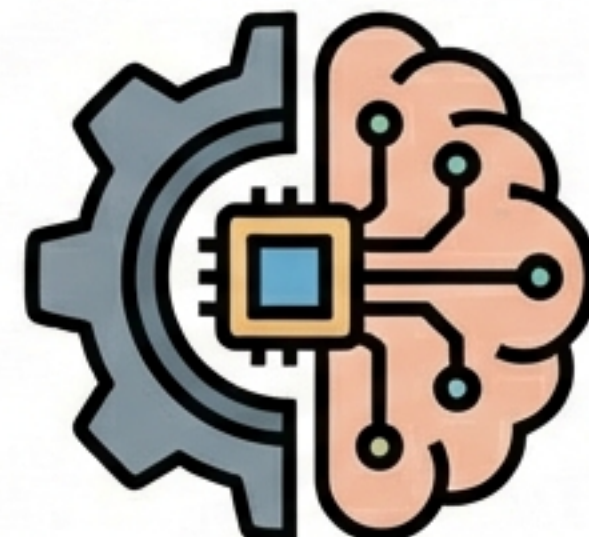
NumPy

Le moteur de calcul numérique. Gère les vecteurs et matrices.



Matplotlib

La visualisation graphique.
Trace les courbes et nuages de points.



Scikit-learn

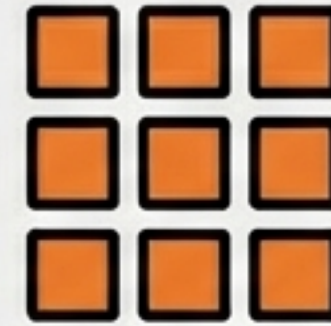
La bibliothèque de modèles.
Contient les algorithmes prêts à l'emploi.

Comprendre le principe → Utiliser l'outil → Interpréter les résultats

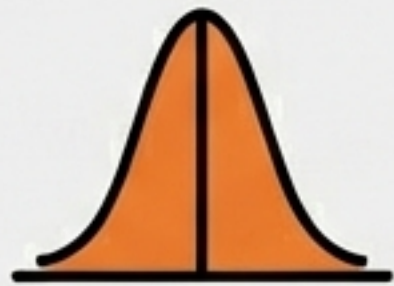
SYNTHÈSE : LES 4 PILIERS MATHÉMATIQUES



1. Vecteurs :
Représentation
numérique des
matériaux.



2. Matrices :
Structure de la base de
données (Essais /
Caractéristiques).



3. Statistiques : Mesure
de la variabilité et des
incertitudes
physiques.



4. Régression :
Modélisation des
tendances et prédiction
prédiction ($y = ax + b$).

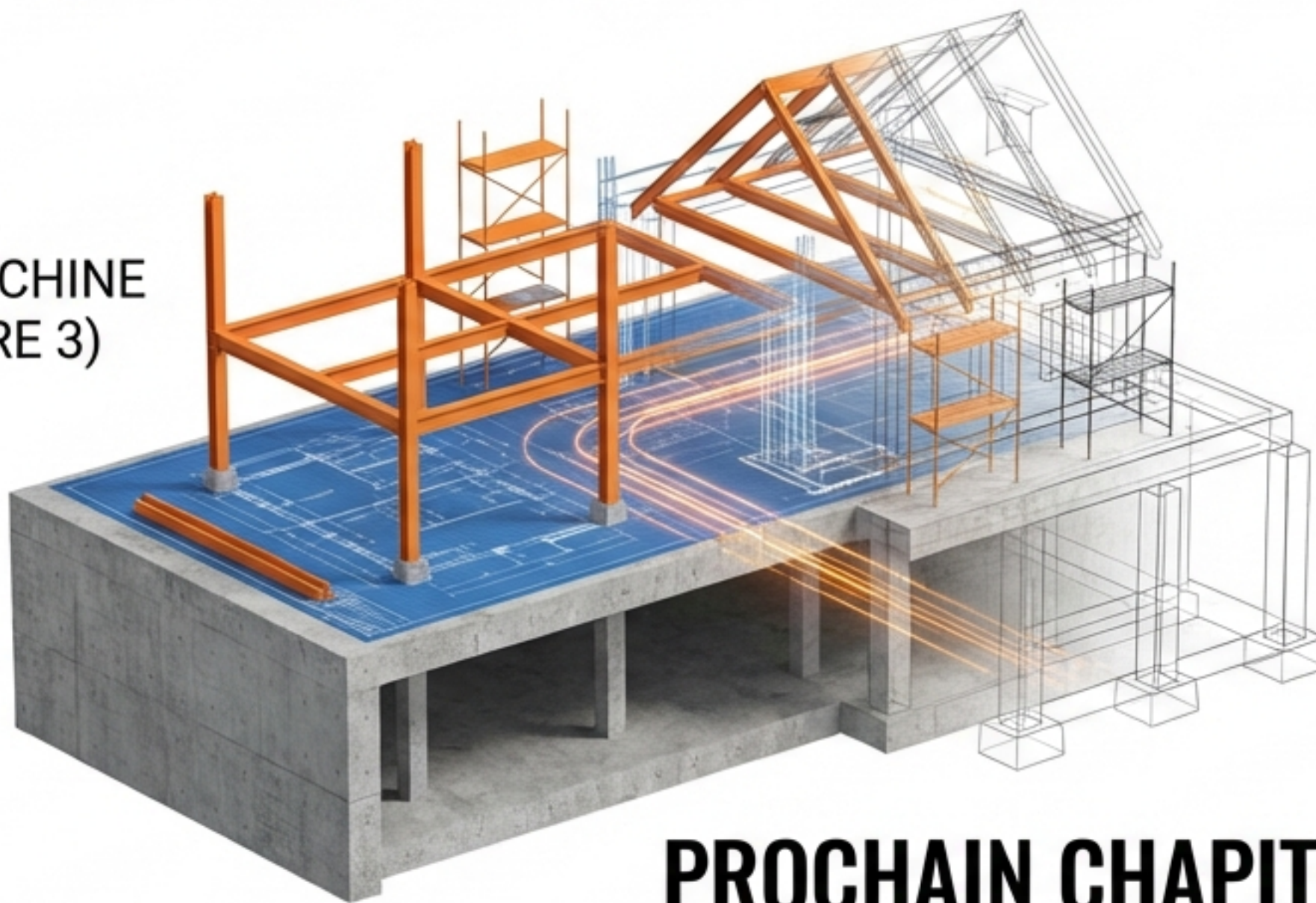
Ces notions constituent le socle fondamental pour comprendre les algorithmes plus complexes.

VERS LE MACHINE LEARNING

Ce chapitre a posé les bases mathématiques indispensables. Nous sommes maintenant prêts à construire le Pipeline d'Apprentissage.

ALGORITHMES DE MACHINE
LEARNING (CHAPITRE 3)

MATHÉMATIQUES
(CHAPITRE 2)



**PROCHAIN CHAPITRE : Concepts clés
et application directe en Python.**