

## Ingénierie des Connaissances

### Atelier : Prédiction floue du risque de panne d'une machine industrielle

#### Objectif:

Concevoir un système intelligent combinant logique floue et Machine Learning pour estimer le risque de panne d'une machine à partir de plusieurs indicateurs incertains (température, vibrations, âge).

Vous apprendrez à :

- Construire un système d'inférence floue complet
- Générer un jeu de données synthétique à partir du modèle flou
- Entraîner un modèle ML pour généraliser la prédiction
- Comparer les deux approches

#### Contexte:

Les ingénieurs de maintenance veulent estimer le risque de panne d'une machine.

Cependant, les indicateurs collectés sont souvent imprécis :

- “température élevée”, “vibrations légères”, “machine récente”...

L'objectif est de créer un modèle capable de gérer cette incertitude grâce à la logique floue, puis d'entraîner un modèle de Machine Learning pour automatiser la prédiction.

#### Modélisation floue:

1. Créez un contrôleur flou avec les variables suivantes :

- Entrées :
  - Température  $\in [0,100]$ 
    - Basse :  $[0,0,40]$
    - Normale :  $[30,50,70]$
    - Elevée :  $[60,100,100]$
  - Vibration  $\in [0,10]$

- Faible : [0,0,4]
  - Moyenne : [2,5,8]
  - Forte : [6,10,10]
- Âge  $\in [0,20]$
- Neuf : [0,0,7]
  - Moyen : [5,10,15]
  - Ancien : [12,20,20]
- Sortie :
- Risque de panne  $\in [0,10]$
- Faible : [0,0,4]
  - Moyen : [2,5,8]
  - Elevé : [6,10,10]
2. Formulez les règles d'inférence floues qui relient les entrées (température, vibration, âge) à la sortie (risque). Les règles doivent représenter le raisonnement d'un expert en maintenance.
    - Si la température est élevée ou la vibration est forte, alors le risque est élevé.
    - Si la machine est ancienne et la vibration est moyenne, alors le risque est moyen.
    - Si la température est basse et la vibration est faible et l'âge est neuf, alors le risque est faible.
    - Si la température est normale et l'âge est moyen, alors le risque est moyen.
  3. Créez et simulez le contrôleur :

## **Machine Learning:**

1. Générez 2000 échantillons aléatoires de température, vibration et âge.
2. Calculez pour chacun la valeur défuzzifiée du risque à partir du modèle flou.
3. Entraînez un modèle de régression pour prédire le risque à partir des trois entrées.

## **Interprétation et Analyse:**

1. Comparez les prédictions floues et celles du modèle ML.
2. Quels sont les avantages de chaque approche ?
  - **Logique floue** : transparence, interprétabilité
  - **ML** : précision, généralisation