1er Congrès Annuel
Marseille 7-9 Juin 2023

Maintenance predictive en centrale nucléaire : l'enjeu de la crédibilité des données lors de l'apprentissage du système prédictif

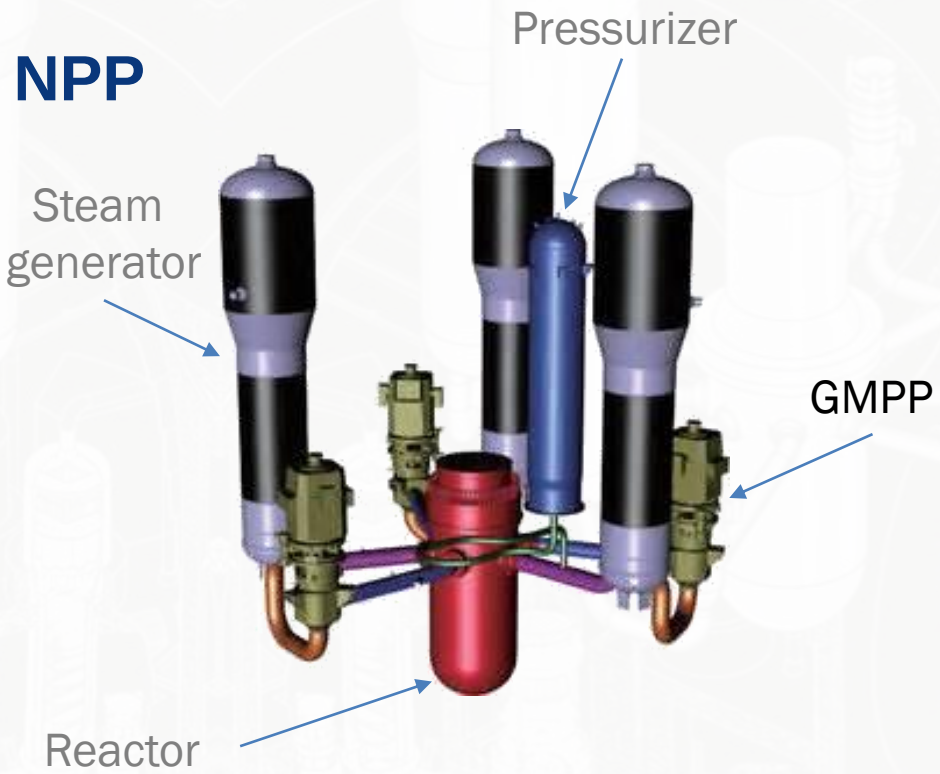
Corentin Ascone [1], Frédéric Vanderhaegen [1,2], Benjamin Verhaheghe [3]
corentin.ascone@uphf.fr , frederic.vanderhaegen@uphf.fr, benjamin.veraheghe@framatome.com

[1] Univ. Polytechnique Hauts-de-France, UMR CNRS 8201 - LAMIH, Le Mont Houy, F-59313 Valenciennes, France.
[2] INSA Hauts-de-France, Le Mont Houy, F-59313 Valenciennes, France.
[3] Framatome, IBJ, 59460 Jeumont, France.

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne avec le Fonds européen de développement régional.

Système : Groupe MotoPompe Primaire

NPP



(Primary Circuit of a 3-branch reactor)

products

Sales and Revamping

+

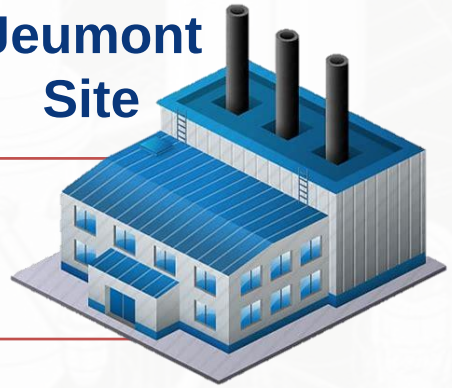
Maintenance and Diagnosis

services

framatome

GMPP

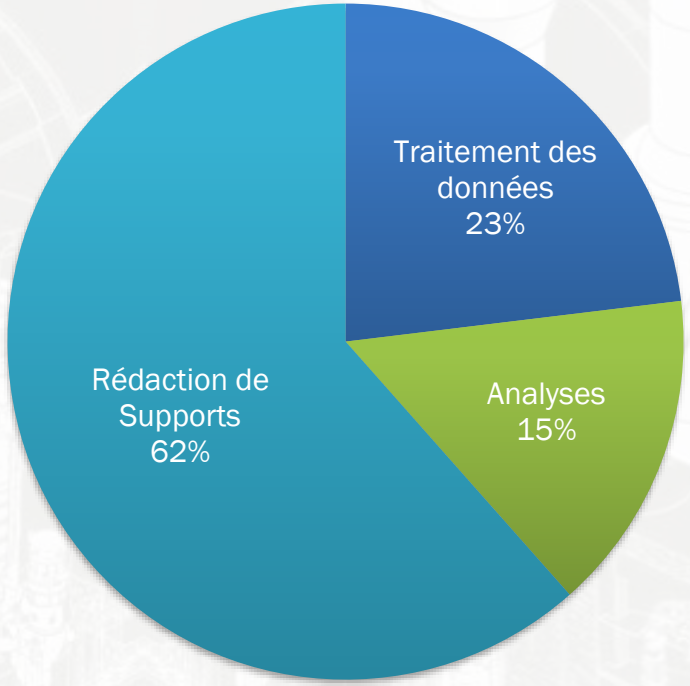
Jeumont Site



Maintenance Operators and RCP Experts

Expertise et besoins d'automatisation

Taux horaire de la charge d'expertise



Problématique de BigData

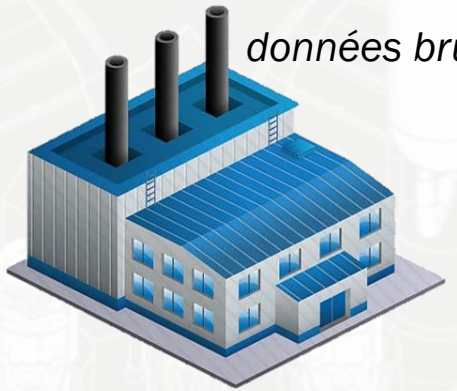
Récupération de 30 capteurs

Réception d'environ 80 000 000 données chaque mois

Le travail manuel augmente le risque d'erreur possible

Nécessité d'automatiser les tâches secondaires et volonté d'assister la tâche d'analyse et de prédiction

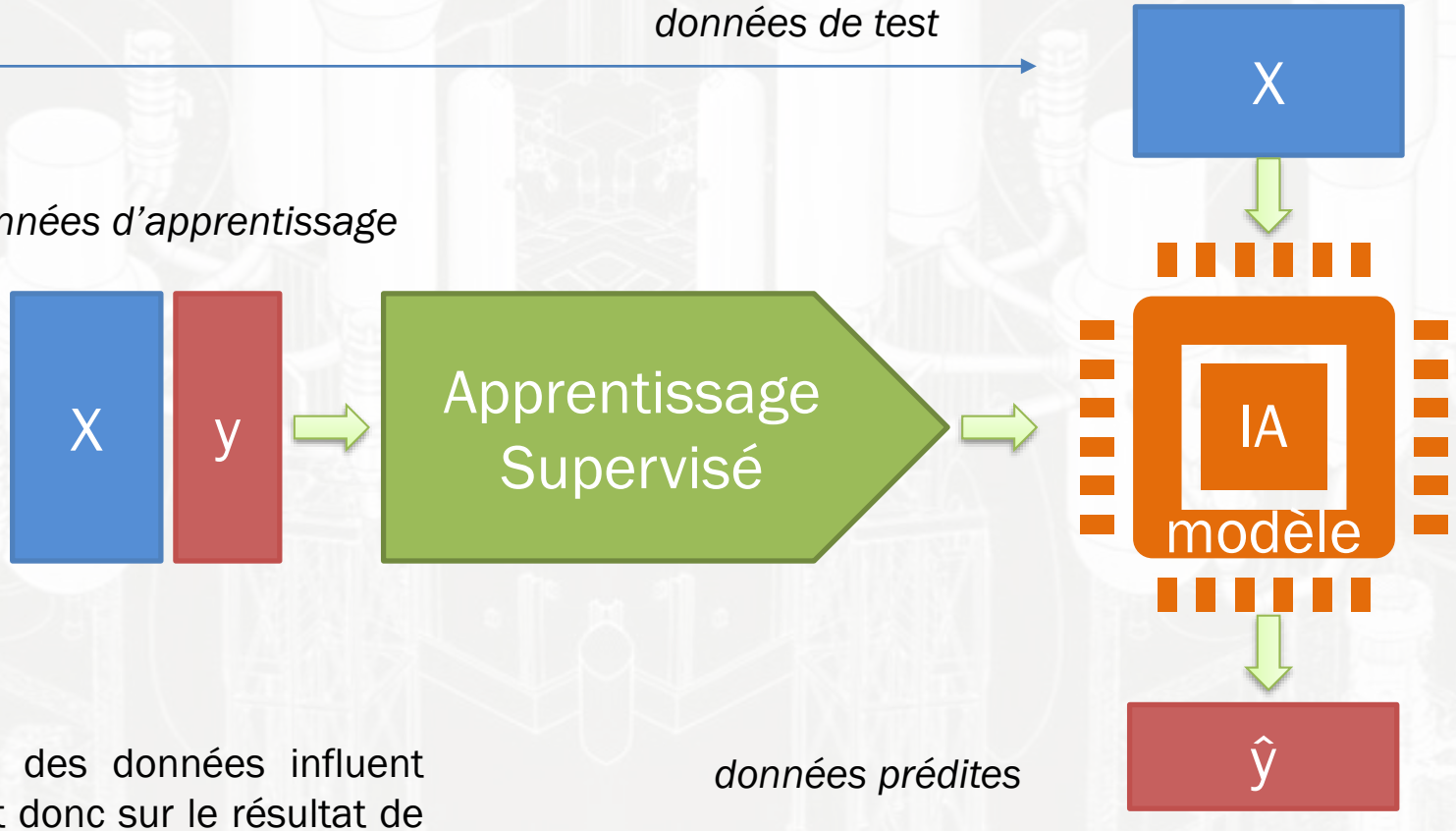
Conception des IA et Enjeux des données



données brutes

données d'apprentissage

données de test

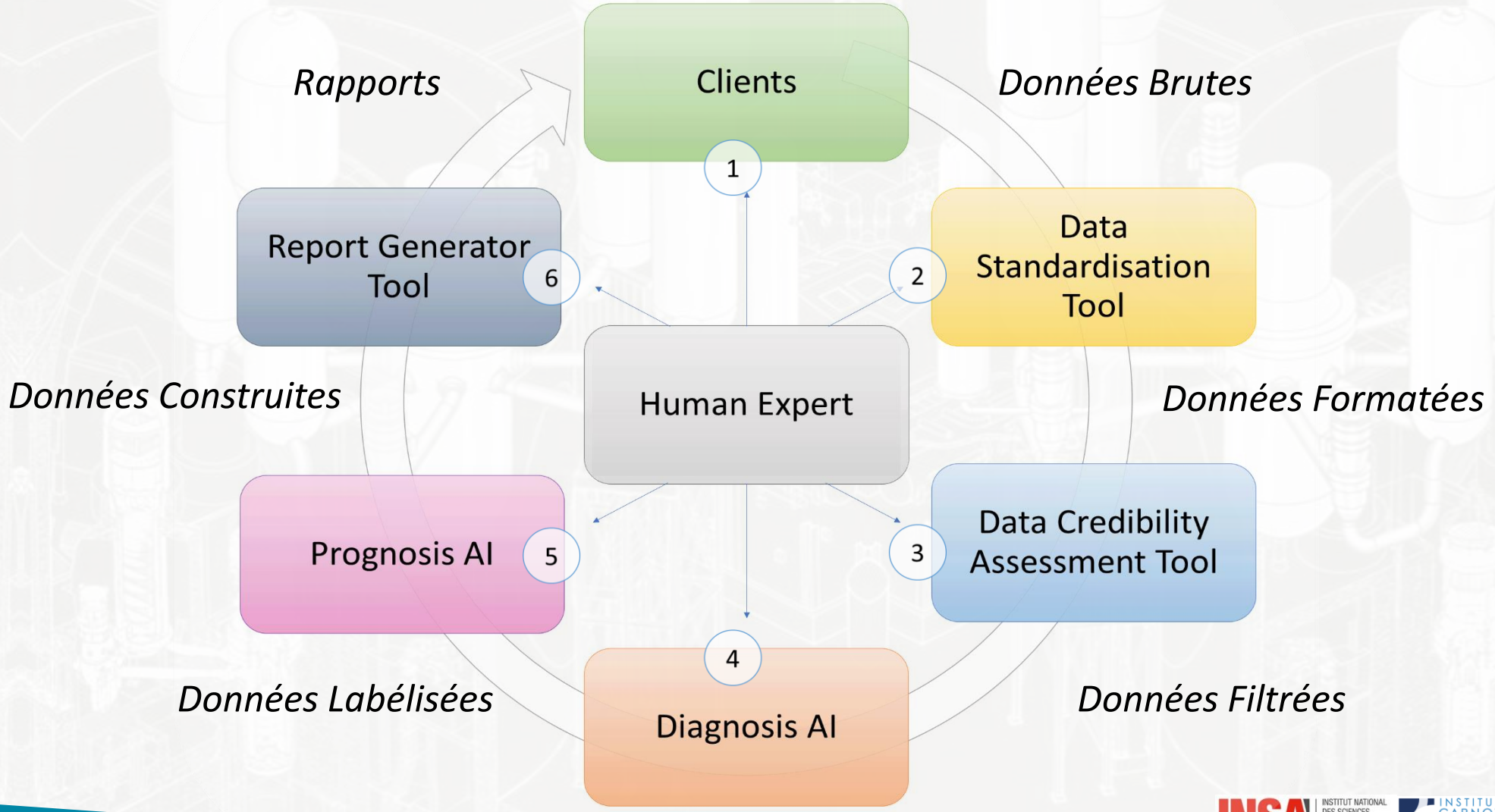


données prédites

La source et le contexte de capture des données influent presque systématique sur leur valeur et donc sur le résultat de prédiction

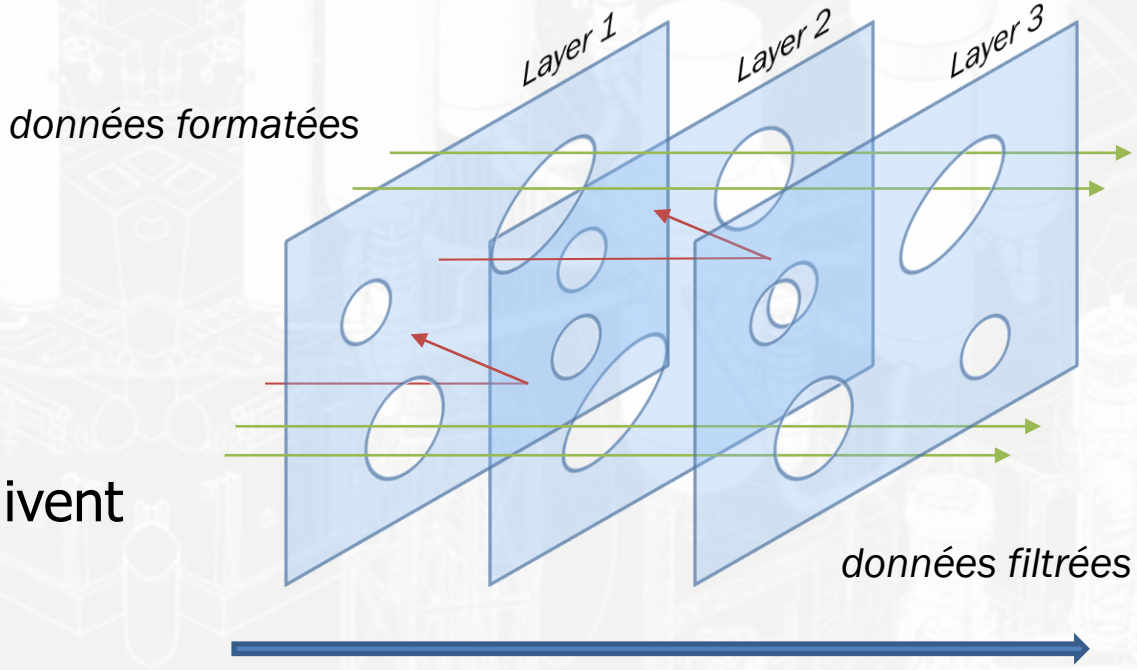
(bruits : phénomène d'inhibition ou de superposition)

Processus d'Expertise accompagné par IA



Méthode de filtrage des données

- Données manquantes
  - Ponctuellement
  - Tout ou Partie de la séquence temporelle
- Données Hors Limites
  - Limites du capteur
  - Limites du physiquement réalisable
- Données non cohérentes
  - Par rapport à celles qui la précèdent ou suivent
  - Par rapport à un autre capteur
- Données bruitées



Processus de filtrage multicouches

Données manquantes

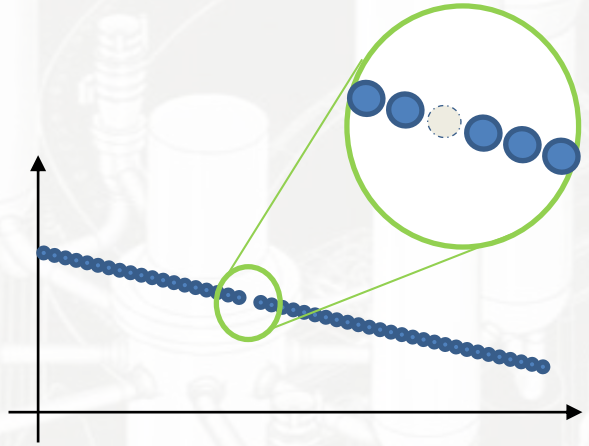
- *Si le phénomène est persistant sur le jeu de données :*

  Aucune solution directe, sauf par redondance matériel.

  Dans tout les cas signalement de la défaillance capteur ou enregistreur.

- *Si le phénomène est ponctuel :*

  Idée de remplacer la valeur manquante → Possible reconstruction de la valeur par régression ou en moyennant avec les valeurs au voisinage



Exemple : donnée manquante sur un signal

L'expertise ne peut pas être jugée sur des données manquantes et encore moins sur de fausses données.

La technique peut néanmoins s'opérer afin de quantifier l'erreur entre la valeur réelle et celle supposée par reconstruction afin d'informer l'expert du possible résultat.

Données hors limites

- *Limites du capteur :*

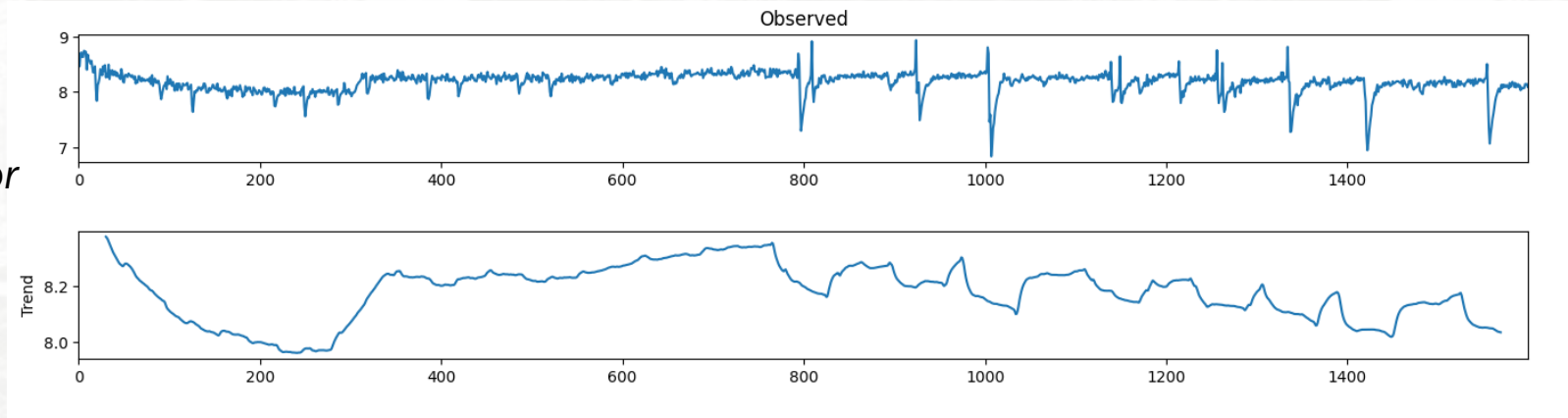
  application de seuils et vérification des conditions de dépassement de ceux-ci

- *Limites réelles (Physique / Mécanique / Electrique / Hydraulique ….) :*

  même chose mais nécessite une connaissance de la science impliquée

Données bruitées

seasonal_decompose :
(*model: str = "additive“ or “multiplicative”, period: Any | ex: 60s, …*) → DecomposeResult



Données brutes

Données filtrées

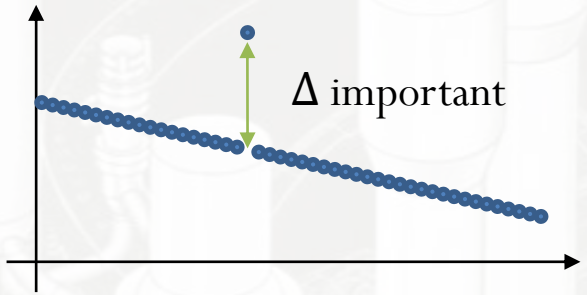
Données non cohérentes

- *Dans la temporalité*

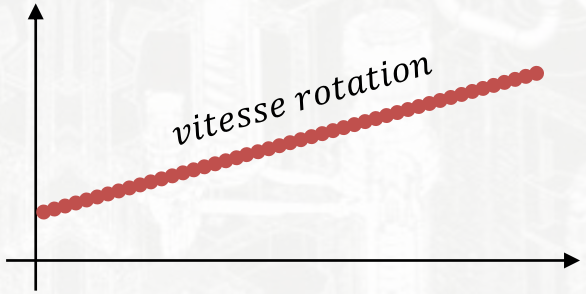
  est-ce une défaillance capteur ou une valeur réelle ?
  (exemple Température / Tension ???)

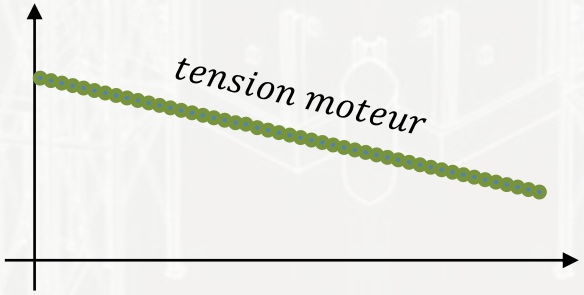
- *Dans l'interprétation*

  nécessite une connaissance experte du système
  ou du contexte de l'opération
  (exemple Tension et Vitesse de rotation)

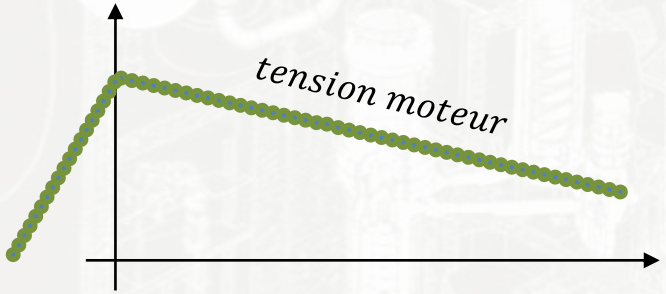


Exemple : donnée non cohérente sur un signal





Exemple : courbes non cohérente pour un non expert



Explication : phénomène transitoire

Conclusion

- La crédibilité des données ne pouvant être vérifier dès la réception des données clients, il est alors judicieux de procéder aux filtrages de celles-ci en amont de leur utilisation.
- Les problématiques rencontrées sont diverses et certaines nécessitent une interprétation humaine qui sera donc difficile à automatiser ou du moins à maintenir.
- Pas vraiment de nouveauté scientifique en filtrage mais une volonté de mettre en avant ces enjeux et de sensibiliser sur ce sujet.
- Des essais sont en cours afin de quantifier le gain d'une telle approche.

SAGIP
1er Congrès Annuel
Marseille 7-9 Juin 2023

LAMIH UMR CNRS 8201 | cnrs | Université Polytechnique HAUTS-DE-FRANCE

Merci pour votre attention!

Q&A

Maintenance predictive en centrale nucléaire : l'enjeu de la crédibilité des données lors de l'apprentissage du système prédictif

Corentin Ascone [1], Frédéric Vanderhaegen [1,2], Benjamin Verhaheghe [3]
corentin.ascone@uphf.fr , frederic.vanderhaegen@uphf.fr, benjamin.veraheghe@framatome.com

[1] Univ. Polytechnique Hauts-de-France, UMR CNRS 8201 - LAMIH, Le Mont Houy, F-59313 Valenciennes, France.
[2] INSA Hauts-de-France, Le Mont Houy, F-59313 Valenciennes, France.
[3] Framatome, IBJ, 59460 Jeumont, France.

framatome
Ce projet est cofinancé par l'Union européenne avec le Fonds européen de développement régional.
Région Hauts-de-France