

projet de recherche

RECYPLAST DEMO

Développement d'un Jumeau Numérique pour l'Extrusion de Plastique Recyclé

Amira SOUILAH

Nantes, jeudi 15 Février 2024

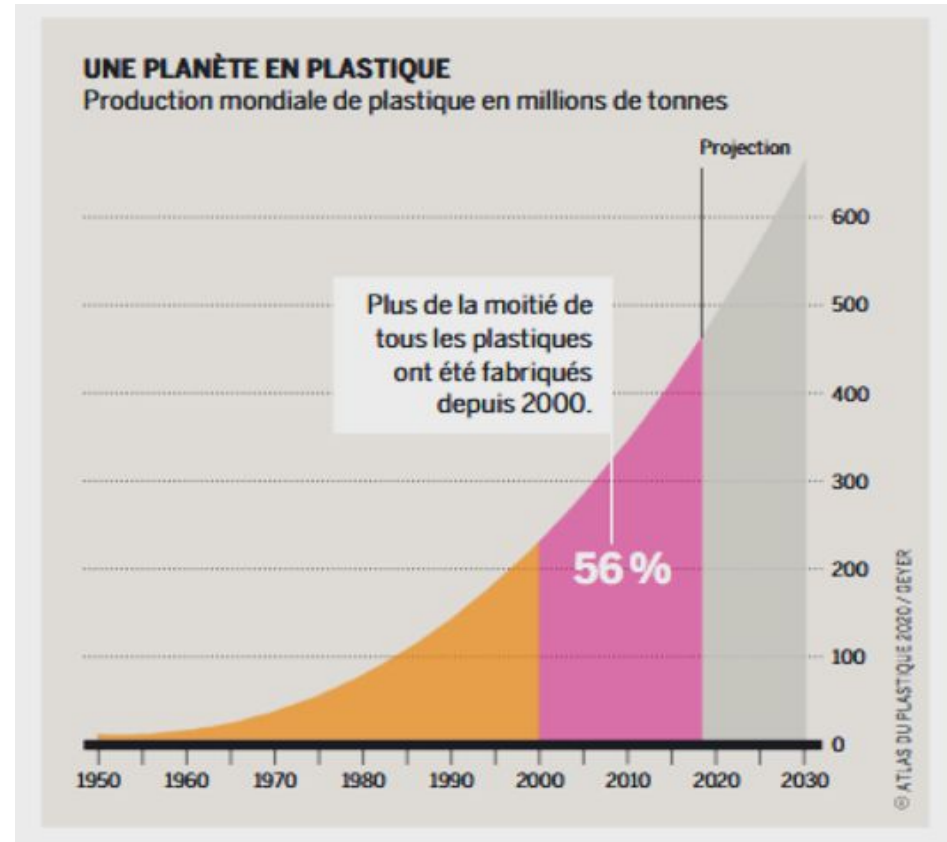


Sommaire

1. Contexte & Problématique
2. Méthodologie de Recherche
 - a. Étapes d'élaboration des prévisions
 - b. Collecte des données
 - c. Analyse de la série temporelle multivariée
3. Modèles Prédicatifs et Résultats
 - a. modèle VAR
 - b. modèle LSTM
4. Bilan & Perspectives

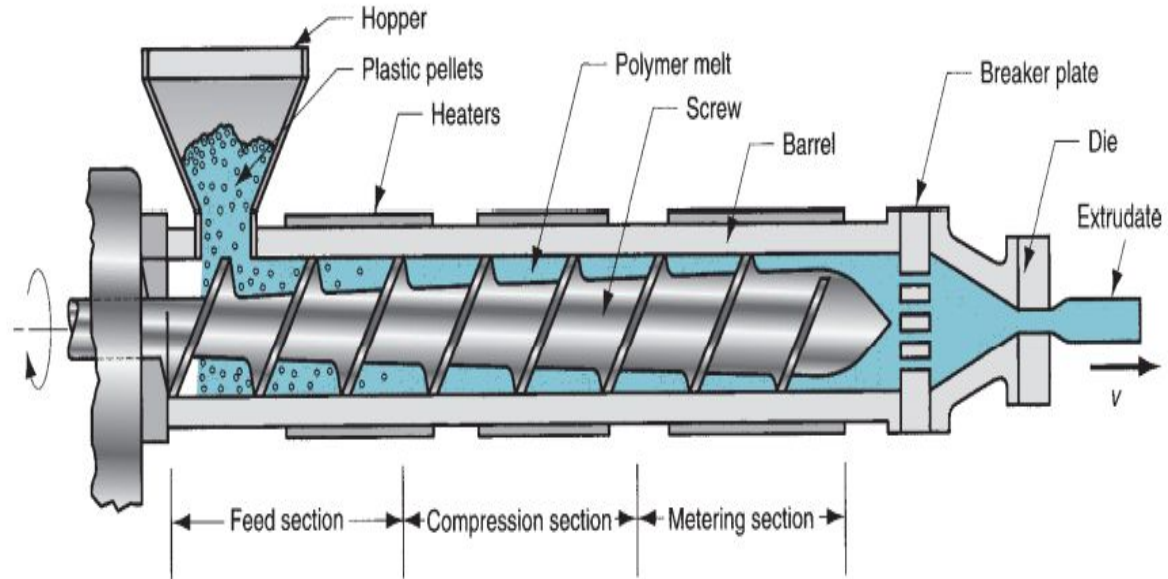
1. Contexte et Problématique

1. Utilisation de Plastiques



1. Contexte et Problématique

2. Le procédé d'extrusion de Plastique



1. Contexte et Problématique

3. Problématique

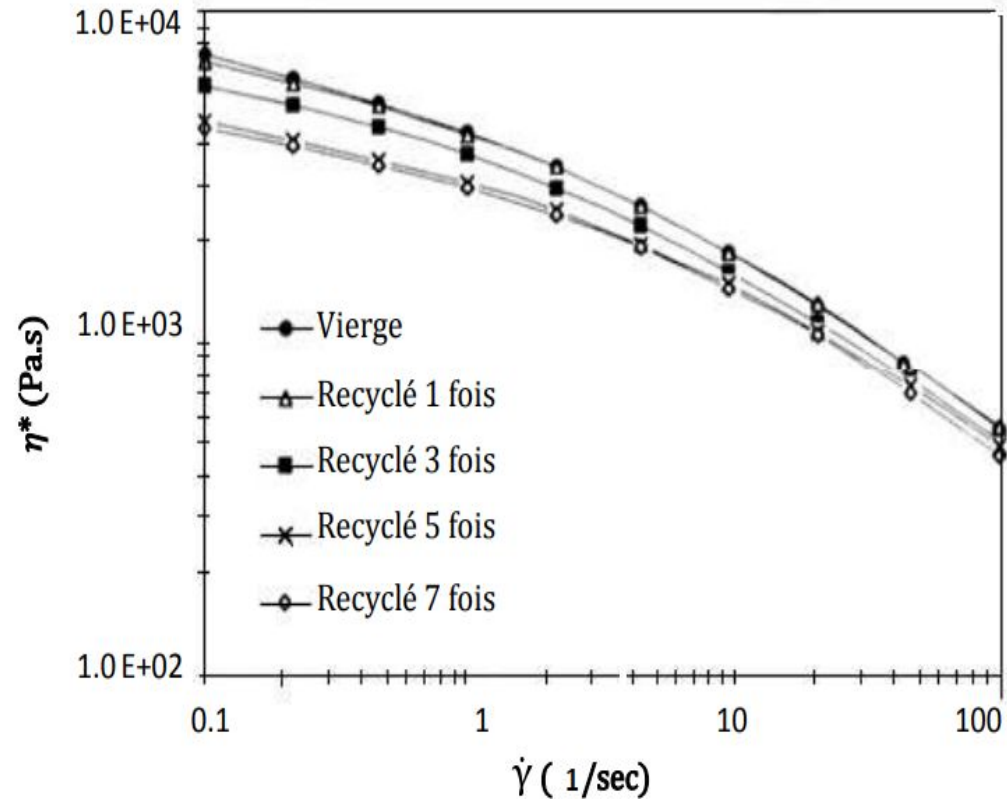
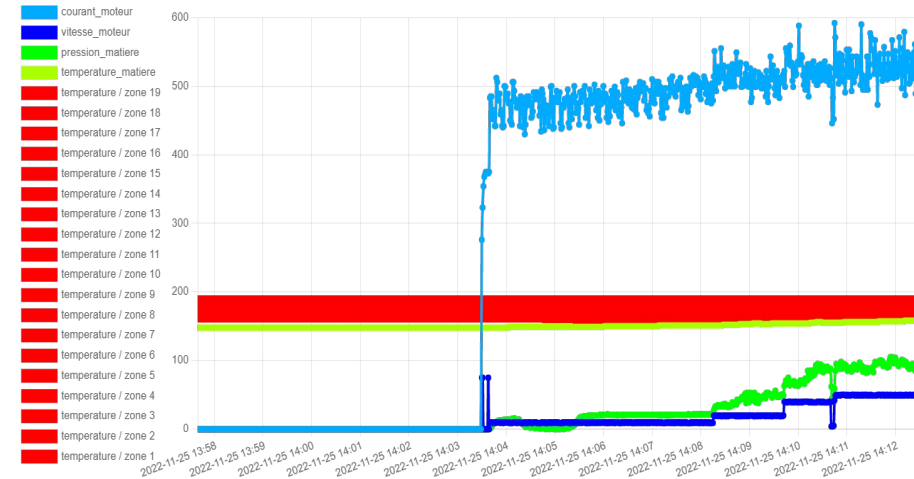
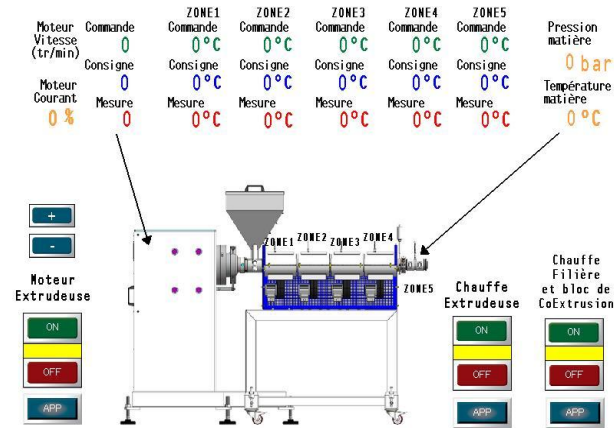


Figure 1 : les courbes de viscosité du PP vierge et PP recyclé à $T = 240^\circ\text{C}$.

1. Contexte et Problématique



1. Contexte et Problématique

Objectifs:

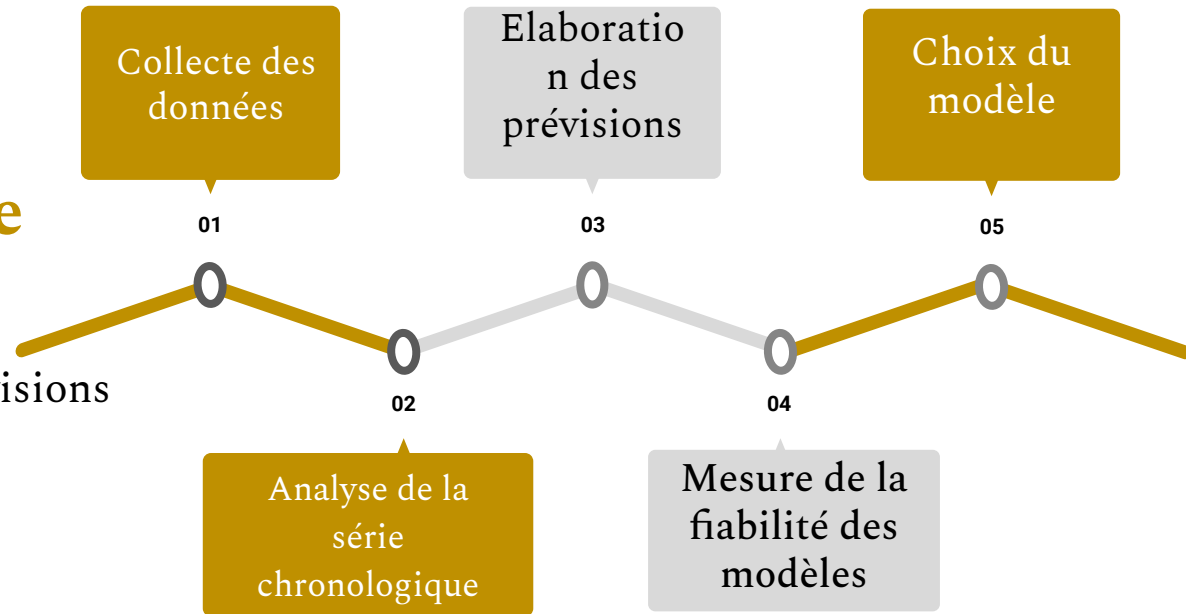
- Construire des modèles à partir de la série temporelle multivariée
 - modèle statistique (VAR)
 - modèles d'apprentissage profond (Enc-Dec, LSTM)
- Évaluer la précision de ces modèles pour répondre à la question :

Est-il possible de construire un modèle prédictif assez précis (accurate) pour piloter automatiquement le fonctionnement d'une extrudeuse ?



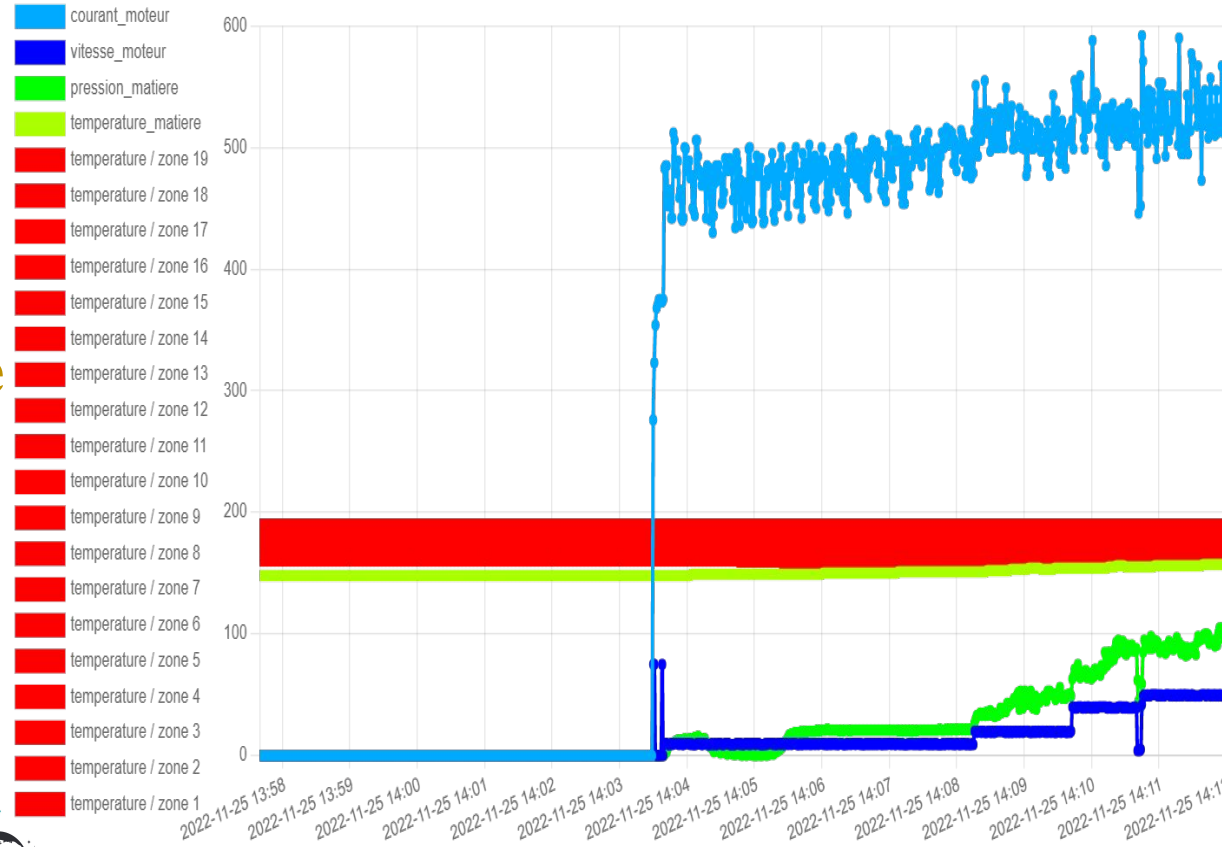
2. Méthodologie de Recherche

a. Étapes d'élaboration des prévisions

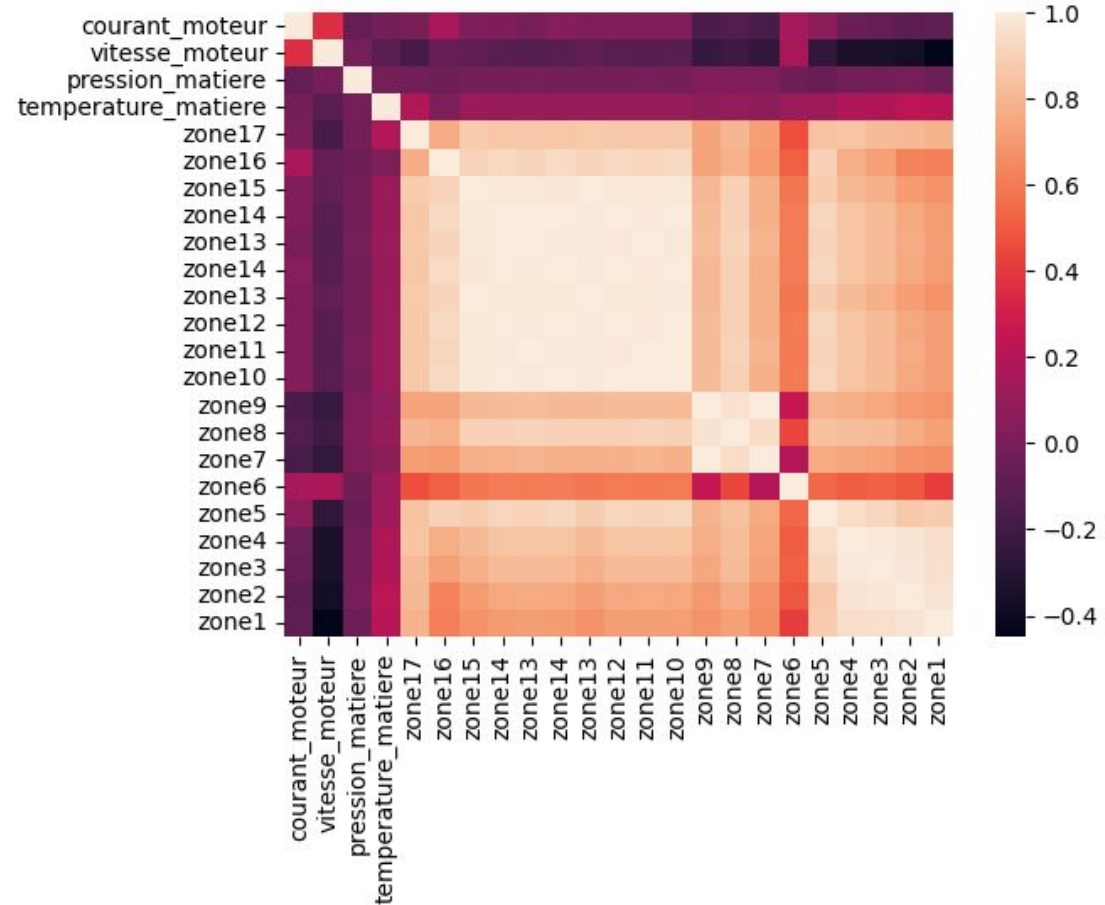


2. Méthodologie de Recherche

b. Collecte des données



2. Méthodologie de Recherche



3. Modèles Prédicatifs et Résultats

- **Modèle 01** : Vecteur AutoRégressif (VAR)
- **Modèle 02** : Le réseau de Neurones Récurrent avec des couches LSTM
- **Modèle 03**: Le réseau de Neurones Récurrent avec des couches LSTM + mécanisme d'attention

3. Modèles Prédictifs et Résultats

Modèle 01 : Vecteur AutoRégressif (VAR)

$$Y_{1,t} = \alpha_1 + \beta_{11,1} Y_{1,t-1} + \beta_{12,1} Y_{2,t-1} + \epsilon_{1,t}$$

$$Y_{2,t} = \alpha_2 + \beta_{21,1} Y_{1,t-1} + \beta_{22,1} Y_{2,t-1} + \epsilon_{2,t}$$

3. Modèles Prédictifs et Résultats

Les métriques d'évaluation

$$MAE = \frac{1}{n} \sum |y - \hat{y}|$$

Divide by the total number of data points (points to $\frac{1}{n}$)
 Actual output value (points to y)
 Predicted output value (points to \hat{y})
 Sum of (points to \sum)
 The absolute value of the (points to $|y - \hat{y}|$)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Mean (points to $\frac{1}{n}$)
 Error Squared (points to $(Y_i - \hat{Y}_i)^2$)

$$R^2 = 1 - \frac{\text{unexplained variation}}{\text{total variation}} = 1 - \frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}$$

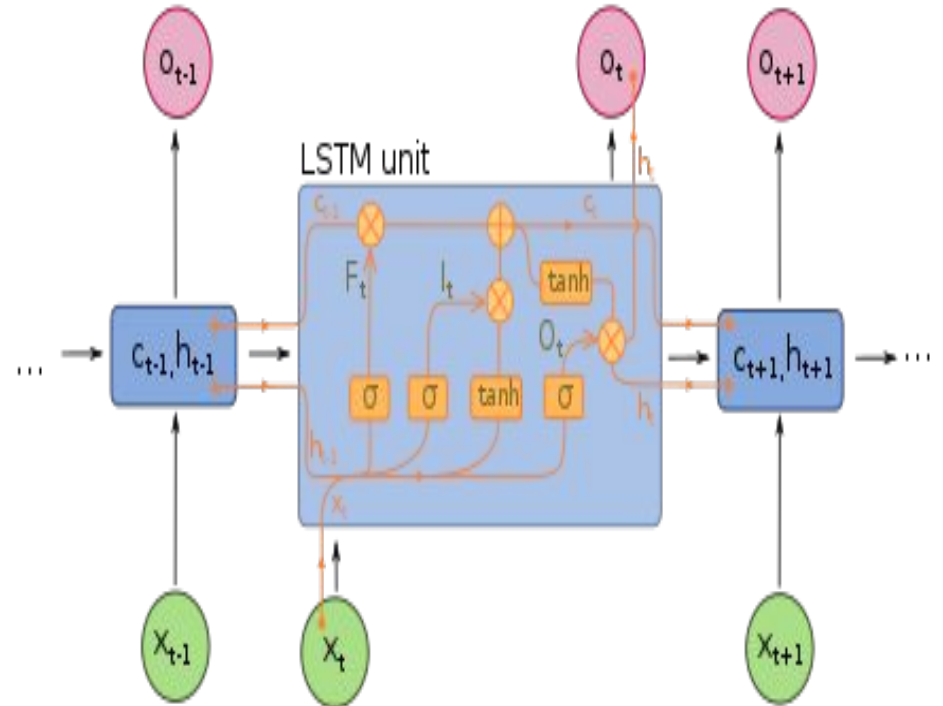
3. Modèles Prédicatifs et Résultats

Résultats du Modèle VAR

métrique d'évaluation	R ²	MAE	MSE
Vitesse_moteur	-0.3968	13.1812	449.1186
Zone1_5	-0.1418	4.9134	60.7353
Zone 6	-0.3996	2.3767	14.7825
Zone7_9	-0.3380	2.8243	19.3827
Zone10_17	-0.2187	1.4530	6.3984

3. Modèles Prédicatifs et Résultats

Modèle 02 : Le réseau de Neurones
Récurrents avec des couches LSTM

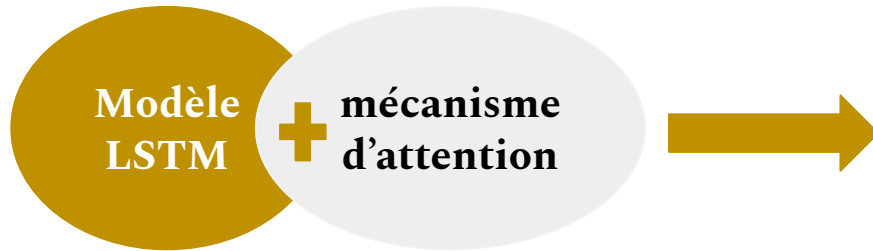


3. Modèles Prédicatifs et Résultats

Résultats du Modèle LSTM

métrique d'évaluation	R ²	MAE	MSE
Vitesse_moteur	0.9790	1.5001	7.3863
Zone1_5	0.9906	1.3738	2.5931
Zone 6	0.9685	2.2123	9.4120
Zone7_9	0.9988	0.4386	0.4386
Zone10_17	0.9809	1.7204	4.4705

➤ Pour optimiser les résultats



métrique d'évaluation	R ²	MAE	MSE
Vitesse_moteur	0.9802	0.0181	0.0014
Zone1_5	0.9915	0.0071	8.55 * 10 ⁻⁰⁵
Zone 6	0.9770	0.0136	0.0002
Zone7_9	0.9988	0.0083	9.93 * 10 ⁻⁰⁵
Zone10_17	0.9985	0.0039	2.32 * 10 ⁻⁰⁵

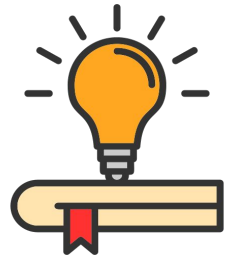
4. Bilan et Perspectives

modèle prédictif	VAR	LSTM + Mécanisme d'attention
Vitesse_moteur	✗	+
Zone1_5	✗	+
Zone 6	✗	+
Zone7_9	✗	+
Zone10_17	✗	+

➤ Bilan

- Construction des modèles à partir de la série temporelle multivariée
 - modèle statistique (VAR) ✓
 - modèles d'apprentissage profond (LSTM) ✓
- Évaluation de la précision de ces modèles pour tirer la conclusion: ✓

Les résultats obtenus par le modèle LSTM avec une couche d'attention indiquent qu'il pourrait être envisagé pour la pilotage d'une extrudeuse de plastique recyclé.



➤ **Perspectives:**

- Collecter une quantité importante de données de procédé d'extrusion de plastique grâce au planification d'essai à l'icam.
- Implémentation des mêmes modèles sur les nouvelles données (en cours)
- Optimiser l'architecture du réseau de neurones en ajustant les hyperparamètres et en accroissant sa complexité par l'ajout de neurones ou de couches.

**Merci
Pour Votre
Attention**