



# Intelligence artificielle : concepts et jargon

---

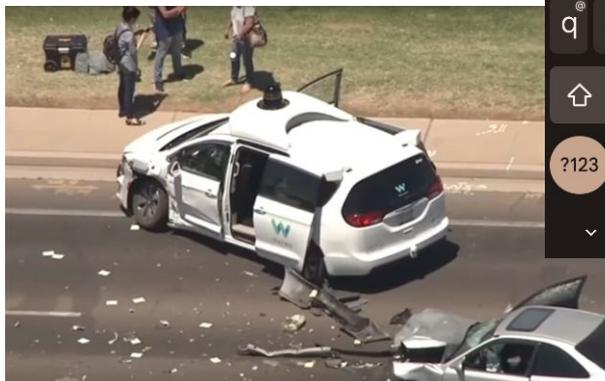
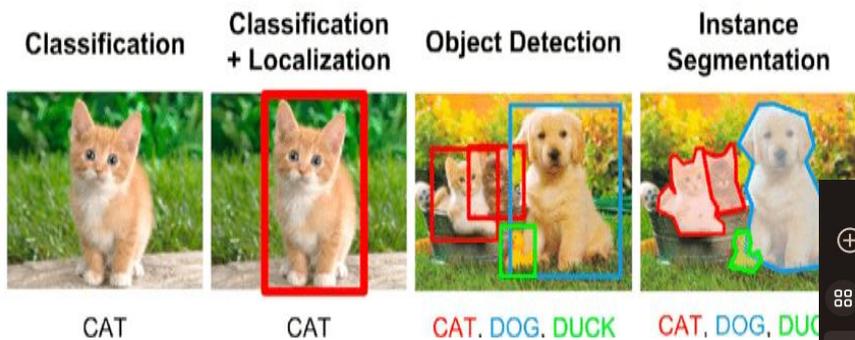
Zamo Michaël (DirOP/COMPAS)

avec l'assistance (contrôlée) de ChatGPT et craiyon

Jeudi 8 février 2024

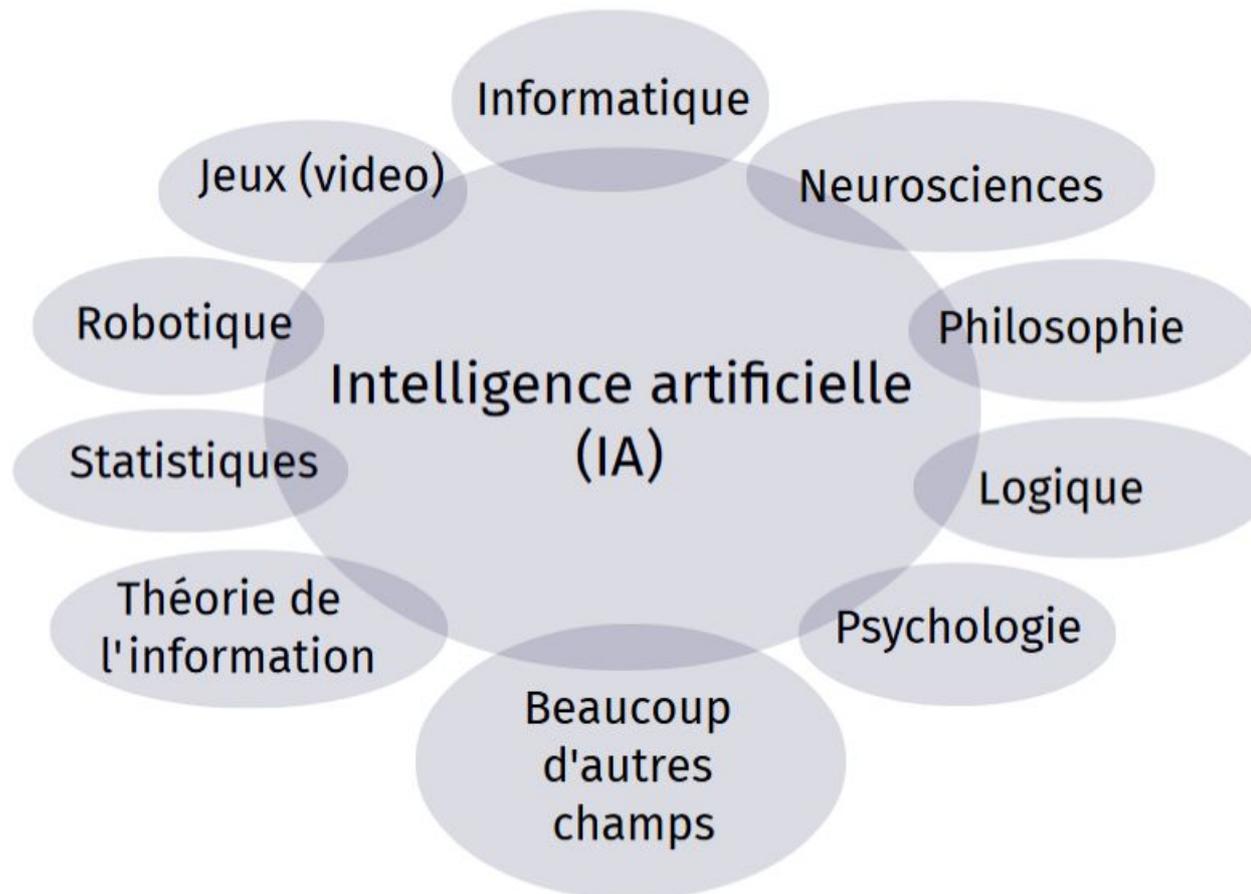
# Introduction

- Présenter les concepts et le jargon (en **bleu foncé**) de l'intelligence artificielle (IA) sans (trop de) technique à destination d'un public néophyte
- Illustré avec différentes applications



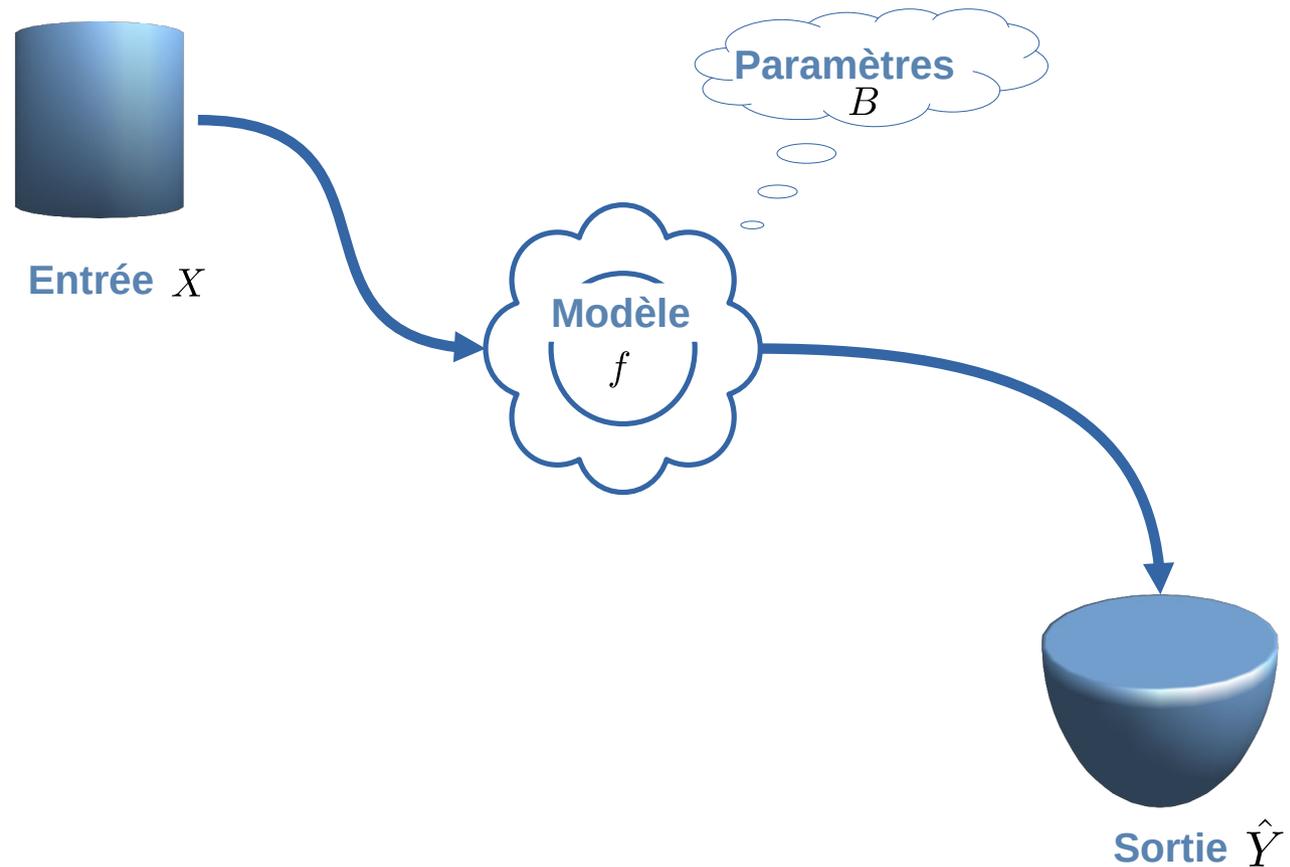
# Une tentative de définition

- Origine de l'expression : 1955, John Mc Carthy, Dartmouth Summer Research Project : « C'est **la science et l'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes**, en particulier de **programmes informatiques intelligents**. Elle est liée à la tâche similaire qui consiste à utiliser des ordinateurs pour comprendre l'intelligence humaine, mais l'IA ne doit pas se limiter aux méthodes qui sont biologiquement observables. » Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Intelligence\\_artificielle#Diff%C3%A9rentes\\_facettes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Intelligence_artificielle#Diff%C3%A9rentes_facettes)



# Concept général du machine learning

- **Machine learning (apprentissage automatique)** : partie de l'intelligence artificielle : processus par lequel un programme informatique **apprend** à partir de **données** et améliore sa **performance** au fil du temps sans être explicitement programmé. Il permet aux machines de reconnaître des modèles, de prendre des décisions et de prédire des résultats en se basant sur les **exemples passés**. (Source : définition de ChatGPT choisie par moi parmi plusieurs définitions)

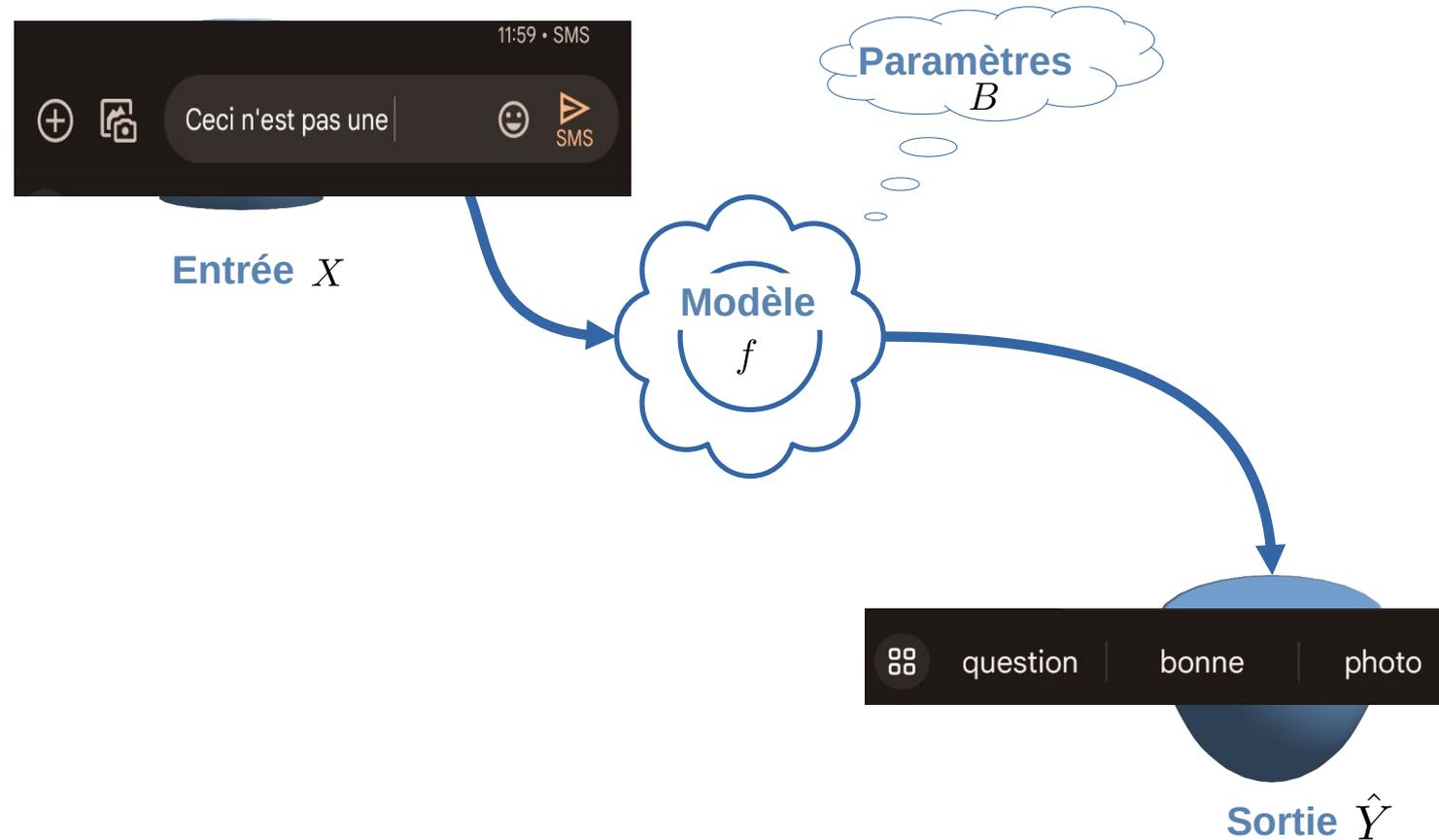


Mathématiquement  $\hat{Y} = f(X ; B)$

- Apprentissage : trouver les « meilleurs » paramètres

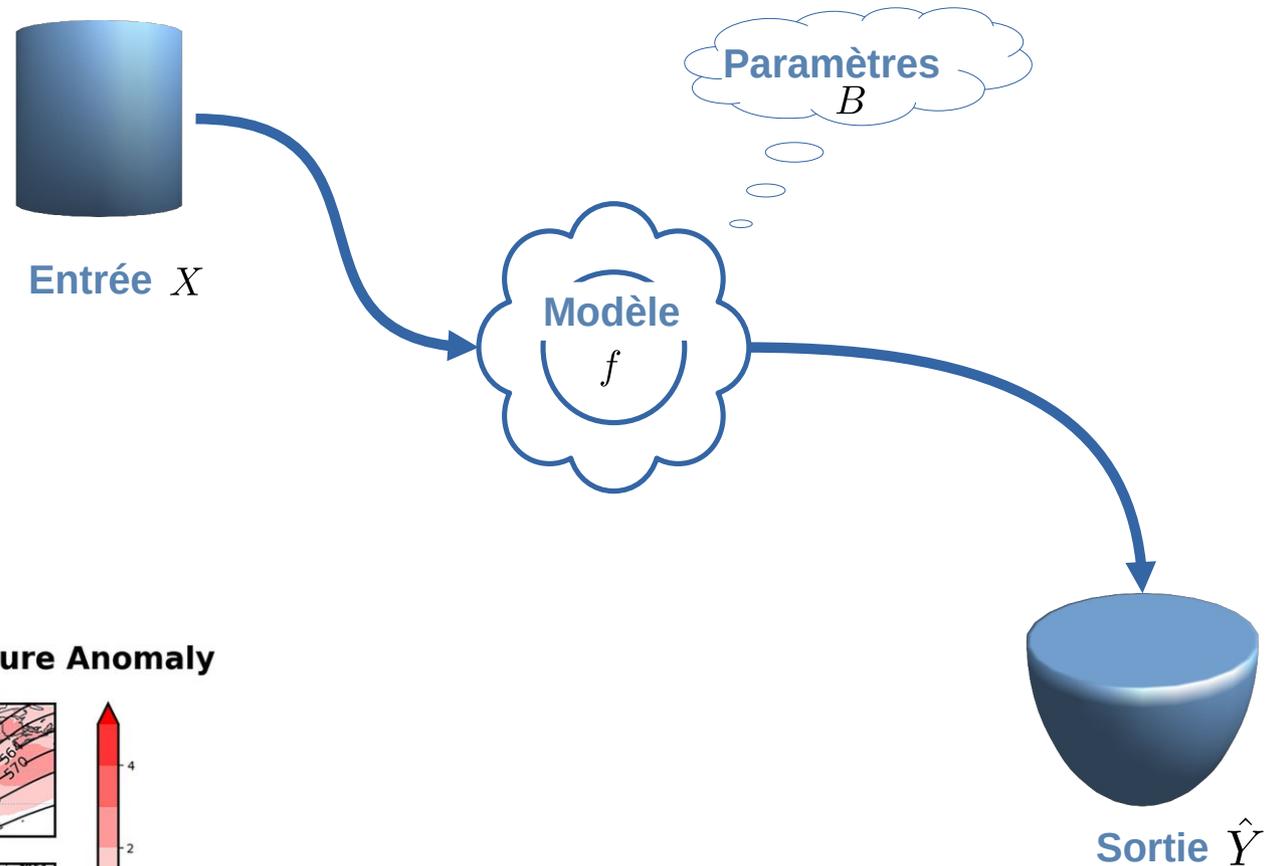
# Exemple : complétion de phrases

- Le **prompt** (entrée  $X$ ) est « une courte phrase ou un court texte donné comme instruction ou suggestion à un modèle de langage IA afin de générer une **réponse** »  
*source : chatGPT*
- Embedding (plongement)** : représentation numérique d'une donnée non numérique (texte, catégorie de film, type de produits par exemple), ce qui permet des calculs (par exemple « Roi – Homme + Femme = Reine ») Ex. : le jeu en ligne Cemantix

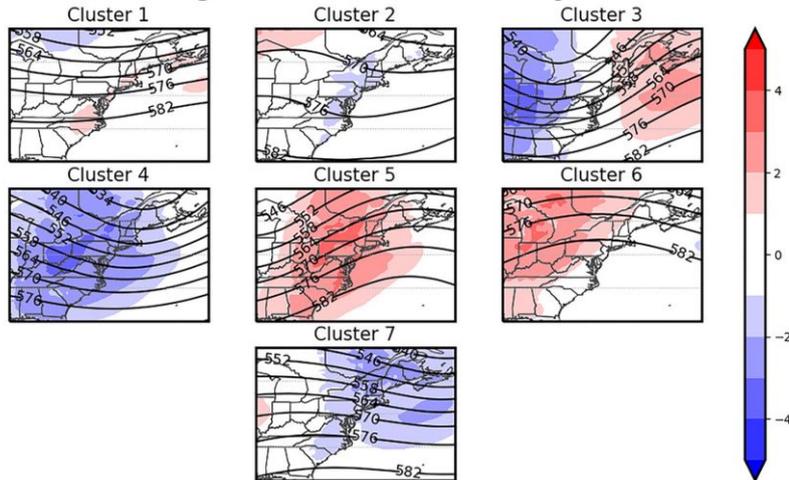


# Trois grands types d'apprentissage

- **Apprentissage non supervisé :**  
(**classification non supervisée, clustering**):  
l'algorithme associe les entrées en groupes selon leur ressemblance  
(classification de documents,  
recommandation de films,  
détermination de types de temps...)



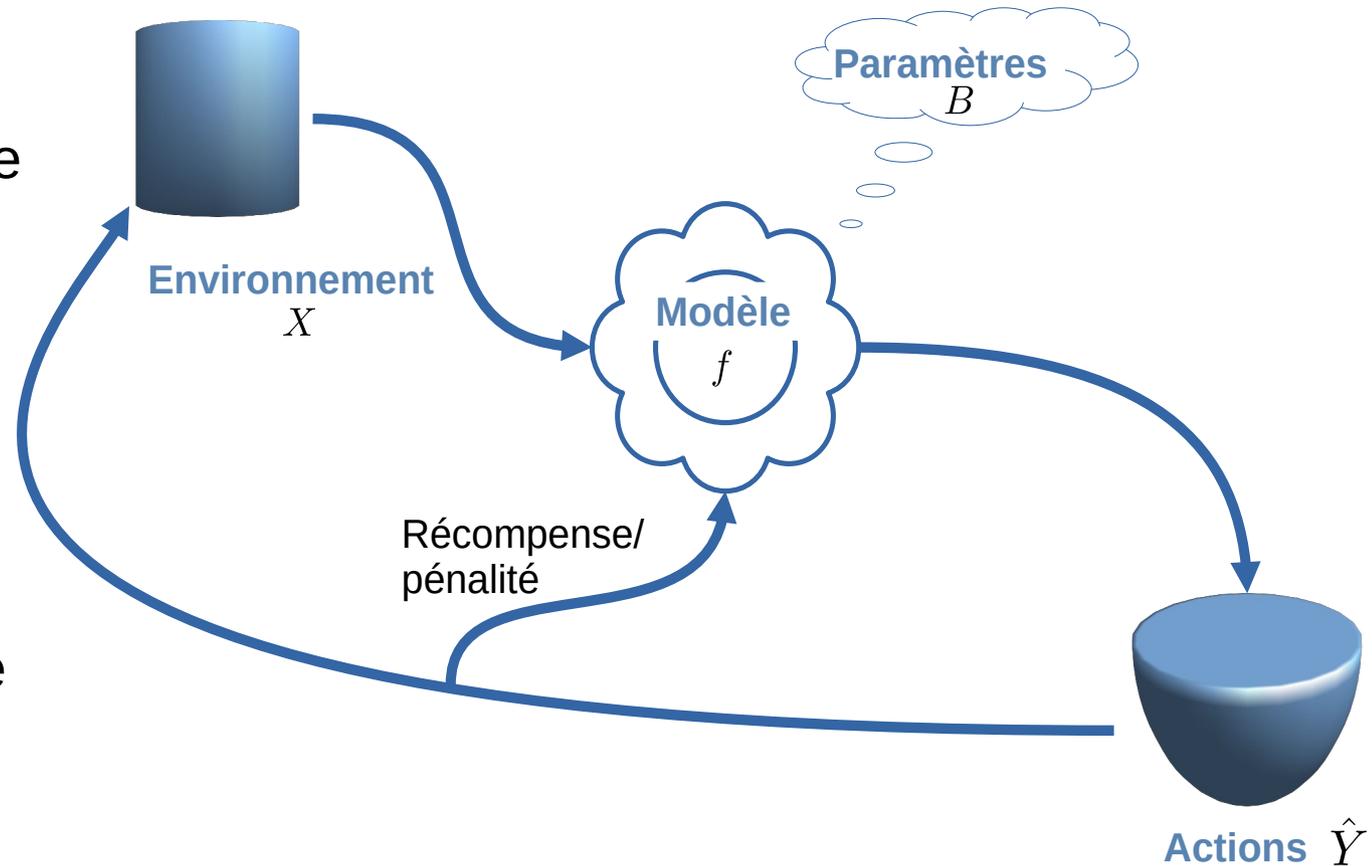
## 500 hPa Height and 2-meter Temperature Anomaly



Source : Coe et al., 2021

# Trois grands types d'apprentissage

- **Apprentissage par renforcement (reinforcement learning)** : l'algorithme apprend par essai et erreur en évoluant dans un **environnement**, en étant récompensé ou pénalisé selon ses décisions. Analogie à du dressage (conduite automatique, jeu de Go...).

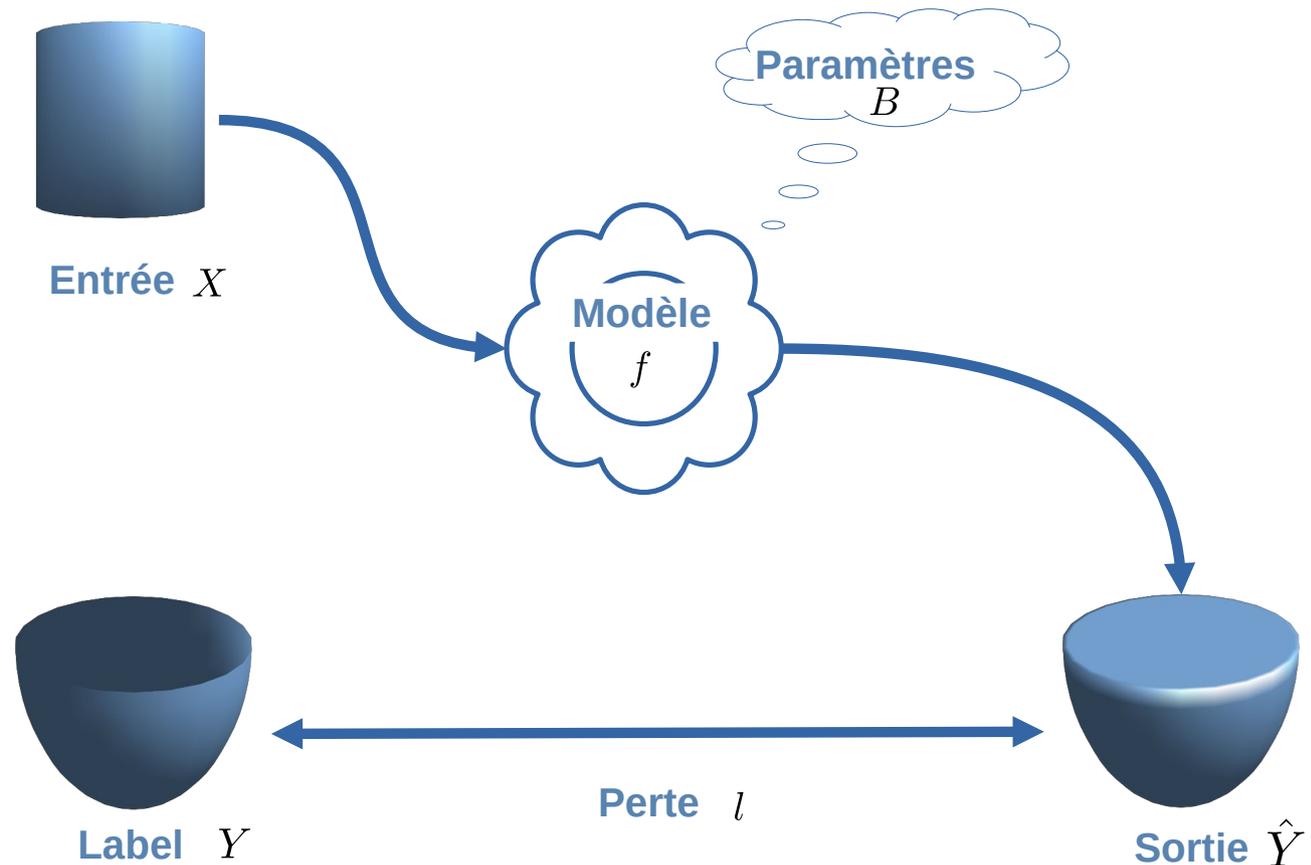


- [https://www.youtube.com/watch?v=VMp6pq6\\_QjI](https://www.youtube.com/watch?v=VMp6pq6_QjI)

# Trois grands types d'apprentissage

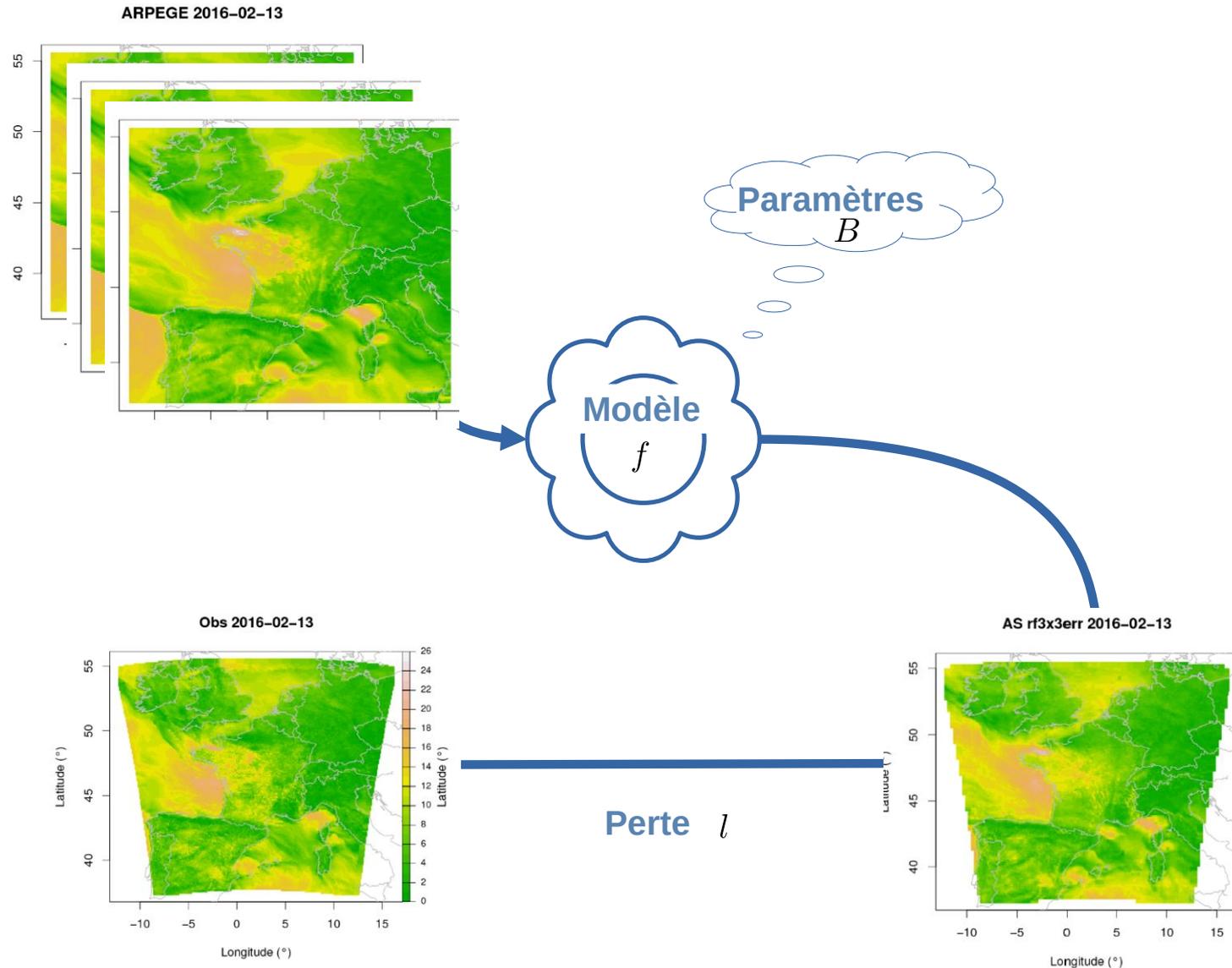
## ■ Apprentissage supervisé :

l'algorithme reproduit une **vérité terrain**  $Y$ . La qualité de l'apprentissage est quantifiée (**vérifiée, évaluée**) par une **fonction de perte (loss)** qui compare la vérité terrain  $Y$  et la sortie  $\hat{Y}$ , et qu'on cherche à minimiser, ou plus généralement une **fonction objectif (objective)**. D'autres outils de vérification (**métriques, scores**) existent selon la tâche à résoudre.



# En météorologie : post-traitement de prévision

- En météo : machine learning = **adaptation statistique**
- X : **prédicteurs** (données disponibles pour faire une prévision par ex., force du vent prévu à Blagnac par le modèle ARPEGE, nébulosité prévue à Blagnac par le modèle ARPEGE, ...)
- Y : **prédicte** (ce que l'on veut prévoir : par ex., force du vent mesurée à la station météo de Blagnac)



# Trois grands types d'apprentissage

---

- **Apprentissage supervisé** : l'algorithme apprend à reproduire une vérité terrain  $Y$  connue au moment de l'apprentissage
- **Apprentissage non supervisé** (classification/clustering): l'algorithme apprend à associer des entrées qui se ressemblent
- **Apprentissage par renforcement (reinforcement learning)** : l'algorithme apprend à agir/décider par essai et erreur

Il en existe d'autres :

- **Apprentissage semi-supervisé**
- **Apprentissage par transfert (transfer learning)**
- ...

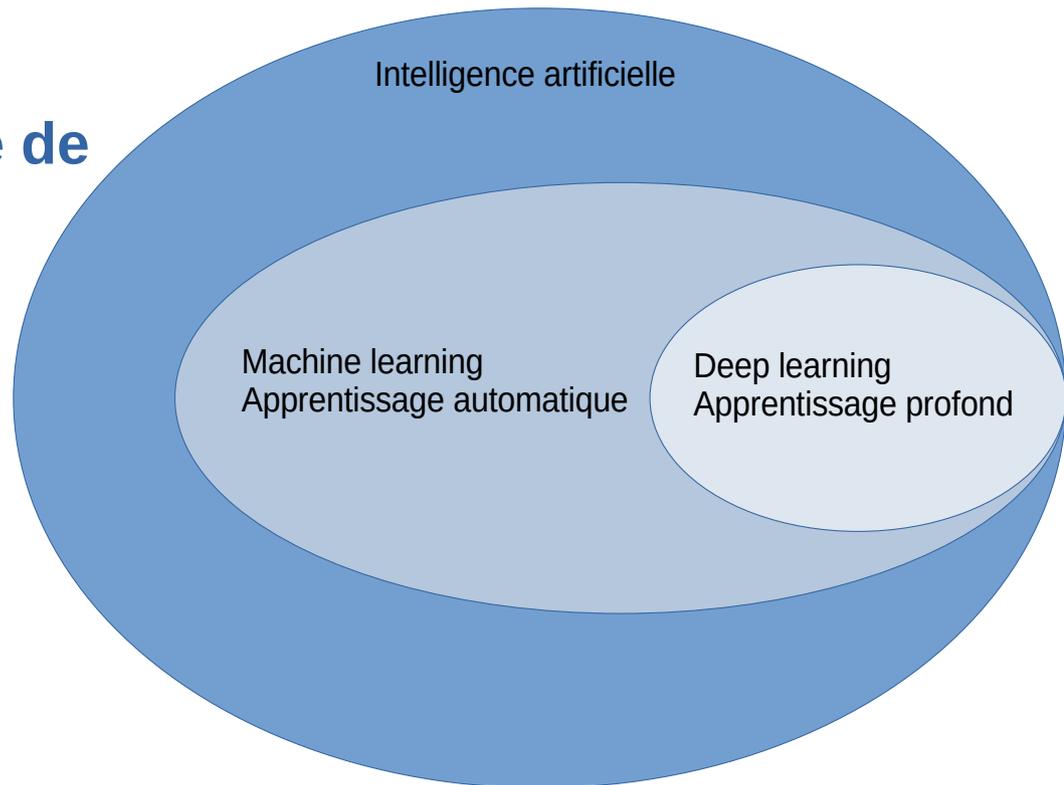
# IA, machine learning et deep learning

---

- **Deep learning (apprentissage profond)** : L'entrée passe par plusieurs étapes de traitement :

$$X \text{ ---> } f_1 \text{ ---> } f_2 \text{ ---> } \dots \text{ ---> } f_N \text{ ---> } \hat{Y}$$

chaque traitement est une **couche de neurones**



# Résumé : Appellation selon les domaines

---

- $X$  : données utilisées en entrée
  - **Inputs (entrées)**
  - **Prédicteurs**
  - **Features**
  - **Prompt** (en traitement du langage naturel, génération d'images,...)
  - **Variables indépendantes**
  - **Covariables**
- $f$  : calculs effectués sur les entrées
  - **Modèle**
  - **Architecture** (en **apprentissage profond**)
  - **Algorithme**
- $\hat{Y}$  : donnée produite en sortie
  - **Output (sortie)**
  - **Réponse**
- $Y$  : donnée considérée comme la cible
  - **Label**
  - **Vérité terrain**
  - **Variable dépendante**
  - **Prédictand**
  - **Observation**
- $B$  : variables de réglage des calculs (appries)
  - **Paramètres**
  - **Poids** (en **apprentissage profond**): jusqu'à quelques milliards pour les algorithmes les plus complexes

# Régression, classification

- **Régression** : la sortie est numérique (température, force du vent, prix d'un bien immobilier...)
- **Classification** : la sortie est une qualité non numérique (chat/chien/... en reconnaissance d'objet, saison chaude/normale/froide en prévision saisonnière, ...)

## Classification



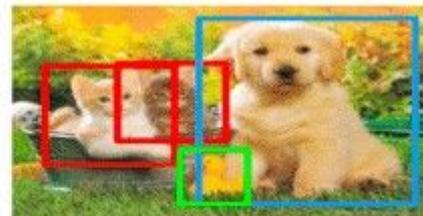
CAT

## Classification + localisation



CAT

## Détection d'objets

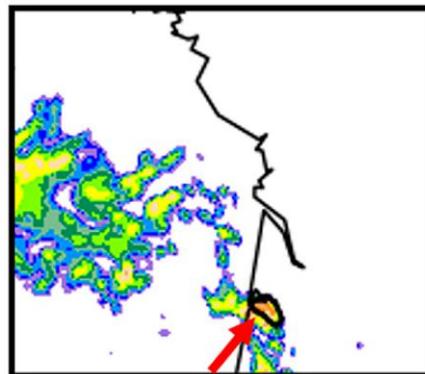


CAT. DOG. DUCK

## Segmentation d'image



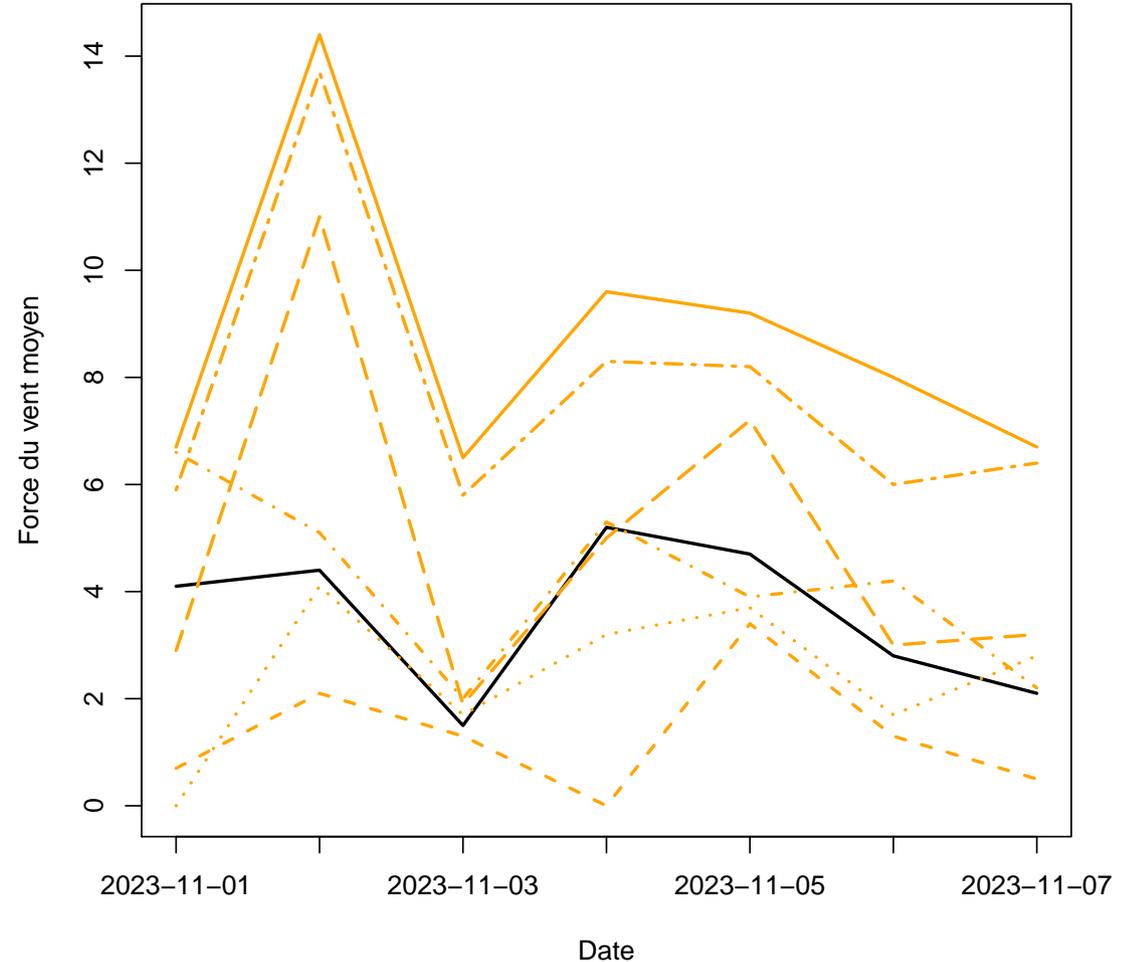
CAT. DOG. DUCK



Détection d'échos arqués  
(Mounier et al., 2022)

# Exemple pratique : prévision de vent

- On souhaite prévoir le vent mesuré à une station météo (prédicte Y, en noir) à partir du vent mesuré à d'autres stations météo (prédicteurs X, courbes en orange)
- Période : 01/11/2023 au 07/11/2023

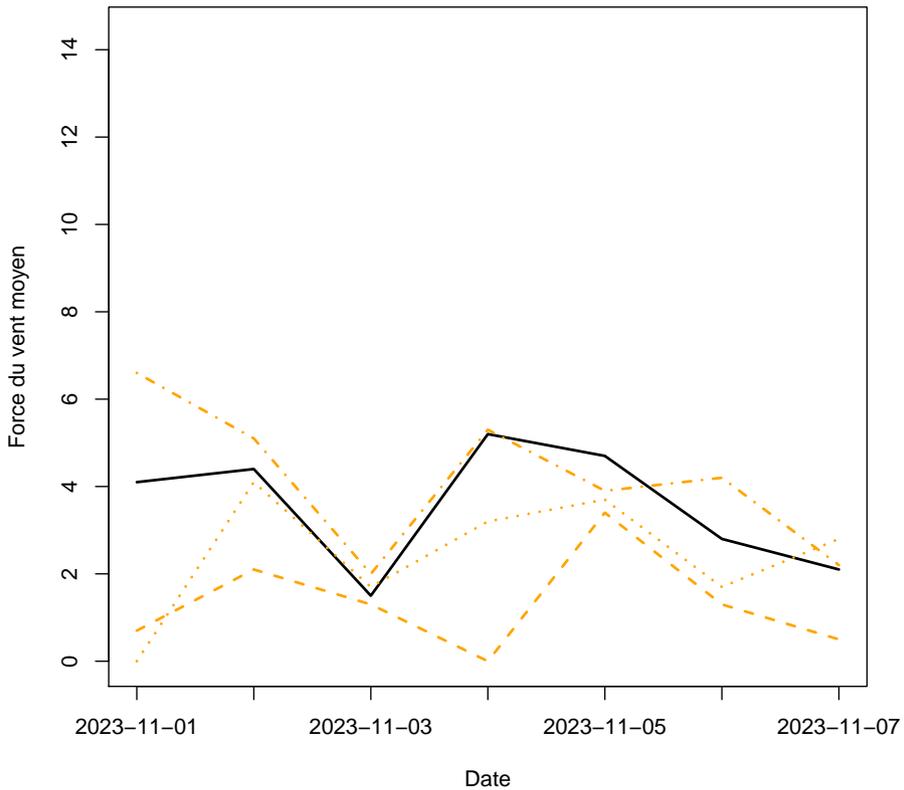


# Exemple pratique : prévision de vent

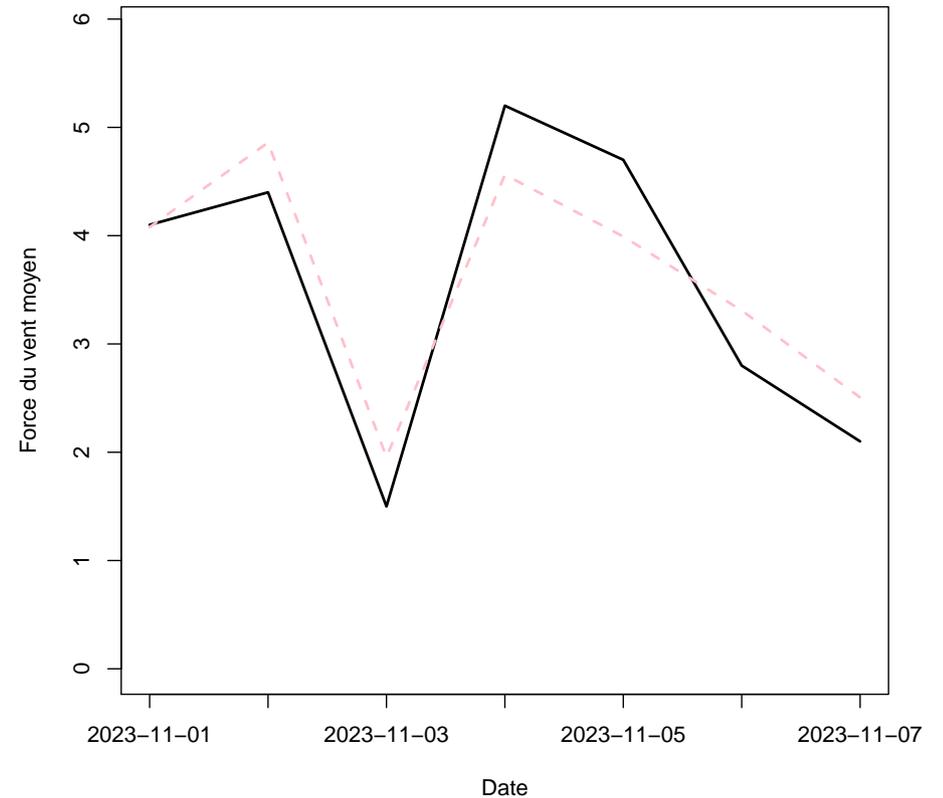
- Cas avec 3 prédicteurs

■ = 0,03 ■ ■ ■ + 0,41 ■ ■ ■ ■ + 0,62 ■ ■ ■ ■

3 prédicteur(s)



3 prédicteur(s)

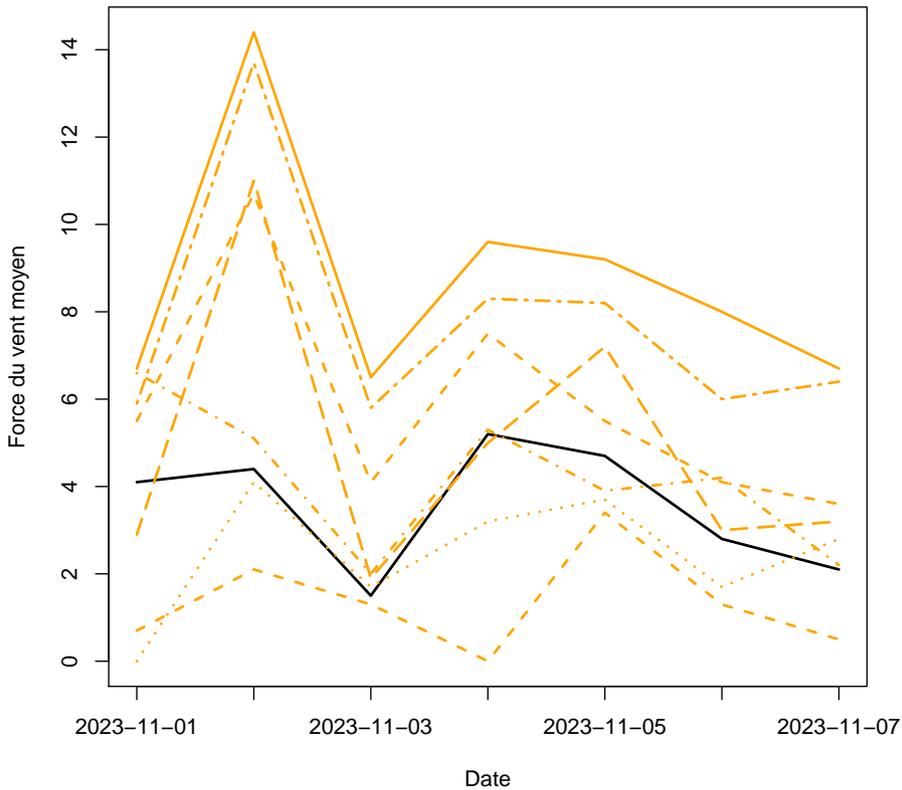


# Exemple pratique : prévision de vent

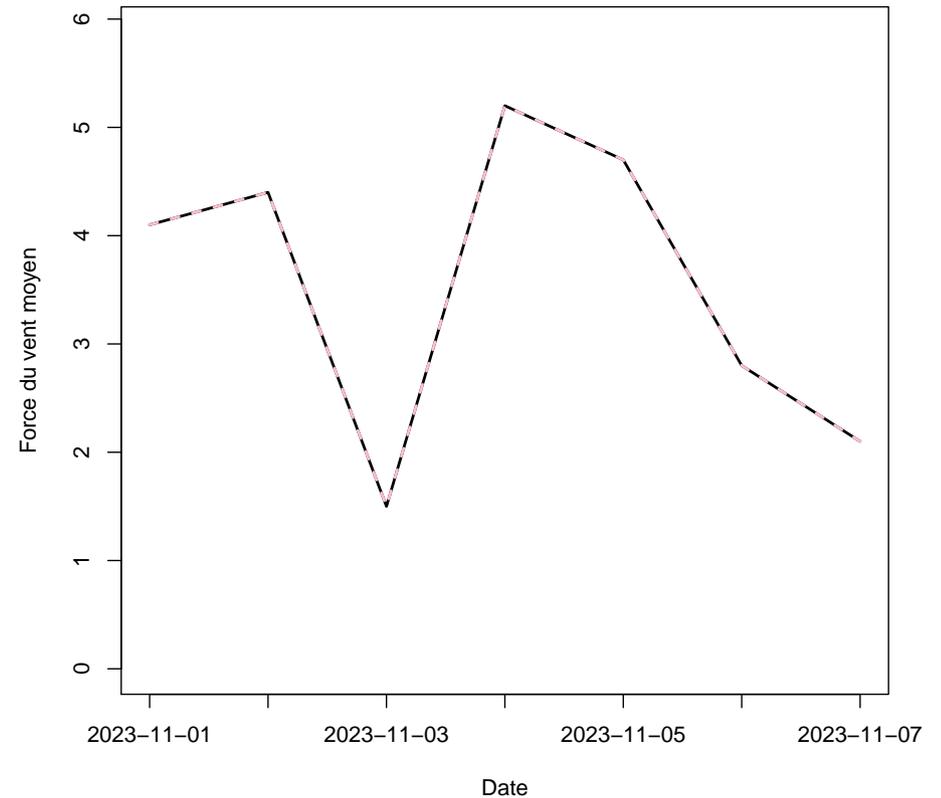
- Cas avec 7 prédicteurs

■ =0,29 ■ +1,08 ■ +0,89 ■ -0,02 ■ - 0,33 ■ - 0,38 ■ + 0,47

7 prédicteur(s)

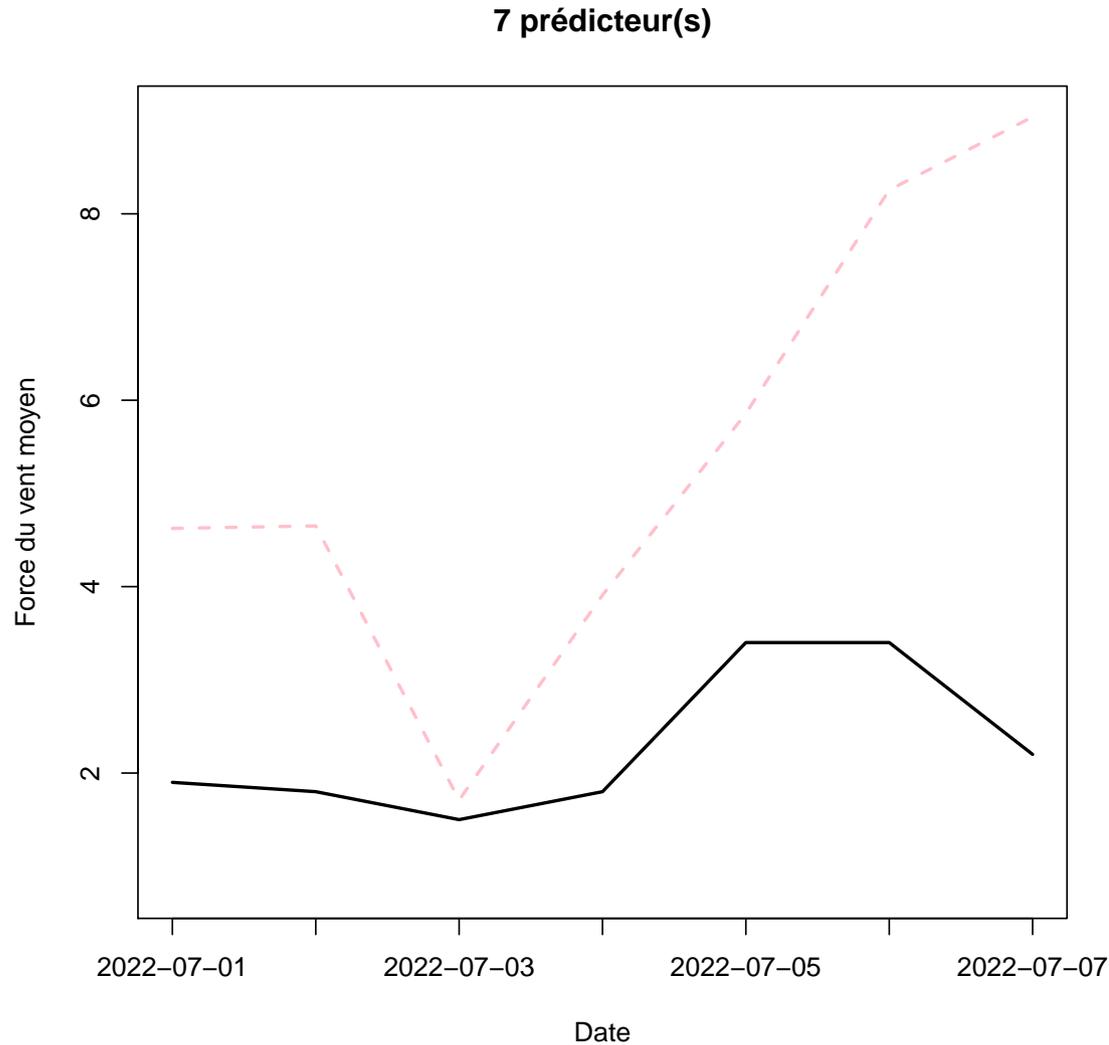


7 prédicteur(s)



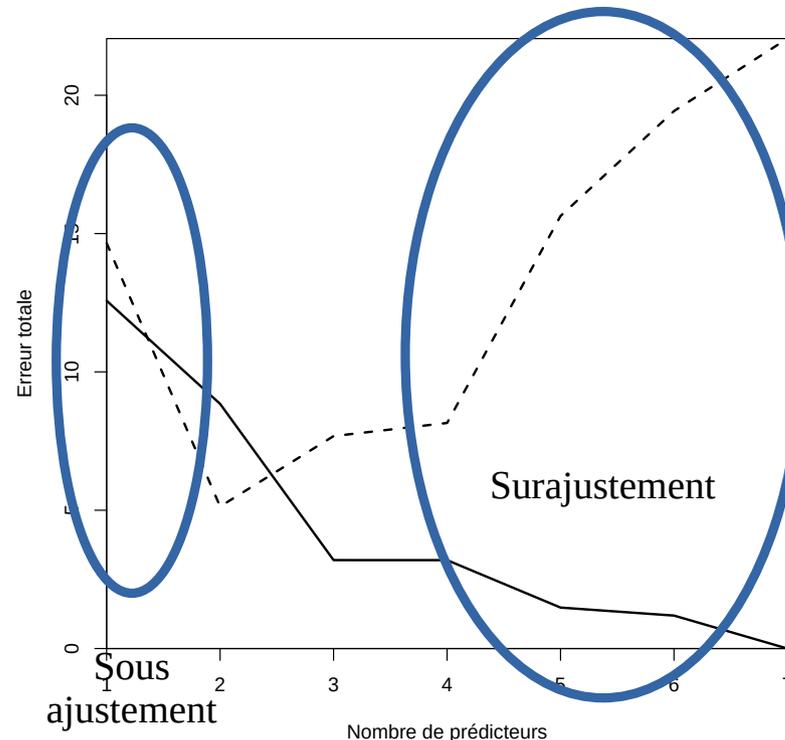
# Exemple pratique : prévision de vent

- Prédiction du 01/07/2022 au 07/07/2022 avec les coefficients appris sur les données du 01/11/2023 au 07/11/2023



# Exemple pratique : prévision de vent

- Le **surajustement** (ou **overfitting** en anglais) est un phénomène qui se produit lorsqu'un modèle apprend par cœur les exemples d'apprentissage mais ne parvient pas à trouver les motifs plus généraux ou à faire des prédictions précises sur de nouvelles observations. (source : ChatGPT, remanié par moi)



- Solution : contrôler la complexité du modèle (**régularisation**), avoir plus de données (**data augmentation**), faire de la **validation croisée** (données d'apprentissage, de **validation** et de **test**)

# Conclusion : c'est un outil comme un autre

---

- L'intelligence artificielle n'existe-pas (?) :  
[https://www.youtube.com/watch?v=yuDBSbng\\_8o&t=1989s](https://www.youtube.com/watch?v=yuDBSbng_8o&t=1989s)
- « l'automatisation complète atteint vite ses limites, et ne doit pas être l'objectif final. Si une machine seule peut traiter, répéter, prédire et évoluer, l'alliance homme-machine permet d'aller beaucoup plus loin. » Source :  
<https://www.forbes.fr/technologie/la-collaboration-homme-machine-reinventer-les-processus-metiers-avec-l-ia/>

Exemple des diagnostics en radiologie :

<https://www.alliancy.fr/cooperation-ia-humain-experience-radiologues-francais>

# Conclusion : c'est un outil comme un autre

---

- Merci de votre attention.

michael.zamo@meteo.fr

# Références

---

L'intelligence artificielle :

- Legg, Shane, and Marcus Hutter. "A collection of definitions of intelligence." *Frontiers in Artificial Intelligence and applications* 157 (2007):17
- Les intelligences multiples : La théorie qui bouleverse nos idées reçues. Howard Gardner. Retz, 2008
- L'intelligence des plantes, Stéfano Mancuso, Alessandra Viola, Albin Michel, 2018
- <https://www.bnf.fr/fr/mediatheque/peut-parler-dintelligence-vegetale>

Histoire de l'IA :

- <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
- <https://www.ia-insights.fr/histoire-de-l-intelligence-artificielle/>

# Références

---

Le machine learning :

- Présentation générale:  
<https://datascientest.com/machine-learning-tout-savoir>
- L'embedding :  
<https://pandia.pro/guide/quest-ce-que-la-vectorisation-embedding-dans-lintelligence-artificielle-ia/>
- Surajustement et sous-ajustement :  
<https://mrmint.fr/overfitting-et-underfitting-quand-vos-algorithmes-de-machine-learning-derapent>
- Deep learning : une formation en ligne du CNRS :  
<https://www.youtube.com/c/CNRSFormationFIDLE>

# Références

---

Différents types d'apprentissage :

- Apprentissage supervisé :  
<https://mrmint.fr/apprentissage-supervise-machine-learning>
- Apprentissage non supervisé :  
<https://www.ibm.com/fr-fr/topics/unsupervised-learning>
- Apprentissage par renforcement:  
<https://www.lebigdata.fr/reinforcement-learning-definition>
- Apprentissage semi-supervisé :  
<https://datascientest.com/apprentissage-semi-supervise-tout-savoir>
- Apprentissage auto-supervisé :  
<https://datascientest.com/apprentissage-auto-supervise-tout-savoir>

# Références

---

Collaboration Humain-Machine :

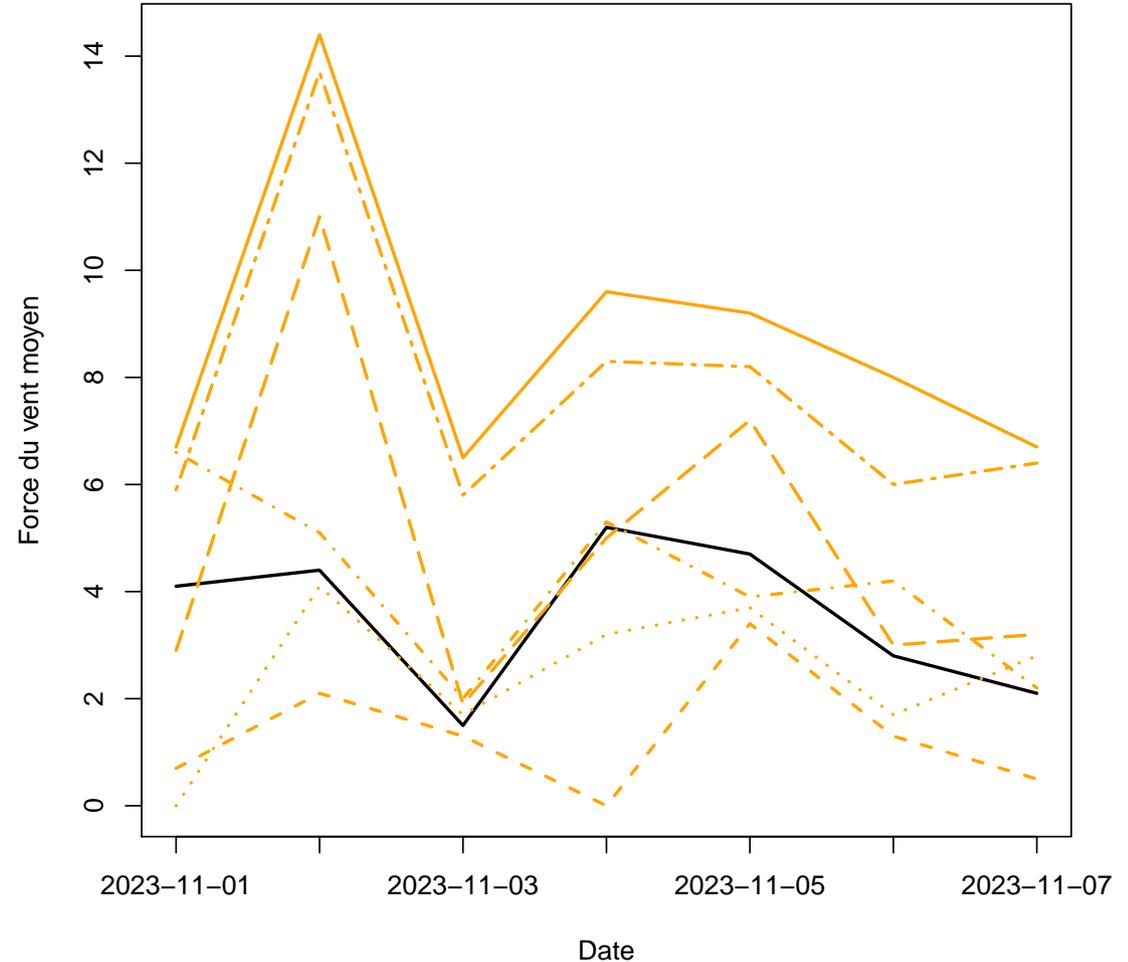
- <https://journals.openedition.org/activites/4941#bodyftn5>
- <https://www.forbes.fr/technologie/la-collaboration-homme-machinereinventer-les-processus-metiers-avec-l-ia/>

# Compléments

---

# Exemple pratique : prévision de vent

- On souhaite prévoir le vent mesurée à une station météo (prédictand, en noir) à partir du vent mesuré à d'autres stations météo (prédicteurs, courbes en orange)
- Période : 01/11/2023 au 07/11/2023

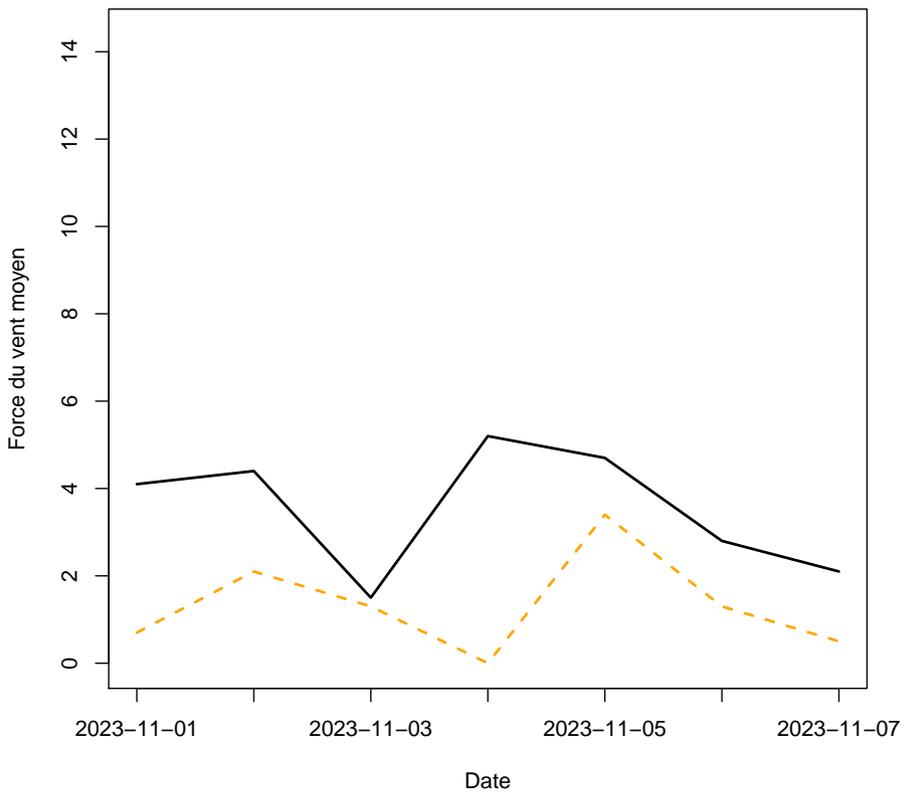


# Exemple pratique : prévision de vent

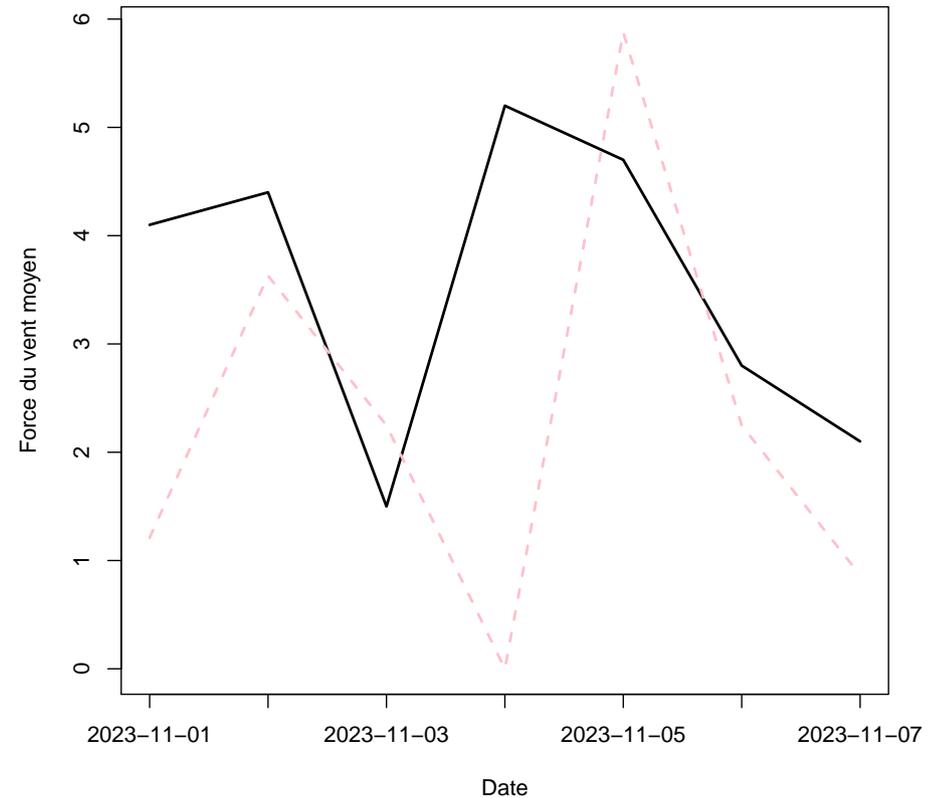
- Cas avec 1 prédicteur

■ = 2 ■

1 prédicteur(s)



1 prédicteur(s)

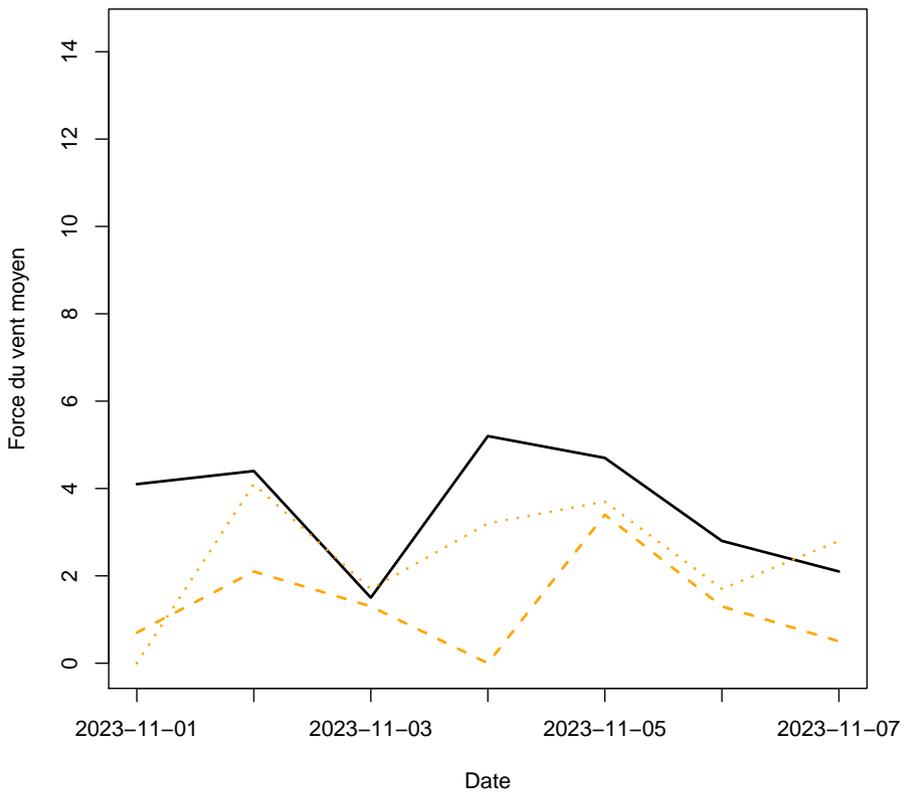


# Exemple pratique : prévision de vent

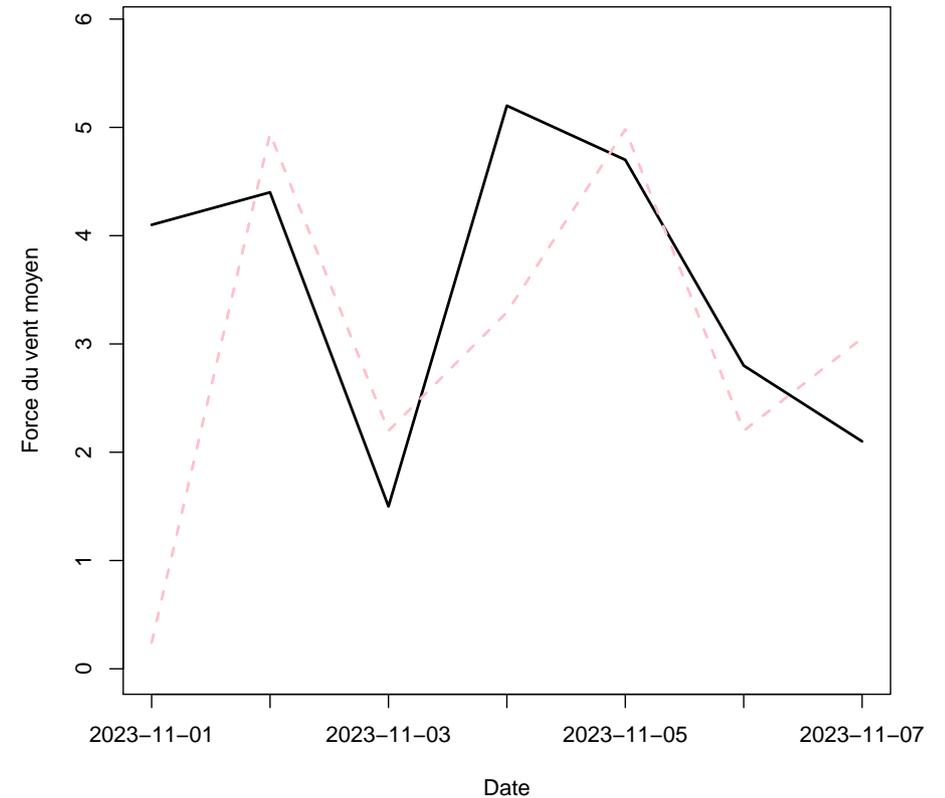
- Cas avec 2 prédicteurs

 = 0,3  + 1 

2 prédicteur(s)



2 prédicteur(s)

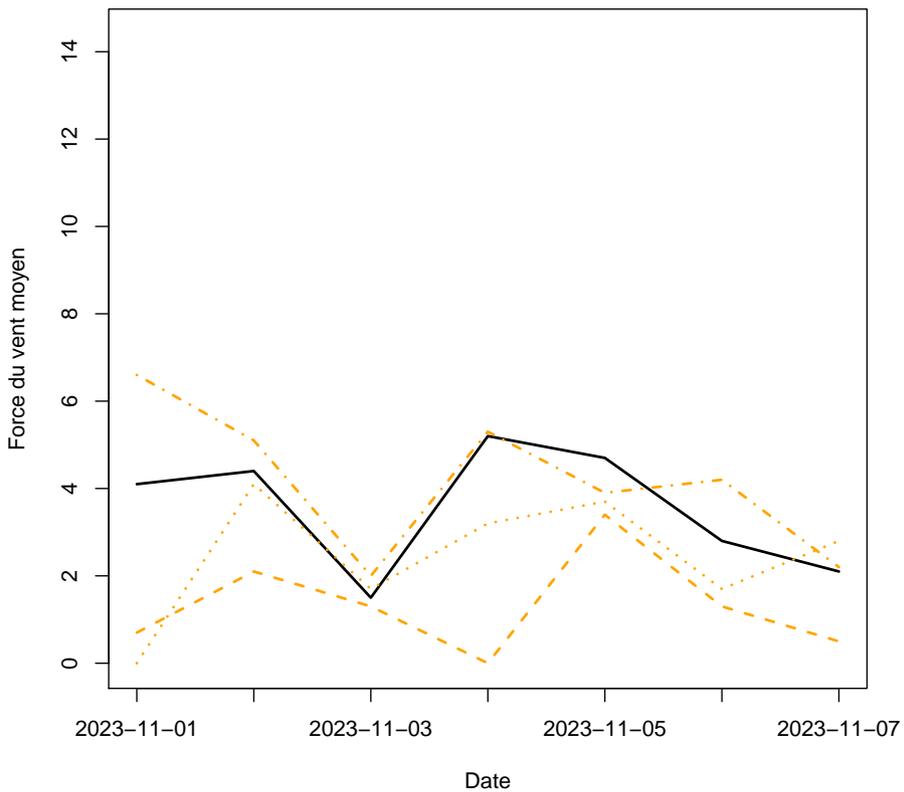


# Exemple pratique : prévision de vent

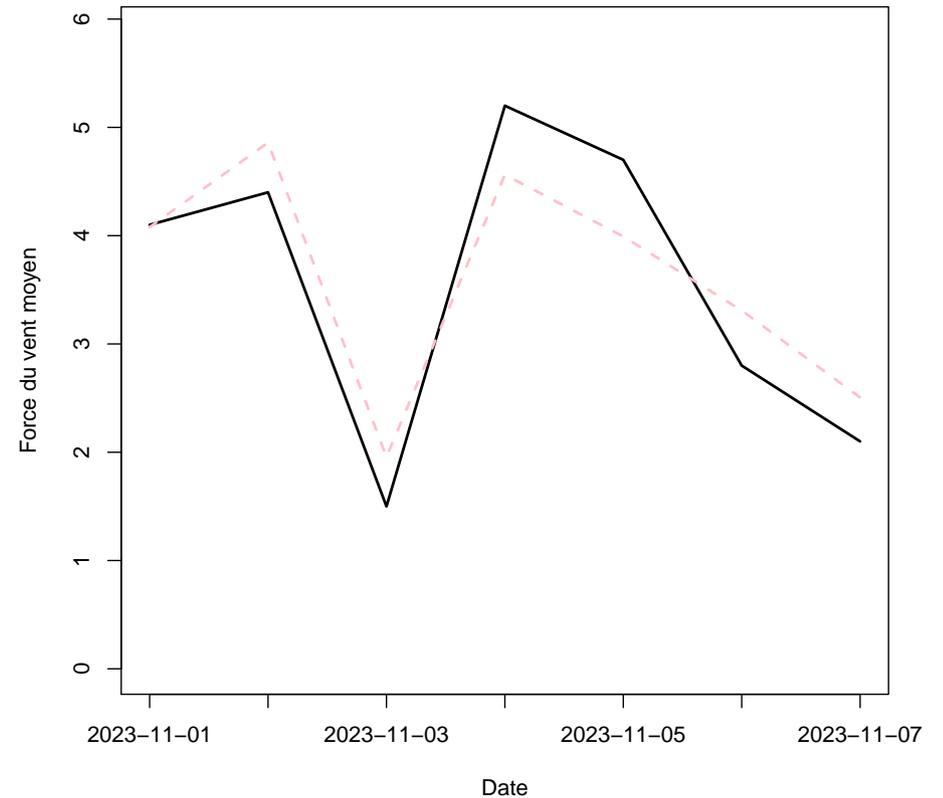
- Cas avec 3 prédicteurs

■ = 0,03 ■ + 0,41 ■ + 0,62 ■

3 prédicteur(s)



3 prédicteur(s)

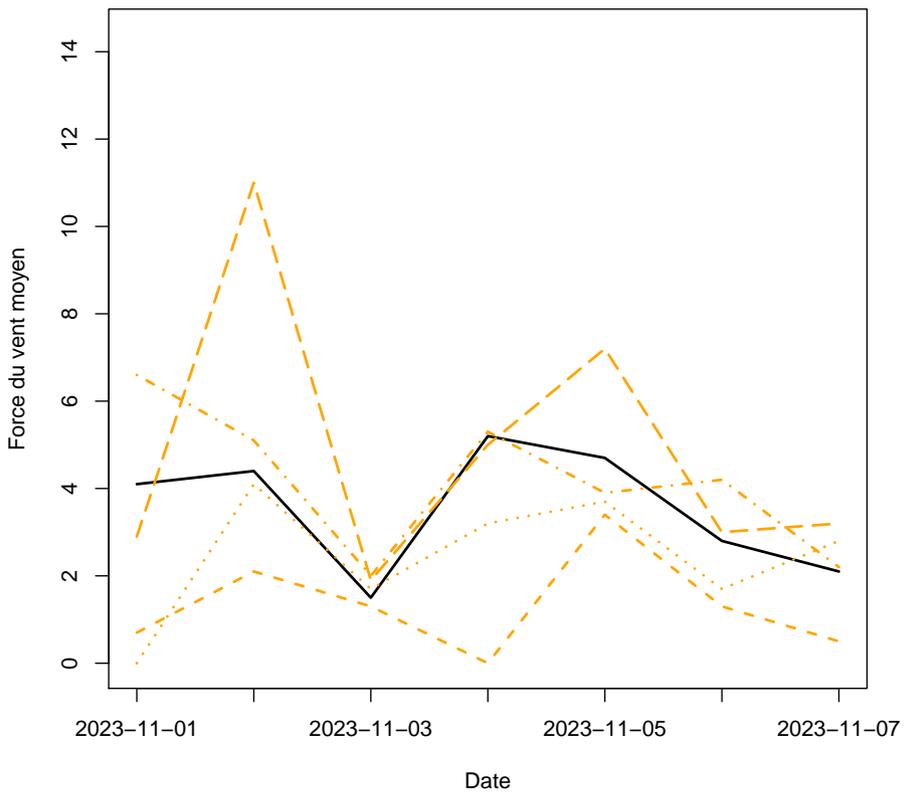


# Exemple pratique : prévision de vent

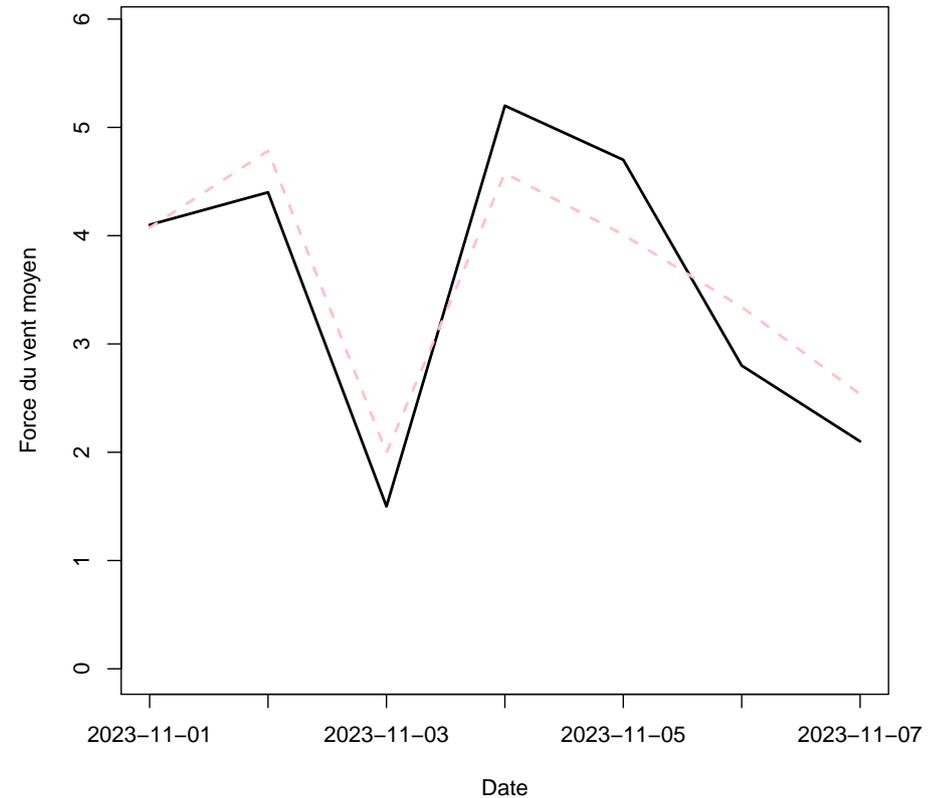
- Cas avec 4 prédicteurs

■ = 0,04 ■ + 0,44 ■ + 0,62 ■ - 0,02 ■

4 prédicteur(s)



4 prédicteur(s)

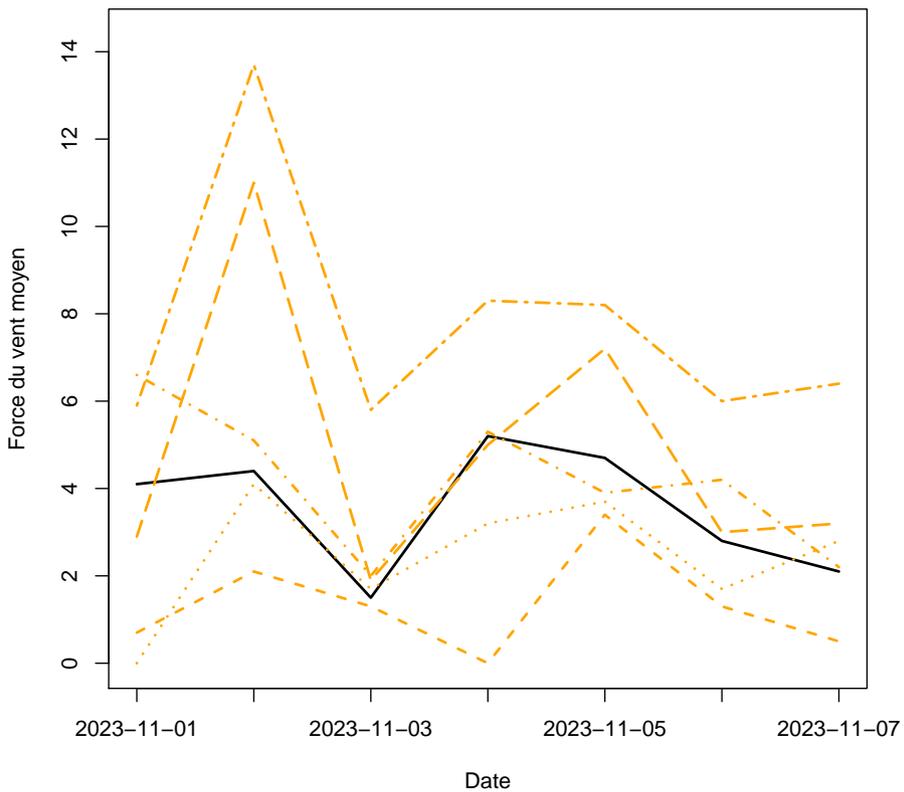


# Exemple pratique : prévision de vent

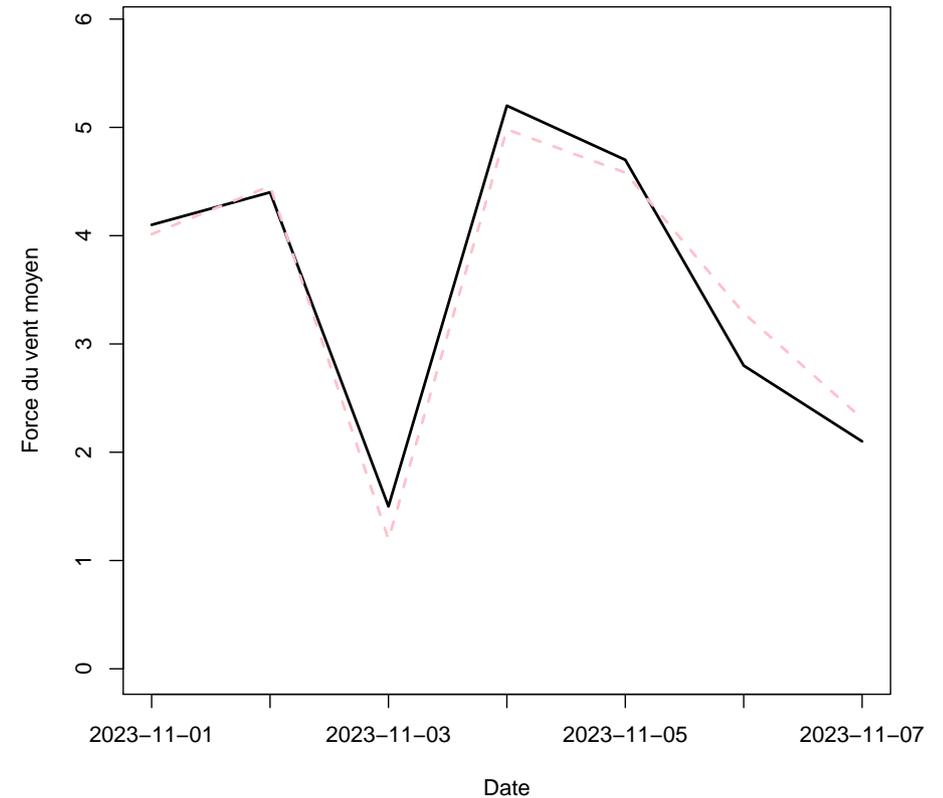
- Cas avec 5 prédicteurs

■ = -0,08 ■ + 0,85 ■ + 0,9 ■ + 0,19 ■ -0,41

5 prédicteur(s)



5 prédicteur(s)

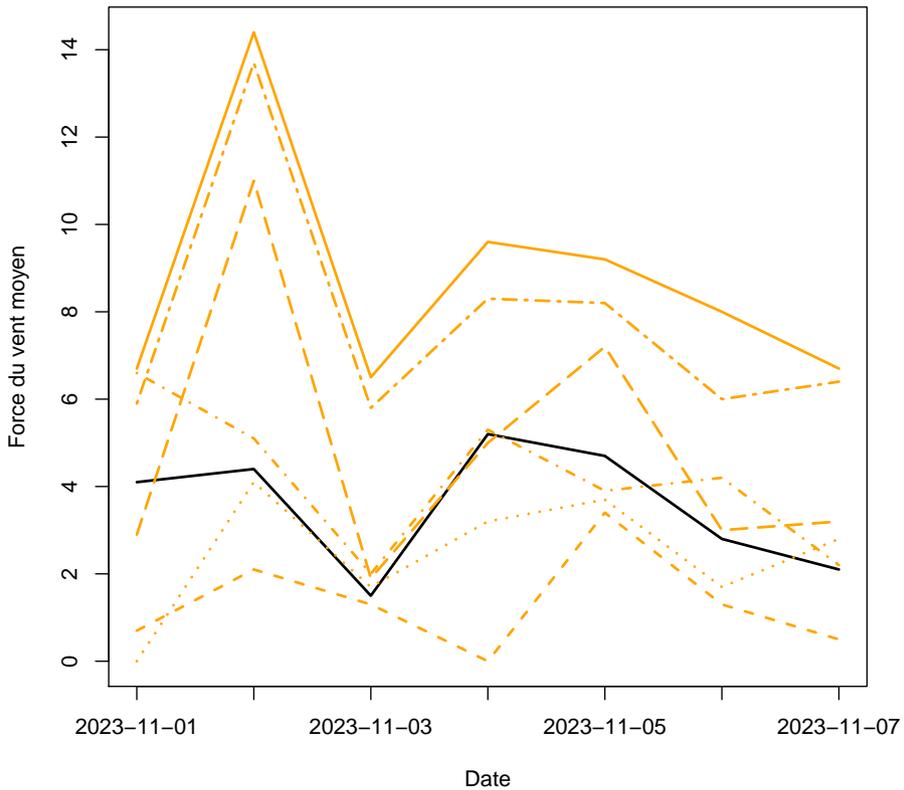


# Exemple pratique : prévision de vent

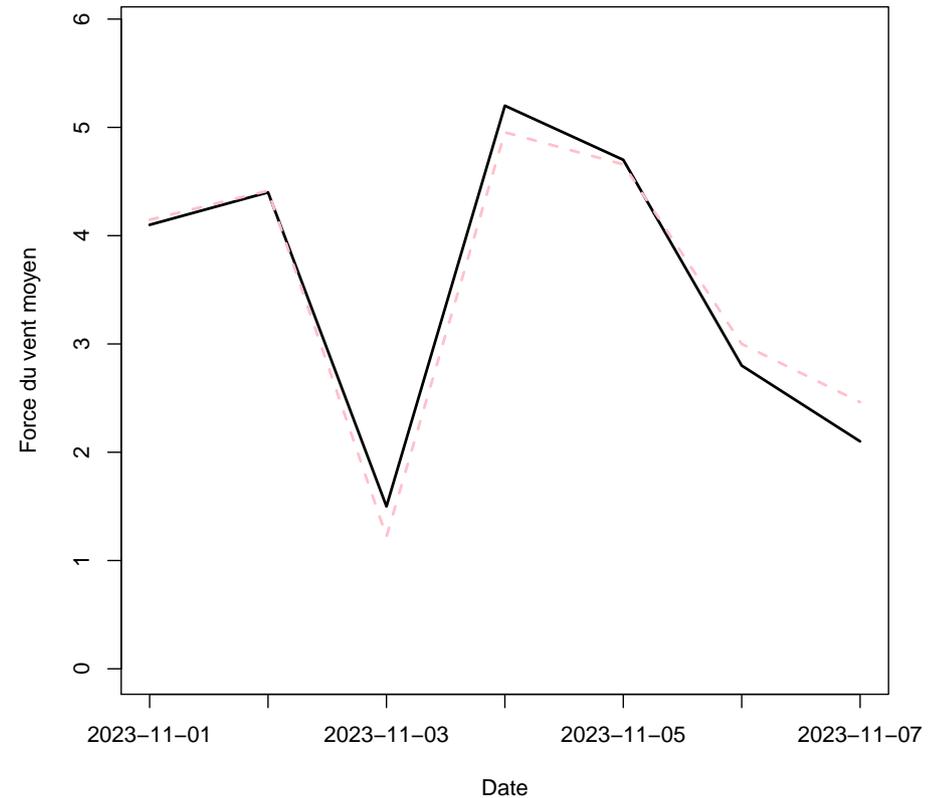
- Cas avec 6 prédicteurs

■ =0,06 ■ +0,95 ■ +0,98 ■ +0,13 ■ - 0,08 ■ - 0,34

6 prédicteur(s)



6 prédicteur(s)

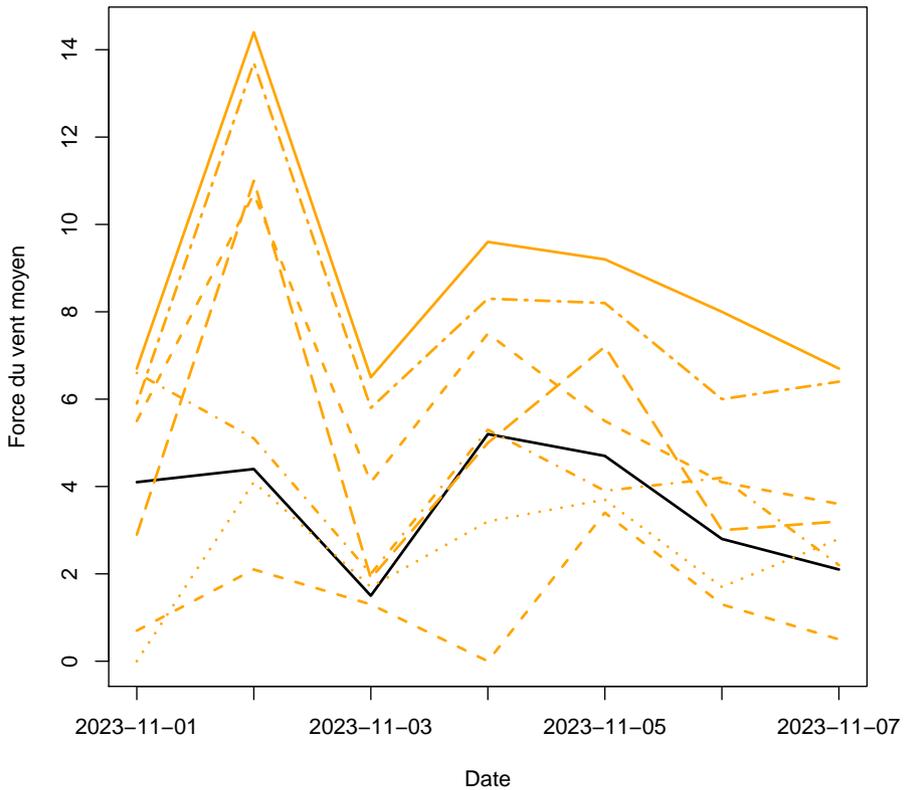


# Exemple pratique : prévision de vent

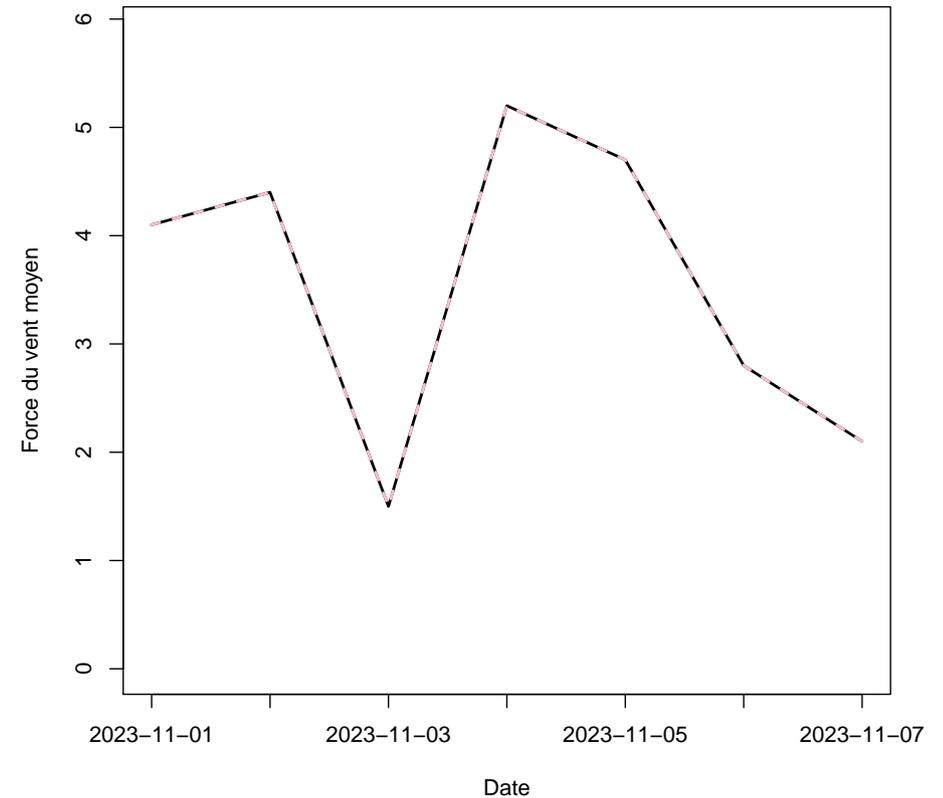
- Cas avec 7 prédicteurs

■ =0,29 ■ +1,08 ■ +0,89 ■ -0,02 ■ - 0,33 ■ - 0,38 ■ + 0,47

7 prédicteur(s)

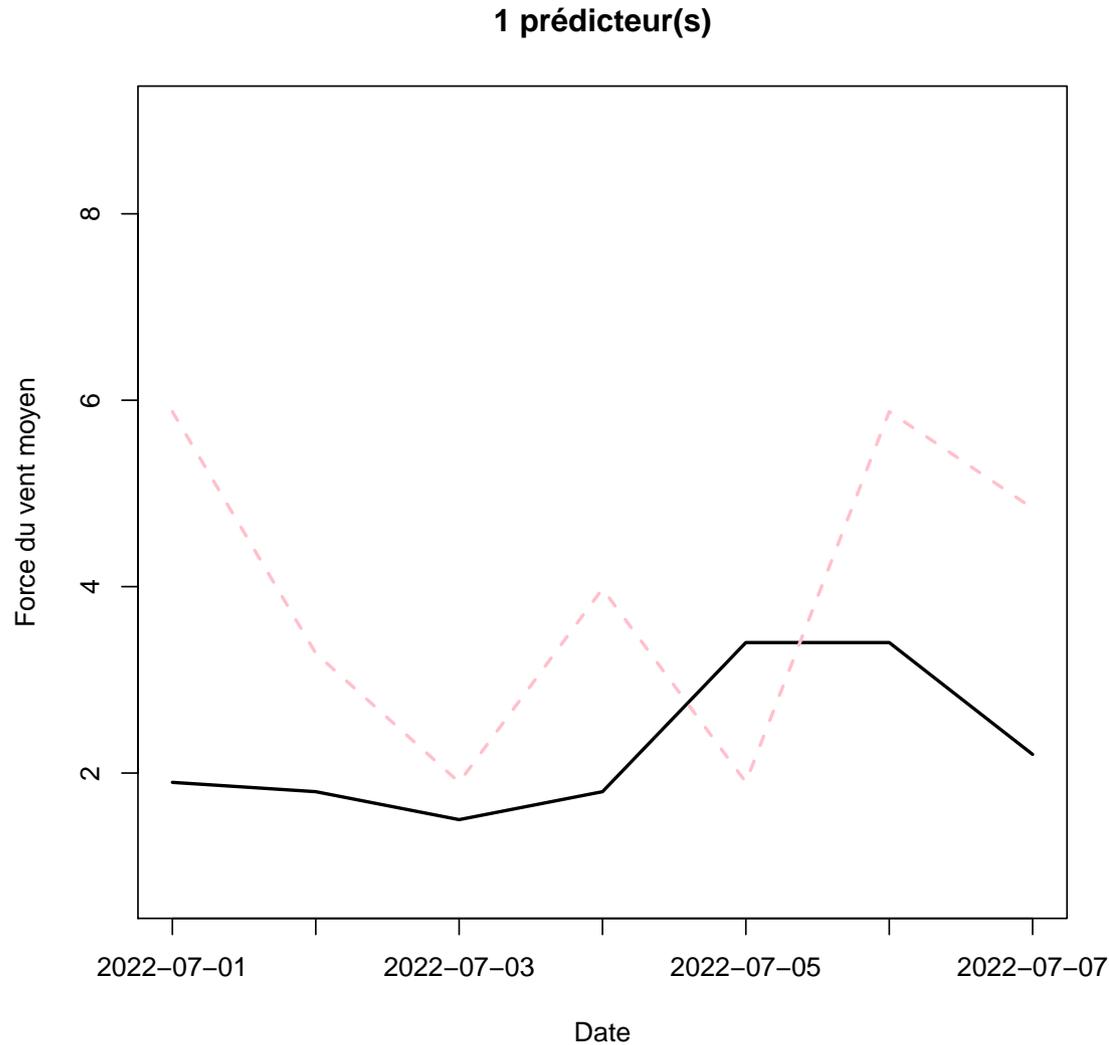


7 prédicteur(s)



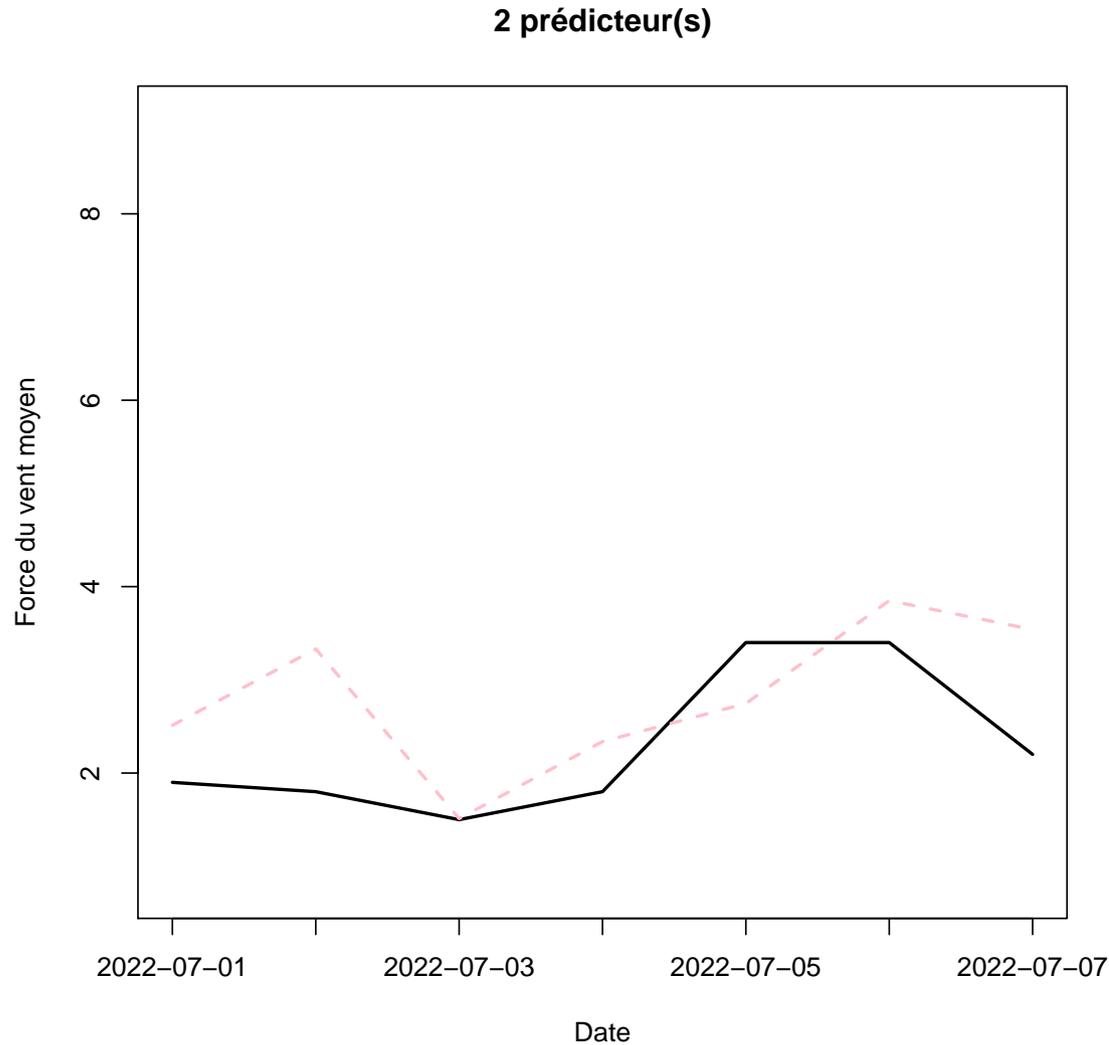
# Exemple pratique : prévision de vent

- Prédiction du 01/07/2022 au 07/07/2022 avec les coefficients appris sur les données du 01/11/2023 au 07/11/2023



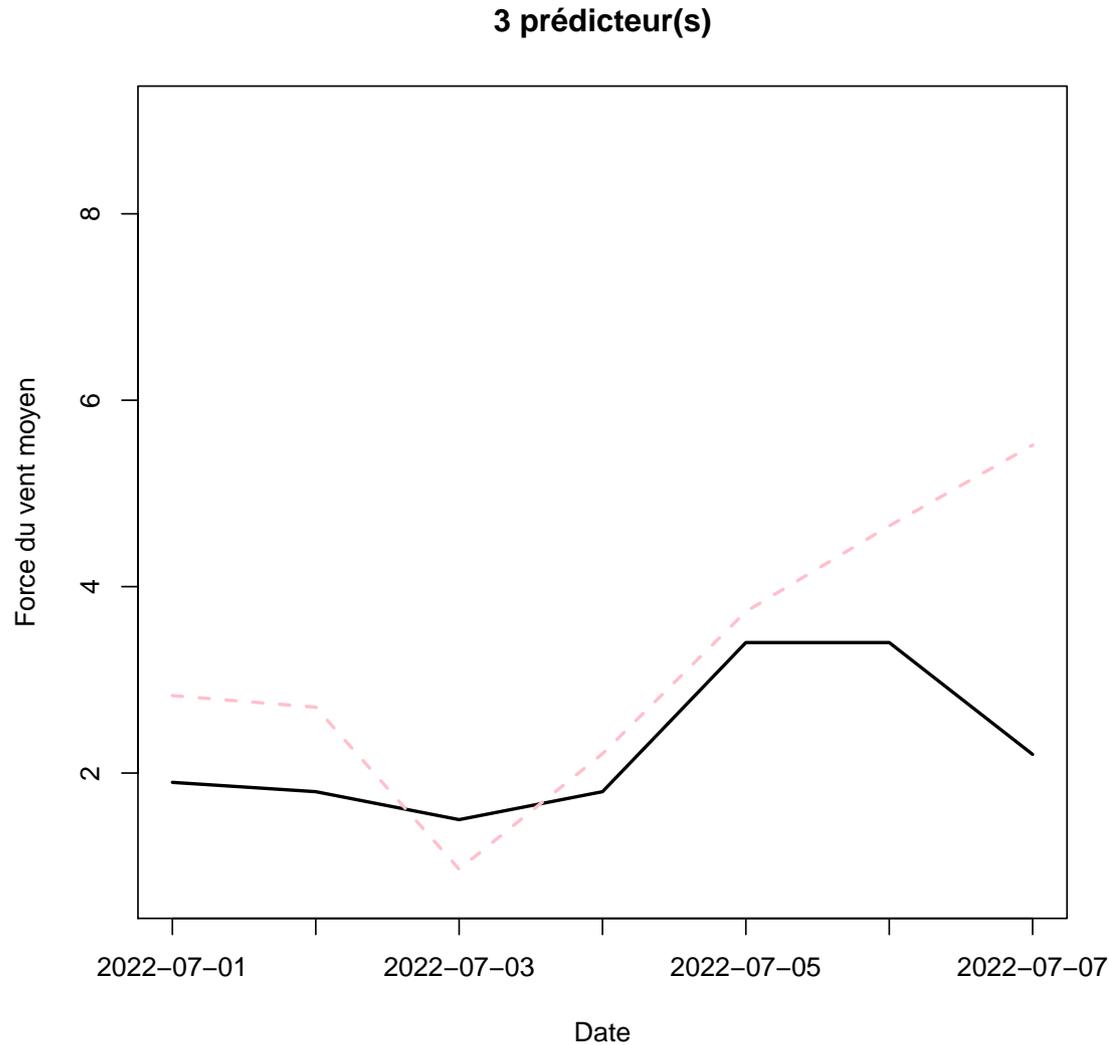
# Exemple pratique : prévision de vent

- Prédiction du 01/07/2022 au 07/07/2022 avec les paramètres appris sur les données du 01/11/2023 au 07/11/2023



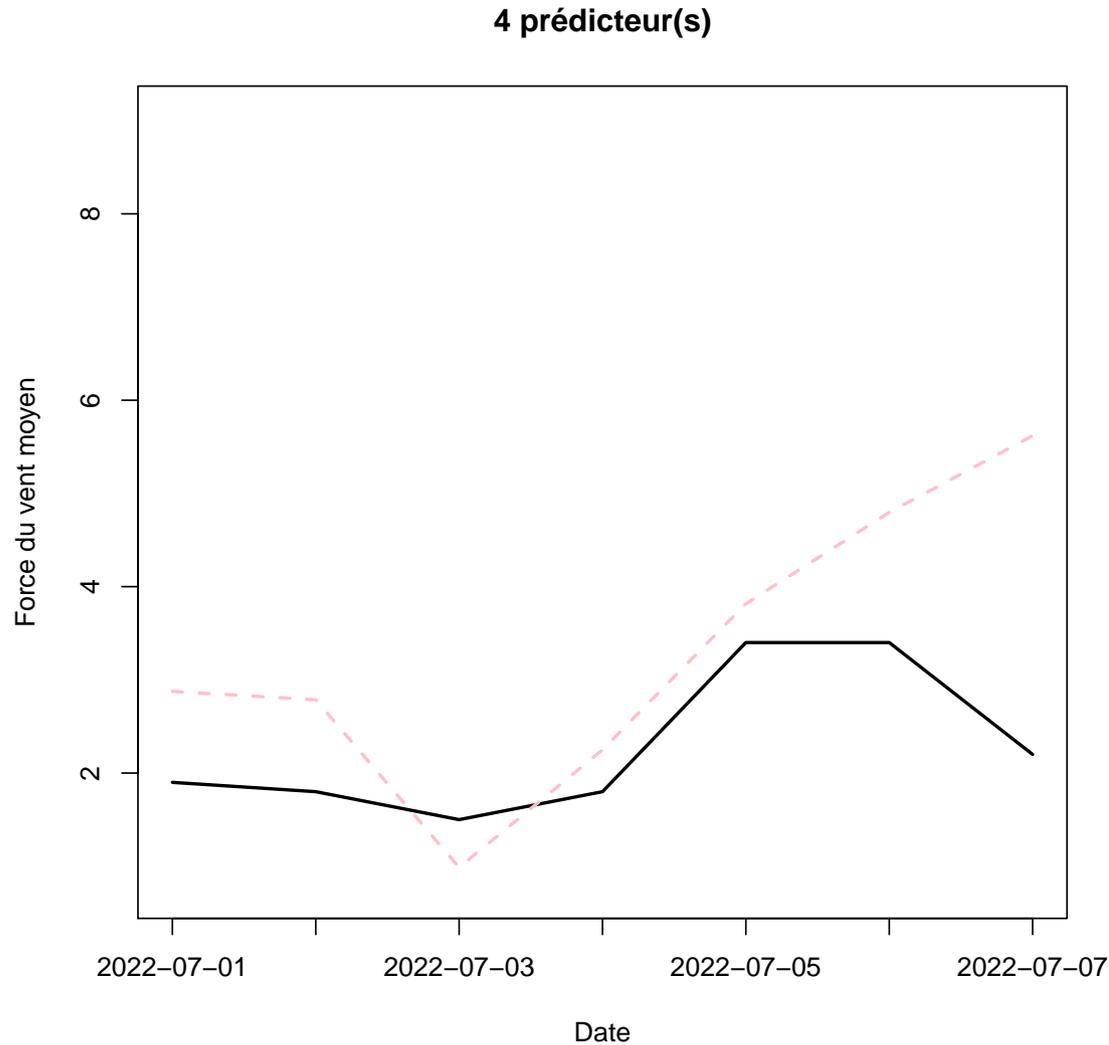
# Exemple pratique : prévision de vent

- Prédiction du 01/07/2022 au 07/07/2022 avec les coefficients appris sur les données du 01/11/2023 au 07/11/2023



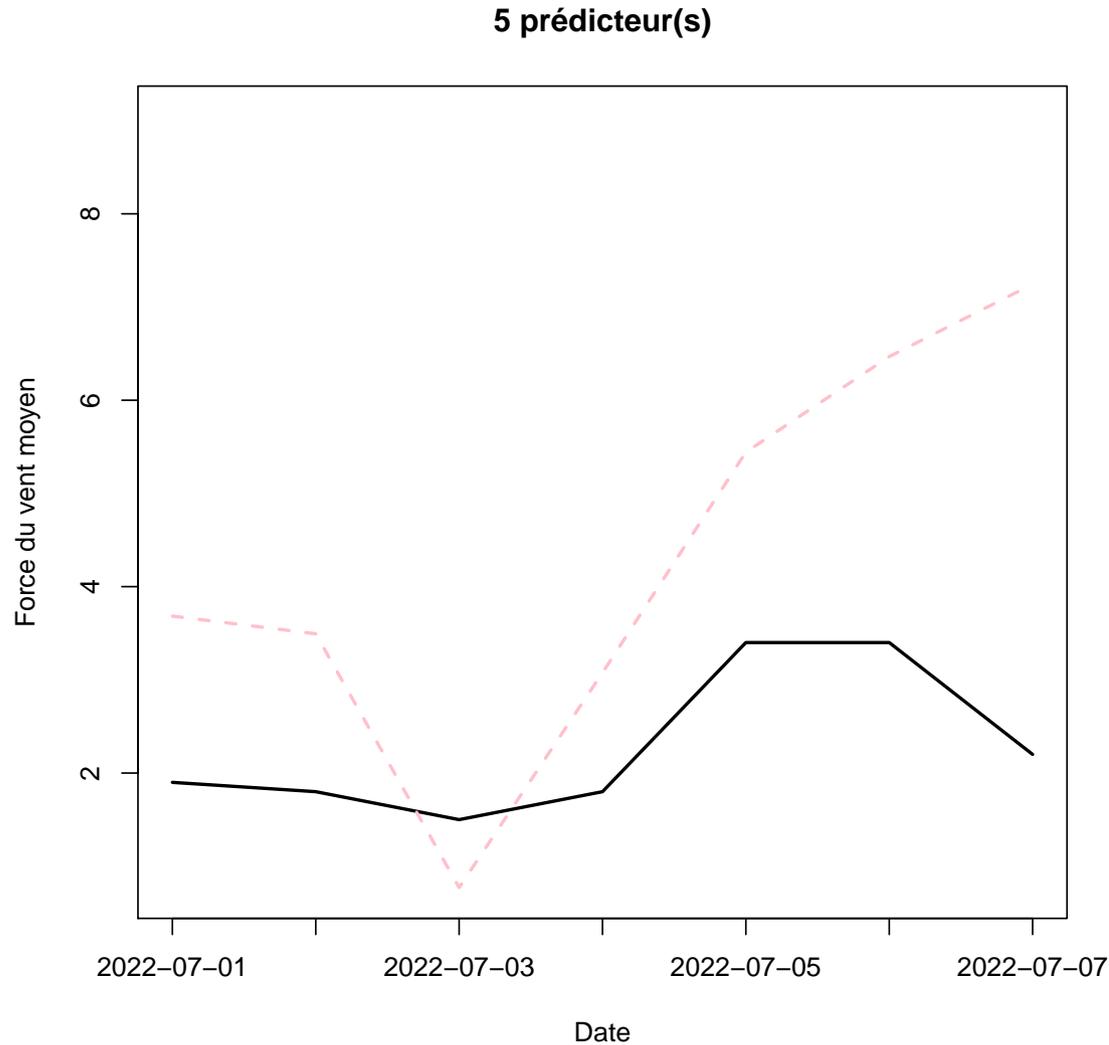
# Exemple pratique : prévision de vent

- Prédiction du 01/07/2022 au 07/07/2022 avec les coefficients appris sur les données du 01/11/2023 au 07/11/2023



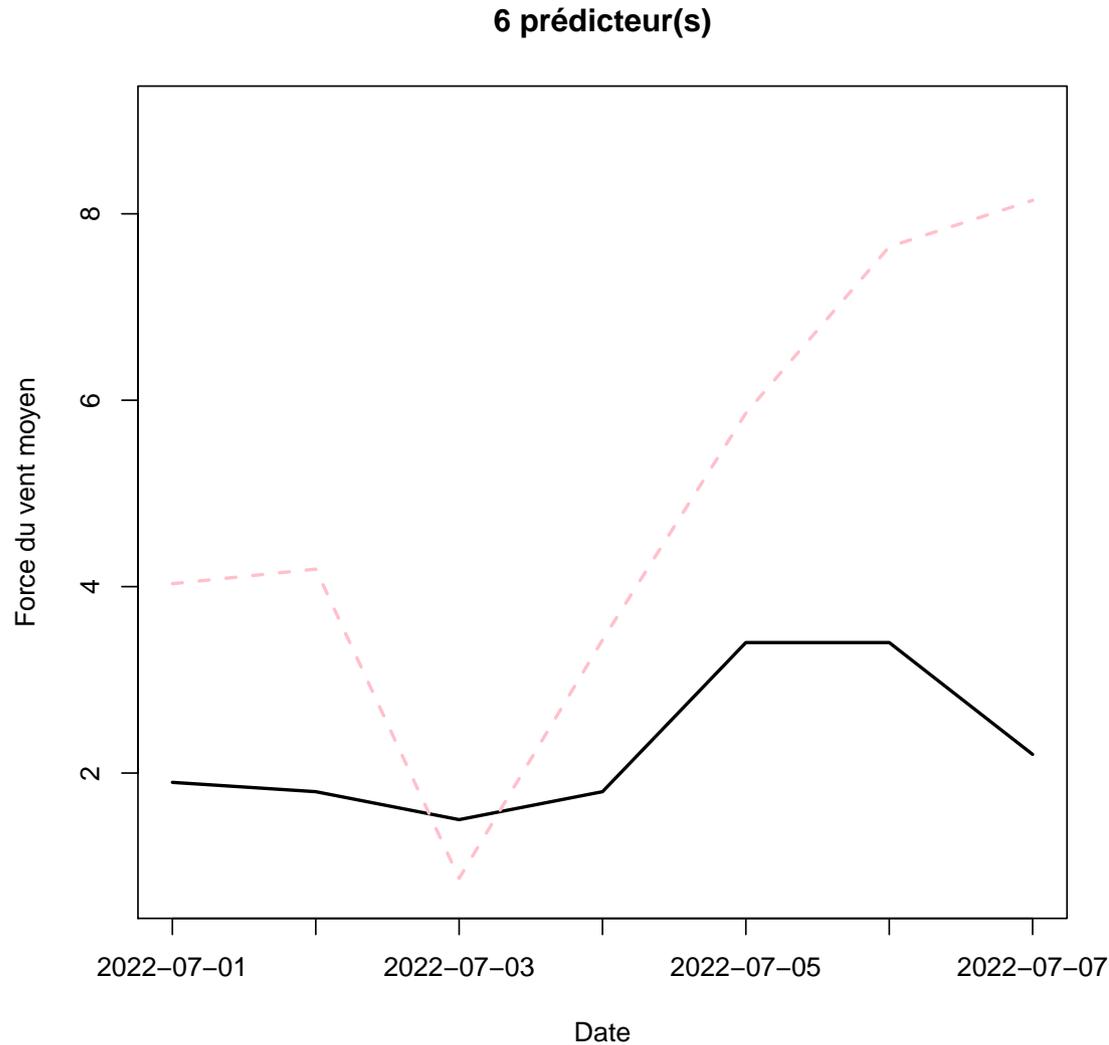
# Exemple pratique : prévision de vent

- Prédiction du 01/07/2022 au 07/07/2022 avec les coefficients appris sur les données du 01/11/2023 au 07/11/2023



# Exemple pratique : prévision de vent

- Prédiction du 01/07/2022 au 07/07/2022 avec les coefficients appris sur les données du 01/11/2023 au 07/11/2023

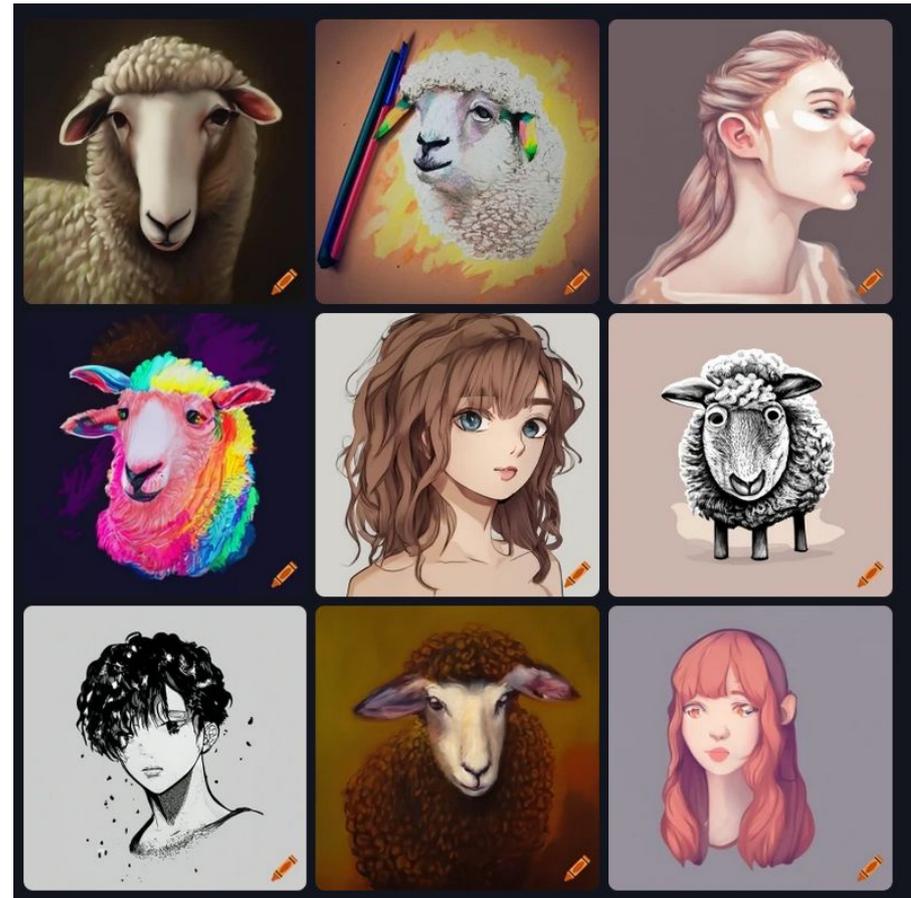


# L'IA générative

- Permet de produire plusieurs exemplaires de la sortie (images, textes, vidéos, ...), par l'ajout d'un bruit  $Z$  comme entrée de l'algorithme :  $\hat{Y} = f(X, Z ; B)$

Prompt (X avant embedding) :

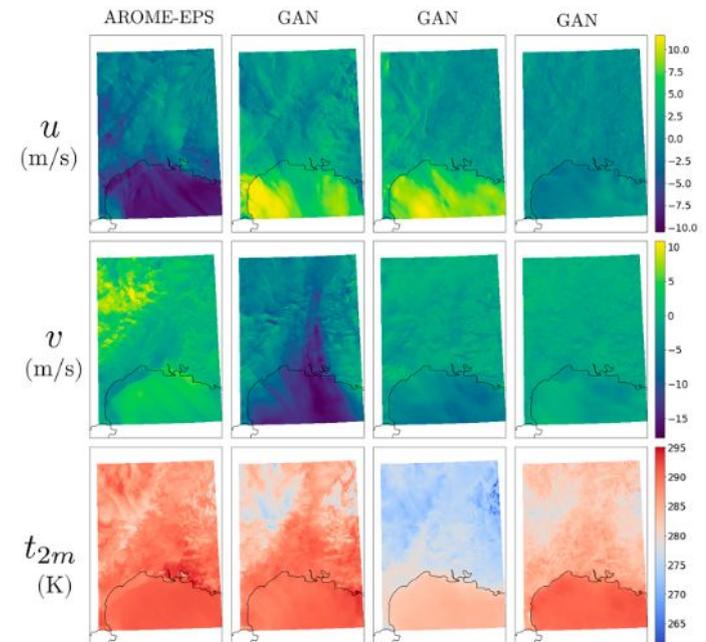
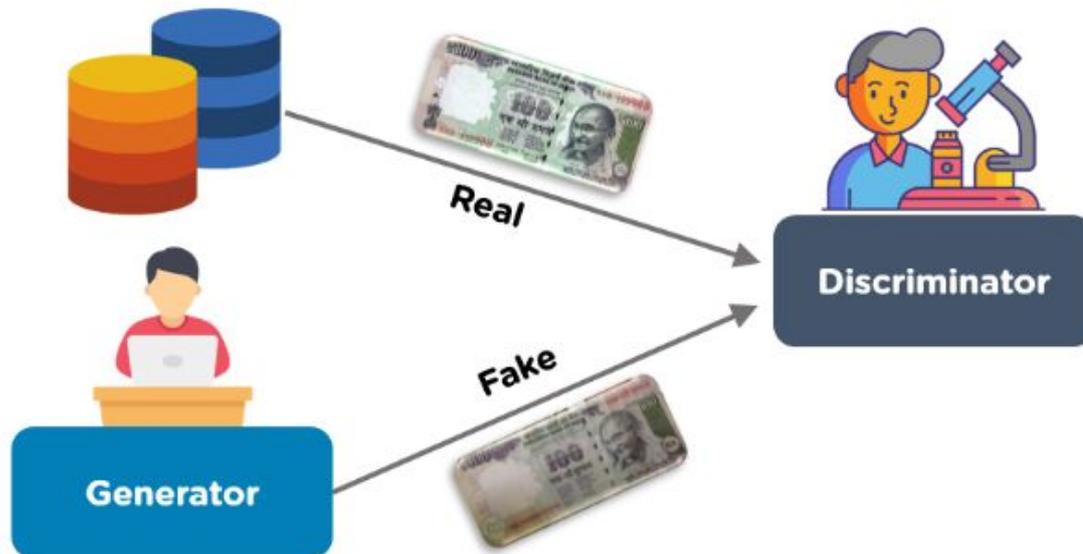
« S'il-te-plaît, dessine-moi un mouton »



Généré sur [craiyon.com](https://craiyon.com)

# L'IA générative

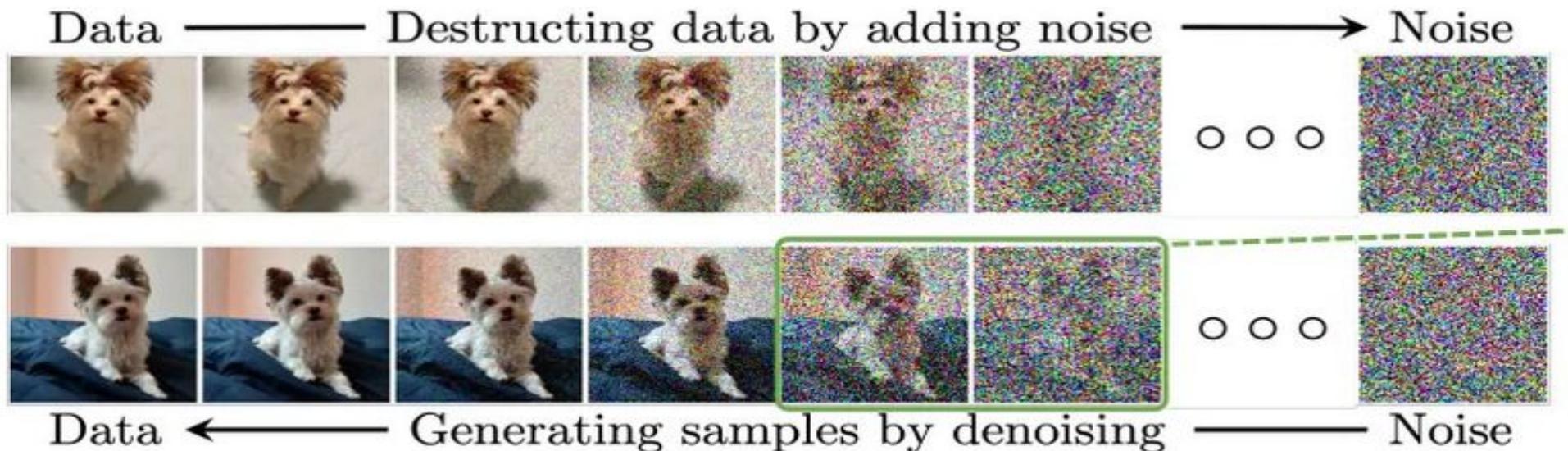
- Permet de produire plusieurs exemplaires de la sortie, par l'ajout d'un bruit  $Z$  :  $\hat{Y} = f(X, Z, B)$
- **Réseaux antagonistes génératifs (GAN)** : compétition entre un **générateur** (faussaire) et un **discriminateur** (expert) : le faussaire apprend à tromper le discriminateur en générant de fausses données, l'expert apprend en distinguant entre fausses et vraies données



(Brochet et al., 2023)

# L'IA générative

- Permet de produire plusieurs exemplaires de la sortie, par l'ajout d'un bruit  $Z$  :  $\hat{Y} = f(X, Z, B)$
- **Réseaux antagonistes génératifs (GAN)** : compétition entre un **générateur** (faussaire) et un **discriminateur** (expert)
- **Modèles de diffusion** : l'algorithme apprend en transformer une donnée en bruit, et à transformer du bruit en données



# L'IA générative

---

- Permet de produire plusieurs exemplaires de la sortie, par l'ajout d'un bruit  $Z$  :  $\hat{Y} = f(X, Z, B)$
- **Réseaux antagonistes génératifs (GAN)** : compétition entre un **générateur** (faussaire) et un **discriminateur** (expert)
- **Modèles de diffusion**
- Si la sortie dépend d'une entrée autre que du bruit ( $\hat{Y} = f(X, Z, B)$ ) on dit que la génération est **conditionnée** (ex : génération d'une image de chat si  $X = \text{chat}$ ), sinon elle est **non conditionnée** ( $\hat{Y} = f(Z, B)$ , par exemple : génération d'une image quelconque)