

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES

CONCOURS CPGE 2021

HÉLÈNE SIBOULET MP

JUIN 2021

1 Présentation

La prévision consiste à prévoir, c'est-à-dire à « voir avant ». Il s'agit donc, à partir de ce que l'on sait à un moment donné, de savoir ce qui se passera à un moment ultérieur, avec la meilleure probabilité. En effet, à part les phénomènes déterministes, comme par exemple le mouvement des solides à court terme, on ne peut avoir que des indications probabilistes. C'est un problème universel, qui s'applique à l'économie, la politique, la vie privée, et aussi bien sûr aux prévisions météorologiques.

La prévision repose sur deux éléments : des données disponibles à un moment, et des théories ou des modèles qui permettent d'utiliser ces données.

Les processus météorologiques sont tout à fait chaotiques. Cela signifie que des incertitudes minimes à un instant donné peuvent avoir des conséquences très fortes sur le déroulement. En fait, ces incertitudes n'empêchent pas de prévoir à court terme, par exemple pour le lendemain, mais elles rendent difficiles les prévisions au delà de deux semaines.

Si les processus météorologiques sont chaotiques à moyen terme, ils sont au contraire extrêmement stables dès lors que on les analyse en moyenne. Par exemple, Milankovitch a prévu que les variations de trois paramètres - excentricité, obliquité et précession - auraient des effets périodiques sur les glaciations. Milankovitch a fait apparaître des périodes de 20 000, 40 000 et 100 000 ans, ce qui a été confirmé expérimentalement par les mesures de δO_{18} dans les carottes glaciaires de Vostock, en 1976. Ces résultats montrent que, en faisant des moyennes sur une centaine d'année, on a des tendances très claires d'évolution des températures, alors qu'il est difficile de prévoir la température dans deux semaines.

Dans ce document, nous allons faire un bref état de l'art des méthodes de prévision météorologiques utilisées, et proposer une méthode basée sur l'intelligence artificielle. Nous verrons que ces deux approches sont tout à fait différentes. Nous collectons une base de données, nous élaborons une méthode avec de nombreuses variantes. Chaque variante est évaluée numériquement, c'est à dire par comparaison des prévisions avec un ensemble de données qui ont été placées en dehors des données d'entrées.

2 État de l'art

Méthode la plus courante de prévision météo selon Jean Pailleux de Météo-France Modélisation de l'atmosphère par :

1. Équation du mouvement (Newton)
2. $\frac{d\mathbf{V}}{dt} = (g) - \frac{\mathbf{grad}p}{\rho}$
3. Équation de continuité
4. Thermodynamique
5. Équation des gaz parfaits
6. Équations de bilans de constituants : vapeur d'eau, eau liquide, ozone, etc...

3 Recherche de données

Base de donnée trouvée sur :

https://donneespubliques.meteofrance.fr/?fond=produit&id_produit=90&id_rubrique=32 Contient les relevés de 62 stations en France Métropolitaine et en France d’Outre mer De 1996 à 2020 (avec certaines mesures manquantes) Un relevé toutes les trois heures Paramètres atmosphériques : température, humidité, direction et force du vent, pression atmosphérique, hauteur de précipitations, temps sensible, description des nuages, visibilité Chaque fichier couvre un mois et toutes les stations

Collecte des données avec Webbot Décompression des fichiers au format csv Tri des données par station

4 Analyse sur une station unique

Extraction des données de température et d’humidité de Clermont-Ferrand au au format json Les années 2008, 2019 et 2020 sont retirées de la base d’entraînement et serviront de base de test

! donnees_collecte/meteo_france/analyse_station_unique/humidite.png

! donnees_collecte/meteo_france/analyse_station_unique/temperature.png

Comment estimer la valeur d’un ensemble de prévisions ? On calcule l’écart quadratique moyen des écarts entre nos prévisions et les températures mesurées. cela permet d’estimer la valeur des prévisions, mais à condition d’avoir une valeur de comparaison. Nous utilisons pour cette valeur les différences entre les quartiles 1 et 3. Calcul des Quartiles de l’humidité et de la température. En dessous du premier quartile, on trouve le quart des valeurs, et au dessus du troisième quartile, on trouve un quart des valeurs. Température : $Q1 = 6.39$ $Q3 = 17.4$ soit un intervalle de $11^{\circ}C$ Humidité : $Q1 = 59.0$ $Q3 = 85.0$ soit un intervalle de 26%

* Calcul de la moyenne de la température et de l’humidité par jour et heure Approximation de la température à un phénomène cyclique de période un an

ecart quadratique moyen de temperature : $4.28^{\circ}C$ ecart quadratique moyen d’humidite : 14.8%

* Approximation de la courbe des températures par une fonction À priori est un phénomène cyclique sur l’année et sur le jour Transformée de Fourier

Hypothèse vérifiée : Approximation par une fonction de la forme $f(t) = A\cos(w_1t + \phi^1) + B\cos(w_2t + \phi^2) + C$ avec $w_1 = 2\pi$ et $w_2 = 2\pi/365$ Et par une fonction de la forme $g(t) = A\cos(w_1t + \phi^1) + B\cos(w_2t + \phi^2) + C + D\cos(w_3t + \phi^3)$ avec $w_3 = 4\pi$

On utilise la méthode du gradient pour trouver les coefficients :

- on crée une fonction écart ($u(t)$) qui calcule l’écart entre les prévisions de $u(t)$ et les valeurs de la base d’entraînement
- on cherche à trouver le minimum de écart en fonction des paramètres donc
- on initialise aléatoirement les paramètres
- on dérive écart par rapport à chaque paramètre
- on modifie chaque paramètre X en faisant $X = X - dX$
- on répète les deux points précédents un grand nombre de fois

5 Exemples Latex

5.1 subsection

5.1.1 q;,c

5.1.2 Donner des figures

5.1.3 Citer des figures

Je cite la figure ??

5.2 Placer un tableau

5.3 Citer un tableau

Je cite mon tableau ??.

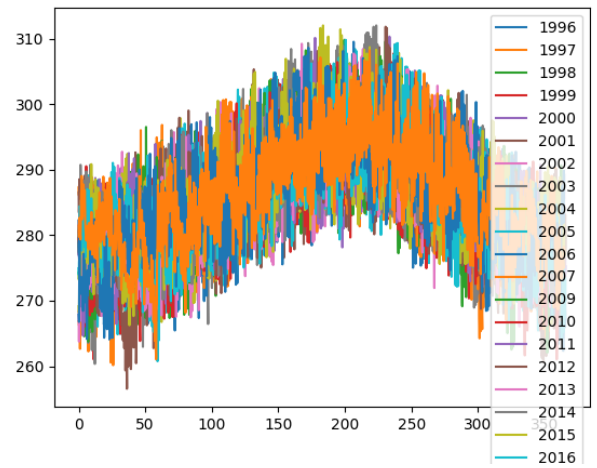
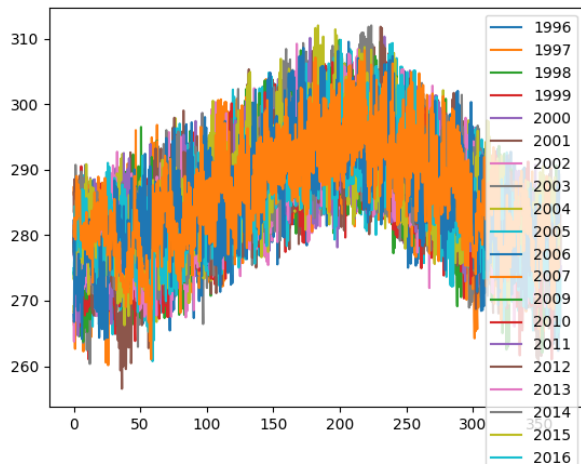
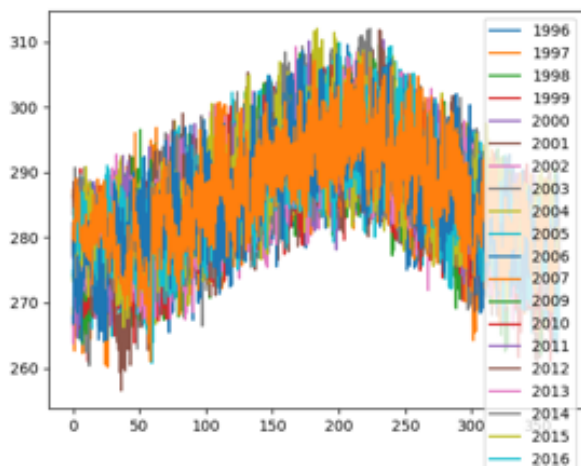
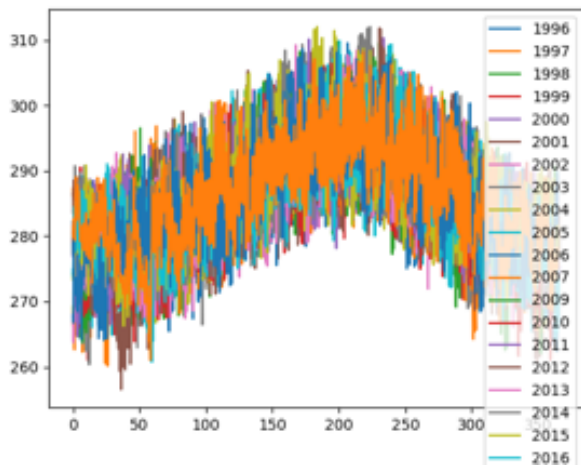


FIGURE 1 – A droite : pointe AFM / surface d'eau, à gauche : Coalescence de gouttes d'eau



Ow	15.99945	-0.8476	SPCE
Hw	1.0079	0.4238	SPCE
Na	22.9897	1.0000	
Cl	35.45	-1.0000	
Os	15.9994	-1.000	
Ti	47.8670	2.000	

TABLE 1 – , Charges for TiO₂/W/Na/Cl

6 Références