

TRAVAUX D'INITIATIVE PERSONNELLE ENCADRÉS

INFORMATIQUE 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 documents, 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.

Les prévisions météorologiques ont beaucoup d'enjeux, elles permettent notamment :

1. aux pilotes d'avion et aux marins de savoir si leur trajet est réalisable, de connaître la quantité de carburant à prendre et de choisir l'itinéraire le plus adapté
2. aux agriculteurs de savoir quand arroser, quelle quantité d'eau est nécessaire et quand labourer, planter ou récolter
3. d'organisation d'activités ou d'évènements en plein air
4. de gérer des risques liés au climat par exemple lorsqu'il y a du verglas, de la neige, une canicule ou une tempête

2 État de l'art

Il existe plusieurs sortes de prévisions météorologiques : la prévision du temps qui fait des prédictions sur des périodes de quelques jours, la prévision saisonnière qui font des prédictions sur l'échelle d'un mois ou de quelques mois et la prévision climatiques prédit l'évolution du climat sur plusieurs années.

Selon http://meteocentre.com/internet/prevision/prevision_emp.htm les principales méthodes de prévision météorologiques sont :

1. La méthode de la persistance qui prédit que demain il fera le même temps qu'aujourd'hui. Elle fonctionne bien dans certaines régions où les conditions météorologiques varient lentement comme l'Égypte ou les déserts des États-Unis. Elle fait de bonnes prévisions sur des périodes de un ou deux jours ainsi et est efficace pour prédire des tendances sur des durées d'un mois (prévisions saisonnières).
2. La méthode de la tendance qui étudie le déplacement de systèmes météorologiques tels que les dépressions, les anticyclones, les fronts et les zones de précipitation et suppose leurs emplacements futurs.
3. La méthode de l'analogie qui consiste à chercher des cas dans le passé qui ressemblent aux conditions météorologiques actuelles et à supposer que ces conditions évolueront de la même manière.
4. La méthode numérique est la plus utilisée actuellement. On divise l'atmosphère dans une grille en 3 dimensions. On mesure les différents paramètres. Les lois physiques prédisent l'évolution du système.

On trouve sur internet d'autres types d'outils de prévision tels que des réseaux de neurones, des algorithmes génétiques, de la logique floue, des réseaux bayésiens et d'autres modèles probabilistes voir Das2017.

3 Recherche de données

Nous avons trouvé une base de données sur :

https://donneespubliques.meteofrance.fr/?fond=produit&id_produit=90&id_rubrique=32 Elle contient les relevés de 62 stations en France Métropolitaine et en France d'Outre mer de 1996 à 2020 (avec certaines mesures manquantes : pas plus de 80 en une année soit l'équivalent de dix jours sauf pour 2020) avec un relevé toutes les trois heures soit huit relevés par jour. Les données sont : la température, l'humidité, la direction et la force du vent, la pression atmosphérique, la hauteur de précipitations, le temps sensible, la description des nuages, la 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 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

écart quadratique moyen de température : $4.28^{\circ}C$ écart quadratique moyen d'humidité : 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 $f(t) = A\cos(w1t+\phi^1)+B\cos(w2t+\phi^2)+C$ avec $w1 = 2\pi et w2 = 2\pi/365$ Et par une fonction de la forme $g(t) = A\cos(w1t+\phi^1)+B\cos(w2t+\phi^2)+C+D\cos(w3t+\phi^3)$ avec $w3 = 4\pi$

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 $X = X - dX$

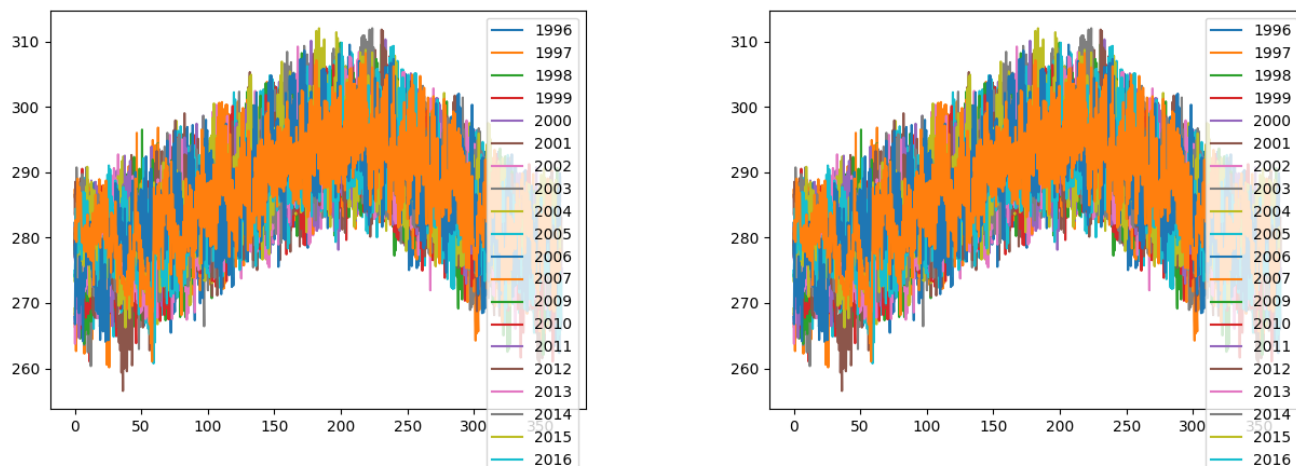
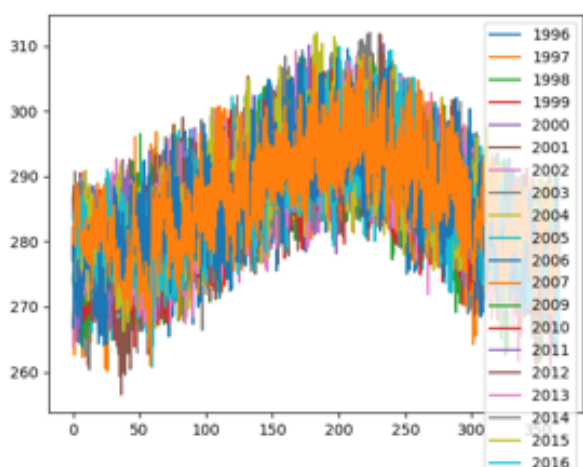


FIGURE 1 – A droite : pointe AFM / surface d’eau, à gauche : Coalescence de gouttes d’eau



— 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

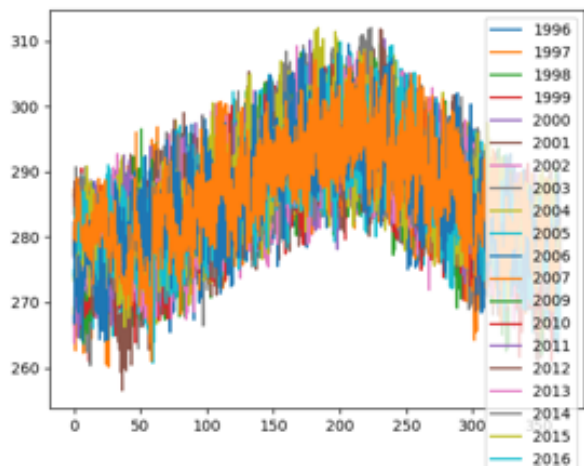
Je cite la figure 1

5.2 Placer un tableau

5.3 Citer un tableau

Je cite mon tableau 1.

6 Références



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