

Dans cette étude, nous avons analysé la base de données météorologiques journalières couvrant 74 années à Strasbourg, à l'aide de la transformée de Fourier. L'objectif était d'identifier les périodicités dominantes des variables climatiques, en particulier la période annuelle de 365 jours, qui correspond au cycle des saisons.

Les résultats obtenus sont globalement très cohérents avec les connaissances climatologiques.

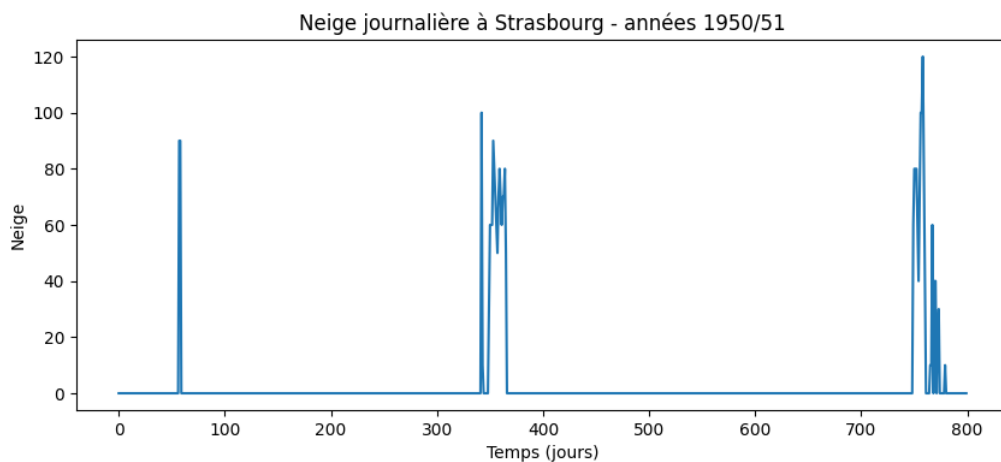
Les températures (température moyenne, minimale et maximale) présentent un pic spectral très marqué à la fréquence $1/365 \text{ jour}^{-1}$, ce qui traduit une forte saisonnalité annuelle. Cela correspond directement à l'alternance régulière entre les saisons chaudes et froides.

L'ensoleillement montre également un pic dominant net à la période annuelle. Ce résultat est attendu, car la durée d'ensoleillement est déterminée par des facteurs astronomiques (inclinaison de l'axe terrestre et révolution autour du Soleil).

La variable neige présente elle aussi une saisonnalité marquée, avec des pics annuels visibles, mais accompagnés de plusieurs harmoniques. Cela s'explique par le caractère très discontinu de la neige, concentrée en hiver. En fait la variable "neige" est un signal non continu, contient plusieurs fréquences et pas seulement la fréquence annuelle c'est pour ça qu'on observe : un pic annuel (en hiver) mais aussi des harmoniques.

La figure suivante montre que la neige n'apparaît que sur une courte période de l'année, principalement en hiver. On observe plusieurs pics concentrés autour des mois de février et de décembre, tandis que le reste de l'année présente aucune

présence de neige. Cela confirme le caractère saisonnier et discontinu de cette variable.

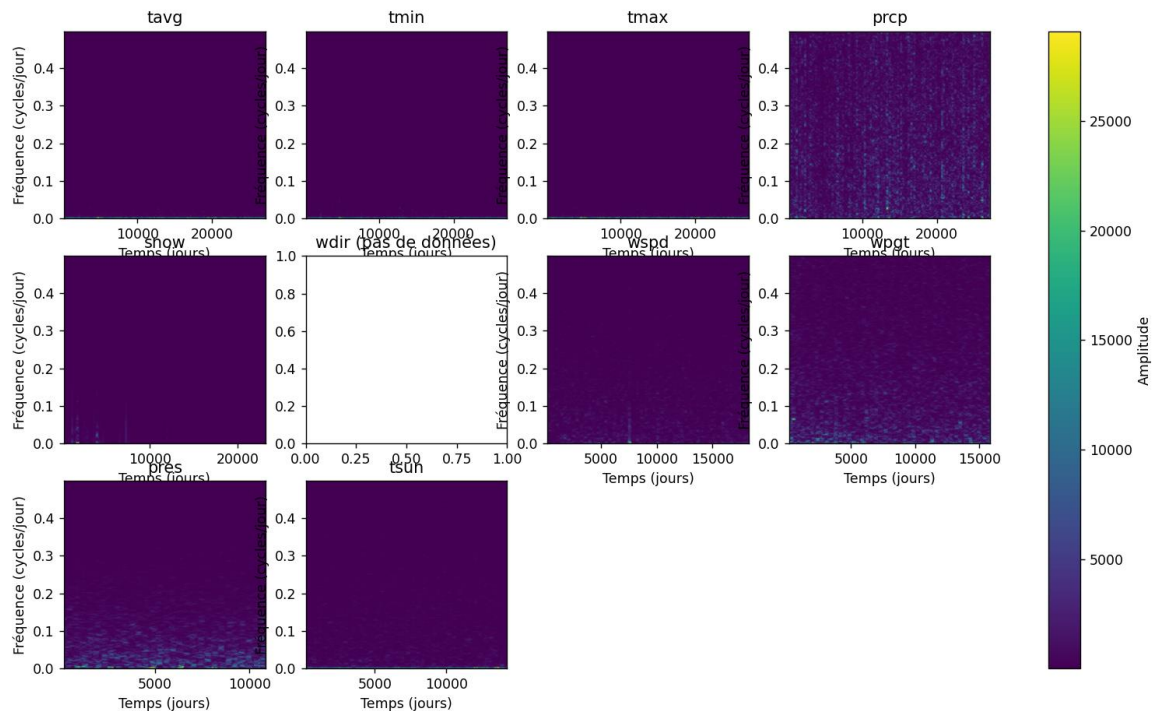


En revanche, les précipitations montrent un spectre beaucoup plus diffus. Cela indique que les pluies sont gouvernées par des phénomènes météorologiques locaux et aléatoires, et qu’elles ne suivent qu’une saisonnalité faible à Strasbourg.

Enfin, on remarque une absence pour la variable “Wind direction” et cela est expliqué par le fait que cette variable n’est pas présente dans notre base de données (sous forme exploitable) ainsi cette variable nécessitera une étude plus spécifique.

Cette analyse fréquentielle montre que :

1. certaines variables climatiques (température, ensoleillement, neige) sont fortement dominées par le cycle annuel ;
2. d’autres (précipitations, pression, vent) sont principalement gouvernées par des phénomènes aléatoires ou de courte durée ;
3. la période de 365 jours est parfaitement adaptée pour l’étude des séries météorologiques



Lecture générale du spectrogramme

Axe horizontal : temps (en jours, sur ~74 ans)

Axe vertical : fréquence (cycles/jour)

Couleur : amplitude (énergie)

Une bande horizontale proche de $f = 0$ indique une variabilité lente / saisonnière

Une texture granuleuse indique un signal bruité

Une énergie étalée en fréquence indique des phénomènes rapides

Températures (tavg, tmin, tmax):

Énergie très concentrée aux basses fréquences. Les températures présentent une structure fréquentielle dominée par les basses fréquences, traduisant une forte saisonnalité annuelle stable sur l'ensemble de la période étudiée.

Ensoleillement (tsun):

Énergie aux très basses fréquences, spectrogramme régulier.

L'ensoleillement apparaît comme la variable la plus régulière dans notre base de données, dominée par une périodicité annuelle quasi constante.

Neige (snow):

Longues périodes sans activité, concentration aux basses fréquences.

Le spectrogramme de la neige confirme un comportement fortement saisonnier et intermittent (discontinu), avec une activité concentrée sur l'hiver et une absence quasi totale le reste de l'année.

Précipitations (prcp):

Énergie répartie sur une large gamme de fréquences, texture très granuleuse.

Les précipitations présentent un spectre largement diffus, caractéristique d'un signal bruité dominé par des événements ponctuels et peu périodiques. Cela reste cohérent avec les résultats obtenus à l'aide des spectres avec la transformée de Fourier, qui disaient que les précipitations dépendent de phénomènes aléatoires.

Vent (wspd, wpgt):

Énergie répartie sur les basses et moyennes fréquences

Les variables liées au vent montrent un comportement intermédiaire, combinant une faible saisonnalité et une variabilité rapide associée aux phénomènes météorologiques.

Pression (pres):

Activité dominante aux basses et intermédiaires fréquences.

La pression atmosphérique est dominée par des variations de courte durée et ne présente pas de périodicité annuelle marquée.

Direction du vent (wdir):

Pas de données exploitables car la variable est angulaire.

Conclusion :

Les températures et l'ensoleillement sont dominés par des variations lentes et fortement saisonnières, tandis que les précipitations et la pression atmosphérique présentent des spectres diffus caractéristiques de phénomènes aléatoires et de courte durée. Les variables liées au vent occupent une position intermédiaire, combinant une faible saisonnalité et une forte variabilité à court terme.