1. **Création d’une série temporelle**

**a)Transformation des données**

D’abord, on doit transformer la colonne « time » qui est de type numérique, et dans laquelle les dates sont des nombres réels au format : date.

D’abord, on extrait l'année entière de la colonne « time » dans la variable « year » et la partie décimale de la colonne "time" représentant les mois dans « **month\_decimal ».Ensuite, on convertit cette partie décimale en mois en multipliant par 12 et en ajoutant 1, puis en arrondissant.**

Enfin, on transforme le tout en un objet date, puis on reformate cette date en une chaîne de caractères au format "année-mois".

**b) Visualisation**

On visualise les tendances cycliques avec [feasts::gg\_season()](https://feasts.tidyverts.org/reference/gg_season.html) et [feasts::gg\_subseries()](https://feasts.tidyverts.org/reference/gg_subseries.html). On remarque une légère oscillation des valeurs de CO2 entre les mois, et une augmentation homogène au fil des années.

1. **Séparation de la série en parties d'entraînement et en partie test**

On calcule l'index de séparation entre les données d'entraînement et de test, puis on extrait les premières lignes de l'ensemble de données jusqu'à l'index de séparation calculé, créant ainsi l'ensemble de données d'entraînement, le reste étant les données de test.

1. **Création des modèles prévisionnels et analyse des résidus**
2. **Méthode SNAIVE**

Puisque dans la méthode SNAIVE, la valeur prédite est celle provenant du cycle précédent, les prédictions n’ont pas pris en compte la tendance croissante des autres cycles à travers les années. Le même cycle est alors en train de se répéter, et la prévision aura peu d’intérêt.

Les résultats des tests de Ljung-Box, et de shapiro.test donnent une p-value de 0, qui est très petite, et il est peu probable que les résidus forment un bruit blanc.

On remarque une très forte autocorrélation dans le graphique « acf », de plus, l’évaluation du modèle effectuée avec la fonction [fabletools::accuracy()](https://generics.r-lib.org/reference/accuracy.html) donne aussi des erreurs très élevées. Le modèle prévisionnel par SNAIVE n’est alors pas alors approprié.

1. **Méthode SES avec tendance**

On peut laisser R optimiser notre choix avec le modèle ETS par défaut (error, tend and seasonnal). L’optimisation est lancée avec la fonction [fable::ETS()](https://fable.tidyverts.org/reference/ETS.html), sans utiliser les paramètres.

Le modèle ajusté est de type ETS (A, A, A), où : "A" représente une composante d'erreur additive pour chacune des tendances, saison, et erreur.

Dans un modèle avec tendance et saisonnalité additive, les données « levels » sont additionnées aux les données « season » pour obtenir la prévision.

 La fonction de [fable::ETS()](https://fable.tidyverts.org/reference/ETS.html) permet d’estimer automatiquement les paramètres de lissage ainsi que les paramètres d’état en sélectionnant le paramètre de tendance “A” pour la méthode Holt et Holt adoucit :

-Le paramètre de lissage β est de 0.99, ce qui signifie que la pente change rapidement,

-Le paramètre de lissage α est aussi de 0.99, ce qui signifie qu’il donne beaucoup de poids aux observations récentes,

-L’optimisation de Φ donne une valeur de 0.8, une valeur suffisamment faible pour que l’adoucissement soit fort.