

Contexte et justification du projet

La ville de **Seattle s'est engagée à lutter contre le changement climatique** en réduisant significativement ses émissions de gaz à effet de serre (GES) et en atteignant la **neutralité carbone d'ici 2050**. Pour suivre ses progrès et orienter ses politiques publiques, la ville produit régulièrement une **Greenhouse Gas Inventory** (inventaire des émissions de GES), qui mesure les émissions dans les principaux secteurs d'activité. Cet inventaire est mis à jour tous les deux ans et couvre notamment les émissions liées aux **transports, aux bâtiments et aux déchets**.

Selon le dernier inventaire disponible, les émissions totales de GES de Seattle ont augmenté d'environ 4 % entre 2020 et 2022, après une baisse liée à la pandémie de COVID-19, mais restent environ **12 % en dessous du niveau de 2008**, malgré une croissance de la population de 26 % sur la même période.

Les **bâtiments** représentent une **part importante des émissions de GES de la ville**, tant pour les secteurs résidentiels que non résidentiels. Dans l'inventaire des émissions de 2022, les **bâtiments comptent pour environ 40 % des émissions "core"** (**cœur des émissions que la ville peut directement influencer**), juste derrière les transports.

La majorité de ces émissions provient de la **combustion d'énergies fossiles**, principalement le gaz naturel pour le chauffage, l'eau chaude et les équipements. Près de **90 % des émissions provenant des bâtiments sont dues à la combustion de gaz fossile**, tandis que l'électricité, bien que largement utilisée, contribue bien moins aux émissions en raison du **réseau électrique très décarboné de Seattle**.

Objectifs climatiques de la ville

Pour répondre à l'urgence climatique et atteindre ses objectifs de réduction des émissions, la ville a défini des cibles ambitieuses :

- **Réduire les émissions de GES de 58 % par rapport à 2008 d'ici 2030 ;**
- **Atteindre la neutralité carbone d'ici 2050.**

En particulier, la **décarbonation des bâtiments** constitue un volet essentiel de la stratégie climatique de Seattle. Cela implique à la fois :

- l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments existants ;
- la transition vers des sources d'énergie propres ;
- et la mise en place de **normes de performance énergétiques plus strictes**, comme les Building Emission Performance Standards (BEPS) récemment adoptés, qui nécessitent que les grands bâtiments atteignent des cibles de réduction des émissions tout au long des prochaines décennies.

Rôle des données déclaratives dans la réduction des émissions

La plupart des inventaires actuels des émissions sont basés sur des **données mesurées (consommation énergétique réelle, données de facturation, relevés des services publics, etc.)**. Si ces données sont très précises, elles **ne sont disponibles qu'a posteriori**, une fois que l'année de consommation est terminée,

ce qui limite la capacité d'anticiper et de planifier les actions futures pour un bâtiment donné. Par conséquent, il est difficile pour les décideurs et les gestionnaires immobiliers d'**estimer dès aujourd'hui les émissions futures d'un bâtiment, avant même qu'il ne soit construit ou que des actions de rénovation soient entreprises.**

C'est précisément sur ce point que ton projet intervient : il propose de **prédir les émissions de CO₂ des bâtiments non résidentiels à partir de variables déclaratives disponibles au moment de la délivrance du permis**, telles que :

- la taille et l'usage du bâtiment,
- l'année de construction,
- d'éventuels travaux récents,
- et d'autres caractéristiques structurelles.

De plus, le projet vise à étudier l'intérêt de l'**ENERGY STAR Score**, un indicateur de performance énergétique utilisé dans certaines pratiques, mais **long et coûteux à calculer** dans le cadre actuel de l'équipe, afin de déterminer s'il apporte une **valeur ajoutée significative à la prédition des émissions** ou s'il peut être remplacé par un modèle de machine learning performant.

Pourquoi ce projet est stratégique

Ce projet est stratégique à plusieurs niveaux :

1. **Décision publique** : il fournit aux décideurs municipaux une estimation fiable des émissions potentielles avant les relevés consommateurs, permettant une planification plus proactive des politiques de décarbonation.
2. **Réduction des émissions** : en identifiant les facteurs structurels associés à des émissions plus élevées, il éclaire les leviers d'action prioritaires (rénovation thermique, changement d'usage, amélioration de l'isolation, etc.).
3. **Innovation méthodologique** : l'approche combine **apprentissage automatique, ingénierie des variables et pratiques MLOps**, aboutissant à un système prédictif robuste et réplicable.
4. **Respect des objectifs climatiques** : en améliorant notre capacité à anticiper les émissions, ce projet contribue directement aux efforts de Seattle pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.