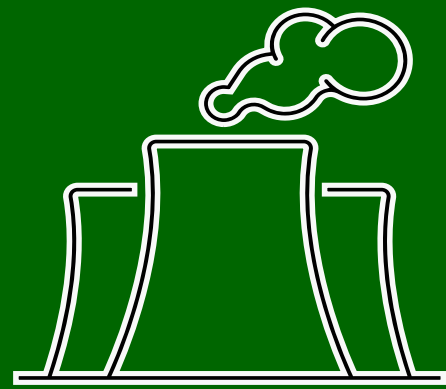


Contexte

Afin de limiter le réchauffement climatique il est primordial de limiter les émissions de gaz à effets de serres. Ceci impose des changements d'habitudes. Cette volonté de transition écologique fait planer sur les entreprises un risque de transition qui leur coûterait chers en cas d'impréparation, une transition vers une économie bas carbone. Ce coût se ressent déjà à travers des pertes financières, d'où l'intérêt des institutions financières à la prise en compte de ce risque pour les TPE/PME qui sont les plus vulnérables.

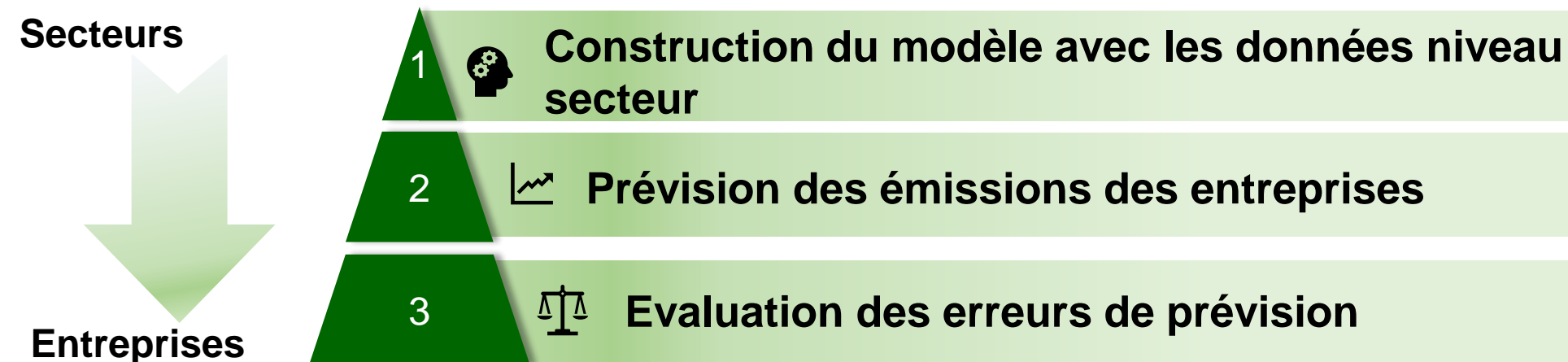
En égard de la difficulté qu'on les TPE/PME à effectuer une évaluation de leurs émissions, l'objectif de cette étude est de proposer de fiables méthodes d'estimations du risque de transition pour les TPE/PME partant des informations disponibles au niveau de leur filière.



Méthodologie

Modélisation Top-Down

Démarche générale



Modèle Ratio : « Règle de trois »

Exemple avec le chiffre d'affaire

$$\text{Emission Entreprise} = \frac{\text{Emission Secteur}}{\text{Total Chiffre d'affaire}} \times \text{Chiffre d'affaire Entreprise}$$

Notre approche

$$\frac{\text{Emission Entreprise}}{\text{Emission Secteur}} = \sum_{j=1}^p \alpha_j \frac{X_{j,s_i}}{X_{j,s}}$$

j-ème caractéristique

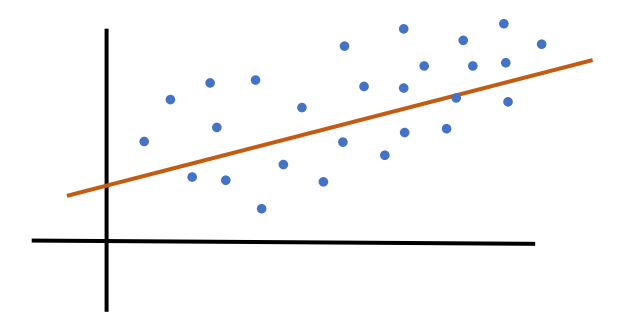
Modèle Filière : « Entreprise sous le regard des secteurs »



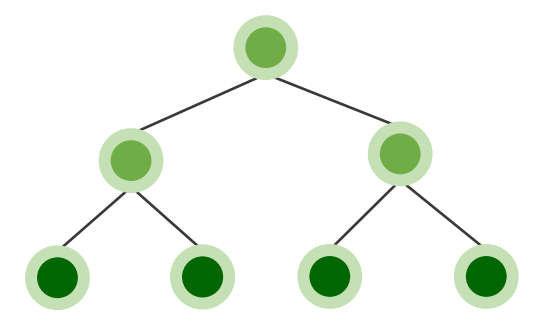
Modélisation classique

Construction du modèle de référence pour l'évaluation des erreurs de l'approche Top-Down

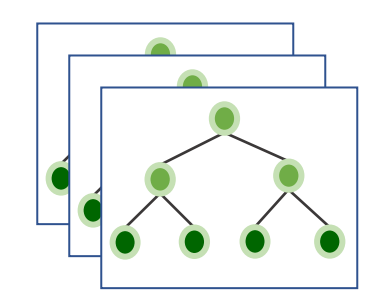
Régression Linéaire



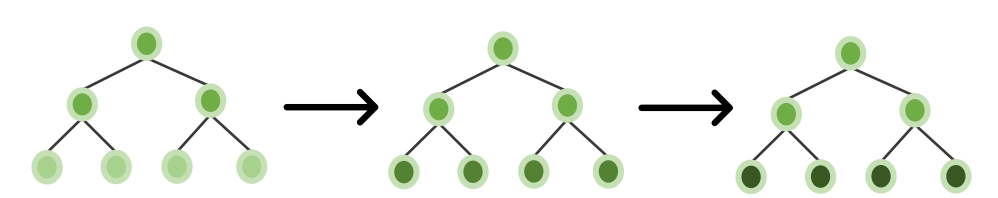
Arbre de régression



Random Forest



XG Boost



Résultats de l'étude

Seulement,

16,5%

des entreprises qui ont réalisé le bilan de GES sont TPE/PME.

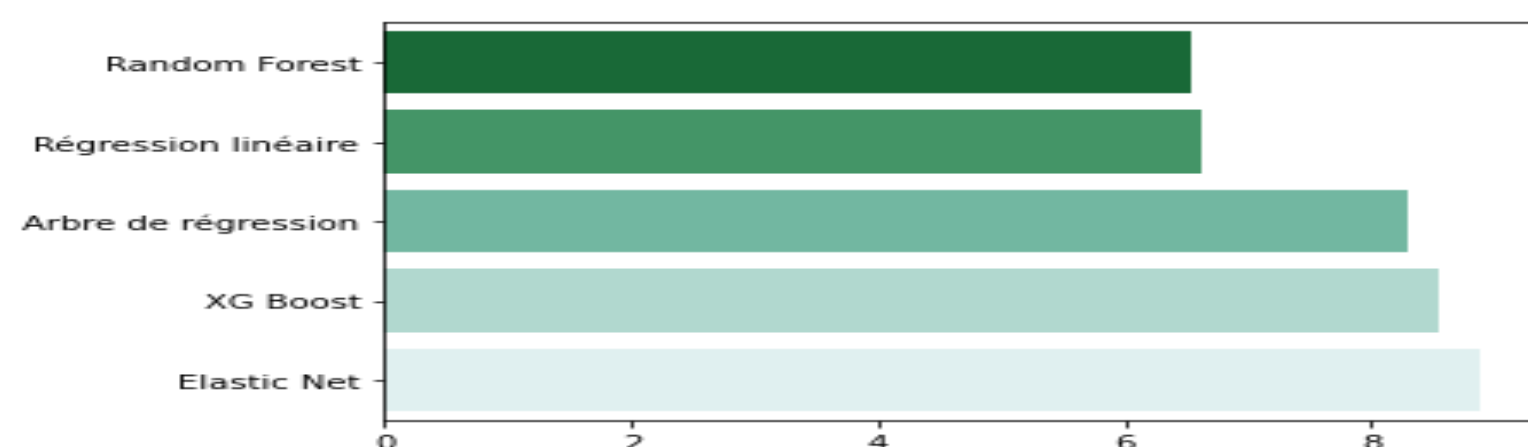
Secteur du Transport, Gros pollueur de GES

- Plus de 250 Mt de CO2 émis par année.

Suivi de l'Agriculture et l'Industrie manufacturière (près de 200 Mt/an)

Modèles classiques

Graphique: Erreurs quadratiques moyennes des modèles



Choix du meilleur modèle

Le choix est basé sur l'erreur quadratique et la courbe d'apprentissage. Le meilleur modèle est la régression linéaire multiple.

- R² : 62,3%
- Variables du modèle:** Nombre d'employés, Durée d'activités, Stock sur Chiffre d'affaires, Nationalité, filière Transport et filière Industrie manufacturière.
- Chacune de ces variables a un **effet positif** sur les émissions des GES.

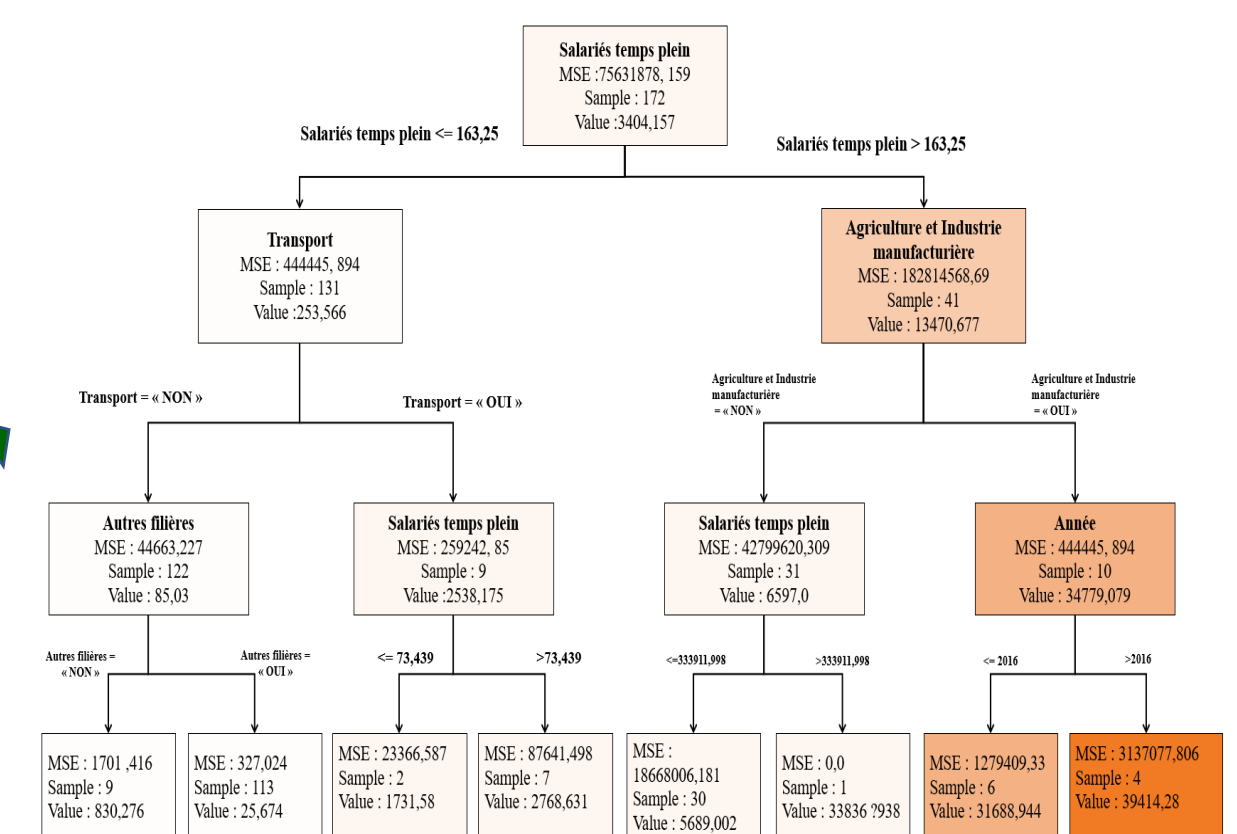
Modèles Top-Down

Deux approches sont développées: modèle ratio & modèle filière.

Modèle ratio: les émissions de GES sont estimées par (fonction prédictive) :
 $\text{EmissionsGES_entreprise} = \exp(-0,15 \cdot \text{ratio_CA} - 0,18 \cdot \text{ratio_NombreEmployes} - 0,10 \cdot \text{ratioCA_exportation} - 12 \cdot \text{Construction} - 9,36 \cdot \text{Dechets} - 14,47 \cdot \text{Indus_manu}) \cdot \text{EmissionsGES_filière}$
 avec une erreur quadratique moyenne de 9,52.

Description du meilleur modèle filière

Arbre de régression



Comparaison des approches

Le critère de comparaison est l'erreur de prédiction (EQM).

Tableau: Erreurs quadratiques moyennes des différentes approches

Variables	EQM	IC à 95%
Approche classique	6,64	[4,10 ; 9,18]
Top-Down: Modèle filière	10,83	[6,12 ; 15,53]
Top-Down: Modèle ratio	9,52	[5,32 ; 13,74]



- En terme absolu, l'approche classique est meilleure (faible EQM)
- Les tests de comparaison des EQM montrent qu'en moyenne les trois approches ne sont pas significativement différentes (au seuil de 5%).

Conclusion

- Les modèles réalisés sont d'abord des modèles prédictifs et une description du meilleur selon l'approche a été faite pour identifier les facteurs explicatifs des émissions de GES.
- Dans l'approche classique, la régression linéaire est le meilleur modèle face aux méthodes ensemblistes. Ceci peut être expliqué par la faible taille de notre échantillon (203 TPE/PME).
- La comparaison des approches montre que le Top-Down est une alternative pour prédire les émissions des TPE/PME.