

Tarification verte : intégrer des critères environnementaux dans une stratégie tarifaire

Laurine BABUT, Abir CHENNOUFI, Myriam RAHMANI,
Danielle TRAMOND, Jean-Guillaume ZANOTTI

Présentation des intervenants



**Laurine
BABUT**

Assistant Manager, Actuarial
and Analytics
KPMG France



**Abir
CHENNOUFI**

Assistant Manager, Actuarial
and Analytics
KPMG France



**Myriam
RAHMANI**

Assistant Manager, Actuarial
and Analytics
KPMG France



**Danielle
TRAMOND**

Cheffe de projet Transitions
durables
GROUPAMA



**Jean-Guillaume
ZANOTTI**

Partner, Actuarial and
Analytics
KPMG France

Plan



- 01** **Cadre de l'étude : quand la réglementation et le marché incitent à verdir les tarifs**
- 02** **Mesurer pour agir : construire un score carbone exploitable par l'actuaire**
- 03** **Tarification verte : transformer le score carbone en levier dans la stratégie tarifaire**
- 04** **Conclusion & perspectives : vers un modèle gagnant pour l'assureur, l'assuré et la planète**
- 05** **Interview de Danielle TRAMOND – Cheffe de projet Transitions durables**



01

**Cadre de l'étude : quand
la réglementation et le
marché incitent à verdir
les tarifs**

Objectif des travaux



Contexte réglementaire

- Réglementation écologique en évolution
- Mise en place de normes de reporting écologiques (CSRD)
- Création de mesures d'émissions carbone (PCAF, livre blanc des émissions de CO₂ de la gestion des sinistres...).



Contexte assurantiel

- Élaboration d'offres vertes en IARD
- Développement d'indices financiers ESG.



Objectif technique

- Évaluation de l'empreinte carbone du portefeuille de données agrégées de plusieurs assureurs
- Mise en place d'un éco-score vert permettant une segmentation écologique
- Conception d'une optimisation tarifaire visant à réduire l'impact carbone.

Présentation des différents scopes

Emissions directes

Emissions des sources détenues ou contrôlées par l'entreprise.

Exemple :

Véhicules de fonction, usines, locaux

Emissions électriques

Emissions dues à la consommation d'électricité produite par un tiers.

Exemple :

Lumière, Chauffage (hors fioul ou gaz), chargement de voiture électrique



Emissions indirectes

Autres émissions indirectes.

Emissions qui sont une conséquence des activités de l'entreprise, mais dont la source ne lui appartient pas au moment de l'émission.

Exemple :

Investissement et assurance d'une source de GES, achat de pièces de réparation pour un assuré

Méthodologie de calcul

Principe méthodologique de la mesure des émissions de la norme PCAF :

Emissions financées ou assurées = $\sum \text{Facteur d'attribution} \times \text{Emissions}$

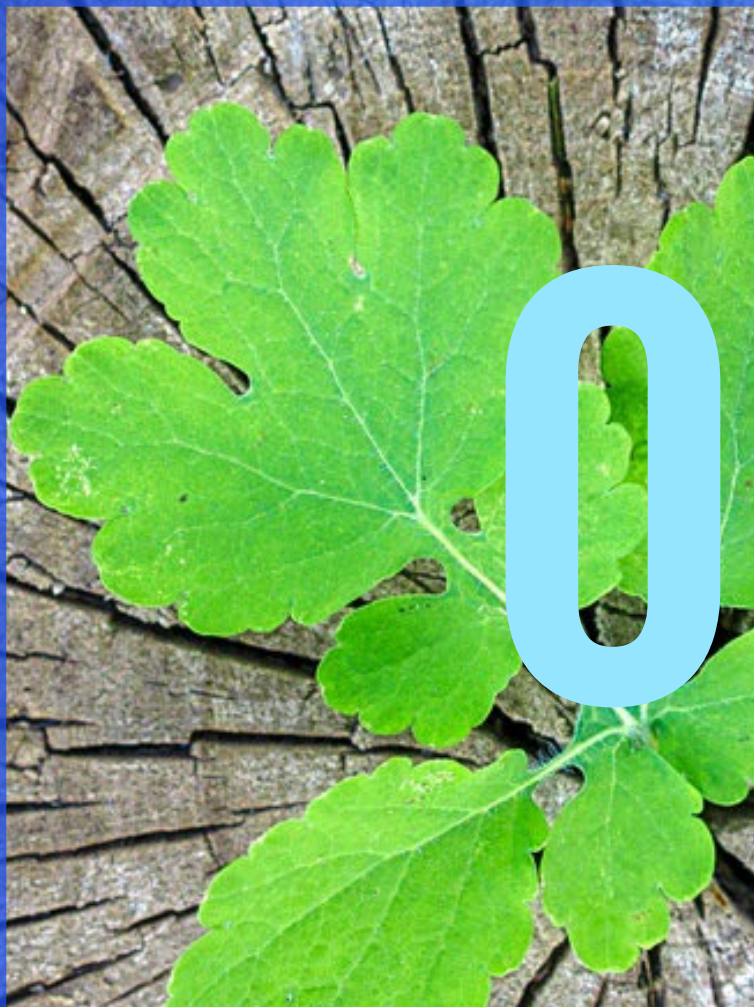
Facteur d'attribution = $\frac{\text{Prime du contrat}}{\text{Coût de l'objet du contrat}}$



Les émissions de la vie d'une voiture :



- Application de la méthode PCAF pour obtenir les émissions assurées.



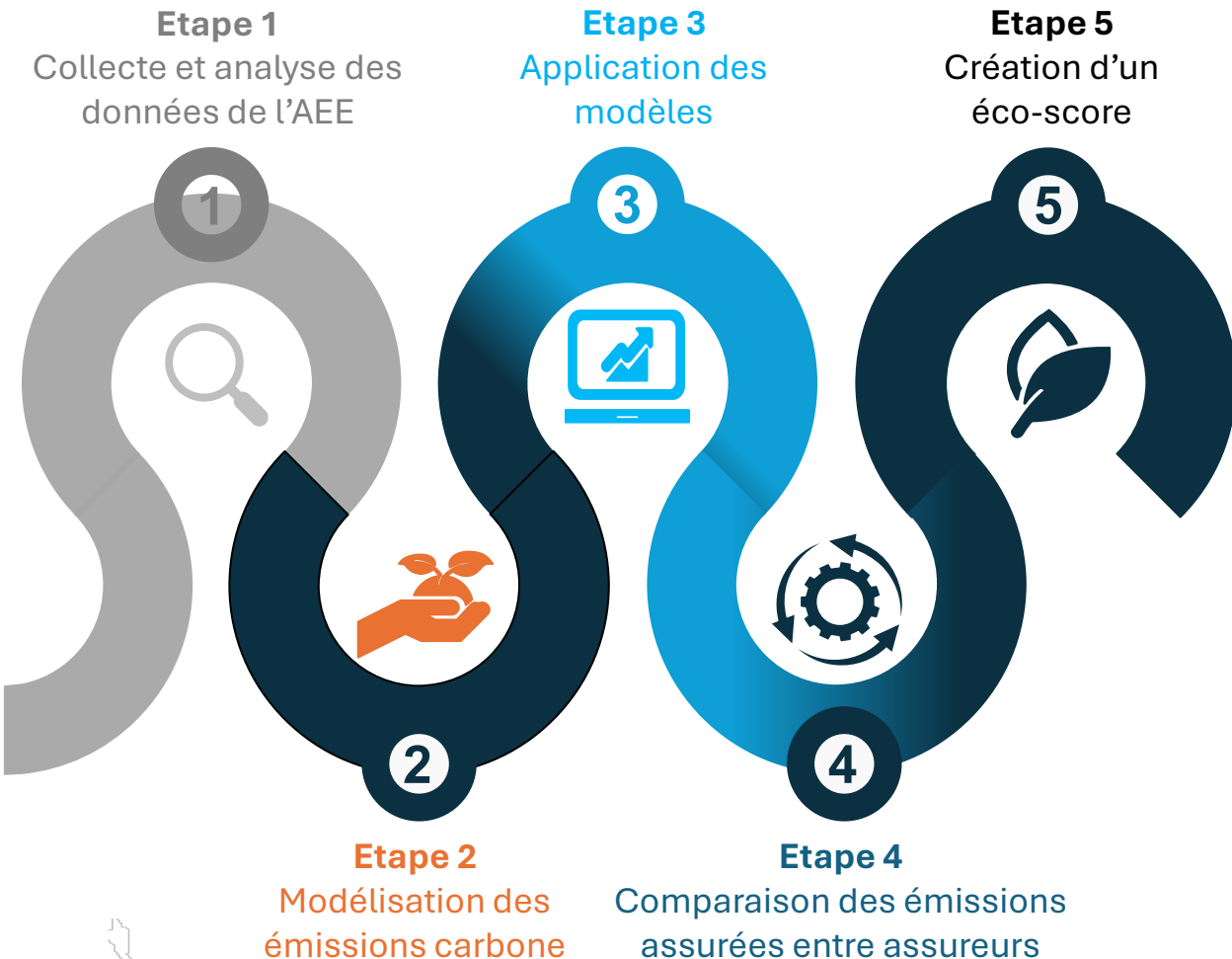
02

**Mesurer pour agir :
construire un score
carbone exploitable par
l'actuaire**

Notre méthodologie pour la construction d'un éco-score

Objectif : Développer un score permettant de réduire l'empreinte carbone d'un portefeuille d'assurance automobile.

Les 5 différentes étapes de notre démarche pour la construction du score sont présentées ci-dessous :



Etape 1 : Collecte et analyse des données de l'AEE (Agence Européenne pour l'Environnement)

- **Collecte** des données de l'AEE.
- **Harmonisation** des données (conversion de la norme NEDC vers la norme WLTP).
- **Analyses descriptives** des données.
- Identification des **variables explicatives** pour la modélisation.
- Définition de la **variable cible** (WLTP et consommation électrique).

Etape 2 : Modélisation des émissions carbone

- Utilisation de quatre méthodes de *Machine Learning* pour **modéliser les émissions CO₂** sur 80 % de la base de l'AEE.
- **Évaluation de la performance** des modèles à l'aide des métriques R² et RMSE sur les 20 % restants de la base de l'AEE.

Etape 3 : Application des modèles

- Application des modèles sur un portefeuille de données agrégées de plusieurs assureurs :
 - Analyse de **Shapley** pour mesurer l'importance des variables.
 - Analyse des **prédictions** (distribution selon différentes variables).

Etape 4 : Comparaison des émissions assurées entre assureurs

- Calcul des **émissions assurées** du portefeuille de données agrégées.
- Analyse des données, des méthodologies utilisés pour le **calcul des émissions assurées** ainsi que des objectifs de **décarbonation** adoptés par les principaux assureurs du marché.
- **Comparaison des résultats obtenus** concernant les émissions assurées avec ceux des acteurs majeurs.

Etape 5 : Création d'un éco-score

- Création d'un éco-score à partir d'une **interpolation linéaire** des émissions de CO₂ calculées.
- Application d'une **correction** sur le score afin de prendre en compte la réalité des assurés effectuant de **petits déplacements**.



Exploitation des données

Variables prédictives

- Carburant
- Masse (Kg)
- Puissance (KW)
- Année d'achat (2010-2024)
- Marque

Variables cibles

Véhicules thermiques :

- **WLTP (g/km)**
- **NEDC (g/km)**

Véhicules électriques :

- **Consommation électrique (W/km)**

Deux normes d'homologation des véhicules permettant de calculer les émissions CO₂ d'un véhicule se sont succédé :

- **NEDC** (New European Driving Cycle) : ancien protocole en laboratoire (années 1980) pour mesurer la consommation de carburant, CO₂ et polluants ;
- **Remplacé en 2017** par le **WLTP** (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure), plus réaliste.



Harmonisation des données: NEDC → WLTP

2010 - 2017

2018 - 2020

2021 - 2024

NEDC

NEDC + WLTP

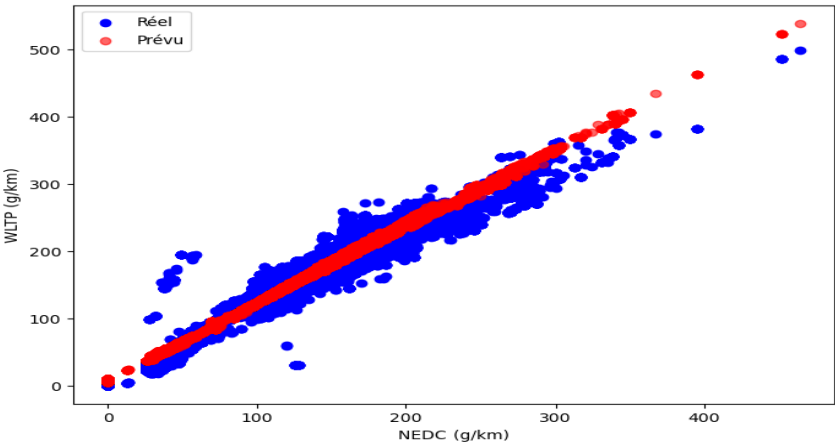
WLTP

La Commission Européenne recommande un facteur de conversion de 1,2.

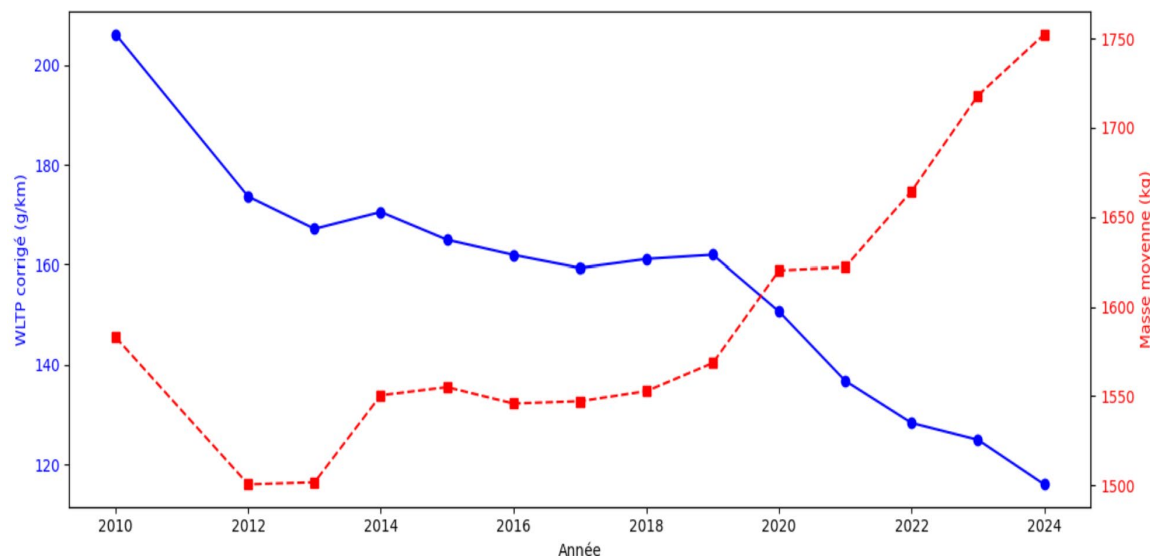
Formule : $WLTP = 1,2 * NEDC + 0,01 * Masse - 0,09 * Puissance - 6,7$

R² : 0,95

RMSE : 10

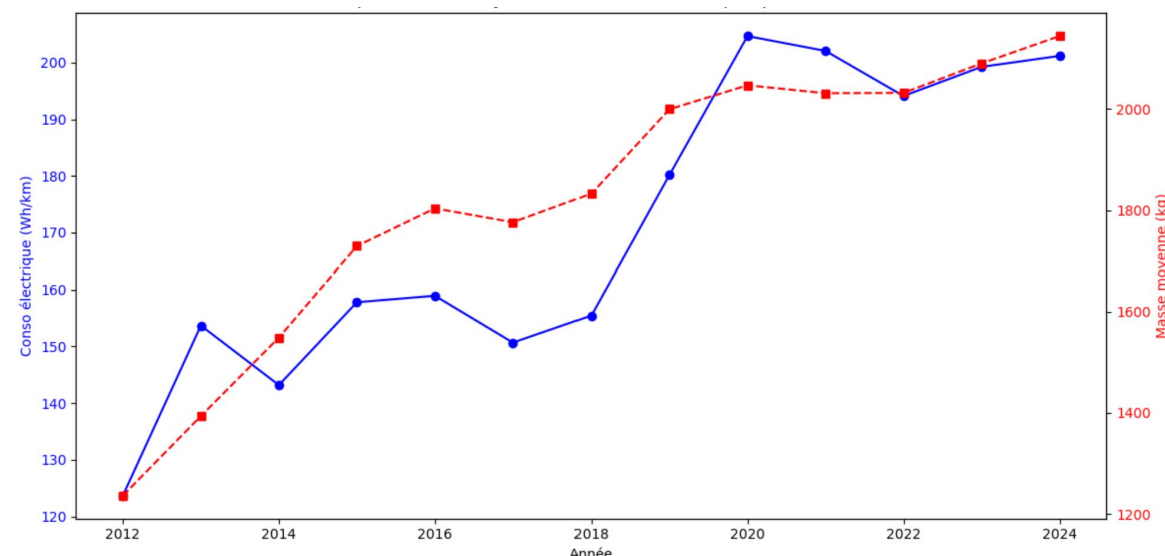


Analyse descriptive de la base totale de l'Agence Européenne pour l'Environnement filtrée sur les 16 millions véhicules achetés en France.



Evolution de la masse x WLTP par année d'achat sur les véhicules thermiques

- Sur les véhicules **thermiques** on observe au cours des années une augmentation de la masse et une chute de la consommation.



Evolution de la masse x consommation électrique par année d'achat sur les véhicules électriques

- Sur les véhicules **électriques / hybrides** la consommation électrique augmente de la même manière que la masse.

Choix des modèles

Quatre modèles de *Machine Learning* ont été testés afin de prédire les émissions carbone :

- Le **CatBoost**
- Le **GBM** (*Gradient Boosting Machine*)
- Le **GAM** (*Generalized Additive Model*)
- Le **GLM** (*Generalized Linear Model*)

Les modèles ont été entraînés sur 80% de la base de l'AEE et testés sur les 20% restants.

Véhicules thermiques			Base d'apprentissage (80%) ↔	↔	Véhicules électriques		
Modèles	RMSE g/km	R2			Modèles	RMSE W/km	R2
CatBoost	10,48	0,966			CatBoost	9,25	0,923
GBM	12,16	0,957			GBM	8,46	0,950
GAM	20,63	0,877			GAM	23,81	0,631
GLM	22,91	0,837			GLM	27,40	0,505
Modèles	RMSE g/km	R2	Base de test (20%) ↔		Modèles	RMSE W/km	R2
CatBoost	10,73	0,966			CatBoost	11,31	0,919
GBM	11,92	0,958			GBM	8,46	0,951
GAM	20,30	0,878			GAM	23,72	0,612
GLM	23,01	0,842			GLM	28,20	0,520

Résultat des différents modèles sur la prédiction du WLTP

- Pour les véhicules thermiques, le modèle CatBoost a été retenu.
- Pour les véhicules électriques, le modèle GBM a été retenu.

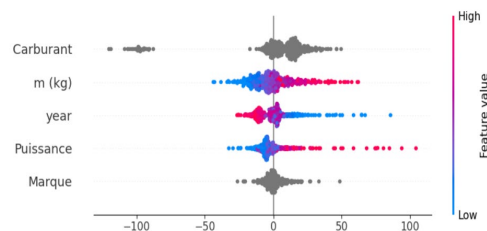
Ajustements post modélisation :

- La consommation électrique est convertie en émissions de CO₂ pour les véhicules électriques.
- Les émissions de CO₂ des véhicules hybrides rechargeables sont ajustées.

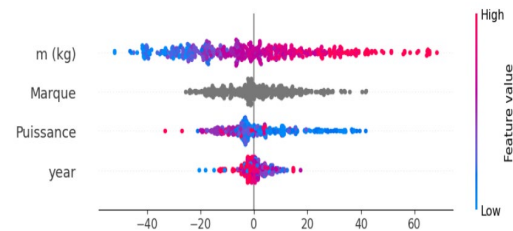
Application des modèles sur le portefeuille

Les modèles entraînés et testés sur la base de l'AEE sont appliqués sur un portefeuille correspondant aux données agrégées de plusieurs assureurs.

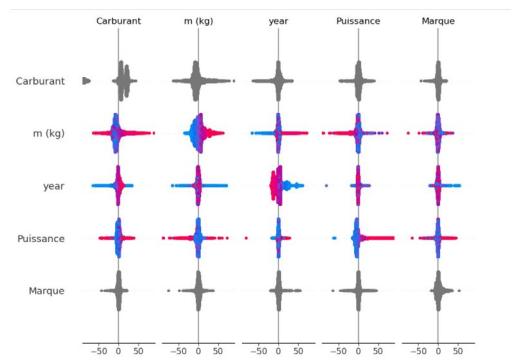
Explicabilité des modèles : Valeur de Shapley



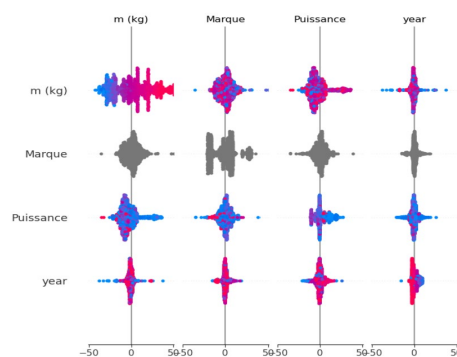
CatBoost sur les véhicules thermiques (WLTP)



CatBoost sur les véhicules électriques

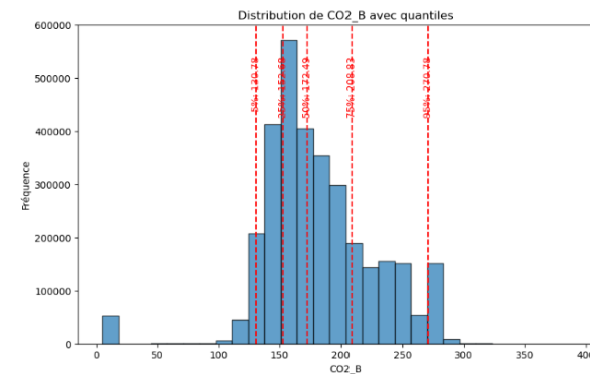


Interactions du modèle CatBoost sur les véhicules thermiques (WLTP)

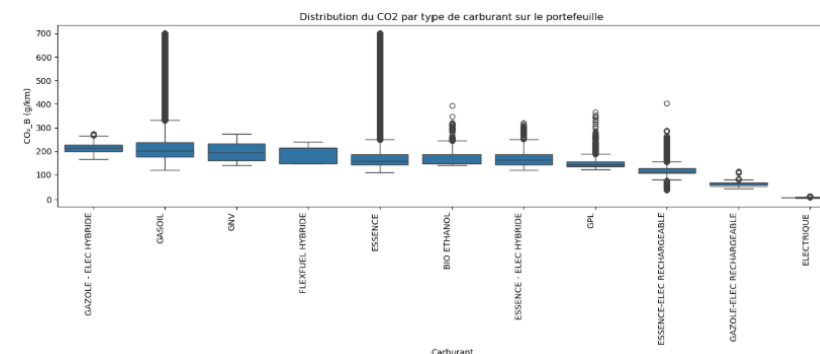


Interactions du modèle CatBoost sur les véhicules électriques

Analyse des résultats



Distribution des émissions CO₂ avec quantiles



Distribution du CO₂ par type de carburant

Comparaison des émissions assurées entre assureurs

Pour calculer les émissions assurées, les différents assureurs de la place s'appuient sur des données similaires.

Pour les véhicules thermiques, ils se basent sur :

- **Les émissions officielles de CO₂** (g/km) selon WLTP (ou NEDC si WLTP indisponible, avec facteur de conversion) ;
- **Le kilométrage annuel moyen** (valeurs moyennes par pays ou par segment, issues de bases de données publiques) ;

Pour les véhicules électriques/hybrides ils se basent sur :

- **La consommation d'électricité (Wh/km)** et le **facteur d'émission du mix électrique national**.

Emissions assurées calculées sur le portefeuille agrégé :

	Facteur d'attribution	Emissions assurées
PCAF	6,99%	135g/km/véhicule

Les méthodologies de calcul (par exemple l'utilisation ou non du facteur d'attribution PCAF) et les **objectifs** de **décarbonation** varient d'un assureur à l'autre.

Generali

Facteur d'attribution : calcul spécifique

Objectif : -30% d'émissions CO₂ d'ici 2030 vs. 2021.

Métrique : ktCO₂/€m (intensité de CO₂ par million d'euros)

	Portefeuille agrégé	Generali
ktCO ₂ /€m	0,28	0,35

AXA

Facteur d'attribution : 6,99% (PCAF)

Objectif : -30% d'émissions CO₂ d'ici 2030 vs. 2021.

Métrique : t. eq. CO₂/véhicule (taux de CO₂ par véhicule)

	Portefeuille agrégé	AXA
t. eq.CO ₂ /véhicule ~ g/km	135 g/km	124 g/km

g/km : gramme de CO₂ par km parcouru

Allianz

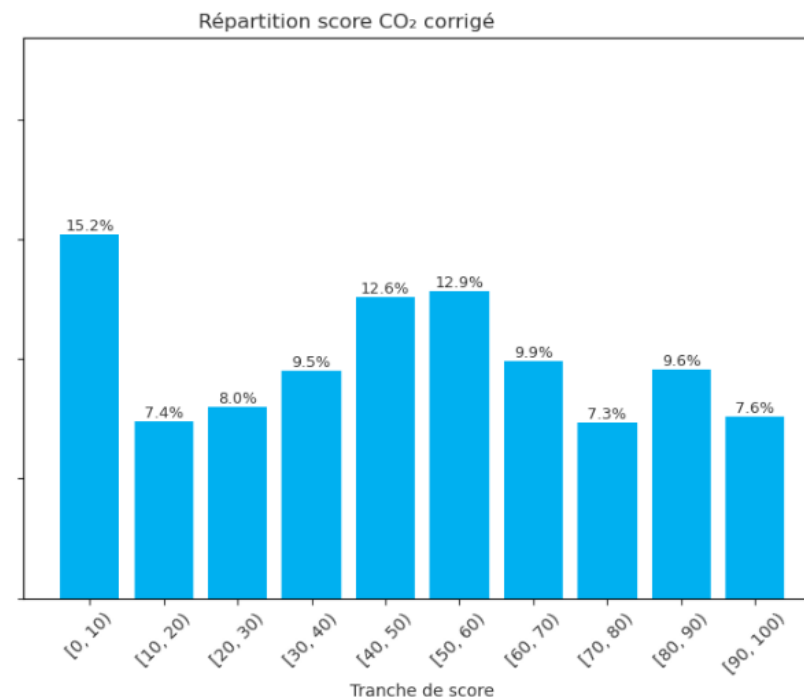
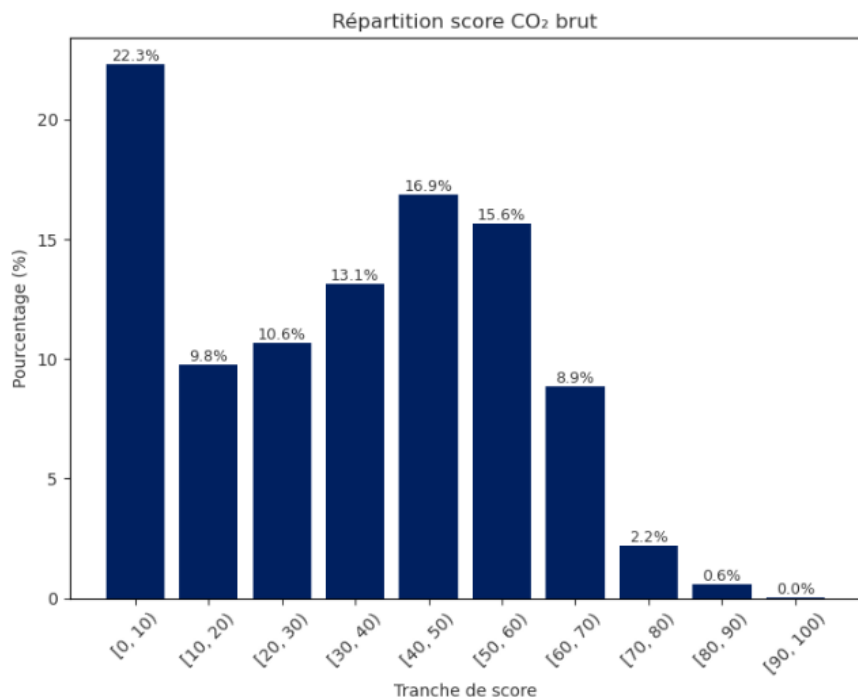
Facteur d'attribution : 6,99% (PCAF)

Objectif : -30% d'émissions CO₂ d'ici 2030 vs. 2022.

Métrique : Mn tCO₂ (millions de tonnes de CO₂)

	Portefeuille agrégé	Allianz
Mn tCO ₂	0,43	1,95

Création d'un score de durabilité environnementale à partir des émissions CO₂



Score CO₂ brut : Interpolation linéaire entre les seuils haut et bas fixés par la réglementation permettant de graduer les scores de manière continue entre ces deux extrêmes.

- **Seuil haut fixé à 92 g/km = score 100** : correspond à la cible européenne WLTP (objectif flotte ≈ 95 g/km).
- **Seuil bas fixé à 222 g/km = score 0** : issu des référentiels **Green NCAP**, borne haute des évaluations environnementales.

Score CO₂ corrigé : Ajustement du score CO₂ en prenant en compte la réalité kilométrique des assurés ayant souscrit à l'option petits déplacements.

Résultats du score de durabilité environnementale

Evolution du score

L'ajout du déplacement permet de prendre en compte l'impact carbone réel.

Après ajustement, les catégories qui roulent le moins obtiennent une augmentation de score plus importante.

CSP	% contrats	Score CO ₂ brut moyen	Score CO ₂ corrigé moyen
Inactif : Autre	2.3%	48.5	59.2
Inactif : Etudiant / Enfant à charge	3.1%	40.2	54.3
Retraité	21.7%	38.8	60.8
Profession libérale	1.8%	37.5	45.5
Personne morale : Collectivité	0.1%	36.5	44.6
Salarié	49.7%	36.2	47.3
Aide familial agricole	0.1%	35.1	49.9
Personne morale : Autre	0.1%	28.2	33.5
Commerçant	1.9%	26.8	36.4
Chef d'Entreprise	1.9%	24.8	31.8
Exploitant agricole	10.9%	24.7	37.0
Autres	2.9%	20.8	24.1
Artisan	3.7%	17.9	25.6

Score par CSP

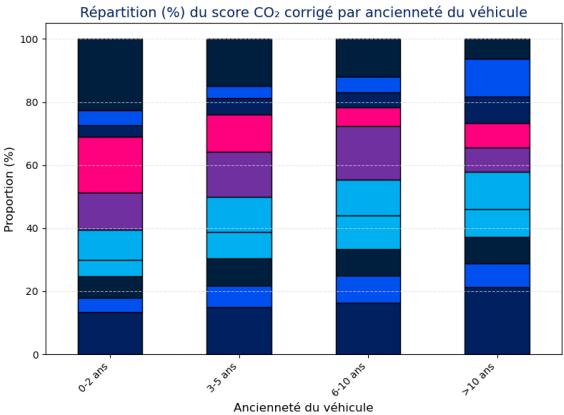
	Evolution de prime (%)
0 - 2	+ 17,0%
2 - 4	- 16,6%
4 - 6	+ 0,2%
6 - 8	- 21,0%
8 - 10	- 28,0%

Evolution de la prime annuelle moyenne entre le Score CO₂ et le Score CO₂ corrigé

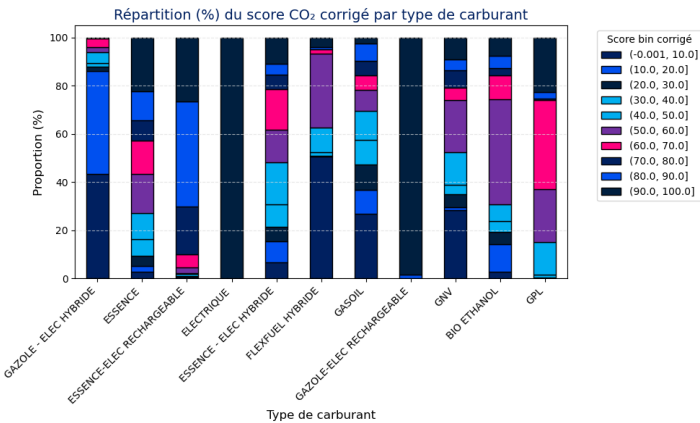
Proportion du score par groupe

Le score ajusté final est moins sévère que les précédents scores.

Les véhicules hybrides et électriques ont les meilleurs scores.



Changement de proportion du score



Proportion de score par type de carburant

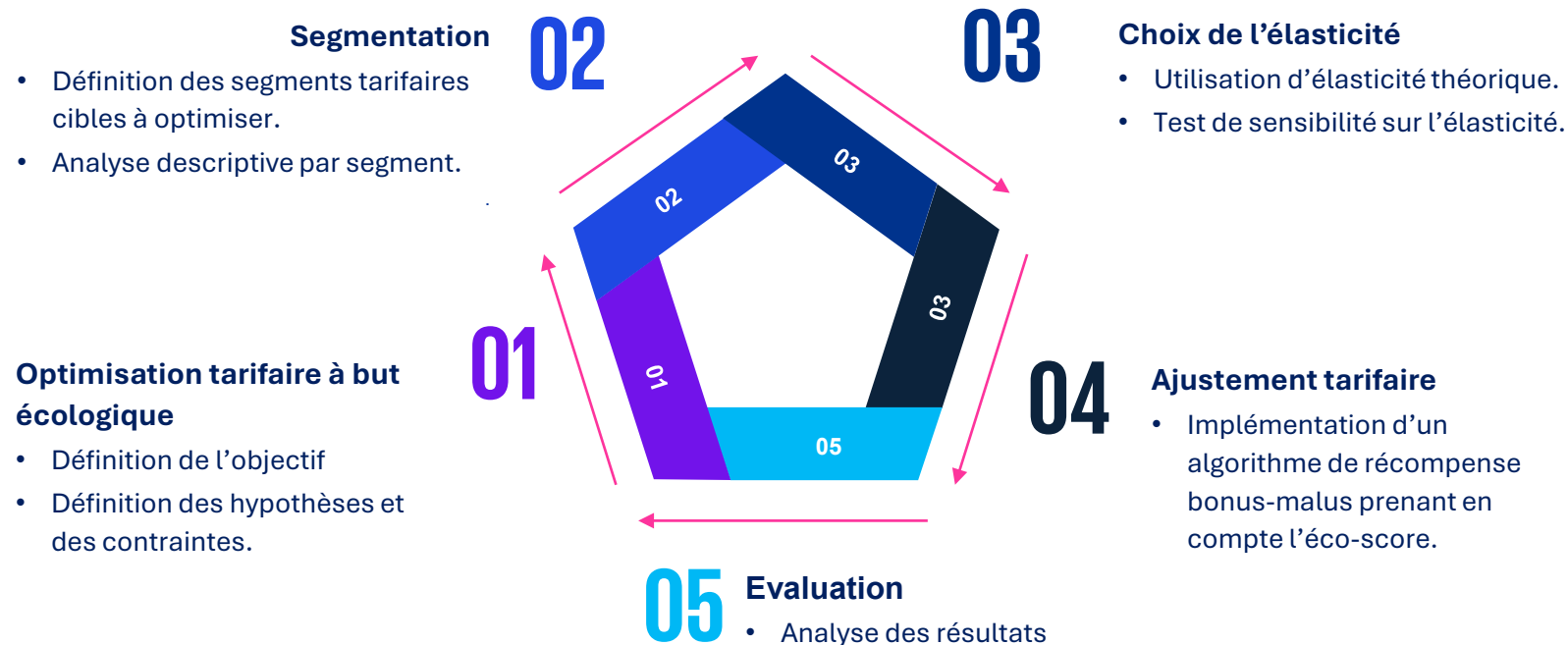


03

**Tarification verte :
transformer le score
carbone en levier dans la
stratégie tarifaire**

Présentation de notre démarche

Objectif : Réduire l'empreinte carbone moyenne du portefeuille auto en instaurant **un système de bonus-malus fondé sur l'éco-score**, récompensant les assurés à faible empreinte carbone et pénalisant les profils les plus émetteurs.



OBJECTIFS

Minimiser : L'empreinte carbone du portefeuille agrégé

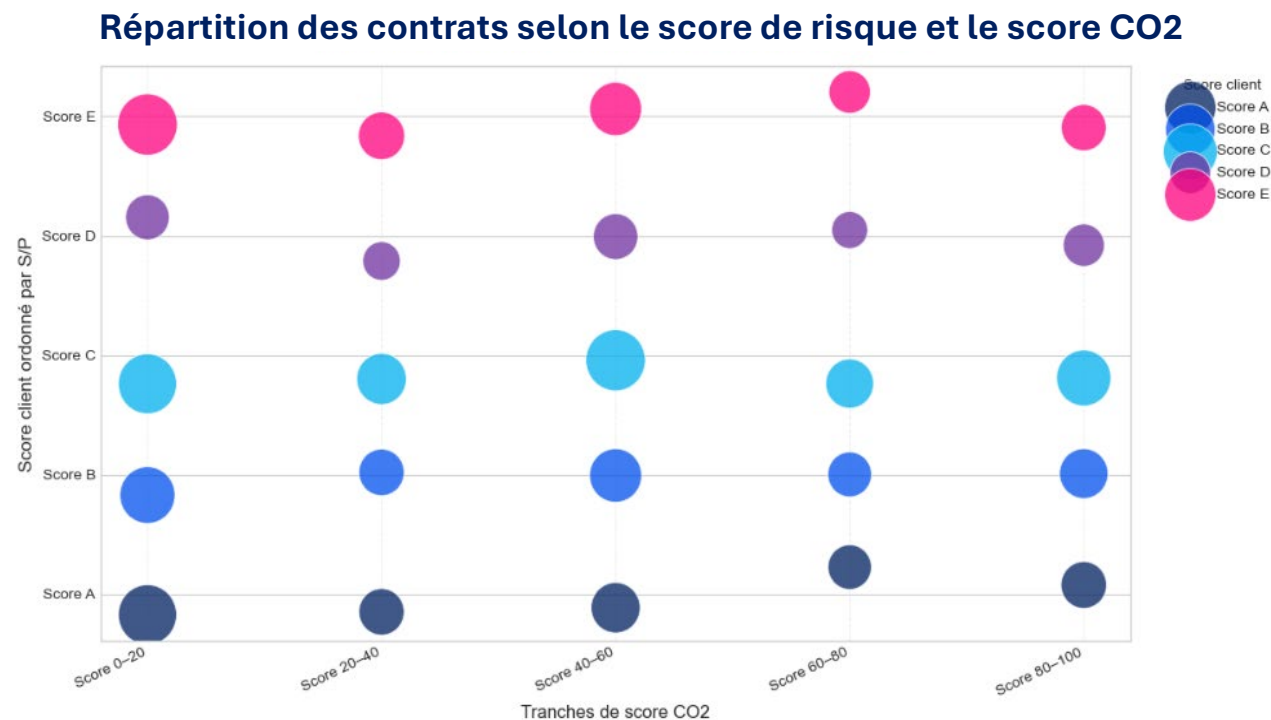
Sous contraintes :

- ♦ Bonus/Malus $\leq 10 \%$
- ♦ Volume de primes perdu/gagné \leq Budget CO₂
- ♦ Baisse totale d'exposition $\leq 2 \%$
- ♦ Un meilleur groupe ne peut recevoir un plus haut malus (pire bonus)

Définition des segments cibles

Un **score de risque**, composé de 5 modalités reflétant la sinistralité passée de l'assuré, est calculé sur le portefeuille agrégé. L'**éco-score** a été réparti en 5 catégories et intégré à la **segmentation** en le croisant avec le **score de risque** et les **tranches d'âge**.

Ce croisement permet de définir **300 segments homogènes** combinant niveau de risque, impact écologique et l'âge.



- Les assurés ayant un **score environnemental faible** sont très **nombreux**, ils concentrent une large part du portefeuille total ;
- A l'inverse, les **assurés des classes vertes** sont moins représentés ;
- Les groupes à la fois **polluants** et **risqués** (scores CO₂ bas et score de risque élevé) **présentent les volumes les plus élevés**.

Définition des scénarii d'élasticité au prix

L'élasticité au prix mesure la **sensibilité de la demande** d'un produit à la **variation de son prix**. Une élasticité de **-1** signifie que la demande baisse **autant que le prix augmente** → **demande unitaire**.

$$E_p = \frac{\% \text{ variation de la demande}}{\% \text{ variation du prix}}$$

Hypothèses d'élasticité théoriques retenues par tranche d'âge

Tranche d'âge	Elasticité
18 – 25	0,74
26 – 30	0,65
31 – 35	0,65
36 – 40	0,57
41 – 50	0,51
51 et +	0,41

- Les jeunes sont nettement **plus élastiques** au prix ;
- Les catégories les plus âgées sont **peu sensibles** au prix ;
- La contrainte d'ordre impose qu'un segment plus polluant n'ait pas une meilleure réduction.

Mise en place de 3 scénarii pour calculer l'élasticité au prix sur les 300 segments ciblés

S1 Elasticité de base et symétrique

- Utilisation des élasticités théoriques.
- Elasticité symétrique : même réaction pour une hausse et une baisse de prix similaire.

S2 Elasticité doublée

- Elasticité doublée.
- Assurés plus sensibles au prix.

S3 Elasticité asymétrique doublée à la hausse

- Elasticité asymétrique.
- Assurés plus sensibles à une hausse qu'à une baisse des prix.

Implémentation d'un algorithme de récompense bonus-malus écologique

- Implémentation d'un **algorithme de programmation linéaire** permettant de **minimiser les émissions de CO₂** en appliquant des **variations tarifaires (bonus/malus)** par **segment**, sous **contraintes** de stabilité du volume et de la prime totale et contraintes métier.
- **Résolution numérique** à l'aide du solveur **HiGHs** de la librairie **scipy.optimize.linprog**.
- Les segments les plus polluants subissent des hausses, les plus verts bénéficient de baisses tarifaires.

Scénario 1 : Elasticité de base

	Variation
Exposition	- 1,33 %
Prime totale	+ 1,17 %
CO ₂	- 1,05%

Scénario 2 : Elasticité doublée

	Variation
Exposition	- 2 %
Prime totale	- 0,71 %
CO ₂	- 2,07 %

Scénario 3 : Elasticité asymétrique

	Variation
Exposition	- 2 %
Prime totale	- 1,27%
CO ₂	- 1,55 %

Intervalle de score écologique	Pourcentage de bonus/malus appliqué		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
0 – 10	+ 10%	+ 10%	+ 10%
10 – 20	+ 10%	+ 10%	+ 10%
20 – 30	+ 10%	+ 10%	+ 1,4%
30 – 40	+ 10%	+ 3,5%	--
40 – 50	+ 2,2%	--	--
50 – 80	--	--	--
80 - 100	- 10%	- 10%	- 10%

Impact global : L'optimisation tarifaire permet une réduction moyenne des émissions de CO₂ de l'ordre de 1 à 2 %, tout en maintenant l'équilibre technique du portefeuille (rentabilité, volume de contrats).

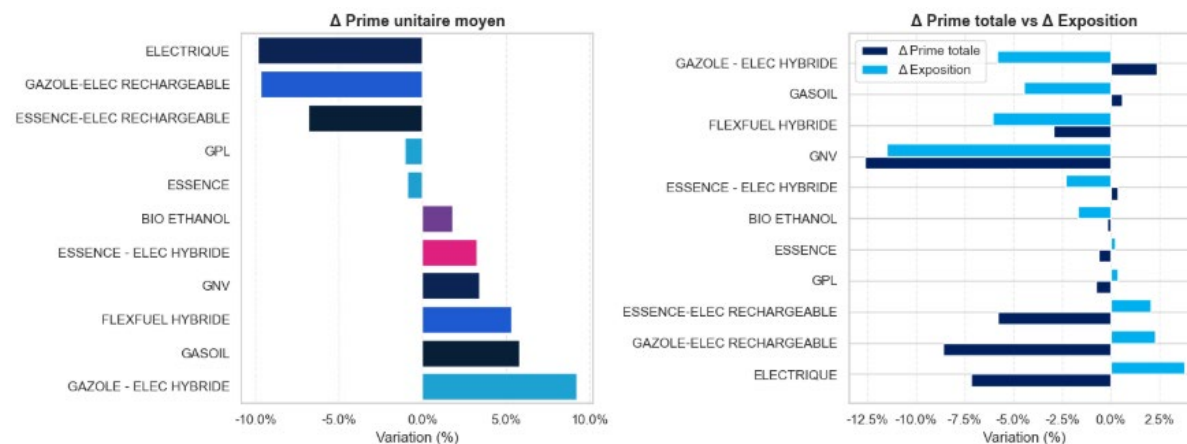
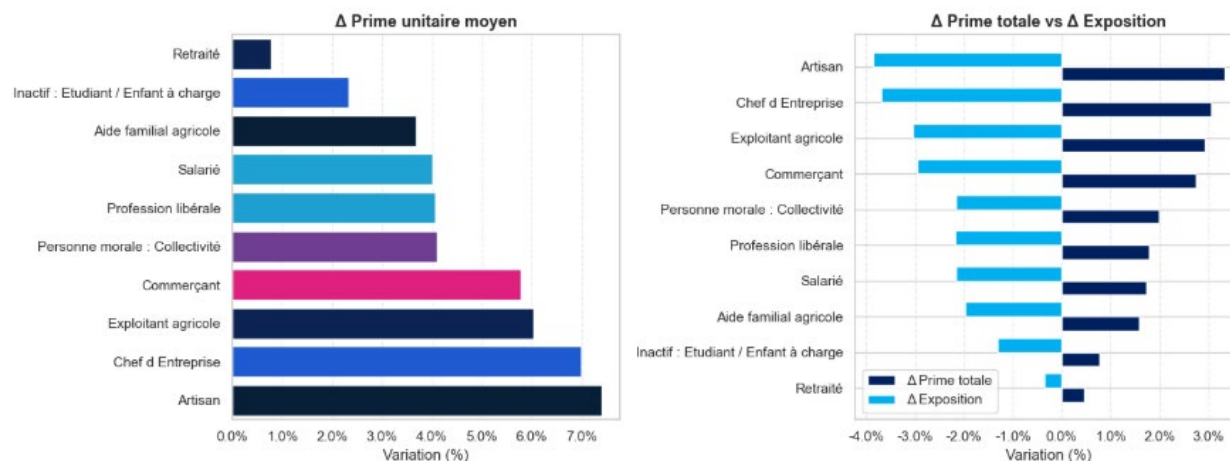
Les résultats varient selon la réaction estimée des assurés (élasticité) :

- **Scénario 1 – faible sensibilité aux prix** : les élasticités sont faibles donc la variation d'exposition n'est pas saturée, tandis que la variation de prime l'est. Les assurés résilient peu, ce qui limite la réduction de CO₂.
- **Scénarios 2 et 3 – forte sensibilité aux prix** : la variation d'exposition est saturée, ce qui entraîne une réaction plus marquée des assurés face aux hausses de prix.

Les résultats divergent car la réaction à la hausse de prime varie selon le niveau d'élasticité : **plus la sensibilité est forte, plus l'impact sur l'exposition et la distribution des bonus/malus change.**

Analyse des impacts du scénario de base

Le scénario 1 - **élasticité de base et symétrique** - a été retenue pour la suite de l'étude.



- Les catégories qui roulent le moins ont les plus **faibles variations totales de prime**.
- Toutes les catégories CSP ont leur prime moyenne qui évolue, car les véhicules verts restent minoritaires dans le portefeuille.
- Les véhicules lourds et à fort kilométrage** ont subi les plus fortes **hausse de prime**.
- Pour les **électriques** et **diesels rechargeables**, la **baisse de prime** est **maximale**.
- Une hausse de prime s'accompagne d'une baisse de l'exposition.



04

**Conclusion & perspectives :
vers un modèle gagnant
pour l'assureur, l'assuré et
la planète**

Bilan et impacts clés

- L'optimisation tarifaire permet de **réduire l'empreinte carbone du portefeuille** sans entraîner de perte tarifaire significative.
- La mise en place d'un outil de calcul et de reporting conforme aux exigences réglementaires renforce la **transparence** et la **cohérence méthodologique**.
- Les réactions différenciées à l'élasticité prix soulignent le potentiel d'une **tarification plus ciblée** sur les comportements à fort impact.

Limites et perspectives

- La réduction de CO₂ observée reste faible par rapport aux ambitions de réduction des émissions.
- Des données plus fines sur l'usage des véhicules et la **sensibilité prix réelle** permettraient d'affiner le modèle.
- L'étude n'intègre pas encore **l'impact de la tarification à la souscription** qui constituerait un levier plus direct et durable de décarbonation.
- Une **approche dynamique** intégrant **renouvellement et nouveaux contrats** offrirait une vision plus complète de la trajectoire carbone du portefeuille.



05

**Interview de Danielle
TRAMOND**

Portrait de Danielle TRAMOND

Cheffe de projet Transitions durables
Groupama Assurances Mutuelles



Danielle est spécialiste des **enjeux RSE et du développement durable** depuis 18 ans.

Elle débute dans les achats responsables pour la grande distribution en tant que responsable achats chez Cora. En 2012, elle rejoint Decathlon où elle pilote des **projets d'écoconception, évaluation des impacts environnementaux et seconde main**. En 2019, elle cofonde CircleLy, une start-up dédiée à la valorisation des invendus. Elle poursuit son parcours chez BNP en tant que **cheffe de projet RSE, concevant un outil d'empreinte carbone**, puis chez Eric Bompard en tant que responsable RSE, où **elle élabore la stratégie RSE**.

Depuis 2023, elle est cheffe de projet Transitions durables chez Groupama et pilote des **initiatives stratégiques visant à intégrer les enjeux environnementaux et sociaux**.





Merci pour votre attention !

A vos questions ?  

Évaluez cet atelier

