

RAPPORT FINAL DU PROJET SCIENTIFIQUE COLLECTIF PSC ECO 08

**Évaluation normative des politiques climatiques dans la
population : une approche expérimentale.**

25 avril 2025

Annette Delatour, Caitlin Foveau, Calliste Ladouas, Victor Mialot, Marine Vacarie



TABLE DES MATIÈRES

1	Abstract	3
2	Introduction	4
3	Littérature	6
3.1	Mesurer les préférences d'une population	6
3.2	Articles portant sur un problème similaire au nôtre	7
3.3	Articles nous ayant permis de formuler notre taxe carbone	7
4	Élaboration de l'expérience	9
4.1	Démarche expérimentale	9
4.2	Elaboration du sondage	10
4.3	Implementation	12
5	Résultats principaux	13
5.1	Vérification des deux hypothèses	13
5.2	Analyse des sous-groupes	15
6	Autres analyses	23
6.1	Légitimité	23
6.2	Mediation analysis	27
6.3	Analyse qualitative	29
7	Conclusion	33
8	Appendix	34
8.1	Annexe 1 : Calculs effectués pour le sondage	34
8.2	Annexe 2 : Construction du graphique sur les apports en protéines	34
8.3	Annexe 3 : Sondage	35
8.4	Annexe 4 : Calendrier et organisation du travail	43

1

ABSTRACT

Nous étudions les préférences d'un groupe entre deux politiques environnementales, taxe carbone ou quotas non échangeables, pour comprendre pourquoi la population peut être en désaccord avec les économistes quand il s'agit de telles politiques. Les principes économiques suggèrent d'utiliser le critère de Pareto selon lequel la taxe carbone est préférable, mais la population ne raisonne pas toujours de la même façon. Nous cherchons à déterminer quels critères elle substitue à celui de Pareto. Nous avons donc construit un sondage avec trois situations, où nous demandons pour chacune la préférence de la personne entre taxe carbone et quotas non échangeables. Les trois situations portent sur la consommation de SUV, de viande rouge et de voyages en avion.

Nous administrons deux traitements. Dans l'un, nous expliquons le critère de Pareto sans le nommer explicitement. Dans l'autre, nous donnons des informations quant à une certaine forme d'illégitimité de la consommation. Après des analyses statistiques du sondage, nos résultats principaux sont les suivants. Le traitement expliquant le critère de Pareto, censé amener à préférer la taxe carbone, est inefficace. Le traitement qui consiste à apporter de l'information, censé amener à considérer d'autres critères que celui de Pareto et donc à préférer les quotas, est efficace pour les situations de la viande rouge et de l'avion, mais pas du SUV. Les critères utilisés pour soutenir l'utilisation de quotas sont principalement ceux de la légitimité et de la justice sociale.

2 INTRODUCTION

Face à l'urgence climatique, de plus en plus de pays cherchent à mettre en place des politiques pour limiter les émissions de gaz à effet de serre. Pour informer ces politiques, de nombreux travaux de recherche sont menés en économie, notamment pour trouver des mesures qui permettraient de limiter les émissions tout en conservant une efficacité économique. La taxe carbone est souvent avancée comme la mesure majeure répondant à ces critères.

Plusieurs pays ont tenté de mettre en place cette taxe, avec plus ou moins de succès. Il existe de nombreux exemples de rejet de la taxe carbone par la population : le mouvement des gilets jaunes en France a poussé le gouvernement à geler la taxe sur les énergies fossiles, un référendum mené en 2021 en Suisse a également gelé cette taxe. La taxe carbone est donc une mesure assez controversée au sein de la population, malgré le soutien que la majorité des économistes lui accordent.

Pour mieux comprendre ce phénomène, il faut garder à l'esprit que la plupart des analyses en économie reposent sur l'utilisation du critère de Pareto. Celui-ci vise à comparer des situations entre elles afin de déterminer laquelle est préférable dans l'optique de maximiser le bien-être des individus. On dira ainsi qu'une situation est préférable au sens de Pareto lorsqu'elle est préférée au sens faible par tous les individus face à une autre situation et qu'au moins un individu la préfère au sens strict. On dira d'une situation qu'elle est un optimum de Pareto quand elle n'est Pareto-dominée par aucune autre situation.

Ce critère est utilisé dans la littérature pour analyser les résultats de politiques publiques, voire pour décider de leur planification : il peut être utilisé comme un but à atteindre.

Néanmoins, le critère de Pareto repose sur la comparaison de situations entre elles et notamment sur l'allocation des ressources. Ce que nous dit ce critère, c'est qu'en partant d'une situation à l'optimum on ne peut augmenter le bonheur de tous sans baisser le bonheur d'au moins un individu. Mais ce critère passe sous silence un certain nombre d'autres notions, comme celle de l'équité ou de la justice. Notamment, une situation où un agent détiendrait l'ensemble des ressources disponibles et les autres agents seraient dépourvus de tout bien est Pareto-efficace. Le critère de Pareto ne nous dit donc rien de la dimension morale des allocations.

Ce dernier point pourrait être la cause des conflits opposant les économistes au reste de la population lorsqu'il est question de sujets comme la taxe carbone. Une grande majorité des économistes serait ainsi favorable à l'instauration d'une taxe plutôt qu'à un système coercitif, reposant sur des interdictions et des obligations empêchant de réaliser des échanges qui pourraient être mutuellement bénéfiques. En particulier, les interdictions et obligations aboutissent à des situations qui ne sont pas efficaces au sens de Pareto.

Il semble donc que le critère de Pareto, si important en économie, passe sous silence des éléments cruciaux dans les choix des individus. L'inadéquation entre l'optimalité des modèles et ce que souhaite la population pourrait donc s'expliquer en partie par ces manques. Notre article contribue à la compréhension des mécanismes de choix normatifs que la population met en place dans son adéquation aux politiques publiques. Autrement dit, nous cherchons à comprendre quel critère la population substitue au critère de Pareto lorsqu'elle doit comparer des situations entre elles. En particulier, nous allons nous pencher sur les notions de légitimité, d'équité et d'altruisme.

La notion de légitimité peut être résumée de la façon suivante : les individus seraient favorables à une interdiction ou une obligation plutôt qu'à une taxe car ils considéreraient que vouloir accéder au bien ou au service en question ne serait pas légitime. Il vaudrait donc mieux l'interdire, l'individu souhaitant l'acquérir moyennant un transfert monétaire parfois conséquent ne pouvant penser rationnellement par lui-même.

La notion d'équité est la suivante : il vaudrait mieux interdire ou rendre obligatoire un type de consommation car cela serait plus égalitaire que le taxer.

Enfin, la notion d'altruisme est la suivante : il vaudrait mieux interdire ou rendre obligatoire un type de consommation car cela protégerait des espèces non-humaines ou serait préférable d'un point de vue moral. Il faut noter que la taxe carbone prend en compte le coût social du carbone, qui est censé compenser toutes les victimes des externalités négatives d'une consommation. Néanmoins, le calcul de ce coût ne prend pas en compte l'attachement que des individus pourraient avoir à la préservation de la biodiversité ou de l'environnement de manière intrinsèque [1]. Ces notions ne sont pas prises en compte dans leurs fonctions d'utilité. La taxe carbone ne permettrait donc pas de les compenser entièrement, ces individus seraient toujours victimes d'un point de vue moral même après le transfert monétaire obtenu après redistribution.

Nous avons créé une enquête visant à élucider l'importance de ces trois notions dans les choix que font les différentes personnes sondées. L'enquête prend la forme d'un sondage sur le site guidedtracks.com. Nous avons obtenu les réponses de 575 personnes entre le 24 février et le 9 avril 2025, sans compter les 76 réponses de notre pilote. Nous administrons deux types de traitements : des informations sur le critère de Pareto (sans le nommer) et des informations sur les différentes situations que nous présentons. Nous demandons aux répondants de choisir entre la taxe carbone ou des quotas non échangeables concernant l'usage de l'avion, de SUV et la consommation de viande rouge. Le site guidedtracks.com répartit aléatoirement les répondants dans quatre groupes distincts, nous faisons ensuite une analyse de type two-by-two. Ce point est détaillé plus bas et les questions du sondage sont disponibles en annexe 3.

Nous nous plaçons ici sous l'hypothèse de l'existence d'une taxe carbone "parfaite", permettant de compenser totalement toutes les victimes (humaines) des externalités. Cette taxe rapporterait de l'argent à l'Etat qui l'utiliserait pour financer des projets à impact climatique positif et reverserait le reste des revenus. Nous faisons ce choix car c'est ce que les individus ont tendance à préférer [2].

Nos conclusions principales sont les suivantes. Les personnes ayant été exposées à l'apport d'information sur la légitimité des consommations tendent à préférer les quotas pour la viande rouge et l'avion, avec des écarts relatifs de 28 et 25% respectivement. La comparaison est effectuée avec le groupe n'ayant reçu aucun traitement. L'apport d'information sur les SUV ne donne pas d'effet, les différences détectées ne donnant pas une p-valeur inférieure à 0,05.

Le traitement consistant à expliquer le critère de Pareto ne donne aucun effet significatif, toutes les p-valeurs étant supérieures à 0,05. Nous en déduisons que la population sondée n'est pas réceptive au traitement.

Une mediation analysis confirme que c'est bien un changement dans la légitimité perçue des consommations qui provoque la différence d'adhésion à la taxe carbone avec ou sans apport d'information. La notion de légitimité est donc centrale dans notre étude.

Une analyse qualitative des réponses textuelles récoltées nous confirme ce point : la notion de légitimité est celle qui revient le plus fréquemment. Le raisonnement avancé est le suivant : si une alternative existe, il n'est pas légitime de consommer le bien polluant, même si une compensation monétaire est avancée par la suite. L'objectif étant de limiter les émissions de gaz à effet de serre, la taxe carbone semble donc inefficace car elle permet des émissions "vaines". La notion de justice est également avancée : la taxe carbone laisserait les personnes les plus aisées décider de l'avenir du climat. A l'inverse, les personnes adhérant à la taxe carbone soulignent la possibilité de conserver une liberté de décision.

3

LITTÉRATURE

L'article de Douenne et Fabre [2] est le premier à notre connaissance à se pencher sur l'évaluation normative des politiques environnementales par la population. Il existe toutefois une littérature portant sur l'acceptabilité de la taxe carbone plutôt centrée sur les mesures de redistribution ou sur les inégalités. Une littérature naissante, basée principalement sur l'article d'Ambuehl et Bernheim [1], sur la mesure des préférences normatives nous a également servi de base. La nouveauté de notre article est donc de réunir ces deux types de littérature.

3.1 MESURER LES PRÉFÉRENCES D'UNE POPULATION

La référence littéraire en matière de règles de choix est l'article d'Ambuehl et Bernheim [1], dont nous nous sommes servis pour l'approche théorique. Cet article s'attache à comprendre les règles de préférences des individus quand ceux-ci sont amenés à faire des choix pour un groupe ayant exprimé des listes de souhaits de manière ordinale. Les règles de choix les plus suivies par les individus sont déterminées à partir de leurs réponses, et cela permet de mieux comprendre empiriquement les préférences d'agrégation ordinale des individus. Les valeurs normatives sur lesquelles se basent ces choix sont également déterminées. Notre article s'attache également à déterminer quelles sont les préférences ordinale des individus, nous appliquons cela au cas de politiques climatiques. Les choix dans notre expérience sont basés sur une estimation personnelle des préférences des autres individus, et le choix est fait en se basant en partie sur l'impact qu'il aura sur les autres. Cependant, dans l'article d'Ambuehl et Bernheim, l'individu faisant le choix n'est pas affecté par son propre choix, là où il l'est dans notre cas, ce qui nous empêche d'appliquer parfaitement les conclusions faites. Nous avons néanmoins également cherché à trouver les valeurs normatives sur lesquelles se basent les individus pour réaliser leurs choix.

L'article DAL BO et al. (2018) [7] se concentre également sur les règles de choix des individus, et en particulier sur l'observation que les individus ne choisissent pas toujours les règles les avantageant le plus. Après expérience, les auteurs ont en effet remarqué que les individus avaient tendance à préférer, parmi deux jeux, celui où leurs gains étaient significativement inférieurs sur le long terme. Cela est dû à une mauvaise estimation du comportement des autres individus et de leur propre comportement face au changement de jeu, et à une mauvaise estimation du long terme. Cela nous avait donc amenés à nous questionner sur la perception qu'ont les citoyens des différentes politiques climatiques, que l'on peut assimiler aux jeux, les citoyens choisissant de voter pour la politique leur semblant la plus avantageuse (même si l'aspect monétaire n'est plus le seul pris en compte). En partant de la supposition que la population peu mal estimer les effets des politiques, nous nous sommes donc demandé quels effets aurait l'apport d'informations sur ces politiques.

Enfin, l'article de ANDRÉ et al. (2024) [3] nous décrit comment les choix des individus, influencés par des causes exogènes, sont jugés par d'autres individus. L'article montre comment le mérite social des individus est en fait en partie basé sur des causes extérieures à ces mêmes individus. Dans son expérience, des individus choisissent la rémunération de deux travailleurs en fonction de leur travail, alors qu'on avait annoncé ou non au préalable aux travailleurs leur rémunération en fonction de leur quantité de travail. L'article montre comment le choix des personnes est uniquement déterminé par ce qu'ils voient, c'est à dire dans son cas le travail réalisé, et que les causes extérieures, c'est-à-dire la rémunération annoncée aux travailleurs, ne vont pas influencer ce choix. Cela nous informe quant à la manière dont sont faits les choix par les individus, et en particulier quant à l'importance relativement faible des causes exogènes. Cela nous a aidé à mieux comprendre pourquoi certaines valeurs normatives telles que l'illégitimité sont ignorées par les individus.

3.2 ARTICLES PORTANT SUR UN PROBLÈME SIMILAIRE AU NÔTRE

L'article de T. IMAI et al. (2022) [6] est assez proche d'un des aspects de notre étude. En effet, cet article se penche sur l'effet de l'apport d'information pour soutenir les politiques de décarbonation. Il s'agit pour les chercheurs de mesurer le niveau de connaissance initial de la population interrogée, de la soumettre à un apport d'information et de mesurer ensuite l'effet de cet apport d'information sur leurs habitudes de consommation. L'article se penche notamment sur la viande de bœuf. Lors de notre étude nous avons soumis une partie des personnes interrogées à un apport d'information sur les SUV, la viande rouge et les avions. Les informations exactes ainsi que leur formulation sont données en annexe 3. L'article de T. IMAI n'a pas trouvé d'effet de l'apport d'information sur la consommation réelle de viande mais a montré que l'apport d'information permet bien de corriger les perceptions de la population au sujet des émissions de CO₂. Notre article montre, comme CAMILLERI et al. (2019) [21], que l'apport d'information sur la viande rouge modifie les niveaux d'adhésion aux différentes politiques climatiques proposées en augmentant le soutien au système de quotas. Il semble que l'apport d'information fasse apparaître la consommation de viande rouge comme moins légitime. Toutefois, l'analyse qualitative des réponses nous permet de comprendre que l'effet est assez mitigé. Cette analyse montre que le facteur culturel entre fortement en jeu dans les décisions d'achat de viande rouge. Cela va dans le sens de l'explication qu'IMAI et al. ont fournie quant à l'absence de modification de la consommation réelle : la considération écologique n'est pas le facteur prédominant dans le choix de consommation de viande rouge.

Un autre article assez proche du nôtre est celui de DOUENNE et FABRE (2022) [2]. Celui-ci compare les niveaux d'adhésion à la taxe carbone après un apport d'information sur la redistribution des revenus générés par la taxe. L'article montre que des mouvements comme celui des gilets jaunes ne dénotent pas forcément un manque d'attachement de la population française aux questions environnementales mais plutôt un doute fondamental quant à l'efficacité environnementale d'une taxe carbone. La population interrogée sur-estimait massivement l'impact que la taxe aurait sur leur pouvoir d'achat et 68% pensaient qu'une telle taxe n'est pas un moyen efficace de réduire les effets du changement climatique. Ces résultats sont dus à la croyance en une inélasticité de la consommation de produits émetteurs et à l'idée qu'une taxe de 50 euros par tonne de CO₂ n'est pas suffisante pour réduire significativement les émissions de CO₂. Nos résultats sont en accord avec ces conclusions, nous montrons la même croyance en une impotence de la taxe à réduire les émissions de CO₂. Sur le plan des croyances économiques, les personnes interrogées pensent que la taxe est régressive, privilégiant les personnes aisées, ce qui leur donne le pouvoir de décider des niveaux d'émissions.

3.3 ARTICLES NOUS AYANT PERMIS DE FORMULER NOTRE TAXE CARBONE

D'autres articles nous ont servi à formuler la taxe carbone que nous utilisons dans notre étude. En effet, la manière dont la taxe carbone est présentée modifie les niveaux d'adhésion à celle-ci (MAESTRE-ANDRES et al. (2021) [4]). Nous avons donc utilisé différents articles pour déterminer quelle formulation de la taxe carbone limiterait l'aversion pour celle-ci pour essayer d'introduire le moins de biais possible. L'article de MAESTRE-ANDRES montre qu'une taxe utilisant ses revenus pour investir dans des projets climatiques est la plus soutenue. Redistribuer les revenus, notamment aux personnes les plus pauvres, est aussi une possibilité qui donne de meilleurs niveaux d'adhésion à la taxe que d'autres politiques d'utilisation des revenus. Nous avons donc inclus ces deux aspects lorsque nous avons présenté la taxe carbone utilisée aux personnes sondées (nous leur demandons d'imaginer une certaine taxe carbone et de se baser dessus pour répondre aux questions). L'article montre aussi que l'idée de justice, à la fois pour soi-même mais aussi pour les autres, est une composante très importante dans les niveaux d'adhésion à la taxe. Nous retrouvons ces mêmes résultats dans notre étude. L'article de WOERNER et al. (2023) [5] montre lui aussi l'importance de la redistribution dans l'adhésion de la population à la taxe carbone.

Nous avons donc choisi de présenter la taxe carbone d'une manière très concise en introduisant l'idée d'une utilisation des revenus pour soutenir des projets écologiques et compenser les personnes victimes de la redistri-

bution. La formulation exacte est disponible en annexe 3.

Enfin, nous avons dû choisir un montant pour la taxe carbone. Nous précisons dans notre sondage que la taxe carbone est supposée parfaite, c'est-à-dire qu'elle couvre toutes les personnes victimes des externalités. Il s'agit d'une hypothèse forte mais celle-ci nous permet de limiter les biais introduits par le système de taxe en lui-même : il s'agit d'une situation imaginaire et nous voulons que les personnes interrogées ne se concentrent que sur les différents éléments que nous allons leur présenter ensuite. Fixer un montant pour cette taxe carbone nous est toutefois nécessaire pour faire des calculs d'ordres de grandeur et pouvoir fournir des données sourcées et fiables aux personnes que nous interrogeons. Nous nous sommes basés sur la méta analyse de WANG et al. (2019) [8]. Celle-ci montre qu'il existe de fortes disparités dans la communauté scientifique quant à l'évaluation du niveau de taxe carbone nécessaire pour couvrir les externalités. Nous avons d'abord choisi la valeur de 54,70\$ par tonne de CO₂ mais cela ne permettait pas d'obtenir des données auxquelles les personnes interrogées pourraient être sensibles (quelques euros de plus pour un SUV). Nous avons donc choisi la valeur moyenne de 200\$ par tonne de CO₂ équivalent. Les calculs sont détaillés en annexe 1.

4

ÉLABORATION DE L'EXPÉRIENCE

4.1 DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE

Notre enquête mesure l'impact des préférences normatives des individus sur leur choix de politique environnementale. Pour cela, nous souhaitons identifier les facteurs qui influencent les choix des consommateurs. Devant la difficulté d'obtenir un nombre important de réponses, nous avons fait le choix de deux hypothèses principales :

- La compréhension de l'optimalité économique de la taxe carbone influence le choix des consommateurs vers la taxe carbone ;
- La prise en compte de la légitimité des consommations influence le choix des consommateurs vers l'interdiction.

Pour tester ces hypothèses, nous avons mis en place deux traitements. Un traitement consiste en un apport d'informations supplémentaires à un groupe. Nous comparons alors les résultats entre ce groupe et celui sans apport d'informations. Nous comparons donc les résultats relativement aux autres groupes, et ne regardons pas les résultats dans l'absolu, qui seraient uniquement représentatif de la population ayant répondu au sondage (majoritairement des étudiants).

Les deux traitements choisis sont les suivants :

- une explication du critère de Pareto ;
- un apport d'informations complémentaires sur la nécessité des postes de consommation considérés dans le sondage.

Les participants du sondage sont répartis en quatre groupes équitables, recevant zéro, un ou deux traitements. Le graphique ci-dessous montre le principe de two-by-two utilisé pour notre sondage.

	Pareto	Pas Pareto
Informations sur l'illégitimité	A	B
Pas d'informations	C	D

TABLE 1 – Tableau représentant les traitements appliqués aux différents groupes selon le principe du two-by-two

L'intérêt de ce type d'expérience est que les résultats portent sur les différences observées entre les deux groupes. Toutefois, cette méthode repose sur l'hypothèse que la population interrogée réagit au traitement d'une manière très similaire à la population globale. Nous ne voyons pas de raison pour laquelle la population que nous toucherons en majorité réponde différemment au traitement.

Nous avons ensuite confronté ces différents groupes à trois situations de choix entre les politiques environnementales de taxe carbone et quotas non échangeables. Cela nous permet donc de tester les deux hypothèses, de façon générale en moyennant sur les trois situations, ou de façon particulière en prenant en compte la particularité de la situation et la présence potentielle d'autres facteurs de choix.

Afin de comprendre les potentiels autres facteurs influençant les choix et les effets des traitements, nous dressons un portrait social des répondants et questionnons leur choix de manière qualitative.

4.2 ELABORATION DU SONDAGE

La figure suivante montre la structure du sondage.

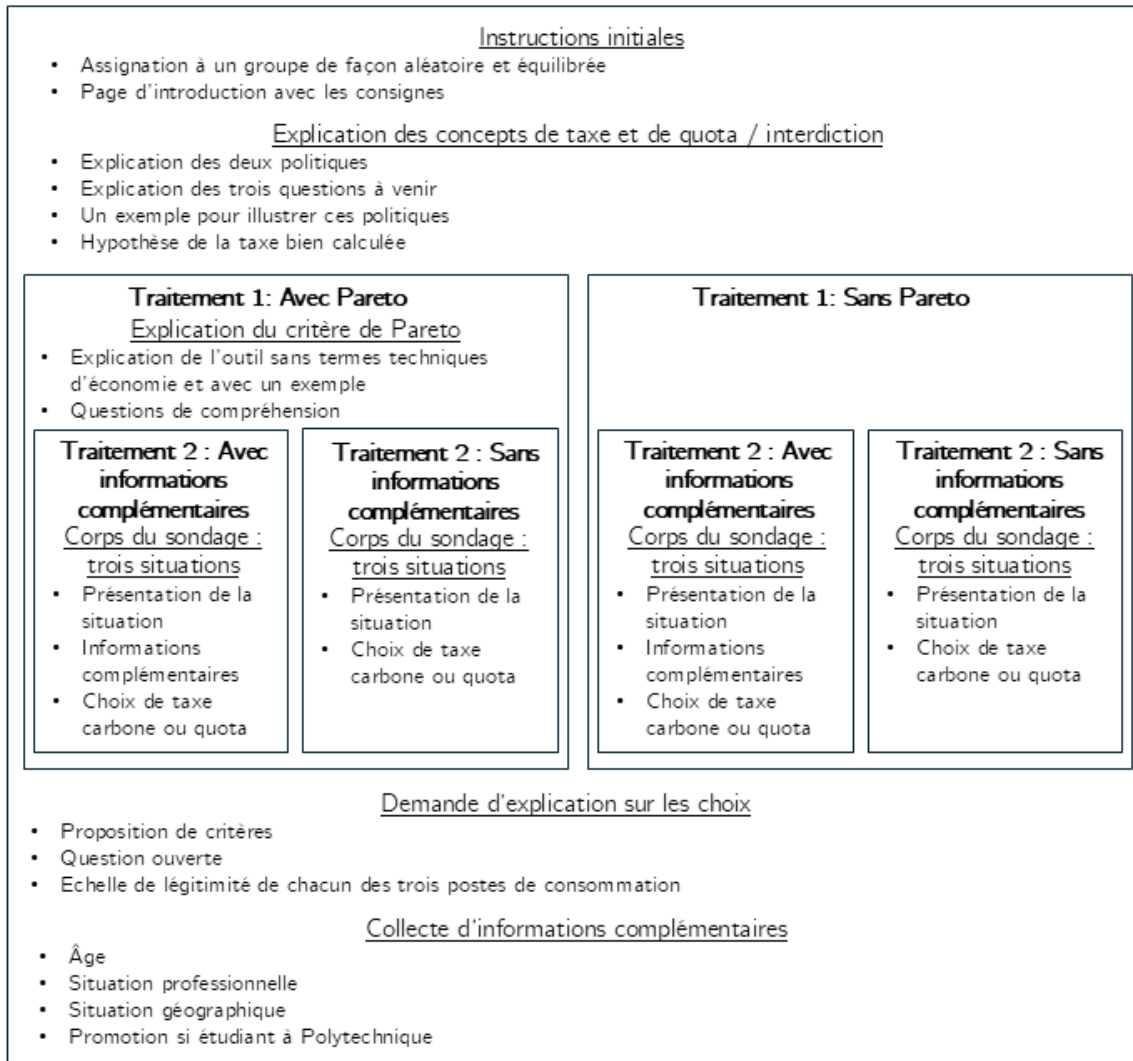


FIGURE 1 – Structure schématique du sondage

La première partie du sondage consiste en une introduction, une explication des concepts utilisés et des hypothèses du cadre de travail. L'introduction rappelle aux participants de bien lire toutes les informations et donne la structure du sondage afin d'encourager les réponses honnêtes et complètes. Les concepts expliqués sont ceux de la taxe carbone et des quotas. La taxe carbone est une taxe qui s'ajoute au prix de tous les objets ou services vendus. Elle est proportionnelle aux émissions de gaz à effet de serre liées à la production de l'objet ou la réalisation du service. On parle de quota quand la consommation d'un objet ou d'un service est limitée sur une période de temps déterminée. Une fois ce seuil de consommation dépassé, il est interdit de consommer davantage. Ces quotas sont non échangeables, autrement la situation avec des quotas serait équivalente à celle avec une taxe carbone. Les hypothèses de travail sont les suivantes :

- La taxe est supposée "parfaite" : toutes les personnes victimes des effets climatiques reçoivent l'argent

nécessaire pour couvrir les pertes qu'elles ont subies ;

- Les quotas sont supposés adaptés aux besoins de l'homme.

Nos méthodes de calcul de taxe carbone ont utilisé une taxe carbone proportionnelle aux émissions de gaz à effet de serre liées à la production de l'objet ou la réalisation du service. En se basant sur la littérature existante, son calcul est effectué avec un coût de 200\$ par tonne de CO₂ équivalent émise. L'argent récolté sert ensuite à financer des projets écologiques et à compenser les personnes victimes de la pollution, du changement climatique et des catastrophes climatiques, comme mentionné dans l'article de MAESTRE-ANDRES (2021) [4].

La deuxième partie du sondage est affichée pour le groupe ayant le traitement de l'explication du critère de Pareto. Sans utiliser de terme technique, le critère de Pareto est expliqué et accompagné d'une ou de deux questions afin de vérifier la compréhension de l'outil de raisonnement. Le critère de Pareto est défini comme suit : une situation est meilleure qu'une autre si elle permet d'augmenter le bonheur de tout le monde en même temps. Il est bien précisé aux candidats que cette façon de raisonner est une façon parmi d'autres.

La troisième partie du sondage est le corps de l'étude. Les candidats se voient présenter dans un ordre aléatoire les trois situations où ils doivent choisir entre une taxe carbone et des quotas. Ces situations sont les trajets en avion, la consommation de viande rouge et la possession de SUV. Pour chaque situation, une donnée chiffrée de taxe carbone est proposée, et le quota n'est pas précisé. On se place au point où le quota est entièrement consommé et demandons au répondant ce qu'il préfère : laisser le consommateur dépasser son quota moyennant le paiement de la taxe carbone, ou lui interdire de consommer plus.

- Pour les possessions de SUV (Sport Utility Vehicules), il est précisé que les SUV rejettent 20% de gaz à effet de serre en plus que les voitures de taille équivalente pour la même utilisation. La taxe carbone par véhicule n'est pas précisée, mais le prix de la pollution du parc de SUV français générée en plus par rapport aux autres véhicules est donné : 30 millions d'euros par an. L'interdiction porte sur l'achat de SUV.
- Pour les trajets en avion, le quota consiste en un nombre fixé de kilomètres autorisés par individu. La taxe carbone lorsque l'on souhaite dépasser ce quota est de 30 euros pour 1000 km parcourus en avion pour chaque personne.
- Pour la consommation de viande rouge, un quota est fixé par individu (le détail du quota n'est pas précisé), et la proposition de taxe carbone est de 6,5 euros par kilogramme de viande rouge, pour un prix de 20€ par kilogramme de steak haché par exemple. Nous ne précisons pas la valeur du quota en demandant aux participants de considérer qu'il permet de couvrir les besoins de santé. Fixer un quota aurait pu introduire un biais, les personnes sondées pouvant le considérer insuffisant et répondre en fonction de cette appréciation.

Pour le groupe recevant le traitement des informations complémentaires, chaque situation est présentée avec les données suivantes pour compléter :

- Pour la possession de SUV, il est précisé que le SUV est une voiture conçue pour circuler en terrain difficile, puis une carte montre la proportion de SUV parmi les voitures vendues à Paris en 2019. Les SUV sont les plus présents au niveau des arrondissements centraux de Paris et dans les quartiers ouest, riches et urbains. Dans ces zones, près d'une voiture sur trois est un SUV, et ce chiffre est en hausse constante.
- Pour les trajets en avion, il est précisé que 1% de la population mondiale émet 50% du CO₂ provenant de l'aviation commerciale en 2023. Puis un graphique montrant la répartition des différentes raisons pour lesquelles les voyageurs ont pris l'avion est montré. 51% des trajets sont pour des vacances, loisirs ou achats, 25% pour des visites à des amis ou de la famille, et 19% pour des raisons professionnelles, des congrès ou des conférences.
- Pour la consommation de viande rouge, un graphique de comparaison de la quantité de CO₂ équivalent émise et de la quantité de protéines par kilogramme pour le steak haché, le filet de poulet, l'œuf et le tofu est montré.

Toutes les figures et informations présentées sont disponibles en annexe 3. La construction du graphique concernant la viande rouge est disponible en annexe 2.

La quatrième partie du sondage demande des résultats plus qualitatifs : les critères ayant contribué à ces choix, le degré de légitimité de chacune des trois consommations, et une question ouverte pour permettre au répondant d'expliquer son raisonnement.

Enfin, la dernière partie du sondage dresse un portrait social du répondant. Il est demandé son âge, sa situation professionnelle, sa situation géographique, et sa promotion si le répondant est étudiant à l'École polytechnique. Ces réponses permettront de visualiser des potentiels liens entre un critère social et un choix entre taxe carbone et interdiction.

4.3 IMPLEMENTATION

Le sondage a été codé sur l'application GuidedTracks, puis le lien partagé le plus largement possible. Nous avons lancé un pilote de 76 répondants, en ajoutant une question sur la clarté du sondage et avec uniquement le traitement du critère de Pareto. Ce pilote a servi à détecter des erreurs et à voir une première tendance dans la vérification de nos hypothèses. Ces 76 répondants ont été choisis parmi des étudiants de l'École polytechnique et n'ont pas pu participer au sondage final.

Puis nous avons ouvert le sondage entre le 24 février et le 9 avril 2025 . La période était fixée à l'avance de façon à ne pas influencer le moment où le sondage allait être coupé. Les répondants étaient principalement des étudiants de l'École polytechnique, des étudiants d'autres écoles d'ingénieurs, et des personnes que nous connaissions à travers nos familles ou nos différentes activités. 622 personnes ont répondu à l'entièreté du sondage, dont 76 du sondage pilote, pour un total de 1248 lancements du sondage (la moitié des personnes ayant lancé le sondage ne l'ont pas terminé). Le temps moyen de réponse est de 8 minutes 10 secondes. En fonction des questions, nous avons un nombre de participants qui varie quelque peu. En effet, nous avons, pour chaque analyse, gardé toutes les réponses allant jusqu'à la dernière question étudiée dans cette analyse particulière. Cela donne parfois des variations d'une dizaine de réponses en fonction de la partie du sondage étudiée. Les traitements étant effectués au début du sondage, nous avons considéré que les réponses partielles gardaient de l'intérêt pour les questions qui y avaient été complétées.

Afin d'avoir des réponses utilisables, nous avons précisé dans le message partageant le lien du sondage la structure du sondage et son temps de réalisation. En effet, il était important que le texte expliquant les principes de taxe carbone et de quota, ainsi que le texte expliquant le critère de Pareto pour le groupe concerné, soient lus. Des questions de compréhension et des exemples ont été introduits afin de clarifier les explications. Ces questions de compréhension ainsi que le temps de réponse permettent de retirer les répondants n'ayant pas réellement lu les explications.

5

RÉSULTATS PRINCIPAUX

Nous avons pu réunir 575 réponses. Les personnes interrogées ont répondu sur la base du volontariat.

La proportion de réponses provenant de polytechniciens étudiant actuellement est de 29,4%. La moyenne d'âge se situe autour des 25 ans. 55,8% des personnes ayant répondu vivent dans une ville de plus de 100 000 habitants, 22,1% dans une ville d'entre 20 000 et 100 000 habitants, 9,8% dans une ville de moins de 20 000 habitants, et 12,3% à la campagne. La proportion d'étudiants est de 78,7%, légèrement inférieure à la proportion des participants ayant moins de 25 ans, qui est de 79,8%. La proportion de cadres supérieurs est de 13,7%, et chacune des autres professions compte pour moins de 3%. Nous sommes donc principalement en présence d'étudiants (pas forcément de l'École polytechnique) et de cadres supérieurs, provenant de villes de taille moyenne à grande. Ceci n'est pas représentatif de la population française, mais permet néanmoins une analyse intéressante qui pourrait se transposer à la population entière (puisque'il n'y pas de raison *a priori* que la population entière réagisse différemment au traitement). Cela confirme notre supposition de base, qui nous avait amenés à ne vouloir étudier que les résultats de manière relative et non pas absolue.

Notre plan d'analyse est le suivant. Nous commencerons par vérifier dans une première sous-partie nos hypothèses sur l'explication du critère de Pareto et l'apport d'informations complémentaires dans le cas général, puis pour le cas de chaque situation : avion, viande rouge et SUV. Nous allons dans une seconde sous-partie nous intéresser à l'étude de ces hypothèses dans le cas de sous-groupes : le sous-groupe de la promotion 2024 des polytechniciens (appelée promotion X24 dans la suite), celui des personnes ayant répondu au sondage en un temps supérieur à 3 minutes, et celui des personnes vivants dans des villes de petite taille ou à la campagne.

Ces sous-groupes nous paraissent tous intéressants pour les raisons suivantes : la promotion X24 car ces étudiants viennent pour la plupart de finir leur classe préparatoire, ne sont probablement pas encore familiers avec les sujets traités et n'ont encore suivi aucun cours d'économie pour la majorité d'entre eux. Nous nous sommes rendus compte qu'ils présentaient des résultats plus marqués que le reste.

Nous avons aussi remarqué que certaines personnes avaient répondu en un temps très court, incohérent avec la durée nécessaire à la lecture seule des informations données, sans compter le temps de réflexion. Nous avons donc décidé de réeffectuer notre analyse en prenant seulement les personnes ayant pris plus de 3 minutes à répondre au sondage, temps que nous avons choisi de manière empirique. Lors de l'analyse de la promotion X24, nous avons seulement analysé les réponses des participants ayant pris plus de 3 minutes à répondre.

Enfin, les personnes résidant dans les petites villes ou à la campagne ont été moins sensibles à l'administration des traitements, ce qui nous a paru intéressant à détailler.

Nous analyserons ensuite dans la partie 6 les réponses portant sur les critères, sur la légitimité et les réponses ouvertes, en comparant les différents groupes cités précédemment.

5.1 VÉRIFICATION DES DEUX HYPOTHÈSES

On calcule la proportion de personnes préférant la taxe carbone aux quotas non échangeables dans les trois situations et dans les quatre groupes aléatoires suivants : ('Pareto_Info', 'Pareto_SansInfo', 'SansPareto_Info', 'SansPareto_SansInfo'). On ne précisera plus à chaque fois que l'on parle du taux de personnes préférant la taxe carbone dans les résultats chiffrés.

Afin de mesurer l'influence de chacun de nos traitements, on calcule la même chose dans le cas Pareto/Sans Pareto d'une part et dans le cas Informations/Sans Informations d'autre part, que l'autre traitement ait été administré ou non. On choisit de ne pas combiner les trois situations ensemble car les variations diffèrent selon l'objet étudié. Par exemple, les personnes changent peu leur préférence pour le SUV, qu'ils aient des informations supplémentaires ou l'explication du critère de Pareto.

On calcule les marges d'erreur en faisant une approximation de la loi binomiale par une loi normale. On a alors la marge d'erreur e suivante :

$$e = Z_a \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Pour un niveau de confiance de 95%, on a : $Z_a = 1.96$. p correspond à la proportion de votants pour la taxe carbone, n à la taille de l'échantillon. On a alors la région de confiance $[p - e, p + e]$.

L'erreur-type d'un pourcentage p peut être estimée à l'aide de p et de n , aussi longtemps que n est plus petit que 5% de la taille de la population N , ce qui est bien notre cas.

Afin d'analyser plus quantitativement l'influence des deux traitements, on calcule le z-test pour les 12 groupes, puis l'écart relatif entre les groupes traités et non traités avec la formule suivante : $100 \times \frac{\text{Pareto} - \text{sans Pareto}}{\text{Pareto}}$ et $100 \times \frac{\text{Info} - \text{Sans Info}}{\text{Info}}$.

	Pareto	Sans Pareto	Écart relatif Pareto	Info	Sans Info	Écart relatif Info
SUV	0.35	0.39	-12.0	0.36	0.35	2.0
Viande rouge	0.62	0.57	9.0	0.52	0.67	-28.0
Avion	0.61	0.57	6.0	0.52	0.65	-25.0

TABLE 2 – Ecarts relatifs selon les traitements et les situations

Deux remarques principales sur le signe et la valeur absolue des écarts relatifs :

- Comme on pouvait logiquement l'anticiper, l'explication du critère de Pareto a un impact positif pour la viande rouge et l'avion : cette explication inciterait les personnes à préférer la taxe carbone. La valeur pour les SUV est surprenante et difficilement interprétable à partir des données chiffrées mais peut être comprise à partir de l'analyse des réponses textuelles que nous avons pu récolter. L'analyse en est présentée en partie 6. De même, comme attendu, l'influence de l'apport d'information est négative par rapport à la taxe carbone. Les personnes qui ont eu l'apport d'informations sont plus disposées à préférer les quotas.
- En ce qui concerne les valeurs absolues, on note que l'apport d'information a une influence considérable dans le cas de la viande rouge et de l'avion : l'accès à l'information (respectivement l'impact carbone et l'apport nutritionnel en termes de protéines, la répartition des raisons motivant l'usage de l'avion) diminue d'un quart l'adhésion à la taxe carbone pour la viande rouge et l'avion. On ne note pas de variation notable pour le SUV, on peut supposer que les répondants savaient déjà ou sont indifférents au fait que les SUV sont majoritairement utilisés dans les quartiers urbains aisés.

La p-valeur est inférieure à 0,05 pour la viande rouge et l'avion dans le cas de l'apport d'information, mais dans aucune des quatre autres situations (avion et viande rouge dans la cas de l'explication du critère de Pareto, et SUV dans les deux situations). Il y a moins de 5% de chances d'obtenir les résultats que nous avons observés si l'hypothèse nulle était vraie dans le cas de l'apport d'information pour la viande rouge et l'avion.

Nous pouvons donc affirmer que l'apport d'informations modifie les préférences des individus dans le cas de la viande rouge et de l'avion. Néanmoins, nous ne pouvons pas affirmer cela dans le cas des SUV. De même, nos données ne nous permettent pas de rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle l'explication de Pareto ne modifie dans aucune des situations les préférences des individus.

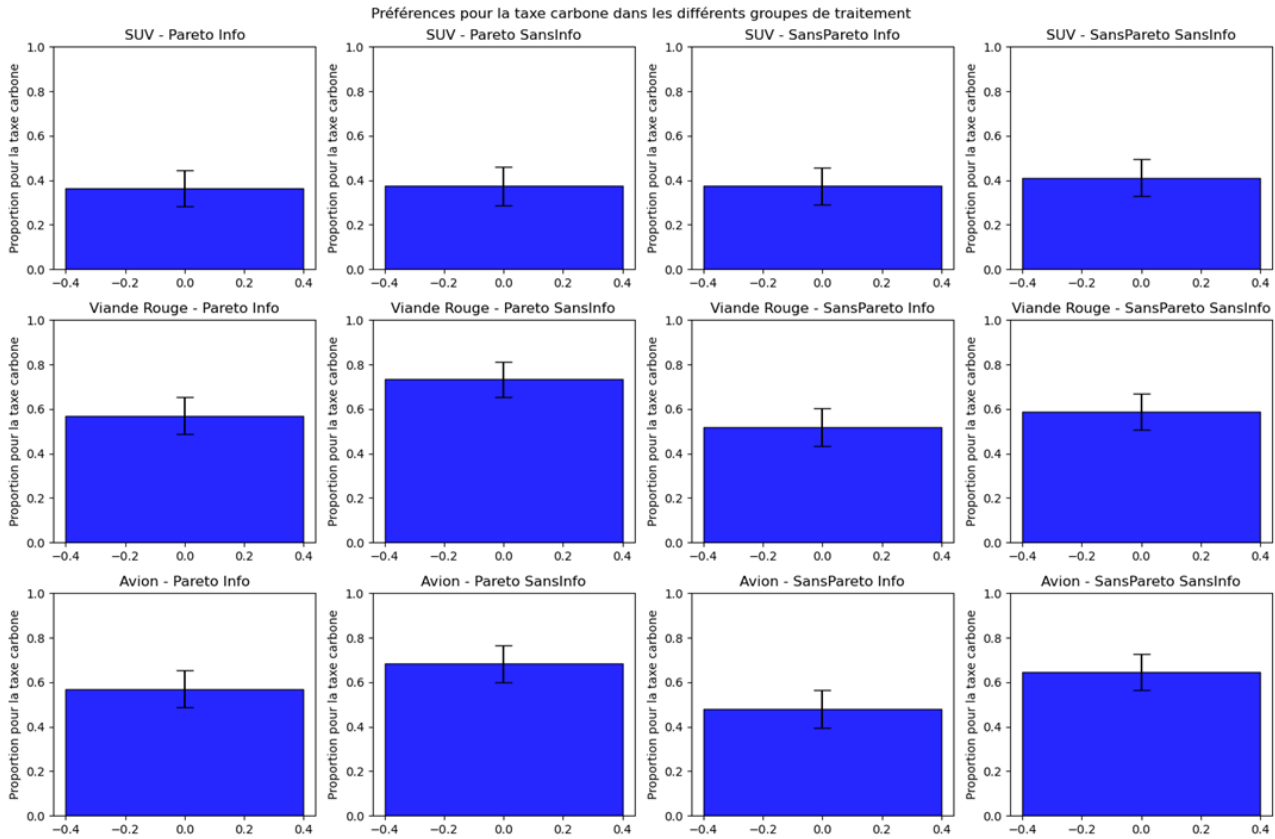


FIGURE 2 – Visualisation graphique des écarts

5.2 ANALYSE DES SOUS-GROUPES

ANALYSE EN FONCTION DU TEMPS DE RÉPONSE

524 personnes ont mis plus de 3 minutes à répondre au sondage sur un total de 575 répondants. On ne garde que ces réponses (bien que les résultats soient sensiblement les mêmes, cela pourrait enlever une forme de bruit). Prendre moins de 3 minutes pour répondre au sondage nous semble en effet être une indication que les répondants concernés ont accordé peu de temps de réflexion aux différentes questions, la durée typique pour répondre au sondage sans aucun apport d'information ou questions sur le critère de Pareto étant plutôt de 4 minutes. Nous obtenons les histogrammes suivants pour cette population de répondants.

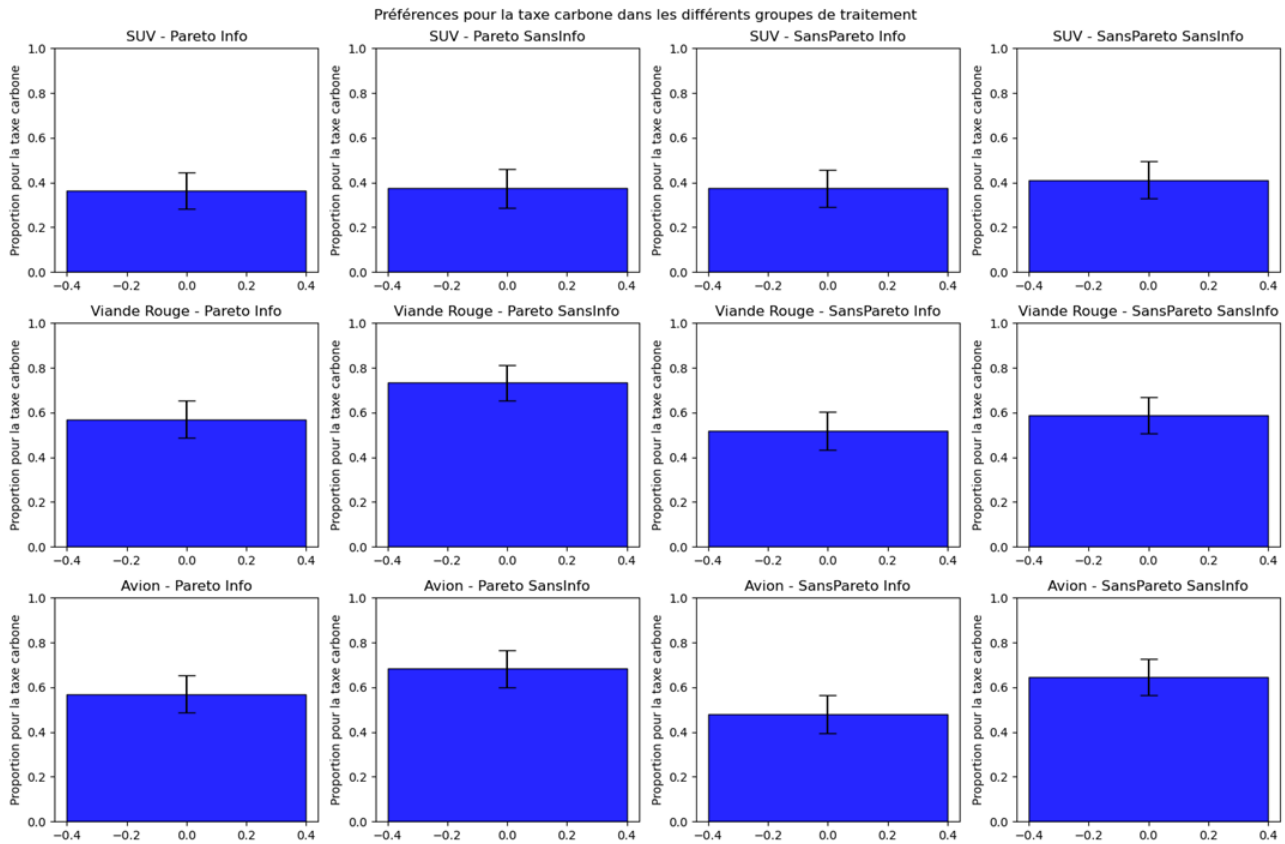


FIGURE 3 – Préférence pour la taxe carbone dans les différents groupes de traitement - Temps de réponse supérieur à 3 minutes

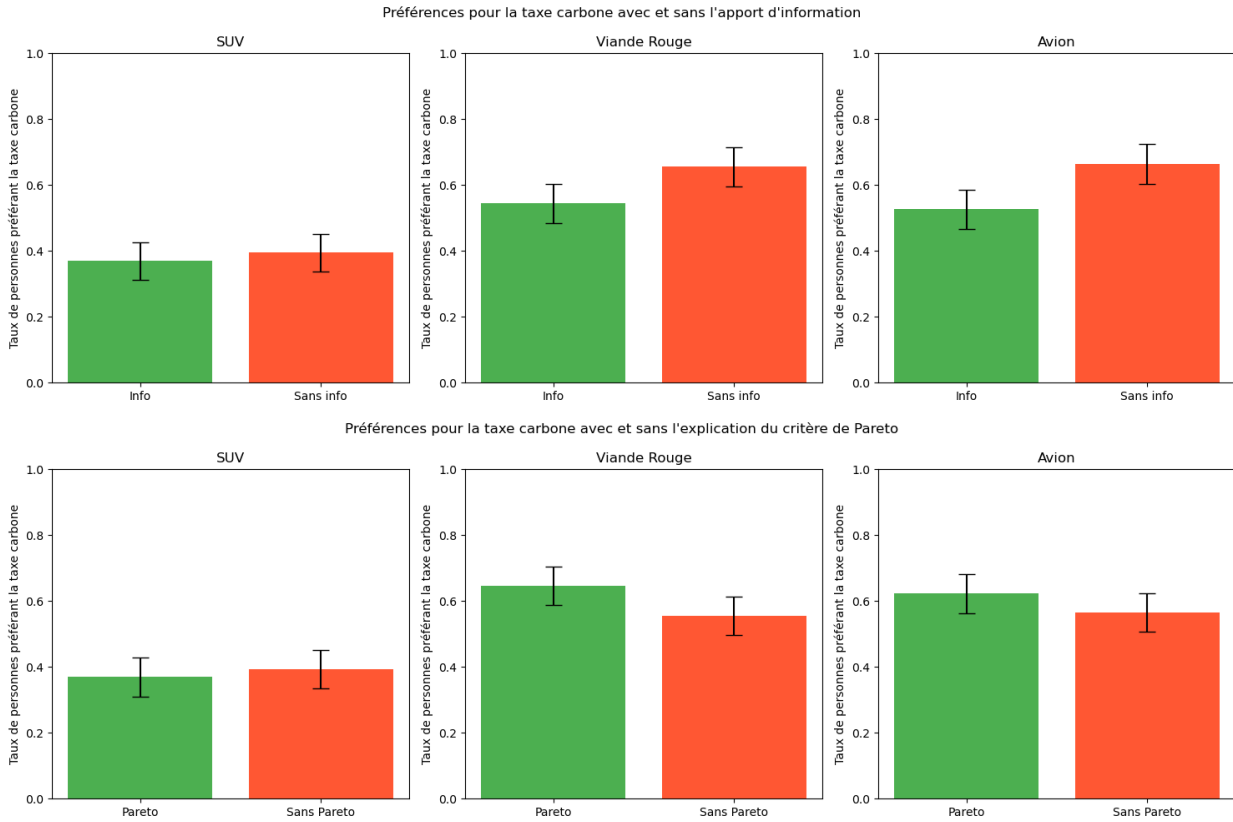


FIGURE 4 – Préférence pour la taxe carbone en cumulant les groupes de traitement - Durée de réponse au sondage supérieure à 3 minutes

Les graphiques obtenus sont similaires à ceux obtenus précédemment. Leur analyse est donc la même. Nous allons cependant aller plus loin ici, en ajoutant d'autres analyses.

On utilise la méthode des moindres carrés pour déterminer le coefficient de corrélation entre l'administration d'un traitement et l'adhésion à la taxe carbone, pour les personnes ayant pris au moins 3 minutes pour répondre au sondage. Ceci se présente de la manière suivante :

$$Y = \alpha + \beta X$$

où X vaut 0 si aucun traitement n'a été administré, et 1 sinon, et Y vaut 1 si la personne a ensuite voté pour la taxe carbone, 0 sinon. Cette méthode permet de calculer les 2 coefficients α et β , des réels.

Dans le tableau ci-dessous la première ligne correspond aux coefficients α . Les coefficients β sont additionnés aux coefficients α dans les lignes du dessous. Nous sommes les coefficients pour obtenir le coefficient d'interaction entre les deux traitements, disponible en dernière ligne du tableau.

	SUV	Viande	Avion
Sans Pareto, sans apport d'information	40%	61%	63%
Avec Pareto, sans apport d'information	40%-2%=38%	61%+10%=71%	63%+6%=69%
Sans Pareto, avec apport d'information	40%-2%=38%	61%-11%=50%	63%-13%=50%
Avec Pareto, avec apport d'information	40%-2%-2%=36%	61%+10%-11%=60%	63%+6%-13%=50%

TABLE 3 – Valeur de α et β pour les différents traitements

Nous allons analyser ces valeurs, mais seulement dans le cas où les p-valeurs sont inférieurs à 0,05. Les z-valeurs et p-valeurs pour les trois groupes sont les suivantes :

	z-valeur	p-valeur	Interprétation
SUV - Pareto	-0.18	0.86	Non significatif
Viande rouge - Pareto	0.93	0.35	Non significatif
Avion - Pareto	1.56	0.12	Non significatif
SUV - Apport d'informations	-0.06	0.96	Non significatif
Viande rouge - Apport d'informations	-2.50	0.01	Significatif
Avion - Apport d'informations	-2.12	0.03	Significatif

TABLE 4 – Z-valeurs et p-valeurs pour les trois situations

Étant donné que la p-valeur est trop élevée dans tous les cas exceptés ceux de l'avion et de la viande rouge pour le traitement avec apport d'informations, les coefficients de corrélation ne peuvent pas être analysés statistiquement. Nous les commenterons tout de même, car pour une proportion de réponses plus élevées, le traitement lié à Pareto dans le cas de l'avion et de la viande rouge pourrait devenir robuste statistiquement, avec pour autant des valeurs de coefficients de corrélation relativement similaires.

Pour la viande rouge en cas d'apport d'informations (et sans Pareto), on observe des coefficients de corrélation de 61 pour α et de -11 pour β . Cela signifie que pour 100 personnes auxquelles on poserait la question dans la situation de la viande rouge en leur donnant les informations, 50 voteraient pour les quotas (et donc 50 pour la taxe) alors qu'à la même question, si les informations n'étaient pas données, 61 auraient voté pour la taxe. Cet écart de 11 n'est pas très important, mais il n'est pas négligeable. L'apport d'informations a donc un impact sur les décisions prises par les personnes interrogées.

Pour l'avion en cas d'apport d'informations, les coefficients de corrélations sont de 63 et -13, ce qui est proportionnellement légèrement plus élevé que pour la viande rouge. Toutefois, les coefficients étant proches, la conclusion est la même.

Malgré une p-valeur trop élevée, on remarque respectivement une augmentation de l'adhésion à la taxe carbone de 10% et 6% pour la viande et l'avion avec l'apport d'explications de Pareto. Cela irait donc dans le sens prédit, car le critère de Pareto pousse à une adhésion pour la taxe carbone. L'évolution est cependant cette fois-ci plus forte dans le cas de la viande, mais reste relativement modérée.

Dans le cas du SUV, les coefficients β pour les deux traitements sont très faibles, donc cela rejoint notre analyse précédente selon laquelle il n'y aurait pas de changements dans l'opinion des personnes avec les traitements, car cette opinion est déjà très polarisée. En effet, il existe un débat sur l'autorisation d'utilisation des

SUV. Les résultats que nous avons obtenu semblent confirmer le fait que les individus sont moins susceptibles de changer leur opinion suite à un apport d'informations au sujet des SUV.

ANALYSE DE LA PROMOTION X24

29% des répondants ont étudié à l'Ecole polytechnique. Nous avons décidé d'analyser à part la promotion X24 (promotion étant entrée à Polytechnique en 2024) car ceux-ci n'ont pas encore eu de cours d'économie. En effet, toutes les promotions suivent un cours d'économie obligatoire en avril, où le critère de Pareto est présenté. Nous pensons donc qu'analyser les données de cette promotion, qui n'a pas encore eu de cours d'économie, nous permettra d'éliminer l'effet d'un biais qui aurait pu être introduit par le cours. Le biais en question est le suivant : les polytechniciens ayant suivi ce cours d'économie pourraient comprendre que l'on souhaite leur présenter le critère de Pareto sans le nommer et répondre en fonction d'exercices ayant été réalisés pendant le cours plutôt qu'en réfléchissant réellement aux implications du critère.

Il y a 82 répondants de la promotion X24, en ne retenant que les personnes ayant pris plus de 3 minutes pour répondre au sondage. Malgré la petite taille du groupe promotion X24 et le fait qu'il n'y a pas eu d'intention de les répartir homogènement, on note que les groupes sont quasiment homogènes en termes de nombre de répondants de la promotion X24 (20 Pareto_Info ; 25 Pareto_SansInfo ; 19 SansPareto_Info ; 18 SansPareto_SansInfo).

	Pareto	Sans Pareto	Écart relatif Pareto (%)	Info	Sans Info	Écart relatif Info (%)
SUV	0.42	0.46	-9	0.49	0.40	19
Viande rouge	0.69	0.57	18	0.49	0.77	-58
Avion	0.73	0.76	-3	0.62	0.86	-40

TABLE 5 – Écarts relatifs selon les traitements et les situations

L'explication du critère de Pareto a encore une fois eu peu d'effet, avec des valeurs d'écarts relatifs du même ordre que pour l'entièreté des répondants.

Les X24 sont particulièrement réceptifs à l'apport d'information, avec des écarts relatifs de 58% pour la viande rouge et de 40% pour l'avion, bien plus élevés que dans le cas précédent. Cependant il est important de noter que le nombre de répondants est bien plus faible, ce qui peut avoir tendance à faire augmenter les valeurs des écarts relatifs, et qui a amené à avoir une valeur d'écart relatif positive non négligeable dans le cas du SUV.

Nous ne calculons cette fois-ci pas la corrélation entre X et Y, car les valeurs et leurs interprétations seraient similaires au cas précédent.

Les z-valeurs et p-valeurs pour les trois groupes sont les suivantes :

	z-valeur	p-valeur	Interprétation
SUV - Pareto	0.16	0.87	Non significatif
Viande rouge - Pareto	-0.48	0.63	Non significatif
Avion - Pareto	-0.20	0.84	Non significatif
SUV - Apport d'informations	0.84	0.40	Non significatif
Viande rouge - Apport d'informations	-2.63	0.01	Significatif
Avion - Apport d'informations	-2.54	0.01	Significatif

TABLE 6 – Z-valeurs et p-valeurs pour les trois situations

Donc l'explication ou non de Pareto ne modifie pas les préférences des individus dans le cas de la promotion X24. Ceci rejoint les résultats observés dans le cas général. Nous pouvons ajouter à cela le fait que ce sous-groupe contient moins de 100 personnes. Des individus dans une situation semblable, c'est-à-dire des étudiants sans connaissance en économie, pourraient présenter des résultats similaires, et n'augmenter que de peu le nombre de réponses permettrait d'avoir des résultats qui seraient transposables à toute la population dans cette situation.

ANALYSE EN FONCTION DU LIEU D'HABITATION (VILLE OU CAMPAGNE)

Nous avons ensuite cherché à analyser les résultats en fonction du lieu de vie de la personne répondant au sondage. Nous avons pour cela exploité les réponses aux questions finales, portant sur ce sujet. En répartissant les individus en deux catégories, ville et campagne, nous avons étudié l'éventuel impact que cela avait sur leurs réponses et leur réaction au traitement.

Dans la catégorie ville, nous avons pris en compte tous les individus ayant déclaré habiter dans une ville de taille moyenne ou de grande taille. Le seuil d'habitants retenu par les géographes pour caractériser une ville moyenne est de 20 000 habitants selon SANTAMARIA (2000) [22]. Dans la catégorie campagne, nous avons donc pris en compte les personnes ayant déclaré habiter dans une petite ville de moins de 20 000 habitants ou en campagne.

Nous n'avons pas représenté les cas du traitement Pareto, car la séparation en deux groupes ville et campagne ne présentaient pas de résultats nouveaux par rapport à la situation générale. Nous nous intéresserons donc uniquement au cas du traitement par apport d'informations supplémentaires dans la suite de cette sous-partie.

	Infos Cam- pagne	Sans Infos Campagne	Ecart re- latif Cam- pagne (%)	Infos Ville	Sans Infos Ville	Ecart re- latif Ville (%)
SUV	0.38	0.39	-0.7	0.37	0.42	-11
Viande rouge	0.60	0.63	-5.3	0.55	0.66	-20
Avion	0.57	0.56	0.9	0.53	0.71	-34

TABLE 7 – Niveaux d'adhésion à la taxe carbone en fonction du lieu de résidence

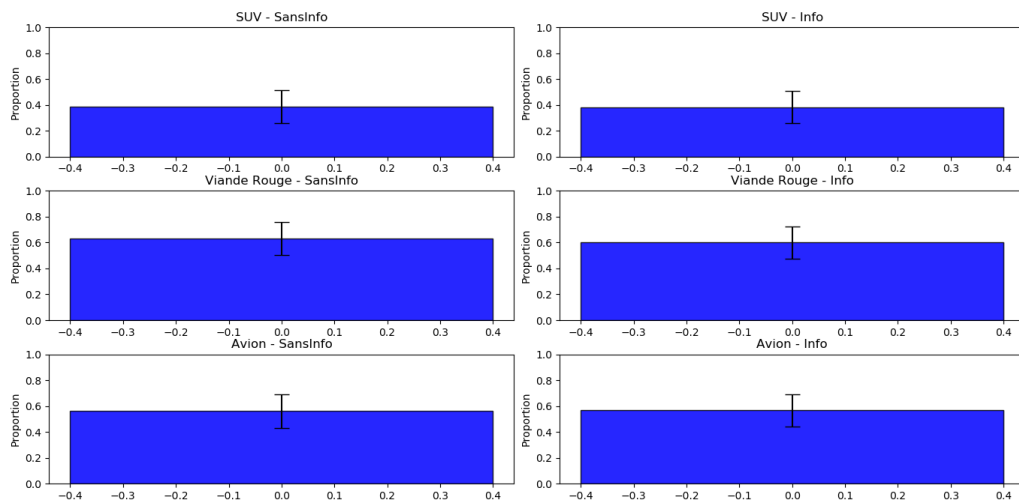


FIGURE 5 – Visualisation des niveaux d'adhésion à la taxe carbone, groupe campagne

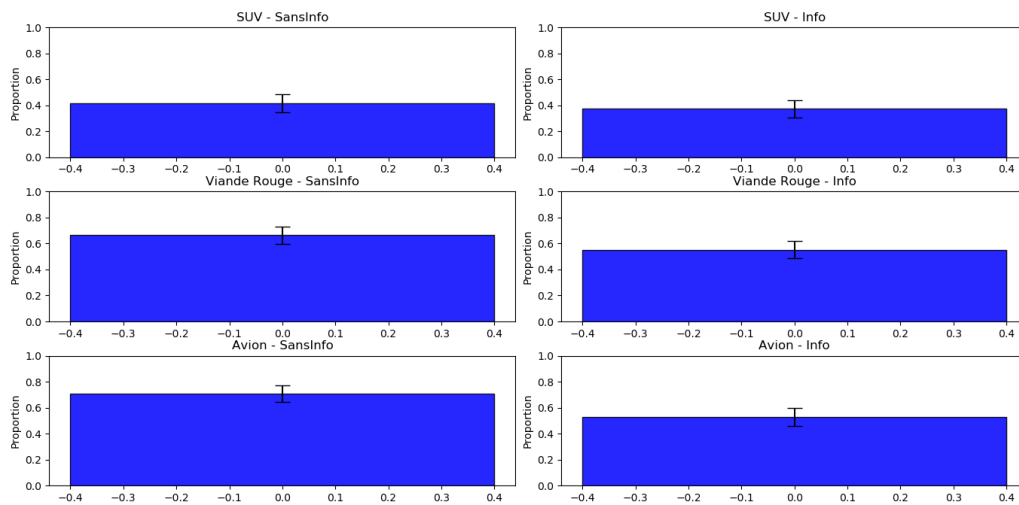


FIGURE 6 – Visualisation des niveaux d'adhésion à la taxe carbone, groupe ville

Ville : Info/Sans Info	z-valeur	p-valeur	Interprétation
SUV	-0.88	0.38	Non significatif
Viande rouge	-2.33	0.020	Significatif
Avion	-3.76	0.0002	Significatif

TABLE 8 – Z-valeurs et p-valeurs pour les trois situations - Informations supplémentaires pour le groupe ville

Campagne : Info/Sans Info	z-valeur	p-valeur	Interprétation
SUV	-0.03	0.98	Non significatif
Viande rouge	-0.35	0.73	Non significatif
Avion	0.06	0.95	Non significatif

TABLE 9 – Z-valeurs et p-valeurs pour les trois situations - Informations supplémentaires pour le groupe campagne

Nous pouvons tout d'abord noter que pour la campagne, aucun résultat n'est significatif. Cela peut bien sûr s'expliquer par le faible nombre de personnes ayant répondu au sondage dans cette catégorie. Cependant, ce résultat se répétant pour les trois catégories, cela peut aussi indiquer que les traitements ont eu moins d'effets sur ces participants. On peut supposer qu'avec un nombre plus grand de personnes qui auraient répondu au sondage, les résultats auraient pu être plus significatifs, c'est-à-dire que nous aurions pu supposer que les p-value importantes obtenues ne sont pas dues à un faible nombre de répondants. Ainsi, on aurait pu éventuellement montrer que les traitements n'avaient eu qu'un effet extrêmement limité sur les réponses des personnes dans la catégorie campagne.

Ainsi, pour la population de la catégorie campagne, le lieu d'habitation semble avoir un effet sur les réponses et l'efficacité des traitements. Dans le cas du traitement expliquant Pareto, et des SUV pour l'apport d'informations, il n'y a pas de nouvelles conclusions car nos résultats n'étaient déjà pas significatifs. Néanmoins, pour le cas de l'apport d'informations pour la viande rouge et l'avion, il semble y avoir un effet, puisque les résultats deviennent non significatifs. Toutefois, on ne peut pas déterminer immédiatement à quoi cet effet est dû, la population n'étant pas bien représentée car très diverse. On peut cependant émettre certaines hypothèses : le mouvement des gilets jaunes, base de l'article de Douenne et Fabre [2], a pu provoquer une aversion pour la taxe carbone, et ainsi rendre les traitements moins efficaces, car les avis seraient ainsi plus tranchés. On peut également supposer que les personnes dans ces zones perçoivent mal l'existence de substituts : étant par exemple beaucoup plus dépendants des voitures, le SUV peut être un sujet représentant un attachement plus important. Enfin, cela peut être dû à la taille de l'échantillon.

Dans les villes, on observe des résultats similaires à ceux présentés précédemment. À nouveau, nos résultats sont significatifs pour l'avion et la viande rouge, dans le cas d'apport d'informations supplémentaires. C'est normal puisque les habitants des villes représentent la grande majorité des répondants, donc les résultats généraux proviennent des résultats des villes. Les résultats dans le cas des villes ne sont pas plus exacerbés, ce qui montre que le cas de la campagne ne constitue pas une forme de bruit par rapport à l'ensemble.

Le cas du SUV est la seule exception à cela car les écarts relatifs sont très différents dans le cas d'une séparation entre ville et campagne, et dans le cas où il n'y a pas de séparation. Comme évoqué précédemment, il se peut que pour le sujet du SUV en particulier, les habitants des campagnes aient un avis plus tranché que les habitants des villes, qui seraient plus susceptibles de changer leur opinion avec l'apport d'information supplémentaires sur les SUV. Nous pouvons aussi constater que la p-valeur est plus faible pour le SUV dans le groupe ville que dans le cas général. Cela nous montre que l'hypothèse nulle (pas d'effets du traitement) est bien plus probable dans le cas du groupe campagne et le cas général que dans le cas du groupe ville, ce qui va dans le sens de l'hypothèse précédente.

6 AUTRES ANALYSES

6.1 LÉGITIMITÉ

ANALYSE GÉNÉRALE DE LA NOTE DE LÉGITIMITÉ

Après les trois questions principales de notre sondage, les personnes interrogées pouvaient estimer la légitimité des trois situations de consommation proposées. Les répondants pouvaient alors donner une note de légitimité à ce comportement. Les notes proposées étaient les suivantes, avec les explications correspondantes :

- 0 : besoin nécessaire
- 1 : besoin dans la plupart des cas
- 2 : cela dépend de la situation
- 3 : pas de légitimité dans la plupart des cas
- 4 : pas de légitimité dans tous les cas

Nous avons donc été en mesure d'analyser les notes de légitimité données dans les différentes situations, en fonction des traitements, mais aussi en réalisant une corrélation entre la réponse du répondant aux questions (en faveur de la taxe ou des interdictions/quotas) et la note de légitimité qu'il donnait par la suite. L'objectif de cette analyse était de chercher un lien entre la légitimité ou l'illégitimité que les individus associent à un comportement de consommation et leur choix de politiques environnementales par la suite.

D'une manière plus générale, il s'agissait pour nous de voir si les traitements faisaient varier la perception de légitimité des comportements par les individus, ou si cette perception ne variait que très peu et influençait largement le choix de politiques environnementales. Il se peut aussi, la question étant posée après les trois questions principales, que les répondants aient ajusté la note de légitimité donnée en fonction de la politique qu'ils avaient choisie.

Pour cette analyse, nous avons donc commencé par calculer la moyenne de la note de légitimité donnée en fonction des groupes de traitements. Le nombre de répondants à la question portant sur la légitimité est de 543. Nous avons obtenu les tableaux ci-dessous :

	SUV	Viande rouge	Avion
Pareto et apport d'information (N=141)	3.04	2.73	2.3
Pareto sans apport d'information (N=119)	3.04	2.4	2.15
Apport d'information (N=138)	3.01	2.57	2.38
Aucun traitement (N=145)	3.13	2.45	2.11

TABLE 10 – Moyenne de la légitimité perçue dans les différents groupes

	SUV	Viande rouge	Avion
Moyenne	3.06	2.54	2.24
Variance	0.85	1.08	0.69

TABLE 11 – Moyenne et variance de la légitimité perçue pour les différentes situations

Lorsque nous regardons la variance de la note de légitimité donnée pour chaque question (Table 11), nous remarquons une plus faible variance pour l'avion, ce qui montre que la question de l'avion polarise moins la population que les autres sujets. En effet, les individus donnent des notes de légitimité plus proches entre elles que sur les autres questions. C'est en tout cas ce que nous constatons avec la population considérée. Il faut y prêter attention car, ici, nous étudions les résultats en absolu, et non pas en relatif comme avant, selon l'effet des traitements.

Selon la valeur de la variance, la question du SUV apparaît comme étant la seconde situation la plus polarisante. La viande rouge serait ainsi le sujet le plus polarisant. Au vu des résultats pour le SUV, nous nous serions attendus à ce que ce soit le SUV qui soit le sujet le plus polarisant, car les résultats n'étaient pas significatifs (selon la p-valeur). Néanmoins, nous pouvons ici remarquer que, malgré une variance plus grande de la note de légitimité donnée pour la viande rouge, les individus sont sensibles à l'apport d'informations à ce sujet (selon la partie 5).

Une autre hypothèse, qui pourrait expliquer pourquoi l'apport d'information n'a pas d'effets significatifs dans le cas du SUV, porte sur la pertinence des informations apportées pour les individus. Cette hypothèse avait déjà été avancée en partie 5. Ici, la plus faible variance pour le SUV pourrait corroborer cette hypothèse. Dans la Table 10, nous pouvons constater que l'apport d'informations fait varier les moyennes d'environ 0.2 dans le cas d'apport d'informations, pour la viande et l'avion. En parallèle, la variation pour le SUV est plus faible et même négative.

D'une manière plus générale, nous constatons que la moyenne de légitimité donnée varie peu pour toutes les questions. Nous avons déjà remarqué pour l'avion et la viande ce qui peut être une tendance, avec une augmentation de la moyenne (la consommation est considérée plus illégitime) dans le cas de l'apport d'information. En effet, la moyenne de la note de légitimité passe de 2.43 (sans informations complémentaire) à 2.65 (avec informations complémentaire) pour la viande rouge. Elle évolue de 2.13 à 2.34 pour l'avion. Au contraire, elle diminue de 3.09 à 3.03 pour le SUV.

Pour confirmer le caractère significatif de cette tendance, nous calculons les p-valeurs. Pour cela, nous avons utilisé un t-test, en utilisant la moyenne obtenue sans l'apport d'informations, et en comparant avec la moyenne de la note de légitimité obtenue avec l'apport d'informations. Cela nous a permis d'obtenir le tableau suivant :

Légitimité : Info/Sans Info	t-valeur	p-valeur	Interprétation
SUV	-1.15	0.25	Non significatif
Viande rouge	3.76	0.0002	Significatif
Avion	4.53	Très inférieur à 0.05	Significatif

TABLE 12 – t-valeurs et p-valeurs pour les trois situations - Moyenne de légitimité dans le cas d'apport d'informations

Ces p-valeurs confirment que la tendance est significative. L'apport d'informations influence effectivement la note de légitimité, en l'augmentant.

CORRÉLATION ENTRE RÉPONSE ET NOTE DE LÉGITIMITÉ

À présent, nous réalisons une corrélation entre les réponses des individus (et notamment leur adhésion à la taxe carbone) et la note de légitimité qu'ils ont donnée. Les données suivantes indiquent les corrélations trouvées entre la réponse et la note de légitimité donnée :

- SUV : nombre de personnes ayant adhéré à la taxe carbone pour cette question = 215 ; nombre de personnes n'ayant pas adhéré = 328.
- Viande : nombre de personnes ayant adhéré à la taxe carbone pour cette question = 333 ; nombre de personnes n'ayant pas adhéré = 210.
- Avion : nombre de personnes ayant adhéré à la taxe carbone pour cette question = 328 ; nombre de personnes n'ayant pas adhéré = 215.

Cela nous donne les moyennes suivantes en divisant les personnes en deux catégories ; personnes ayant choisi la taxe carbone VS personne ayant choisi l'interdiction ou les quotas non échangeables :

	SUV	Viande	Avion
Personnes ayant adhéré à la taxe carbone	M = 2,51 V = 0,89	M = 2,17 V = 0,93	M = 1,93 V = 0,61
Personnes ayant adhéré aux quotas	M = 3,42 V = 0,50	M = 3,14 V = 0,74	M = 2,72 V = 0,44

TABLE 13 – Moyennes (M) et variances (V) de la légitimité perçue dans les différents sous-groupes

Nous avons aussi tracé les diagrammes suivants, qui représentent la dispersion spatiale des notes données, en fonction de la réponse.

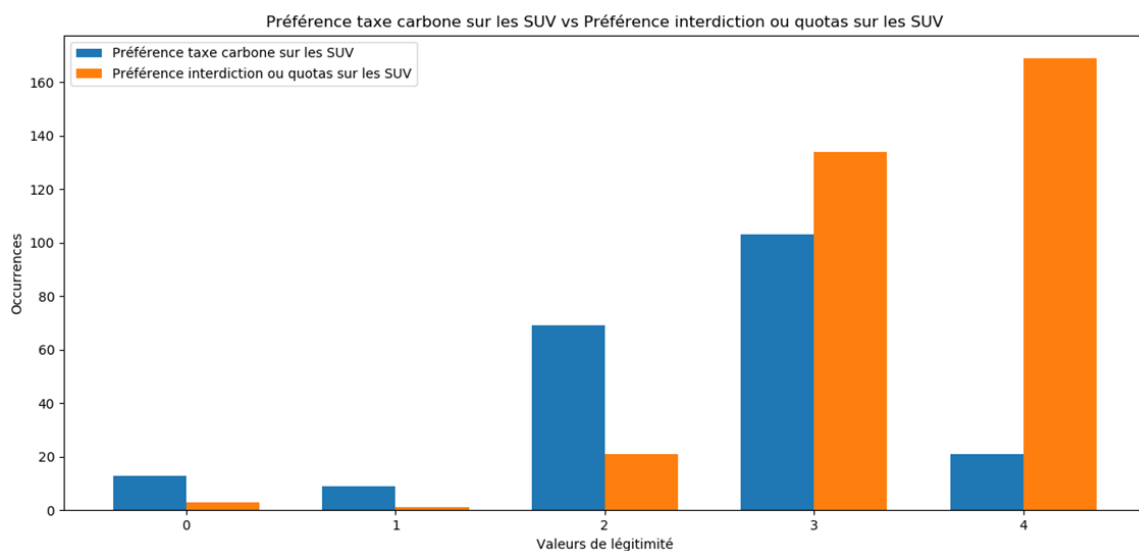


FIGURE 7 – Adhésion à la taxe carbone en fonction de la note de légitimité - Cas des SUV

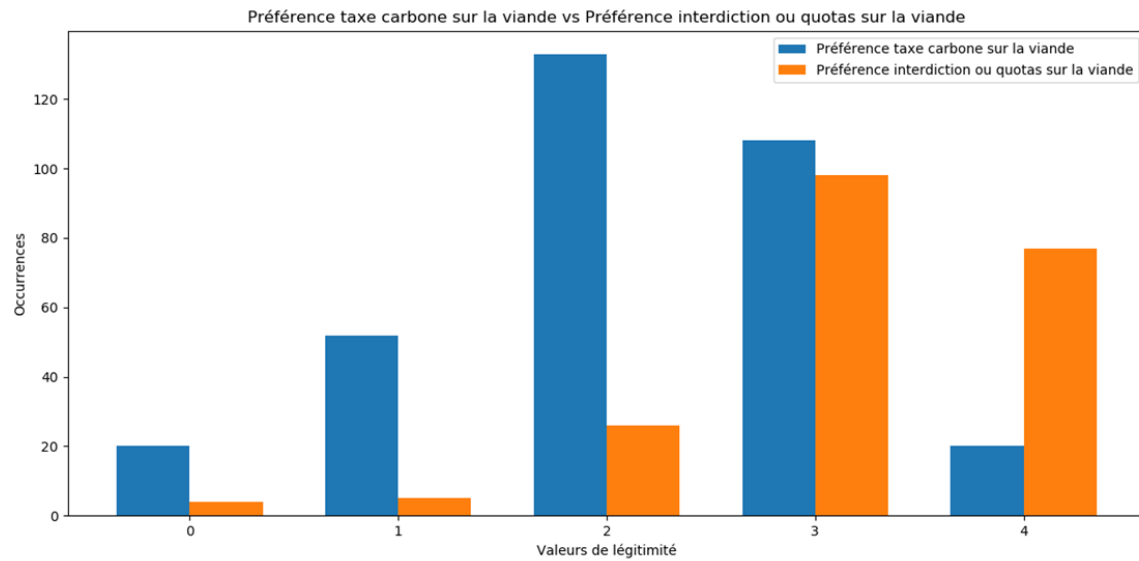


FIGURE 8 – Adhésion à la taxe carbone en fonction de la note de légitimité - Cas de la viande rouge

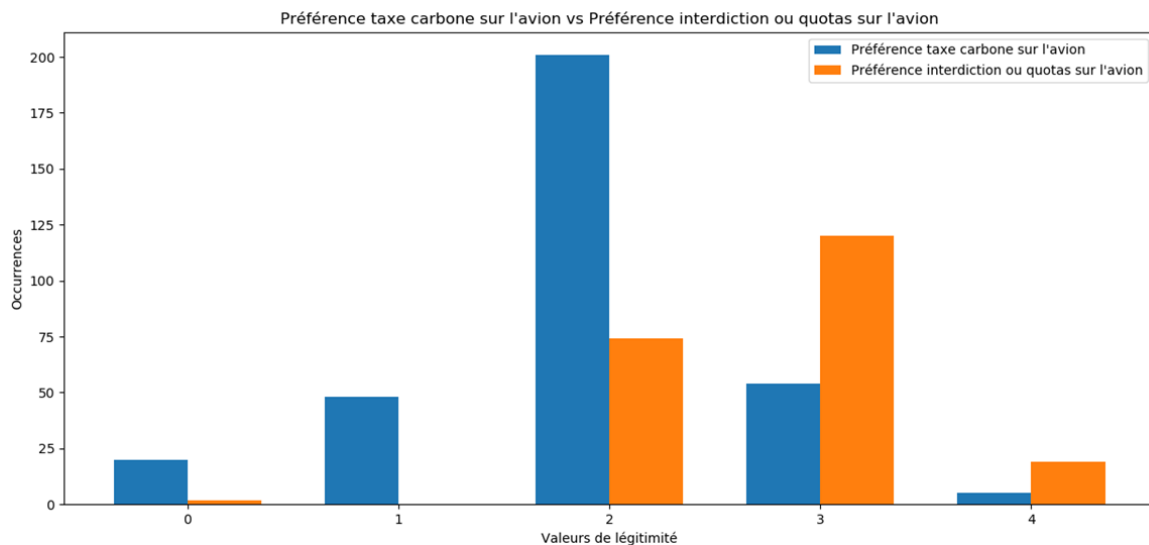


FIGURE 9 – Adhésion à la taxe carbone en fonction de la note de légitimité - Cas de l'avion

Dans un premier temps, il est intéressant de remarquer le décalage des notes données en fonction du choix des individus. C'est cohérent avec les moyennes plus élevées que nous obtenons dans le cas du choix des interdictions ou quotas. Cela montre que le choix des quotas s'associe à une perception par l'individu d'une plus forte illégitimité de la consommation considérée. Malgré tout, nous remarquons aussi sur les diagrammes, que certains individus donnent la note 0 (besoin nécessaire) et votent pour les quotas. Inversement, des répondants votent pour la taxe carbone tout en donnant la note 4 (pas de légitimité dans tous les cas). Cela montre que si la perception du caractère plus ou moins légitime d'une consommation influence le choix de politiques environnementales pour beaucoup de personnes, certaines peuvent faire des choix apparaissant à première vue contradictoire (considérer un bien nécessaire et le limiter ou l'interdire, par exemple). Cela montre que d'autres

critères, autres que la légitimité, entrent dans la réflexion des individus. Par exemple, il est possible de juger que la viande est un besoin nécessaire mais qu'une quantité limitée suffit à tous. Inversement, comme l'analyse des commentaires le détaillera dans la suite de cette partie, il est possible que certains individus jugent un comportement illégitime dans tous les cas (notamment pour le SUV, où la proportion est très importante), mais favorisent malgré tout la taxe carbone, pour des raisons de liberté de choix ou de plaisir de consommation, par exemple.

Par ailleurs, le fait que la variance soit plus faible pour les trois situations dans le cas du choix des quotas est remarquable. Alors que les individus ayant choisi la taxe carbone présentent généralement une répartition sur toutes les notes entre 0 et 4, les individus choisissant les quotas donnent généralement des notes très proches identiques. Cela nous incite à étayer l'hypothèse présentée au paragraphe précédent. En effet, si les individus font leur choix convoquant d'autres critères que la légitimité, la variance et répartition des notes données nous incitent à penser que les personnes choisissant la taxe carbone accordent une importance peut-être un peu plus forte à ces autres critères, face à la légitimité pour les personnes choisissant les quotas.

6.2 MEDIATION ANALYSIS

On cherche ici à répondre plus en détails à la question suivante : l'explication du critère de Pareto augmente-t-elle la légitimité perçue de la situation ? De même, l'apport d'information augmente-t-il la légitimité déclarée par les répondants ? Si la réponse à ces deux questions est négative, alors la modification de la préférence pour la taxe carbone par rapport aux quotas non échangeables lorsqu'un (ou deux) traitement est appliqué résulte uniquement du traitement en lui-même, et qu'il n'y a pas de modification intermédiaire par le traitement de la légitimité perçue, qui provoque le changement de préférence.

On cherche à déterminer quel cas correspond à nos données, sachant que X est le traitement (Pareto ou information), M est le médiateur (la légitimité perçue) et Y est le résultat (préférence pour la taxe carbone ou les quotas).

Effet direct : $X \rightarrow Y$

Effet indirect : $X \rightarrow M \rightarrow Y$

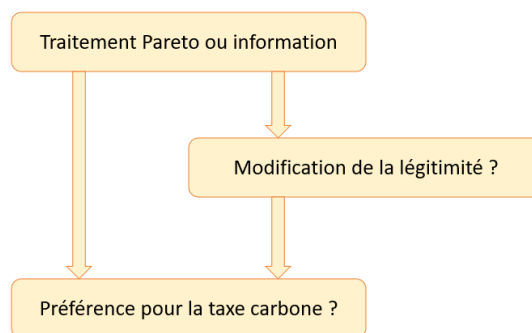


FIGURE 10 – Illustration de la question

Nous réalisons deux régressions pour savoir s'il y a une médiation ou non :

1. $M = \alpha_1 + \beta_1 X$: X influence-t-il le médiateur M ?

2. $Y = \alpha_2 + \beta_2 X + \beta_3 M$: le médiateur M a-t-il un effet sur Y en contrôlant X (en comparant avec la régression entre Y et X) ?

	α_1	β_1	p-valeur	Interprétation
SUV - Pareto	3.07	-0.03	0.69	Non significatif
SUV - Apport d'information	3.09	-0.06	0.43	Non significatif
Viande rouge - Pareto	2.51	0.07	0.42	Non significatif
Viande rouge - Apport d'information	2.43	0.23	0.01	Significatif
Avion - Pareto	2.24	-0.01	0.90	Non significatif
Avion - Apport d'information	2.13	0.22	0.003	Significatif

TABLE 14 – Résultats de la régression numéro 1

	α_2	β_2	β_3
SUV - Pareto	1.19	-0.02	-0.25
SUV - Apport d'informations	1.20	-0.05	-0.26
Viande rouge - Pareto	1.11	0.09	-0.21
Viande rouge - Apport d'informations	1.17	-0.05	-0.21
Viande rouge - Pareto	1.11	0.09	-0.21
Avion - Apport d'informations	1.25	-0.09	-0.27

TABLE 15 – Résultats de la régression numéro 2

Dans le cas de la première régression, étant donné que la p-valeur est trop élevée dans les cas autres que l'avion et la viande rouge pour le traitement avec apport d'informations, les coefficients de corrélation ne peuvent pas être analysés statistiquement.

Pour la viande rouge, dans le cas de l'apport d'informations, nous observons des coefficients de corrélation élevés entre X et M, de l'ordre de 0,20. Cela veut donc dire que X a une influence sur M. Il reste à voir si cela influence Y, ou si X influence Y et M distinctement. Dans les autres situations, on voit les coefficients sont bien plus faibles, et donc que même si les tests étaient plus robustes, l'influence de X sur M reste faible.

Pour la deuxième régression, nous n'avons pas réussi à obtenir de p-valeur. Néanmoins, on peut supposer qu'au moins celle pour le cas de l'avion et de la viande rouge pour le traitement avec apport d'informations seraient en dessous de 0.05. On remarque que dans ces deux situations, ainsi que dans les autres, β_2 est faible, toujours inférieur à 0,1 en valeur absolue, là où β_3 est toujours supérieur à 0,2. Dans les deux situations citées précédemment, nous avons même un rapport de plus de 3 entre les deux. Cela signifie donc que c'est à travers M que X a une influence sur Y.

Nous pouvons donc conclure en disant que c'est à travers le médiateur M, ici la légitimité, que le traitement avec apport d'informations influence le choix des personnes pour la préférence pour les quotas. Une personne qui modifierait son raisonnement après l'apport d'informations le ferait en utilisant le critère de la légitimité, et passerait de la taxe carbone aux quotas non échangeables.

6.3 ANALYSE QUALITATIVE

ANALYSE DES RÉPONSES LIBRES

Notre sondage comprenait une partie dédiée aux réponses libres, qui permettait aux participants de détailler les raisons ayant motivé leurs choix entre taxe carbone et quotas. Nous avons analysé ces réponses en les rassemblant par groupes d'affirmations. Les résultats chiffrés sont disponibles ci-dessous.

Affirmation	Nombre d'occurrences
Il y a des alternatives aux produits visés par la taxe carbone, il faut donc préférer les quotas	32
Dont mention directe de l'idée de caprice	2
Il n'y a pas de raison que les personnes les plus aisées soient avantagées : les quotas sont donc préférables	25
La taxe carbone est plus compatible avec la liberté : il y aurait trop d'interventionnisme avec les quotas	16
Les quotas permettent de limiter les émissions de gaz à effet de serre, contrairement à la taxe carbone	15
La taxe serait plus facile à mettre en place	15
La taxe carbone n'est pas assez haute, il faut donc préférer les quotas	7
Il y a un risque de marché noir avec les quotas, il faut donc préférer la taxe carbone	5
La taxe affecte prioritairement les personnes les plus aisées, elle est donc préférable aux quotas	4
Les quotas sont plus compatibles avec le respect du bien-être animal que la taxe carbone. Les quotas sont donc préférés	2
La taxe carbone permet de mettre des conséquences en place dès la première unité : elle est donc préférable aux quotas	1
Les quotas ont une valeur éducative et sont donc à privilégier	1

TABLE 16 – Nombre d'occurrences des affirmations les plus fréquentes. Données collectées dans les commentaires libres du sondage

Ces résultats nous permettent de mieux comprendre les raisonnements des personnes interrogées et notamment de mettre en lumière des biais ou l'importance de certains éléments dans les processus de choix.

Nous remarquons notamment que l'idée d'alternative aux biens taxés est mentionnée 32 fois. Cet argument était souvent utilisé pour montrer que la consommation de produits polluants est perçue comme illégitime. En effet, s'il existe des alternatives accessibles aux biens polluants, on peut penser qu'il n'y a aucune raison d'autoriser leur consommation et qu'il vaudrait donc mieux les interdire. Les quotas permettent à cet égard

de pousser la population vers des alternatives plus vertes et tout aussi fonctionnelles en limitant réellement les émissions de gaz à effet de serre. La taxe carbone, à l'inverse, autoriserait des consommations nocives pour l'environnement et ce même si elle compense les externalités associées : "l'idée n'est pas de prendre en charge les effets du réchauffement climatique mais de les limiter" avons-nous pu lire.

En fin de compte, la taxe carbone autoriserait des émissions climatiques illégitimes, qui pourraient être évitées : on réparerait les dégâts de la consommation mais le carbone émis serait associé à des consommations vaines, évitables. Notons que ce raisonnement se substitue directement au critère de Pareto, qui nous pousse dans ce cas à raisonner de la sorte : si la propension à payer d'un agent pour le bien polluant est supérieure au montant de ce bien et de l'externalité associée alors il n'y a pas de raison d'en interdire la consommation. La dimension morale, non prise en compte dans le critère de Pareto, prend ici une importance décisive. Nous pouvons penser que cet élément peut être exacerbé dans la réalité, où l'hypothèse d'une taxe carbone parfaite (pour les victimes humaines seulement), couvrant tous les dommages causés par le rejet de gaz à effet de serre, est levée.

Cela nous permet également de mieux comprendre nos résultats sur les SUV : ceux-ci étant considérés comme hautement substituables, il peut apparaître intolérable à certaines personnes de les laisser en libre circulation. Ce point de vue est corroboré par le diagramme représentant les notes de légitimité données en fonction de la politique choisie (Figure 7), où l'on voit une prédominance des hautes notes (forte illégitimité perçue). À l'inverse, des produits comme les voyages en avion sont vus comme moins substituables ce qui peut rendre la taxe carbone préférable. Cela peut notamment expliquer la faible sensibilité à l'apport d'information sur les SUV : ceux-ci étant assez controversés et vus comme substituables, un certain nombre de personnes a déjà des idées fortes sur leur nocivité environnementale et l'apport d'information ne change pas leur opinion.

Nous pouvons également relever que les réflexions sur les alternatives sont souvent liées aux réflexions sur le pouvoir d'achat. En effet, 25 personnes ont avancé que la taxe carbone ne laisse qu'aux personnes les plus aisées la possibilité de consommer les produits ciblés. Mettre en place une taxe carbone reviendrait donc à interdire l'accès à certains produits à une partie de la population, sur la base de la richesse. Cela mettrait également l'avenir de la planète dans les mains des plus aisés, seuls capables de décider s'ils souhaitent limiter leur consommation de produits polluants. Le critère de justice sociale est alors souvent avancé : les quotas ont le mérite de limiter le pouvoir de pollution des personnes ayant le plus de ressources financières.

Les deux affirmations sont mêlées à l'idée que ces personnes aisées ne seraient pas forcément à même de faire les meilleurs choix pour tous. Nous avons choisi de relever les occurrences du mot "caprice" qui illustre cette idée avec le plus de force. La logique sous-jacente est la suivante : avec une taxe carbone les personnes les plus aisées seraient les seules capables de se procurer les produits les plus polluants et seraient donc seules à même de décider de l'avenir de la planète. Or, ces personnes n'accordent pas d'importance voire ne savent pas ce qui est bon pour tous, et peuvent faire preuve d'égoïsme : leur consommation est donc un caprice car elle ne fait pas appel à la raison et serait substituable par une consommation plus vertueuse. Ici encore, notons que le critère de Pareto ne peut prendre en compte cette notion : il ne dit rien des égalités et une situation où un agent possède toutes les ressources et un autre agent ne possède rien est un optimum de Pareto.

D'autres affirmations sont revenues fréquemment, comme l'idée que la taxe carbone est plus compatible avec la liberté et que les quotas seraient associés à trop d'interventionnisme, que la taxe carbone serait plus simple à mettre en place d'un point de vue logistique ou que les quotas sont seuls capables de réellement limiter les émissions de gaz à effet de serre. Toutes ces notions, qu'elles soient en faveur de la taxe carbone ou des quotas, ne peuvent être prises en compte par le critère de Pareto.

Cette analyse qualitative nous montre donc principalement l'importance des idées de légitimité et de justice sociale aux yeux de la population. Une politique efficace au sens économique peut ainsi être rejetée, potentiellement avec violence, si elle est perçue comme un vecteur d'inégalités et autorisant des consommations vaines. Nous pouvons formuler l'hypothèse que ces éléments sont d'autant plus importants dans la sphère publique, où l'hypothèse de taxe carbone parfaite est levée et où de nombreuses idées reçues entourent la taxe carbone.

RÉFLEXION SUR NOTRE SONDAGE

Cette analyse textuelle a également été l'occasion de réfléchir à notre sondage et sa formulation. Nous avons ainsi retenu quatre axes de réflexion.

Le premier porte sur la formulation des critères de choix, qui servent à justifier les réponses aux trois situations. Nous rappelons la formulation de la question et les critères proposés ci-dessous :

Lorsque vous avez répondu aux questions précédentes, quels critères avez-vous pris en compte ? **[Les critères apparaissent dans un ordre aléatoire]**

- ☐ Critère éthique envers les personnes victimes de la pollution et du changement climatique
- ☐ Critère éthique envers les animaux autres qu'humains victimes de la pollution et du changement climatique
- ☐ Critère d'égalité
- ☐ Critère de justice sociale
- ☐ Critère d'optimalité économique
- ☐ Critère de légitimité
- ☐ Autre critère

Les critiques qui nous ont été adressées sont que ces critères sont trop restrictifs et peuvent orienter la réflexion. Des critères comme "plaisir de la consommation" ou "liberté de choix" auraient été appréciés. Les critères ne sont pas forcément clairs pour toutes les personnes ayant répondu au sondage. Pour pallier à cela, nous aurions pu détailler ce que nous entendions pour chacun des critères, toutefois il y aurait également eu un risque assez important d'introduction de biais.

Le deuxième type de critique porte sur le choix entre taxe carbone et quotas : certaines personnes auraient apprécié voir une option "continuer à polluer sans payer" ou "je trouve les deux solutions mauvaises de façon équivalente". Cela aurait ainsi permis de représenter une plus grande variété d'opinions et prendre en compte, selon les mots d'une personne interrogée, le manque d'intérêt de la population pour les questions climatiques. Cela aurait permis de tester l'importance de ce désintérêt mais nous aurait éloigné de notre objectif qui était de comparer l'adhésion à la taxe carbone et aux quotas dans différentes situations. Il serait toutefois intéressant de mener une étude complémentaire pour tester les niveaux d'intérêt de la population pour les questions climatiques, en menant une réflexion sur les moyens d'accéder à leurs réelles préférences et non à des réponses peu sincères. Une littérature abondante en économie comportementale se penche sur les moyens de pousser des personnes interrogées à révéler leurs préférences réelles et cette difficulté technique devrait donc pouvoir être dépassée. Une étude sur ce thème a été menée par VLASCEANU et al. (2024) [18] et montre que les niveaux d'attention accordée aux enjeux climatiques peuvent être sous-estimés et varient selon les pays.

La troisième critique est que cette approche résume l'écologie à des scores carbones et distrait des vrais problèmes comme la pollution de l'eau. Il est vrai que l'écologie englobe de nombreux sujets tous importants. Nous relevons ce point également pour souligner que les résultats de cette étude sont transposables aux questions de taxes ou de quotas sur des sujets comme la pollution des eaux et permettent de donner un éclairage nouveau aux réflexions menées entre taxes pigouviennes et théorème de Coase.

Enfin, il nous a été suggéré qu'il aurait pu être intéressant de demander leur genre aux répondants afin de

voir si une différence existe, notamment pour les SUV et la viande rouge. On peut émettre l'hypothèse qu'un biais genré pourrait effectivement augmenter le soutien des hommes à une taxe carbone et le soutien des femmes aux quotas, les différents genres considérant ces consommations comme plus ou moins importantes. Il semble en effet que ce biais existe, comme montré dans l'article d'ELERT et al. (2022) [19].

7 CONCLUSION

Nous avons étudié les préférences entre la taxe carbone et les quotas à l'aide d'un sondage avec un double traitement : un apport d'information sur le critère de Pareto et un apport d'information sur les trois situations testées (avion, viande rouge, SUV). Le but de cette étude était de déterminer quels critères les personnes testées utilisent le plus pour choisir entre quotas et taxe carbone. En particulier, nous souhaitions comprendre quels critères sont substitués au critère de Pareto dans l'évaluation normative des politiques environnementales par la population.

Nous avons récolté 575 réponses entre le 24 février et le 9 avril 2025. Nous avons montré qu'il existe une différence dans l'efficacité des traitements entre les trois situations : l'apport d'information modifie de façon significative les niveaux d'adhésion à la taxe carbone pour la viande rouge et les avions mais change peu ce niveau pour les SUV. Les personnes sondées semblent avoir des opinions plus marquées au sujet des SUV que de la viande rouge ou des avions, ce qui pourrait expliquer cet effet : ayant déjà un avis tranché, l'apport d'information ne modifie pas cet avis. Le traitement consistant à présenter le critère de Pareto (sans le nommer) donne des résultats très similaires à ceux de la population n'ayant reçu aucun traitement : nous n'enregistrons aucune différence significative. Le sondage comporte des questions de compréhensions, nous pouvons donc éliminer l'hypothèse d'une incompréhension du critère. Il semble donc que la population sondée choisisse de ne pas utiliser le critère de Pareto pour y substituer d'autres critères normatifs.

Les critères les plus utilisés sont les critères de justice et de légitimité. Une analyse qualitative des textes que nous avons reçus nous permet de mettre en lumière certains des raisonnements utilisés. Nous avons ainsi pu voir que certaines personnes choisissent les quotas car ils perçoivent la consommation des biens polluants comme illégitime car ceux-ci sont substituables. La taxe carbone donnerait également le pouvoir aux personnes les plus aisées de décider du niveau d'émissions, ce qui est perçu comme injuste. À l'inverse, les quotas peuvent être associés à un gouvernement trop interventionniste ce qui amène certaines personnes à préférer la taxe carbone. Une mediation analysis confirme que le soutien aux quotas augmente lorsque la légitimité perçue diminue (et donc que l'illégitimité perçue augmente), ce qui est induit par l'apport d'informations.

8

APPENDIX

8.1 ANNEXE 1 : CALCULS EFFECTUÉS POUR LE SONDAGE

Le taux de change du dollar le 18 décembre 2024, jour où nous avons réalisé les calculs, était de 1,0496 euros selon la Banque de France. Ce nombre étant très proche de 1 nous avons approximé les valeurs en euros à celles en dollars.

Calcul de la taxe carbone pour le chocolat (introduction) :

Poids : tablette de 200 g

Emissions : 12.6 kg de CO₂ [12]

Emissions du produit spécifique : $\frac{12.6}{5} = 2.52$ kg de CO₂.

Avec une taxe de 200\$ par tonne CO₂

Taxe associée : $200 \times \frac{2.52}{1000} = 0.504$ euros.

Calcul de la taxe carbone pour la viande rouge :

Prix d'un kilo de viande rouge : en moyenne 20 euros [12]

Moyenne des émissions associées : 32kg de CO₂ [12]

Avec une taxe carbone de 200\$ par tonne de CO₂

Taxe associée : $200 \times \frac{32}{1000} = 6,5$ euros.

Calcul de la taxe carbone pour le parc SUV :

Nombre de SUV en France : 3 millions [13]

Différence entre les émissions d'un SUV et d'une berline : 20% [14]

Nombre de kilomètres parcourus par une voiture chaque année : 9500 [10]

Émissions de CO₂ par km pour un SUV : 133g [15]

Avec une taxe carbone de 200\$ par tonne de CO₂

Taxe associée : $200 \times \frac{133}{10^6} \times 9500 \times 3 \times 10^6 \times 0.20 = 150$ millions d'euros par an pour tout le parc automobile (50 euros en plus par SUV).

Nous n'avons pas réussi à trouver de données sur les émissions dues à la fabrication des SUV comparées à celle de voitures standard.

Calcul de la taxe carbone pour l'avion :

Emission de CO₂ pour 1000 km en avion : 150 kilos par passager (Greenearth)

Avec une taxe carbone de 200\$ par tonne de CO₂

Taxe associée (pour un passager) : $200 \times \frac{150}{1000} = 30$ euros.

8.2 ANNEXE 2 : CONSTRUCTION DU GRAPHIQUE SUR LES APPORTS EN PROTÉINES

Sources : [12], [16] Emission de CO₂ :

- Boeuf (steak haché) : 33 kg eq CO₂/kg
- Filet de poulet : 6.8 kg eq CO₂/kg
- Oeuf : 3.2 kg eq CO₂/kg

— Tofu : 0.7 kg eq CO₂/kg

Apports en protéines :

— Boeuf : 20 g

— Filet de poulet : 23 g

— Oeuf : 13 g

— Tofu : 14 g

Apports nécessaires quotidiens : [17]

Carte présentant la répartition des SUV en région parisienne : [20]

Apport d'information sur l'avion : [11]

8.3 ANNEXE 3 : SONDAGE

Les questions du sondage et les réponses possibles sont détaillées ci-dessous.

Évaluation de politiques environnementales

Bonjour, nous sommes des élèves de l'École polytechnique et nous avons réalisé un sondage dans le cadre d'un projet scientifique collectif.

Nous allons vous poser une série de questions sur votre préférence entre deux politiques environnementales dans différentes situations.

L'honnêteté de vos réponses est très importante pour l'analyse des résultats. **Il n'y a pas de bonne réponse** et les questions n'ont pas de lien entre elles. Vos réponses sont confidentielles et ne permettent pas de vous identifier.

Commencer

L'étude dure 5 à 10 minutes. Le plus important est de bien lire les explications qui vous sont données au début. Cela prend quelques minutes. Après cela, il y a trois questions sur des situations, puis des questions générales pour terminer. Attention, il n'est pas possible de revenir en arrière dans le sondage.

Commencer

Explication des deux politiques environnementales

La **taxe carbone** est une taxe qui s'ajoute au prix de tous les objets ou services vendus. Elle est **proportionnelle aux émissions de gaz à effet de serre** liées à la production de l'objet ou la réalisation du service. L'argent ainsi récolté sert à **financer des projets écologiques** et à **compenser les personnes victimes** de la pollution, du changement climatique et des catastrophes climatiques.

Dans ce sondage, vous rencontrerez aussi la notion de quotas non échangeables et d'interdictions. On parle de **quota** quand la consommation d'un objet ou d'un service est limitée sur une période de temps déterminée. Exemple : 5 kg maximum de fruits exotiques par personne et par an, toute la vie. **Une fois ce seuil de consommation dépassé, il est interdit de consommer davantage.**

La taxe carbone et la mise en place de quotas sont ainsi deux façons de limiter la consommation des biens et services particulièrement polluants, et donc leur impact environnemental.

Vous allez choisir entre taxe carbone et quota pour 3 objets ou services différents.

Continuer

Un exemple pour illustrer la taxe carbone et les quotas

Voici un exemple : supposons qu'une tablette de chocolat rapporte 2 euros à l'entreprise qui la produit et coûte 50 centimes à la société à cause de la pollution qu'elle génère. Ces 50 centimes contribuent à payer les dommages causés (par exemple en finançant la transition écologique) ainsi qu'à compenser financièrement les personnes impactées.

Supposons que quelqu'un ait vraiment envie d'acheter la tablette de chocolat et soit prêt à payer un surplus pour compenser la pollution de la tablette de chocolat. Cette personne paie alors 2,50 euros. L'entreprise reçoit 2 euros et les 50 centimes restants sont utilisés pour compenser les victimes humaines de la pollution et financer la transition écologique.

La taxe carbone peut dissuader certaines personnes d'acheter la tablette de chocolat. Une personne peut décider de ne pas acheter la tablette de chocolat si le prix est supérieur à 2€. Mais cela n'évite pas toute la pollution comme le font les quotas.

J'ai compris

Les 50 centimes de taxe carbone ont été calculés avec un coût de 200 euros par tonne de CO₂ équivalent émise. Nous ne nous intéressons pas à l'estimation de la valeur de la taxe carbone en tant que telle. Nous nous intéressons simplement au principe général de taxation.

Il faut considérer que **la taxe est bien calculée et prend en compte tous les dommages causés par le rejet de CO₂**. Ainsi, toutes les personnes victimes des effets climatiques reçoivent l'argent nécessaire pour couvrir les pertes qu'elles ont subies.

J'ai compris

[Si le groupe a l'explication du critère de Pareto]

Les économistes doivent souvent choisir entre plusieurs situations. Il leur faut donc un outil pour déterminer quelle est la meilleure situation parmi tous les choix possibles.

Un des outils utilisés pour trancher est le suivant : **une situation est meilleure qu'une autre si elle permet d'augmenter le bonheur de tout le monde en même temps**. Nous insistons sur le fait que c'est un outil parmi d'autres. Prenons un exemple simple d'explication de cet outil.

Considérons deux amis : Lucie et Maxime. Chacun a une pomme et une poire. Maxime préfère les pommes et Lucie, les poires. Donner les deux pommes à Maxime le rendra plus heureux tout comme donner les deux poires à Lucie la rendra plus heureuse. L'échange entre ces deux personnes augmente donc leur bonheur.

Selon cet outil, la situation après échange est préférable à la situation initiale.

J'ai compris

Question de compréhension

Pour vérifier votre compréhension de cet outil, nous vous proposons de répondre à une question

rapide. Ce n'est pas votre avis personnel mais votre compréhension de l'outil qui est testé.

Importer des mangues en France pollue particulièrement. Considérons une personne qui aimerait consommer des mangues. Elle est prête à payer la taxe carbone associée.

Selon l'outil présenté juste avant, quelle est la meilleure des deux situations ?

- ☐ L'importation des mangues en France est interdite
- ☐ La personne peut acheter des mangues, en payant la taxe carbone associée

Suite

[Si la réponse est mauvaise]

Ce n'était pas la bonne réponse. Interdire l'importation de mangues n'augmente pas le bonheur de tout le monde.

La taxe carbone permet d'augmenter le bonheur du consommateur, qui peut manger une mangue. Du CO₂ est émis mais comme la taxe compense les victimes, leur bonheur ne diminue pas à cause de la pollution. La taxe sert à financer la transition écologique donc on considère que le bonheur de tous augmente.

Après cette question :

- ☐ J'ai compris
- ☐ Je souhaite relire l'explication de l'outil

Question de compréhension

Cette question ne demande pas votre avis personnel, mais vise à évaluer votre compréhension de l'outil expliqué plus tôt.

Une mairie souhaite réduire le nombre de voitures dans le centre-ville. Pour cela, elle hésite entre interdire les voitures ou mettre en place un péage à l'entrée du centre-ville, dont les recettes permettront de compenser les habitants et de mettre en place des projets de compensation des émissions et de la pollution.

Selon l'outil présenté, en considérant que les recettes du péage compensent la pollution associée, quelle est la meilleure des deux situations ?

- ☐ Mettre en place le péage
- ☐ Interdire les voitures en centre-ville

[Si la réponse est mauvaise]

Ce n'était pas la bonne réponse. Interdire les voitures en centre-ville n'augmente pas le bonheur de tout le monde.

Le péage permet d'augmenter le bonheur du consommateur, qui peut continuer à conduire en centre-ville. Du CO₂ est émis mais comme la taxe compense les victimes, leur bonheur ne diminue pas à cause de la pollution. La taxe sert à financer la transition écologique donc on considère que le bonheur de tous augmente.

Nous rappelons qu'il s'agit seulement d'un outil utilisé en économie.

Nous voulons nous assurer que vous le comprenez mais ce qui nous intéressera dans le sondage est vos réponses personnelles : vous n'êtes pas obligés de répondre en accord avec cet outil.

[Si la réponse est bonne]

Vous avez bien compris le principe.

Nous rappelons qu'il s'agit seulement d'un outil utilisé en économie.

Nous voulions nous assurer que vous comprenez cet outil mais ce qui nous intéressera dans le sondage est votre avis personnel. Vous pouvez utiliser cet outil s'il vous paraît pertinent, ou bien raisonner différemment.

Suite

Passons à présent aux trois situations. Encore une fois, **il n'y a pas de bonne réponse** entre la taxe carbone et la mise en place de quotas. Nous aimerions avoir votre opinion et savoir quelle mesure vous trouvez la plus convaincante selon la situation.

J'ai compris

[Les trois situations suivantes apparaissent dans un ordre aléatoire]

SUV (Sport Utility Vehicle)

Les SUV rejettent 20% de gaz à effet de serre en plus que les voitures de taille équivalente pour la même utilisation.

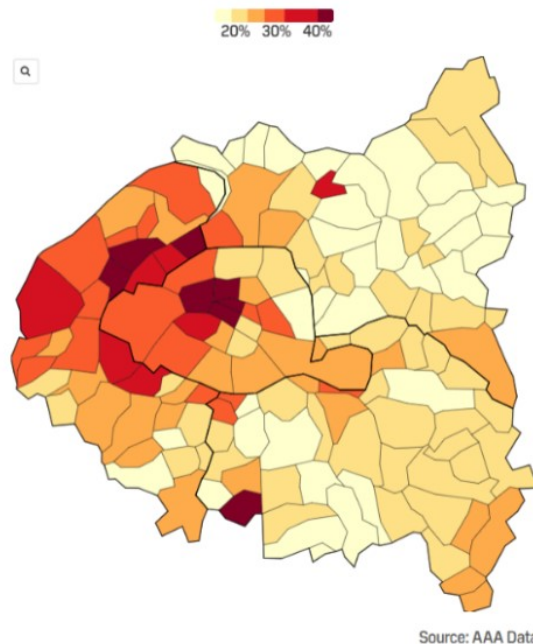
Le gouvernement souhaite donc mettre en place une loi environnementale sur les SUV. Si on devait mettre un prix sur la pollution que les SUV français génèrent en plus par rapport aux autres voitures, celui-ci serait de 30 millions d'euros par an. **Supposons que les acheteurs de SUV soient prêts à payer leur part annuelle de cette pollution.**

[Si le groupe a les informations complémentaires]

Informations complémentaires

Voici des informations complémentaires, libre à vous de les prendre en compte si vous les jugez pertinentes.

Le SUV est vendu comme une voiture conçue pour **circuler en terrain difficile** avant tout. Nous allons ici illustrer une partie du débat autour de ces véhicules. La carte suivante montre la **proportion de SUV parmi les voitures vendues à Paris** en 2019.



Nous voyons que les SUV sont les plus présents au niveau des **arrondissements centraux de Paris et dans les quartiers ouest, riches et urbains**. Dans ces zones, près d'une voiture vendue sur trois est un SUV, ce chiffre étant en **hausse constante**.

Préférez-vous que la loi environnementale **autorise les personnes à acheter des SUV si elles paient leur part annuelle de pollution** ou que la loi leur **interdise l'achat de SUV** ?

- ☐ Autoriser les personnes à acheter des SUV en payant leur part annuelle
- ☐ Interdire l'achat de SUV

Suite

Avion

Le gouvernement a mis en place une loi environnementale sur l'avion qui **fixe un nombre de kilomètres en avion par individu**. Certaines personnes veulent cependant dépasser la quantité de kilomètres en avion fixée par la loi. La taxe carbone est de 30 euros pour 1000 km parcourus en avion pour chaque personne. À titre d'exemple, 1000km correspond à un Paris-Madrid, qui coûte en moyenne 45 euros pour l'aller. Supposons que ces personnes soient prêtes à payer 30 euros en plus pour chaque 1000 km parcourus en avion.

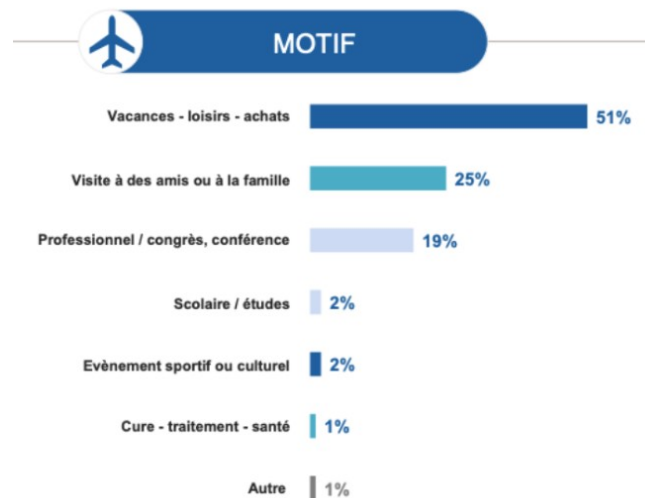
[Si le groupe a les informations complémentaires]

Informations complémentaires

Voici des informations complémentaires, libre à vous de les prendre en compte si vous les jugez pertinentes.

1% de la population mondiale émet 50% du CO₂ provenant de l'aviation commerciale en 2023, d'après le ministère chargé des transports.

Voilà également la répartition des différentes raisons pour lesquelles les gens prennent l'avion.



Préférez-vous, quand la quantité fixée est dépassée, que la loi environnementale autorise à voyager en avion en payant la taxe de 30 euros par 1000 km parcourus, ou que la loi interdise alors de prendre l'avion ?

- ☐ Autoriser à voyager en avion en payant la taxe de 30 euros par 1000 km parcourus
- ☐ Interdire de prendre l'avion au-delà de la quantité fixée

Suite

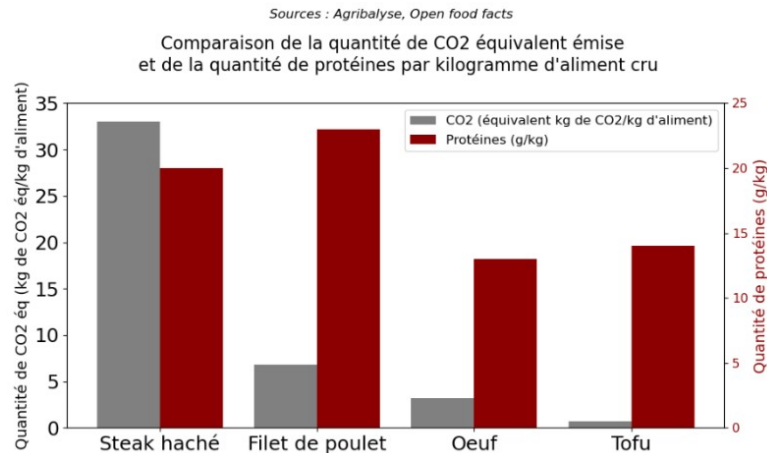
Viande rouge

Le gouvernement a mis en place une loi environnementale sur la **viande rouge** qui **fixe un quota de consommation par individu**. Prenons l'exemple de steak haché de bœuf. Un kilogramme de steak haché coûte 20 €. La taxe carbone est de 6,5 € par kilogramme. **Certaines personnes veulent cependant consommer plus de viande rouge que la quantité fixée par la loi**. Supposons que ces personnes soient **prêtes à payer 26,5 €** pour un kilogramme de steak haché (au lieu de 20 € sans la taxe).

[Si le groupe a les informations complémentaires]

Informations complémentaires

Voici des informations complémentaires, libre à vous de les prendre en compte si vous les jugez pertinentes.



Préférez-vous que la loi environnementale **autorise l'achat d'unités supplémentaires** de viande rouge à 26,5 €/kg au lieu de 20 €/kg (du fait des 6,5 € de taxe carbone) **ou** que la loi **interdise l'achat d'unités supplémentaires** ?

- ☐ Autoriser l'achat d'unités supplémentaires de viande rouge à 26,5 euros l'unité
- ☐ Interdire l'achat d'une unité supplémentaire

Suite

Lorsque vous avez répondu aux questions précédentes, quels critères avez-vous pris en compte ? [Les critères apparaissent dans un ordre aléatoire]

- ☐ Critère éthique envers les personnes victimes de la pollution et du changement climatique
- ☐ Critère éthique envers les animaux autres qu'humains victimes de la pollution et du changement climatique
- ☐ Critère d'égalité
- ☐ Critère de justice sociale
- ☐ Critère d'optimalité économique
- ☐ Critère de légitimité
- ☐ Autre critère

Voulez-vous détailler les raisons de vos choix ?

Espace d'écriture libre

Suite

De 0 (besoin nécessaire) à 4 (sans légitimité), à combien évaluez-vous le degré de légitimité des personnes souhaitant continuer à consommer après avoir épuisé leur quota ? [Les trois situations apparaissent dans un ordre aléatoire]

Consommer de la viande rouge

- ☐ 0 : besoin nécessaire
- ☐ 1 : besoin dans la plupart des cas
- ☐ 2 : cela dépend de la situation
- ☐ 3 : pas de légitimité dans la plupart des cas

- ☐ 4 : pas de légitimité dans tous les cas

Prendre l'avion

- ☐ 0 : besoin nécessaire
- ☐ 1 : besoin dans la plupart des cas
- ☐ 2 : cela dépend de la situation
- ☐ 3 : pas de légitimité dans la plupart des cas
- ☐ 4 : pas de légitimité dans tous les cas

Acheter un SUV

- ☐ 0 : besoin nécessaire
- ☐ 1 : besoin dans la plupart des cas
- ☐ 2 : cela dépend de la situation
- ☐ 3 : pas de légitimité dans la plupart des cas
- ☐ 4 : pas de légitimité dans tous les cas

Suite

Enfin, il ne nous manque plus que quelques informations générales sur vous. Elles ne peuvent pas être utilisées pour vous identifier, nous vous rappelons que le sondage est anonyme.

Quel âge avez-vous ?

- ☐ 15-24
- ☐ 25-34
- ☐ 35-44
- ☐ 45-54
- ☐ 55-64
- ☐ 65 et plus

Suite

Quelle est votre situation professionnelle ?

- ☐ étudiant · e
- ☐ cadres et professions intellectuelles supérieures
- ☐ artisan · e, commerçant · e ou chef · fe d'entreprise
- ☐ employé · e
- ☐ ouvrier · ère
- ☐ profession intermédiaire
- ☐ agriculteur · rice
- ☐ retraité ou autre

Suite

Où habitez-vous ?

- ☐ ville de grande taille (plus de 100 000 habitants)

- ☐ ville de taille moyenne (entre 20 000 et 100 000 habitants)
- ☐ ville de petite taille (moins de 20 000 habitants)
- ☐ campagne

Suite

[Si le répondant a sélectionné “étudiant · e”]

Si vous êtes étudiant à Polytechnique, quelle est votre promotion ?

- ☐ Promotion X22
- ☐ Promotion X23
- ☐ Promotion X24
- ☐ Autre promotion
- ☐ Je ne suis pas étudiant à Polytechnique

Suite

Nous vous remercions d’avoir pris le temps de répondre à notre sondage !

8.4 ANNEXE 4 : CALENDRIER ET ORGANISATION DU TRAVAIL

Ci-dessous le tableau détaillant le calendrier d’avancée du projet.

Objectifs	Echéance
1. Étude de la littérature déjà existante, afin de comprendre les méthodes, les enjeux et les fondements d'expériences déjà réalisées	Jusqu'à fin octobre
2. Création du protocole expérimental : trouver le type d'expérience exact, trouver les scénarios utilisés, les questions, déterminer les biais, déterminer le traitement appliqué et le type de données que nous voulons récolter exactement	De novembre à décembre
3. Création des supports de l'expérience : site internet, trouver les chiffres pour les modélisations et les conséquences qu'auront les décisions des sujets	De novembre à décembre
4. Réalisation d'une première collecte de données : il s'agit de notre pilote. Collecte de 80 réponses, pour déterminer si notre protocole est bien calibré : les sujets comprennent-ils bien l'expérience, les questions ; y a-t-il des biais à corriger ?	Fin décembre à début janvier
5. Première analyse des expériences	En janvier
6. Deuxième vague de collecte	De février à mars
7. Finalisation de l'analyse des données et rédaction des rapports	Avril

TABLE 17 – Avancée des objectifs

La répartition du travail a été réalisée comme suit :

- Durant l'étude de la littérature existante, nous avons lu différents articles traitant du sujet. Nous avons réparti les articles entre les différents membres du groupe, puis nous les avons résumés. Nous discutons en parallèle de notre avancée pour déterminer une approche intéressante du sujet, que nous avons ensuite mis en place dans les objectifs suivants.
- C'est durant la réalisation de nos deuxième et troisième objectifs que nous avons séparé les tâches. Nous avons d'abord décidé du type d'expérience exacte, des questions que nous allions poser, des deux traitements, ainsi que du site que nous allions utiliser tous ensemble.
- Puis, la formulation exacte des questions, le repérage des biais dans celles-ci, la recherche des données utilisées a été le travail d'Annette D., Caitlin F., Calliste L. et Victor M. Le travail de codage sur le site a en parallèle été réalisé par Marine V.
- L'analyse quantitative des données a été réalisée par Caitlin F., Calliste L. et Victor M. L'analyse qualitative a été réalisée par Annette D. La rédaction du rapport a été effectuée par l'ensemble du groupe.

RÉFÉRENCES

- [1] AMBUEHL, S.; BERNHEIM, B. D. (2024) : Interpreting the will of the people : Social preferences over ordinal outcomes, Working paper, No. 395, University of Zurich, Department of Economics, Zurich, <https://doi.org/10.5167/uzh-206634>
- [2] DOUENNE T., FABRE A. Yellow Vests, Pessimistic Beliefs, and Carbon Tax Aversion. In American Economic Journal : Economic Policy 2022 [en ligne]. 2022, vol. 14, p81-110. <https://doi.org/10.1257/pol.20200092>
- [3] ANDRE P. (2024) : Shallow Meritocracy. Leibniz Institute for Financial Research SAFE, Germany; Goethe University Frankfurt, Germany, <https://academic.oup.com/restud/advance-article/doi/10.1093/restud/rdae040/7644680>
- [4] MAESTRE-ANDRÉS, S., DREWS S., SAVIN, I. et al. Carbon tax acceptability with information provision and mixed revenue uses. In Nat Commun 12, 7017 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27380-8>
- [5] WOERNER A., IMAI T., PACE D., SCHMIDT K. (2023) : How to increase public support for carbon pricing. Discussion paper No. 489, Ludwig Maximilians University, Munich, Germany. <https://hdl.handle.net/10419/282180>
- [6] IMAI T., PACE D., SCHWARDMANN P., VAN DER WEELE J. J. (2022) : Correcting Consumer Misperceptions about CO2 Emissions. Working paper No. 10138, Ludwig Maximilians University, Munich, Germany. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4307482>
- [7] DAL BO E., DAL BO P., EYSTER E. : The Demand for Bad Policy when Voters Underappreciate Equilibrium Effects. In Review of Economics Studies [en ligne]. 2018, vol. 85, p. 964-988. <https://doi.org/10.1093/restud/rdx031>
- [8] WANG P., XIANGZHENG D., ZHOU H., YU S. Estimates of the social cost of carbon : A review based on meta-analysis. Journal of cleaner production 209 (2019), 1494 - 1507. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.058>
- [9] GÖSSLING S., HUMPE A. : The global scale, distribution and growth of aviation : Implications for climate change. In Global Environmental Change [en ligne]. 2020, vol. 65. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102194>
- [10] Statista [en ligne]. Disponible sur : <https://fr.statista.com/statistiques/484345/distance-parcourue-en-moyenne-par-voiture-france/> . Consulté le 18 décembre 2024.
- [11] Direction du transport aérien, Ministère des transports. Enquête nationale auprès des passagers aériens [en ligne]. 2023. Disponible sur https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/DGAC_Enquete_passagers_aeriens_2023_vf.pdf. Consulté le 18 décembre 2024.
- [12] Agribalyse [en ligne] Disponible sur : https://agribalyse.ademe.fr/app/aliments/31004Chocolat_au_lait,_tablette . Consulté le 18 décembre 2024.
- [13] WWF [en ligne]. Disponible sur : <https://www.wwf.fr/sengager-ensemble/relayer-campagnes/stop-suv:text=Renault%2C%20Peugeot%20et%20Dacia%20figurent,mod%C3%A8les%20SUV%20mis%20en%20circulation>. Consulté le 18 décembre 2024.
- [14] Environnement magazine [en ligne]. Disponible sur : <https://www.environnement-magazine.fr/energie/article/2024/02/09/147709/suv-vieille-voiture-qui-est-mauvais-eleve-matiere-climat-pollution> . Consulté le 18 décembre 2024.
- [15] Notre planète [en ligne]. Disponible sur : <https://www.notre-planete.info/actualites/4889-emissions-CO2-voitures-camions-Europe>. Consulté le 18 décembre 2024.
- [16] Open food facts [en ligne]. Disponible sur : <https://fr.openfoodfacts.org/> . Consulté le 18 décembre 2024.
- [17] Anses [en ligne]. Disponible sur : Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Consulté le 18 décembre 2024.

- [18] Madalina Vlasceanu et al., Addressing climate change with behavioral science : A global intervention tournament in 63 countries. *Science Advances*. 10 (2024). 10.1126/sciadv.adj5778
- [19] Elert, N., Lundin, E. Gender and climate action. *Popul Environ* 43, 470–499 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11111-022-00397-x>
- [20] BFTM TV à partir d’AAA data [en ligne]. Disponible sur : https://www.bfmtv.com/auto/carte-decouvrez-le-taux-de-suv-a-paris-et-en-proche-banlieue_AV-202402030248.html . Consulté le 11 décembre 2024.
- [21] CAMILLERI, ADRIAN., RICHARD. LARRICK, SHAJUTI HOSSAIN, PATINO-ECHEVERRI. Consumers Underestimate the Emissions Associated with Food but Are Aided by Labels. *Nature Climate Change*, (2019), 9(1) : 53–58. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0354-z>
- [22] SANTAMARIA F. La notion de "ville moyenne" en France, en Espagne et au Royaume-Uni. In *Annales de géographie* [en ligne]. 2000, vol. 109, pp227-239. (halshs-00174018)