

Clélia Beau - 20146116
Frédéric Feknous - 20147494
Béatrice Laberge - 20151442
Pierre-Briac Metayer - 20179280
Cora Poujol - 20095075

Rapport d'enquête

Dans le cadre du cours : HOR 1200- B -A21
« HORizon : Risques et défis du 21e siècle »

Chargé de cours : Jonathan Michaud

Faculté des Arts et des Sciences
Université de Montréal

Le 17 décembre 2021

Table des matières

Problématique	2
Question de recherche.....	4
Hypothèse de solutions valides.....	4
Méthode.....	7
Résultats.....	8
Synthèse de nouvelles connaissances et vérification des solutions.....	14
Bibliographie	20

Les biocarburants dans le secteur de l'aérien

Tout au long de notre enquête, nous avons eu recours à la littérature scientifique et aux entrevues semi-dirigées individuelles afin de répondre à nos hypothèses. Ce travail s'est réalisé avec tous les membres de notre équipe afin que chacun puisse être impliqué dans toutes les parties de celui-ci nous permettant d'obtenir une approche globale multiscalaire et différents points de vue nous permettant de nuancer nos propos.

Problématique

L'avion est un moyen de transport qui permet la découverte du monde. Toutefois, le transport aérien est l'un des transports produisant le plus de gaz à effet de serre. En effet, l'avion est responsable de 2,5% des émissions de dioxyde de carbone (Brunet, 2021). En conséquence, le transport aérien contribue à la crise climatique à cause notamment du carburant qui pollue l'atmosphère et sa forte popularité chez les Occidentaux. Ce dernier nécessiterait donc des alternatives qui adhèreraient à une transition énergétique. Nous allons donc baser notre recherche sur le cas français et canadien.

En réponse aux changements climatiques, de nombreux acteurs des pays développés demandent un changement de nos modes de vie. Cette transformation peut prendre la forme d'une transition écologique, soit "le passage de notre mode actuel de production et de consommation à un mode plus écologique" (Haëntjens 2020, p17). Dans nos modes de vie basés sur la consommation, l'énergie joue un grand rôle puisque c'est elle qui permet la production, c'est pourquoi une production durable devient essentielle. Alors, certains acteurs parlent de transition énergétique, qui se caractérise par une réduction de l'utilisation de l'énergie, et le développement des énergies renouvelables (Maresca et Dujin 2014, p1). Cependant, aucune solution n'est parfaite, et la transition énergétique se heurte à deux principaux défauts : d'un côté, elle reste enchaînée au "dogme libéral", où le marché fait fluctuer les prix des nouvelles énergies trop rapidement, ce qui les rend dépendants du secteur public pour survivre. D'un autre côté, elle repose sur le techno solutionniste qui croit que la science est capable de résoudre tous les problèmes (Haëntjens 2020, p14).

Dans la visée d'une transition énergétique, les biocarburants se montrent comme une alternative intéressante. Toutefois, les biocarburants à base d'aliments contribuent à l'affaiblissement de la qualité des sols et de l'eau. La production des aliments nécessaires au biocarburant, soit certaines céréales, demande une quantité d'eau importante. De plus, un danger environnemental potentiel à la forte agriculture est l'épuisement des ressources locales. En addition, la pollution des écosystèmes par les engrais est une autre conséquence potentielle (Cheneval et al., 2011, p8). De la même façon, tous les biocarburants ne sont pas égaux; celui issu des déchets ménagers communs réduit 94% des GES. En revanche, l'hydrolat d'huile de palme augmente les GES de 11% à cause des changements d'usage du sol (Damgé, 2021). Par conséquent, la constitution du biocarburant est un facteur essentiel pour déterminer la pertinence de son utilisation dans la transition énergétique, au risque d'empirer l'urgence climatique.

De plus, les études menées en France par Safran et Airbus ont montré que l'utilisation des biocarburants pour remplacer le kérosène est une solution scientifiquement limitée. Pour le moment, les avancées technologiques ne permettent pas de faire des voyages uniquement au biocarburant; on doit se limiter à 50% maximum, mélangés avec du kérosène, ce qui n'est pas la solution écologique idéale (Damgé, 2021., et Pouliquen, 2021). Alors que le défi technologique à relever est urgent pour atteindre la neutralité carbone d'ici quelques années, le développement des carburants alternatifs est très lent. En effet, le vol complètement énergisé au biocarburant est encore en phase de test (Damgé, 2021). Finalement, les ressources en biocarburant sont disproportionnées par rapport aux besoins; il n'y en a pas assez pour qu'on puisse utiliser exclusivement du carburant alternatif (Pouliquen, 2021).

La transition énergétique peut aussi avoir un impact social négatif pour les revenus inférieurs et moyens qui prennent l'avion. En effet, l'utilisation des biocarburants et les taxes sur le kérosène entraînent une hausse des prix qui pénalisent les clients du transport aérien (Futura Science, s.d). En effet, les carburants alternatifs coûtent "2 à 4 fois plus cher que le kérosène", ce qui se répercute sur les prix des billets d'avion (Damgé, 2021). Lorsqu'on voit les prix augmenter, on peut imaginer que le nombre de voyages en avion va diminuer. Or, cette hausse ne va pas diminuer le nombre de vols pour autant, puisqu'on estime que 90% à 95% de la population mondiale ne prennent pas l'avion (Futura Science,

s.d). Ainsi, ce sont toujours les plus riches, souvent les voyages d'affaires, qui prennent l'avion, et peuvent supporter l'augmentation du prix sans que leurs habitudes soient affectées (Futura Science, s.d). En revanche, les revenus inférieurs et moyens, qui sont déjà sous-représentés dans le marché aéronautique, ne pourront plus se payer de tels voyages. On assiste alors à une sorte d'élitisme des moyens de transport, où le déplacement reflète les inégalités économiques, puisqu'une population moins aisée n'est pas en mesure de bouger autant que la classe supérieure.

Néanmoins, la hausse du prix des billets d'avion ne suffit pas à financer la transition énergétique (Futura Science, s.d). En effet, la création de circuits courts pour créer du biocarburant obligerait une transformation complète des industries françaises. Étant donné que les produits de base ne se cultivent plus dans les pays du Nord, il faudrait rapatrier les industries pour les fabriquer sur place et diminuer les importations de ces produits. Pour ce faire, les usines devraient obtenir une certification du gouvernement. Toute cette logistique coûte beaucoup d'argent et n'est pas possible sans l'aide de l'État (Damgé 2021). Or, il faut une coopération complète entre une multitude d'acteurs; comme les États, les entreprises et les clients, sans quoi les inégalités seront décuplées.

Question de recherche

Le biocarburant, qui constitue une partie de la transition énergétique dans l'aviation, est-il une solution écologique et sociale ? Peut-il être durable - sans émettre de GES - et équitable pour tous les revenus ?

Hypothèses de solution valides

Selon les enjeux techniques

Tout d'abord, il est nécessaire de savoir qu'à l'horizon 2050, le trafic aérien sans changement drastique sera responsable de 6 à 17% (Klower et al., 2021. Quantifying aviation's contribution to global warming) du changement climatique. En raison de cette observation, il est primordial de proposer des changements importants :

- Une meilleure efficacité énergétique
- Le développement massif de carburants alternatifs
- La sobriété

Notre équipe va se concentrer principalement sur le développement des SAF (acronyme anglais de Sustainable Aviation Fuel, qui fait référence aux carburants alternatifs issus de sources durables et renouvelables), qui aujourd'hui ne représentent que 0,1% du carburant de l'aviation sur les 341 milliards de litres (ATAG, 2018a). Pourtant, ces carburants alternatifs pourraient permettre de réduire de 80% les émissions de gaz à effets de serre (GES) émises (ATAG, 2017).

Dans un futur proche, nous pourrions également imaginer les avions à hydrogène vert et/ou à électricité. Toutefois, pour imaginer ces solutions, nous devons faire d'immenses progrès dans divers domaines, notamment sur la production d'électricité. En effet, pour décarboner la planète, nous devons électrifier la majorité de nos infrastructures, mais cela demanderait des efforts considérables. De plus, dans ses derniers scénarios pour la France, RTE a démontré que pour passer à un mode de production d'énergie 100% renouvelable, cela demanderait une certaine sobriété sur le réseau. Alors, si nous devons augmenter les capacités de celui-ci, nous sommes dans l'obligation de faire appel à un mix de sources électriques décarbonées.

Une des solutions adoptées par les politiques publiques est d'avoir un taux de 2% de biocarburants aériens en 2025 et de 5% en 2030 (Engagement pour la Croissance Verte signé avec les partenaires industriels Air France, Airbus, Safran, Total, et Suez Environnement). Toutefois, cet engagement est mineur par rapport à certains pays scandinaves qui visent les 30% à l'horizon de 2030. Cette solution est très importante dans cette transition énergétique, puisqu'elle est à l'heure actuelle la seule solution imaginée. En effet, cette technologie est aujourd'hui déjà à la pointe et donc, utilisable. À l'inverse, certaines autres technologies, comme les avions électriques ou à l'hydrogène, ne sont pas encore employables.

Tout d'abord, nous allons devoir mettre ces carburants dans leur contexte, soit leur fabrication, leurs avantages, leurs désavantages et les différentes technologies de fabrication de celle-ci.

Dans un premier temps, il sera question de mettre en contexte ces carburants alternatifs. Comment sont-ils faits? Quels sont leurs avantages et comment peuvent-ils être

utilisés dans le secteur de l'aviation? Dans un deuxième temps, quatre technologies de fabrication de SAF seront présentées afin de peser le pour et le contre de chacune.

En addition, il est important de savoir qu'il existe 3 types de biocarburants. La première est formée principalement de denrées pour l'homme. La deuxième ne provient pas d'une denrée alimentaire puisqu'elle provient souvent de déchets et le transport de ceux-ci rend la fabrication complexe. Toutefois ce processus est beaucoup moins coûteux. La troisième génération provient des algues.

L'aviation refuse à ce jour les biocarburants de première génération pour des questions éthiques et se tourne donc vers d'autres options que nous allons explorer comme solution à nos hypothèses. Une des raisons pour lesquelles nous aborderons le domaine social est que les biocarburants sont souvent représentatifs d'un coût de fabrication plus élevé. Une autre raison est l'importance des budgets alloués aux biocarburants. En effet, certaines compagnies allouent de 30 à 40% de leur budget au carburant (IRENA, 2017). Il est donc difficile pour ce secteur d'être un acheteur compétitif, en raison de son opposant routier, qui possède des marges de négociations plus importantes.

À ce jour, le kérosène conventionnel se situe entre 614\$ à 1124\$ la tonne. En comparaison avec des SAF allant de 1307\$ à 10454\$ la tonne, pour ceux à partir de matières lignocellulosiques. Pour ceux fabriqués à partir de sucre, le montant se situe entre 1045\$ et 6272\$ la tonne. De plus, pour ceux à partir d'huile végétale, le prix varie entre 1307\$ et 2613\$ la tonne (El Takriti et al., 2017).

Selon les enjeux sociaux

“Dès 2008, le Commissariat général au développement durable pointait ces inégalités : d'après ses chiffres, la moitié des trajets en avion étaient le fait des 20 % les plus aisés : « *Ce sont bien les plus hauts revenus qui représentent l'essentiel de la clientèle, indiquait-il. Au total, les voyages en avion sont synonymes de déplacements liés aux vacances, de catégories socioprofessionnelles supérieures, et de niveau de revenu élevé* »” (Lavocat, 2021).

Ainsi, puisque les voyages d'affaires représentent une grande partie des déplacements en avion, nous pensons absolument nécessaire de réduire les vols associés au travail et de privilégier d'autres alternatives. Avec la pandémie de la COVID-19, le télétravail a permis aux travailleurs de se familiariser avec les outils de conférence en ligne, tels que Zoom ou Teams. Ces types d'applications permettent des réunions numérisées, donc certains voyages d'affaires ne seraient plus forcément nécessaires. Notre hypothèse serait alors d'imposer aux entreprises une loi pour remplacer les voyages d'affaires par des "conférence call" dans la mesure du possible. Toutefois, si un voyage d'affaires est nécessaire, l'entreprise devra alors fournir un document justificatif officiel avant de pouvoir réserver un billet d'avion.

L'ONG britannique, dénommée Possible, a publié un rapport le 31 mars 2021 pour réduire les inégalités sociales face à l'aviation. Suite à la lecture, une de leurs propositions a attiré notre attention, soit celle qui revendique d'instaurer une « *taxe grands voyageurs* ». Cette dernière servirait à rendre les vols plus coûteux, selon le nombre de voyages faits et selon leurs distances. Puisque l'aviation se retrouve parmi les moyens de transport les plus dispendieux, il serait injuste de taxer tous les voyageurs au même titre, sachant que les personnes plus fortunées sont plus enclines à polluer contrairement aux plus défavorisées (Lepelletier, 2020). Dans un enjeu d'équité, de redistribution logique et juste de la taxe carbone, nous avons donc pensé à un système de taxe qui augmenterait à mesure que les voyages d'une même personne se multiplient. En ce sens, chaque fois qu'une personne donne son passeport ou une autre pièce d'identité pour réserver son trajet, le nombre de voyages sera alors répertorié. De plus, en fonction de la distance et du nombre de vols pris par cette personne, la taxe sur le billet d'avion augmentera.

Enfin, nous savons qu'il existe beaucoup de vols de courte distance effectués, par exemple au sein d'un même pays ou entre deux pays enclavés. Ces voyages pourraient se faire en voiture ou en train, toutefois les vols interurbains sont maintenus. En conséquence, ces modes de transports moins polluants ne sont pas privilégiés. Alors, inciter les voyageurs à prendre le train pour les courtes distances est notre enjeu. Nous avons pensé, à cet effet, proposer des tarifs réduits pour les familles nombreuses qui souhaiteraient effectuer des voyages d'une ville à une autre. Dans l'objectif de mettre le train en premier choix comme

moyen de transport, nous avons pensé faire l'inverse de la taxe grande voyageur pour l'avion. Au contraire, baisser les tarifs des voyages à mesure que la même personne prend de plus en plus le train pour les courtes distances. Dans un souci de justice et d'équité, les familles nombreuses et/ou à faibles revenus sont moins enclines à voyager en avion. Le train représenterait alors une alternative plus verte que l'avion et rendrait possibles des trajets plus abordables de par son prix.

Méthode

La méthode adoptée va directement découler de nos hypothèses et de notre question de recherche pour nous permettre de vérifier les hypothèses émises concernant notre sujet d'enquête. Nous avons choisi plusieurs méthodes pour nous permettre de nuancer nos résultats. Afin de vérifier nos hypothèses, nous allons utiliser la documentation qui nous assure que les informations recueillies seront stables et elles ne demanderont pas d'interventions de notre part. Dans un premier temps, nous allons nous focaliser sur la documentation pour nous permettre de vérifier nos hypothèses.

Ensuite, nous aurons recours à la méthode d'entrevue nous permettant d'aller en profondeur dans notre sujet de recherche et avoir des réponses spontanées et peut-être plus actuelles de nos participants. Cette méthode nous permettra de questionner ces derniers sur leur interprétation de nos hypothèses, nous permettant par la suite de répondre à nos questions.

Les entrevues seront semi-dirigées et individuelles pour nous permettre d'obtenir une flexibilité quant aux questions posées aux individus, mais aussi pour que nos répondants ne soient pas influencés par les réponses des autres individus.

Selon l'hypothèse expliquant le fait que les populations utilisent davantage l'avion que le train pour les courtes durées, nous utiliserons la documentation afin d'affirmer ou d'infirmer cette hypothèse. Ensuite, nous aurons recours aux entrevues semi-dirigées pour déterminer, selon les propos des répondants, si les biocarburants sont techniquement faisables. Mais aussi, si l'on dispose de ressources sur le long terme pour en assurer la

production sans polluer. Nous aurons également recours à cette méthode pour déterminer si l'utilisation des biocarburants est économiquement viable. Nous interrogerons cinq personnes ayant une expertise du secteur des biocarburants, du point de vue environnemental, social, et technique.

Dans un premier temps, nous avons rencontré quelques professeurs du domaine universitaire, spécialistes dans l'étude des biocarburants et de leurs impacts. Cela nous a permis de compléter ce que nous avons appris dans la littérature scientifique avec de nouvelles connaissances. Nous avons ensuite rencontré un expert de la transition énergétique, il nous a permis de nuancer les informations recueillies en nous expliquant notamment les différents enjeux compliquant la production à grande échelle des carburants alternatifs (SAF). Nous avons aussi eu la chance de rencontrer le CEO d'une grande compagnie canadienne produisant des carburants alternatifs pour l'aérien basée dans la région de Montréal. Ce répondant a été spécifiquement choisi pour les avantages qu'il représente dans nos recherches, car sa compagnie est en fait un consortium composé des plus grandes compagnies aériennes du pays, et des plus grands constructeurs aéronautiques. Il est donc au fait des dernières nouvelles et innovations sur les SAF permettant au secteur de se développer, mais aussi des enjeux auxquels le secteur corporatif fait face. À ce sujet, il nous a sensibilisé sur un aspect que nous n'avions pas abordé dans nos recherches préliminaires qui sont pourtant importantes et qui empêche l'utilisation à grande échelle des SAF, notamment, la réglementation gouvernementale. Cet aspect n'a pas été traité non plus dans la littérature scientifique que nous avons sollicitée.

Enfin, nous avons rencontré l'actuel ministre de l'Environnement et du Changement climatique canadien afin de discuter avec lui de l'évolution de cette réglementation, mais aussi de la partie sociale de nos hypothèses, avec la faisabilité d'une taxe grand voyageur comme nous avons pu l'imaginer.

Résultats

Entrevue avec un expert dans la transition énergétique

Nous avons reçu un expert dans la transition énergétique pour les transports en France, Aurélien Bigot. Pour des raisons écologiques, il évite de prendre l'avion et

privilégie le train. Il pense que généraliser le train est le moyen le plus simple de réduire les GES, car cela ne remet pas trop en cause les habitudes de voyages, bien que cela demande de favoriser les vacances de proximité. De plus, il y a souvent plus de gares au centre-ville que d'aéroports, ce qui diminue le temps de trajet, car il y a moins besoin de correspondances. L'absence de contrôle de sécurité permet aussi un gain de temps par rapport à l'avion. Donc, cette mesure est nécessaire et facile à mettre en place. En revanche, elle n'est pas suffisante, car on ne s'attaque qu'à une partie du problème, soit les voyages de courte durée. Par ailleurs, la définition même de voyage de courte durée est assez subjective. En France, la convention citoyenne pour le climat proposait de supprimer les vols de courte distance à partir de 4h de voyage, et le gouvernement a décidé de fixer cette limite à 2h. L'expert pense que le télétravail n'est pas généralisable pour tous les voyages d'affaires, car le contact humain demeure trop important pour certains cas. En somme, le télétravail peut être privilégié, mais pas obligatoire selon le contexte.

Concernant le biocarburant, Mr. Bigot trouve que cela peut faire partie de la solution, mais qu'il faut aussi diminuer le nombre de vols en général. En effet, les leviers technologiques sont assez limités, et encore en phase de test. On se rend déjà compte que tous les biocarburants ne sont pas équivalents puisque ceux de première génération génèrent beaucoup de GES et ne présentent pas d'avantages environnementaux. En revanche, les SAF de 2e et 3e génération sont généralement meilleurs pour l'environnement, et doivent être réservés au secteur aérien, qui est plus difficile à décarboner que l'automobile. En effet, les véhicules plus lourds et qui parcourent plus de distance ne peuvent pas recourir à l'électrique, contrairement à l'automobile. De ce fait, il est possible de voir émerger des rivalités entre les secteurs maritimes et du transport poids lourds pour avoir du biocarburant, ce qui engendre un problème beaucoup plus grand, car il n'y a pas assez de biocarburants pour satisfaire tous les secteurs, d'où l'importance d'en prioriser certains et de limiter nos déplacements en général. Un autre avantage des biocarburants est qu'ils ne requièrent pas de changer toute la flotte d'appareil actuelle, puisqu'il n'y a pas besoin de modifier le moteur. En revanche, les coûts à l'entrée étant assez élevés, il faudra mettre en place des économies d'échelle pour développer à grande échelle les biocarburants. Donc il faut instaurer certaines contraintes pour forcer le secteur aérien à faire ces changements, par la voie fiscale - en instaurant une taxe -, et par la voie

réglementaire - en obligeant les compagnies aériennes à incorporer une partie des coûts dans leur billet d'avion-. Il est important d'accélérer le changement de paradigme dans ce secteur à travers l'État et les entreprises, car ils détiennent tous deux un pouvoir économique très fort. Finalement, il est clair que des mesures favorables à la sobriété et aux biocarburants sont souhaitables dans l'aviation, compte tenu de l'importance des GES émis et de la lenteur pour faire changer les choses dans cette industrie.

Entrevue avec un expert en énergie nucléaire

Maxence Cordiez est un expert en énergie nucléaire, basé en France. Il évite de prendre l'avion pour des raisons écologiques, comme Aurélien Bigot. Il pense également que le télétravail n'est pas entièrement généralisable, et qu'il reste des situations où un déplacement en personne est inévitable; comme pour des diplomates ou des signatures de projets. Pour le cas des voyages essentiels, il pense que le train doit être rendu plus accessible, en termes de logistiques et de coûts, que l'avion. En effet, il explique cette différence entre les deux modes de transport par les taxes : les carburants de l'aéronautique n'étant pas soumis à des taxes, ils deviennent plus compétitifs à utiliser. Or, le train coûte beaucoup d'argent, car il y a des taxes sur la pose de rails. Pour favoriser ce moyen de transport, il faut aussi diversifier l'offre pour la population en proposant des trains de nuits, des TGV, et des gares au cœur des centres-villes pour gagner du temps.

Concernant les biocarburants, Maxime Cordiez pense qu'ils représentent une alternative très limitée, car ils coûtent très cher, ne se trouvent qu'en quantité limitée et ont un impact environnemental variable, car ils demandent beaucoup d'énergie dans la production. En effet, les biocarburants requièrent plus de surfaces d'agriculture et plus d'énergie nécessaires à leur production, ce qui augmente grandement leur impact environnemental. Pour favoriser leur développement, il faudrait contraindre les compagnies aériennes à utiliser une part de biocarburant dans leur plein. Il faudrait aussi bien sélectionner quels biocarburants utilisés, selon des critères de durabilité. Enfin, puisque l'offre de biocarburant est limitée, il est nécessaire de le réserver à certains secteurs qui dépendent du biocarburant pour faire leur transition énergétique, comme l'aviation. En général, d'autres industries peuvent diminuer leur GES avec d'autres moyens, comme l'électrification pour les transports en commun, ce qui permet de varier les offres.

Concernant le financement de la transition énergétique, la meilleure solution est de réduire le trafic aérien. D'une part, cela permet de diminuer les GES pour permettre une transition viable, mais aussi de limiter l'impact pour les consommateurs, pour qui les voyages vont coûter de plus en plus cher.

Entrevue avec un politicien

Nous avons interrogé un politicien très connu, expert en questions environnementales, le ministre de l'Environnement Steven Guilbeault. Lorsque nous lui avons demandé son moyen de transport favori, il nous a répondu que le train était toujours ce qu'il privilégier pour les trajets de courte durée. En effet, il n'y a pas de train à grande vitesse au Canada, et les distances sont très étendues, ce qui allonge le temps de voyage. Cependant, il pense que ce moyen de transport doit être amélioré et modernisé. En développant un train à grande vitesse, qui soit confortable et fiable, il devrait être capable d'englober 20% du trafic aérien. Selon lui, l'enjeu principal à développer dans le train n'est pas le coût pour les consommateurs, mais la rapidité, le confort et la praticité du transport.

L'utilisation de biocarburant semble un avenir prometteur pour Steven Guilbeault. Les mélanges 20 à 30% de biocarburant de 2de génération avec le kérosène ont été déjà testés par certaines compagnies aériennes, et représentent une bonne alternative à court et moyen terme. Par ailleurs, la réglementation prévoit d'augmenter le taux de mélange du kérosène et des carburants alternatifs afin de forcer les industries à accélérer la production d'énergie verte. Concernant le financement de la transition énergétique, l'État a un rôle à jouer pour établir un cadre et une réglementation, mais dispose de moins de moyens que les entreprises. Celles-ci devront surtout financer ces changements. Les consommateurs subiront forcément le coût dans la hausse des prix des billets d'avion, mais n'auront pas à subir une hausse des taxes et des impôts, contrairement aux idées populaires. Pour le ministre, l'étape nécessaire au développement de la transition énergétique est de taxer le carbone dans l'aviation. Cette réglementation devrait rapidement voir le jour au cours des prochaines années, bien qu'une coopération internationale entre les pays du Nord - comme l'Union européenne, les États-Unis, le Canada, le Japon, la Chine et l'Australie - soit essentielle. Bien que cette taxe devrait permettre d'investir dans les carburants alternatifs,

les distorsions et inégalités sociales sont inévitables pour les consommateurs, qui devront se résoudre à voyager moins, mais mieux.

Entrevue avec un analyste ESG (environnement, social, gouvernance)

Il nous semblait nécessaire et intéressant d'interviewer une personne qui n'est pas experte dans le domaine de biocarburants ni de l'aviation, ayant un regard plus extérieur d'utilisateur non impliqué dans ces domaines. Nous avons donc interviewé un homme de 24 ans qui se nomme Julien Laberge. Il est étudiant à la maîtrise en finances et travaille comme analyste ESG (environnement, social, gouvernance). En conséquence, même s'il n'est pas expert sur les sujets de l'enquête, il possède plusieurs connaissances sur les impacts environnementaux et sociaux des compagnies, ainsi que leur gouvernance. De son point de vue personnel, il préfère minimiser ses transports en avion le plus possible, que ce soit pour le travail ou le tourisme, au regard des effets néfastes sur l'environnement. De ce fait, il croit que la majorité des voyages d'affaires pourraient se réaliser en télétravail. Toutefois, l'analyste n'est pas catégorique, il pense que certaines rencontres nécessitent un contact social, notamment pour créer une confiance économique entre certains acteurs. Pour limiter le plus possible les transports en avion, ce dernier trouvait que d'un point de vue social et environnemental la taxe du grand voyageur était justifiable. Toutefois, il voit de grandes limites d'un point de vue financier. De l'autre côté, si le train était plus abordable, il privilégierait ce moyen de transport sans aucun doute.

Alors que monsieur Laberge n'est pas un expert en biocarburants, il souligne plusieurs enjeux économiques face à la transition énergétique. Par exemple, il souligne l'enjeu du devoir fiduciaire. En résumé, il explique que les compagnies aériennes ont des obligations envers les personnes qui détiennent des biens, soit les actions de ces compagnies. Lesdites obligations sont majoritairement de faire du profit. En conséquence, les actionnaires demandent majoritairement de maximiser les profits, plutôt que de prioriser une transition écologique. L'analyste remet alors en question la faisabilité économique d'une telle transition. Il souligne la nécessité de la participation de l'État, notamment par des subventions et des taxes gouvernementales, afin de rendre une transition énergétique dans le domaine de l'aviation réalisable.

Entrevue avec un ingénieur civil

Monsieur Jean Paquin est le Président-Directeur-Général dans une compagnie de production de carburant synthétique durable pour l'aviation. Le carburant synthétique ne rejeterait pas de dériver de sulfure, donc ne rejeterait pas de GES dans l'atmosphère. La compagnie SAF a pour objectif de réduire l'empreinte carbone de 80% grâce au kérosène synthétique qu'elle crée. De plus, le PDG assure que les SAF peuvent garantir un prix constant, malgré que le prix du carburant soit plus élevé. En conséquence, une sécurité de prix est garantie, en comparaison avec les grandes fluctuations de prix de l'énergie fossile.

Monsieur Paquin prend l'avion pour des déplacements de grandes distances, qui ne possèdent pas nécessairement d'alternatives. Toutefois, il revendique que l'Europe offre plus d'infrastructures et pourrait plus facilement adopter des normes, qu'au Canada. Effectivement, certaines distances sont difficilement réalisables en train, notamment le voyage de Montréal à Vancouver. Il est d'accord que les voyages d'affaires soient remplacés par le télétravail. Toutefois, il nomme des exceptions qui ne pourraient pas se faire en télétravail, notamment des visites d'usines ou de centres de production. En théorie, l'ingénieur appuie le principe de la taxe du grand voyageur, soit que chacun doit payer selon son utilisation. Par contre, il reconnaît la place que l'État et les entreprises privées devraient prendre pour instaurer une telle taxe. Il souligne aussi que des subventions pourraient être offertes aux entreprises lorsqu'elles entrent en contact avec des entreprises comme SAF pour réduire l'empreinte carbone.

Synthèse de nouvelles connaissances et vérification des solutions

Analyse des biocarburants

Pour rappel, notre hypothèse d'un point de vue écologique se concentrait sur l'utilisation des biocarburants afin de diminuer les GES émis par le secteur de l'aviation.

Notre seconde hypothèse était de se concentrer sur les SAF. Elle a été validée par nos interlocuteurs comme monsieur Bigot, mais également par la littérature scientifique. En effet les SAF destinés à l'aviation (différant légèrement des autres (dois résister à la

pression, etc.) (El Takriti et al., 2017) est *drop in* ce qui permet de garder la même flotte d'avions et donc de ne pas avoir à attendre plusieurs générations pour commencer la décarbonisation massive de l'aviation. Les deux hypothèses étant liées nous répondrons aux deux en même temps, car les SAF sont des biocarburants, et qu'ils sont dédiés à l'aviation.

Tout d'abord l'ensemble de nos intervenants ayant des connaissances dans ce domaine ont pointé que parier sur la réussite des accords de Paris et de nos engagements climatiques sur les biocarburants est très difficilement réalisable et que c'est une hypothèse hautement improbable.

C'est pour cette raison que plusieurs de nos intervenants essaient au maximum de diminuer leur empreinte carbone en réduisant leur utilisation de transport très polluant tel que l'avion. Pour eux, comme ce que l'on a pu relever dans la littérature sur le sujet, il n'existe pas une seule et unique solution, mais plutôt un ensemble de pratiques et de nouvelles réglementations qui se révèlent complexes.

Ce point de vue d'une absence d'unique solution est également mis en avant dans le récent rapport du bureau d'étude "The shift project" dans son rapport du 3 mars 2021 « Pouvoir voler en 2050 : quelle aviation dans un monde contraint ? ».

Au sein de celui-ci ils présentent deux scénarios MAVERICK et ICEMAN :

Dans les deux cas, on pense que c'est une hypothèse raisonnable de penser qu'un gain en efficacité énergétique sera une des clés de la décarbonisation du secteur aérien.

En revanche, leurs points de vue divergent concernant la feuille de route industrielle des nouveaux avions. En effet le scénario MAVERICK prévoit de longs courriers à 100% de carburants alternatifs en 2035 et les courts et moyens courriers à l'hydrogène d'ici 2035 alors que le plan ICEMAN a un décalage de 5 ans (donc 2040), ce qui lui permet de prévoir une fréquence de renouvellement de la flotte tous les 25 ans (Hypothèse optimiste) contre 15 (Hypothèse très optimiste) pour MAVERICK.

Ils divergent également sur un autre point. Ce point a été relevé par plusieurs de nos interlocuteurs et c'est la possibilité d'avoir accès à un marché suffisant de carburants alternatifs (notamment les SAF qui sont les plus utilisés). En effet, plusieurs secteurs

entrent en concurrence avec l'aviation comme le secteur automobile (les camions) ou le secteur maritime, et comme a pu le mettre en exergue monsieur Bigot, cette concurrence rude est à ce jour à son commencement. Plusieurs secteurs souhaitent avoir un accès privilégié, car les coûts restent faibles par rapport à d'autres solutions écologiques et tous prônent le besoin d'avoir la priorité sur ce marché.

Le plan MAVERICK pose donc une hypothèse très optimiste avec 100% des carburants alternatifs dédiés à l'aviation alors que le scénario ICEMAN propose une hypothèse optimiste avec seulement 50% de la production dédiés à l'aviation.

Toutefois ces deux scénarios intégrant les innovations technologiques et le remplacement des carburants par des SAF et d'autres carburants alternatifs ne sont pas suffisants. Il faudrait y avoir une croissance maximum de 2,52% par an à partir de 2025. Dans le scénario MAVERICK il y a une diminution de -0,8% pour rester dans les accords climatiques. Nous parlons ici à l'échelle nationale, mais pour un pays développé comme la France, les chiffres sont bien plus durs avec un taux de croissance à partir de 2025 ne dépassant pas +0,71% par an dans le scénario « MAVERICK », et -1,75% par an dans le scénario « ICEMAN ».

Notre seconde hypothèse était de se concentrer sur les SAF et que le choix de celui-ci était primordial.

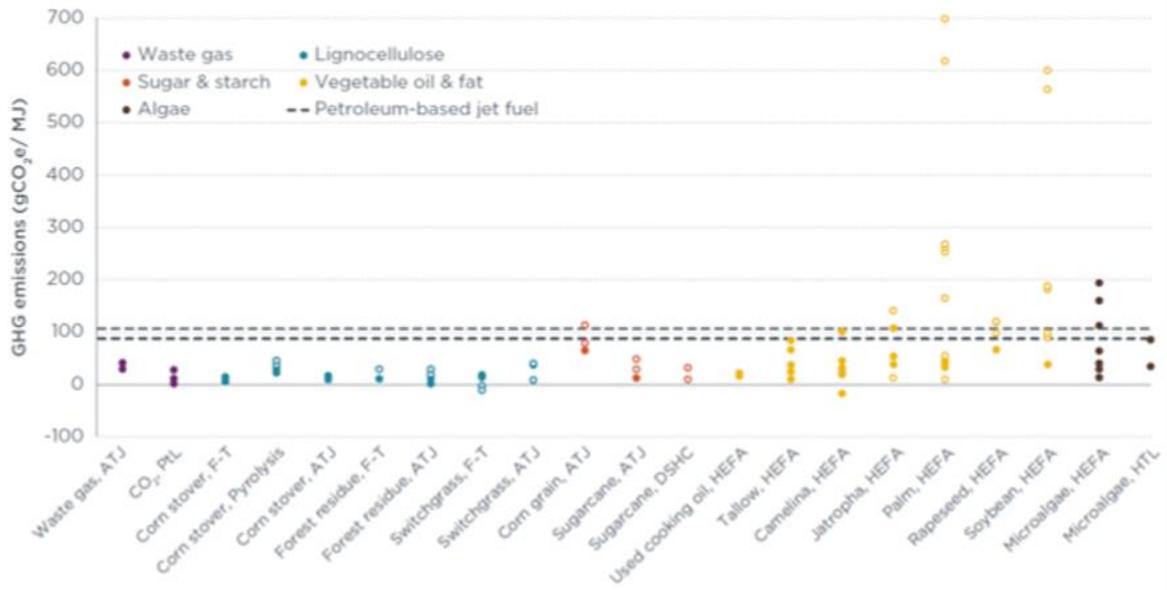
Au sein du tableau suivant, nous allons pouvoir constater la raison pour laquelle le choix du biocarburant est important.

Tableau 6.1 : Procédés de fabrication de SAF certifiés par l'ASTM (traduction libre de : ATAG, 2017)

Procédé de fabrication	Matière première possible	Année de certification	Proportion limite
Fischer-Tropsch : kérosène paraffinique synthétique hydrotraité (FT-SPK)	Biomasse (résidus de forêt, herbes, déchets solides municipaux)	2009	Jusqu'à 50 %
Kérosène paraffinique synthétique produit par hydrotraitement d'esters et d'acides gras (HEFA-SPK)	Ex : algues, jatropha, camelina, carinata	2011	Jusqu'à 50 %
Iso-paraffines synthétiques produites par hydrotraitement à partir de sucres fermentés (HFS-SIP)	Conversion microbienne de sucres en hydrocarbures	2014	Jusqu'à 10 %
FT-SPK avec aromatiques (FT-SPK/A)	Biomasse renouvelable (déchets solides municipaux, résidus d'agriculture et de forêt, bois et cultures dédiées)	2015	Jusqu'à 50 %
Kérosène paraffinique synthétique produit par la voie <i>Alcohol-to-jet</i> (Transformation d'alcool en kérosène) (ATJ-SPK)	Résidus d'agriculture (coupe forestière, paille)	2016	Jusqu'à 30 %

Comme on peut le voir ci-dessus, il existe plusieurs solutions avec des proportions limites différentes (il existe même aujourd'hui d'autres biocarburants permettant des proportions limites supérieures à 50%). Ils varient également en fonction de leur tarif, leur maturité et leur procédé de fabrication. C'est la raison pour laquelle aujourd'hui l'industrie produit en majorité des biocarburants à partir du procédé HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids) qui utilise comme matière première de la matière oléochimique, des huiles végétales, des graisses animales ou des huiles usagées. C'est en effet actuellement le seul procédé qui est intéressant économiquement parlant, et qui possède une assez grande maturité.

Toutefois comme ont pu le remarquer monsieur Cordiez et monsieur Bigot, il existe un problème vis-à-vis des ressources disponibles pour une utilisation à grande échelle. Pour voir l'ampleur de ce problème, un chiffre le représente bien : si 100% des infrastructures sont dédiés à l'aviation, la production totale ne représenterait que 1,5% de la demande (4,3 milliards de litres par an en 2016) à ce moment-là ((IRENA, 2017). De plus, toute la production actuelle ne répond pas aux critères de CORSIA (Régime de compensation et de réduction de carbone pour l'aviation internationale).



En effet comme on le voit dans ce graphique l'intensité carbonique des biocarburants n'est pas forcément inférieure à celle du kérosène raison pour laquelle seulement certains d'entre eux sont éligibles sous CORSIA.

L'OACI a proposé deux critères pour autoriser les SAF (OACI, 2019b) :

- Il doit permettre une baisse de 10% des GES sur l'ensemble du cycle de vie comparativement au kérosène
- Il ne doit pas être produit à partir de biomasse obtenue par le biais de terres à haute teneur énergétique.

Mais ces critères présentent des défauts en raison de la difficulté de faire des ACV (analyse de cycle de vie) avec une faible incertitude. Ce qui a pour défaut d'avoir des autorisations de SAF qui présentent des performances inférieures au kérosène.

De plus, la commercialisation des SAF présente de nombreux défis (disponibilité de la matière première, les coûts de production élevés et la compétition avec les autres secteurs) que ne nous détaillerons pas ici, mais qui requiert un soutien du gouvernement. L'État aura aussi pour rôle de développer les technologies de séquestration du carbone, car comme nous l'avons vu au sein de nos entrevues et de nos recherches la technologie ne suffira pas à respecter nos accords permettant de limiter le réchauffement climatique à 1,5 degré Celsius ni même à 2 degrés Celsius.

Hypothèses sociales

Pour rappel, nos hypothèses sociales concernaient la mise en place d'une réglementation visant à promulguer une loi permettant de remplacer au maximum les voyages d'affaires par des appels de conférences/ visioconférences. Et dans l'optique où cela ne serait pas possible, les compagnies devraient fournir un document officiel expliquant les raisons pour lesquelles le voyage est nécessaire avant la réservation de billets d'avion.

La deuxième hypothèse serait liée au fait d'imposer une taxe grand voyageur visant à ce que chacun paye sa part de pollution sur le principe de "pollueur-payeur". En ce sens, en fonction de la distance et du nombre de vols pris par cette personne, la taxe sur le billet d'avion augmentera. Ainsi, la taxe permettrait d'une part de dissuader les consommateurs de voyager au maximum, tout en redistribuant les revenus de cette taxe pour pouvoir financer la transition écologique et pour soutenir les ménages les plus faibles.

Enfin, notre dernière hypothèse se voulait d'inciter les voyageurs à prendre davantage le train pour les courtes distances. Nous avons donc pensé à réduire les tarifs pour les familles nombreuses et/ou à faibles revenus qui souhaiteraient effectuer des voyages d'une ville à une autre, mais aussi pour les autres voyageurs afin de les inciter à utiliser davantage le train.

La première hypothèse a été validée d'une part grâce à la littérature scientifique (Guterres, Espinosa 2021), mais aussi grâce aux entrevues où nous avons pu recueillir de nombreuses données. En effet, nos répondants ont tous pu nous confirmer que cette mesure et que sa mise en place serait possible à une exception près sur le fait que certains voyages d'affaires sont indispensables lorsqu'il s'agit de visiter des installations où des usines, car l'expérience ne serait pas la même qu'en ligne et parfois pour certaines négociations ou signatures de document officiel, le contact humain est à privilégier.

La deuxième hypothèse concernant la mise en place d'une taxe grand voyageur telle que nous l'avons imaginé a été globalement invalidée. En fait, bien que le fondement

de cette taxe soit justifiable et nécessaire, sa mise en place serait difficilement réalisable dans la manière dont nous l'avons imaginé, car étant donné que les personnes qui prennent l'avion font déjà partie d'une minorité aisée financièrement le fait d'augmenter le prix ne les dissuadera pas forcément de prendre l'avion. De plus, cela pourrait créer des injustices sociales qu'il serait préférable d'éviter.

Enfin, la dernière de nos hypothèses sociales a été partiellement validée, car elle nécessiterait des mesures et ajustements additionnels pour être pleinement efficace (Guterres, Espinosa 2021). En effet, bien qu'inciter davantage la population à utiliser le train soit notre priorité, il faudrait aussi moderniser ce moyen de transport, le rendre plus confortable et dans le cas du Canada plus rapide (TGV). Il s'agirait alors plutôt de créer des infrastructures supplémentaires, par exemple en agrandissant le réseau ferroviaire et en le rendant transnational, mais aussi en généralisant l'utilisation du Train à grande vitesse (TGV) pour concurrencer l'avion sur les temps de trajet. Grâce à ces nouvelles infrastructures, notre hypothèse pourrait être validée.

Par ailleurs, nous avons appris que la réglementation gouvernementale actuelle empêche les constructeurs aéronautiques, et les compagnies aériennes de mélanger plus de 2% de carburants alternatifs à du kérosène conventionnel. Cette réglementation prend en compte une revalorisation systématique croissante qui permet de rehausser ce seuil maximal chaque année (mais celle-ci est très faible). Cela implique que le secteur ne peut pas vraiment se développer sur le court terme.

Table 2: Diesel biofuel blending policies

Region	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 to the present
British Columbia	3.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
Alberta	-	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Saskatchewan	-	-	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Manitoba	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
Ontario	-	-	-	-	2.0%	2.0%	3.0%	4.0%
Canada	-	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%

Nous avons alors questionné l'actuel ministre fédéral de l'Environnement et du changement climatique afin de savoir pourquoi cette réglementation était aussi contraignante et si elle serait amenée à évoluer, et celui nous a fait savoir qu'il proposerait

en chambre une nouvelle réglementation d'ici mars 2022 permettant d'agir plus rapidement et plus efficacement contre la pollution liée au secteur aérien à l'aide des carburants alternatifs.

Au Québec, Il est estimé que l'atteinte des seuils minimaux, de 2 % de carburant renouvelable dans le diesel d'ici 2021, et l'augmentation de celui-ci à 4 % dans le carburant diesel, en 2025, pourraient permettre une réduction des émissions de l'ordre de 2 millions de tonnes métriques en équivalents CO₂ par année d'ici 2025 (Québec 2019).

Synthèse et conclusion des nouvelles connaissances :

Tout au long de notre enquête, nous avons recueilli de nombreuses informations grâce à la littérature scientifique et à nos entrevues. Cependant, ce qui nous a permis de remettre en question nos hypothèses et de les étoffer a réellement été grâce à ce que nous avons pu ressortir de nos entrevues. En résumé nous avons pu, au sein de cette enquête comprendre la complexité écologique et sociale que reflète l'aviation et il est ressorti de ce rapport qu'il n'existe malheureusement pas une solution unique et durable et encore moins dans une société ne tendant pas à changer ses habitudes de consommation.

Notre hypothèse faisant principalement appel aux biocarburants s'est révélée être une solution partielle, mais loin d'être suffisante face aux enjeux environnementaux de l'aviation. C'est pourquoi tous les acteurs qui sont intervenus dans notre projet d'enquête ont apporté la notion de pluralité de solutions qui alliait trois solutions interdépendantes. Celles qui sont revenues le plus souvent étaient : une meilleure efficacité énergétique, un changement dans nos modes de vie, ainsi que des réglementations et un soutien de l'État permettant d'accompagner cette transition énergétique évitant de renforcer les inégalités au sein de la population.

Pour le cas de l'exploitation des biocarburants, nous avons relevé de ce rapport que ces derniers doivent absolument être exploités de la bonne manière et il s'avère primordial de bien comprendre leur constitution et cheminement. Tout cela pour éviter un effet rebond et remplacer le kérosène par un carburant plus polluant encore. Ce qui est principalement ressorti est que les biocarburants doivent être consacrés au domaine de l'aviation, car c'est

le moyen de transport le plus difficile à décarboner. Mais aussi, car il faut à tout prix éviter une concurrence des biocarburants dans les différents moyens de transport lourds comme le bateau par exemple, étant donné qu'une quantité suffisante des SAF restent complexes à mettre sur le marché. Nous savons donc que les SAF de 2e et 3e génération sont généralement meilleurs pour l'environnement, mais qu'il serait préférable que ces derniers ne répondent qu'à un seul secteur. Dans ce rapport, nous cherchons à éviter de reproduire les mêmes schémas de surexploitation de matière première qui jusqu'à présent n'a pas semblé être la bonne direction dans l'objectif de protection de l'environnement.

De plus, le soutien de l'État et les subventions aux entreprises essayant de réduire leur empreinte carbone semblent revenir dans beaucoup de nos interviews comme une des solutions à envisager. Cette transition ne devrait pas avoir d'impact économique trop important pour les personnes qui polluent moins que certaines entreprises par exemple et même si nos habitudes doivent changer, la population ne peut en payer le prix seul. Le fait par exemple de mettre en place la construction de nouvelle voie ferrée pour accueillir des TGV et/ou de moderniser le train en général serait plus du ressort de l'État ainsi que les entreprises qui feraient affaire avec, et permettrait de rendre accessible un moyen de transport plus écologique et moins cher. En parallèle, nous avons constaté que plus il y a de réglementations gouvernementales ainsi que des taxes imposables sur le carburant, plus les entreprises cherchent des alternatives à leur carburant. Il semble donc impératif que l'État doive accompagner et supporter au maximum cette transition écologique et puisse soulager la population et créer des partenariats avec certaines entreprises.

Même en trouvant un biocarburant performant permettant de réduire le rejet de gaz à effet de serre, il apparaît sans surprise que notre mode de vie doit changer et que la sensibilisation à la protection de notre planète doit se faire dès le plus jeune âge. Dans toutes nos interviews, les répondants ont appuyé et mis de l'avant ce point-ci. Ces derniers par exemple disent prendre l'avion que lorsque c'est absolument nécessaire et évoquent le fait que peu importe les solutions emmenées, les efforts doivent se faire aussi à l'échelle individuelle.

Bibliographie

- Bouchard, C. (2014). Transition énergétique : contexte, enjeux et possibilités : introduction au dossier. *VertigO*, 14(3).
- Brunet, L. (2021). #Flygskam : le pouvoir de la honte de prendre l'avion pour gouverner le changement climatique. *Lien social et Politiques*, (86), 54–70.
<https://doi.org/10.7202/1079492ar>
- Cheneval, E., Adam-Poupart, A. & Zayed, J. (2011). La crise alimentaire, le développement durable et les biocarburants : perspectives d'avenir. *VertigO*, 11(1).
- Damgé, Mathilde. (2021). Les biocarburants peuvent-ils vraiment améliorer le bilan écologique des avions? *Le Monde*, 24 juin 2021. https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2021/06/24/les-biocarburants-peuvent-ils-vraiment-ameliorer-le-bilan-ecologique-des-avions_6085511_4355770.html
- Futura Science (s.d). Vers une hausse des prix des billets d'avions pour soutenir la transition écologique? *Futura Science*. <https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/avion-vers-hausse-prix-billets-avion-soutenir-transition-ecologique-94416/>
- Gouvernement du Québec. 2019. *Biocarburants - Prépublication du projet de règlement concernant le volume minimal de carburant renouvelable dans l'essence et le carburant diesel*. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Québec : gouvernement du Québec.
<https://www.quebec.ca/nouvelles/actualites/details/biocarburants-prepublication-du-projet-de-reglement-concernant-le-volume-minimal-de-carburant-renouvelable-dans-lessence-et-le-carburant-diesel>
- Guterres Antonio, Patricia Espinosa. 2021. “LES INÉGALITÉS DES ÉMISSIONS EN 2030 L’empreinte carbone par habitant et l’objectif de 1,5°C”. Institute for European environmental policy. https://www.oxfamfrance.org/wp-content/uploads/2021/11/Briefing-Inegalites-des-emissions-en-2030_Vdef.pdf
- Haëntjens, Jean. (2020). Les obstacles à la transition énergétique. Les résistances idéologiques et sociopolitiques, *Futuribles*, 436 (3), pp. 41-54.
<https://doi.org/10.3917/futur.436.0041>
- Kahlmeier, Sonja, Götschi, Thomas, Cavill, Nick, Castro Fernandez, Alberto, Fahy, Nick. et al. (2018). Outil d'évaluation économique des effets sanitaires (HEAT) liés à la pratique du vélo et de la marche : méthodologie et guide de l'utilisateur sur l'évaluation de l'activité physique, de la pollution atmosphérique, des traumatismes et de l'impact carbone. Organisation

mondiale de la Santé. Bureau régional de l'Europe. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/342129>

Maresca, Bruno, et Anne Dujin. (2014). La transition énergétique à l'épreuve du mode de vie. *Flux*, 96 (2) , pp. 10-23. <https://doi.org/10.3917/flux.096.0010>

Mosser Sophie. (2007). Eclairage et sécurité en ville : l'état des savoirs. *Déviance et Société*, 2007/1 (Vol. 31), p. 77-100. DOI : 10.3917/ds.311.0077. <https://www.cairn.info/revue-deviance-et-societe-2007-1-page-77.htm>

Ministère de l'écologie. (2016). Marche. Mieux accueillir les piétons âgés dans l'espace public. Recommandations d'aménagement. Paris: Ministère de l'écologie. Cerema. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/CEREMA%20mieux%20accueillir%20pietons%20ages%20nov%202016.pdf>

Pouliquen, Fabrice. (2021). Le secteur aérien en passe d'accélérer sur les carburants 100% renouvelables? *20 Minutes*, 18 juin 2021. <https://www.20minutes.fr/planete/3061735-20210618-secteur-aerien-passe-accelerer-carburants-100-renouvelables>

Riom Loïc, Hummel Cornelia, Kimber Leah *et al.* (2015). Plus on est vieux, plus on se protège : le sentiment de sécurité chez les personnes âgées. *Retraite et société*, 2015/2 (N° 71), p. 57-74. DOI : 10.3917/rs.071.0057. <https://www.cairn.info/revue-retraite-et-societe1-2015-2-page-57.htm>

Pelletier, Marie Lee. (2020). AVIATION CIVILE ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES : COMMENT RÉDUIRE L'EMPREINTE CARBONE GRÂCE À LA TARIFICATION DU CARBONE ET AU DÉVELOPPEMENT DE CARBURANTS ALTERNATIFS? Université de Sherbrooke.

Annexe 1 :

Questions d'entrevue : Enjeux social

Prise de renseignements sur l'âge, le sexe, le nombre d'enfant à charge, le revenu moyen et la fréquence de voyage en avion de cette personne.

1. Quels sont les raisons principales qui vous poussent à prendre l'avion :

Plaisir/Voyage/ Découverte

Famille/ Amis

Travail

2. Pensez-vous qu'il serait viable de remplacer les voyages d'affaire par le télétravail
3. Pensez-vous que les voyages d'affaires sont inévitables ?
4. Après avoir expliqué le principe de la taxe grand voyageur :
Pensez-vous que cette taxe serait justifiable et qu'elle permettrait de diminuer le nombre de voyages en avion ?
5. Pour les voyages de courtes durées, privilégieriez-vous le train s'il était plus abordable?
6. Et vous que pensez-vous de façon générale sur la transition énergétique dans l'aviation ?
7. La transition énergétique coûte chère. Est-ce plutôt aux entreprises ou à l'État de la financer / ou les consommateurs ?

Annexe 2

Questions d'entrevue : Enjeux Environnementaux et techniques

Prise de renseignements sur l'âge, le sexe, le nombre d'enfant à charge, le revenu moyen et la fréquence de voyage en avion de cette personne.

1. Biocarburant de 2nd et 3^e génération : Concurrence avec l'automobile
2. *Après avoir rappelé brièvement les types de biocarburants :*

Que pensez-vous d'une transition énergétique par l'utilisation des biocarburants ?
3. La transition énergétique coûte chère. Est-ce plutôt aux entreprises ou à l'État de la financer / ou les consommateurs ?
4. Et vous que pensez-vous de façon générale sur la transition énergétique dans l'aviation ?
5. Question personnalisée : Vous êtes engagés personnellement dans la conférence sur l'agrandissement de la piste aérienne, pouvez-vous nous dire à quel point cela a un impact sur nous ?
6. Les biocarburants prouvent leur efficacité à petite échelle mais est-ce faisable à large échelle ?
7. Concrètement, comment pourrait-on favoriser leur développement ?
8. Domaine nucléaire; comment être utilisé dans les transports ?

Annexe 3

Exemple d'un courriel envoyé aux répondants pour qu'ils participent à nos entrevues

Objet : Prise de contact - Demande d'entrevue

Bonjour Monsieur X,

Nous espérons que vous allez bien.

Nous nous permettons de vous contacter car nous sommes une équipe d'étudiants réalisant une enquête sur le potentiel des biocarburants dans le secteur aérien.

Nous avons pu prendre connaissance des précédentes recherches et publications que vous avez réalisées et suite à cela nous aurions un grand intérêt à réaliser avec vous une entrevue d'une trentaine de minutes nous permettant d'obtenir votre avis sur le potentiel de développement des biocarburants.

Nous espérons avoir l'honneur de discuter avec vous lors d'une éventuelle entrevue, et si cela n'est pas possible nous apprécierions si vous pouviez nous rediriger vers une autre personne ayant l'expertise nécessaire à l'étude des biocarburants.

Au plaisir,

Équipe de recherche sur les biocarburants dans l'aérien.