L'Institut wallon de l'évaluation,
de la prospective et de la statistique

Wallonie
Iweps

JANVIER 2022

CAHIER DE PROSPECTIVE DE L'IWEPS

N° 7

Le secteur du transport aérien de passagers en Wallonie : une première approche prospective

RÉSUMÉ

Le secteur du transport aérien de passagers (TAP) a été violemment affecté par la crise sanitaire. Les chiffres observés en la matière au niveau de l'aéroport de Charleroi Bruxelles-Sud ont connu, en 2020, un véritable effondrement. Pour faire face aux possibles implications de cette chute sur l'avenir de cet aéroport, le Gouvernement régional a décidé de recapitaliser la société Brussels South Charleroi Airport. Cette recapitalisation est conditionnée à la mise en place d'un nouveau modèle de gouvernance pour cette société, modèle devant, notamment, intégrer une plus grande prise en compte des enjeux environnementaux.

C'est dans ce contexte que nous nous interrogeons sur les futurs possibles du TAP en Wallonie et tentons de poser les premiers jalons d'une démarche prospective sur le sujet.

Dans un premier temps, sur la base des chiffres relatifs aux aéroports de Liège et de Charleroi, nous examinons l'évolution régionale du TAP. Deuxièmement, nous rappelons l'importance du secteur aérien dans la politique économique régionale. Ceci nous amène à identifier, dans un troisième temps, les enjeux qui se rapportent à ce dernier. Nous présentons ensuite les ressources mobilisables pour investiguer ses évolutions possibles. D'une part, nous considérons un grand nombre de travaux anticipatifs réalisés par ailleurs à propos de la thématique du TAP ou de thèmes proches. Ces réalisations peuvent, de fait, s'avérer des plus pertinentes pour l'analyse de la situation wallonne : elles fournissent des clés de lecture de la situation et de la dynamique du secteur au niveau international ou dans d'autres pays et elles constituent une source d'inspiration sur le plan méthodologique. D'autre part, nous examinons un modèle analytique de référence susceptible de faciliter notre exercice prospectif. Nous terminons le Cahier par une tentative d'application de ce modèle à l'objet qui mobilise ici notre attention, et ce à la lumière des apports des exercices anticipatifs présentés précédemment. Ce faisant, il nous est loisible de formuler des conclusions pour alimenter une démarche prospective plus approfondie et plus complète.

Une base documentaire utile pour poursuivre la réflexion est également proposée à la fin du Cahier.

Jean-Luc GUYOT (IWEPS)
Julien JUPRELLE (IWEPS)

COLOPHON

Auteurs : **Jean-Luc Guyot** (IWEPS)
Julien Juprelle (IWEPS)

Édition : **Evelyne Istace** (IWEPS)

Création graphique : **Deligraph**
http://deligraph.com

Dépôt légal : D/2022/10158/1

Ces travaux ne reflètent pas la position de l'IWEPS et n'engagent que leurs auteurs.

Reproduction autorisée, sauf à des fins commerciales, moyennant mention de la source.

IWEPS

Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique

Route de Louvain-La-Neuve, 2
5001 BELGRADE - NAMUR

Tel : 081 46 84 11

http://www.iweps.be

info@iweps.be

Remerciements

Ce Cahier de prospective de l'IWEPS n'aurait pu se réaliser sans la contribution de plusieurs intervenantes et intervenants.

S. Toussaint, délégué wallon à la prospective aéroportuaire et directeur au SPW, a accepté de partager son expertise sur le sujet. Son examen critique de notre analyse nous a permis de la compléter et de la nuancer.

R. Paque a alimenté notre travail par des références bibliographiques et un avis éclairé sur certaines questions en lien avec les investissements publics.

V. Calay et R. Ritondo ont relu notre texte et ont émis des suggestions pertinentes pour la finalisation de celui-ci.

P. Dethier nous a aidé pour la bonne gestion des ressources documentaires et pour la mise en forme. Elle a également contrôlé le bon respect de l'orthographe et de la syntaxe.

E. Istace a veillé à ce que cette publication voie le jour sous un format attractif.

S. Brunet, Administrateur général de l'IWEPS, a soutenu le projet et nous a permis, par ses avis opportuns, d'améliorer nos analyses.

Que toutes et tous soient remerciés.

Table des matières

REMERCIEMENTS 3
TABLE DES ILLUSTRATIONS 6
1. INTRODUCTION 8
2. 2020 : ANNÉE DE RUPTURE OU MAUVAISE PASSE ? 10
3. LE TAP EN WALLONIE : UN VECTEUR DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE 13
4. LE TAP EN WALLONIE : TENSIONS ET ENJEUX 15
4.1. L'impact effectif sur le développement économique du territoire wallon 15
4.2. Le réchauffement climatique 16
4.3. Les nuisances sonores 19
4.4. La question énergétique 19
4.5. La fiscalité et les aides publiques 21
4.6. Les relations public-privé 24
4.7. L'intégration européenne 27
4.8. Conditions de travail et concertation sociale 29
4.9. TAP et tourisme 30
4.10. Entre consommation intensive et Flygskam 32
4.11. Transport aérien et accélération des processus pandémiques 33
4.12. Croissance du nombre de vols et congestion 34
4.13. TAP, sûreté et sécurité 36
5. LES TRAVAUX ANTICIPATIFS MENÉS PAR AILLEURS : UNE RESSOURCE POUR EXPLORER LES FUTURS POSSIBLES DU SECTEUR DU TAP EN WALLONIE 40
5.1. Les exercices prévisionnels pour le secteur aérien 40
5.2. Les exercices normatifs pour le secteur aérien 41
5.3. Les exercices prospectifs exploratoires relatifs au secteur aérien 42
5.4. Les études exploratoires relatives au transport ou à la mobilité en général 43
6. UNE RESSOURCE COMPLÉMENTAIRE POUR EXPLORER LES FUTURS POSSIBLES DU SECTEUR DU TAP EN WALLONIE : LES FUTURS GÉNÉRIQUES 47
7. QUELLE ÉVOLUTION POUR LA SITUATION WALLONNE ? 49
7.1. Scénario 1 : « Un ciel sans limite » 49
7.2. Scénario 2 : « Un TAP contraint à l'éco-responsabilité » 51
7.3. Scénario 3 : « Trous d'air et chute libre » 53

7.4. Scénario 4 : « Un nouveau plan de vol » 55
8. CONCLUSIONS 58
9. ANNEXE : PRÉSENTATION DES TRAVAUX ANTICIPATIFS MENÉS PAR AILLEURS 60
9.1. Les exercices prévisionnels pour le secteur aérien 60
9.2. Les exercices normatifs pour le secteur aérien 62
9.2.1. The Shift Project 62
9.2.2. L'exercice du Gouvernement français 64
9.2.3. L'exercice suédois 65
9.2.4. L'exercice allemand 66
9.3. Les exercices prospectifs exploratoires relatifs au secteur aérien 67
9.3.1. Les études exploratoires à portée internationale 67
9.3.2. Les études exploratoires à portée nationale 93
9.4. Les études exploratoires relatives au transport ou à la mobilité en général 98
9.4.1. Un exercice théorique précurseur 98
9.4.2. Les travaux au niveau européen 99
9.4.3. Les exercices au niveau mondial 120
9.4.4. La mobilité en Grande-Bretagne à l'horizon 2035 129
9.4.5. La mobilité sous contrainte à l'horizon 2035 : une analyse allemande 130
RÉFÉRENCES ET MATÉRIAUX BIBLIOGRAPHIQUES 133

Table des illustrations

TABLEAUX

Tableau 1. Évolution du nombre d'arrivées de touristes internationaux 31
Tableau 2. Évolution mondiale du TAP en nombre de passagers - prévisions à long terme 41
Tableau 3. Facteurs influençant l'évolution du secteur du TAP 42
Tableau 4. Les facteurs influençant l'évolution de la demande de transport en Europe à l'horizon 2050 45

TABLEAUX - ANNEXE

Tableau 1. Evolution mondiale du TAP en nombre de passagers – prévisions à long terme 61
Tableau 2. Facteurs influençant l'évolution du secteur du TAP 69
Tableau 3. Liste non exhaustive des parties prenantes du secteur du TAP en Europe 72
Tableau 4. Tendances de long terme et futurs possibles pour l'aviation 85
Tableau 5. Résumé des hypothèses d'entrée par scénario pour la gestion des risques pour l'aviation 86
Tableau 6. Comparaison des variables clés utilisées dans différentes réflexions prospectives sur le TAP en France menées entre 1992 et 2003 95
Tableau 7. Scénarios d'évolution du TAP à l'horizon en France 2025-2050 97
Tableau 8. Quatre scénarios de politiques de la mobilité 98
Tableau 9. Facteurs d'évolution du système de transport européen à l'horizon 2047 101
Tableau 10. Les facteurs de changement du système de transport en Europe 106
Tableau 11. Les facteurs influençant l'évolution de la demande de transport en Europe 112
à l'horizon 2050 112
Tableau 12. L'évolution future des transports à l'international : les grands types de scénarios identifiés 122

FIGURES

Figure 1. Évolution du TAP à Liège Airport et Charleroi Bruxelles-Sud, en nombre de passagers 11
Figure 2. Évolution mondiale du TAP, en nombre de passagers 32
Figure 3. Évolution mondiale du TAP, en passagers-kilomètres payants - prévisions à court terme 40
Figure 4. Les quatre futurs génériques (Dator, 2002) 48

FIGURES – ANNEXE

Figure 1. Evolution mondiale du TAP, en passagers-kilomètres payants prévisions à court terme 61
Figure 2. Articulation des facteurs influençant l'évolution du secteur du TAP 70
Figure 3. Scénarios d'évolution du TAP à l'horizon 2035 71
Figure 4. Quatre scénarios pour la gestion des risques pour l'aviation commerciale européenne à l'horizon 2040 83

Figure 5. Prévisions du nombre de vols à l'horizon 2040 pour les quatre scénarios d'évolution de l'aviation commerciale européenne 87
Figure 6. Estimation de la sous-capacité aéroportuaire en 2040 dans les quatre scénarios d'évolution de l'aviation commerciale européenne 87
Figure 7. Les facteurs de changements du TAP en France à l'horizon 2025-2050 95
Figure 8. Scénarios exploratoires de l'évolution du système de transport européen à l'horizon 2050 104
Figure 9. Secteur du transport et facteurs potentiels de rupture à l'horizon 2050 128
Figure 10. Cartographie du système de mobilité : axes structurants 131

1. Introduction

Comme plusieurs autres secteurs d'activités économiques, celui du transport aérien de passagers (TAP) a été fortement affecté par la crise sanitaire que nous connaissons actuellement. Les restrictions en matière de déplacements, notamment internationaux, induits par la gestion de cette crise ont entraîné des conséquences exceptionnelles sur le nombre de passagers transportés par les compagnies aériennes[1]. Notre région n'a pas été épargnée. Plus particulièrement, comme nous le verrons, les chiffres observés en la matière au niveau de l'aéroport de Charleroi, infrastructure principale du TAP en Wallonie, ont connu, en 2020, un véritable effondrement[2].

Pour faire face aux possibles implications de cette chute sur l'avenir de cet aéroport, le Gouvernement régional a décidé de recapitaliser la société Brussels South Charleroi Airport (BSCA)[3]. Cette recapitalisation est conditionnée à la mise en place d'un nouveau modèle de gouvernance pour cette société, modèle devant, notamment, intégrer une plus grande prise en compte des enjeux environnementaux.

Dans ce contexte d'incertitudes liées à la pandémie, au regard des enjeux climatiques actuels et étant donné les investissements déjà réalisés, il apparaît légitime de s'interroger sur les futurs possibles du secteur et sur son évolution dans notre région. L'anticipation de cette évolution pourrait, notamment, permettre aux décideurs de calibrer et d'orienter les efforts futurs en termes de soutien à celui-ci et, de manière plus générale, d'élaborer leur stratégie à venir.

Plus fondamentalement, cette interrogation devrait intéresser tous les acteurs économiques et sociaux concernés directement ou indirectement par le secteur. Comme l'indique The Shift Project (2021 : 4), auteur d'une analyse prospective sur celui-ci en France, « le secteur aérien est aujourd'hui frappé par la pire crise de son histoire, avec des risques de faillites en cascade, de pertes d'emplois, et de savoir-faire uniques. À plus long terme, les risques climatiques, couplés avec l'épuisement des ressources fossiles, menacent l'ensemble de l'économie mondiale. Plus que jamais, anticiper et se transformer devient, pour l'aviation comme pour tout autre secteur économique, un enjeu de survie dans le monde bas carbone de demain. »

Le présent Cahier se propose d'explorer la question des futurs possibles du TAP en Wallonie. Sur la base d'un examen historique et contextuel, de l'identification des tensions et des enjeux afférents à ce secteur et du recours à un ensemble de scénarios-types d'évolutions, nous tenterons de poser, sans parti pris, les premiers jalons pour une analyse prospective de l'avenir de ce domaine d'activité.

Notre exercice sera limité : il s'agira de recenser, sans doute de manière non exhaustive, les facteurs susceptibles d'influencer cet avenir et de présenter un modèle d'analyse pertinent afin de préparer une démarche prospective exploratoire plus complète. Notons également que nous nous cantonnerons au transport des personnes et que nous ne traiterons pas du transport aérien de marchandises. En effet, les deux secteurs présentent des spécificités qui invitent à les appréhender de manière séparée, même si certains constats relatifs au transport des personnes peuvent s'appliquer à celui des biens.

[1] Consulter, par exemple, https://theconversation.com/le-transport-aerien-ne-sera-plus-jamais-le-meme-151150

[2] L'aéroport de Liège a été en mesure de compenser cette contraction du TAP grâce à son rôle dans la lutte contre la pandémie : de fait, il a connu, en 2020, une année record avec un transit de 1,16 million de tonnes de marchandises (soit une croissance de 24% par rapport à 2019). En comparaison, l'aéroport de Charleroi ne traite presque pas de transport de fret : seules 402 tonnes y ont transité pour cette même année 2020 (https://www.iweps.be/indicateur-statistique/transport-aerien/).

[3] https://www.lalibre.be/economie/entreprises-startup/la-region-wallonne-va-injecter-30-millions-dans-brussels-south-charleroi-airport-bsca-mais-demande-un-nouveau-modele-de-gouvernance-6065d9f09978e2410feb530d

Dans un premier temps, nous retracerons brièvement l'évolution de l'importance du secteur, principalement par l'examen des chiffres relatifs au nombre de passagers à Liège Airport et Charleroi Bruxelles-Sud. Deuxièmement, nous rappellerons l'importance du secteur aérien dans la politique économique régionale. Ceci nous amènera à nous interroger, dans un troisième temps, sur les enjeux qui se rapportent à ce dernier. Nous présenterons ensuite les ressources mobilisables pour investiguer ses évolutions possibles. D'une part, nous identifierons et présenterons un certain nombre de travaux anticipatifs réalisés par ailleurs à propos de la thématique du TAP ou de thèmes proches. Ces réalisations peuvent, de fait, s'avérer des plus utiles pour l'analyse de la situation wallonne : elles fournissent des clés de lecture de la situation et de la dynamique du secteur au niveau international ou dans d'autres pays et elles constituent une source d'inspiration sur le plan méthodologique. D'autre part, nous examinerons un modèle analytique de référence susceptible de faciliter notre exercice prospectif. Nous terminerons le Cahier par une brève tentative d'application de ce modèle à l'objet qui mobilise ici notre attention, et ce à la lumière des apports des exercices anticipatifs présentés précédemment. Ce faisant, il nous sera loisible de formuler des conclusions qui pourront alimenter une démarche prospective plus approfondie et plus complète.

Une large base documentaire utile pour poursuivre la réflexion sera également proposée à la fin de la présente publication.

2. 2020 : année de rupture ou mauvaise passe ?

Plusieurs indicateurs, complémentaires, sont envisageables pour retracer l'évolution du secteur qui nous préoccupe mais nous nous limiterons à considérer ici l'évolution du nombre de passagers dans les deux aéroports principaux wallons[4]. Cet indicateur nous semble, en effet, suffisant pour synthétiser l'évolution quantitative de l'activité au cours des dernières années. La figure 1 présente la situation observée depuis 1992.

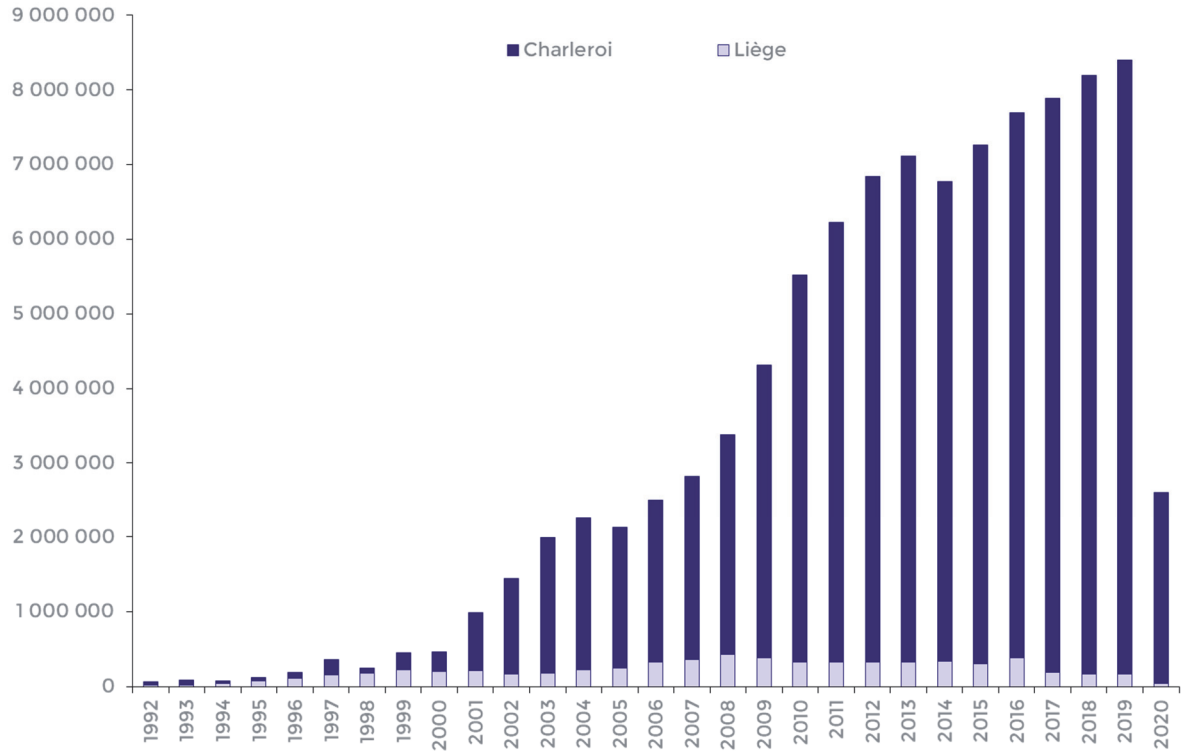
Pour rappel, au niveau du réseau aérien, la Wallonie possède deux infrastructures importantes : l'aéroport de Liège (Liège Airport), ouvert 24 heures sur 24, avec deux pistes, respectivement de 3 700 mètres et de 2 340 mètres de long, destinées à recevoir un trafic mixte (passagers et fret) et celui de Charleroi (Brussels South Charleroi Airport), avec une piste de 3 200 mètres de long et privilégiant le trafic de passagers. Ces aéroports bénéficient chacun d'une aérogare récente et moderne et ont connu un essor important depuis plus de quinze années, surtout grâce au développement d'activités de fret à Liège et à l'arrivée d'une importante compagnie *low cost* à Charleroi.

Le trafic des passagers via les aéroports wallons, qui représente, généralement, environ un tiers du trafic belge, connaît en 2020 une très nette diminution avec 2,6 millions de passagers en 2020 contre 8,4 millions en 2019, soit un recul de 69%. L'aéroport de Charleroi (deuxième aéroport belge de passagers après Bruxelles-National) est passé d'une situation en croissance avec le chiffre record de 2019 (8,2 millions) à moins de 2,6 millions de passagers en 2020. Liège connaît également une nette diminution avec 44,3 mille passagers contre 172 mille en 2019. Cette brusque diminution du trafic est à mettre en relation avec la pandémie de Covid-19.

Pour ce qui est de 2021, les chiffres annuels ne sont pas encore connus. Cependant, le début de l'année se caractérise par une situation tout aussi exceptionnelle. Ainsi, en février, l'aéroport de Charleroi a accueilli à peine 24 844 passagers, ce qui représente une chute de 96% du trafic de voyageurs par rapport à février 2020 (chiffres de BSCA S.A., La Libre, 2021b). Le mouvement est confirmé le mois suivant : comme l'indique Brussels South Charleroi Airport S.A., « Brussels South Charleroi Airport a accueilli 19 546 passagers durant le mois de mars 2021. Cela représente une baisse de 92% du trafic de voyageurs par rapport à l'année 2020 »[5].

[4] https://www.iweps.be/indicateur-statistique/transport-aerien/
[5] Communiqué de BSCA S.A. du 22 April 2021, en ligne : https://www.brussels-charleroi-airport.com/fr/actu/19546-passagers-ont-foule-le-tarmac-de-laeroport-de-charleroi-en-mars-2021-une-baisse-de-92-en

Figure 1 : Évolution du TAP à Liège Airport et Charleroi Bruxelles-Sud, en nombre de passagers



Source : SPW Mobilité et Infrastructures ; Calculs : IWEPS

La situation observée au niveau régional pour ces deux dernières années présente de fortes similitudes avec les constats émis au niveau national et au niveau international.

En ce qui concerne la Belgique, selon Statbel (2021), les aéroports belges ont accueilli, l'année passée, environ 9,5 millions de passagers et 150 000 vols. Pour l'ensemble des mois d'avril, de mai et de juin, 16 536 vols ont été recensés. En 2019, on recensait près de 35,5 millions de passagers et un peu moins de 325 000 vols. Cela représente une baisse de 73% du nombre de passagers (y compris les passagers en transit) et de 53% du nombre total de vols (départs et arrivées) en 2020.

En ce qui concerne le niveau international, la situation est similaire. Comme le montre l'Association internationale du transport aérien (IATA, 2021), qui a publié ses statistiques sur le TAP pour l'ensemble de 2020, la demande (kilomètres-passagers payants, ou RPK) a chuté de 65,9% par rapport à l'année 2019, ce qui constitue, selon les dires de l'IATA, de loin le pire déclin de l'histoire de l'aviation. Selon la même source, le trafic de passagers internationaux en 2020 était inférieur de 75,6% à ce qu'il était en 2019[6].

Ces différents chiffres interpellent et invitent à s'interroger sur le futur du secteur aérien civil (Bréchemier et Combe, 2020 ; Meunier, 2020). Sur le plan mondial, la prévision de base et de court terme de l'IATA annonce une amélioration de 50,4% de la demande en 2021 par rapport à 2020. Ceci amènerait l'industrie à 50,6% de la demande de 2019 (IATA, 2021a). Cependant, si des restrictions de voyage plus strictes se concrétisaient en réaction aux nouveaux variants, l'amélioration de la demande pourrait se limiter à seulement 13% par rapport à 2020, de sorte que l'industrie en serait à 38% du trafic de 2019.

Qu'en sera-t-il en Wallonie ? L'avenir sera-t-il à un « retour à la normale », c'est-à-dire à un renouement avec la croissance de l'activité du secteur ? À quelle échéance ? Ou bien, assiste-t-on à un

[6] Ces chiffres sont également repris et analysés dans le rapport annuel ACI, CANSO, IATA, ICAO et ICCAIA (2020).

basculement, une véritable rupture de tendance ? Ou bien encore à un passage à une croissance plus lente ?

En bref

La pandémie de Covid-19 a affecté le secteur du TAP de plein fouet. Jamais, avant 2020, le secteur n'avait vécu une telle crise. Quel que soit le territoire considéré, les chiffres indiquent une chute exceptionnelle des indicateurs d'activités.

La Wallonie n'a pas été épargnée. Le trafic des passagers via les aéroports wallons a subi, en 2020, un recul de 69% par rapport à 2019. L'aéroport de Charleroi est passé d'une situation en croissance avec le chiffre record de 8,2 millions en 2019 à moins de 2,6 millions de passagers en 2020. Pour ce qui est de 2021, les chiffres annuels ne sont pas encore connus mais le début de l'année se caractérise par une situation tout aussi dramatique. En février, l'aéroport de Charleroi a connu un effondrement de 96% du trafic de voyageurs par rapport à février 2020.

3. Le TAP en Wallonie : un vecteur de développement économique

Ces questions ne sont pas dénuées d'intérêt car elles renvoient à des enjeux de politique et de développement régional. De fait, depuis près de trois décennies, le Gouvernement wallon a posé le secteur aéroportuaire comme un des vecteurs de développement économique régional. C'est déjà en 2001 qu'a été créée la Société Wallonne des Aéroports (SOWAER), société d'intérêt public constituée sous la forme d'une société anonyme d'intérêt public et ce, en application du décret du 6 mai 1999 autorisant le Gouvernement wallon (GW) à créer des sociétés spécialisées. En tant que propriétaire des infrastructures de Liège et Charleroi, « la SOWAER assure la gestion d'un ambitieux programme d'investissement sur les deux aéroports wallons, dont l'objectif est d'accélérer leur développement économique et les retombées en termes d'emplois directs et indirects » (Le site officiel de la Wallonie, 2020[7]).

Dans ce cadre, depuis le début des années 2000, les investissements publics wallons ont été conséquents[8]. L'aéroport de Charleroi, notamment, a ainsi vu ses infrastructures se développer de manière notable. Ce développement se poursuit encore actuellement. Par exemple, les travaux d'allongement de la piste de 2 550 mètres à 3 200 mètres ont été terminés en octobre de cette année 2021[9].

Ces investissements traduisent une volonté politique répétée au cours des dernières législatures. La Déclaration de politique régionale 2014-2019 prévoit de « Renforcer le secteur aérien comme pôle de développement » (Gouvernement de Wallonie, 2014 : 69). Les pôles de développement que sont les aéroports de Charleroi et Liège devront être confortés et le Gouvernement veillera à faire entendre sa voix auprès de la Commission européenne afin de défendre le développement des aéroports régionaux. La dernière Déclaration, relative à la législature 2019-2024, confirme cette vision de l'aéroportuaire comme source de développement économique pour la Wallonie et réitère l'engagement des autorités dans le déploiement du secteur (voir encadré 1). Vis-à-vis de celui-ci, le Gouvernement entend soutenir sa croissance mais se fixant également des objectifs de protection de l'environnement, de la santé publique et de la qualité de vie des riverains.

En bref

Depuis près de trois décennies, le Gouvernement wallon a investi le secteur du transport aérien, dont le transport de passagers, comme vecteur de développement économique régional. Il a, dès lors, consenti à des investissements conséquents dans ce secteur et encouragé la croissance des activités aériennes commerciales, tout en veillant au respect de l'environnement, de la santé publique et de la qualité de vie des riverains.

[7] https://www.wallonie.be/fr/acteurs-et-institutions/wallonie/autres-acteurs-publics-de-la-region-wallonne/societe-wallonne-des-aeroports-sowaer et http://www.sowaer.be/nos-missions/

[8] Il est très difficile de fournir le montant global et précis de ces investissements, directs ou indirects, notamment parce qu'ils sont effectués suivant plusieurs canaux et dans le cadre de différents dispositifs. En outre, ils correspondent à des postes budgétaires diversifiés (infrastructures aéroportuaires, amélioration de l'accessibilité à celles-ci et de leur desserte, lutte contre les nuisances sonores, créances…). On trouvera quelques éléments de réponse dans :
- les rapports de gestion de la SOWAER (notamment SOWAER, 1999, 2020)
- https://gouvernement.wallonie.be/home/presse/publications/plan-wallon-dinvestissement--45-millions-supplementaires-pour-la-securite-des-aeroports.publicationfull.html
- https://www.wallonie.be/sites/default/files/inline-files/pwi_vd.pdf
- https://www.lalibre.be/economie/entreprises-startup/2021/04/01/la-region-wallonne-va-injecter-30-millions-dans-laeroport-de-charleroi-en-echange-dun-nouveau-modele-de-gouvernance-HSWRV7CMFNA4RPYKUGSU4RUOLU/Q
- https://www.wallonie.be/budget/

L'estimation du montant de ces investissements est donc complexe et dépasse le cadre de notre projet. Il serait néanmoins des plus utiles pour alimenter une analyse évaluative de la politique en la matière et nourrir la prospective du secteur du TAP en Wallonie. Un premier examen exploratoire des Budgets des recettes et des dépenses de la Région wallonne pour les vingt dernières années semblerait indiquer un montant global de dépenses de 500 millions d'euros pour chacun des deux grands aéroports wallons. Ce chiffre est à être confirmé par une analyse plus systématique des Budgets annuels depuis 2001.

[9] https://www.sowaer.be/2021/10/11/inauguration-de-lallongement-de-la-piste-de-charleroi/

Encadré 1 : La politique aéroportuaire dans la Déclaration de politique régionale 2019-2024 (Gouvernement de Wallonie, 2019 : 17-18)

Les aéroports wallons constituent des viviers d'emploi importants et des pôles de développement majeurs dans la dynamique d'amplification de l'économie wallonne que le Gouvernement entend soutenir.

Il agira de manière à concilier développement économique et création de nombreux emplois dans et autour des aéroports avec les objectifs de protection de l'environnement, de la santé publique et de la qualité de vie des habitants.

Les infrastructures aéroportuaires

Le Gouvernement soutiendra les deux sociétés de gestion (BSCA et Liège Airport) dans leur souhait de faire des deux aéroports wallons des aéroports zéro carbone au niveau de l'infrastructure, à l'horizon 2030 (à l'instar du plan de l'aéroport de Liège).

Il accordera davantage d'autonomie aux sociétés de gestion notamment en vue du passage du régime de concession au régime de régulation prévu par les dispositions européennes.

Le Gouvernement veillera à professionnaliser plus encore les structures. Il assurera la sécurisation des plateformes.

Les zones économiques connexes

Afin de valoriser au mieux ces terrains à haute valeur ajoutée, l'extension des nouveaux zonings d'activités économiques autour des aéroports sera soumise à des normes d'emploi à l'hectare et d'utilisation des espaces actuellement disponibles. Le Gouvernement privilégiera des activités directement liées à l'aéroport.

Les investissements qui ont fait l'objet d'une décision du Gouvernement seront poursuivis.

Les conditions du permis d'environnement seront entièrement respectées et contrôlées.

La participation citoyenne

Afin de renforcer la participation citoyenne dans le cadre du développement de BSCA et de Liège Airport, le Gouvernement ouvrira le comité d'accompagnement de ces aéroports à des représentants démocratiquement désignés par les riverains se situant dans le périmètre du plan d'exposition au bruit.

L'échelle européenne et internationale

En parallèle, la Wallonie portera à l'échelle européenne, notamment :

- la mise en place d'une taxation du kérosène ;

- la relance des trains de nuit et le développement, plus globalement, du réseau ferroviaire européen.

Elle défendra également à l'échelle internationale et notamment européenne le principe d'une réduction forte des émissions de gaz à effet de serre liées à l'aviation. Le Gouvernement encouragera les aéroports wallons à se doter, dans la mesure du possible, d'objectifs ambitieux quant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre liées à leurs vols et à mettre en place des programmes pilotes de vols à très faibles émissions.

4. Le TAP en Wallonie : tensions et enjeux

Si la poursuite d'une réflexion prospective sur le secteur du transport aérien en Wallonie est pertinente, elle n'est cependant pas aisée. De fait, ce secteur est tributaire de nombreux facteurs qui en influencent la dynamique. Il fait, en outre, l'objet de plusieurs controverses et il renvoie à plusieurs enjeux. Nous allons à présent considérer certains de ces éléments avant d'envisager les possibilités d'évolutions dans le moyen et le long terme.

Tout d'abord, il faut rappeler que les activités de transport aérien, fret et passagers, sont au cœur de plusieurs débats, qu'elles sont au centre d'un certain nombre de polémiques et qu'elles renvoient à des enjeux complexes dépassant parfois le cadre strict du secteur. C'est le cas en Wallonie mais pas uniquement. Ces controverses et ces enjeux méritent d'être examinés dans la présente analyse anticipative car leurs développements, leurs modalités de gestion par les autorités publiques et par la société civile et les choix qui en résulteront affecteront probablement l'évolution du secteur.

Pour identifier ces espaces de tensions, nous nous sommes basés sur un examen de la littérature, tant scientifique que « grise »[10]. Cet examen a été mené sur la base d'une recherche par mots-clés, la liste de ceux-ci évoluant en cours de processus, et d'une lecture critique des documents identifiés en vue de déterminer la pertinence et la fiabilité de ceux-ci. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un système de classement et de documentation bibliographique[11].

4.1. L'IMPACT EFFECTIF SUR LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DU TERRITOIRE WALLON

Les secteurs du transport aérien et de l'aéroportuaire sont fréquemment investis, notamment par les pouvoirs publics, d'un rôle moteur en matière de développement économique (SOWAER, 2012 ; Carrard, 2017 ; Dubos, 2021 ; Sénat France, 2021). Comme nous l'avons montré dans le point 3, c'est le cas en Wallonie.

Dans une économie mondialisée, ces secteurs sont censés assurer une plus grande intégration dans les réseaux internationaux de distribution (logistique), améliorer l'attractivité du territoire par rapport à l'étranger, accroître la connectivité avec les autres territoires, faciliter la mobilité entrante et sortante, générer, directement ou indirectement, de l'emploi[12]…

Plus particulièrement, la création et le développement d'un aéroport donné peuvent s'accompagner de l'essor d'un pôle local d'activités connexes, voire de toute une ville aéroportuaire à ses alentours. Les externalités positives induites par le fonctionnement d'un aéroport se situent principalement à quatre niveaux :

- l'impact direct de l'aéroport en tant qu'entreprise créatrice de richesses et d'emplois ;
- l'impact indirect des fournisseurs de l'aéroport qui, en dehors, créent également des richesses et de l'emploi ;
- l'impact induit par les dépenses des salariés de l'aéroport et de ses fournisseurs ;

[10] Pour rappel, la littérature grise couvre l'ensemble des documents qui ne sont pas contrôlés par des maisons d'édition (Schöpfel, 2015).

[11] L'identification et la discussion de ces espaces de tension mériteraient d'être poussées plus avant. Ce travail complémentaire tirerait sans aucun doute profit de la mise en œuvre de dispositifs méthodologiques diversifiés mais auxquels il ne nous a pas été possible de recourir, faute de moyens. Nous pensons, notamment, à l'organisation d'entretiens bilatéraux et d'ateliers impliquant les parties prenantes du secteur. Ces activités, à mettre en place dans le cadre de l'éventuel déploiement d'une démarche prospective complète, permettraient d'affiner et de compléter les résultats de nos investigations.

[12] De manière plus générale, l'importance du rôle des infrastructures, notamment de transport, dans le développement économique est, depuis longtemps, mise en évidence par les chercheurs en économie. Nous pensons, entre autres, à Solow (1956), Aschauer (1989), Eberts (1990), Vickerman (1991), Glomm, Ravikumar (1994), Sturm J. *et al.* (1999), Abiad *et al.* (2016), Biatour *et al.* (2017), Miyamoto *et al.* (2020) et El Khider *et al.* (2021).

- l'impact qui résulte des dépenses effectuées par les usagers de l'aéroport, principalement les voyageurs (Melchior, 2020).

Ces éléments expliquent sans doute pourquoi les autorités régionales wallonnes ont perçu les secteurs du transport aérien et de l'aéroportuaire comme une opportunité de redéploiement économique pour certains bassins touchés de plein fouet par la désindustrialisation et pourquoi ces secteurs sont considérés par de nombreux acteurs politiques comme porteurs d'enjeux en matière de reconversion (sous-)régionale. Cet intérêt pour ces secteurs est également partagé par d'autres acteurs, économiques, qui y voient une source d'opportunités d'affaires qu'il s'agit d'entretenir et d'amplifier.

Par ailleurs, d'autres voix questionnent les investissements publics dans ce domaine. Plusieurs types d'arguments sont développés.

Certains de ceux-ci portent, en quelque sorte, sur le « retour sur investissement ». La politique publique de soutien est-elle efficace et efficiente ? Quelles sont les retombées économiques effectives ? Quels sont les effets nets sur l'emploi local ? S'agit-il d'emplois de qualité et peu volatiles ? Ces questions sont malheureusement difficiles à investiguer et peu de travaux récents sont disponibles à leur sujet pour ce qui est de notre région[13]. À ce niveau, on peut mentionner l'analyse réalisée par Lohest et Aubin (2012). Selon ces chercheurs, pour ce qui est de la Wallonie, « la croissance des activités aéroportuaires est génératrice d'emplois et catalyse des activités économiques indéniables. En 2009, on dénombrait 2.483 emplois directs à Liège et 1.323 à Charleroi. En termes de durabilité sociale, il faut cependant s'intéresser à la pérennité de ces emplois ainsi qu'à la qualité du statut social des travailleurs qui les occupent » (Lohest, Aubin, 2012 : 6).

D'autres arguments portent sur la pertinence de ces investissements au vu des externalités négatives qui caractériseraient les activités aériennes et aéroportuaires (Spaey, 2021 ; Transport & Environment, 2021).

4.2. LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Au sujet de ces externalités, de nombreuses publications scientifiques, dont, notamment IPCC (1999), Cairns et Newson (2006), Lee *et al.* (2009), Barrett *et al.* (2010), Grewe *et al.* (2010), Kapadia *et al.* (2016), Notz et Stroeve (2016), Righi *et al.* (2016), Satheesh (2018) et Lee *et al.* (2021) démontrent et évaluent l'impact du transport aérien sur le processus de réchauffement climatique.

Ainsi, selon le rapport du GIEC consacré à l'aviation (IPCC, 1999), celle-ci représentait, en 1992, environ 2% des émissions anthropiques mondiales de carbone et, selon le rapport des opérateurs européens European Environment Agency, European Union Aviation Safety Agency et Eurocontrol (2019 : 24), « In 2016, aviation was accountable for 3,6% of the total EU28 greenhouse gas emissions and for 13,4% of the emissions from transport, making aviation the second most important source of transport GHG emissions after road traffic […]. Greenhouse gas emissions from aviation in the EU have more than doubled since 1990, when it accounted for 1,4% of total emissions. As emissions from non-

[13] Il est relativement malaisé d'identifier précisément l'importance du TAP dans la dynamique économique régionale. Plusieurs approches, complémentaires, sont envisageables pour l'estimer, notamment sur la base du nombre d'emplois directement ou indirectement concernés par le domaine d'activités, des chiffres d'affaires des aéroports et, éventuellement, de ceux des entreprises développant des services en lien avec les activités de ceux-ci (Deloitte & Touche, 2003). Les indicateurs sont cependant relativement difficiles à calculer de manière satisfaisante et sont, finalement, peu disponibles. Au niveau national, on peut consulter les estimations fournies par Deville et Vennix (2011), Vennix (2017) et Buyle *et al* (2020). Au niveau européen, un rapport très intéressant est proposé par la Cour des comptes européenne (2014). Celle-ci démontre le caractère peu rentable des infrastructures aéroportuaires financées par l'Union européenne. La publication de ACI, CANSO, IATA, ICAO et ICCAIA (2020) aborde le niveau mondial et est portée par un consortium d'opérateurs internationaux du secteur aérien. Il tend à démontrer des impacts économiques conséquents. Pour la France, on peut citer Arthur D. Little (2018). Sur le plan de la méthodologie de la mesure des impacts économiques des activités aéroportuaires, on peut consulter, notamment, Airport Council International (2016).

transport sources decline, the emissions from aviation become increasingly significant […]. European aviation represented 20% of global aviation's CO_2 emissions in 2015. »

Il serait illusoire de présenter ici une synthèse des recherches sur les impacts climatiques du secteur aérien et la pollution atmosphérique engendrée par celui-ci. Ce qui est intéressant, dans le cadre d'une réflexion prospective sur le TAP, c'est de souligner que la question de ces impacts fait débat et a été portée sur la scène politique.

Depuis quelques années, la problématique du réchauffement climatique mobilise de très nombreux acteurs, de nature et d'horizons très diversifiés, au sein de la société civile. Dans ce contexte, le rôle joué par le secteur aérien est fréquemment pointé du doigt. Tant la presse[14] que les organisations de protection de l'environnement[15] stigmatisent celui-ci et dénoncent les externalités environnementales négatives générées par ses activités, externalités qui ne seraient intégrées ni dans le calcul du coût réel du transport aérien ni dans celui des retombées économiques positives du développement du secteur.

Cette problématique semble maintenant inscrite dans la majorité des agendas politiques, notamment à la suite de l'Accord de Paris, conclu le 12 décembre 2015 et entré en vigueur le 4 novembre 2016. Cet accord invite les 195 pays signataires, également signataires de la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques, à lutter contre le changement climatique et à accélérer et intensifier les actions et les investissements nécessaires à un avenir durable à faible intensité de carbone[16].

À la suite de cet accord historique, l'Organisation de l'aviation civile internationale (ICAO/OACI) a adopté le 6 octobre 2016 l'accord CORSIA, acronyme de *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*, en français « Régime de compensation et de réduction de carbone pour l'aviation internationale[17] ». Il s'agit d'un régime mondial de mesures destiné à compenser la fraction des émissions de CO_2 des vols internationaux excédant leur niveau de 2020. Il contraint les exploitants d'avions assujettis à acheter des crédits-carbone. Il fait partie d'un panier de mesures visant à réduire les émissions du transport aérien par l'introduction de nouvelles technologies pour réduire la consommation des avions, l'amélioration des opérations et l'utilisation de carburants alternatifs durables[18].

Le premier objectif de cet accord de 2016 est la stabilisation des émissions de CO_2 dès 2020 (croissance neutre). À partir de 2021, il a été prévu que les émissions de CO_2 dépassant le niveau de celles atteintes en 2020 seront compensées par l'acquisition de « crédits de réduction des émissions de CO_2 » sur un marché alimenté par des secteurs d'activités qui réduisent leurs émissions[19]. À long terme, en 2050, c'est la réduction des émissions de moitié qui est visée (par rapport à leur niveau de 2005).

Désormais, le secteur du transport civil aérien est donc engagé dans un processus de gestion de ses émissions de CO_2 et de limitation des effets de ses activités sur le climat[20]. Cependant, il fait toujours

[14] Consulter, par exemple, AFP (2013), Colleyn (2015), Renette (2019), Pacary (2019), Lefèvre (2021) ou Renette (2021).
[15] Consulter, par exemple, Xhonneux (2010), Transport & Environment (2018), Courbe (2019), Lecocq (2019) ou Spaey (2020). Consulter également https://bonpote.com/pourquoi-arreter-lavion-ne-devrait-plus-etre-un-debat/
[16] United Nations Framework Convention on Climate Change (2021)
[17] https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/1_3_Carbon%20Offsetting%20and%20Reduction%20Scheme%20for%20International%20Aviation_CORSIA.pdf#search=Carbon%20Offsetting%20Scheme%20for%20International%20Aviation
[18] https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx et IATA (2020).
[19] Suite à la crise sanitaire actuelle, cet agenda n'est plus d'application (https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/CORSIA-and-Covid-19.aspx)
[20] Ce type de mesures est fréquemment présenté comme incontournable s'il s'agit d'assurer un avenir pour le secteur aérien civil (The Shift Project, 2021).

l'objet de vives critiques à ce niveau[21], notamment parce que la moitié (environ) de l'impact climatique du secteur concernerait des effets non liés au CO_2, notamment causés par l'émission d'oxydes d'azote, la nébulosité induite...[22] (Spaey, 2019).

Encadré 2 : L'Accord de Paris[23]

« L'objectif central de l'Accord de Paris est de renforcer la réponse mondiale à la menace du changement climatique en maintenant l'augmentation de la température mondiale à un niveau bien inférieur à 2 degrés Celsius par rapport aux niveaux préindustriels et de poursuivre les efforts pour limiter davantage l'augmentation de la température à 1,5 degré Celsius. En outre, l'accord vise à accroître la capacité des pays à faire face aux impacts du changement climatique et à rendre les flux financiers compatibles avec un faible niveau d'émissions de GES et une voie résiliente au climat. Pour atteindre ces objectifs ambitieux, une mobilisation et une affectation appropriées de ressources financières, un nouveau cadre technologique et un renforcement des capacités doivent être mis en place, appuyant ainsi l'action des pays en développement et des pays les plus vulnérables, conformément à leurs propres objectifs nationaux. L'Accord prévoit également un cadre de transparence accrue pour l'action et le soutien.

L'Accord de Paris exige de toutes les Parties qu'elles fassent tout leur possible pour présenter des "Contributions déterminées au niveau national" (CDN) et qu'elles renforcent ces efforts dans les années à venir. Cela comprend l'obligation pour toutes les Parties de rendre compte régulièrement de leurs émissions et de leurs efforts de mise en œuvre. Un bilan mondial sera également dressé tous les cinq ans afin d'évaluer les progrès collectifs accomplis dans la réalisation de l'objectif de l'accord et d'éclairer les actions individuelles ultérieures des Parties. » (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2021)[24].

Dans ce contexte polémique, nombreuses sont les demandes adressées au secteur pour qu'il réduise drastiquement ses effets négatifs sur l'environnement. La pertinence et l'utilité sociétale de l'augmentation du trafic aérien sont notamment questionnées. Dans cette perspective, « Pour les écologistes, il faut donc résolument replacer l'aviation passager dans son domaine de pertinence au regard notamment du développement d'alternatives crédibles comme les trains de nuit » (Bierin, Clersy, 2020).

Le transport aérien est donc sous pression.

En outre, les conséquences du réchauffement climatique risquent d'affecter les activités aériennes elles-mêmes : diminution de la portance des avions, suite à la baisse de la masse volumique de l'air quand la température augmente, ce qui peut rendre malaisés les décollages dans certaines conditions de température et obliger à réduire la charge des avions, à planifier les vols la nuit ou aux heures les moins chaudes, à allonger les pistes ou à modifier la conception des avions pour en augmenter la portance, aggravation des risques d'inondation des pistes des aéroports en cas d'intempéries extrêmes, et, pour ceux situés en bord de mer, d'élévation du niveau maritime, et augmentation de la vitesse des *jet-streams*, pouvant induire un allongement des temps de trajet aller et retour pour les liaisons transatlantiques (ICAO/OACI, 2016b).

[21] Consulter, par exemple, Lecocq (2019).
[22] Pour la liste exhaustive des polluants présents dans les émissions des moteurs d'aéronefs, consulter le site de l'OACI : https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/FR/Contaminants_FR.aspx
[23] United Nations Framework Convention on Climate Change (2021). Pour un examen détaillé du contenu de cet accord, voir, par exemple, le site de l'Agence wallonne de l'Air et du Climat : http://www.awac.be/index.php/thematiques/politiques-actions/les-politiques-changement-clim/accords-internationaux/accord-de-paris
[24] https://unfccc.int/fr/process-and-meetings/l-accord-de-paris/qu-est-ce-que-l-accord-de-paris#:~:text=L'objectif%20central%20de%20l,pour%20limiter%20encore%20davantage%20l'

4.3. LES NUISANCES SONORES

Le secteur est également montré du doigt pour un autre type de nuisance environnementale : la pollution sonore engendrée par les appareils.

Comme l'indique le site officiel de la Wallonie relatif à l'État de l'environnement wallon[25], « À partir de certains seuils, le bruit environnemental entraîne de la gêne mais aussi des effets néfastes sur le sommeil, les fonctions cognitives et le système cardiovasculaire des personnes exposées à long terme. Aux aéroports de Liège et Charleroi, des mesures sont mises en place pour limiter le bruit à la source et réduire les nuisances ». Le constat des effets néfastes de la pollution sonore générée par le transport aérien est partagé par de nombreux acteurs, dont les autorités européennes, qui ont légiféré en la matière, notamment par la directive « bruit » 2002/49/CE[26].

Au niveau régional, ces nuisances font l'objet d'une attention toute particulière des autorités publiques. Celle-ci s'est traduite par l'adoption d'un cadre légal fixé par l'Arrêté du Gouvernement wallon relatif à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement du 13 mai 2004.

Aux aéroports de Liège et Charleroi, des dispositions ont été prises pour limiter le bruit à la source et réduire les nuisances, et ce, dès 2004 : mesures d'encadrement visant la limitation du bruit à la source (contrôle des émissions sonores, restrictions horaires, exclusion de certains aéronefs…) et mesures d'accompagnement visant la diminution du bruit perçu par les riverains. Ces dernières visent les immeubles situés dans le périmètre d'un plan d'exposition au bruit (PEB). Les pouvoirs publics prennent ainsi en charge l'acquisition d'immeubles, le paiement de primes de déménagement pour les locataires et d'indemnités pour trouble commercial ou professionnel dans certaines zones et les frais d'insonorisation des habitations des riverains (jusqu'à 100% de ces frais suivant la localisation).

L'année 2020 a connu la cinquième révision triennale du PEB[27]. Selon le communiqué de presse publié le 9 octobre de cette même année par Jean-Luc Crucke, ministre wallon du Budget et des Finances, des Infrastructures sportives ainsi que des Aéroports, jusqu'à présent, plus de 400 000 000 €[28] ont été investis par la Wallonie en faveur des riverains dans le cadre de ces mesures (Crucke, 2020). Les montants concernés sont donc conséquents. Ils constituent un argument supplémentaire pour les détracteurs du transport aérien.

4.4. LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE

Nous avons montré que les activités du secteur aérien font l'objet de critiques à la lumière des enjeux environnementaux présents. Dans ce cadre, l'impact de l'usage des principaux hydrocarbures actuellement utilisés par l'aviation a été évoqué. De même, nous avons évoqué les enjeux liés au régime fiscal en vigueur pour le kérosène. Un autre point mérite d'être mis en exergue en ce qui concerne la consommation énergétique du secteur. Ce point fait écho aux enjeux liés à la transition énergétique au sens strict.

Comme l'indique Collard (2016), la transition énergétique renvoie à la modification structurelle profonde des modes de production et de consommation de l'énergie. Ce processus de restructuration trouve son origine dans, notamment, l'évolution de la disponibilité des ressources d'énergie fossile et ses conséquences sur les prix de celles-ci[29].

[25] http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/SANTE%204.html
[26] Regulation (EU) No 598/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on the establishment of rules and procedures with regard to the introduction of noise-related operating restrictions at Union airports within a Balanced Approach and repealing Directive 2002/30/EC, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2014/598/oj
[27] Au 30 novembre 2021, le dossier n'est pas encore adopté par le gouvernement wallon.
[28] https://crucke.wallonie.be/home/presse--actualites/communiques-de-presse/presses/revision-du-plan-dexposition-au-bruit-peb.html
[29] À ce sujet, on parle fréquemment de « supply crunch ». L'estimation des réserves encore « disponibles » à l'heure actuelle et du délai pour épuiser celles-ci demeure une question très débattue et sujette à controverse.

Cette transition rendrait, à terme, le secteur aérien relativement vulnérable (The Shift Project, 2021). De fait, dans la mesure où le kérosène, principal carburant actuellement utilisé dans l'aéronautique, est un dérivé du pétrole, la raréfaction de ce dernier constituerait, à terme, un problème pour ce secteur. Dans un premier temps, la plausible diminution des stocks naturels de pétrole disponibles induirait des coûts d'extraction croissants et, conséquemment, une hausse des prix du kérosène. Il en résulterait une augmentation du coût du transport qui se traduirait, notamment par une hausse du prix du billet d'avion et donc par un risque de perte d'une certaine clientèle. À plus long terme, c'est l'activité elle-même qui serait compromise, faute de carburant disponible.

Or, alors que la majorité des autres secteurs du transport a commencé à s'inscrire dans une recomposition de sa consommation énergétique, notamment en adoptant d'autres sources d'énergie que les hydrocarbures pour assurer la motricité des véhicules, l'aviation demeure dépendante des carburants issus du pétrole (Roland Berger, 2017 ; Pollet, 2020, Howe Verhovek, 2021).

À l'heure actuelle, le passage à des alternatives à ces carburants semble difficile et demeure très marginal. Plusieurs solutions sont considérées mais aucune n'est satisfaisante à elle seule[30].

Le recours à l'électrique paraît, pour certains, peu réaliste, notamment au vu du poids des batteries (Walker, 2019). Cependant le développement d'appareils hybrides est déjà en cours et les recherches dans ce sens se poursuivent (Pollet, 2020, Howe Verhovek, 2021).

Une autre alternative résiderait dans l'utilisation d'hydrogène mais cette solution semble encore poser des problèmes techniques et de sécurité. Cette utilisation pourrait se concrétiser par le recours aux *Power-to-Liquid* (PtL), qui sont des combustibles produits en combinant de l'hydrogène avec du dioxyde de carbone (CO_2). Cette combinaison débouche sur un combustible synthétique qui devient un combustible liquide après traitement et peut donc être embarqué par les véhicules. On parle parfois de « e-fuels » pour désigner ce type de carburants (European Parliament, 2020).

L'utilisation des agrocarburants a été testée avec succès mais ceux-ci demeurent chers et entrent en concurrence avec la production alimentaire. D'autre part, comme le souligne Spaey (2017), le bilan de la production de ce type de carburants à grande échelle est très mauvais sur le plan environnemental et social. Le secteur y verrait néanmoins, selon cette experte, la seule alternative au pétrole à court terme. Notons d'ailleurs que ce mois d'octobre 2021 a vu l'inauguration pour l'Allemagne de sa première usine de kérosène « vert »[31].

Enfin, les autres biocarburants ont déjà été utilisés avec succès par l'aviation. Spaey (2019), entre autres, évoque l'utilisation des déchets organiques pour la production de ces carburants. À ce sujet, des recherches sont en cours, comme le mentionne Spaey à propos de l'Université d'Amsterdam[32].

Remarquons que les biocarburants et les PtL présentent l'énorme avantage, par rapport aux autres alternatives, de pouvoir être « *drop-in* », comme le souligne The Shift Project (2021) : ils ne nécessitent pas ou peu d'évolution au niveau de la motorisation et des avions actuels.

À l'inverse, le recours à l'hydrogène ou à l'électricité nécessite la conception de nouveaux appareils, en rupture technologique forte. Il est, par conséquent, beaucoup plus problématique, voire illusoire, pour certains. Des études pour de tels avions sont en cours mais elles doivent non seulement s'attaquer au développement de nouveaux moteurs mais également à la révision de l'architecture complète des avions, liée à la nécessité de disposer de volume de stockage beaucoup plus important pour la source d'énergie embarquée, qu'il s'agisse de l'hydrogène ou de l'électricité. Les défis techniques sont donc très importants. L'ampleur et la difficulté de la tâche rendent, dès lors, l'apparition

[30] https://anticiper.org/prospective/quelle-energie-pour-l-aviation-post-petrole.php
[31] https://www.rtbf.be/info/societe/detail_aviation-l-allemagne-inaugure-sa-premiere-usine-de-kerosene-vert?id=10854315
[32] Il s'agit du projet *Jet Fuel from Waste* (voir http://jetfuelfromwaste.com/ pour plus de détails).

de ces nouveaux modèles dans le court terme peu envisageable, même si les avionneurs déploient toute leur énergie pour réduire les délais de développement des nouveaux appareils. Pour rappel, jusqu'à présent, le plus souvent, la durée de développement de nouveaux modèles d'avions destinés aux compagnies aériennes et le temps nécessaire pour leur mise en service nécessitent, pris ensemble, plus d'une décennie[33].

Notons également que la question de la consommation énergétique des avions est également abordée sous l'angle de sa réduction. Les derniers modèles d'avion consomment jusqu'à 25% de kérosène en moins par rapport à leurs prédécesseurs. Ce gain est rendu possible par la mise au point de moteurs plus performants, par l'utilisation de matériaux composites plus légers et par une amélioration de l'aérodynamisme des appareils.

Il n'en demeure pas moins que la transition énergétique demeure un enjeu majeur pour le transport aérien.

4.5. LA FISCALITÉ ET LES AIDES PUBLIQUES

Un autre enjeu concerne les avantages fiscaux et les aides publiques dont bénéficie ce secteur.

Un premier point a trait à l'absence de taxes sur le kérosène dans de nombreux pays. Rappelons que, à la différence des autres hydrocarbures[34], le kérosène est exempté de toute taxe sur les liaisons aériennes internationales depuis la ratification de la convention de Chicago (1944). Celle-ci deviendra le traité fondateur de l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale), agence des Nations-Unies gouvernant l'aviation internationale. Ce traité visait à encourager le développement des liaisons internationales et, dans ce cadre, à favoriser le transport aérien. Le traité prévoit la possibilité d'accords bilatéraux entre deux États permettant de déroger à l'exemption. Actuellement, quelques pays, dont les Pays-Bas, les États-Unis, le Brésil, l'Inde et le Japon, ont imposé une taxe sur ce carburant mais uniquement pour les liaisons nationales (Courbe, 2008).

L'application de ce cadre réglementaire général de 1944 génère une situation très intéressante pour le secteur aérien dans la mesure où ses coûts de production directs ne sont que très faiblement impactés par des charges fiscales et sont donc réduits, ce qui était l'objectif visé par la convention. Cette situation donne lieu à de nombreuses critiques, notamment parce qu'elle fausse la concurrence entre les acteurs du marché du transport en privilégiant les opérateurs de l'aérien (Houzé, 2019). La concurrence déloyale que ces derniers exercent serait, dès lors, préjudiciable au développement des alternatives de mobilité plus durable, comme, notamment, le train.

Dans ce contexte, la mise en place d'une taxe sur le transport aérien via une taxe sur le kérosène et/ou l'augmentation de la TVA sur les billets est évoquée et même souhaitée par certains acteurs[35].

À ce propos, il est à noter que, depuis l'adoption de la Directive 2003/96/CE qui réorganise le cadre communautaire pour la taxation des produits énergétiques et de l'électricité, les États membres de l'Union européenne ont toute latitude pour introduire des taxes sur le kérosène. À notre connaissance, seuls les Pays-Bas sont passés à l'acte, en 2005, et uniquement pour les vols nationaux. À noter qu'en vertu de cette même Directive, les États membres peuvent désormais passer des accords bilatéraux sur les services aériens (ASAs : *air service agreements*) pour taxer le carburant des vols entre deux États (Courbe, 2008).

[33] À titre d'exemple, entre les premières études de marché (1991) et la livraison du premier appareil (2007), il a fallu plus de 15 ans pour l'Airbus A380 (https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Airbus-A380.html#ref_1).
[34] Dans le secteur maritime, le fuel n'est également pas taxé.
[35] Par exemple, une pétition d'initiative citoyenne demandant à la Commission européenne de mettre fin à l'exonération fiscale du carburant d'aviation en Europe a été lancée en mai 2019 (https://eci.ec.europa.eu/008/public/#/initiative).

Ajoutons que, ce 14 juillet 2021, la Commission européenne a adopté un nouveau plan d'action pour le climat en lien avec ses objectifs de réduction de GES de 55% (période 1990-2030)[36]. Ce plan incorpore une révision de la fiscalité énergétique de l'UE[37]. Il prévoit la taxation du kérosène à partir de 2023 pour les vols au sein de l'Union dans le but de « verdir » les vols en son sein et il appelle à pouvoir l'étendre à l'international. Cette taxe épargnerait cependant l'aviation d'affaires et de fret et serait mise en place progressivement sur une période de dix ans. Elle tiendrait compte des performances énergétique et environnementale des kérosènes afin d'encourager le recours par les compagnies aériennes à des carburants dits « durables »[38] avec, parallèlement, une modification et une disparition progressive des « quotas ou permis d'émissions » alloués gratuitement au secteur aérien[39].

Soulignons enfin qu'un changement semble s'amorcer sur la scène européenne.

Face à l'éventualité de telles taxes, les compagnies aériennes réagissent plutôt négativement. Un argument invoqué est que l'imposition d'une taxe sur le kérosène pour les vols intérieurs n'empêcherait pas certains avions de s'approvisionner en dehors des frontières nationales (ou européennes si la mesure s'étendait à l'ensemble de l'Union européenne), entraînant à terme des délocalisations, et donc des pertes d'emplois. Un autre argument s'appuie sur les distorsions de concurrence que causerait une telle taxation. Les compagnies basées en Europe se verraient défavorisées par rapport aux autres compagnies, notamment les compagnies issues des pays du Golfe disposant du pétrole et ayant investi dans le secteur aérien (Houzé, 2019).

Au vu de ces arguments et des effets pervers induits par un système de taxation qui ne serait pas mondial, les évolutions en la matière au niveau européen sont donc minimes.

Complémentairement à la remise en cause du système de taxation du carburant dans le secteur aérien, un autre point est sujet à controverse. Il porte sur l'intensité de l'intervention des pouvoirs publics dans le soutien au secteur.

Nous avons vu précédemment que le secteur du transport aérien est fréquemment investi par les pouvoirs publics d'un rôle primordial en matière de développement économique. Dès lors, ceux-ci adoptent souvent une politique d'aide direct ou indirect du secteur afin d'en assurer la présence et les activités sur leur territoire de compétence.

Cette aide peut prendre différentes formes. La Chambre de commerce internationale identifie les dispositifs génériques suivants : (1) subventions directes de l'État ; (2) prêts consentis à des conditions plus favorables que sur le marché ; (3) émissions d'obligations garanties ou facilitées par l'État ; (4) remises sur les services aéroportuaires ; (5) réduction ou exemption des taxes de navigation et d'atterrissage ; (6) remises de prix ou privilèges pour la fourniture de carburant ; (7) monopole des droits de manutention ; (8) concession sans appel d'offres de boutiques hors taxes à l'aéroport de base de la compagnie aérienne ; (9) abandon de créances ; et (10) avantages fiscaux (International Chamber of Commerce, 1995).

---

[36] https://climat.be/actualites/2021/face-a-la-crise-climatique-un-plan-europeen-ambitieux
https://www.rtbf.be/info/monde/detail_le-plan-de-bataille-de-la-commission-europeenne-pour-le-climat-fin-des-moteurs-thermiques-pour-2035-et-des-carburants-plus-taxes?id=10804150

[37] En cohérence avec les dispositions politiques existantes dans le domaine d'action (European Commission : 2021a, 2021b).

[38] « Les carburants durables pour l'aviation (biocarburants avancés et carburants de synthèse) offrent la possibilité de réduire considérablement les émissions des aéronefs. Toutefois, ce potentiel est largement inexploité, étant donné que ces carburants ne représentent que 0,05 % de la consommation totale de carburéacteurs. Cette initiative vise à stimuler l'offre et la demande de carburants durables pour l'aviation dans l'UE, afin de réduire l'empreinte environnementale de l'aviation et de faire en sorte que ce secteur contribue à la réalisation des objectifs de l'UE en matière de climat. » (European Commission : 2021b)

[39] Les vols intra-européens sont soumis actuellement au marché du carbone (ETS). Il est actuellement donné aux compagnies aériennes la possibilité d'acheter et échanger des « droits à d'émettre » en vue de compenser leurs émissions, avec en sus des quotas d'émissions gratuits afin d'être compétitives vis-à-vis de compagnies étrangères.

La plupart des États européens ont recours à un ou à plusieurs de ces dispositifs. Notre région n'est, à ce sujet, pas en reste. En 2001, par exemple, la compagnie Ryanair a reçu des aides substantielles de la part de Brussels South Charleroi Airport et du Gouvernement wallon afin de faciliter son implémentation sur le territoire régional[40]. Ces aides ont fait l'objet d'un jugement de l'Exécutif européen le 12 février 2004[41] : toutes les aides consenties à la compagnie aérienne y ont été jugées comme étant des aides d'État au sens du Traité instituant la Communauté européenne et une partie de ces aides doivent être récupérées.

Cet exemple illustre combien les politiques de soutien au secteur aérien peuvent être sujettes à polémiques et à contestations[42]. Parmi les arguments avancés par les détracteurs, on peut notamment relever celui qui fait référence au fait que ces aides faussent le jeu de la concurrence, celui qui vise leur caractère socialement inéquitable et celui qui porte sur la cohérence des politiques publiques.

Pour ce qui est du respect des règles de concurrence, plusieurs niveaux sont évoqués : concurrence entre territoires, entre compagnies aériennes et entre moyens de transport. Pour ce dernier niveau, le parallélisme avec les implications du régime de taxation du kérosène est évident : le transport aérien est favorisé par ce régime, qui le rend plus attractif pour l'utilisateur, le prix des prestations ne devant pas intégrer de charges fiscales lourdes, à la différence d'autres modalités de transport. Cette concurrence déloyale constituerait par conséquent un frein au développement des alternatives de mobilité moins polluantes.

Pour ce qui est de l'équité sociale, l'argument porte sur l'idée que le recours à l'avion comme moyen de déplacement concerne peu les personnes issues des classes les moins aisées et que, dès lors, l'aide des pouvoirs publics au secteur aérien, du moins pour le transport des personnes, ne profite, principalement, qu'aux classes aisées. L'iniquité sociale des aides publiques pourrait également se lire à la lumière des dividendes versés par les compagnies aériennes à leurs actionnaires privés, rendus possibles par ces aides.

Cette question relative à l'équité amène certaines voix à réclamer un système fiscal permettant de contrebalancer les avantages dont dispose le secteur aérien et soutenir une mobilité jugée plus durable. Comme l'écrit Houzé (2019 : 30), « la taxation d'un moyen de transport, utilisé relativement plus souvent par des personnes issues des classes moyennes supérieures et aisées, semble par ailleurs être un juste rééquilibre dans le domaine de la mobilité pour tous. En effet, les résultats de ces taxes « pollueur-payeur » pourraient être injectés dans le budget au service de la gestion des transports en commun et des infrastructures publiques et contribuer ainsi à développer un réseau attractif, accessible à tous et moins polluant. »

Pour ce qui est de la cohérence des politiques publiques, l'argumentaire des détracteurs des aides publiques au secteur aérien pointe l'attitude paradoxale des gouvernements : ceux-ci mènent des politiques visant à répondre aux impératifs imposés par la lutte contre le réchauffement climatique, s'inscrivant donc dans une dynamique de développement durable, et d'autres visant à promouvoir et soutenir le transport aérien. Dans la perspective de cette critique, les objectifs visés par ces deux axes d'actions publiques sont peu conciliables, si pas antinomiques. La poursuite des objectifs environnementaux supposerait, dès lors, un désinvestissement des pouvoirs publics du secteur du transport aérien (Spaey, 2020).

---

[40] Le détail de la nature de ces aides et de leurs montants est examiné par, notamment, de Beys J. (2004).
[41] Pour le développement de ce jugement, consulter :
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004D0393&from=SV
[42] D'autres cas peuvent être évoqués. Par exemple, le 17 février 2021, la Cour de justice de l'Union européenne a jugé légales les aides publiques de la France et de la Suède pour sauver leurs compagnies aériennes Air France et SAS, mises à mal par la crise sanitaire. Elle a ainsi rejeté les plaintes introduites par Ryanair pour distorsion de concurrence.

Notons deux éléments pour clore cette section.

Tout d'abord, il faut noter que le soutien des pouvoirs publics à ce secteur a, au cours des années 2020 et 2021, revêtu une importance accrue et a impliqué des montants élevés. Il s'est avéré nécessaire pour maintenir à flot de nombreuses compagnies et de nombreux aéroports. Dans la plupart des interventions opérées dans les pays de l'Union européenne, la Commission a accordé son feu vert, en cohérence avec le cadre temporaire pour les aides d'État en vue d'aider l'économie à faire face à la crise causée par la Covid-19, cadre qu'elle a adopté le 19 mars 2020[43]. C'est ainsi, par exemple, que la Commission européenne a autorisé, le 12 mai 2021, l'État italien à verser une aide de 12,8 millions d'euros à la compagnie aérienne Alitalia pour éviter la faillite (European Commission, 2021c).

Au niveau wallon, la situation est similaire. Le secteur aérien est en demande d'interventions publiques pour éviter la catastrophe. Comme l'indique le communiqué de presse du Gouvernement relatif à sa séance du 1er avril 2021[44], « malgré les reports de paiement de redevances dues à la SOWAER, le CA de BSCA a estimé qu'un apport de 40 millions supplémentaires était nécessaire afin de reconstituer des fonds propres pour pouvoir poursuivre l'activité dans de bonnes conditions et mettre en œuvre le plan stratégique adopté. Il est proposé que cette intervention prenne la forme suivante : 10 millions sous la forme d'un abandon de créance de la part de la SOWAER sur le montant des redevances ayant fait l'objet d'un moratoire en 2020 ; 30 millions sous la forme d'une augmentation de capital. »

Ensuite, au niveau fédéral belge, il convient de souligner la proposition émise par le gouvernement actuel au début du mois d'octobre 2021. Il s'agirait de taxer les billets d'avion pour les départs de moins de 500 km (ou de moins de 750, selon les sources). Cette nouvelle taxe permettrait à l'État belge d'engranger 30 millions d'euros[45]. Outre l'augmentation des recettes, l'objectif de cette taxe est également d'encourager les usagers à recourir à d'autres moyens de transport, tel le train, pour les trajets les plus courts (Noulet, 2021). À l'heure actuelle, la proposition n'a pas été appliquée et elle fait l'objet de nombreux débats[46] (Messoudi, 2021), également au niveau du Parlement de Wallonie[47]. Cette proposition, si elle se concrétise, constitue peut-être un signal faible de changement d'attitude des autorités en matière de fiscalité appliquée au secteur.

Au vu de ces derniers éléments, il est permis de penser que les discussions autour des aides publiques pour le secteur aérien ne s'épuiseront pas de sitôt.

4.6. LES RELATIONS PUBLIC-PRIVÉ

L'essor du secteur aérien en Europe a été rendu possible, entre autres, par la transformation du cadre législatif encadrant l'utilisation de l'espace aérien. Les conséquences de cette évolution sur les rapports entre les opérateurs privés du secteur aérien et les pouvoirs publics font l'objet de critiques : cette évolution aurait conduit à une perte de la souveraineté de l'État.

Lohest et Aubin (2012) retracent les grandes lignes de cette évolution. Nous nous référons ici à leur analyse.

La Convention de Chicago, que nous avons déjà évoquée, reconnaît aux États une souveraineté totale et exclusive sur leur espace aérien. Le passage d'un aéronef dans un espace aérien national est conditionné à l'autorisation de l'État survolé. Les autorisations de survol du territoire par des aéronefs

[43] Voir European Commission (2020).
[44] https://gouvernement.wallonie.be/home/presse/publications/gouvernement-de-wallonie-du-1er-avril-2021.publicationfull.html
[45] Les premières estimations de ces recettes se fondent sur des taxes allant de 2 à 20 euros par vol.
[46] https://www.rtbf.be/info/dossier/chroniques/detail_taxe-sur-les-sauts-de-puce-en-avions-plus-que-5-6-euros-plus-que-500-km-de-distance?id=10862231
[47] http://nautilus.parlement-wallon.be/Archives/2021_2022/CRAC/crac39.pdf

étrangers sont précisées dans des accords bilatéraux qui, conformément aux normes de la Convention de Chicago, précisent les droits de trafics accordés, ainsi que les routes concernées, les compagnies accréditées, ainsi que les tarifs et les principes d'arbitrage des rivalités éventuelles.

Ce système de régulation est entièrement reconfiguré par la libéralisation européenne amorcée au milieu des années 1980. À partir de cette époque, on assiste à un processus d'ouverture des droits de trafic. Ce processus se parachève en 1992 avec l'instauration de la liberté d'accès, pour les opérateurs communautaires, à toutes les liaisons aériennes et à tous les aéroports à l'intérieur de l'Union européenne.

Tout en restant dans le cadre de la Convention, celle-ci met donc en place un régime multilatéral basé sur la liberté de l'espace aérien à l'intérieur de ses frontières. De nouveaux cadres réglementaires en adéquation avec les principes de concurrence sont également établis pour le marché de l'assistance en escale et l'attribution des créneaux horaires. En outre, les aides aux compagnies aériennes sont soumises à l'autorisation de la Commission et des obligations de service public peuvent être imposées aux compagnies.

Dans ce système réglementaire européen, l'introduction du principe de concurrence entre les compagnies aériennes et entre les prestataires de services modifie le contenu des règles d'accès et d'usage du réseau. Le contenu de la propriété formelle de l'État sur l'espace aérien, dont ce système transfère la quasi-totalité des droits de disposition à l'Union européenne, à tout le moins pour les liaisons intra-européennes et une partie des liaisons transatlantiques, se voit limité. Il en découle une perte de souveraineté de l'État, qui se voit privé de sa légitimité à définir les conditions d'accès et d'utilisation d'une ressource qui est pourtant formellement la sienne.

En outre, le cadre réglementaire européen confère une position stratégique avantageuse aux compagnies aériennes par rapport aux États. En vertu de la liberté d'accès aux lignes aériennes, elles ont toute latitude pour décider où s'implanter. Conscientes de l'importance des activités aéroportuaires aux yeux des gouvernements pour le redéploiement économique, elles tirent profit de la libéralisation du cadre réglementaire et font jouer à plein la concurrence entre les aéroports européens et donc entre autorités publiques compétentes. Elles peuvent ainsi choisir les lieux qui offrent le plus d'avantages, notamment fiscaux, et les conditions les plus favorables. En outre, les compagnies n'hésitent pas à menacer de délocaliser leurs activités en cas d'atteinte à leur liberté d'action et aux avantages concédés. La position des États européens serait donc fragilisée, comme le démontrent par ailleurs Burghouwt et Huys (2012).

À un niveau infranational, la capacité de négociation des opérateurs publics est encore plus amoindrie, comme l'atteste la situation belge. Celle-ci a connu l'évolution qui vient d'être décrite. Elle a, de plus, vécu un processus supplémentaire de recomposition induit par la régionalisation de la majorité des aéroports publics, à l'exception de Bruxelles-National[48].

De fait, comme l'indiquent Lohest et Aubin, les lois spéciales de réformes institutionnelles de 1980 et 1988 prévoient le transfert aux entités fédérées de la propriété sur les aéroports publics et de la compétence pour ces infrastructures. Ce transfert est effectif depuis 1989. Dès lors, contrairement à la configuration qui a prévalu auparavant, la régulation du secteur aérien en Belgique est éclatée et la souveraineté de l'État sur le réseau est très limitée. Les impacts de ce changement s'observent principalement en termes de droits de propriété, affectés simultanément par l'évolution de la législation européenne retracée précédemment.

[48] https://www.regul.be/fr/aeroport/, https://wallex.wallonie.be/contents/acts/0/216/1.html?doc=8157&rev=7334-3734

Dans le cadre de la régionalisation, après avoir cédé le contrôle de la définition des conditions d'accès au réseau, l'État fédéral donne le levier du développement infrastructurel et logistique aux Régions et/ou à des sociétés privées. L'effritement de son rôle, induit par l'évolution des cadres européen et belge, marque, selon Lohest et Aubin, le passage d'une conception organique à une conception fonctionnelle de gestion du réseau. Celle-ci se traduit par l'apparition de régulateurs indépendants, tels que Brussels Slots Coordination ou BSA ANS, et par la multiplication des intervenants : État fédéral, Régions, sociétés gestionnaires, Belgocontrol (actuellement Skeyes[49]) etc.

De fait, la libéralisation et la régionalisation conduisent à une forte complexification de la configuration des acteurs. Chacun y exerce ses compétences et poursuit des objectifs particuliers. Chaque région ou chaque aéroport décide ainsi à présent de sa propre stratégie aéroportuaire et de l'intégration de celle-ci dans la politique régionale. La concurrence entre les aéroports et entre les autorités publiques au niveau des réglementations sociales et environnementales est, dès lors, accrue : la politique d'attraction des compagnies aériennes développée par chaque aéroport et par chaque région se fonde non seulement sur le développement d'infrastructures adéquates mais aussi sur l'adoption de règlements en matière environnementale, sociale et fiscale susceptibles de susciter l'implantation de ces compagnies dans l'aéroport ou dans la région concernée.

Désormais, les activités et les composantes du secteur ne sont plus coordonnées entre elles par l'État fédéral et la privatisation d'un grand nombre d'acteurs du secteur atteste du basculement d'une logique de service vers une logique commerciale. Les situations de rivalité et de neutralisation, qui résultent de la libéralisation et de la régionalisation et font écho à la concurrence forte caractéristique du secteur, à présent libéralisé, compromettent la gestion des externalités négatives des activités de celui-ci dans le sens de la durabilité. Selon Lohest et Aubin (2012 : 10), « les arbitrages nécessaires ne sont pas réalisés ou réalisables, et demanderaient une coordination et une cohérence au moins au niveau belge, voire européen ».

La situation wallonne actuelle doit donc s'interpréter à la lumière du double mouvement de libéralisation et de régionalisation. Elle se caractérise, comme dans d'autres territoires, par un déséquilibre stratégique en faveur des opérateurs de transport et par la dépendance des autorités publiques vis-à-vis de ces opérateurs. Ainsi, l'activité aéroportuaire wallonne est développée par quelques acteurs privés, très peu nombreux[50]. La grande majorité de l'activité et des emplois du secteur dépend d'un nombre très restreint de compagnies. Face à celles-ci, les pouvoirs publics ont peu de marge de manœuvre et leur position est inconfortable. Leur capacité d'action est limitée par les menaces de délocalisation des activités de ces compagnies en cas d'atteinte aux avantages dont elles profitent.

Au regard de ces éléments, on peut s'interroger : la perte de souveraineté de l'État en matière de régulation du secteur aérien civil va-t-elle se poursuivre, alors que les enjeux environnementaux et sociaux, entre autres, supposeraient une approche cohérente et coordonnée, *condition sine qua non* pour éviter un nivellement vers le bas des règles touchant à ces deux types d'enjeux ? Plus fondamentalement, la coordination entre les cadres réglementaires européens et locaux ne devrait-elle pas être améliorée ? N'est-il pas nécessaire, tant en Belgique que dans l'ensemble de l'Union européenne, de définir plus explicitement des limites à la concurrence entre aéroports et entre autorités compétentes, afin de pouvoir répondre aux objectifs de durabilité ?

[49] https://www.skeyes.be/fr/

[50] Selon Lohest et Aubin (2012), cette activité était, au début des années 2010, réalisée à 80% par Ryanair à Charleroi et à plus de 50% par TNT à Liège. Le poids total de Ryanair diminuerait à 63% en 2035 selon le master plan de l'aéroport (contre 75% en 2020). Actuellement, neuf compagnies desservent l'aéroport de Charleroi : Air Algérie, Air Belgium, Air Corsica, Belavia, Eurowings, Pegasus, Ryanair, TUIfly et Wizzair (https://www.deezer.com/fr/album/6924619).

4.7. L'INTÉGRATION EUROPÉENNE

Comme on peut le constater, en Europe, le secteur du transport aérien s'est développé dans un espace caractérisé par des stratégies de (mise en) concurrence forte entre territoires et entre opérateurs. Ce constat amène, à l'aune des enjeux de durabilité, à questionner l'importance et la nécessité d'une plus grande intégration européenne.

Si cette intégration peut, du point de vue des compagnies aériennes, être considérée en termes de conséquences négatives sur leur liberté d'action, préjudiciable à leur développement économique, il convient de souligner qu'elle a également été un vecteur de croissance.

De fait, en ce qui concerne le transport de fret, l'instauration et l'extension d'un grand marché commun ont facilité l'intensification et l'expansion du trafic aérien entre les États membres.

Pour ce qui est du transport des personnes, comme le soulignent Akgüç *et al.* (2018 : i), « European air travel has witnessed a tremendous evolution since the late 1990s following the liberalisation process, with many new entrants to the market. Several of these new entrants are low-cost carriers (LCCs), offering lower fares and thereby making air transport accessible to a larger number of people. This broader access and increased connectivity have the potential to bring people and regions closer together in Europe. »

Les politiques menées par l'Union ont fourni aux compagnies aériennes opérant dans le secteur du transport de passagers de nombreuses opportunités d'accroissement de leur clientèle. Plusieurs éléments peuvent être pointés dans cette perspective.

Premièrement, l'instauration et l'élargissement d'un grand marché unique tout au long des dernières décennies se traduisent non seulement par l'ouverture des frontières internes pour le transport des biens mais également par l'émergence d'un cadre nouveau facilitant la mobilité des services et des personnes au sein de l'Europe. Le volume de la clientèle des compagnies aériennes de transports de passagers s'est ainsi vu positivement impacté. Les voyages d'affaires entre les pays de l'Union se sont accrus, comme le soulignent Akgüç *et al.* (2018). Ces déplacements plus nombreux ont trouvé leur origine principalement dans l'essor des prestations de services entre entreprises localisées dans des pays différents, dans la complexification des interactions entre les unités de production, parfois partenaires au sein de groupes internationaux, dans l'internationalisation des processus de fabrication et d'organisation de la production et dans le développement d'un marché européen de la main-d'œuvre. Ces différentes dynamiques ont été bénéfiques pour l'activité des compagnies aériennes.

Deuxièmement, d'autres opportunités d'affaires trouvent leur source dans la politique active de l'Europe en matière de mobilité étudiante et scientifique (Akgüç *et al.*, 2018). Les différents programmes mis en œuvre, dont le programme Erasmus n'est sans doute pas le moindre, ont impacté la mobilité internationale de plusieurs catégories de citoyens européens. La mise en place de dispositifs d'échanges temporaires de chercheurs, d'enseignants et d'étudiants et la promotion de réseaux européens intégrant des partenariats transnationaux, notamment en matière de recherche et développement, se sont fréquemment traduites par un recours accru au mode de transport aérien.

Troisièmement, l'implémentation et le fonctionnement même de structures organisationnelles internationales nécessaires à la concrétisation du « Projet Européen », tout comme le déploiement d'organismes privés opérant dans le sillage de ce projet, ont probablement induit des déplacements, intermittents ou définitifs selon les cas, d'une main-d'œuvre particulière au sein de l'Union. Celle-ci a contribué au développement du secteur aérien.

Quatrièmement, on peut poser l'hypothèse que ces déplacements, tout comme ceux liés aux deux premiers points qui viennent d'être évoqués, même s'il ne nous a pas été possible de trouver des analyses sur le sujet, ont entraîné des conséquences sur les mouvements migratoires, et par ricochet

sur la mobilité individuelle aérienne en Europe (voyages d'installation, visites familiales et amicales croisées…).

Un cinquième point peut être identifié. Il concerne la facilitation du tourisme international au sein de l'Union. Deux facteurs, au moins, permettent de comprendre cette facilitation : l'adoption d'une monnaie unique et la simplification administrative en matière de mobilité internationale européenne. Bien qu'aucune recherche, à notre connaissance, n'autorise de statuer sur la réalité du rôle de ces deux facteurs, on peut cependant émettre l'hypothèse que l'intégration européenne a été bénéfique pour le tourisme international européen, et, par ricochet pour le secteur aérien. À ce sujet, il serait d'ailleurs intéressant de pouvoir évaluer l'ampleur des bénéfices induits par le développement de ce tourisme sur les différents secteurs d'activités de transport de personnes afin, par exemple, de comparer les retombées sur le secteur ferroviaire et sur le secteur aérien, ce dernier ayant sans doute mieux tiré son épingle du jeu.

Les cinq éléments qui viennent d'être brièvement examinés ont affecté positivement le volume des activités du secteur du TAP. C'est probablement pour les compagnies dites *low* cost que l'impact a été le plus conséquent[51]. Ces compagnies, pour rappel, se sont positionnées sur le marché en proposant des tarifs à bas prix, tarifs obtenus grâce à un modèle économique particulier. Celui-ci vise la réduction drastique des coûts d'exploitation et, pour ce faire, articule, notamment, la réduction, voire la suppression, des services annexes en vol et au sol, l'adoption d'une structure de réseau basée sur les liaisons de point à point (pas de correspondances entre vols et donc aucun transfert de bagages), l'utilisation d'un seul type d'appareil, ce qui simplifie la gestion de leur flotte, une organisation du travail du personnel privilégiant la multifonctionnalité de celui-ci[52]…

Le *low cost* aérien ne constitue cependant pas un modèle homogène. On peut, en effet, distinguer au moins quatre déclinaisons : « le *low cost* pur (Ryanair) qui fait du prix bas son seul argument de vente ; le *middle cost* (Easyjet), qui décolle de grands aéroports et cible en partie la clientèle affaires ; le *low cost* de niche (L'Avion)[53] ; le *middle cost* hybride (Transavia), qui opère à la fois sur des lignes régulières et en charter » (Beigbeder, 2007 : 17).

Remarquons que, en Europe, l'émergence du TAP *low cost* est concomitante à la libéralisation du marché aérien. Les réussites commerciales les plus remarquables sont le fait de la compagnie irlandaise Ryanair, fondée en 1985, entrée dans ce marché en 1991 et présente à l'aéroport de Charleroi depuis 2001, et la compagnie britannique EasyJet, créée en 1995.

Comme on le constate, le développement du secteur aérien, et tout particulièrement celui du transport de passagers *low cost*, entretient une relation étroite avec l'élargissement et l'intensification de l'intégration européenne. Ces deux processus ont profité l'un de l'autre depuis maintenant près de trente ans.

Des questions se posent, dès lors, à la lumière de ce constat. Une contraction de ce secteur pourrait-elle avoir un effet négatif sur cette intégration ? Celle-ci pourrait-elle s'appuyer sur des alternatives aux déplacements par avion ? D'autres moyens de transport pourraient-ils prendre le relais ? Avec quels impacts pour les usagers ? Ces questions sont abordées, notamment, par Akgüç *et al.* (2018). Plusieurs sont identifiées : le train, l'autocar (*coach*) et le bateau. Les véhicules individuels ne sont

[51] Au sujet de l'évolution du chiffre d'affaires de quelques compagnies de ce type, voir, par exemple, Bauraind et Vandewattyne (2020).
[52] Pour une analyse détaillée des caractéristiques de ce modèle économique, voir Zilberberg (2012) et Combe (2010).
[53] Ce modèle est particulier dans la mesure où, à la différence des autres modèles, il table sur des liaisons à longue distance (par exemple, pour Avion, Paris-Orly / New York) et où l'offre de sièges à bord est standardisée pour la classe d'affaires, l'objectif étant de proposer à ses passagers le transport en classe affaires au meilleur rapport qualité-prix (Beigbeder, 2007).

pas considérés. Ces auteurs pointent, au sujet de ces trois alternatives, un certain nombre de désavantages par rapport à l'avion, notamment pour les usagers[54] : coût, disponibilité, durée des trajets, sécurité…

Une autre question, plus fondamentale, peut-être, mérite aussi d'être posée : la mobilité « physique » des personnes est-elle une condition *sine qua non* de cette intégration dans le contexte digitalisé qui est le nôtre ? Comme l'ont démontré les effets de la crise sanitaire qui a débuté en 2020 sur l'organisation du travail, la mobilité physique peut, pour un certain nombre de situations, être suppléée par le recours aux télécommunications et aux outils digitaux. À ce propos, on peut évoquer un article publié en avril 2021 dans *The Gardian*[55]. Celui-ci synthétise les résultats d'une enquête par sondage menée par Yougov auprès de passagers aériens voyageant pour affaire au Royaume-Uni, en Allemagne, en France, en Espagne, aux Pays-Bas et au Danemark. Selon ces résultats, 45% de ces voyageurs réduiraient leur fréquence de vols par rapport à leur pratique d'avant la crise.

4.8. CONDITIONS DE TRAVAIL ET CONCERTATION SOCIALE

Nous avons pu constater que la libéralisation du marché européen a généré une forte concurrence entre les aéroports européens. Cette concurrence semble affecter les conditions sociales de travail dans le secteur. De fait, la libéralisation, en permettant aux compagnies aériennes de faire jouer la concurrence entre les aéroports, contribue à tirer vers le bas les conditions sociales du travail dans le secteur, les différentes autorités publiques se trouvant désormais en compétition (Lohest et Aubin, 2012). La coordination entre les niveaux européen, nationaux et régionaux, notamment en ce qui concerne les législations sociales est déficitaire, et les compagnies en tirent profit. Elles ne rechignent pas à menacer de délocaliser leurs activités en cas de menace vis-à-vis du déroulement de leurs affaires et des avantages accordés (Lohest et Aubin, 2012). Il est donc possible que le mode de fonctionnement du marché européen actuel influe sur la qualité des emplois dans le secteur. Cette possibilité est d'autant plus forte que les territoires peuvent être tentés de mettre en œuvre leur politique d'attractivité des compagnies aériennes en modifiant les réglementations sociales en la faveur de ces dernières. Le risque de dérives sociales n'est donc pas exclu.

À ce niveau, le secteur aérien du *low cost* est parfois mis sur la sellette et plusieurs compagnies sont montrées du doigt. Comme nous le savons, l'activité *low cost* se caractérise par un modèle économique visant à offrir les prix les plus bas en adaptant les prestations offertes, celles-ci étant minimales le plus souvent, et en compressant au maximum les coûts d'exploitation. Une des manières d'y parvenir est de simplifier au maximum les procédures de production. Une autre manière peut consister en l'adoption d'une stratégie combinant salaires bas pour le personnel et attentes fortes en termes de productivité, notamment via la réorganisation du travail (par exemple, les employés peuvent devoir remplir plusieurs fonctions : les stewards et les hôtesses de vol sont également appelés à nettoyer l'avion durant l'escale).

Comme l'indiquent Vandewatttyne (2016), Leduc-Hébert (2018), Barnier *et al.* (2018), Houzé (2019), ou bien encore Bauraind et Vandewattyne (2020), les stratégies managériales de bon nombre de ces compagnies *low cost* se traduisent par des conditions de travail difficiles pour leurs employés. Les conflits sociaux sont monnaie courante et le secteur semble en proie à des dissensions importantes.

En Belgique également, certaines compagnies développent un modèle de gestion des ressources humaines essentiellement motivé par la rentabilité et le profit aux dépens des conditions de travail

[54] Cette étude a été réalisée dans le cadre des activités du CEPS, *Centre for European Policy* : « CEPS gratefully acknowledges Ryanair's support for this research in providing both funding and data. By contract, Ryanair and CEPS have assured that the present study has been conducted by CEPS in full independence. » (Akgüç *et al.*, 2018 : i).

[55] https://www.transportenvironment.org/news/only-third-business-flyers-expect-return-normal?utm_source=T%26E+bulletin&utm_campaign=10dda7154b-Bulletin_April_2021&utm_medium=email&utm_term=0_c36f52390d-10dda7154b-118637797&ct=t(Bulletin_April_2021)&mc_cid=10dda7154b&mc_eid=d82f0a19b4

des salariés (Bauraind et Vandewattyne, 2020). Ces politiques de gestion semblent d'ailleurs percoler, dans une certaine mesure, au niveau des entreprises gestionnaires des infrastructures aéroportuaires. Dernièrement, ce 3 juin 2021, un préavis d'action et de grève a été déposé en Front commun CNE-SETCa pour l'aéroport de Charleroi[56] : "La première et principale revendication de ce préavis est actuellement la non-levée des avenants de flexibilité. Ces avenants ont été mis en place grâce aux délégations syndicales dans le but d'aider financièrement BSCA durant la période Covid-19. Or, actuellement, le planning des réservations est reparti à la hausse avec 90% du trafic prévu comme en 2019. Il est dès lors hors de question de pénaliser une fois de plus les travailleurs de l'aéroport." Plus récemment, ce 20 septembre, les employés de l'aéroport de Charleroi ont marqué un arrêt de travail de deux heures, dénonçant « la gestion désastreuse de la direction au niveau de la planification [et] également la dégradation des conditions de travail et le manque de crédibilité de l'employeur »[57].

En outre, la politique managériale en vigueur chez ces opérateurs *low cost* s'accorde peu avec la longue tradition de concertation sociale qui caractérise notre pays. Elle s'avère, dès lors, potentiellement porteuse de conflits plus intenses que dans d'autres territoires. Le cas de Ryanair est, selon l'analyse de Bauraind et Vandewattyne (2020) emblématique de ce risque de conflictualité exacerbée, notamment par l'attitude de cette compagnie par rapport au fait syndical et aux mécanismes de concertation sociale.

Les implications sociales des impératifs de performance financière qui se manifestent dans le secteur de TAP, et tout particulièrement dans le *low cost*, constituent donc une autre source de tensions pour le secteur, susceptibles d'influer sur son évolution future. Elle n'est pas la dernière.

4.9. TAP ET TOURISME

Au cours des dernières décennies, les activités touristiques ont connu une augmentation conséquente. Celle-ci est mesurable à l'échelle mondiale. Par exemple, le tableau 1 présente les chiffres fournis par l'Organisation mondiale du tourisme (World Tourism Organization[58]) à propos de l'évolution du nombre d'arrivées de touristes dans le monde. Ces chiffres sont en augmentation continue sur la période considérée, soit de 1995 à 2019. Entre ces deux années, la croissance totale a été de 175%. Entre 2010 et 2019, les chiffres ont connu une croissance annuelle moyenne de 4,8%.

Pour l'année 2019, la part relative des différentes modalités génériques de déplacement était de 59% pour l'avion, 35% pour la route, 5% pour le bateau et 1% pour le train. Toujours selon la même source, la part relative de l'avion est passée de 46% en 2000 à 59% en 2019, tandis que la route diminuait de 49% à 35% pour les mêmes années (World Tourism Organization, 2021).

La combinaison des deux processus, augmentation du tourisme international, d'une part, et accroissement de la part relative de l'avion, d'autre part, se traduit par une hausse du TAP très conséquente, comme nous avons pu le constater pour notre région grâce à la figure 1.

[56] https://www.lacsc.be/page-dactualites/2021/06/04/preavis-d-action-et-de-greve-depose-en-front-commun-cne-setca-pour-l-aeroport-de-charleroi-a-gosselies
[57] https://www.rtbf.be/info/regions/hainaut/detail_arret-de-travail-de-deux-heures-ce-lundi-apres-midi-a-l-aeroport-de-charleroi?id=10845369
[58] https://www.e-unwto.org/doi/epdf/10.18111/9789284419876 et
(2) https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284422456

Tableau 1 : Évolution du nombre d'arrivées de touristes internationaux

Nombre d'arrivées de touristes internationaux par année (en millions)									Variation (en %)		Croissance annuelle moyenne (en %)
1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	18/17	19/18	10-19
531	673	810	952	1.203	1.245	1.333	1.408	1.460	5,7	3,7	4,8

Source : World Tourism Organization, 2018 et 2021 - Données provisoires pour 2019

Pour les pays et les régions, la nature des bénéfices économiques de ce développement du tourisme international peut être très diversifiée et le volume de ceux-ci plus ou moins important[59]. Mais pas nécessairement. De fait, pour les territoires, la question de la balance commerciale de l'activité touristique peut être posée : les revenus et les profits générés par l'accueil de touristes étrangers sont-ils plus élevés que les dépenses des touristes indigènes à l'étranger ? Autrement dit, les territoires peuvent-ils souffrir d'un « déficit touristique » (Courbe, 2008) ?

Cette question est, à notre connaissance, peu investiguée et il semble difficile d'identifier des règles générales. Les travaux de Cairns et Newson (2006) indiquent, pour la Grande-Bretagne, et au moment de leur publication, un déficit touristique grandissant. Dernièrement, l'Institut de statistiques de Grande-Bretagne indiquait que ce déficit atteignait 33,9 milliards de livres en 2019 mais que la réduction de l'activité aérienne pour les passagers, due à la crise actuelle, avait contribué à diminuer ce chiffre de 3 milliards de livres par mois[60]. Malheureusement, nous ne disposons pas d'analyses relatives à la Wallonie. On ne peut que le déplorer. De fait, dans la mesure où les politiques publiques ont grandement aidé le développement du secteur aérien de personnes sur le territoire régional, il serait judicieux d'évaluer les impacts de ce développement sur le tourisme local et d'estimer la balance commerciale régionale pour le secteur du tourisme. Celui-ci est-il bénéficiaire ou déficitaire ? Plus globalement, quel est le retour net sur investissement de la politique régionale de soutien vis-à-vis de ce secteur aérien ?

Les enjeux économiques liés au développement du tourisme international, ainsi que l'évolution de celui-ci, sont donc intéressants à prendre en considération si on s'interroge sur les futurs possibles du TAP. Cette prise en compte est d'autant plus pertinente à la lumière de deux composantes du contexte actuel.

D'une part, le questionnement grandissant des activités humaines en termes de durabilité amène à considérer ce développement en termes d'impacts environnementaux. Un tourisme de masse privilégiant les destinations lointaines est-il compatible avec les impératifs de transition énergétique et écologique ?

D'autre part, à l'heure où il est question de relance économique locale et de création d'emplois non délocalisables, le tourisme local est considéré par certains comme une opportunité pour notre région.

Ces deux composantes font écho au souhait de plusieurs acteurs de la société civile et de la sphère politique de proposer un autre modèle touristique, plus durable. Comme l'indique Spaey (2017), le concept de « tourisme durable » a émergé dans le sillage de la publication du Rapport Brundtland[61].

[59] Une brève présentation des montants monétaires concernés par le tourisme international peut être trouvée dans World Tourism Organization (2021).
[60] https://www.airportwatch.org.uk/2020/05/uk-had-a-tourism-deficit-of-33-9-billion-in-2019-with-88-of-that-ie-about-29-8-billion-due-to-air-travel/
[61] Il s'agit d'un rapport, officiellement intitulé « Notre avenir à tous » (Our Common Future), de 1987 publié par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, présidée par Gro Harlem Brundtland.

Il est défini par l'Organisation mondiale du tourisme comme étant un tourisme qui tient pleinement compte de ses impacts économiques, sociaux et environnementaux actuels et futurs, tout en répondant aux besoins des visiteurs, des professionnels, de l'environnement et des communautés d'accueil[62].

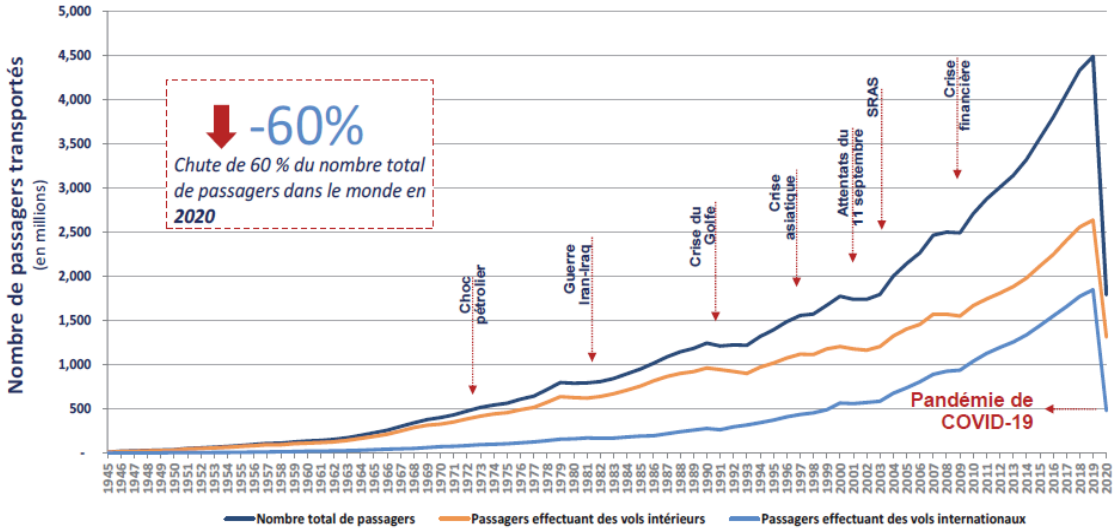
L'essor possible de ce type de tourisme, plus respectueux de l'environnement social, économique et écologique, pourrait, s'il se concrétise et se traduit par un retour au tourisme de proximité, affecter de manière non négligeable le volume des activités du secteur du TAP.

4.10. ENTRE CONSOMMATION INTENSIVE ET FLYGSKAM

Nous poursuivrons notre examen des points de friction et des enjeux qui ont trait à ce secteur par la mise en évidence de tendances contradictoires en matière de comportements de consommation, celles-ci n'étant pas étrangères avec ce qui vient d'être évoqué en matière de tourisme.

Pour le TAP, comme pour la majorité des autres secteurs, les deux dernières années que nous venons de vivre correspondent à une situation extraordinaire. Néanmoins, comme l'atteste la figure 2, le secteur aérien a connu, jusque 2019, une croissance forte et soutenue.

Figure 2 : Évolution mondiale du TAP, en nombre de passagers



Source : ICAO/OACI[63]

Ce mouvement peut s'interpréter à la lumière de différents processus caractéristiques des dernières décennies. Parmi ceux-ci, la mondialisation de l'économie, qui a induit une démultiplication des échanges commerciaux internationaux et une mobilité internationale accrue de la main-d'œuvre, la libéralisation de certains marchés, comme celui de l'Union européenne, évoqué précédemment, le déploiement d'une offre de services à bas prix, la densification et la décentralisation des infrastructures aéroportuaires, l'évolution des pratiques touristiques et, dans certaines régions, les politiques de soutien menées par autorités publiques ne sont pas les moindres.

Il utilise pour la première fois l'expression de « sustainable development », traduit en français par « développement durable ». Il en fonde la définition.

[62] https://www.unwto.org/sustainable-development

[63] https://www.icao.int/Newsroom/Pages/FR/2020-passenger-totals-drop-60-percent-as-COVID19-assault-on-international-mobility-continues.aspx. Une version intégrant les projections pour 2021 est disponible sur : https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf

Ces différents phénomènes ont amené à faciliter l'usage du transport aérien, ce qui, au sein des catégories aisées de la population, a conduit à une banalisation de ce moyen de transport, tandis que d'autres catégories ont vu la possibilité d'accéder à ce dernier, étant donné l'évolution des prix[64].

Au niveau individuel, l'usage du transport aérien s'est donc intensifié non seulement dans le cadre des activités professionnelles mais aussi (et surtout ?) dans celui des activités extra-professionnelles (loisir, famille…) comme le montre Spaey (2017).

À l'opposé de cette propension individuelle à utiliser plus fréquemment l'avion, une attitude nouvelle est apparue il y a peu. Cette attitude s'inscrit dans le cadre du développement de l'écoresponsabilité individuelle, démarche qui consiste en l'intégration des enjeux du développement durable dans l'ensemble des activités quotidiennes de chacun et de chacune. Cette démarche s'applique à la fois au domaine de la consommation, de la production, du transport et des interactions sociales[65].

C'est en Suède, en 2018, dans le sillage des grèves scolaires pour le climat encouragées par Greta Thunberg, qu'est apparu un mouvement dénonçant les impacts négatifs du transport aérien sur l'environnement et invitant les citoyens à délaisser ce mode de transport et à en préférer d'autres, moins polluants. Ce mouvement s'enracine dans la honte de prendre l'avion (*flygskam*, en suédois) et fait tache d'huile dans certains pays, principalement en Europe (Hivert, 2019, Coffey, 2020, Pollet, 2020).

Il demeure mal aisé d'estimer quantitativement l'ampleur de ce mouvement mais, déjà, il semble inquiéter le secteur du TAP. La crainte que ce courant de dénigrement du secteur n'induise une diminution de la demande et n'affecte les chiffres d'affaires des compagnies aériennes est bien présente (Dutheil, 2019).

L'émergence de ce mouvement est, d'un point de vue prospectif et par rapport à notre objet, très intéressante. Elle fait écho, au niveau comportemental individuel, à la controverse relative aux impacts environnementaux de l'activité aérienne déjà évoquée précédemment. Faut-il y voir un signal faible, une graine de changement annonçant, à terme, une rupture de tendance ou une bifurcation au niveau du modèle de consommation de services aériens ?

4.11. TRANSPORT AÉRIEN ET ACCÉLÉRATION DES PROCESSUS PANDÉMIQUES

La crise sanitaire qui a débuté en 2020 se caractérise, notamment, par la vitesse avec laquelle s'est propagé le coronavirus SARS-CoV-2. La maladie Covid-19 apparaît le 16 novembre 2019 à Wuhan dans la province de Hubei, en Chine centrale (Audureau et Vaudano, 2020). Il ne lui faudra que quelques semaines pour se propager dans le monde et il ne faudra attendre que le 11 mars 2020 pour que l'épidémie de Covid-19 soit déclarée pandémie par l'Organisation mondiale de la santé.

La rapidité de cette propagation est à mettre en relation avec l'intensification et l'accélération des déplacements humains au niveau planétaire. Ces deux phénomènes ont grandement été facilités par le développement de l'aviation civile. Il est, dès lors, compréhensible que le secteur du TAP ait été identifié comme vecteur et accélérateur de diffusion du virus par plusieurs équipes de chercheurs et chercheuses (Aniruddha *et al.,* 2020 ; Bogoch *et al.*, 2020).

Le rôle joué par le transport aérien sur la propagation des épidémies humaines a d'ailleurs déjà été identifié avant la crise actuelle. Colizza *et al.* (2006), par exemple, ont démontré qu'il est possible de mieux comprendre la propagation de potentielles épidémies au niveau mondial en recourant à des

[64] Sans pour autant pouvoir parler de réelle démocratisation de l'avion, comme l'indique Demoli (2020 : 1) : « Si l'on repère bel et bien un mouvement fort de massification du transport aérien, cette banalisation ne semble s'entendre qu'à la marge comme une démocratisation qualitative, tant les chances sociales d'accès connaissent des écarts qui restent assez stables entre les différents groupes. *A fortiori*, une analyse plus fine des usages semble plutôt indiquer une démocratisation ségrégative, opposant des groupes utilisant le transport aérien de façon irrégulière et ponctuelle à d'autres qui y recourent de façon intensive et régulière. »

[65] http://www.green-office.fr/fr/glossaire/eco-responsabilite-ou-responsabilite-environnementale

modèles mathématiques intégrant la structure du réseau de transports aériens. Leurs travaux indiquent que *les épidémies empruntent souvent les mêmes itinéraires privilégiés, de la même manière que les passagers aériens et que p*lus les flux de passagers sont importants au départ de l'aéroport le plus proche du foyer d'une épidémie, plus la prévision de la propagation est aisée.

Ces analyses, qui ne manqueront pas de se multiplier dans les prochaines années, contribuent à stigmatiser un secteur d'activités déjà pointé du doigt pour de nombreux motifs, comme nous l'avons montré.

Face à ces nombreuses critiques et à l'impact de l'actuelle pandémie sur son activité, il est légitime de s'interroger sur l'avenir du secteur. S'il est plausible qu'un « rattrapage » de la chute observée pour 2020 et sans doute pour 2021 ait lieu dans le court terme, une fois la pandémie terminée, il est beaucoup plus difficile de se prononcer sur l'évolution qui caractérisera les deux prochaines décennies.

Tentons d'apporter un éclairage sur les orientations possibles que celle-ci pourrait prendre. Pour ce faire, considérons d'abord les travaux et les outils qui peuvent nous aider dans cette exploration.

4.12. CROISSANCE DU NOMBRE DE VOLS ET CONGESTION

Le développement intensif et continu du recours à l'aviation à des fins civiles génère une situation de tension, tant au sol que dans l'espace aérien. La question n'est pas récente mais elle demeure épineuse[66].

Selon Gras (1992), qui se préoccupe de la « surcharge » du trafic aérien, ce développement pose un double problème : celui de l'encombrement aérien et celui du contrôle au sol, d'une part, et celui de l'organisation et du partage du travail entre les pilotes et les contrôleurs et du type de liaison établie entre eux.

Le concept de surcharge est peu intuitif car la surcharge n'est pas constatable *de visu* : du sol, le ciel n'apparaît pas comme encombré d'avions. Ce concept renvoie en fait aux exigences du système du contrôle aérien et est donc relativement abstrait. Il exprime « le fait que l'on considère que trop d'avions sont présents dans les secteurs contrôlés parce que leur nombre excède la capacité du contrôleur (qui peut aller jusqu'à la surveillance de quinze avions en même temps), à maîtriser la situation, la sécurité étant alors considérée » (Gras, 1992 : 63).

L'encombrement aérien n'est donc pas visible à l'œil nu : c'est l'espace « virtuel », établi en fonction des besoins du système technique de l'aviation civile (avec ses routes et ses couloirs, alignés sur des balises) et réglementé en fonction des normes de sécurité, qui risque d'être encombré.

Les avancées technologiques ainsi que l'évolution des cadres législatifs[67] ont, jusqu'à présent, permis de gérer les risques de saturation de l'espace aérien. Il n'en demeure pas moins que ces derniers perdurent, surtout au vu de l'intensification du trafic aérien. De fait, depuis ces dernières années, on peut trouver des appels récurrents à la bonne gestion de ces risques et des propositions de solutions

[66] Consulter, par exemple :
https://www.ledevoir.com/economie/414692/l-aviation-civile-a-rendez-vous-avec-un-ciel-plus-encombre
https://www.brusselsairport2040.be/en/vision-2040/39/trends-in-aviation

[67] Nous pensons, notamment, à la dynamique enclenchée au niveau européen depuis le début de ce siècle et poursuivant l'établissement et la consolidation d'un « Ciel unique européen ». Cette initiative vise à améliorer l'efficacité de la gestion du trafic aérien et des services de navigation aérienne en réduisant la segmentation de l'espace aérien européen. Cette initiative est paneuropéenne et ouverte aux pays voisins. Pour certains, sa concrétisation conduira à une augmentation du trafic aérien et les bénéfices induits iraient principalement aux avionneurs, aux compagnies aériennes et aux secteurs du commerce et du tourisme, tandis que le climat, en tant que bien collectif, serait le principal perdant (Gillet, 2015). Pour plus de détails sur cette initiative, consulter :
https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/133/transport-aerien-le-ciel-unique-europeen,
https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2021/06/03/single-european-sky-council-agrees-its-position-on-air-traffic-management-reform/

pour ce faire, notamment chez Raffarin (2004), Chandrakanth (2012), Vaaben et Larsen (2015) et Eurocontrol, (2017, 2018).

Ces risques ne sont pas sans conséquence potentielle sur l'avenir du secteur du TAP, notamment parce qu'ils peuvent affecter l'attractivité des voyages en avion.

Par exemple, la sécurité de ce mode de transport pourrait se voir reconsidérée si la « surpopulation » de l'espace aérien engendrait une croissance des accidents aéronautiques. Sur un autre registre, comme l'indique une étude de l'Official Airline Guide citée par la RTBF dans un article intitulé « Des temps de vol plus longs qu'en 1960 : pourquoi ? »[68] et publiée en 2018, alors que l'évolution technologique en matière d'aviation au cours de ces dernières années est indéniable, on constate cependant un allongement des temps de vol. La congestion de l'espace aérien et des infrastructures concernées, même si ce n'est pas le seul facteur en cause, y est pour beaucoup (Deschamps, 2019). Si cette tendance devait se confirmer, pourrait-elle écorner l'attractivité de ce mode de déplacement et affecter négativement la croissance du secteur ?

Une autre incertitude, sans doute plus marginale, liée à la possible poursuite de la croissance de l'utilisation du ciel en tant que support de circulation trouve son origine dans l'actuel développement de l'usage des drones à usage privé ou commercial. Bien que les niveaux d'altitude occupés par les différents types d'appareil, drones et aéronefs (avions et hélicoptères) soient spécifiques, il n'en demeure pas moins que ce développement ne simplifiera pas la gestion de l'espace aérien et préoccupe déjà certaines parties prenantes, comme ce fut le cas, en France, lors du Symposium de la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile en 2019[69] au cours duquel les risques potentiels générés par le vol des drones sur la sécurité et la saturation aériennes ont été examinés (Gobert, 2019).

La question de l'encombrement ne se pose pas uniquement au niveau du ciel. Plusieurs analyses, dont celles de Cohen et Coughlin C. (2003), de Lenoir (2004), de Levine (2009), de Herrera García et Moreno-Quintero (2011), de Herrera García (2012, 2017), de Bouwer *et al.* (2015) et Eurocontrol (2018), mettent évidence les problèmes liés à l'engorgement effectif ou potentiel, notamment dans certains créneaux horaires, des infrastructures aéroportuaires[70].

Comme le souligne Lenoir (2004), la congestion des infrastructures de transport, notamment aérien, est identifiée par la Commission européenne dans son livre blanc sur les transports de 2001 comme un frein à la croissance dans l'Union. Ces infrastructures sont, pour la plupart d'entre elles, confrontées à des situations de congestion, causées à la fois par l'insuffisance de leur capacité d'accueil, au regard des augmentations fortes de trafic des dernières décennies, et par fait que la demande de transport est sujette à de fortes variations dans le temps.

Il n'est, par ailleurs, pas optimal d'investir dans de nouvelles infrastructures en vue de répondre à la demande « de pointe », c'est-à-dire à celle qui atteint le niveau le plus élevé au cours de la journée, de la semaine, du mois ou de l'année. Outre les problèmes de financement, il ne serait pas viable sur le plan économique de surinvestir en vue de pouvoir faire face aux pics de la demande les plus forts (Lenoir, 2004). De plus, selon elle, les nouvelles infrastructures engendrent des coûts environnementaux qui sont dorénavant mieux pris en compte mais qui peuvent remettre en cause la viabilité des projets. Se pose, dès lors, la question de l'utilisation la plus efficace possible des infrastructures existantes avant de proposer de nouvelles installations.

[68] https://www.rtbf.be/info/societe/detail_des-temps-de-vol-plus-longs-qu-en-1960-pourquoi?id=10397241
[69] https://www.helicomicro.com/2019/12/11/symposium-dsac-securite-2019-drones-et-espaces-aeriens/
[70] À ce sujet, mentionnons également un mémo de décembre 2011 de la Commission européenne relatif aux défis posés aux aéroports européens à l'horizon 2030. Ce document insiste déjà sur les limites, effectives ou à venir, de la capacité des aéroports européens. À l'époque, cinq centres aéroportuaires majeurs étaient déjà saturés : Düsseldorf, Francfort, Londres Gatwick, Londres Heathrow et Milan Linate. Le mémo anticipait que, à l'horizon 2030, *ceteris paribus*, 19 aéroports d'importance majeure en Europe arriveraient également à saturation (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/MEMO_11_857).

Cette interrogation est en passe de devenir centrale étant donnée la croissance continue, exception faite lors de la crise sanitaire actuelle, de la demande de TAP (mais également du fret) et les impératifs de développement durable, qui imposent un usage plus raisonné et moins dispendieux des ressources.

Pour l'Europe, cette centralité est évidente à la lecture des travaux prospectifs et prévisionnels d'Eurocontrol (2018), sur lesquels nous reviendrons ultérieurement. Ceux-ci tablent sur l'accroissement des risques de saturation, tant au niveau de l'espace aérien qu'au niveau des infrastructures matérielles. Une analyse spécifique est d'ailleurs menée sur le sujet par l'opérateur de contrôle européen[71] et fait l'objet d'un volet spécifique de la publication de 2018.

Face à l'avenir, les instruments économiques[72] permettant d'orienter la demande et d'inciter les agents économiques à mieux utiliser les infrastructures pourraient, dans le contexte actuel, être utilisés avec plus d'intensité. Pour Lenoir, cela impliquerait probablement, pour l'usager, un renchérissement du coût d'usage des infrastructures afin de mieux prendre en compte les coûts de congestion, tout comme les coûts environnementaux. Les conséquences d'une telle évolution pour le secteur aéronautique en particulier, et pour l'économie en général, demeurent à préciser.

4.13. TAP, SÛRETÉ ET SÉCURITÉ

L'évocation des risques de congestion du trafic aérien civil amène tout naturellement à considérer une autre thématique porteuse de changements potentiels pour ce secteur. Il s'agit du binôme sécurité/sûreté aérienne.

Comme le montrent, entre autres, Reason (1997, 2016) ou Maurino *et al.* (1995), le transport aérien constitue un système à la fois matériel, technique et humain. Très complexe, il se caractérise par des interactions incessantes entre différents acteurs, tant au sol que dans les airs. Il repose également sur de nombreuses opérations humaines et sur de multiples artefacts et dispositifs marqués par un haut degré de technicité, et ce dans un environnement, notamment, naturel, très instable. Dès lors, les risques d'incidents et d'accidents ne peuvent pas être exclus.

C'est conscients de cette réalité que les autorités publiques et les acteurs du secteur ont pris et continuent à prendre les dispositions nécessaires pour minimiser les risques relatifs au transport aérien. À ce niveau, comme le souligne le Parlement européen[73], deux dimensions doivent être considérées.

D'une part, la « sécurité » aérienne procède de l'ensemble des mesures visant à réduire le risque aérien intrinsèque lié à la complexité du système, que nous venons d'évoquer. Cette réduction passe par une réflexion et une action en matière de défaillances (techniques ou humaines), de certification et d'inspections des aéronefs et des infrastructures (de contrôle, d'accueil…) et de gestion du trafic aérien. Les dimensions relatives à l'hygiène et à la santé doivent également être prises en compte (Pollet, 2020).

[71] Eurocontrol est une organisation intergouvernementale européenne fondée en 1960. Sa mission est d'assurer la sécurité de la navigation aérienne en Europe. Pour ce faire elle assure l'harmonisation et l'unification de la gestion de la navigation aérienne pour les différents usagers (civils et militaires), tout en s'inscrivant dans une logique de minimisation des coûts et des impacts environnementaux (https://www.eurocontrol.int/about-us).
[72] Un examen très intéressant des différentes options envisageables pour réduire la congestion des aéroports est développé par Herrera Garcia (2017).
[73] https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/134/securite-aerienne#_ftn1
https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/132/transport-aerien-surete-de-l-aviation-civile

Comme le mentionne le Parlement européen, « aviation et sécurité sont indissociables : sans des règles strictes garantissant un niveau élevé de sécurité, le transport aérien n'aurait pas pu se développer comme il l'a fait. L'avion, en outre, permet de voyager vite et loin : sécurité aérienne et coopération internationale (plus ou moins poussée et efficace) vont donc de pair »[74].

Historiquement, dès son émergence, l'aviation a été un mode de transport très encadré par l'action des autorités publiques (Cipriani, 2015). Très tôt, une approche préventive de gestion et de limitation des risques a été adoptée, dans le cadre d'une dynamique internationale. En 1944, la convention de Chicago, qui, rappelons-le, a créé l'OACI, déjà évoquée précédemment dans ce Cahier, a confié à chaque État membre la responsabilité de garantir la sécurité des activités menées par ses compagnies aériennes.

L'OACI a progressivement développé un système de normes contraignantes et de recommandations pour chacun des maillons de l'activité aérienne (aéronefs, pilotes, compagnies, aérodromes, contrôle aérien…). Chaque État membre doit veiller à ce que les opérateurs du secteur demeurent en conformité par rapport à ces normes. En contrepartie, chaque État reconnaît comme une garantie de sécurité de vol les agréments délivrés par un autre État membre. Ce faisant, il accepte, sans préjudice d'autres contraintes que celles de la sécurité aérienne, le survol de son territoire par les avions d'un autre État membre, sauf s'il évalue que des risques avérés doivent le conduire à refuser ce survol (Cipriani, 2015). Très régulièrement, l'OACI produit donc non seulement des mises à jour du système réglementaire mais également des publications relatives à la question de la sécurité aérienne civile (par exemple, ICAO/OACI, 2013, 2016a, 2019 et 2020). L'OACI met également à disposition un site web spécifiquement dédié à la gestion de la sécurité aérienne, ce qui lui permet, notamment, de communiquer rapidement sur l'émergence de nouveaux risques pour la sécurité[75].

Au niveau européen, la réalisation du marché intérieur du transport aérien a imposé une garantie pour le passager d'un niveau uniforme et élevé de sécurité dans toute l'Union. Une réglementation commune, dont l'application est obligatoire, a donc supplanté les règles nationales. Parallèlement, les autorités nationales de réglementation, ainsi que leurs instances de coopération volontaire, ont été remplacées par un dispositif au niveau de l'Union où s'articulent les autorités nationales de l'aviation civile, la Commission européenne et l'Agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne (AESA). Depuis 2003, c'est l'AESA qui est, entre autres, chargée de préparer la réglementation (servant de base aux propositions de textes législatifs de la Commission). La Commission, l'Agence et les autorités nationales compétentes contrôlent l'application de ces règles dans leurs domaines de compétences respectifs et en s'épaulant mutuellement.

D'autre part, la « sûreté » aérienne comprend l'ensemble des mesures prises pour lutter contre les malveillances intentionnelles, comme les actes de terrorisme, visant les aéronefs, leurs passagers, les membres d'équipage, voire les infrastructures au sol.

C'est déjà au début des années 1930, au Pérou, qu'a eu lieu le premier détournement d'avion (Carter, 2008). Ce type de piratage a connu une forte croissance dans les années 1970 puis une recrudescence à la fin des années 1980 et dans la décennie suivante. La barbarie a atteint un sommet le 11 septembre 2001, avec les détournements simultanés de quatre appareils américains qui causent la mort de près de 3 000 personnes. Depuis, au piratage « classique » et à l'utilisation de l'avion comme arme terroriste, il faut également ajouter d'autres types d'atteintes à la sûreté aérienne, tel le tir sur des appareils en vol[76] ou les attaques des infrastructures au sol. À ce propos, faut-il rappeler l'attentat du 22 mars 2016 commis à l'aéroport de Bruxelles à Zaventem ?

[74] https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/134/securite-aerienne#_ftn1
[75] https://www.icao.int/Security/COVID-19/Pages/default.aspx
[76] Nous pensons, par exemple, au cas du vol MH17 Malaysia Airlines, abattu en plein vol le 17 juillet 2014 dans l'est de l'Ukraine par des séparatistes prorusses qui ont eu recours à l'usage d'un missile anti-aérien. Le nombre de passagers et membres

La problématique de la sûreté est une source majeure de préoccupation, tout particulièrement depuis les attentats de 2001 (Pollet, 2020). À la suite de ceux-ci, le cadre réglementaire en vigueur dans ce domaine a été considérablement développé, soit au niveau national, soit par la coopération internationale et des accords internationaux, ou encore par l'action de l'OACI, dans le cadre de la convention de Chicago (annexe 17 et programme d'audits de sûreté qui s'y rapporte).

Quant à l'Union européenne, elle a développé une politique adéquate qui établit les règles et les normes communes de base s'appliquant à la sûreté de l'aviation, et instaure des processus permettant d'en surveiller le respect. Cette politique est complétée par une série de règlements adoptés par la Commission européenne selon la procédure de comité (mesures de portée générale visant à compléter les normes de base communes, ou mesures détaillées pour la mise en œuvre de ces normes). Le cadre réglementaire de l'Union européenne s'appuie sur des normes communes contraignantes et sur les principes essentiels suivants :

- chaque État membre est responsable de la sûreté des vols quittant son territoire ;
- tous les passagers, les membres du personnel et les bagages sont inspectés/filtrés avant l'embarquement ; le fret, le courrier et les approvisionnements de bord font également l'objet de mesures d'inspection/filtrage avant leur chargement à bord d'un appareil, à moins qu'ils n'aient été soumis à des contrôles de sûreté appropriés ;
- les États membres conservent le droit d'appliquer des mesures de sûreté plus strictes s'ils le jugent nécessaire.

Ce cadre réglementaire européen couvre tous les aspects de la chaîne du transport aérien susceptibles d'affecter la sûreté des aéronefs et/ou des infrastructures (aéroports, aéronefs, passagers, bagages, fret, fournitures destinées aux aéroports et à l'approvisionnement de bord, personnel et équipements de sûreté). Il s'applique à tous les aéroports de l'Union ouverts à l'aviation civile, à tous les exploitants, y compris les transporteurs aériens, fournissant des services dans ces aéroports et à tous les autres opérateurs qui fournissent des biens ou des services à ces aéroports ou à travers ceux-ci.

Dans ce cadre, chaque État membre désigne une autorité unique responsable de la coordination et de la surveillance de la mise en œuvre des règles de sûreté de l'aviation. Chacun est aussi tenu de concevoir et mettre en œuvre un programme national de sûreté de l'aviation civile et un programme national de contrôle de la qualité.

La question de la sûreté aérienne, tout comme celle de la sécurité, demeure un enjeu majeur pour le secteur. Le vingtième anniversaire des attentats de septembre 2001 a d'ailleurs été l'occasion pour différents opérateurs du secteur aérien civil de souligner l'importance centrale de cet enjeu et de faire un bilan de la gestion de celui-ci. C'est ainsi que l'avenir de la sûreté de l'aviation a été au cœur du Symposium AVSEC2021 et de la commémoration des attentats du 11 septembre organisés par l'OACI[77].

Sûreté et sécurité sont donc deux objets importants à intégrer pour quiconque aborde le TAP dans une perspective prospective. De fait, l'évolution de la nature et l'intensité des risques afférents à l'aviation civile ne seront pas sans affecter la dynamique future du secteur, une dégradation de la sûreté et/ou de la sécurité pouvant induire une diminution de la demande de transport de passagers. De nouvelles menaces doivent être considérées, tant en matière de sécurité (par exemple, l'augmentation de la congestion aérienne, la cohabitation accrue d'engins volants de nature de plus en

d'équipage tué dans cette catastrophe est de 298 (https://www.lexpress.fr/actualite/monde/europe/crash-du-mh17-les-noms-des-quatre-suspects-qui-seront-juges-pour-meurtre-devoiles_2085009.html)

[77] https://www.icao.int/Newsroom/Pages/FR/Future-of-aviation-security-focus-of-AVSEC2021-and-911-commemorations.aspx
https://www.icao.tv/global-aviation-security-symposium-avsec

plus diversifiée ou bien encore les conséquences possibles des mutations climatiques sur les conditions de vol, exemples sur lesquels nous reviendrons dans le point 5.3.1.7.) que de sûreté (par exemple, les développements de la cybercriminalité[78] ou l'émergence et l'intensification de nouveaux modes opératoires d'écoterrorisme[79]).

Les sections que nous venons d'exposer démontrent que l'environnement du TAP, notamment socio-économique, est complexe et parcouru de turbulences et de tensions. Anticiper l'avenir du secteur s'avère, dès lors, être une tâche ardue[80]. Aussi est-il utile de poursuivre plus avant nos investigations, en vue d'identifier comment cette question a été abordée dans d'autres contextes territoriaux.

En bref

Le TAP est porteur d'enjeux et de tensions. Leur prise en compte est nécessaire dans le cadre d'une réflexion prospective sur le secteur parce qu'ils en mobilisent les différentes parties prenantes et qu'ils peuvent affecter le fonctionnement et la trajectoire de celui-ci. Dans cette perspective, les éléments suivants pourraient induire des bifurcations pour le TAP :

- l'impact effectif du secteur sur le développement économique du territoire ;
- les effets de l'activité sur le climat ;
- les nuisances sonores générées par l'activité ;
- la disponibilité de ressources énergétiques adéquates pour poursuivre l'activité ;
- le régime fiscal appliqué au secteur ;
- le rôle du public et du privé dans la gestion du secteur ;
- la contribution du secteur dans l'intégration européenne ;
- les conditions et les relations de travail dans le secteur ;
- les synergies avec l'activité touristique ;
- l'attitude des populations et son impact sur la demande ;
- le rôle du transport aérien dans l'accélération des processus pandémiques ;
- la croissance du nombre de vols et les risques de congestion ;
- les questions de sûreté et de sécurité aérienne.

Ces enjeux et ces tensions ne peuvent être négligés pour la bonne compréhension du secteur et l'anticipation de sa dynamique future. Ils ne suffisent cependant pas pour mener une analyse complète : il convient d'identifier également les facteurs influençant cette dynamique.

[78] ICAO/OACI (2019) met en évidence l'importance de la prise en compte de cette criminalité pour la bonne gestion des risques liés aux activités aériennes.
[79] Selon Gagnon (2010), l'écoterrorisme pourrait devenir de plus en plus important dans les prochaines années.
[80] Cette difficulté se verra renforcée quand il s'agira de prendre en compte les spécificités locales, ce que nous n'avons pas fait jusqu'à présent dans la mesure où nous nous sommes limités à l'identification des tensions et des enjeux « globaux » afférents au TAP. D'autres points, plus particuliers seront considérés ultérieurement, dont la question de la concurrence avec des régions voisines de la Wallonie et celle de la structure et les caractéristiques de l'offre présente sur notre territoire.

5. Les travaux anticipatifs menés par ailleurs : une ressource pour explorer les futurs possibles du secteur du TAP en Wallonie

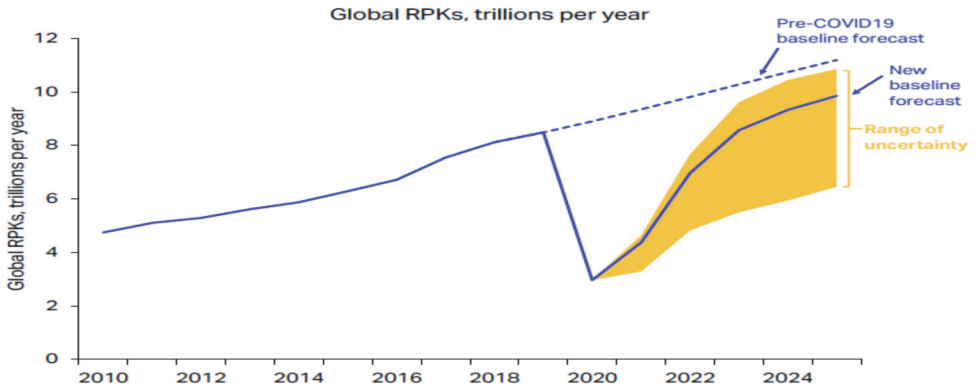
Nous avons convoqué un grand nombre d'analyses dans le cadre des points précédents. Celles-ci constituent des ressources des plus utiles pour alimenter la réflexion prospective. Complémentairement à ces analyses, principalement focalisées sur les dynamiques présentes et passées, il en existe d'autres, qui adoptent une perspective anticipative. Bien qu'aucune ne porte sur les futurs possibles du TAP en Wallonie, elles concernent des objets présentant une proximité avec ce sujet. Il nous semble pertinent de les considérer car, d'une part, elles offrent des grilles de lecture intéressantes à propos des facteurs d'évolution du secteur au niveau international ou dans d'autres pays et, d'autre part, elles peuvent orienter les choix méthodologiques pour organiser la réflexion sur la situation régionale.

Ces exercices anticipatifs peuvent être classés en quatre catégories distinctes, sur la base de leur finalité (1) prévisionnels (2) normatifs ou (3) prospectifs exploratoires, sur le secteur aérien, et (4) prospectifs exploratoires relatifs au transport ou à la mobilité en général. Afin de ne pas alourdir notre propos, une synthèse de chacun des travaux que nous avons identifiés et examinés est proposée en annexe au présent cahier. Nous nous limiterons ici à présenter quelques résultats particulièrement parlants.

5.1. LES EXERCICES PRÉVISIONNELS POUR LE SECTEUR AÉRIEN

Il s'agit de travaux visant l'estimation de l'évolution future de certains d'indicateurs statistiques en lien avec le TAP et les activités connexes. Par exemple, selon les estimations calculées par l'Association internationale du transport aérien (IATA, 2021b : 4) et, comme l'indique la figure 3, l'intensité du TAP devrait reprendre progressivement et retrouver assez vite le niveau attendu avant la crise sanitaire.

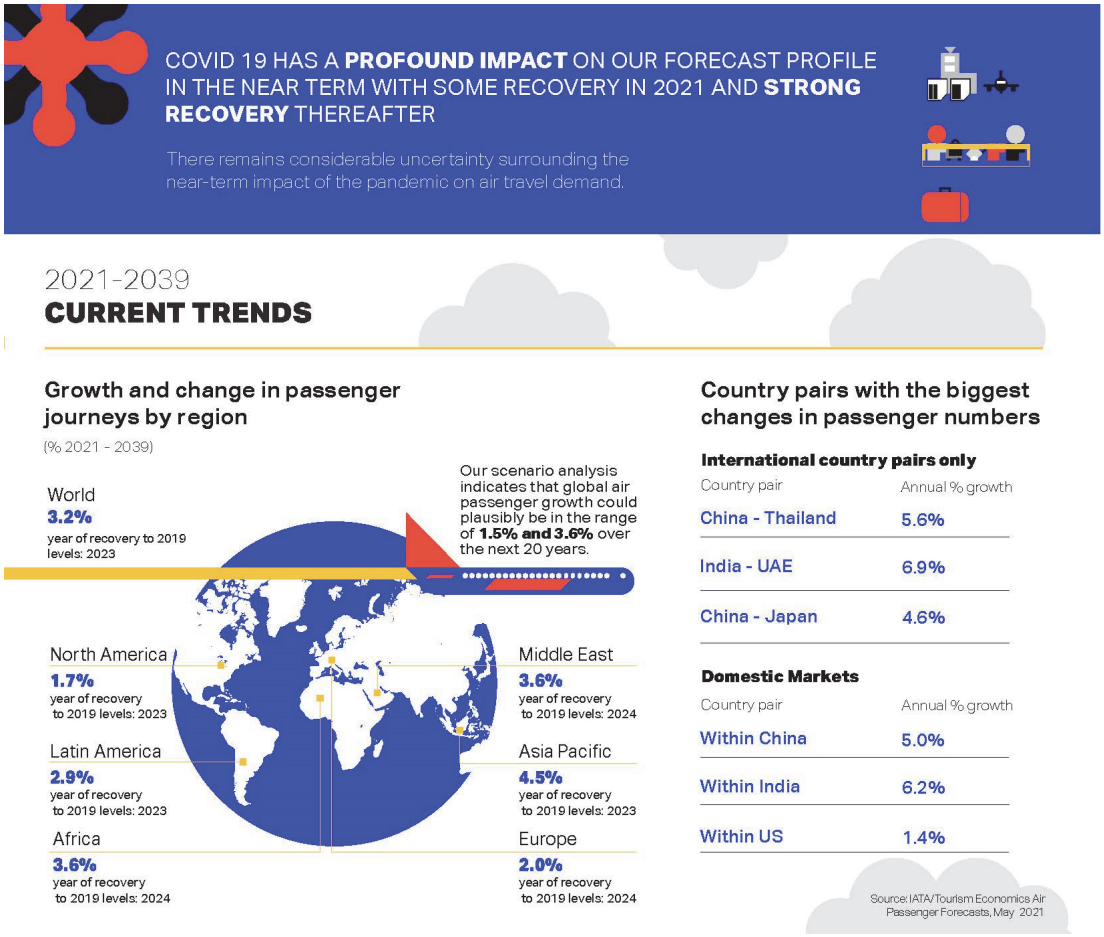
Figure 3 : Évolution mondiale du TAP, en passagers-kilomètres payants - prévisions à court terme



Source : IATA, 2021b

À un horizon de 20 ans, l'IATA envisage, pour le nombre de passagers aériens, une croissance annuelle moyenne mondiale de 1,5% à 3,6% selon les scénarios envisagés. Le secteur ne serait donc pas sur le déclin mais l'intensité de la croissance varierait suivant les régions, comme l'indique le tableau 2.

Tableau 2 : Évolution mondiale du TAP en nombre de passagers - prévisions à long terme



Source : IATA, 2021b

On trouvera, en annexe, d'autres résultats portant, notamment, sur l'estimation de l'évolution d'autres indicateurs et proposés par d'autres analystes.

5.2. LES EXERCICES NORMATIFS POUR LE SECTEUR AÉRIEN

Il s'agit ici de travaux sous-tendus par une préoccupation « normative ». Les questions qui sont investiguées sont, pour reprendre les termes du Shift Project (2021), « Comment agir aujourd'hui pour continuer à voler demain, dans un monde contraint ? Comment orienter le secteur aéronautique vers des trajectoires compatibles avec les enjeux climatiques et moins dépendantes des approvisionnements en énergies fossiles ? »[81].

Il ne s'agit donc pas de prévisions quantitatives mais d'analyses prospectives visant à faciliter la réflexion stratégique en vue de la concrétisation d'un objectif donné. Le propos n'est donc pas d'explorer l'ensemble des futurs possibles mais d'identifier des scénarios et des pistes d'action qui permettent au secteur du TAP de poursuivre ses activités tout en s'affranchissant de sa dépendance aux énergies fossiles et en s'inscrivant dans une logique de transition écologique permettant d'éviter, ou du moins, de limiter sa contribution au réchauffement climatique. Les horizons temporels fixés s'échelonnent, suivant les analyses, de 2035 à 2050.

[81] https://theshiftproject.org/article/quelle-aviation-dans-un-monde-contraint-nouveau-rapport-du-shift/

Ces exercices sont intéressants pour les autorités. Elles identifient des pistes d'action et proposent, pour la plupart, un certain nombre de recommandations concrètes. Elles peuvent, dès lors, constituer une source d'inspiration pour le développement de stratégies visant la durabilité du secteur du TAP sur leur territoire. Dans le cadre de nos investigations, quatre projets ont été examinés. Deux ont été menés en France, un en Suède et un en Allemagne. Ils sont présentés et synthétisés en annexe.

5.3. LES EXERCICES PROSPECTIFS EXPLORATOIRES RELATIFS AU SECTEUR AÉRIEN

La troisième catégorie des travaux anticipatifs qui peuvent alimenter l'analyse prospective du secteur du TAP en Wallonie est constituée d'études prospectives visant à explorer les futurs possibles du secteur au niveau d'autres territoires que celui de notre région, et ce à un horizon de moyen à long terme (jusqu'à 2070 dans certains cas). Certaines de ces études ont une portée internationale tandis que les autres se concentrent sur un espace national. Notre exploration de la littérature nous a permis d'identifier neuf exercices de la première catégorie et deux de la seconde (une pour la France et une pour le Royaume-Uni). Notre synthèse de ces exercices est proposée en annexe.

Leurs résultats sont très riches et très instructifs. Sur le plan méthodologique, il ressort que plusieurs démarches peuvent être mobilisées avec pertinence. Sur le plan de l'anticipation, dans la plupart des cas, des scénarios d'évolution possible sont présentés dans le détail et discutés en profondeur. Ceux-ci sont, le plus souvent, construits sur la base d'une lecture systémique du secteur et de l'identification et de l'analyse fine des acteurs et des variables qui influencent sa dynamique. Par exemple, la recherche développée par IATA and The School of International Futures (2018) identifie cinquante facteurs de changement et d'influence, classés suivant cinq catégories. Le tableau 3 présente ce classement. L'ensemble des travaux examinés indique que le TAP subira probablement des changements radicaux d'ici la fin du siècle. La nature de ces changements varie suivant les scénarios proposés.

Tableau 3 : Facteurs influençant l'évolution du secteur du TAP

Society	Technology	Environment	Economy	Politics
- Terrorism - Urbanization and the growth of megacities - Passenger identity and fraud - Global aging - Middle class growth in China and the Asia- Pacific region - New modes of consumption - Tensions between data privacy and surveillance - Global population growth driven by Asia and Africa - Shifting ethnic, political and religious identity - Disability, fitness and health	- Cybersecurity - Expanding human potential - Robotics and automation - 3D Printing and new manufacturing techniques - Virtual and augmented reality - Internet(s) of Things - Alternative fuels and energy sources - New aircraft designs - Alternative modes of rapid transit - Geospatial technology	- International regulation of emissions and noise pollution - Resource nationalism - Personal carbon quotas - Water and food security - Environmental activism - Extreme weather events - Rising sea levels and reclaimed habitats - Human-controlled weather - Circular economy - Infectious disease and pandemics	- Global income inequality - Strength and volatility of global economy - Price of oil - Level of integration along air industry supply chain - Shift to knowledge-based economy - Privatization of infrastructure - Concentration of wealth into a "Barbell economy" - Unionization of labor and regional independence - Open data and radical transparency - Changing nature of work and competition for talent	- Bribery and corruption - Geopolitical (in)stability - Government ownership of airspace and critical infrastructure - Strength of governance - Anti-competitive decisions - Defense priorities dominate civilian needs - Shifting borders, boundaries, and sovereignty - Increasing influence of alternative regional and global institutions - Trade protection and open borders - Rise of populist movements

Source : IATA / School of International Futures, 2018 : 6

L'examen mené sur ces publications nous fournit donc des ressources qui seront d'une grande utilité pour notre réflexion sur les futurs possibles du TAP en Wallonie, notamment au niveau des facteurs de changement à prendre en compte.

5.4. LES ÉTUDES EXPLORATOIRES RELATIVES AU TRANSPORT OU À LA MOBILITÉ EN GÉNÉRAL

Outre les exercices spécifiques au secteur aérien, nous avons identifié plusieurs analyses anticipatives exploratoires génériques portant sur l'ensemble du secteur de la mobilité et du transport[82]. Celles-ci, plus d'une dizaine, ont été examinées en vue d'en extraire des éléments permettant d'alimenter notre réflexion. Les horizons d'anticipation varient selon les travaux et peuvent aller jusque 2050. Cinq d'entre eux concernent l'espace européen, trois le niveau mondial, un le Royaume-Uni et

[82] D'autres types de travaux existent bien entendu sur la question de la mobilité. Les aborder ici nous éloignerait trop de notre objet central. Mentionnons néanmoins le rapport de la Cour des comptes européenne (2018), consacré aux défis à relever pour un secteur européen des transports performant, qui, dans une certaine mesure, aborde des éléments convocables pour une réflexion prospective sur le secteur des transports.

un l'Allemagne. Une analyse plus théorique a également été examinée. La synthèse des rapports concernés est proposée en annexe.

De ces publications, plusieurs points sont à noter.

D'une part, la plupart propose et examine une liste de facteurs de changement potentiel pouvant affecter la dynamique de la mobilité et du transport. Ces facteurs sont liés aux différentes sphères de l'activité humaine et peuvent être classés dans les catégories définies par la démarche « STEEP » : sociale, technologique, économique, environnementale et politique. À titre d'exemple, le tableau 4 propose un résumé des facteurs qui influenceront l'évolution de la demande de transport en Europe à l'horizon 2050 d'après João *et al.* (2015).

D'autre part, dans ces textes, outre des cartographies des systèmes de transport et des cadres méthodologiques inspirants, on peut trouver un grand nombre de propositions en termes de pistes d'action pour favoriser et accélérer la transition écologique et énergétique dans le secteur du transport et permettre une mobilité durable. Les documents sont donc d'un grand intérêt pour l'action publique, quel que soit le territoire dans lequel elle se déploie.

À ce niveau, plusieurs des analyses examinées mettent en exergue le caractère particulièrement épineux de la situation du transport aérien, qui, comparativement aux autres modes de déplacement, semble peiner à s'inscrire dans cette transition et à réduire ses impacts négatifs sur l'environnement. Deux motifs majeurs seraient à l'origine de ce retard : premièrement, les spécificités technologiques et physiques du transport aérien et, deuxièmement, l'augmentation soutenue et constante de la demande pour ce dernier.

Dès lors, dans la perspective de la décarbonation du secteur des transports, c'est le secteur aérien qui exigera le plus d'ambition. Ceci est dû, avant tout, à la densité et au rendement énergétique élevés nécessaires pour propulser les gros appareils, rendement et densité qui rendent le passage à l'électrique peu probable dans un avenir plus ou moins proche.

Tableau 4 : Les facteurs influençant l'évolution de la demande de transport en Europe à l'horizon 2050

Catégorie	Facteurs	Composantes
Sociale	Démographie	croissance démographique, vieillissement, migration, flexibilité du lieu de vie
	Éducation et capital social	niveau d'éducation, égalité du capital culturel
	Préférences et sensibilités	consumérisme *versus* spiritualisme, sensibilisation à l'environnement, propension à posséder les biens ou au contraire à en partager l'utilisation, valeur sociale des choix de voyage, rationalité des choix, valeur de la sécurité, valeur de la santé, valeur du temps libre et des loisirs
Technologie	Capacité technologique à aborder les questions énergétiques, environnementales et les défis du vieillissement par les évolutions techniques	
Économie	Développement économique	niveau de croissance, stabilité économique, volume du commerce international, égalité économique
	Modes de production et de consommation	part du travail basé sur les connaissances, paradigmes de réseaux d'achats, échelle de production : travail de masse vs personnalisé, réduction du temps de travail rémunéré
	Développement urbain	urbanisation, densité urbaine, congestion
	Énergie	pénurie d'énergie fossile, niveau des prix
Environnementale	Changement climatique	
	Biodiversité et autres questions environnementales	
	Pollution locale (air, bruit)	
Politique	Politique Coopération mondiale sur des questions mondiales	
	Puissance de l'État	
	Pouvoir du peuple et des organisations civiles	
	Conflits internationaux	
	Problèmes de sécurité	
	Libéralisation du marché	
	Développement des infrastructures	

Source : d'après João *et al.*, 2015

Au-delà de ces éléments, il apparaît, de par l'ensemble des travaux synthétisés dans le cadre de ce Cahier, que la question de l'avenir du TAP et, de manière plus générale, du secteur aérien et du domaine des transports fait l'objet de fortes préoccupations. Celles-ci s'expriment à différents niveaux et dans le chef de nombreux acteurs, ce qui a amené ceux-ci à mener des analyses anticipatives, voire prospectives. Les résultats obtenus à l'issue de celles-ci sont d'une grande richesse. Ils

permettront d'alimenter l'exploration des futurs possibles du secteur du TAP dans notre région. Pour ce faire, il est intéressant de convoquer un modèle d'analyse permettant de les intégrer. C'est l'objectif de la section qui suit.

En bref

Les travaux anticipatifs sur le secteur (du transport) aérien sont nombreux et sont menés du niveau national au niveau mondial. Certains visent un objectif prévisionnel (estimation des valeurs futures d'indicateurs quantitatifs), d'autres un objectif prospectif (construction de scénarios qualitatifs) et d'autres encore ces deux objectifs à la fois. Si certains s'inscrivent dans une dynamique « normative » (comment atteindre un objectif futur préalablement fixé, le plus souvent en termes de réduction des effets sur l'environnement), la majorité adopte une posture « exploratoire » (réflexion ouverte sur des futurs possibles). Complémentairement à ces analyses « sectorielles », d'autres concernent l'ensemble de la thématique des transports.

Ces différentes études sont utiles pour réfléchir aux futurs possibles du TAP en Wallonie. D'une part, elles offrent un éventail de dispositifs méthodologiques dont on peut s'inspirer. D'autre part, elles permettent de réaliser une première mise en évidence des facteurs de changement à prendre en compte en plus des tensions et des enjeux qui caractérisent le secteur. Enfin, elles fournissent des résultats, tant quantitatifs que qualitatifs, à même de nourrir la réflexion sur notre objet particulier. Elles sont donc très riches d'enseignements, et ce à trois niveaux.

Primo, en termes quantitatifs, pour le TAP, les exercices prévisionnels indiquent, dans un premier temps, un retour à moyen terme à une situation similaire à celle d'avant la crise sanitaire et, dans un second temps, une croissance qui se poursuit durant la période de projection (de 2040 à 2050 selon les exercices) mais avec une intensité variable suivant les régions considérées, les scénarios envisagés et les estimations.

En Europe, cette croissance adopterait une intensité plus faible que précédemment et légèrement en deçà de celle anticipée pour les autres continents (à l'exception de l'Amérique du Nord). Elle ne serait pas sans poser des difficultés, notamment en termes de pressions environnementales, de capacités aéroportuaires, de congestion de l'espace aérien et de ponctualité.

Plusieurs analyses indiquent que la poursuite du développement du secteur aérien sera conditionnée par la bonne prise en compte par les différentes parties prenantes des enjeux de transition énergétique et écologique.

Secundo, les travaux indiquent que les facteurs de changement à prendre en compte pour une réflexion prospective sont très diversifiés : économiques, (géo)politiques, sociologiques, technologiques, démographiques et environnementaux. Leur grand nombre traduit le haut niveau de complexité du système du TAP. L'analyse prospective du TAP en Wallonie suppose un examen poussé de ces facteurs à la lumière des spécificités de notre région. Celui-ci devra être mené sur la base de l'expression des diverses expertises et parties prenantes locales.

Tertio, à ce dernier sujet, plusieurs catégories d'acteurs sont identifiées par les travaux présentés. Tout comme les facteurs de changement, elles sont très nombreuses. Les objectifs et les intérêts de certaines d'entre elles sont en concurrence, voire en tension, si pas en opposition. En outre, certains acteurs, notamment publics, sont concernés par la poursuite de différents objectifs qui sont eux-mêmes en tension. La coexistence d'un grand nombre d'acteurs, avec chacun leur propre logique d'action, ne simplifie pas l'analyse prospective du TAP. La réalisation d'une telle analyse pour la Wallonie nécessitera la bonne identification de tous les acteurs, notamment locaux, concernés et la prise en compte de leur point de vue, de leur expertise et de leur stratégie.

6. Une ressource complémentaire pour explorer les futurs possibles du secteur du TAP en Wallonie : les futurs génériques

L'exploration de l'avenir du secteur du TAP dans notre région peut, en effet, tirer profit également d'un autre matériau, plus théorique. Celui-ci ne dispense pas de la mise en œuvre d'une méthodologie complète ni de la mise en place de dispositifs empiriques spécifiques pour qui veut déployer une démarche prospective complète et adéquate par rapport à l'objet qui nous mobilise. Néanmoins, il constitue un outil des plus intéressants pour aider à établir un premier cadrage en vue d'identifier les avenirs potentiels. Cet outil, c'est une typologie archétypale des futurs possibles.

Parfois présentée sous le nom des « quatre futurs génériques » (Bezold, 2009 ; Dator, 2009) ou d'« Incasting », notamment par les références plus anciennes (Jones, 1992 ; Serra Del Pino, 1998), cette typologie a été synthétisée par Dator, à partir, notamment, de ses travaux antérieurs, menés dès la fin des années 1970 (Dator, 2002).

Sur la base de ses observations, Dator observe que toutes nos constructions narratives (histoires ou scénarios) sur les problèmes de changement social peuvent être classées en quatre groupes récurrents d'images, de récits ou de politiques :

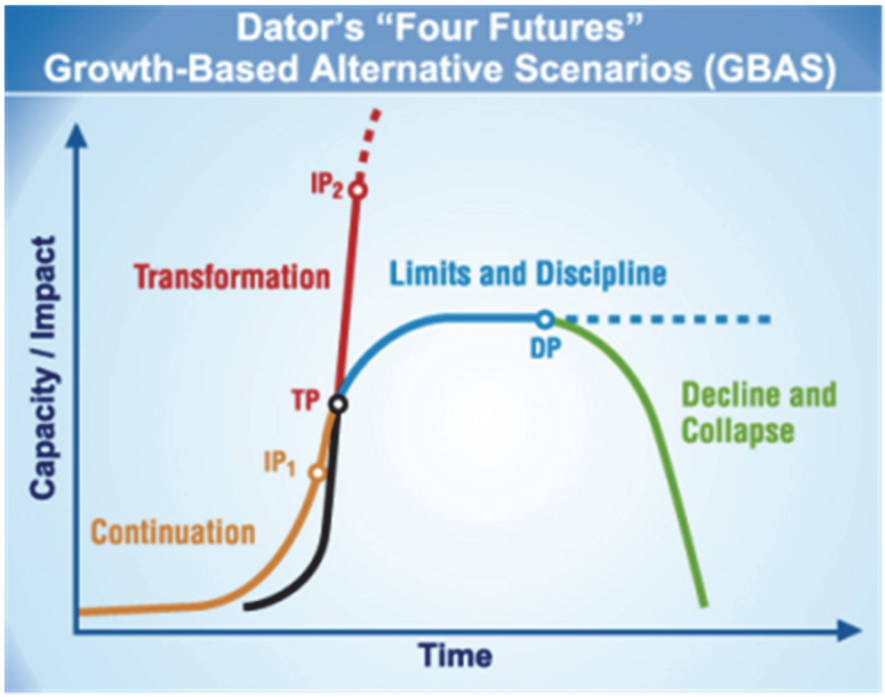
- poursuite et croissance : le système ou la situation poursuivent leur évolution sans réformes, aménagements ou réorientations stratégiques… il n'y a pas de changement de trajectoire au programme : c'est le *business as usual* ;
- limites et discipline : de nouvelles formes de retenue et de contrôle sont imposées à l'ordre actuel pour empêcher l'effondrement et l'adaptation face aux limites internes ou environnementales les plus importantes est de rigueur, ce qui débouche sur un état d'équilibre stable et axé sur la durabilité du système ou de la situation ;
- déclin et effondrement : on assiste à un processus de dégradation et/ou à l'apparition de défaillances au fur et à mesure de l'émergence des crises, ce qui conduit à l'effondrement brutal de la trajectoire ;
- transformation : des changements technologiques, économiques, politiques et/ou sociaux apparaissent ; des événements ou des phénomènes transformateurs importants changent la donne : de fait, la transformation conduit à une rupture radicale vis-à-vis du présent ; les concepts mêmes d'être humain, de société, de nature, d'économie… peuvent se voir redéfinis et la trajectoire bifurque radicalement dans une nouvelle direction.

Ces quatre schémas d'évolution possible peuvent être représentés par des phases sur quatre courbes de croissance classiques, comme le montre la figure 4.

Celle-ci présente ces quatre scénarios-types à partir d'une courbe de croissance classique. Dans la figure, IP signifie point d'inflexion, DP point de déclin et TP point de transformation, points après lesquels on peut anticiper ou simuler les changements dans la croissance future.

Pour Dator, il faut garder à l'esprit que les quatre récits sont souvent produits en même temps par les différentes parties prenantes concernées. Chacun peut être une perspective valable ou préférable pour telle ou telle partie. En outre, chacune peut raconter ou porter ces quatre histoires à des moments différents. Dans tous les cas, Dator insiste sur le caractère intrinsèquement incertain du futur : aucune prévision ne peut être établie avec certitude, même dans le court terme. Ceci nous invite donc à considérer l'évolution possible d'une situation, d'un phénomène ou d'un système comme étant ouverte et à ne pas envisager l'avenir comme unique et fermé.

Figure 4 : Les quatre futurs génériques



Source : Dator, 2002[83]

En proposant ces quatre futurs génériques, cette grille nous offre un instrument des plus intéressants pour entamer un travail prospectif, peu importe l'objet sur lequel porte celui-ci[84]. Nous allons à présent tenter d'utiliser cet outil et d'exploiter les différentes ressources que nous avons collectées pour défricher des trajectoires envisageables pour le secteur du TAP en Wallonie, en laissant à d'autres le soin d'aller plus avant dans cette exploration.

En bref

La littérature prospective propose quatre « futurs génériques » :

- poursuite et croissance : la trajectoire se poursuit, sans bifurcation ;
- limites et discipline : de nouveaux cadres sont mis en place pour assurer l'adaptation aux contraintes internes ou environnementales et ainsi empêcher l'effondrement, ce qui conduit à un état de relative stabilité ;
- déclin et effondrement : une dégradation progressive, avec des crises et des défaillances répétées, précède un effondrement brutal ;
- transformation : la trajectoire bifurque radicalement dans une nouvelle direction suite à des mutations, voire des disruptions, de natures diverses.

Cette typologie constitue une grille de lecture pertinente pour aborder les futurs possibles du TAP en Wallonie.

[83] http://www.foresightguide.com/dator-four-futures/
[84] Un exemple d'application de cette grille est proposé par Claisse à propos de la crise sanitaire (2020).

7. Quelle évolution pour la situation wallonne ?

Nous avons collecté et examiné de nombreux éléments utiles pour alimenter une approche prospective du secteur du TAP en Wallonie. Il convient à présent de les convoquer et de les intégrer pour aller de l'avant dans le travail anticipatif. Pour ce faire, nous fonderons notre démarche sur les futurs génériques mis en évidence par Dator (2002). Ceux-ci nous serviront, en quelque sorte, de fondations pour envisager quatre schémas d'évolution à l'horizon 2050.

Nous attirons l'attention des lectrices et des lecteurs sur le fait que les pistes que nous allons proposer doivent être considérées comme correspondant à une première tentative exploratoire des futurs possibles. De fait, notre objectif est de poser les premiers jalons pour un projet prospectif plus ambitieux, notamment en termes de consultation des parties prenantes et d'élaboration de scénarios originaux et spécifiques à la situation régionale. Il ne s'agit donc pas, en ce qui nous concerne, de proposer une analyse définitive mais d'inviter à plus amples investigations, à mener et à consolider par ailleurs.

Avant de poursuivre, soulignons que la tâche que nous proposons d'entamer est rendue ardue et malaisée par les particularités du secteur, déjà évoquées précédemment. Ce dernier constitue un système marqué par une très forte intensité technologique et par une évolution continue des dispositifs techniques. Totalement intégré à l'échelon mondial, il implique, directement ou indirectement, moult parties prenantes, et ce dans un environnement peu stable et parcouru de nombreuses tensions. Il fait l'objet de controverses fréquentes, parfois virulentes. Sa dynamique est influencée par un très grand nombre de facteurs, dont plusieurs soumis à une grande incertitude. Ces différentes caractéristiques rendent l'analyse prospective du TAP, quel que soit l'espace géographique de référence visé, délicate.

Nous allons cependant tenter d'amorcer celle-ci. Pour ce faire, examinons comment les quatre scénarios types pourraient se concrétiser au niveau régional en fonction des tensions, des enjeux et des facteurs de changements mis en évidence de manière générale précédemment.

7.1. SCÉNARIO 1 : « UN CIEL SANS LIMITE »

Dans ce premier scénario, qui correspond au type générique « poursuite et croissance » de Dator, le secteur du TAP en Wallonie poursuit sa trajectoire sans changement d'orientation. Après un « passage à vide » causé par la crise sanitaire, les activités reprennent leur cours. Le secteur retrouve assez rapidement (avant 2030) son rythme de croisière et la croissance est à nouveau au rendez-vous, avec une intensité similaire à celle observée avant 2020.

La concrétisation de ce scénario reposerait sur plusieurs éléments.

Dans un premier temps, les aides publiques accordées au secteur et la maîtrise de la pandémie permettent au secteur de passer l'épreuve de la crise. La demande, contrariée par cette dernière, peut s'exprimer à nouveau. Son niveau pourrait même connaître un « effet de rattrapage » : le confinement ayant généré dans la clientèle une frustration certaine, notamment en termes de voyages d'agrément, celle-ci désire regagner le temps perdu et exprime une demande plus forte que précédemment.

Forts de ce retour à la normale, voire de cet effet de rattrapage, les opérateurs du secteur renouent avec les bénéfices et peuvent investir dans une offre plus importante et plus diversifiée (par exemple en proposant de nouveaux services, plus personnalisés, en phase avec l'évolution des attentes d'une certaine frange de la clientèle). La croissance est de retour.

Ce retour est facilité par un contexte économique régional, national et international positif et optimiste. Ce dernier se traduirait par une hausse du pouvoir d'achat, voire un gonflement de la classe moyenne, notamment dans les pays asiatiques. Ceci n'est pas sans effet sur l'augmentation de la demande de transport (fret et passager). Dans ce cadre, le tourisme international à destination de l'Europe se voit très dynamisé, ce qui affecte positivement l'activité aérienne des territoires de l'Union.

Encadré 3 : *Hub*, *spoke* et *point to point*

Un « *hub* » aéroportuaire est une plateforme de correspondances, c'est-à-dire un aéroport choisi par une compagnie pour y faire transiter une partie importante de ses vols et pour y assurer des correspondances rapides et garanties.

En aéronautique, le « *hub and spoke* » est une mode de structuration des vols et d'organisation des lignes aériennes. Elle consiste à mettre en place des vols long-courriers effectués par des très gros porteurs (comme l'A380), entre les grands aéroports. Les passagers changent ensuite d'avion et sont amenés à leur lieu spécifique de destination par un avion plus modeste. Le *hub and spoke* s'oppose au *point to point*, où toutes les villes sont reliées entre elles[85].

Sur le plan de l'économie des ressources, le *hub and spoke* est peu intéressant en termes de kilomètres parcourus/consommation (par passager), notamment par comparaison, à modèle égal, avec le *point to point*. Pour certains, c'est dans cet élément qu'il faut trouver l'origine de l'échec relatif de l'utilisation de ce modèle par les compagnies aériennes, ce qui a affecté lourdement les commandes de l'A380.

Le marché du TAP évolue donc quantitativement (hausse de la demande locale et extérieure) et qualitativement (pour rencontrer l'évolution et la diversification des attentes des consommateurs). Les stratégies des opérateurs régionaux s'adaptent mais n'ont pas à souffrir d'un changement de paradigme dominant des stratégies des compagnies aériennes (importance du *point to point* maintenue, pas de bifurcation vers une structuration de l'activité en *hubs and spokes*). Le *low cost* poursuit donc sa progression mais d'autres types de modèles d'affaires viennent compléter l'offre, par exemple à destination de niches particulières, comme celle des clients âgés aisés, par exemple.

La croissance est également rendue possible par une stabilité des habitudes et des attitudes de consommation dans la population : la honte de voler ne s'étend pas et, dans un contexte de croissance économique, les déplacements professionnels ne sont pas en diminution, malgré la concurrence des nouveaux outils numériques facilitant les réunions en ligne.

Bien que le secteur doive contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique, respecter des contraintes environnementales plus strictes et faire face à la transition énergétique, les coûts de production sont maintenus à des niveaux tels que le prix du billet reste relativement stable. De fait, les solutions adoptées par les opérateurs s'inscrivent dans une logique d'adaptation plutôt que de rupture, notamment sur le plan technologique. La découverte et l'exploitation de nouveaux gisements de pétrole le permettent, tout comme le maintien d'un système fiscal favorable au secteur et du soutien des pouvoirs publics.

En outre, les coûts engendrés par l'achat de « permis de polluer » sur un marché de quotas très actif sont compensés par les progrès de la robotique et de la digitalisation. Ceux-ci assurent des gains de productivité dans les différentes branches du secteur et des secteurs connexes (construction aéronautique, services aéroportuaires…), ce qui influence aussi favorablement les coûts de production.

[85] Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Plate-forme_de_correspondance_a%C3%A9roportuaire et https://fr.wikipedia.org/wiki/Hub_and_spoke.

D'autres avancées technologiques permettent également de juguler ces derniers, tels les améliorations du rendement énergétique des systèmes de motorisation des aéronefs et l'allègement de ces derniers grâce à l'adoption de nouveaux matériaux et aux nouvelles possibilités offertes par l'impression 3D.

Sur le plan politique, l'évolution de la situation est également propice à la croissance du TAP : le climat géopolitique est détendu, favorisant les échanges internationaux. Les cadres administratifs et réglementaires sont assouplis au niveau mondial, ce qui facilite la mobilité entre pays. Dans ce contexte détendu, les questions liées à la sûreté aérienne deviennent dès lors moins prégnantes.

À ce niveau, le secteur tire profit de l'évolution des capacités de traitement et des outils de gestion informatisée des données. La digitalisation permet de renforcer tant la sécurité (gestion des différents types de flux, réduction des situations de congestion, aide au pilotage…) que la sûreté (cybersécurité améliorée, cybersurveillance…) aérienne, ce qui améliore encore, au sein de la population, l'image de fiabilité du transport aérien et augmente son attractivité.

Cette croissance est rendue possible par des investissements dans les infrastructures, assumés, soutenus ou promus par les pouvoirs publics. Tant les infrastructures aéroportuaires que les infrastructures permettant l'acheminement des passagers à celles-ci sont concernées.

Grâce à sa situation privilégiée et à son expérience antérieure, notamment, la Wallonie s'inscrit dans ce mouvement général de croissance et d'investissements, d'autant qu'elle ne souffre pas de l'apparition de nouveaux concurrents dans les régions voisines, qu'elle profite même de la réorganisation de certaines lignes desservant anciennement l'aéroport de Bruxelles National, celui-ci ayant été confronté de manière trop fréquente à des problèmes de congestion et de nuisances sonores liées au survol de la capitale, et que les tensions entre travailleurs et employeurs (compagnies aériennes et installations au sol) se sont aplanies.

7.2. SCÉNARIO 2 : « UN TAP CONTRAINT À L'ÉCO-RESPONSABILITÉ »

Le deuxième scénario que nous imaginons met en présence une évolution sous-tendue par une logique de retenue et de contrôle qui vise à concilier survie du secteur et intégration d'impératifs environnementaux, politiques et économiques. Il fait écho à plusieurs exercices prospectifs « normatifs » exposés précédemment.

Confronté à un environnement de plus en plus instable, voire hostile, le secteur est amené à adopter un certain nombre d'aménagements stratégiques sous peine de voir son avenir compromis.

La crise sanitaire a laissé des traces : de nouveaux comportements se sont développés, ce qui affecte négativement la demande de TAP, principalement dans le cadre d'activités professionnelles. Les réunions en ligne, notamment, supplantent progressivement les réunions physiques nécessitant potentiellement de longs déplacements.

Les enseignements tirés de la crise sur le plan de l'appareil productif amènent, par ailleurs, certains opérateurs industriels à mener des stratégies de relocalisation. Cette politique est favorisée par les autorités publiques, dans une logique de promotion des circuits courts. Cette reconfiguration, même si elle n'est pas généralisée, induit des modifications en matière de mobilité dans le cadre professionnel, qui contribue aussi à la baisse de la demande de voyages aériens.

Les impacts sur la demande de TAP demeurent limités mais le secteur doit, parallèlement, respecter les conditions qui ont accompagné les aides consenties par l'État pour lui permettre d'affronter la crise (obligation de s'inscrire de manière plus forte dans la lutte contre le réchauffement climatique, d'intégrer des « normes-carbone », de limiter les impacts négatifs sur l'environnement…) et les modifications progressives des cadres fiscaux, moins avantageux. De manière globale, le rôle des pouvoirs publics dans le secteur du transport aérien se renforce : à la fois instance de contrôle et acteur

de soutien et de promotion, ceux-ci amènent le secteur à adopter une dynamique transitoire plus active. Ils exercent également une pression sur les parties prenantes en vue d'améliorer les conditions de travail dans le secteur et d'œuvrer à l'instauration d'une paix sociale durable dans celui-ci. Ces éléments se traduisent par une hausse des coûts de production, répercutée sur le prix du billet, ce qui, progressivement, renforce la tendance baissière de la demande.

Cette baisse est aussi alimentée et accélérée par une transformation de l'opinion publique. L'attitude de la population européenne vis-à-vis du TAP est moins positive que dans le passé. Le mouvement apparu en Scandinavie a fait tache d'huile, du moins au niveau européen. Dans la mouvance, les comportements des Européens en matière de tourisme se réorientent vers une « consommation locale », privilégiant les déplacements intracontinentaux, voire intranationaux, et des destinations moins lointaines que précédemment.

En outre, en ce qui concerne les trajets internationaux, les efforts menés et les investissements consentis par les pouvoirs publics dans le cadre de la transition énergétique et écologique permettent l'amélioration quantitative et qualitative des alternatives au TAP, principalement au niveau du rail et de modes de transport dérivés (par exemple, l'Hyperloop[86]). L'essor de cette nouvelle concurrence n'est pas sans affecter les activités du secteur aérien.

Ces dernières sont également influencées de manière négative par l'évolution géopolitique et institutionnelle en Europe, dans la mesure où, à l'instar du Royaume-Uni, plusieurs pays sortent de l'Union et quittent l'espace aérien intégré qui avait été mis en place, ce qui génère de nouvelles contraintes pour les voyageurs et les compagnies aériennes.

Sur le plan technologique, des innovations importantes sont réalisées en vue de rencontrer les objectifs de durabilité qui sont imposés au secteur. Elles permettent aux compagnies, en outre, de faire face à l'évolution des cadres fiscaux, à la diminution progressive des réserves de pétrole et à la hausse du prix du baril qui en résulte.

L'électrification complète de la propulsion dans l'aviation continue à poser des difficultés techniques mais, progressivement, des appareils de types nouveaux font leur apparition. Leur conception et leur développement sont relativement coûteux pour le secteur. Dans le court et dans le moyen terme, les investissements dans les carburants alternatifs au kérosène traditionnel et dans l'hybridation sont plus rentables. Dans tous les cas, les améliorations et les innovations relatives à la motorisation et aux appareils contribuent à l'augmentation du prix du transport aérien, affectant la demande finale en la matière.

D'autres innovations techniques permettent cependant de réduire les coûts de fonctionnement tout en ayant un impact positif sur l'environnement. Par exemple, les progrès en matière de numérisation contribuent à faciliter la gestion de l'espace aérien et à éviter les situations de congestion du trafic, source de pollution supplémentaire et d'allongement des temps de trajet.

Au niveau des infrastructures au sol, le ralentissement de la croissance du TAP se traduit par une diminution de la pression sur la majorité des installations des aéroports déjà existants ou pour la création de nouvelles structures. Des améliorations sont cependant apportées en vue de concrétiser une connectivité intermodale respectueuse de l'environnement et de rendre possible l'application des nouveaux dispositifs digitaux aux différentes composantes des activités du secteur.

En termes d'organisation du réseau aérien européen, le modèle *Point to point* perd d'ailleurs progressivement sa prévalence. Le modèle *hubs and spokes* est favorisé par le développement des

[86] L'Hyperloop est un projet proposé en 2013 par Elon Musk. Il s'agit d'une « sorte d'avion auquel on aurait coupé les ailes, que l'on enverrait dans de gros tuyaux vidés de leur air, où régnerait la pression de la stratosphère, et où il serait sustenté et propulsé, par exemple, par des champs magnétiques » (Pollet, 2020 : 104). Cette idée, selon Pollet, a déjà été imaginée en 1865.

infrastructures ferroviaires. Le train assure de plus en plus fréquemment l'acheminement des passagers entre *hubs* aéroportuaires et destinations finales et inversement. Dans ce contexte de recomposition des réseaux et de concurrence accrue avec le rail, la croissance des compagnies *low cost* est mise à mal.

Cette évolution est porteuse de risques pour les aéroports dont le modèle d'affaires est principalement centré sur les activités de ces compagnies et/ou s'inscrit exclusivement dans un modèle *point to point*. De tels aéroports, notamment celui de Charleroi, peuvent se voir mis en grandes difficultés par le double mouvement de diminution du trafic aérien et de recomposition de la structure de l'offre des compagnies. L'évolution de la situation de ces aéroports serait rendue encore plus périlleuse en cas de dépendance de leur part à un nombre très restreint de compagnies utilisatrices de leurs infrastructures.

7.3. SCÉNARIO 3 : « TROUS D'AIR ET CHUTE LIBRE »

Ce troisième scénario est celui du déclin et de l'effondrement. Il s'inscrit dans un contexte global de forte instabilité et de tensions qui affecte la majorité des secteurs de l'économie et l'ensemble de la population en Europe.

Contrairement aux prévisions optimistes émises au cours de la crise sanitaire et aux espoirs d'une évolution en « V » des activités, la reprise économique n'est, finalement, pas au rendez-vous. La relation observée jusqu'à présent entre trafic aérien et dynamisme économique demeure d'actualité et le TAP voit donc ses activités affectées négativement. De fait, le pouvoir d'achat de la classe moyenne, jusqu'alors grande utilisatrice en la matière, s'érode. Les habitudes de consommation évoluent donc, notamment en matière de tourisme et de mobilité. Les nouveaux comportements sont défavorables au TAP.

Par ailleurs, sur le plan politique, des réflexes protectionnistes se manifestent : les espaces commerciaux internationaux se cloisonnent progressivement, ce qui se traduit par une baisse de la demande pour le transport aérien intercontinental. Tant le fret que les vols pour passagers sont affectés. Ce mouvement est renforcé par un recul dans les processus d'harmonisation des réglementations en matière de trafic aérien.

Les tensions internationales ne sont pas que d'ordre purement économique. En Europe, la brèche ouverte par le Brexit s'élargit. Les tendances nationalistes s'exacerbent, conduisant à une recomposition fondamentale de l'espace politique et institutionnel, de nombreux pays quittant l'Union. Ce processus réduit celle-ci à son noyau d'avant 1995, Royaume-Uni en moins. Les effets de cette forte contraction du marché commun sur les échanges de biens, de services et de personnes sont très conséquents. Le secteur du TAP européen n'en sort pas indemne.

Dans le même temps, sur le plan énergétique, l'accès aux hydrocarbures classiques devient plus difficile, les réserves disponibles montrant peu à peu leurs limites. Le prix du baril de pétrole augmente et atteint des niveaux inégalés. Certes, le ralentissement économique induit une baisse de la demande mais les postures protectionnistes et la politique du « robinet fermé » adoptée par certains pays producteurs réduisent encore plus fortement l'offre, ce qui amène, *in fine*, à un emballement des prix. Celui-ci est d'autant plus problématique que la transition énergétique n'a pas été suffisamment anticipée et préparée dans plusieurs secteurs d'activités, dont celui des transports à longue distance.

Pour le TAP, ceci se traduit par une hausse notable des coûts de production. Ceux-ci sont répercutés par les compagnies aériennes sur le prix final du billet, les pouvoirs publics n'intervenant plus dans l'aide au secteur. Au contraire, ceux-ci, soucieux de répondre aux attentes d'une part grandissante

de la population, désireux de développer des politiques plus respectueuses des enjeux environnementaux et contraints de trouver de nouvelles recettes, amendent les cadres fiscaux relatifs au TAP, dans le sens d'une diminution des avantages et d'une plus grande pression fiscale.

Les effets de la dégradation de la situation du transport aérien se manifestent également par une diminution des investissements en recherche et développement. Les innovations technologiques sont ralenties. D'un point de vue technologique, le passage à une aviation civile plus en phase avec les enjeux environnementaux est plus que retardé. L'utilisation de nouveaux systèmes de motorisation, plus propres, et de nouveaux aéronefs, moins énergivores, n'est pas au point. Les améliorations se cantonnent à l'usage limité d'agrocarburants dans certains pays. La question des nuisances sonores demeure d'actualité et continue à générer des tensions, notamment autour de l'aéroport de Charleroi.

En matière de sécurité et de sûreté, plusieurs éléments viennent perturber le secteur du TAP.

D'une part, dans certains territoires, les risques d'accidents aériens augmentent. La stratégie de réduction des coûts sur certains postes liés à la sécurité adoptée par quelques compagnies, la montée en régime des tensions sociales au sein même du secteur aérien, où les conditions de travail semblent se dégrader, la désintégration relative des systèmes réglementaires et de contrôle internationaux en matière de gestion des risques et le vieillissement des infrastructures au sol se traduisent par une augmentation du nombre de catastrophes aériennes, augmentation renforcée, d'une part, par la dégradation progressive des conditions climatiques, qui ne sont pas sans effets structurels sur les conditions météorologiques, et, d'autre part, dans des situations de stress énergétique de plus en plus fréquentes. Les accidents dus à des *blackouts* accidentels de longue durée, notamment, se multiplient.

L'augmentation du nombre d'accidents aériens écorne l'image de fiabilité et de sécurité qui caractérisait jusqu'alors l'avion en tant que mode de transport collectif. Une partie de sa clientèle s'en détourne à présent. Celle-ci choisit d'autres alternatives ou réduit ses déplacements de longue distance.

D'autre part, des tensions politiques, tant dans le territoire européen qu'en dehors, suscitent de nouveaux actes de terrorisme. Parmi ceux-ci, certains prennent le TAP comme cible. Les impacts, directs ou indirects, sur l'évolution de celui-ci sont très négatifs. Si plusieurs de ces actions terroristes trouvent leur origine dans des « justifications » et des cadres idéologiques déjà présents au début de notre siècle, voire auparavant, d'autres sont issus de la radicalisation de certains mouvements plus récents. Il en est ainsi pour certains attentats et détournements menés par des écoterroristes. Dans certains cas, le terrorisme aérien s'appuie sur de nouvelles méthodes opératoires, basées sur le recours aux nouvelles technologies. Le cyberterrorisme affecte désormais le trafic aérien. Les effets de ce regain et de cette évolution du terrorisme aérien se conjuguent avec ceux observés au niveau de la sécurité.

Le TAP souffre également de l'intégration des préoccupations écologiques dans la culture des « nouvelles » générations. L'attitude de celles-ci face au TAP est, dans certains territoires, plutôt négative. Cette tendance se renforce au fil du temps et s'étend à des classes d'âge plus élevé, ce qui contracte progressivement le marché du TAP et affecte son chiffre d'affaires. Ce renforcement et cette extension trouvent partiellement leur origine dans la dégradation du système climatique, dont les effets sont de plus en plus marqués et de plus en plus évidents pour les populations.

Face à ces mutations, le TAP connait une restructuration géographique de l'offre de services. Celle-ci est recentrée sur la déserte de *hubs* principaux, situés dans *l'hinterland* des mégapoles. En outre, les acteurs du secteur craignent les effets d'une nouvelle pandémie, semblable à celle que le monde a connue au début des années 2020. De fait, ils pourraient leurs être fatidiques.

Pour ce qui est de notre région, le secteur du TAP est très fortement en déclin, comme dans beaucoup d'autres territoires européens. Les activités de l'aéroport de Charleroi sont, à terme, profondément affectées et ce dernier est menacé, notamment, par la reconcentration des lignes encore en service sur l'aéroport de Bruxelles National. Sa survie peut, en outre, être compromise par le nombre et le type de compagnies qui, jusqu'à présent, ont fondé le développement et assuré le fonctionnement de ses infrastructures, ces compagnies pouvant être les plus durement frappées par la dégradation globale et profonde du secteur.

7.4. SCÉNARIO 4 : « UN NOUVEAU PLAN DE VOL »

Ce dernier scénario est celui de la bifurcation vers un nouveau paradigme. Toute la difficulté dans l'élaboration de ce scénario réside, selon nous, dans l'identification de ce paradigme. Celui-ci doit être en rupture avec celui qui prévaut actuellement mais ne doit correspondre ni à un scénario d'adaptation, plus ou moins rapide et effective, pour faire face à l'évolution de l'écosystème du TAP et aux contraintes qui en résultent, ni à un scénario de désagrégation. L'exercice est donc plus difficile que pour les trois premiers scénarios envisagés, le spectre des futurs possibles étant plus large.

On peut amorcer l'élaboration de ce scénario de rupture à partir des différentes publications que nous avons identifiées et qui mettent en exergue la nécessite pour le trafic aérien civil d'adopter des mesures adéquates et radicales pour faire face aux enjeux, notamment environnementaux et énergétiques, qui caractérisent la situation des années 2020.

Profitant d'un contexte économique et politique détendu et propice, tant au niveau régional que national et international, le secteur aérien dans son ensemble prend à bras le corps les questions de la transition énergétique et de la transition écologique. Les différentes parties prenantes s'engagent, au niveau mondial, dans un vaste projet de rénovation du secteur, répondant ainsi aux signaux d'alarme tirés par des nombreux experts concernés par la survie de celui-ci.

Cet engagement trouve son origine dans deux éléments.

D'une part, le secteur est soucieux de tirer profit des effets positifs du contexte économique et politique sur la demande de transport aérien, pour du fret ou pour des passagers, et des opportunités d'affaires dont celui-ci est porteur.

D'autre part, les acteurs du secteur perçoivent la nécessité de répondre à la pression exercée par les gouvernements et l'opinion publique s'ils veulent concrétiser leurs objectifs de développement et saisir de nouvelles opportunités. Ils se doivent donc d'intégrer rapidement et efficacement les impératifs environnementaux dans leurs stratégies. Ils doivent également tenir compte des risques posés par l'évolution des réserves d'hydrocarbures.

Des investissements lourds sont consentis par le privé, aidé par les pouvoirs publics. Par exemple, en 2026, au niveau européen, un vaste programme de promotion et de soutien à l'innovation est mis au point avec les différents acteurs locaux pertinents : compagnies, avionneurs, universités, administrations. Il est rapidement mis en œuvre.

Cependant, étant donné les caractéristiques technologiques, sécuritaires, réglementaires… du secteur aérien, tous les bénéfices de ces investissements ne sont pas immédiats. Par exemple, la mise au point des nouveaux modes de motorisation et des nouvelles structures des aéronefs, leur mise en œuvre et leur commercialisation prennent plusieurs décennies. Néanmoins, entre-temps, l'adoption de nouvelles solutions plus faciles et plus rapides à concrétiser, notamment en matière de gestion des aéroports, de contrôle de l'espace aérien, de réduction du poids des bagages et des appareils, de diminution des nuisances sonores… permettent déjà d'apporter des améliorations à plus court terme et de faire les premiers pas dans la nouvelle direction.

Parallèlement, en contrepartie des aides reçues, les opérateurs, dont les compagnies aériennes, acceptent de souscrire à un système fiscal plus équitable du point de vue des acteurs des autres secteurs de la mobilité. Ceci n'est pas sans effet sur le prix du billet. En conséquence, la demande de transport de passager se tasse mais ne chute pas. Cette évolution facilite la réduction des risques et des problèmes liés à la congestion de l'espace aérien.

Peu à peu, de nouveaux services sont également proposés, qui compensent la contraction relative de la demande. Ces nouveaux services s'articulent avec l'utilisation d'autres types d'aéronefs, moins proches de l'avion « traditionnel ».

Par exemple, des croisières de luxe en dirigeables peu polluants sont proposées à une certaine clientèle, très aisée. Ces croisières combinent recours aux nouvelles technologies digitales, service de luxe et très haut niveau de confort pour proposer une nouvelle expérience de vol, articulée avec un nouveau type de tourisme. Elles s'inspirent des croisières touristiques maritimes qui ont connu un grand succès au début du 21e siècle mais qui, depuis, ont périclité suite à la vive contestation dont elles ont fait l'objet et suite à une série d'accidents, dont le naufrage du Concordia en 2012 fut le premier. Les prix de ces croisières aériennes sont néanmoins beaucoup moins « abordables » que ceux qui étaient pratiqués pour leurs anciennes homologues maritimes. De fait, les capacités d'embarquement des dirigeables étant très nettement inférieures, il ne s'agit pas là d'un produit de « masse » (terme à prendre avec énormément de relativité) qui viserait les classes moyennes mais bien d'un produit de luxe, réservé à une minorité très favorisée.

Un autre exemple est fourni par l'émergence et le développement d'un véritable tourisme spatial, à la suite des activités entreprises au début du siècle par de pionniers tels que Virgin Galactic, Blue Origin ou bien encore SpaceX. Ici encore, il s'agit d'un produit réservé à une clientèle très aisée mais les promoteurs de cette branche d'activité, tout comme ceux impliqués dans la filière de la croisière de luxe, espèrent que, tout comme ce qui a été observé dans le passé pour le TAP « classique », celle-ci profitera d'un processus de massification et d'extension de la clientèle.

Dans cette mouvance, des projets, plus futuristes, poursuivent leur maturation, qu'ils portent sur la conception et la construction de structures hôtelières dans l'espace visant à accueillir des touristes fortunés, ou l'élaboration et la mise en place d'ascenseurs spatiaux[87], dans la lignée des projets de LiftPort Group[88], Obayashi Corporation[89] ou de Google.

Ces nouveaux projets et les innovations technologiques apportées à l'aviation nécessitent, à terme, des modifications des infrastructures au sol (pistes, réseau électrique, stockage de nouveaux carburants, entretien, contrôle aérien, connexion des objets…), voire la construction de nouvelles infrastructures, mieux adaptées. Ces travaux sont pris en charge suivant le même modèle partenarial privé-public que celui qui a permis les investissements dans de nouvelles solutions pour le vol.

[87] L'ascenseur spatial est une construction en nanotubes de carbone qui permettrait aux passagers d'atteindre rapidement l'orbite terrestre basse, à partir de laquelle ils pourraient ensuite facilement voyager vers d'autres destinations. Un certain nombre d'entreprises ont été créées au cours des deux dernières décennies pour faciliter la production d'ascenseurs spatiaux, dont le département R&D de Google. Grâce à un tel ascenseur, à partir de l'orbite géostationnaire ou un autre point le long de l'ascenseur, les passagers pourraient débarquer, en empruntant des routes beaucoup plus rapides à travers le monde avec une précision extrême (Foresight Factory, 2019).

[88] LiftPort Group est une société privée américaine fondée en avril 2003 par Michael J. Laine. L'entreprise se concentre sur la construction d'un ascenseur spatial en nanotubes de carbone (https://www.liftport.com/).

[89] Obayashi est une entreprise japonaise de construction fondée en 1892 qui, en 2012, s'est engagée à construire, pour 2050, un ascenseur orbital reliant la terre à l'espace afin de ne plus devoir recourir à des lanceurs spatiaux pour l'acheminement de personnes ou de cargaisons (Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Obayashi_Corporation ; https://www.obayashi.co.jp/en/).

De nouvelles pistes sont donc ouvertes et, sur le long terme, au-delà de 2050, l'aventure aérienne peut s'exprimer dans de nouveaux espaces. Pour y participer, notre région doit s'engager, directement ou indirectement, dans le soutien de cette dynamique et adapter ses capacités d'accueil pour pouvoir rencontrer les nouveaux besoins du secteur.

En bref

En vue de poser les premiers jalons pour un projet prospectif plus ambitieux et de tirer profit des éléments examinés dans ce Cahier, la typologie des futurs génériques présentée précédemment peut être appliquée à notre objet d'étude. La proposition de quatre proto-scénarios d'évolution du TAP en Wallonie à l'horizon 2050 a émergé de cette application :

- un ciel sans limite : poursuite de la trajectoire du secteur sans modification ;
- un TAP contraint à l'éco-responsabilité : intégration des contraintes posées par le contexte ;
- trous d'air et chute libre : déclin et effondrement du secteur ;
- un nouveau plan de vol : transformation profonde des activités.

Cette proposition ne constitue pas une analyse définitive mais invite à plus amples investigations, à développer par ailleurs. Celles-ci devraient s'appuyer, *a minima*, sur la consultation des parties prenantes et l'élaboration de scénarios originaux et spécifiques à notre région.

8. Conclusions

L'ensemble du secteur du TAP a été durement affecté par la crise sanitaire. Les chiffres observés pour les aéroports de Charleroi et de Liège démontrent que la Wallonie n'a pas été épargnée. Ce constat nous a amenés à nous interroger sur les futurs possibles du secteur dans notre région. La question nous semblait en effet très pertinente dans la mesure où les pouvoirs publics régionaux ont choisi, depuis près de deux décennies, le secteur aéroportuaire comme un des vecteurs de développement économique régional et y ont investi des moyens non négligeables.

Nous avons abordé cette interrogation de manière exploratoire, notre objectif n'étant pas d'y apporter une réponse définitive mais plutôt d'amorcer une réflexion ouverte et sans préjugés. Nous avons donc tenté d'instruire le dossier au mieux sur la base d'un large examen de la littérature et de ressources méthodologiques adéquates. Ce faisant, nous visions à poser les premiers jalons pour une démarche prospective plus complète, notamment en termes de consultation, voire de mobilisation, des différentes parties prenantes concernées et d'intégration de leurs points de vue.

Dans cette perspective, nous avons d'abord inventorié les différents éléments susceptibles d'influencer la trajectoire future du TAP en Wallonie. Deux approches complémentaires ont été adoptées.

Nous nous sommes tout d'abord penchés sur les diverses controverses et les divers enjeux qui caractérisent actuellement le secteur car, d'une part, ces controverses et ces enjeux constituent des éléments moteurs des stratégies adoptées par les acteurs en présence, stratégies qui affectent l'évolution du secteur, et car, d'autre part, leurs développements et leur résolution par les autorités publiques, par la société civile et par les opérateurs du secteur affecteront probablement l'évolution de ce dernier. Nos investigations ont permis d'identifier, à ce niveau, un très grand nombre de polémiques et d'espaces de tension, qui constituent autant de points de bifurcation possible pour la trajectoire du TAP dans notre région.

Ensuite, nous avons inventorié et analysé un ensemble conséquent d'exercices anticipatifs déjà réalisés sur le secteur aérien civil, ceux-ci pouvant être considérés comme des ressources très utiles pour alimenter notre réflexion prospective exploratoire. Bien qu'aucun de ces exercices ne porte sur les futurs possibles du TAP en Wallonie, ils abordent des thématiques présentant une grande proximité avec notre sujet.

L'inventaire et l'analyse ainsi réalisés nous ont permis d'identifier, d'une part, des pistes méthodologiques intéressantes à suivre pour organiser la réflexion prospective sur la situation régionale et, d'autre part, les facteurs d'évolution du secteur au niveau international ou dans d'autres territoires. Cette partie de notre travail a été très riche d'enseignements. Cette étape nous a également fourni des prévisions quantifiées pour l'évolution du TAP au niveau international. Dans l'ensemble, les chiffres sont optimistes pour le secteur et indiquent un renouement relativement rapide avec une croissance stable. Cependant, plusieurs rapports soulignent que celle-ci affectera la réalisation des engagements politiques en matière de transition écologique et invitent vivement le secteur à opérer les réformes nécessaires pour se conformer aux objectifs relatifs à cette transition et pour ne pas se trouver en difficulté sur le plan énergétique.

À l'issue du déploiement de ces deux approches, il nous est devenu évident que notre objet d'étude présente un haut niveau de complexité et que son environnement est soumis à des turbulences importantes et nombreuses. Il nous est également apparu que, en matière de TAP, les dynamiques qui caractérisent les territoires infranationaux sont très fortement tributaires de processus sur lesquels les autorités locales n'ont, *in fine*, pas toujours une grande capacité d'action. Il est également

ressorti que notre objet entretient des rapports de dépendance/influence très importants avec de nombreuses composantes de son environnement social, économique, territorial et écologique.

Pour faciliter l'exploration des futuribles du TAP en Wallonie, nous avons imaginé de recourir à une ressource complémentaire, de nature plus théorique, en l'occurrence une typologie archétypale des futurs possibles pour un objet donné. Celle-ci se compose de la sorte : poursuite et croissance, limites et discipline, déclin et effondrement, transformation. Cet outil n'offre pas la richesse d'une démarche prospective complète et son utilisation ne dispense pas de la mise en œuvre d'une telle démarche mais il permet d'établir, à moindre coût, un premier cadrage en vue d'identifier les avenirs potentiels de notre objet.

C'est ainsi que, en nous calquant sur la typologie de référence, nous avons pu proposer quatre embryons de scénarios d'évolution du TAP en Wallonie : « un ciel sans limite », « Un TAP contraint à l'éco-responsabilité », « Trous d'air et chute libre » et « Un nouveau plan de vol ».

Comme toute construction prospective, le quadriptyque que nous proposons ne vise pas la prévision de l'avenir mais bien l'exposé d'évolutions possibles, chacune présentant, selon les points de vue, des avantages et des inconvénients, des menaces et des opportunités qu'il s'agit de discuter en vue de construire un futur vers lequel tendre et une vision prospective et d'élaborer la meilleure stratégie pour y parvenir.

On l'aura compris : beaucoup demeure à faire pour finaliser la prospective du TAP en Wallonie. L'exercice gagnerait en qualité et en profondeur par l'adoption d'une démarche plus ouverte sur les nombreuses parties prenantes du secteur, principalement au niveau régional, et impliquant celles-ci dans le processus de recherche. L'intégration des perceptions et des (pro)positions émanant directement de celles-ci permettrait sans nul doute de mieux prendre en compte les spécificités locales du secteur et d'améliorer l'anticipation. Elle assurerait également une analyse plus fine et plus spécifique des facteurs de changements sur lesquels les acteurs locaux peuvent exercer une capacité d'action et influer le cours des événements, à la différence de ceux vis-à-vis desquels les possibilités d'influence sont plus restreintes, voire quasi inexistantes. Cette plus grande finesse d'analyse ne pourra qu'être profitable pour la réflexion stratégique : suivant les facteurs de changement considérés, les acteurs ne pourront envisager que des options stratégiques visant la préparation aux évolutions à venir (stratégie préactive) ou bien ils pourront opter pour des stratégies ambitionnant l'orientation de celles-ci dans un sens désiré (stratégie proactive).

En outre, il conviendrait de pousser plus avant une réflexion normative et d'expliciter un choix d'avenir souhaité, intégrant la complexité du secteur et des enjeux dont il est porteur, réflexion et choix nourris par l'intelligence collective (opérateurs, experts, usager, riverains, détracteurs…). Ceci permettrait d'alimenter et de coordonner les stratégies des opérateurs concernés et de les inscrire dans une perspective de long terme et globalement plus cohérente.

Enfin, diverses analyses complémentaires à réaliser seraient utiles pour apporter un éclairage supplémentaire sur les enjeux et les facteurs de changement identifiés. Par exemple, un travail rigoureux et actualisé d'évaluation, quantitative et qualitative, des effets, notamment en termes d'emplois créés directement ou indirectement ou en termes de contribution à la croissance économique régionale, des investissements publics wallons consentis dans le secteur mériterait certainement d'être réalisé. De même, le développement d'une étude prévisionnelle pourrait être envisagé. Celle-ci pourrait venir en amont ou en aval de la démarche prospective. Dans les deux cas, elle serait des plus intéressantes pour alimenter l'anticipation des évolutions futures possibles.

Il n'en demeure pas moins que le présent Cahier propose une base solide pour fonder une démarche plus aboutie, qui demeure maintenant à être conçue et mise en œuvre, à la lumière des attentes explicites de commanditaires et d'acteurs la jugeant pertinente. Dans tous les cas, la réflexion reste ouverte…

9. Annexe : Présentation des travaux anticipatifs menés par ailleurs

Complémentairement aux analyses principalement focalisées sur les dynamiques présentes et passées, il en existe d'autres qui adoptent une perspective anticipative. Bien qu'aucune ne porte sur les futurs possibles du TAP en Wallonie, elles concernent des objets présentant une proximité avec le sujet traité par le présent Cahier. Il nous semble pertinent de présenter certaines d'entre elles[1] car, d'une part, elles offrent des grilles de lecture intéressantes à propos des facteurs d'évolution du secteur au niveau international ou dans d'autres pays et, d'autre part, elles peuvent orienter les choix méthodologiques pour organiser la réflexion sur la situation régionale.

Nous classerons ces exercices anticipatifs en quatre catégories distinctes, sur la base de leur finalité :

- prévisionnels sur le secteur aérien ;
- normatifs sur celui-ci ;
- prospectifs exploratoires à son sujet et
- prospectifs exploratoires relatifs au transport ou à la mobilité en général.

9.1. LES EXERCICES PRÉVISIONNELS POUR LE SECTEUR AÉRIEN

Premièrement, il faut mentionner que plusieurs exercices prévisionnels quantitatifs ont été réalisés par différents opérateurs, l'objectif étant d'estimer l'évolution future de certains indicateurs statistiques en lien avec le TAP et les activités connexes.

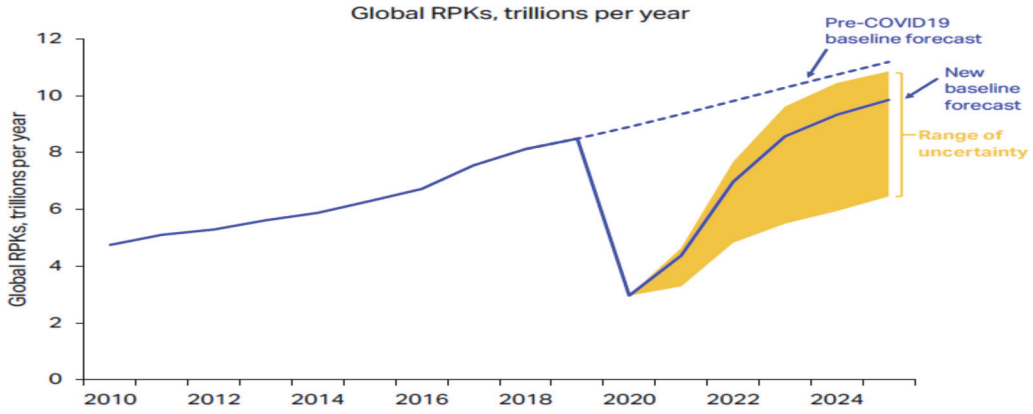
Par exemple, en 2015, Airbus publie les résultats de prévisions d'évolution du marché aéronautique jusqu'à 2034. Pour la période considérée, près de 32 600 nouveaux appareils[2] devraient être livrés pour le secteur du transport aérien (passagers et fret). La prévision de cette demande importante est à mettre en relation avec l'anticipation de la hausse continue des activités de ce dernier. Le chiffre publié en 2019, calculé à l'horizon 2038 ; est plus élevé : il est de 39 200 appareils (Airbus, 2019).

Ces chiffres, estimés avant la crise sanitaire, devront sans doute être actualisés en fonction des effets de celle-ci. À ce sujet, des prévisions « post-Covid » sont déjà disponibles, telles, par exemple, celles publiées par Mordor Intelligence[3] cette année pour le marché aéronautique global (tous types d'aéronefs). Selon cette source, ce marché connaîtrait, pour la période 2021-2026, un taux de croissance annuel moyen de 7,6%.

Par ailleurs, comme l'estime l'Association internationale du transport aérien (IATA, 2021b : 4), « air travel demand and passenger revenues should rebound very strongly once travel restrictions allow. We know there is pent-up leisure and VFR[4] demand, and that a strong economy and accumulated savings should lead to a rapid rise of global RPKs[5]. Indeed, we forecast such a sharp rise in 2022 »[6]. Comme l'indique la figure 1, l'intensité de l'activité du secteur du TAP devrait donc reprendre progressivement et retrouver assez rapidement le niveau attendu avant la crise du coronavirus.

[1] Nous sommes conscients que cette présentation n'est sans doute pas exhaustive. Elle couvre cependant les principales analyses identifiées par notre exploration de la littérature.
[2] Il s'agit d'appareils de 100 places et plus pour le TAP et de plus de 10 tonnes pour le fret.
[3] https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/aviation-market
[4] VFR signifie « règles de vol à vue » (de l'anglais « visual flight rules »).
[5] RPK signifie « passager-kilomètre payant » (de l'anglais « revenue passenger kilometer »).
[6] https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/airline-industry-economic-performance---april-2021---report/

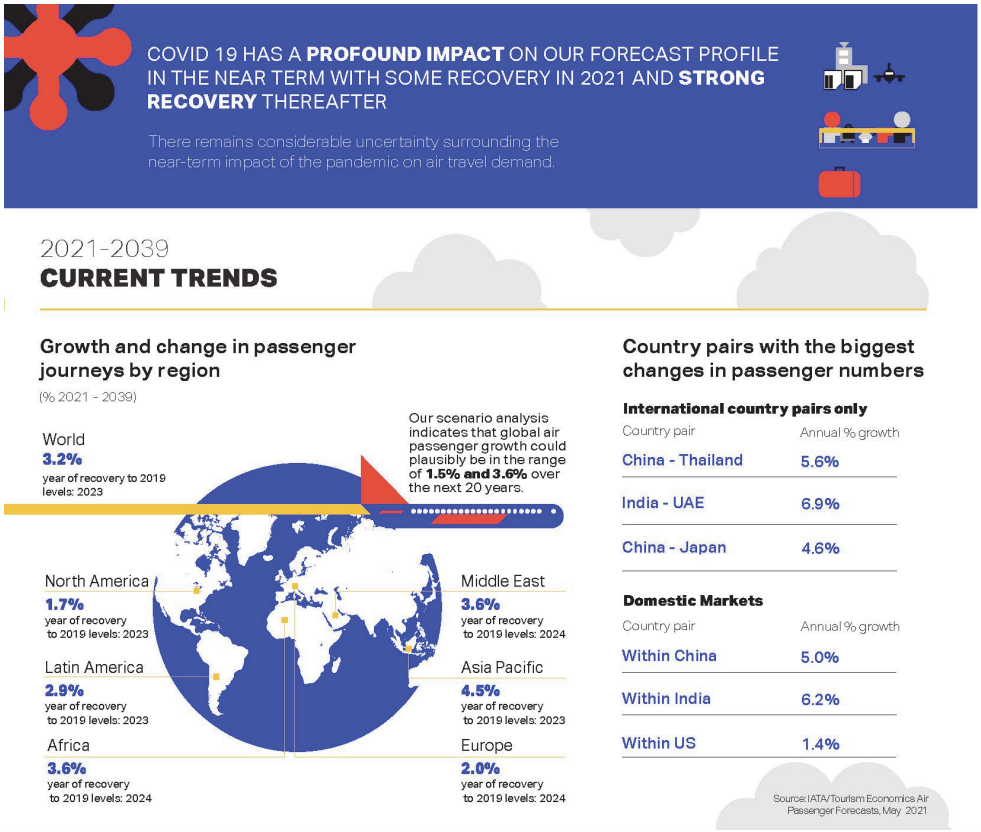
Figure 1 : Évolution mondiale du TAP, en passagers-kilomètres payants – prévisions à court terme



Source : IATA, 2021b

À un horizon de 20 ans, les analyses de l'IATA, envisagent, pour le nombre de passagers aériens, une croissance annuelle moyenne mondiale de 1,5% à 3,6% selon les scénarios envisagés[7]. Les activités du secteur ne seraient donc pas sur le déclin mais l'intensité de la croissance ne serait pas identique suivant les régions du monde, comme l'indique le tableau 1.

Tableau 1 : Évolution mondiale du TAP en nombre de passagers – prévisions à long terme



Source : IATA[8]

[7] Les prévisions de l'IATA sont établies suivant un jeu d'hypothèses relatives à l'évolution de variables identifiées comme étant motrices pour le secteur du transport de passagers. Nous y reviendrons dans la section 3. 1. 1.
[8] https://www.iata.org/contentassets/e938e150c0f547449c1093239597cc18/pax-forecast-infographic-2020-final.pdf

Un autre exercice prévisionnel visant le même horizon temporel a aussi été publié en 2021. Il s'agit du rapport annuel sur les prévisions du secteur aéronautique (Boeing, 2021). Un excellent résumé de ce rapport est proposé par la RTBF[9].

Selon ce rapport, le secteur retrouverait son niveau de 2019 à la charnière entre 2023 et 2024, soit à un horizon proche de celui identifié par IATA (2021b). Boeing est plus optimiste pour la suite, avec une reprise de ses tendances de long terme précédemment observées et une croissance annuelle estimée de 4 à 5%. D'ici 2040, l'avionneur envisage une demande 43 610 nouveaux avions, dont 8 705 en Europe. Pour autant que ces perspectives se réalisent, cela signifierait que la flotte mondiale actuelle serait quasi multipliée par deux d'ici 20 ans : de 25 900 avions en 2019, on passerait à 49 405 en 2040. Boeing anticipe aussi une forte augmentation de la flotte d'avions-cargos, celle-ci devant passer de 2 010 appareils en 2019 à3 435 appareils en 2040.

Pour clore cette section, nous mentionnerons les prévisions établies par ICAO/OACI (2021)[10]. Elles portent sur le très court terme : les estimations ne portent que jusqu'à la fin de 2021. Elles n'infirment pas les conclusions générales de l'IATA et de Boeing relatives à une reprise des activités du secteur dans le court terme et à un retour à un niveau proche de celui observé avant la crise sanitaire.

9.2. LES EXERCICES NORMATIFS POUR LE SECTEUR AÉRIEN

Deuxièmement, il faut mentionner des travaux sous-tendus par une préoccupation « normative ». Les questions qui sont investiguées sont, pour reprendre les termes de Shift Project (2021), « Comment agir aujourd'hui pour continuer à voler demain, dans un monde contraint ? Comment orienter le secteur aéronautique vers des trajectoires compatibles avec les enjeux climatiques et moins dépendantes des approvisionnements en énergies fossiles ? »[11].

Il ne s'agit donc pas de prévisions quantitatives mais d'analyses prospectives visant à faciliter la réflexion stratégique en vue de la concrétisation d'un objectif donné. Le propos, pour les auteurs de ces travaux, n'est pas d'explorer l'ensemble des futurs possibles mais d'identifier des scénarios et des pistes d'action qui permettent au secteur du TAP de poursuivre ses activités tout en s'affranchissant de sa dépendance aux énergies fossiles et en s'inscrivant dans une logique de transition écologique permettant d'éviter, ou du moins, de limiter sa contribution au réchauffement climatique. Les horizons temporels fixés s'échelonnent, suivant les analyses, de 2035 à 2050.

9.2.1. The Shift Project

Parmi ces analyses, The Shift Project correspond à une initiative française. En adoptant une approche holistique qui couvre les dimensions technologiques, énergétiques, et organisationnelles ainsi que les impacts sur les usages, les emplois et les infrastructures, les auteurs poursuivent les objectifs suivants :

- proposer la définition et l'instauration d'un budget carbone pour le transport aérien ;
- chiffrer les mesures de décarbonation proposées par le secteur via une analyse par scénario ;
- soumettre les scénarios de décarbonation à l'épreuve du budget carbone, afin d'en tirer des conclusions, et
- lister les mesures de décarbonation activables rapidement au niveau français (Shift Project, 2021).

[9] https://www.rtbf.be/info/economie/detail_boeing-prevoit-deux-fois-plus-d-avions-dans-le-ciel-dans-20-ans?id=10843348

[10] Nous pourrions également mentionner l'article de Janić (2021), qui présente un modèle d'évaluation des scénarios de « croissance aéroportuaire contrainte et non contrainte » (ces scénarios étant caractérisés par des bénéfices et des coûts pour les parties prenantes directement et indirectement impliqués par l'activité aéroportuaire) mais ses apports sur le plan prévisionnel en matière de transport aérien sont minimes.

[11] https://theshiftproject.org/article/quelle-aviation-dans-un-monde-contraint-nouveau-rapport-du-shift/

Sont donc présentées deux trajectoires possibles de réduction des impacts climatiques du transport aérien compatibles avec les objectifs de l'Accord de Paris. Pour cela, deux scénarios de décarbonation par la technologie du secteur aérien, nommés « MAVERICK » et « ICEMAN » sont élaborés. Tous deux partent de l'hypothèse que le trafic retrouve son niveau de 2019 en 2024, et qu'il progresse ensuite de 4% par an jusqu'en 2050.

Le scénario « MAVERICK » repose sur des hypothèses très optimistes sur le potentiel de décarbonation par la technologie. Il suppose des choix largement favorables au secteur aérien, des investissements très conséquents et immédiats. Il présente un haut niveau de risque sur sa mise en œuvre dans des délais courts. Dans ce scénario, la flotte mondiale se renouvelle en 15 ans (contre une moyenne actuelle de 25 ans estimée d'après les données de l'OACI), la production de carburants alternatifs est maximale (au-delà de toutes les projections actuelles). Celle-ci est destinée en priorité au transport aérien.

Le scénario « ICEMAN » est établi sur la base d'hypothèses raisonnablement optimistes sur le potentiel de décarbonation par la technologie et plus étalé dans le temps. Il présente donc plus de marges pour sa mise en œuvre. Ce scénario est décalé de cinq ans par rapport au précédent. La flotte se renouvelle en 25 ans et le transport aérien n'accède qu'à 50% de la production mondiale de carburants alternatifs.

L'élaboration de ces scénarios permet à leurs auteurs d'identifier des mesures de décarbonation activables rapidement au niveau français.

Tout d'abord, plusieurs mesures d'efficacité opérationnelle à court terme sont envisageables. Quatre axes de réduction des émissions, déployables à court terme (horizon 2025), sont présentés : 1) décarboner les opérations au sol, 2) remplacer les appareils à turboréacteurs de petite capacité par des turbopropulseurs (à hélice), 3) limiter le *fuel tankering* et 4) réduire le *cost index*[12] des vols au minimum. Ces mesures d'efficacité opérationnelle à court terme n'auront cependant qu'un impact limité : à l'horizon 2050, elles ne contribueraient qu'à 4% de l'effort de réduction nécessaire dans le contexte français. D'autres mesures de réduction à court terme doivent donc être envisagées et une sobriété dans les usages s'impose, dès à présent. Cette sobriété peut venir d'une réduction de l'offre ou de la demande.

Pour adapter l'offre de l'aérien dans ce sens et favoriser la complémentarité avec des modes de transport moins polluants, quatre axes d'adaptation de l'offre de transport, déployables à court terme, sont à considérer : 1) densifier les cabines, 2) supprimer l'offre aérienne lorsqu'une alternative ferroviaire de moins de 4h30 est disponible, 3) limiter le trafic de l'aviation d'affaires et 4) amender le système de fidélisation de « miles ». Ces mesures auraient un effet significatif sur la courbe des émissions cumulées (-10%) parce qu'elles seraient appliquées à très court terme (entre 2021 et 2025).

Selon les auteurs, la mise en œuvre de ces propositions questionne les usages du transport aérien, du *business model* et du positionnement commercial des compagnies aériennes. De leur point de vue, il est essentiel que la législation fixant ces mesures ne défavorise pas les acteurs nationaux au profit de leurs concurrents. Dans cette perspective, si ces mesures sont activables rapidement, parce qu'indépendantes d'un saut technologique ou d'un programme industriel, elles doivent s'inscrire dans une politique transnationale de long terme.

L'exercice anticipatif français attire l'attention sur le fait que, pour rester dans le budget « carbone France », le taux de croissance à partir de 2025 ne doit pas dépasser +0,71% dans le scénario « MAVERICK », et -1,75% dans le scénario « ICEMAN ». Cette contrainte serait d'autant plus douloureuse

[12] Le *cost Index* d'un vol correspond au rapport entre le coût d'exploitation d'une heure de vol et le coût unitaire du carburant.

que l'anticipation serait faible. Elle devra idéalement s'accorder avec des choix de société quant à la place et au rôle souhaité pour le transport aérien.

Selon le rapport, pour rencontrer cette contrainte, quatre axes d'actions apparaissent comme actionnables dès aujourd'hui sur l'ensemble du périmètre du transport longue distance, incluant l'aérien : 1) informer et sensibiliser les parties prenantes et la société civile, 2) inciter les voyageurs à réduire leur nombre de déplacements, 3) impliquer les usagers de l'avion dans la priorisation des usages et 4) réglementer les usages.

Pour chacun de ces axes, des mesures concrètes sont proposées par l'étude. Pour être efficaces, elles doivent, selon celle-ci, être pensées à grande échelle, *a minima* au sein de l'Union européenne, à l'échelle du transport longue distance. C'est la condition *sine qua non* pour assurer à la fois la réduction des émissions globales du secteur et un traitement équitable entre compagnies relevant de cadres légaux différents.

9.2.2. L'exercice du Gouvernement français

En 2019, quelques mois avant le début de la pandémie de Covid-19, le Gouvernement français a présenté son plan stratégique national pour le transport aérien à l'horizon 2025. Il y propose une vision pour l'avenir du secteur. Même si l'horizon temporel n'est guère éloigné, il s'agit là d'un exercice intéressant pour nourrir la réflexion sur les futurs du TAP en Wallonie : il présente, en filigrane, une série de réponses face à plusieurs des enjeux identifiés dans la section 4 du présent Cahier.

La vision développée par ce plan est l'assurance du « développement durable d'un transport aérien français performant au niveau mondial, et outil de connectivité pour chacun de nos territoires » (ministère de la Transition écologique, ministère chargé des Transport, 2019 : 4). Elle se déploie suivant quatre axes stratégiques, chacun se déclinant en plusieurs objectifs spécifiques :

- axe 1 : participer pleinement à la transition écologique et assurer un développement durable de l'aviation en France et dans le monde ;
  - accélérer la décarbonation du transport aérien pour renforcer la lutte contre le changement climatique ;
  - maîtriser les impacts en matière de bruit et de qualité de l'air du développement du transport aérien sur les riverains des plateformes aéroportuaires ;
  - améliorer les interactions entre les différentes parties prenantes ;
  - préserver et promouvoir la biodiversité sur les plateformes aéroportuaires françaises ;
  - accompagner l'émergence de nouveaux enjeux environnementaux ;
- axe 2 : assurer les conditions favorisant la performance du transport aérien français ;
  - favoriser la performance économique et sociale du transport aérien français ;
  - rechercher plus d'efficacité et d'équité dans le système de régulation applicable au transport aérien ;
  - mener une action internationale de soutien aux opérateurs français ;
  - mieux réglementer pour alléger la charge administrative sur les opérateurs ;
- axe 3 : connecter efficacement les territoires français aux flux du trafic aérien ;
  - assurer une connectivité efficace des territoires par le transport aérien ;
  - œuvrer au meilleur parcours-passager possible dans un contexte de croissance du trafic et d'évolution de la menace terroriste ;
- axe 4 : préparer le transport aérien de demain ;
  - éviter la saturation du transport aérien ;

- mener une politique en faveur de l'innovation technologique et organisationnelle ;
- gérer les cybermenaces sur le transport aérien ;
- mener une politique d'assistance/coopération auprès des États membres de l'Organisation de l'aviation civile internationale qui en font la demande ;
- lancer une réflexion prospective sur les évolutions du transport aérien à l'horizon 2050.

Au travers de ces différents objectifs, on retrouve plusieurs éléments mis en exergue par d'autres acteurs et évoqués par ailleurs dans le présent Cahier. Nous pensons, notamment, à l'amélioration de la performance énergétique des appareils et des routes et des procédures de navigation aérienne, au développement de l'usage des biocarburants dans l'aéronautique, à la meilleure maîtrise de l'urbanisation autour des aéroports, à l'aide à l'insonorisation du bâti, à la réduction des émissions gazeuses des aéronefs, au renforcement de la coopération entre les opérateurs du secteur, au renforcement des capacités du contrôle aérien, à la plus grande maîtrise des coûts de sûreté et de sécurité, à la mise en œuvre au niveau européen d'une régulation efficace du marché intérieur, à l'amélioration de la connectivité aérienne des aéroports, à l'innovation technologique et organisationnelle, à l'accompagnement des nouveaux usages du transport aérien, à l'intégration des problématiques « digitales »…

Le plan stratégique insiste également sur l'importance de la mise en place de dispositifs de suivi de la politique proposée.

9.2.3. L'exercice suédois

C'est également dans le cadre d'une réflexion menée en termes de politique publique que, en 2021, Norrman et Talalasova publient un rapport relatif à un exercice prospectif normé visant 2045. Celui-ci concerne la mise en œuvre d'une aviation ne recourant plus aux énergies fossiles. Il s'inscrit dans le sillage de la politique énergétique promue par le Gouvernement suédois et la mise en œuvre de celle-ci par la Swedish Energy Agency.

Les conclusions principales de cet exercice sont les suivantes :

- les opérateurs concernés œuvrent dans un marché concurrentiel. Dès lors, leur adaptabilité et leur succès sont conditionnés par des opportunités de croissance, par une rentabilité à long terme et par leur compétitivité. Les efforts de long terme pour mettre fin à l'utilisation des combustibles fossiles doivent donc s'appuyer sur des décisions politiques rapides, ciblées et claires. Celles-ci doivent soutenir l'aviation et les secteurs annexes en vue de contrer les effets de la crise du coronavirus ;
- une transformation précoce et réussie du l'industrie aéronautique favorisera le rôle pionnier de la Suède, celle-ci pouvant devenir le premier pays au monde à combiner bien-être social et sortie des énergies fossiles. La conjonction de circonstances uniques en Suède, telles que l'accès à l'électricité verte, la disponibilité de matières premières « bios » et durables et un espace aérien peu encombré, permet l'expérimentation, l'évaluation et la mise en œuvre de solutions aéronautiques durables. Pour y parvenir, un soutien politique à la transformation de l'aviation, cohérent et inscrit dans la durée, est nécessaire ;
- des critères de durabilité strictement et clairement définis et une approche holistique devraient guider les développements technologiques. Ceci nécessite tant un consensus autour des méthodes de mesure de la durabilité qu'une ambition croissante sur le plan technologique, des conditions économiques favorables et un ancrage au plus haut niveau politique ;
- mettre fin à la dépendance aux combustibles fossiles nécessite différentes solutions techniques, tout comme le soutien de la recherche et la définition, à chaque étape de la transition, d'un échéancier de développement à long terme des différentes technologies ;

- une accélération rapide de l'efficacité énergétique est une priorité, nécessaire pour la mise en œuvre optimale de toutes les autres mesures ;
- l'indépendance vis-à-vis de combustibles fossiles implique différents degrés des changements d'infrastructures dans les aéroports en fonction des solutions technologiques adoptées. Ceci nécessite une meilleure intégration multimodale avec d'autres modes de transport, ce qui suppose que les hommes politiques, les entreprises et la société en général considèrent les infrastructures liées au secteur aérien nécessaires ;
- atteindre ces objectifs nécessite une variété de transformations dans la manière dont les affaires sont menées (nouvelles relations d'affaires dans le secteur, coordination étroite des mesures avec d'autres secteurs, arrivée de nouveaux acteurs…).

Pour permettre à l'aviation suédoise de ne plus recourir aux énergies fossiles, les auteurs proposent une série de recommandations opérationnelles et l'identification de conditions concrètes à remplir, dont, entre autres, l'adoption d'une politique en matière de marchés publics en vue de favoriser l'usage d'énergies durables, le développement d'une plateforme collaborative afin de faciliter la collaboration entre les divers acteurs de l'écosystème du transport aérien, la mise en œuvre d'une stratégie intégrée en matière d'infrastructures publiques dans les aéroports (par exemple en vue de favoriser la mobilité multimodale), le financement de la certification de différentes filières technologiques afin d'accélérer l'introduction sur le marché de technologies prometteuses pour éliminer l'utilisation des combustibles fossiles, et la définition de stratégies claires pour l'usage de l'électricité et de l'hydrogène pour l'aviation, notamment en ce qui concerne la sécurité d'utilisation de ces énergies dans les nouveaux types d'avions.

9.2.4. L'exercice allemand

Le rapport financé par le *German Federal Foreign Office* et élaboré par Hochfeld *et al.* (2020) s'inscrit dans la même perspective mais il ne se cantonne pas au TAP car il considère l'ensemble du secteur des transports. Il permet d'identifier 10 idées-clés pour la décarbonation de celui-ci :

- une décarbonation complète du secteur des transports nécessite une ambition plus élevée afin d'atteindre les objectifs de l'Accord de Paris ;
- l'énergie et les transports mais aussi le commerce sont les domaines cruciaux de la gouvernance internationale qui nécessitent une action plus cohérente et coordonnée ;
- l'électricité d'origine éolienne et solaire sera le principal vecteur d'énergie pour les transports ;
- les transports publics, les modes de transport actifs, les services de mobilité partagée ainsi que la planification urbaine durable seront l'épine dorsale des transports urbains respectueux du climat ;
- le développement de technologies de propulsion alternatives exige une attention accrue dans les zones rurales sans exclure de nouvelles options de mobilité ;
- la numérisation et la conduite autonome ont besoin d'un cadre politique global afin de soutenir la décarbonation du secteur des transports ;
- la promotion politique de promotion du changement structurel réussi dans l'industrie automobile et des combustibles fossiles exigera davantage d'efforts de la part des décideurs politiques ;
- les pays qui disposent de grandes industries, d'un poids économique important et d'un pouvoir politique conséquent doivent jouer un rôle clé afin d'assurer le succès de la décarbonation des transports ;

- les nouvelles technologies et les solutions de mobilité ne peuvent déployer tout leur potentiel de décarbonation que si les décideurs politiques se concentrent également sur un changement de comportement en matière de mobilité ;
- les décideurs doivent donner la priorité à l'action réglementaire plutôt qu'à l'incitation et ainsi fournir un cadre politique solide, afin d'assurer la sécurité des investissements à long terme tant pour les financements publics que pour les capitaux privés.

9.3. LES EXERCICES PROSPECTIFS EXPLORATOIRES RELATIFS AU SECTEUR AÉRIEN

La troisième catégorie des travaux anticipatifs qui peuvent alimenter l'analyse prospective du secteur du TAP en Wallonie est constituée d'études prospectives visant à explorer les futurs possibles du secteur du TAP au niveau d'autres territoires que celui de notre région.

9.3.1. Les études exploratoires à portée internationale

Parmi ces études, certaines abordent la question dans une perspective internationale. Nous présentons ici les plus connues.

9.3.1.1. Les scénarios de l'IATA

Dans le point 1 de la présente annexe, nous avons examiné les prévisions calculées par l'IATA en 2021 et nous avons indiqué que celles-ci avaient été établies suivant différents scénarios. Bien qu'il ne s'agisse pas de scénarios au sens de celui entendu en prospective[13], il nous semble intéressant d'évoquer cette dimension de la réflexion de l'IATA.

Les prévisions estimées par cet organisme l'ont été sur la base de deux jeux d'hypothèses présentés comme des scénarios. Ceux-ci sont définis sur la base de plusieurs facteurs moteurs : l'émergence d'une classe moyenne dans les pays « en développement », l'évolution du niveau de vie, les perspectives démographiques, la progression des prix, la poursuite de la libéralisation des marchés de l'aviation, les innovations technologiques, l'intensification des flux commerciaux et le changement climatique (IATA, 2021b).

Pour ce qui est de la démographie, selon l'IATA, la prévision des marchés de passagers aériens nécessite une meilleure estimation du nombre de personnes qui demanderont des voyages aériens à l'avenir. Ce nombre dépendra des changements dans la taille de la population totale au fil du temps ainsi que des changements dans les structures démographiques ; étant donné que les personnes âgées ont tendance à prendre moins souvent l'avion que les personnes en âge de travailler. La croissance du marché aérien dans les pays dont la population devrait considérablement vieillir au cours des 20 prochaines années devrait être affectée négativement.

Concernant les flux commerciaux, l'IATA a observé une forte corrélation entre l'ouverture commerciale d'un pays mesurée par les exportations et les importations en proportion de la production totale d'une économie et sa propension à voyager. L'IATA intègre donc dans le calcul de ses prévisions celles d'Oxford Economics sur l'intensité des échanges.

[13] Pour de Jouvenel (1993), un scénario prospectif exploratoire intègre trois éléments : (a) la base, c'est-à-dire la représentation cohérente de l'objet analysé, du système dans lequel il s'intègre et de la dynamique de celui-ci, (b) les cheminements, qui sont élaborés en faisant évoluer ce système à travers le temps, compte tenu que, dans cette progression, se posent des questions par rapport auxquelles on considérera plusieurs hypothèses, en prenant ensuite soin d'en faire découler les conséquences et (c) les images finales, qui sont obtenues à différentes étapes, et particulièrement à l'horizon de l'étude, à l'aboutissement des cheminements. La production de ces images finales n'est pas plus importante que les chemins y conduisant. Cette conception du scénario prospectif exploratoire est largement répandue dans la littérature francophone sur le sujet. Elle est partagée, notamment, par Julien *et al.* (1975), Godet et Roubelat (1996), Lugan (2006) ou Destatte et Durance (2009).

Quant au prix et à la libéralisation, la baisse du prix du transport aérien, c'est-à-dire le coût du transport aérien en termes monétaires et le gain de temps grâce aux trajets plus directs, constitue, selon l'IATA, une caractéristique notable du secteur d'activités depuis une soixantaine d'années. Il est attendu que la tendance à la baisse du coût unitaire du transport aérien reprenne à l'avenir, reflétant principalement les nouvelles technologies et les gains d'efficacité réalisés. De plus, l'introduction de nouveaux avions de taille moyenne à plus long rayon d'action permettra de relier beaucoup plus de paires de villes et de pays et entraînera un gain de temps considérable pour les passagers. Le potentiel futur de réduction des temps de déplacement dépendra également des changements apportés aux régimes réglementaires.

Sur la base de ces facteurs, deux scénarios[14] sont proposés pour calculer les prévisions globales. Le premier pourrait être qualifié d'« optimiste » : les paysages politiques tendus dans le monde « développé » s'améliorent lentement, ouvrant la voie à une adoption plus rapide de réformes structurelles, tandis que l'amélioration du contexte économique s'étend aux marchés émergents, faisant passer la question de la libéralisation du marché aérien plus haut dans les agendas nationaux. Le second, à l'inverse, est moins favorable au secteur : les paysages politiques deviennent encore plus agités qu'aujourd'hui et sont accompagnés d'une augmentation des tensions sur les marchés financiers et d'une reprise économique encore plus molle. Les politiques économiques protectionnistes prennent de l'ampleur, tandis que l'appétit pour une plus grande libéralisation du marché aérien diminue.

L'IATA a commandité d'autres analyses anticipatives. Celle publiée en 2018 et réalisée par la School of International Futures est de nature plus qualitative que celle que nous venons d'examiner et répond à une préoccupation plus prospective. Elle vise, en considérant l'horizon 2035, l'identification des facteurs susceptibles de façonner l'avenir du TAP et l'examen des implications potentielles des évolutions possibles pour le secteur (IATA / School of International Futures, 2018). Dans cette perspective, elle tente d'identifier différents scénarios pour le futur de celui-ci.

Cinquante facteurs de changements et d'influence sont identifiés. Ils sont classés suivant cinq catégories. Le tableau 2 présente ce classement.

Le rapport examine chacun de ces facteurs de manière détaillée. Le degré d'impact et d'incertitude est, à chaque fois, débattu. Rappelons que l'analyse a été menée avant la crise sanitaire. Toutefois, le facteur « Infectious disease and pandemics » a été identifié et jugé comme étant très impactant et très incertain.

Grâce à l'examen de ces facteurs, une intégration en un nombre réduit de « thèmes » est réalisée, comme l'indique la figure 2. Ensuite, quatre scénarios[15] sont construits. Cette construction s'appuie sur deux axes présentant chacun un thème très fortement influent et très incertain pour le secteur. Le premier axe concerne le thème géopolitique (avec, notamment, le niveau de terrorisme, la guerre et la sécurité cybernétique, le commerce, l'état des frontières - ouvertes ou fermées - et la force de la gouvernance) et le second le thème des « données » (évolutions dans la production et l'utilisation de celles-ci). Chaque scénario fait l'objet d'une présentation détaillée.

La figure 3 synthétise les scénarios obtenus. Le premier, intitulé « De nouvelles frontières », présente un monde qui a connu un transfert du pouvoir vers l'Est, associé à la création d'institutions alternatives. La concurrence pour la puissance économique et militaire s'est déplacée vers de nouvelles frontières, y compris l'espace. La Chine est devenue un champion de la durabilité. L'accès à l'information est ouvert et démocratisé, responsabilisant personnes, entreprises et organisations. Cependant, la cybercriminalité, la surveillance de l'État et d'autres défis persistent.

[14] L'IATA propose le calcul d'autres prévisions, basées sur d'autres hypothèses et à des niveaux infra-mondiaux, notamment nationaux, contre rétribution (https://www.iata.org/pax-forecast/).
[15] On peut parler ici de véritables scénarios prospectifs exploratoires au sens entendu de Jouvenel (1993). La trajectoire d'évolution est notamment explicitée pour chacune des configurations scénaristiques.

Tableau 2 : Facteurs influençant l'évolution du secteur du TAP

Society	Technology	Environment	Economy	Politics
- Terrorism - Urbanization and the growth of megacities - Passenger identity and fraud - Global aging - Middle class growth in China and the Asia- Pacific region - New modes of consumption - Tensions between data privacy and surveillance - Global population growth driven by Asia and Africa - Shifting ethnic, political and religious identity - Disability, fitness and health	- Cybersecurity - Expanding human potential - Robotics and automation - 3D Printing and new manufacturing techniques - Virtual and augmented reality - Internet(s) of Things - Alternative fuels and energy sources - New aircraft designs - Alternative modes of rapid transit - Geospatial technology	- International regulation of emissions and noise pollution - Resource nationalism - Personal carbon quotas - Water and food security - Environmental activism - Extreme weather events - Rising sea levels and reclaimed habitats - Human-controlled weather - Circular economy - Infectious disease and pandemics	- Global income inequality - Strength and volatility of global economy - Price of oil - Level of integration along air industry supply chain - Shift to knowledge-based economy - Privatization of infrastructure - Concentration of wealth into a "Barbell economy" - Unionization of labor and regional independence - Open data and radical transparency - Changing nature of work and competition for talent	- Bribery and corruption - Geopolitical (in)stability - Government ownership of airspace and critical infrastructure - Strength of governance - Anti-competitive decisions - Defense priorities dominate civilian needs - Shifting borders, boundaries, and sovereignty - Increasing influence of alternative regional and global institutions - Trade protection and open borders - Rise of populist movements

Source : IATA / School of International Futures, 2018 : 6

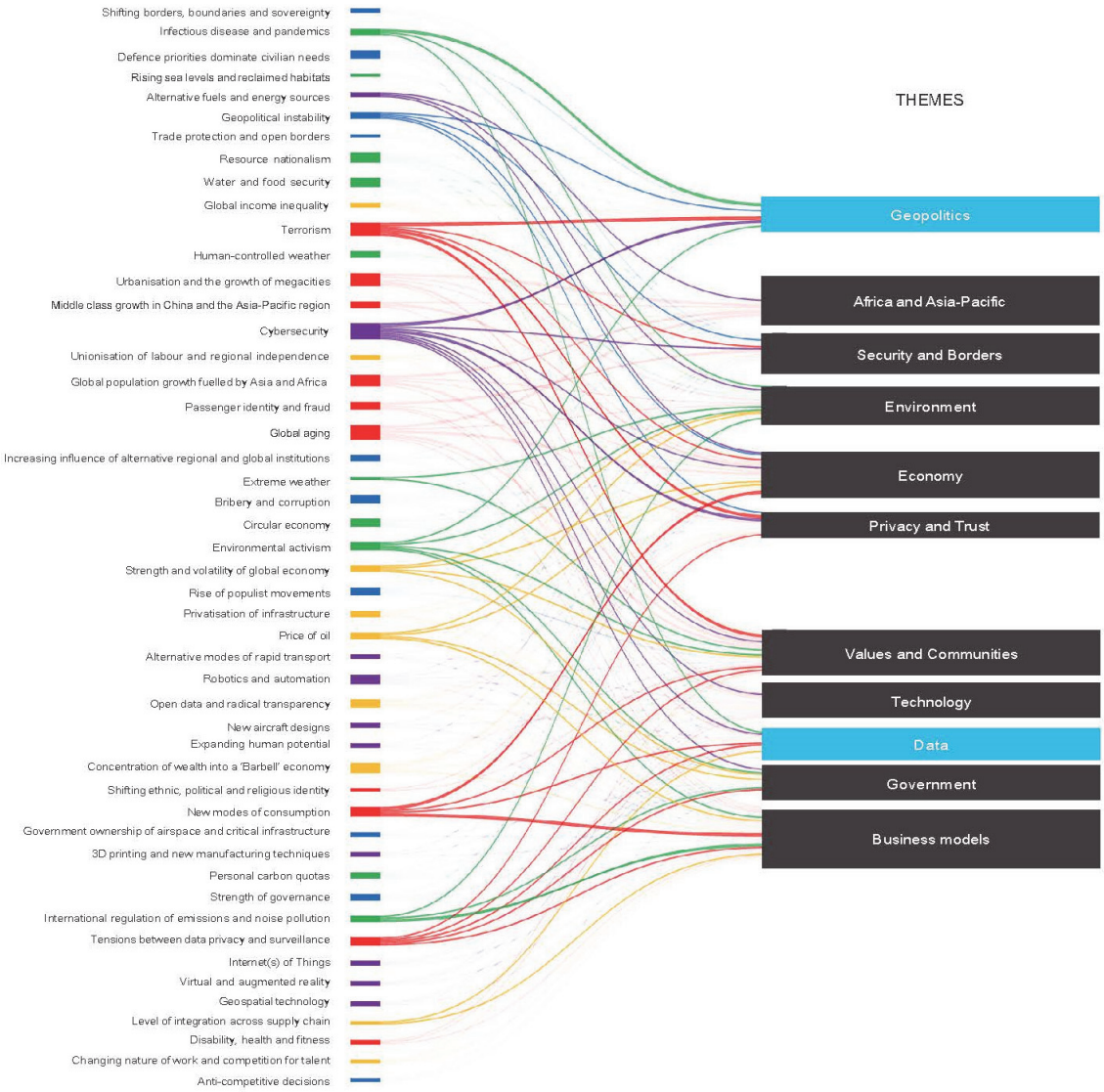
Le deuxième scénario proposé s'intitule « Un futur durable ». Il montre un monde pacifique et multipolaire dans lequel une gouvernance internationale forte a permis des décisions en matière d'infrastructure à prioriser. Le libre accès à l'information, les avancées dans le *big data*, l'analyse prédictive et l'intelligence artificielle ont eu un impact positif sur la société. Une innovation rapide contribue à atteindre un développement durable. Par ailleurs, de nouvelles routes commerciales se sont ouvertes dans et entre les pays du Sud et ceux de la zone Asie-Pacifique.

« Les plateformes » est le troisième scénario. C'est celui d'un monde pacifique dans lequel la Chine et les États-Unis ont coopéré pour ouvrir le commerce international. Les entreprises jouent un rôle croissant dans l'économie et une l'élite dominante contrôle les données et les plateformes de données. L'Afrique n'a pas réussi à entrer sur la scène mondiale par suite de l'effondrement des prix des matières premières. Dans de nombreux pays, une partie croissante de la population est démunie et de plus en plus mécontente de l'élite politique.

Le dernier scénario, « La guerre des ressources », est sans doute le moins attractif. Il nous met en présence d'un monde turbulent dans lequel la Chine poursuit une politique agressive et nationaliste et menace les États-Unis, distraits par un conflit avec le Mexique dont l'enjeu est l'accès à l'eau douce. Le Moyen-Orient et l'Asie ont connu une vague de conflits territoriaux et d'accaparements de

terres. Le monde s'est structuré en blocs commerciaux d'échanges de ressources. Les inégalités entre les régions riches en ressources et les régions pauvres ont limité les déplacements entre les régions. Des asymétries relatives à la thématique des données existent entre les pays mais les gouvernements utilisent de plus en plus celles-ci pour surveiller et contrôler leurs citoyens.

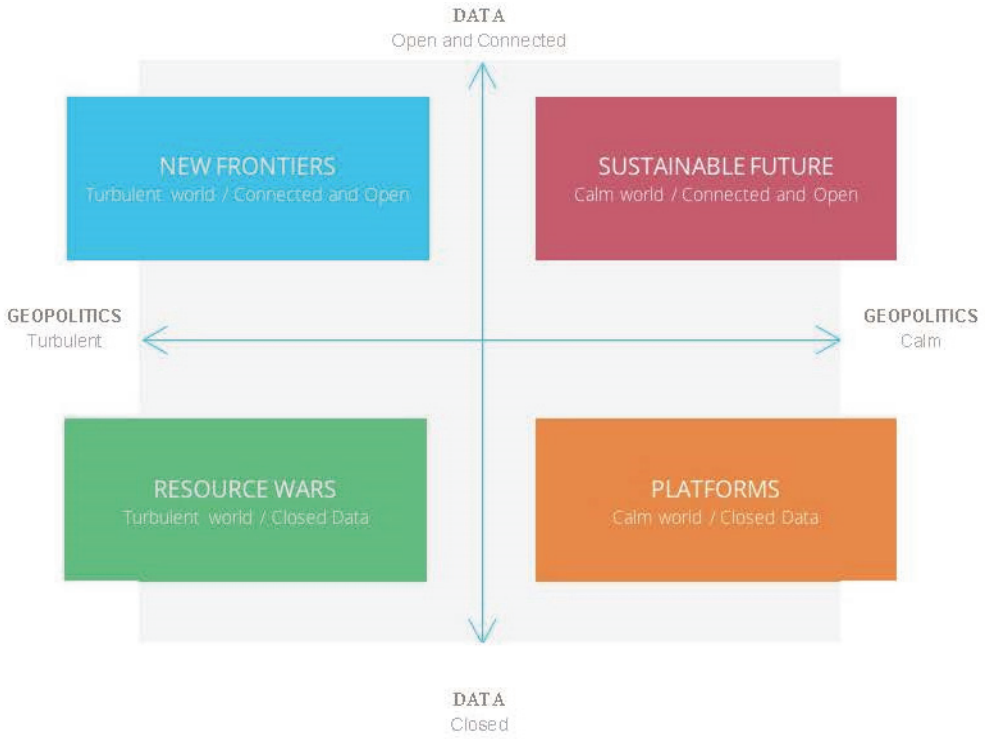
Figure 2 : Articulation des facteurs influençant l'évolution du secteur du TAP



Source : IATA / School of International Futures, 2018 : 11

Ces quatre configurations sont analysées par les auteurs du rapport à la lumière des thèmes retenus précédemment, ce qui permet la formulation de 23 recommandations stratégiques à destination des opérateurs du secteur. Par exemple, la septième recommandation concerne les maladies infectieuses : « With the increasing risk of pandemics, a global approach to managing infectious diseases becomes ever more important. While airlines need to be vigilant and prepared, IATA should also stress the increasingly important role that all stakeholders, particularly governments, need to play to ensure that responses are in line with WHO guidance and international health regulations. » (IATA / School of International Futures, 2018 :33). Cette recommandation a-t-elle eu le temps d'être prise en compte avant l'arrivée de la Covid-19 ?

Figure 3 : Scénarios d'évolution du TAP à l'horizon 2035



Source : IATA / School of International Futures, 2018 : 15

9.3.1.2. Les scénarios de Bernasconi

Le travail réalisé par Bernasconi (2020) est également de nature anticipative et qualitative. Il vise cependant un horizon plus rapproché que celui visé par l'étude publiée en 2018 par l'IATA puisqu'il n'est que de dix ans. En outre, il limite ses préoccupations à l'avenir des compagnies aériennes effectuant des vols moyens et courts courriers passagers en Europe. Cet avenir est exploré à partir de l'examen des facteurs identifiés par l'auteur comme exerçant un rôle moteur sur l'activité de ces compagnies :

- la part des revenus disponibles par ménage consacrée aux loisirs touristiques ;
- l'arrivée des touristes étrangers et le développement du tourisme intra-européen ;
- la gestion des différents services de mobilité ;
- l'impact des événements exceptionnels venant pénaliser le secteur aérien ;
- la pression écologique autour de l'impact environnemental ;
- la confrontation face à la concurrence intra-sectorielle ;
- l'évolution des recettes ;
- l'évolution de l'offre ;
- l'évolution des tarifs ;
- l'organisation du réseau aérien (toujours plus organisé autour des « *hubs* ») ;
- le kérosène, l'indispensable ; entre volatilité et incertitudes ;
- l'importance du secteur dans les politiques publiques et l'image du secteur dans l'opinion publique ;
- l'impact des efforts d'innovation technologique ;
- la Covid-19 : nouvelles mesures de sécurité, une expérience client compromise ;

- la Covid-19 : nationalisation de certaines compagnies ;
- la Covid-19 : remise en question des moyens de transport pour les déplacements, développement des solutions de travail à distance et
- l'omniprésence du modèle *low cost*.

L'exploration prend également en compte la diversité des parties prenantes directement ou indirectement concernées par les activités du secteur. Dans cette perspective, deux catégories d'acteurs sont distinguées :

- les acteurs primaires, qui exercent une influence directe sur le secteur d'activités et
- les acteurs secondaires, dont l'influence n'est pas directe mais qui jouent un rôle dans l'environnement du secteur ou qui sont affectés par la dynamique de celui-ci.

Le détail de ces deux catégories est proposé au tableau 3.

Sur la base de ces éléments et d'un diagnostic de la situation passée et présente, l'auteur propose trois scénarios d'évolution possible pour les compagnies aériennes considérées.

Le premier scénario est qualifié de « probable » par l'auteur. Il se caractérise par une forte baisse des budgets vacances et du volume des voyages d'affaires, et donc une diminution durable du nombre de passagers sur les vols moyens et court-courriers en Europe. Certaines compagnies « traditionnelles » disparaissent au profit de compagnies à bas prix. Dans le créneau du *low-cost*, on assiste à une forte consolidation où seules deux ou trois compagnies contrôlent le marché européen. Sous la pression des mouvements écologiques, une taxe carbone est mise en place sur le TAP en Europe, ce qui engendre une hausse des prix des billets d'avion. La crise de la Covid-19 a renforcé le travail à distance, ce qui affecte fortement le marché de l'aviation d'affaires. Par ailleurs, le transport ferroviaire devient une alternative à l'avion pour les trajets « courts ». Cette alternative est favorisée par les pouvoirs publics.

Tableau 3 : Liste non exhaustive des parties prenantes du secteur du TAP en Europe (vols moyens et courts courriers)

Primaires	Secondaires
Compagnies aériennes Aéroports Entreprises aéroportuaires État (Recettes via les taxes) Population Constructeurs aériens et sous-traitants	Tours opérateurs Établissements hôteliers de tourisme de tous types Entreprises sous-traitantes aux compagnies aériennes État (PIB dans son ensemble) Alternatives au TAP (chemins de fer, sociétés de transport routier, industrie automobile, etc.

Source : d'après Bernasconi (2020 : 8)

Le deuxième scénario envisagé est, selon les termes de l'auteur, le scénario « désirable ». Les efforts technologiques fournis sont efficients et un réel progrès au niveau des carburants est accompli, ce qui conduit à une réduction de la pollution. D'autre part, grâce à une plus grande coordination au niveau européen, les routes aériennes sont plus courtes et plus directes, ce qui contribue à diminuer la consommation de carburant. En outre, les consommateurs modifient leur comportement dans le sens d'une réduction de leur mobilité aérienne ou de payer cette mobilité plus cher.

Le dernier scénario est présenté comme « redoutable ». Le marché *low cost* poursuit son développement. Les plus grandes compagnies du secteur génèrent une concurrence monopolistique qui aboutit à des tarifs trop bas, ce qui conduit à un modèle économique peu durable à long terme. Les prêts consentis lors de la crise de la Covid-19 impliquent de lourds remboursements pour les compagnies aériennes et pour les avionneurs, ce qui handicape les investissements dans les innovations

technologiques visant l'amélioration de l'efficience énergétique. Certains opérateurs se voient même contraints à la faillite à cause des conséquences de la crise sanitaire. Les effets négatifs de l'activité du secteur sur l'environnement ne sont pas jugulés.

9.3.1.3. Le programme « Air Transport 2035 »

La crise sanitaire a suscité d'autres analyses prospectives sur les futurs possibles de l'aviation civile. Par exemple, l'entreprise de conseil Fast Future, a publié, en cette année 2021, plusieurs rapports dans le cadre d'un programme d'investigations anticipatives - « Air Transport 2035 » - développé en partenariat avec le bureau d'études et de conseils Future Travel Experience et l'association APEX (Airline Passenger Experience Association). À l'heure actuelle, sur les quatre rapports prévus, deux sont disponibles. Le premier porte le titre « COVID-19 Air Transport Near Term Impacts and Scenarios » tandis que le second est intitulé « The Impacts of COVID-19 on Innovation and Digital Transformation in Air Transport ».

En ce qui concerne les scénarios du TAP de l'« après-Covid », exposés par le premier document, l'exercice porte sur le court terme : l'horizon temporel n'est que de deux ans (Fast Future, Future Travel Expérience et APEX, 2020a : 29). Il est n'est donc pas de nature réellement prospective, cette dernière répondant à des préoccupations de long terme. Selon ce premier rapport, la reprise du secteur dépend d'une série de facteurs dont la politique gouvernementale, les indicateurs de santé tels que les niveaux d'infection et de mortalité liés à la Covid-19, les niveaux de tests et de vaccination, le niveau de confiance des passagers, la nature du la reprise économique et l'étendue de la collaboration entre les acteurs de l'industrie du transport aérien. Sur la base de l'identification et de l'examen de ces facteurs, quatre « scénarios »[16] sont développés pour explorer l'interaction de ces facteurs, les deux derniers étant considérés comme des forces motrices critiques.

Le premier scénario, « la survie des plus sûrs », correspond à une situation de récession profonde et à une réponse fragmentée de l'industrie du TAP. La réticence des passagers à prendre l'avion est accentuée par des protocoles confus qui diffèrent selon les pays, les compagnies aériennes et les aéroports. De nombreuses compagnies aériennes sont susceptibles de fermer leurs portes et des aéroports de mettre la clé sous le paillasson car le nombre de passagers ne revient pas aux niveaux observés avant la crise sanitaire. Ceux qui survivent sont ceux qui peuvent faire la preuve de protocoles et de méthodes de sécurité sanitaire les plus solides.

Le deuxième, « l'amour dans un climat froid », s'inscrit dans une situation de récession profonde et de réponse coordonnée de l'industrie. Alors que les difficultés financières se traduisent par une diminution du nombre de voyageurs d'agrément, les voyageurs d'affaires et ceux qui ont un revenu disponible se sentent à nouveau en sécurité lorsqu'ils voyagent, ce qui stimule une croissance de la demande.

« Espoir et gloire », le troisième scénario, correspond à une reprise économique robuste et intégrée accompagnée d'une réponse fragmentée de l'industrie. L'écosystème du TAP s'appuie sur les passagers pour assumer la responsabilité des tests, de la vaccination et de la certification, ce qui signifie que la demande de voyages aériens reprend vigueur mais que les revenus restent à la traîne en raison d'une concurrence intense dans le secteur.

Le dernier scénario, considéré comme le moins probable des quatre, est, du point de vue du secteur, le plus optimiste. Intitulé « scellé et sécurisé », il articule reprise économique intégrée et robuste avec une réponse coordonnée de l'industrie. Dans cette configuration, l'industrie scelle hermétiquement l'expérience de voyage. Ce scénario a des implications intéressantes pour l'expérience des passagers. À partir du moment où un voyageur fait sa réservation, il a soit un test d'anticorps pour

[16] Il ne s'agit pas ici de scénarios prospectifs exploratoires à proprement parler.

démontrer qu'il a eu le virus ou qu'il a été vacciné mais avant d'arriver à l'aéroport, il dispose déjà d'un certificat pour le prouver. Au sein de l'aéroport, trois zones différentes pourraient être établies et cette expérience se poursuivrait tout au long du voyage. Tout qui entre dans le « circuit » a la même certification et il n'y a donc presque aucun risque de transmission dans celui-ci. Dans les appareils, trois types de cabines différents peuvent faire leur apparition, reflétant les catégories de certification d'anticorps, d'antigènes ou de vaccins. Idéalement, ce modèle pourrait continuer lors du basculement entre les compagnies aériennes et les aéroports.

Ces quatre scénarios sont d'un intérêt très limité dans le cadre de notre réflexion : centrés sur le très court terme, ils sont élaborés sur la base d'une méthodologie très légère qui ne permet pas d'éclairer le système dans lequel s'inscrivent le TAP et les dynamiques qui le parcourent.

Le deuxième document publié explore, à partir d'enquêtes par questionnaires et d'entretiens, la façon dont les acteurs du secteur du TAP évaluent la façon dont la crise sanitaire affecte leurs processus d'innovation et leurs initiatives actuelles en matière de transformation numérique et leurs projets d'avenir. Un accent particulier est mis sur les modifications apportées au niveau des terminaux, sur l'utilisation des technologies numériques par les aéroports, sur l'environnement en cabine, sur les implications pour la collaboration industrielle, sur l'accélération ou la décélération des initiatives d'innovation et de transformation numérique et sur les dépenses dans ces domaines. L'analyse vise une identification complète des actions spécifiques entreprises, expérimentées ou envisagées par les aéroports et les compagnies aériennes. Le rapport présente également dix courts exemples de mise en œuvre d'innovations par les aéroports et les compagnies aériennes. La réflexion concerne donc plutôt l'examen d'impacts que l'anticipation et elle n'aborde pas les évolutions possibles de long terme.

9.3.1.4. Les scénarios de la Foresight Factory

Un autre exercice prospectif, très intéressant, a été publié en 2019 par la Foresight Factory à la demande de la compagnie British Airways, à l'occasion du centenaire de celle-ci. Les résultats obtenus ont une portée qui dépasse largement le cadre national. Parmi ceux-ci, on notera tout particulièrement l'examen des facteurs de changement jugés les plus importants pour l'avenir du secteur, cinq scénarios d'évolution possible d'ici 2069 et une exploration à l'horizon 2119.

Pour ce qui est des facteurs de changement, douze « drivers » sont identifiés :

- les progrès en matière de propulsion à réaction ;
- l'amplification des préoccupations environnementales ;
- l'adoption de nouvelles formes d'énergie pour la motorisation ;
- le développement de mégacités ;
- l'essor de nouvelles formes de services de transport aérien, plus fluides, plus souples et plus individualisés, ainsi que d'aéronefs correspondants (par exemple, ne nécessitant pas d'infrastructures aéroportuaires conséquentes, comme c'est déjà le cas pour les hélicoptères) ;
- la croissance de la demande mondiale, qui fait suite à la croissance économique et démographique, notamment ;
- l'adoption d'une logique d'hyperpersonnalisation du service à la clientèle ;
- la connectivité grandissante ;
- l'intégration de la technologie dans le corps humain ;
- les progrès technologiques dans le champ de la réalité immersive ;
- le retour d'une forme d'hygiénisme (attention portée au caractère « sain » de l'environnement immédiat et de la nourriture, avec des attentes spécifiques nouvelles en la matière) et

- l'automation et la robotisation croissantes d'une série de tâches, notamment dans les aéroports.

Les cinq « scénarios » proposés sont en fait des futures configurations possibles de services offerts et d'activités développées par le secteur du TAP d'ici cinquante ans, la trajectoire historique n'étant pas abordée. Les configurations sont obtenues sur la base de l'articulation de sous-ensemble de facteurs de changement.

Le premier scénario, « Hypersonic Transport Eco-System », articule formats fluides de service, augmentation de la demande, hyperpersonnalisation et progrès de la propulsion à réaction. Il explore la manière dont la hausse de la demande pour des déplacements plus rapides et des gains de temps amène à l'intégration de toutes les parties du parcours d'un consommateur, créant une expérience de déplacement fluidifiée grâce à des systèmes de transport modulaires, du départ du bureau ou du domicile à l'arrivée à destination. L'accès à ce type de service « premium » sera plus coûteux pour le consommateur mais il lui sera assuré un trajet à la fois rapide, sécurisé, sans inconforts et sans retard.

Le scénario « My Flight, My Way » tire profit des évolutions en matière de connectivité, d'hyperpersonnalisation, d'intégration de la technologie dans le corps humain et de réalité immersive. Il se concentre sur l'impact de ces facteurs sur l'expérience de vol à bord des avions. La personnalisation basée sur l'intelligence artificielle permet au passager de s'installer à bord avec du travail stocké sur le *cloud* ou de disposer de divertissements personnalisés, tandis que les agents de bord holographiques répondent aux questions et aux demandes de base, libérant ainsi le personnel de cabine pour offrir plus d'interactions à valeur ajoutée.

Intitulé « Sustainable Skies », le troisième scénario résulte de la prise en compte des préoccupations environnementales grandissantes, de l'adoption de nouvelles formes d'énergie pour la motorisation et de l'automation. On y voit des panneaux solaires fixés aux avions pour fournir une source d'énergie constante pendant le vol, ainsi que des stations de recharge aériennes qui fournissent de l'énergie par induction linéaire sans que l'avion n'atterrisse. À court terme, l'électricité et les carburants alternatifs prennent le relais des carburants fossiles et les installations de captage à bord permettent à l'avion d'extraire le CO_2 de l'atmosphère.

Le scénario « Air-time Reimagined » articule préoccupations environnementales, intégration de la technologie dans le corporel humain, progrès en réalité immersive et hyperpersonnalisation du service. Il présente, pour 2069, une situation où certains consommateurs choisissent comme alternative aux vols ultra-rapides des vols de plus longue durée, plus lents, pour autant que ces derniers offrent au client des opportunités en termes d'expérience, d'apprentissage ou de santé. Il imagine des appareils plus grands avec des zones disponibles à bord pour diverses activités, telles que des divertissements immersifs, des cours de langue et des informations sur la destination, ou des installations axées sur la santé permettant aux passagers de se sentir mieux à la fin du voyage qu'au début.

Le dernier scénario, « Skytrain », découle de la demande pour plus de fluidité, de l'urbanisation accrue et des préoccupations environnementales. En 2069, les drones modulaires autonomes VTOL (décollage et atterrissage verticaux) sont à même de transporter des personnes depuis leur domicile, via des autoroutes aériennes, vers un grand nombre de destinations, et cela beaucoup plus rapidement que par voies terrestres, ce qui révolutionne le secteur du transport de passager. Dans ce scénario, ces drones peuvent se regrouper pour voyager en parallèle pendant une partie du trajet, le rendant plus sûr et plus économe en énergie, avant de se séparer à nouveau pour atterrir à différentes destinations.

À un horizon plus lointain, les changements seraient plus radicaux encore, selon le rapport. Du point de vue des infrastructures, celui-ci envisage les vols du futur comme radicalement différents ; les

vols plus longs seraient plus verticaux qu'horizontaux, en utilisant des « ascenseurs spatiaux » et les avantages de l'orbite terrestre basse pour atteindre des vitesses beaucoup plus rapides qu'au sol. Les voyages interurbains et court-courriers seront presque entièrement basés sur des drones, avec des essaims de drones de passagers passant d'un mode à l'autre en fonction du contexte.

Le changement de loin le plus important dans le vol serait, selon le rapport, l'accessibilité de l'espace et de l'orbite terrestre basse. De fait, Blue Origin, SpaceX et Virgin Galactic développent déjà des lanceurs privés. Les intentions déclarées de certains chefs d'entreprise et responsables politiques de développer des implantations lunaires et d'établir des colonies permanentes annoncent une ère nouvelle dans le voyage Terre-Lune.

Une autre différence fondamentale dans les infrastructures de TAP serait la disponibilité et l'ubiquité des drones. Les drones contrôlés par intelligence artificielle centralisée deviendront, selon la Foresight Factory, un outil de transport public qui ne nécessitera plus de permis de conduire et mettra fin aux retards. Cette facilité d'utilisation constituera un énorme changement pour les consommateurs, en affectant leur mode de vie. Des drones ultra-rapides pour passagers, efficaces et bon marché permettraient aux particuliers de vivre en zone rurale, permettant ainsi de contourner la nécessité de concentration des populations et de résoudre les problèmes causés par celle-ci. Les frontières métropolitaines deviendraient plus poreuses car les consommateurs pourraient vivre dans des zones plus reculées tout en pouvant voir leurs différents achats rendus possibles grâce à des drones cargo dorénavant omniprésents. L'approche multimodale intégrée du transport (drones, voies navigables et maritimes et transports terrestres) serait également beaucoup plus répandue. La capacité de passer de manière rapide et souple d'un mode à un autre serait, de fait, une caractéristique clé des décennies à venir.

Alors que les défis et les changements d'infrastructures affecteront considérablement le TAP en termes de vitesse, d'efficacité et d'utilisation de l'énergie, la recomposition des attentes des consommateurs en termes d'expérience de vol ne sera pas sans impact sur l'évolution qualitative d'offre de services. Selon l'étude, le plus grand changement dans la future expérience de vol sera l'omniprésence de la réalité virtuelle et mixte car il est attendu que la majorité des individus passent une grande partie de leur journée en réalité virtuelle au cours du prochain siècle, avec certains travaux, divertissements et activités sociales menés entièrement virtuellement. Parallèlement, de nombreux objets physiques perdront probablement de la valeur à mesure que l'impression 3D et la numérisation deviendront plus efficaces : la numérisation des expériences permettra, selon les auteurs du rapport, de remplacer toutes les expériences physiques, sauf les plus nécessaires.

En outre, la disponibilité de l'impression 3D et de la production rapide pourrait révolutionner notre relation avec les objets. La valorisation des objets numériques, avec la capacité de simplement imprimer de nouveaux articles physiques en cas de besoin, changera la façon dont les individus abordent la propriété. Actuellement, les bagages et les objets plus volumineux limitent l'efficacité et la facilité de vol pour de nombreux passagers. À terme, la possibilité d'imprimer des articles en 3D une fois arrivés à destination permettrait d'économiser du temps et des coûts de carburant. L'impression 3D à partir de fibres naturelles et d'autres matériaux que les plastics et les résines deviendra probablement possible, ce qui permettra d'imprimer des vêtements ou des chaussures sur place sans avoir besoin de bagages lourds[17].

Dès lors, pour la Foresight Factory, le TAP subira un changement radical d'ici la fin du siècle. De l'utilisation des orbites terrestres basses et des réseaux de drones en passant par les environnements de réalité virtuelle et l'impression 3D, les manières de voyager à l'avenir seront très différentes de ce que nous connaissons actuellement. Néanmoins, l'expérience de voyage, l'efficacité de la prestation

[17] Notons que le rapport n'aborde pas la question de la prise en charge des coûts économiques et environnementaux de ces impressions 3D.

et la rapidité du déplacement demeureront, selon l'étude, les « facteurs clés du plaisir et de la réussite », comme ils le sont déjà aujourd'hui (Foresight Factory, 2019 : 61).

9.3.1.5. Les scénarios de l'Office national d'études et de recherches aérospatiales

En France[18], l'Office national d'études et de recherches aérospatiales a pour missions, notamment, de développer et d'orienter les recherches dans le domaine aérospatial, ainsi que celles de concevoir, de réaliser, de mettre en œuvre les moyens nécessaires à l'exécution de ces recherches. C'est dans ce cadre que cet organisme a publié, en 2010, une analyse prospective intitulée « Transport aérien 2050 - Des recherches pour préparer l'avenir ».

L'exercice réalisé ne porte pas directement sur les futurs possibles du TAP mais sur les dimensions technologiques du transport aérien : « Énergies, matériaux, configurations, systèmes embarqués, infrastructures, protection de l'environnement : autant de domaines technologiques sur lesquels il faut miser à bon escient. En 2050, le trafic aérien aura beaucoup évolué, son environnement également. Mais jusqu'à quel point et en s'appuyant sur quels atouts ? Entre un développement sans borne, une régulation drastique, une disparition quasi totale et une combinaison de ces trois hypothèses, les technologies gagnantes ne seront pas les mêmes. » (ONERA, 2010 : 5).

Les enseignements issus de ce travail, même s'ils répondent principalement à des préoccupations techniques, peuvent alimenter une réflexion prospective plus large sur le TAP car, comme nous avons pu le constater précédemment, la technologie est au centre de plusieurs des scénarios que nous avons déjà identifiés par ailleurs et elle est fréquemment considérée comme un moyen privilégié de résolution des tensions afférentes au secteur du TAP. Dans cette perspective, il est pertinent d'examiner les scénarios[19] d'évolution proposés par l'ONERA

Les auteurs du rapport font l'impasse de l'identification des facteurs de changements affectant la dynamique des évolutions technologiques dans le domaine aéronautique et présentent, d'emblée, quatre scénarios pour celles-ci à l'horizon 2050. Ceux-ci dépeignent des situations très contrastées, afin que ressortent clairement leur substrat organisationnel et leurs implications en termes d'efforts de recherche à fournir.

Le premier, appelé « UnLimited Skies », imagine un secteur en pleine expansion et dérégulé d'un point de vue économique. L'espace aérien est sur-sollicité car les utilisations de transports sont de plus en plus nombreuses et diverses (loisirs, missions de surveillance, transport militaire). Une grande variété de véhicules aériens parcourt les airs. Le développement de ce trafic induit la multiplication des intervenants (compagnies aériennes, systèmes de contrôle, infrastructures au sol). Les défis à relever concernent la conception de nouveaux appareils, la refonte du système de gestion du trafic et le développement de solutions d'intermodalité.

Le deuxième scénario est intitulé « Regulatory Push Pull » et se caractérise par le développement d'une régulation au service d'une approche globale du respect de l'environnement. Bien que la demande de transports soit toujours aussi soutenue (aérien, terrestre, maritime) et les intervenants aussi nombreux et diversifiés, on assiste, dans le même temps, à une prise de conscience de la nécessité de réguler l'offre afin d'aller plus avant en matière de préservation des ressources énergétiques et de réduction de l'empreinte environnementale. Dans ce cadre, de nouveaux véhicules, de nouvelles

[18] Ce pays est particulièrement actif pour ce qui est de la réflexion prospective en matière d'activités aériennes. Il y a déjà plus de 20 ans, Pavaux (1995) publiait une analyse prospective sur le transport aérien à l'horizon 2020 et la DATAR faisait réaliser une étude prospective à propos du transport aérien européen (Molin, 1998). Depuis, de nombreuses études prospectives ont été menées en lien avec le secteur, notamment par l'Académie de l'air et de l'espace (https://academieairespace.com/).
[19] À nouveau, la notion de scénario est convoquée dans l'exercice présent mais celle-ci n'y revêt pas l'acception partagée dans la tradition prospective, telle que précisée, notamment par de Jouvenel (1993). La trajectoire évolutive, par exemple, n'est pas abordée. Les constructions scénaristiques sont, en fait des configurations possibles d'arrivée à l'horizon 2050.

infrastructures et de nouvelles procédures (trajectoires vertes, phase d'approche…), respectueux de l'environnement, sont mis au point.

Le troisième scénario met en scène un monde quasi sans énergies fossiles et sans déchets. Il s'intitule « Down to Earth ». La société exprime une volonté forte de restreindre la consommation des ressources énergétiques, pour des raisons tant environnementales qu'économiques. L'espace aérien est dorénavant réservé aux missions prioritaires et la mobilité se limite aux missions d'intérêt général. Dans ce scénario, les acteurs du secteur du transport aérien sont amenés à proposer des véhicules spécialisés pour des missions de sûreté ou de surveillance. Ces appareils recourent à des technologies propres et ont recours à l'automatisation. Le transport terrestre se développe et de nouvelles alternatives à la mobilité apparaissent, comme les moyens de communication virtuelle. L'aérien dédicacé aux missions non prioritaires est contraint d'utiliser des aéronefs non polluants.

Le dernier scénario élaboré, « Fractured World », présente un monde fracturé et cloisonné, composé d'une juxtaposition de blocs régionaux autarciques au développement très contrasté. Ceux-ci se caractérisent par la prévalence d'un des trois scénarios précédents. Dès lors, le développement du secteur du transport aérien nécessite une offre distincte et adaptée pour chaque bloc. Les aéronefs sont donc conçus au niveau local et chaque bloc table sur des formes et des technologies différentes. Les vols internationaux entre blocs sont en diminution, mais les vols régionaux au sein d'un même bloc sont en croissance. Les tensions entre les blocs pourraient générer le développement d'agressions entre les blocs ou du terrorisme. De ce fait, l'exigence de sûreté est renforcée.

L'exercice se termine par l'identification de quatre axes de recherche prioritaires.

Le premier de ces axes concerne les aéronefs.

De nouvelles options conceptuelles et technologiques relatives aux modes de propulsion, aux configurations, aux matériaux et aux modes de commande sont à investiguer et à mettre en œuvre, ce qui requiert une approche multidisciplinaire et multicritère. Qu'il soit question de propulsion répartie, électrique, hybride ou nucléaire, les aéronefs de demain doivent permettre une diminution du coût énergétique ainsi qu'une réduction du rayonnement acoustique. Certaines formes de propulsion pourraient même atteindre l'objectif d'une neutralité en matière de rejet de CO_2. Pour ce qui est des nouvelles configurations, plusieurs sont envisageables mais elles doivent pouvoir accueillir de nouvelles technologies porteuses de gains supplémentaires sur le plan de l'efficacité énergétique et du respect de l'environnement. Concernant la question des matériaux, il conviendrait d'étudier plus en avant leur capacité d'absorption, notamment sonore, leur robustesse et leur tolérance au vieillissement.

Le deuxième axe a trait à la gestion du trafic et au pilotage, l'automatisation du contrôle aérien et des aéronefs étant en ligne de mire.

Cette automatisation pose plusieurs défis, notamment l'augmentation des capacités de calcul rapide et la démonstration de la sécurité et de la sûreté des systèmes adoptés. Dans ce cadre, l'attention devra également être portée à la période de transition entre le système actuel et le futur automatisé. Sur le plan des procédures, il y a beaucoup à gagner sur la mise au point de trajectoires vertes grâce à la notion de contrat « 4D ». Ceux-ci seraient établis en prenant en compte les performances de l'avion, la météo prévue et la demande de trafic. L'automatisation de la gestion du trafic permettrait, selon le rapport, des économies d'énergie, une limitation des nuisances, une augmentation de la sécurité, une fluidité du trafic, une plus grande prédictibilité ou encore une meilleure gestion des imprévus. Pour réduire le nombre d'accidents, l'automatisation de la plupart des tâches devra être envisagée, tant au niveau des communications avion / Air Trafic Control qu'au niveau de la navigation, de la gestion des imprévus et du pilotage.

Le troisième axe vise l'optimisation de la logistique et concerne les infrastructures aéroportuaires.

Selon l'ONERA, le recours à des simulations poussées sera indispensable pour étudier chacune des pistes envisagées, celles-ci devant tendre, dans un premier temps, vers une neutralité en rejets polluants, notamment de CO_2, une diminution des nuisances sonores et une réduction de l'impact sur la qualité de l'air. Ceci nécessitera l'intégration de la notion de développement durable pour chacun des maillons du cycle de vie des infrastructures, de leur conception à leur recyclage. Au niveau du fonctionnement même des infrastructures, une production locale de l'énergie pourra être envisagée. L'adaptation des terminaux et des pistes, l'optimisation des procédures d'embarquement et de nouvelles aides au décollage ou au déplacement au sol devraient également être explorées. Le trafic au sol et la gestion des portes d'embarquement en seraient fluidifiés.

Le dernier axe prioritaire vise le développement des outils et des méthodes de conception, d'évaluation et de validation au service des trois premiers axes. Par exemple, les méthodes de conception contribueraient au développement d'appareils, ceux d'évaluation à la réduction du bruit et à une optimisation des performances, et les outils et méthodes de validation rempliraient un rôle majeur pour le développement de nouveaux modes de gestion du trafic aérien. L'effort de recherche doit se concentrer sur des modèles qui se basent plus sur les lois de la physique que sur la capitalisation de données et de statistiques passées. Plusieurs défis doivent être relevés, notamment la prise en compte d'innovations non encore expérimentées, la conception et l'optimisation multidisciplinaire, la fédération de ces outils au sein de plateformes interopérables et la validation de la sécurité de ces systèmes.

9.3.1.6. Les travaux de l'Académie de l'air et de l'espace

Parmi les opérateurs à l'origine de travaux relatifs aux évolutions possibles du transport aérien et, plus particulièrement, du TAP, il en est un qui est particulièrement actif. Il s'agit de l'Académie de l'air et de l'espace (AAE). Basé à Toulouse, cet organisme, de nature privée, est une association déclarée, reconnue d'utilité publique[20]. Elle est composée de membres issus de milieux liés à l'aéronautique et à l'espace et au profil très variés (ingénieurs, industriels, chercheurs, managers, pilotes, astronautes, médecins, juristes, économistes, journalistes…). L'Académie mène et anime des réflexions, de nature notamment prospective, sur des sujets touchant les domaines de l'Air et de l'Espace, et ce à la demande des acteurs publics ou industriels ou à son initiative. Ces travaux multidisciplinaires donnent fréquemment lieu à l'organisation d'événements et à l'édition de dossiers, d'avis et d'ouvrages.

La plupart de ces différentes publications constitue une source d'information et d'inspiration pour tout travail prospectif sur les domaines d'activités aériennes, dont le TAP. Il serait fastidieux de les présenter ici dans le détail, et même d'en faire l'inventaire. Nous nous limiterons à présenter les résultats d'un programme de travail en lien étroit avec l'objet du présent Cahier[21] puisqu'intitulé « Comment volerons-nous en 2050 ? ». Lancé en 2009, il s'inscrit dans le cadre d'une réflexion sur les défis auxquels le secteur aérien doit faire face. Il vise l'identification des éventuelles difficultés auxquelles celui-ci sera confronté à l'horizon 2050 et la formulation de solutions pour y faire face. Les enseignements issus de ce programme, en particulier ceux tirés des échanges internationaux lors d'un colloque tenu à Toulouse en mai 2012, ont donné lieu à plusieurs publications complémentaires (Académie de l'air et de l'espace, 2013a, 2013b et 2013c).

Il faut souligner que, dans ce programme, l'AAE n'a pas opté pour une démarche visant la construction de scénarios : elle a plutôt privilégié l'élaboration d'une « vision basée sur une projection qu'elle

[20] https://academieairespace.com/presentation/
https://academieairespace.com/wp-content/uploads/2021/05/Plaquette2021.pdf

[21] Les différentes publications de l'Académie sont présentées sur son site web. De nombreux sujets sont abordés de manière spécifiquement prospective, tels que, par exemple : l'aviation automatisée et interconnectée à l'horizon 2050, l'émergence de nouveaux paradigmes pour le TAP dans le cadre du défi climatique, les cybermenaces visant le transport aérien, le développement de l'usage de drones civils, les futurs matériaux aéronautiques, l'avenir de l'industrie aéronautique et spatiale européenne, le TAP par appareils à voilure tournante à l'horizon 2050, etc.

estime cohérente et probable » (Académie de l'air et de l'espace, 2013a : 6)[22]. Dans cette perspective, elle a considéré que le TAP, par son caractère prépondérant dans l'activité aérienne, en constituait un indicateur majeur permettant d'en estimer l'évolution. Elle a, par conséquent, privilégié ce secteur dans sa réflexion, le transport du fret, les aviations d'affaires et générale, les hélicoptères et les drones étant traités de manière périphérique, l'idée étant que les résultats majeurs obtenus par l'examen du TAP sont, *grosso modo*, applicables en général aux autres secteurs d'activité aérienne.

L'horizon 2050 retenu par l'AAE correspond à la période de renouvellement des générations d'avions de transport par des appareils déjà au point ou en cours de conception. L'intérêt de ce choix, selon l'AAE, est d'aller au-delà des prévisions détaillées habituellement calculées pour 2025/2030. De même, les estimations des ressources géologiques sont encore vraisemblables à l'horizon 2050, tout comme les prévisions démographiques. Les évolutions économiques sont plus difficiles à estimer dans le détail mais restent globalement défendables.

La démarche de l'AAE s'est d'abord focalisée sur l'identification, l'analyse et la projection de domaines affectant ou composant la dynamique du secteur aérien. Les éléments suivants ont été retenus :

- la démographie, la société et l'économie :

  la population vieillissante, en augmentation, est disponible pour voyager, mais avec des besoins accrus en termes de qualité de service ; la classe aisée est en plein essor, principalement en Asie ; la croissance économique se poursuit, mais à un rythme peu soutenu (croissance annuelle moyenne du PIB d'environ 2,8%) ; le poids économique de l'Asie-Pacifique augmente, au détriment de celui de l'Europe et de celui des États-Unis ; la demande de mobilité croît ;
- le volume du marché :

  le marché continue son expansion, parallèlement à celle du PIB ;
- la qualité de service :

  en 2050, la qualité de service au passager est fortement améliorée tant en aisance et sécurité du voyage en avion qu'en sûreté ; le confort du passager a été accru et rend le transport aérien encore plus attractif ; en matière de sûreté, le contrôle perdure et s'intensifie ; les contrôles ont été améliorés sous l'angle de l'éthique et de la liberté individuelle : ils sont plus discrets et n'engendrent plus de retards ; enfin les réglementations et les pratiques de contrôle de sûreté ont été harmonisées ; les transports en commun de substitution (rail, route et mer) sur de courtes ou moyennes distances sont davantage perçus comme complémentaires à l'avion que concurrentiels ; les réseaux de transports européens (aériens et terrestres) ont été optimisés afin de permettre de basculer dans certains cas (problèmes climatiques ou sociaux) d'un mode de transport à un autre ; la résilience du système de transport est donc renforcée ;
- la construction aéronautique :

  étant donné le remplacement progressif des flottes par les avions produits dans les années 2010, ou proches de l'être, et le niveau de maturité insuffisant des solutions alternatives, les appareils volant en 2050 sont semblables à ceux de 2010, même s'ils ont bénéficié de progrès continus, notamment, sur le plan de l'aérodynamique et de l'efficacité propulsive ; les meilleures performances des avions, associées à ceux du contrôle du trafic aérien et des opérations des compagnies aériennes, autorisent une diminution de la consommation de la flotte

[22] Ce parti pris tendrait à nous amener à positionner ce travail de l'Académie dans le registre prévisionnel plutôt que prospectif. On pourrait également considérer qu'il s'agit d'une démarche produisant un scénario unique, tendanciel. Un de ses intérêts serait, dans cette perspective, de proposer une base scénaristique à partir de laquelle imaginer des alternatives sur la base, par exemple, de bifurcations.

moyenne de l'ordre de 35% par RPK, soit une multiplication par 2 de la consommation de carburant pour un trafic RPK triplé, alors que les meilleurs avions bénéficient jusqu'à 40% de réduction de la consommation par rapport aux avions de technologie de 2010 ;

- l'énergie :

  le kérosène demeurant, par ses propriétés uniques, le carburant du transport aérien commercial, sa disponibilité constitue un enjeu pour le secteur : la demande, toutes activités confondues, passe de 250 millions de tonnes/an (Mt/an) en 2010 à 450-500 Mt/an, au minimum, en 2050 ; avec l'estimation, réalisée en 2012, des futurs volumes de production et malgré l'augmentation de la part de kérosène extraite du pétrole brut de 6-7% à 10%, un déficit est apparu vers 2035-2045, induisant de fortes tensions sur le marché de ce produit ; il a donc fallu trouver, dès la période mentionnée, de l'ordre de 100 Mt de carburants alternatifs supplémentaires de propriétés équivalentes à celui de 2010, parmi lesquelles les transformations chimiques du charbon et du gaz naturel (« Coal To Liquid » et « Gaz To Liquid ») et les carburants d'origine biologique ou biocarburants, progressivement utilisés ; quant aux autres sources énergétiques, comme l'hydrogène et l'électricité, leur densité énergétique pour l'ensemble propulsif (comprenant le carburant, le stockage à bord, la distribution et la combustion du carburant) n'autorise pas d'anticiper la construction et la mise en service d'un appareil de transport de passagers pour 2050 ; compte tenu de la tension existant en 2050 entre l'offre et la demande en matière d'énergie pour le transport aérien, avec le surcoût possible de production des solutions alternatives au pétrole qui requiert de lourds investissements, et des effets de taxations supplémentaires, il est raisonnable d'envisager que le prix au marché du baril de pétrole (ou l'équivalent) atteint, cette année, les 250 US$;

- l'environnement :

  le bruit a fortement diminué, de 15 à 20% entre 2010 et 2050, grâce à un cadre réglementaire ferme, et la tendance générale, malgré la croissance du nombre de vols, s'est poursuivie du fait du renouvellement de la flotte mais, néanmoins, pour certaines plateformes à forte densité de trafic, le bruit demeure un enjeu majeur et est surveillé ; les émissions totales ont été relativement stables entre 2010 et 2050 grâce à l'amélioration des techniques et des procédures opérationnelles ; pour ce qui est des effets de serre et du réchauffement climatique, l'aviation est toujours essentiellement concernée par les émissions de CO_2, compte tenu du maintien de l'utilisation majoritaire de carburants du type kérosène ;

- la structure d'exploitation et le prix du billet :

  malgré un carburant au prix de 250 US$ le baril, le prix de vente moyen par kilomètre n'augmente que de 10% en monnaie constante, et ce grâce au progrès d'efficacité énergétique des avions, aux gains de productivité de toutes natures pour toutes les autres dépenses, dont celles relatives aux effectifs ; la majorité des aéroports ont investi pour faire face à la croissance et à la demande de nouveaux services (sûreté, traitement des bagages, accès terrestres…) ; néanmoins, la construction d'environ 200 nouvelles plateformes ont a été nécessaire, principalement dans des pays situés en dehors de l'Europe et des États-Unis, où le nombre de vols a triplé ; toutes les régions du monde sont bien desservies mais il devient très difficile, faute de terrains disponibles assez grands, de continuer à bien desservir quelques villes comme Londres, Tokyo ou Mumbai ; les grands *hubs* ont continué à se développer plus vite que les autres aéroports car ils ont permis les gains de productivité et d'efficacité environnementale apportés par les gros porteurs ; autour d'eux se sont créées des cités aéroportuaires (« Aérotropolis »), ce qui a donné l'occasion d'établir des rapports de confiance avec les riverains : l'aéroport n'est plus perçu seulement comme un lieu de passage et de nuisances au profit d'« étrangers », mais comme une ville dynamique, source de richesses et d'emplois, ce qui a facilité son acceptation locale ;

- les services de navigation aérienne :

  en 2050, en aux États-Unis et en Europe, la croissance du trafic ayant durablement ralenti, la priorité s'est portée sur une réduction de la consommation de kérosène et sur l'impact environnemental ainsi que sur la réduction des coûts des services de la navigation aérienne ; cependant le problème de capacité continue à exister pour les grands aéroports, surtout en Europe, aux États-Unis et en Chine, et il nécessite la mise en place de solutions innovantes ; dans le reste du monde, le trafic a poursuivi sa forte croissance et le manque de capacité peut être pénalisant pour les zones concernées ; le niveau institutionnel est déterminant dans l'évolution du secteur aérien au plan mondial et régional et, consciente de l'opportunité d'améliorations importantes, la Commission européenne a mis en place, dans les années 2000, les deux paquets législatifs du « Ciel unique européen »[23] (non appliqués encore en 2021) ; dès lors, en 2050, une souveraineté européenne sur l'espace aérien permet une plus grande intégration et la résolution des problèmes de capacité et d'efficacité ;

- la contribution de l'espace au transport aérien :

  l'Europe a mis en œuvre ses capacités d'innovation et son potentiel technologique pour demeurer, même après 2050, un des leaders dans le développement des infrastructures et des services aéronautiques à base de satellites et elle a ainsi gardé une place dans les développements économiques induits ; les domaines suivants ont été renforcés : les télécommunications par satellites, la navigation à base de satellites et les dispositifs de recherche et de sauvetage ; la mise en place d'un dialogue constant entre les experts de l'aéronautique et ceux du spatial, a permis des actions efficaces en matière de la surveillance des avions, de recueil de données de terrain, de recueil de données de météorologie et d'environnement, de la sécurité, la télésurveillance et de l'assistance au contrôle de l'avion et, enfin, la télémédecine à bord des avions.

À la suite de la présentation de cette vision du futur, l'AAE formule plusieurs recommandations, adressées aux différents responsables du secteur, privés et publics, et structurées autour de quatre axes :

- l'efficacité : mise en place d'un organisme européen de coordonner l'aménagement des territoires, les transports et l'énergie ;
- l'économie : amélioration les plans stratégiques, en matière d'investissements industriels, entre autres, centralisation des dispositifs de régulation, assurance de la disponibilité à terme de l'énergie nécessaire au fonctionnement du secteur aérien… ;
- l'acceptabilité par la société : amélioration des droits des passagers et de la qualité des services, développement de la lutte contre les nuisances et pour la sécurité… ;
- l'affirmation de la position de l'Europe : interdiction des transferts technologiques excessifs, imposition de règles évitant toute concurrence déloyale, hausse du niveau des standards communs, définition de normes internationales pour la sécurité et l'interopérabilité, promotion de programmes de recherche et développement, intensification de la recherche et l'innovation technologique…

9.3.1.7. Les scénarios d'Eurocontrol pour l'aviation commerciale en Europe

L'identification des enjeux de croissance pour l'aviation commerciale en Europe d'ici 2040, tel est l'objet de l'étude d'Eurocontrol[24] publiée en 2018. Cet opérateur a, dès 2001, publié des études de

[23] Voir section 4.12. du présent Cahier.
[24] L'Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne, ou EUROCONTROL, a été fondée en 1960. Elle siège à Bruxelles. Il s'agit d'une organisation intergouvernementale européenne regroupant 41 États membres. Sa mission est l'harmonisation et l'unification de la gestion de la navigation aérienne en Europe. Pour ce faire, elle promeut un système uniformisé

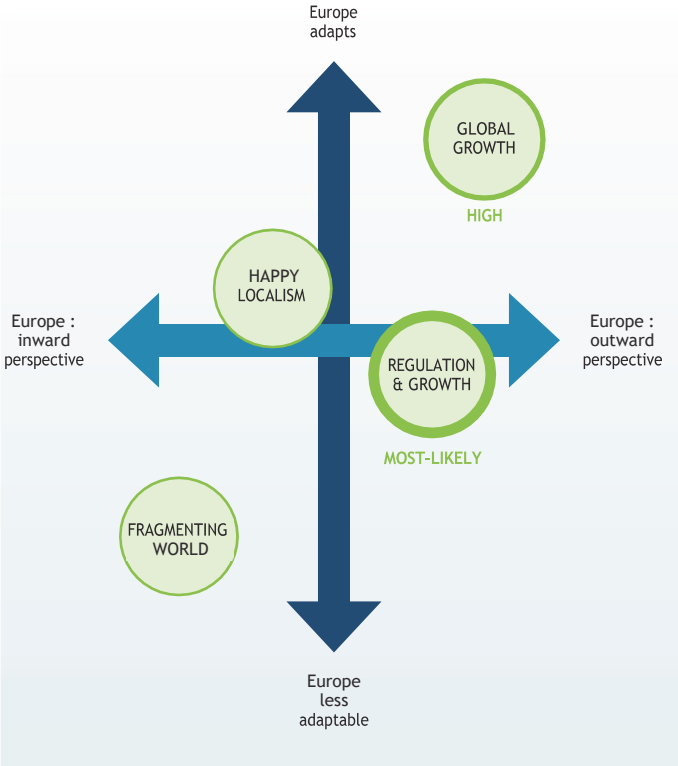
ce type, la dernière en date étant la cinquième. Ces travaux visent à fournir les estimations les meilleures en matière de trafic commercial aérien afin d'aider la planification de long terme de l'aviation européenne.

À nouveau, il convient de rappeler que, tout comme pour les autres exercices anticipatifs présentés dans le présent Cahier, les résultats obtenus par Eurocontrol n'intègrent pas de rupture radicale dans le cours des choses. Les effets possibles d'une pandémie mondiale sur le secteur aérien, par exemple, ne sont pas envisagés.

La première question abordée par l'étude est celle des facteurs influençant le secteur du transport aérien en Europe et des effets haussiers ou baissiers des possibles modifications les concernant en termes de nombre de vols. Les réponses apportées par le rapport sont présentées au tableau 4.

Ensuite, la réflexion anticipative est développée. Sur le plan méthodologique, celle-ci se fonde sur une approche matricielle 2X2 « classique » : quatre configurations d'évolution sont obtenues par le croisement de deux axes. Ceux-ci ont été choisis sur la base d'échanges avec les parties prenantes au secteur. Le premier renvoie au degré d'adaptabilité de l'Europe sur les plans économiques, technologiques ou politiques et le second au degré d'ouverture de l'Europe vis-à-vis de l'extérieur. La figure 4 présente les deux axes et les intitulés de scénarios obtenus.

Figure 4 : Quatre scénarios pour la gestion des risques pour l'aviation commerciale européenne à l'horizon 2040



Source : Eurocontrol, 2018 : 14

pour les usagers civils et militaires, dans des conditions de sécurité optimales tout en minimisant les coûts et les impacts environnementaux (https://www.eurocontrol.int/).

Les quatre scénarios peuvent être synthétisés de la manière suivante :

- « global growth » (une croissance mondiale) : forte croissance économique mondiale avec recours à la technologie pour faire face aux défis rencontrés ; il s'agit d'un scénario de forte croissance ;
- « regulation and growth » (régulation et croissance) : croissance modérée et régulée pour concilier la demande avec les enjeux de durabilité ;
- « happy localism » (un localisme heureux) : similaire au précédent, mais avec une Europe de plus en plus fragile et satisfaite de soi, privilégiant l'intérieur pour le commerce et les voyages ; en d'autres termes, small is beautiful ;
- « fragmenting world » (un monde en fragmentation) : un monde aux tensions croissantes et une mondialisation réduite, multipliant les barrières au libre-échange.

Plusieurs hypothèses relatives à l'évolution des composantes de l'environnement du secteur ont été posées pour étoffer les scénarios. Le tableau 5 résume celles-ci très succinctement.

Selon le rapport, le scénario le plus probable est le deuxième, « Régulation et croissance ». Dans celui-ci, selon les prévisions estimées, d'ici 2040, le trafic en Europe devrait atteindre plus de 16 millions de vols. L'estimation serait de près de 20 millions dans le premier scénario, « Croissance globale », comme le montre la figure 5. Ces valeurs correspondent à une croissance totale de 53% pour « Régulation et croissance » et de 84% pour « Croissance globale » par rapport aux chiffres de 2017.

Il s'agirait là d'une croissance un peu plus lente qu'avant 2008. En effet, au cours des 20 années précédant la crise économique de cette année-là, le nombre de vols en Europe a doublé, passant de 5 millions en 1988 à 10 millions en 2008.

Cette future décélération de la croissance s'expliquerait par des taux de croissance économique plus bas, par l'augmentation des prix des carburants et par le développement de la congestion dans les aéroports.

En ce qui concerne la capacité aéroportuaire en Europe, après avoir réduit leurs plans de capacité entre 2008 et 2013, les aéroports élargiraient à nouveau ceux-ci, avec 111 aéroports prévoyant une augmentation de capacité de 16%, correspondant à 4 millions de mouvements de piste supplémentaires[25].

Cette croissance se concentrerait sur les 20 aéroports les plus importants, qui anticipent une croissance de 28%, soit 2,4 millions de pistes mouvements.

Ces plans d'extension de capacité aéroportuaire, même s'ils peuvent être concrétisés, ne suffiront pas pour faire face à l'évolution du trafic. Les plans sont certes mieux ciblés qu'ils ne l'étaient en 2013. De fait, ils sont anticipés dans les zones où les plus fortes croissances du trafic sont prévues. Cependant, malgré cette meilleure adéquation, à l'horizon 2040, par rapport à ce qui pourra être pris en charge, la sous-capacité serait de 1,5 million de vols, soit 8% de la demande dans le scénario « Régulation et croissance ». Ce chiffre correspond à 160 millions de passagers qui seraient donc dans l'incapacité de voler. Dans le scénario « Croissance globale », la sous-capacité anticipée est estimée à 3,7 millions de vols, soit 16% de la demande.

En outre, dans le scénario le plus plausible, selon le rapport, même avec 1,5 million de vols non « hébergeables », et donc perdus, le réseau resterait fortement congestionné. Le nombre d'aéroports de type « Heathrow » fonctionnant presque à pleine capacité pour la plupart des jours passe de 6 à l'été 2016 à 16 en 2040. Ce chiffre serait de 28 dans le scénario « Croissance globale ».

[25] Un mouvement de piste correspond à un décollage ou à un atterrissage.

Tableau 4 : Tendances de long terme et futurs possibles pour l'aviation commerciale européenne à l'horizon 2040

Tendances	Effets positifs : plus de vols	Effets négatifs : moins de vols
Prix du pétrole	L'électrification rapide des transports terrestres conduit au pic d'utilisation du pétrole. Les prix chutent alors que les producteurs se font concurrence sur un marché en contraction.	Un faible investissement dans un marché pétrolier en déclin entraîne une baisse des rendements. La rareté fait grimper les prix, bien que le pétrole de schiste continue de constituer un plafond pour cette hausse.
Tourisme	Les économies en croissance continuent de stimuler le tourisme en Europe. Le tourisme de l'extérieur vers celle-ci augmente. Les nouvelles générations sont plus mobiles, s'attendent à voyager plus souvent et ont une plus grande propension à prendre l'avion.	-
Long-courrier à bas prix	De nouveaux types d'avions, de nouveaux transporteurs et des tarifs revus augmentent la diversité de l'offre et réduisent le coût des voyages long-courriers, ce qui stimule la demande.	Des prix du pétrole plus élevés, des fréquences peu attrayantes sur des marchés restreints et des marges de prix beaucoup plus faibles, comparativement au court-courrier, amènent le long-courrier à bas prix à demeurer un marché de niche.
Hubbing	La croissance des grands *hubs* à l'intérieur et au-delà de l'Europe stimule la croissance des différents types de vols.	-
Électrification	De nouveaux avions hybrides (kérosène-électrique) modifient l'économie du marché des aéronefs de 30 à 70 sièges, créant de nouvelles possibilités pour le court-courrier.	-
Drones, aéronefs non habités	Même dans l'espace aérien contrôlé actuel, de nouveaux modèles commerciaux émergent, tels que, par exemple, le fret moyen-courrier sans pilote.	-
Croissance de la classe moyenne	Les économies en expansion en Europe, en Asie et ailleurs augmentent le volume de la population disposant d'un niveau de revenu disponible plus élevé.	-
Globalisation	Les tendances à long terme relatives à la production industrielle mondiale et à l'interconnexion du commerce et des services augmentent les besoins de réunions en face à face.	Les attaques populistes contre le libre-échange entraînent un ralentissement de la croissance du commerce, réduisant ainsi le besoin de voyages d'affaires et de transport de fret. Des scénarios plus sombres (fragmentation, Brexit…) sont possibles.

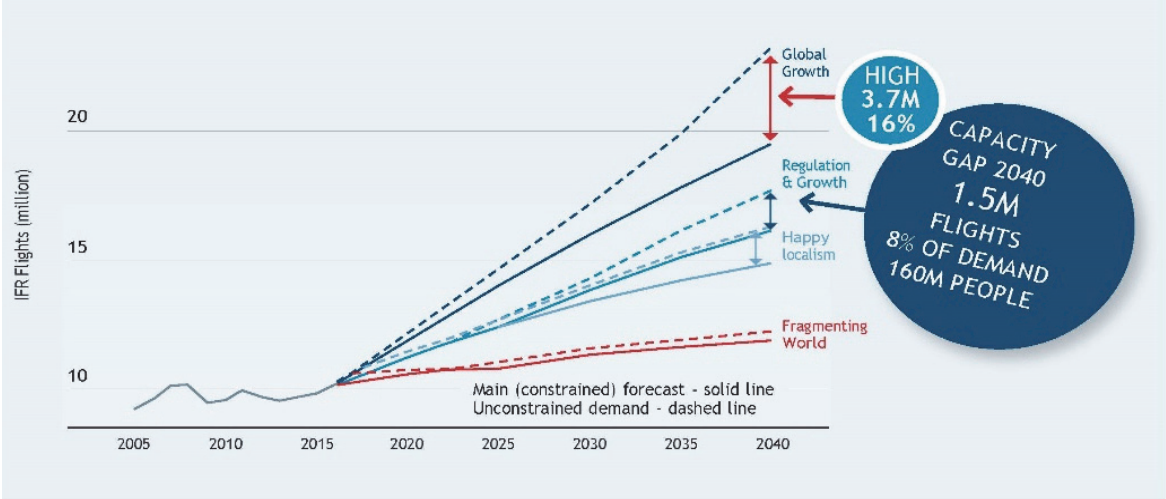
Source : Eurocontrol, 2018 : 12

Tableau 5 : Résumé des hypothèses d'entrée par scénario pour la gestion des risques pour l'aviation commerciale européenne à l'horizon 2040

	Croissance mondiale	Régulation et croissance	Localisme heureux	Monde en fragmentation
Divergences entre scénarios (à partir de 2023)	Haut	Stable	Stable	Bas
Passagers				
Démographie (Population)	Vieillissement Fécondité : variante moyenne de l'ONU	Vieillissement Fécondité : variante moyenne de l'ONU	Vieillissement Fécondité : variante moyenne de l'ONU	Vieillissement Migration : variante zéro de l'ONU
Itinéraires et destinations	Longs courriers en croissance	Pas de changement	Longs courriers en décroissance	Longs courriers en décroissance
Ciel ouvert	Élargissement plus tardif de l'UE et ouverture plus grande avec le Moyen et l'Extrême-Orient	Élargissement de l'UE plus tôt	Élargissement de l'UE plus tôt	Élargissement de l'UE plus tôt
Voie ferrée à haute vitesse (connexions nouvelles et améliorées)	Connexion entre 20 grandes villes : implémentation plus tôt	Connexion entre 20 grandes villes	Connexion entre 20 grandes villes : implémentation plus tôt	Connexion entre 20 grandes villes : implémentation plus tard
Conditions économiques				
Croissance du PIB	Forte	Modérée	Faible	Très faible
Élargissement de l'UE	Plus tard, à 5 états	Plus tôt, à 5 états	Très tôt, à 5 états	Le plus tard, à 5 états
Libre échange	Global, plus tôt	Limité, plus tard	Plus limité, encore plus tard	Aucun
Prix du voyage				
Coût d'exploitation	Très forte diminution	Diminution	Diminution	Pas de changement
Prix du CO_2 en Échange d'émissions Système	Modéré	Très bas	Au plus bas	Très haut
Prix du pétrole/baril	Bas	Très bas	Très haut	Haut
Changement autres charges	Bruit : ↑ Sécurité : ↓	Bruit : ↑ Sécurité : ↑	Bruit : ↑ Sécurité : →	Bruit : → Sécurité : ↑
Structure				
Réseau	*Hubs* : Moyen-Orient ↑↑ Europe ↓ Turquie ↑ *Point to point* : Atlantique Nord ↑ ↑	*Hubs* : Moyen-Orient ↑↑ Europe et Turquie ↑ *Point to point* : Atlantique Nord ↑	*Hubs* : Moyen ↑↑ Europe et Turquie ↓ *Point to point* : Atlantique Nord ↑	Pas de changement →
Structure du marché	Prévision pour la flotte industrielle + hypothèses STATFOR	Prévision pour la flotte industrielle + hypothèses STATFOR	Prévision pour la flotte industrielle + hypothèses STATFOR	Prévision pour la flotte industrielle + hypothèses STATFOR

Source : Eurocontrol, 2018 : 15

Figure 5 : Prévisions du nombre de vols à l'horizon 2040 pour les quatre scénarios d'évolution de l'aviation commerciale européenne

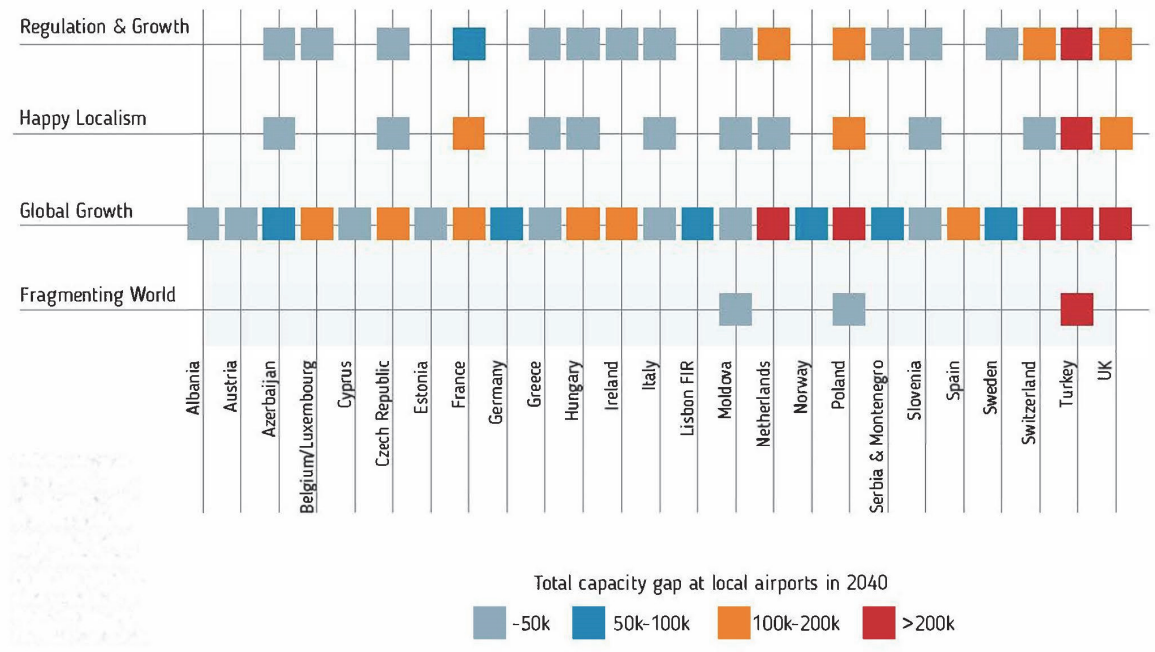


Source : Eurocontrol, 2018 : 24

Le rapport d'Eurocontrol examine également les retards occasionnés par ces problèmes de congestions. Un modèle prévisionnel établi dans le cadre de l'analyse permet d'estimer que, en été, ceux-ci sauteraient de 12 à 20 minutes par vol en 2040. En particulier, le nombre de vols retardés de 1 à 2 heures augmenterait d'un facteur 7, ce qui représenterait environ 470 000 passagers par jour retardés de 1 à 2 heures en 2040, contre environ 50 000 aujourd'hui.

Combler le déficit de capacité s'avère donc être un réel défi pour les aéroports, en fournissant plus d'infrastructures, mais aussi pour les compagnies aériennes, les opérateurs de régulation et les autres parties prenantes.

Figure 6 : Estimation de la sous-capacité aéroportuaire en 2040 dans les quatre scénarios d'évolution de l'aviation commerciale européenne



Source : Eurocontrol, 2018 : 25

S'inspirant de la façon dont l'industrie a réagi dans le passé, les auteurs du rapport ont également modélisé six politiques différentes de gestion de ce défi, en dehors de l'ouverture de nouvelles pistes. Parmi ces mesures, la plus prometteuse est portée par les développements réalisés dans le cadre de SESAR[26] Wave 1, qui ciblent les aéroports très fréquentés lors des heures de pointe. Ces améliorations pourraient réduire l'écart de capacité le plus probable de 28% en 2040, si elles peuvent être déployées avec succès.

Par ailleurs, les changements climatiques ne seront pas sans conséquence. Ceux-ci font l'objet d'une attention particulière dans le rapport. À moyen et long terme, des modifications se produiront au niveau des températures, des régimes d'intempéries, des systèmes de vent et de perturbations (tempêtes, orages…) et de la mer. Ces altérations affecteront l'infrastructure aéronautique, les modèles de demande et les opérations quotidiennes. Le rapport indique que les parties prenantes du secteur en sont conscientes mais que peu d'initiatives ont été prises par ces dernières entre 2013 à 2018 afin de planifier réellement l'adaptation aux impacts du changement climatique. C'est un risque conséquent qui nécessiterait, aux dires des auteurs, une analyse plus approfondie.

D'autre part, il y aura beaucoup plus de systèmes d'aéronefs sans pilote ou de drones d'ici 2040. La plupart de ces appareils opérera en marge de l'espace aérien IFR[27] actuel, mais cela ne sera pas sans exercer une pression en vue de repartitionner l'espace aérien, ce qui ne serait pas sans effets conséquents sur la problématique de la congestion aérienne.

En résumé, le rapport d'Eurocontrol identifie trois défis majeurs pour 2040 :

- la mise en œuvre des plans de capacité aéroportuaire actuels est, déjà actuellement, problématique, mais ils chuteront de 1,5 million de vols en deçà de la demande ; davantage de capacité est nécessaire dans les aéroports de 17 États différents, comme l'indique la figure 6 ;
- même avec 1,5 million de vols perdus en raison du déficit de capacité, une journée d'été typique en 2040 verra 16 aéroports connaître un encombrement du même niveau que celui qui caractérise Heathrow actuellement ; cela amènera les retards totaux du réseau à 20 minutes en moyenne par vol et, dans ces circonstances, rendra difficile la fourniture d'un service de qualité adéquate ;
- les changements climatiques endommageront les infrastructures aéronautiques, modifieront les modèles de demande de passagers, et conduiront à plus de perturbations des opérations quotidiennes ; l'industrie reconnaît la nécessité de l'adaptation, mais seulement la moitié des organisations ont commencé à les planifier.

Ces défis sont développés non seulement dans le rapport de 2018 mais également dans plusieurs rapports annexes très fournis présentant de manière détaillée les analyses menées par Eurocontrol et les résultats prévisionnels qui en découlent. Il est probable que cet exercice sera actualisé dans le courant des années 2020.

9.3.1.8. L'exploration des futurs de l'industrie aéronautique

Dans un ouvrage publié en 2020, Pollet se penche sur le futur de l'avion à l'horizon 2030 et, plus précisément, sur les défis que l'industrie aéronautique aura à relever d'ici là. Il examine les mutations nécessaires que ce secteur devra connaître pour perdurer dans un contexte de fortes turbulences.

[26] Le programme SESAR (ou Single European Sky ATM Research, pour Single European Sky Air Traffic Management Research) vise à fournir à l'Europe des systèmes performants de gestion du trafic aérien afin de moderniser les systèmes actuels. Il constitue le pilier technologique du programme Ciel unique européen (Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Projet_SESAR).

[27] Dans la définition des classes d'espace aérien, on trouve des règles s'appliquant distinctement aux conditions VFR (*visual flight rules*) et IFR (*instrument flight rules*). Les conditions VFR s'appliquent au « vol à vue », c'est-à-dire que le pilote utilise la vue de son cockpit comme source d'information principale. Dans le cas des IFR, le pilote utilise ses instruments comme source de connaissance de l'environnement (Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Classe_d%27espace_a%C3%A9rien).

Il passe en revue tous les défis à relever à travers les dimensions technologiques, économiques, politiques, sociologiques, et même psychologiques.

Le travail réalisé n'est pas, à proprement parler, de nature prospective : il s'agit plutôt d'un diagnostic réalisé par un expert du secteur[28] interpellé par la plus grande crise que ce dernier ait connue au cours de son histoire et d'une série de recommandations adressée à celui-ci pour faire face aux difficultés actuelles et préparer son l'avenir. De fait, les propos de l'auteur ne s'appuient pas sur les résultats d'une recherche adoptant une méthodologie particulière ni sur l'examen systématique d'un système et des facteurs qui alimentent sa dynamique. Il est encore moins question de scénarios d'évolutions possibles. Néanmoins, l'exercice vaut d'être mentionné dans ce Cahier car il confirme ou complète un certain nombre de constats établis par ailleurs.

En ce qui concerne les acteurs, trois catégories sont mises en exergue : les compagnies aériennes, les constructeurs et les aéroports. La liste est donc moins longue que celle proposée par Bernasconi (2020) puisqu'elle se limite aux parties prenantes jouant un rôle direct et appartenant au monde des entreprises. Les acteurs publics et les consommateurs, tout comme les acteurs moins directement concernés (prestataires de services connexes, société civile…) ne sont pas mis en évidence.

Pour ce qui est des actuels facteurs de turbulence, l'auteur traite de différents éléments :

- la honte de voler et, de manière plus large, l'évolution des représentations, des valeurs et des désirs dans la société civile (défiance par rapport au transport aérien, image sociale du secteur écornée, recomposition du rapport à l'espace, au temps et au déplacement, perte de légitimité du secteur dans l'opinion publique, risques terroristes…) ;
- la concurrence avec les technologies de l'information et de la communication, qui proposent des alternatives à la mobilité physique) et
- la dégradation de la position concurrentielle européenne dans le secteur de l'industrie aéronautique.

Face à ces phénomènes, en Europe, le secteur dispose néanmoins de plusieurs pistes pour déployer sa résilience :

- l'innovation technologique, qui doit être poussée dans toutes les composantes des chaînes de valeur afférentes au secteur ;
- la collaboration et le soutien de l'action publique ;
- la poursuite des garanties de rigueur dans les processus de certification qui concernent l'aviation et
- l'adoption par les opérateurs du secteur de stratégies anticipatives, exploratoires et proactives.

Selon l'auteur, l'emprunt de ces pistes pourra permettre au secteur d'éviter le « grand décrochage ».

9.3.1.9. L'aéroport du futur : une vision de 2040 et 2070 élaborée par l'Airport Think Tank d'ENAC Alumni

En 2020, l'Airport Think Tank d'ENAC Alumni[29] a publié un rapport intitulé « L'aéroport du futur : une vision de 2040 et 2070 ». L'initiative a réuni une vingtaine de leaders de l'aviation de mars 2019 à avril 2020 pour explorer différentes thématiques en lien avec l'avenir de l'aéroportuaire. L'équipe de recherche et le panel d'experts ont identifié et analysé les tendances, les changements, les ruptures potentielles et les innovations dans le secteur et dans son environnement. Ce faisant, les auteurs

[28] L'auteur est ingénieur, pilote, ancien général de l'armée de l'air, ancien conseiller politique auprès de ministres et directeur d'écoles polytechniques et d'écoles d'ingénieurs en aéronautique et spatial).
[29] ENAC Alumni est l'association des diplômés de toutes les formations qu'enseigne l'ENAC (École Nationale de l'Aviation Civile - France), sur son site de Toulouse, dans ses différents centres et à l'international. Elle anime un réseau de plus de 24 000 Alumni et étudiants (https://www.alumni.enac.fr/fr/enac-alumni-5).

peuvent mettre en évidence les impacts de ces éléments sur le transport aérien et leurs implications, dans une perspective d'anticipation et de facilitation des évolutions, sur la recherche, l'éducation et la politique.

La méthodologie qui organise ce travail n'est pas explicitée et le rapport n'a pas pour ambition de proposer des scénarios prospectifs. Il se positionne plutôt à la croisée du prescrit programmatique et de la futurologie[30]. Il présente en effet une unicité d'avenir pour le secteur, presque considéré comme certain, et ce de manière très assertive. D'un point de vue prospectif, son intérêt repose principalement dans l'identification de certains facteurs de changements pour le secteur aéroportuaire et des défis ; des menaces et des opportunités dont ces changements sont porteurs pour ce dernier. Il fait écho à bon nombre de points dont nous avons déjà traité.

Des très nombreux points sont ainsi traités dans le rapport. Ils renvoient à différentes thématiques, qui le structurent. Les propos principaux des auteurs sont les suivants :

- le monde en 2040 et 2070 : de nombreux changements affectent l'environnement du secteur aéroportuaire. L'exode rural et la croissance des villes et surtout des mégapoles se poursuivent, posant de nouveaux défis en matière de mobilité et donnant « naissance à de nouvelles mégacités aéronautiques ». L'importance des plus grandes villes et la congestion au sol pourraient induire des systèmes à plusieurs aéroports et des plateformes secondaires. D'autre part, les mutations économiques (hausse des salaires les pays « en développement », augmentation des taxes sur les transports, hausse de la consommation locale, développement de l'économie circulaire et des circuits courts, relocalisation de la production en Europe, révolution de l'outillage et des *process* industriels avec, notamment, la 3D…) peuvent profondément affecter le fret aérien. En outre, les communautés de 2040 et plus encore de 2070 n'auront pas la même notion du temps et de l'espace. Les aéroports du futur devront répondre et réconcilier ces différents besoins. Enfin, l'aéronautique et l'aéroportuaire devront continuer leurs efforts pour réduire leur empreinte environnementale. Les aéroports devront s'adapter pour émettre moins, mais aussi pour être plus robustes face au changement climatique ;
- des *business models* durables et de nouvelles sources de financement : les modèles d'affaires des aéroports seront amenés à évoluer. Cette évolution conduira à des modèles différents suivant la taille des aéroports. Dans ce cadre, les processus de privatisation des grands aéroports sont à envisager et le rôle des pouvoirs publics ne sera pas uniforme (il se focalisera sur le soutien des aéroports de plus petites tailles, économiquement plus fragiles) mais, dans tous les cas, ils devront veiller à soutenir l'investissement dans l'innovation, celle-ci étant cruciale pour l'industrie aéroportuaire et l'écosystème du transport aérien dans son ensemble ;
- des *smart airports* à l'ère des technologies de l'information : la révolution des technologies de l'information se poursuivra et l'internet des objets offrira de nouvelles opportunités, notamment en termes de gestion des flux de passagers, de bagages et de fret et en termes de sûreté et de la sécurité, ce qui facilitera l'exploitation des aéroports Le *deep learning* utilisant les réseaux neuraux artificiels et l'automatisation avancée constitueront les prochaines étapes. Ils pourront assister, suppléer et même remplacer l'analyse et la décision humaine dans des domaines comme la gestion des ressources opérationnelles et celle des actifs. Parallèlement, les aéroports devront s'adapter à ces nouvelles technologies, assurer la robustesse de leurs systèmes et développer des plans de continuité de l'activité afin de pouvoir faire face aux

[30] Les prédictions de ce qu'on appelle la « futurologie » annoncent de quoi demain sera fait. Le plus souvent, ce n'est pourtant qu'un futur possible parmi d'autres qui est extrapolé comme « le » futur par excellence. Ainsi entendue, la futurologie adopte en quelque sorte la posture déterministe associée à la prévision et propose l'anticipation visant, tout comme la prospective, le long terme, ce qui alimente la confusion entre les deux démarches.

incidents. De même, ils devront réduire leur vulnérabilité face à ceux-ci et être attentifs à la cybersécurité de ces technologies ;

- les menaces sûreté et les activités illicites du futur : sur le plan du terrorisme, les schémas d'attaque les plus communs sont restés inchangés depuis les années 1970 (notamment les attentats à la bombe à l'enregistrement ou aux espaces de livraison des bagages et ceux à l'arme à feu en zone publique des aérogares). Ces modes d'action maximisent les dommages, le nombre de victimes et l'impact médiatique alors qu'ils sont difficiles à prévenir. Les aéroports devront prendre toutes les mesures pour empêcher les organisations terroristes d'accéder aux avions. Dans cette perspective, ajouter des couches de moyens et de politiques diminue la probabilité de réussite des attaques. Parce que les terroristes s'adaptent aux contre-mesures et innovent, ces couches doivent être versatiles et évolutives. À l'avenir, elles devraient varier d'un aéroport à l'autre. Par ailleurs, le cyberterrorisme d'état est aussi une menace croissante. Des États et des groupes malintentionnés pourraient aller plus avant et tenter de porter atteinte à l'intégrité du transport aérien. Plus encore, la menace de virus informatiques doit être mieux prise en compte par les aéroports, tout comme celle du tireur isolé ou du Kamikaze ;
- les futurs enjeux de sécurité aéronautique : le nombre de décès par passager-kilomètre payant (RPK) a diminué de manière presque continue depuis les années 1970. Néanmoins, il devient de plus en plus difficile avec la conception actuelle de la sécurité de réduire encore le nombre d'accidents alors que la sécurité s'améliore dans son ensemble. La prochaine étape pour améliorer les normes de sécurité est celle des systèmes et des données en temps réel. Le partage de données et l'analyse en temps réel de celles-ci augmenteront tant les performances opérationnelles que la sécurité. Par ailleurs, les aéroports et les autres parties prenantes des opérations aériennes auront encore besoin d'autorités nationales de l'aviation fortes pour soutenir l'industrie nationale et assurer la sécurité de l'écosystème du transport aérien. Certaines régions affichent un retard en matière de sécurité et, sur ce plan, une révolution s'avère urgemment nécessaire, et ce sur deux plans : au-delà des infrastructures et des équipements, une forte culture de sécurité aéroportuaire doit s'implanter au sein du personnel aéroportuaire et des parties prenantes ;
- la compatibilité *airside & airspace* : la flotte des appareils au sol et dans les airs augmentera et se diversifiera énormément au cours des prochaines décennies, ce qui ne sera pas sans poser des problèmes d'encombrement et sans générer de nouveaux marchés. Ceux-ci articuleront services spécifiques et type d'appareils particuliers et ad hoc. Dans ce contexte, de nouvelles normes devront être fixées, notamment pour réguler le trafic aérien, qui sera de plus en plus dense, limiter les nuisances et inscrire le transport aérien dans une logique de développement durable. Le contrôle de ce trafic densifié pourra tirer profit du développement de la digitalisation ;
- les terminaux et l'expérience client : jusqu'à présent, les exploitants d'aéroport étaient des gestionnaires d'infrastructure proposant des installations aéronautiques en tant que service public. Dorénavant, ils seront davantage axés sur les passagers et leurs missions se transformeront de fournisseurs d'installations à prestataires de mobilité ainsi que d'hôte se démarquant sur l'expérience qu'ils offrent. Ils seront amenés à proposer des services aux passagers qui ne sont pas nécessairement tous commercialement viables mais qui ont un impact positif sur la satisfaction client (lounges gratuits pour les voyageurs en correspondance, divertissements à proximité des salles d'attente, salles de lactation, salles de yoga, hébergement…). Les infrastructures aéroportuaires devront être pensées en fonction de cette évolution et des terminaux efficaces et adaptés aux passagers constitueront un avantage concurrentiel majeur pour les

transporteurs aériens. La compétition se déroulera à toutes les étapes du trajet. Diverses parties prenantes (compagnies, aéroports, gares, hôtels…) pourraient développer leur collaboration pour offrir une expérience de voyage meilleure et plus simple ;

- la performance et la résilience opérationnelles : aéroports et systèmes d'aviation sont des écosystèmes complexes qui participent à l'économie mondiale et assurent la circulation des passagers et du fret. Malgré les grandes crises, le trafic aérien a toujours fait preuve d'une résilience à long terme. Celle-ci amène les prévisionnistes à entrevoir un taux de croissance annuel mondial d'au moins 4,5% d'ici 2040, selon le rapport. Les différentes parties prenantes devront poursuivre leurs efforts, notamment sur le plan de l'intensification de la collaboration, pour assurer et améliorer la prise en charge de ce trafic croissant. Par ailleurs, le changement climatique menace la résilience du secteur. Ses effets sur les systèmes d'infrastructure sont déjà visibles actuellement. D'importantes « anomalies » climatiques ont des conséquences directes sur les infrastructures aéroportuaires ainsi que sur les dépenses d'exploitation et les dépenses d'investissement. À terme, les changements climatiques redéfiniront les critères de conception et d'exploitation des aéroports ;
- les territoires et la mobilité : l'aéroport est partie intégrante de la collectivité et en est membre à part entière. Une attention particulière de se part devrait être donnée à la poursuite d'une coexistence pacifique et mutuellement avantageuse avec les autres membres de la collectivité. Cette attention doit porter, notamment sur les nuisances sonores et sur le plan d'occupation des sols, qui doit être adéquat pour permettre un développement juste et équilibré. De manière générale, les transactions entre l'aéroport, d'une part, et son territoire d'implantation et la collectivité dont il est membre, d'autre part, doivent se concevoir dans le cadre d'un jeu à somme positive pour les différentes parties. Les gains de ce jeu concerneront tant la desserte et la connectivité du territoire et l'intégration de celui dans les réseaux externes que l'emploi, la croissance économique, le respect de l'environnement, la gestion des nuisances, l'accessibilité… ;
- la durabilité et l'aéroport-citoyens : le transport aérien induit des conséquences négatives, dont le bruit. Des mesures technologiques, réglementaires et protectrices ont déjà été prises depuis les années 1970 dans de nombreux pays. Cependant, selon certaines sources, les nuisances sonores pourraient, avec l'augmentation du trafic, doubler si aucun progrès technologique n'était réalisé sur les avions. Par ailleurs, la pollution aérienne et les émissions à effet de serre causées par l'activité aérienne risquent également d'augmenter fortement, toute chose étant égale par ailleurs. Les aéroports doivent avoir une vision globale de ces différentes nuisances lors de l'élaboration d'un plan de développement durable. Dans cette perspective, les avions, les services d'assistance en escale, les terminaux de passagers, les infrastructures support et les infrastructures côté ville, mais aussi le transport terrestre depuis et vers l'aéroport pour les passagers et les employés de l'aéroport, ainsi que leur chaîne d'approvisionnement doivent également être pris en compte. Globalement, si les aéroports sont soucieux de s'inscrire dans une logique responsable et citoyenne de développement durable et de lutte contre le réchauffement climatique, ils doivent veiller à réduire l'ensemble de leurs impacts environnementaux, directs ou indirects. De nombreux pas doivent encore être posés pour aboutir à des aéroports plus verts. La décarbonation complète des aéroports, notamment, imposera la réduction et, dans la mesure du possible, l'élimination des émissions à la source ;
- les ressources humaines et l'éducation : les évolutions décrites dans les points précédents amèneront la création de nouvelles fonctions et la recomposition des postes de travail actuels. Beaucoup d'emplois vitaux en 2040 et en 2070 n'existent pas encore. Ils sont même difficiles à imaginer. Il en est de même pour la future organisation du travail. Le développement constant de nouvelles technologies et l'accélération de la succession de découvertes innovantes

rendront nécessaire une nouvelle approche pour la gestion de l'organisation, du changement et des connaissances. Les aéroports devront rapidement identifier les changements émergents, évaluer leurs effets, adapter leur organisation et former leur personnel. On peut aussi s'attendre à une nouvelle révolution « informatique », avec la montée en puissance des technologies de l'intelligence (intelligence artificielle et *machine learning* à grande échelle). Cette révolution ouvrira de nombreux nouveaux systèmes et de nombreuses nouvelles applications, dont certaines aideront les opérateurs humains tandis que d'autres pourraient même remplacer ces opérateurs pour certaines prises de décision. Ces innovations créeront de nouveaux besoins en termes de compétences et de formation.

9.3.2. Les études exploratoires à portée nationale

Les exercices exploratoires du futur du secteur du TAP que nous avons abordés jusqu'à présent se positionnaient à une échelle internationale. Les études que nous allons maintenant considérer concernent un niveau plus limité puisque national. Elles sont néanmoins intéressantes à prendre en compte car elles mettent en exergue des dynamiques qui touchent les autres pays.

9.3.2.1. Le futur du transport aérien domestique au Royaume-Uni

La première étude de ce type que nous considérerons a été publiée en 2019 et porte sur le futur du transport aérien domestique au Royaume-Uni. Elle a été réalisée par Budd et Ison à la demande du Government Office for Science. Elle vise l'horizon 2040 et elle examine le rôle des utilisateurs et de la technologie sur l'objet examiné. Elle traite également des autres éléments, économiques, environnementaux et sociaux, à l'origine des changements dans le transport aérien intérieur, tant pour les marchandises que pour les personnes.

Selon les auteurs, trois éléments majeurs peuvent modifier radicalement l'évolution de la demande de transport aérien au Royaume-Uni : premièrement, les modifications des relations commerciales du pays, deuxièmement, le développement du « HS2 »[31] et d'autres modes de transport de surface concurrents et, troisièmement, l'adoption de nouveaux modèles commerciaux et de nouvelles pratiques commerciales par les compagnies aériennes. D'autres facteurs de changements peuvent également intervenir. Ceux-ci relèvent des environnements économique (notamment les échanges commerciaux avec l'étranger), politique (en matière de fiscalité et de douane, entre autres), réglementaire (plus ou moins libéralisé), social (notamment le vieillissement de la population), physique (principalement écologiques et climatiques) et technologique (les innovations en matière de véhicules autonomes, de *Big Data* et d'internet des objets, par exemple).

Le rapport analyse les impacts potentiels des évolutions possibles de ces facteurs mais ne propose pas de scénarios intégrant les résultats de ce travail analytique. Ses conclusions stipulent que le transport aérien intérieur britannique continuera de faire face à un certain nombre de défis et d'opportunités. Les défis renvoient à l'état de santé économique de la Grande-Bretagne, dans la mesure où la demande de voyages aériens est étroitement liée à la croissance économique, à la concurrence des nouveaux modes de surface, tels que « HS2 », et aux changements dans la structure des coûts des activités du secteur. Les opportunités, quant à elles, sont offertes, d'une part, par les prochaines innovations technologiques en matière d'aéronefs, de motorisation et de contrôle du trafic aérien, ces innovations pouvant permettre de rendre les opérations de transport aérien intérieur plus propres et moins chères, et, d'autre part par les possibles modifications du régime de réglementation résultant d'accords commerciaux futurs.

[31] Le « HS2 », ou High Speed 2, est un projet en cours d'étude par High Speed Two Ltd., une société créée par le Gouvernement britannique. Il concerne la mise en service d'une ligne de trains à grande vitesse reliant Londres aux Midlands, au nord de l'Angleterre et même, plus tard, à la ceinture centrale de l'Écosse.

9.3.2.2. Prospective du transport aérien et impact sur les transports terrestres en France

En 2006, à la suite d'une commande de la Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques, le Bureau d'informations et de prévisions économiques (BIPE) réalise et publie une étude prospective dont les objectifs sont de dresser un état des lieux du transport aérien dans le monde, en Europe et en France, de réaliser une synthèse des études prospectives sur le transport aérien et des analyses du jeu des acteurs, en France depuis dix ans, et de présenter les informations disponibles sur l'impact du transport ferroviaire sur le transport aérien et inversement. Ce travail articule, au niveau des résultats, des éléments qualitatifs et quantitatifs.

L'étude identifie et examine dans le détail les facteurs influençant le développement du TAP en France : la maîtrise des nuisances environnementales (émissions gazeuses, d'une part, et sonores, d'autre part), la sûreté[32] aérienne, la capacité et la flexibilité des infrastructures aéroportuaires, le contrôle de la circulation aérienne et, pour terminer, les droits et les systèmes d'indemnisation des passagers. Ces facteurs renvoient à des dynamiques et des enjeux technologiques, économiques et réglementaires. Ils soulèvent des problèmes complexes et pour lesquels les solutions ne sont pas évidentes. Les solutions choisies seront déterminantes pour l'avenir du TAP France.

Un autre intérêt de l'analyse réalisée par le BIPE en 2006 est la comparaison de différents travaux français du point de vue des « variables clés » présidant à l'évolution du secteur du TAP. Le tableau 6 synthétise cette comparaison

Le rapport du BIPE analyse également les scénarios élaborés dans le cadre des exercices de 1992 et de 1995. Les horizons prospectifs de ces scénarios étant, à l'heure actuelle, dépassés, nous n'en reprendrons pas la présentation et la discussion ici. Complémentairement à cette analyse comparative, un examen poussé d'un autre exercice réalisé en 2000 au profit d'ADP (Aéroports de Paris) et visant des horizons plus lointains (2025/2050) est mené. La méthodologie de travail est disséquée, en ce qui concerne tant l'analyse des facteurs de changement que celle des jeux d'acteurs[33]. Les résultats les plus intéressants portent sur les treize « macro-variables » qui structurent la réflexion relative aux futurs possibles et sur les scénarios élaborés.

La figure 7 présente la structuration des macro-variables en quatre domaines. Deux de ces derniers affèrent au contexte global dans lequel le secteur du TAP déploie ses activités tandis que les deux autres concernent spécifiquement le secteur des transports. Pour celui-ci, un domaine renvoie au TAP uniquement et le second concerne le niveau « méso » du secteur des transports (notamment la dynamique des autres modalités de déplacement).

[32] Les auteurs distinguent la sécurité aérienne, qui combine un ensemble de mesures et moyens humains et matériels dans le but d'assurer la bonne exploitation et circulation des avions (certification, maintenance, etc.), de la sûreté aérienne, qui concerne les mesures et moyens humains et matériels qui visent à protéger l'aviation civile de tout acte d'intervention illicite (BIPE, 2006).

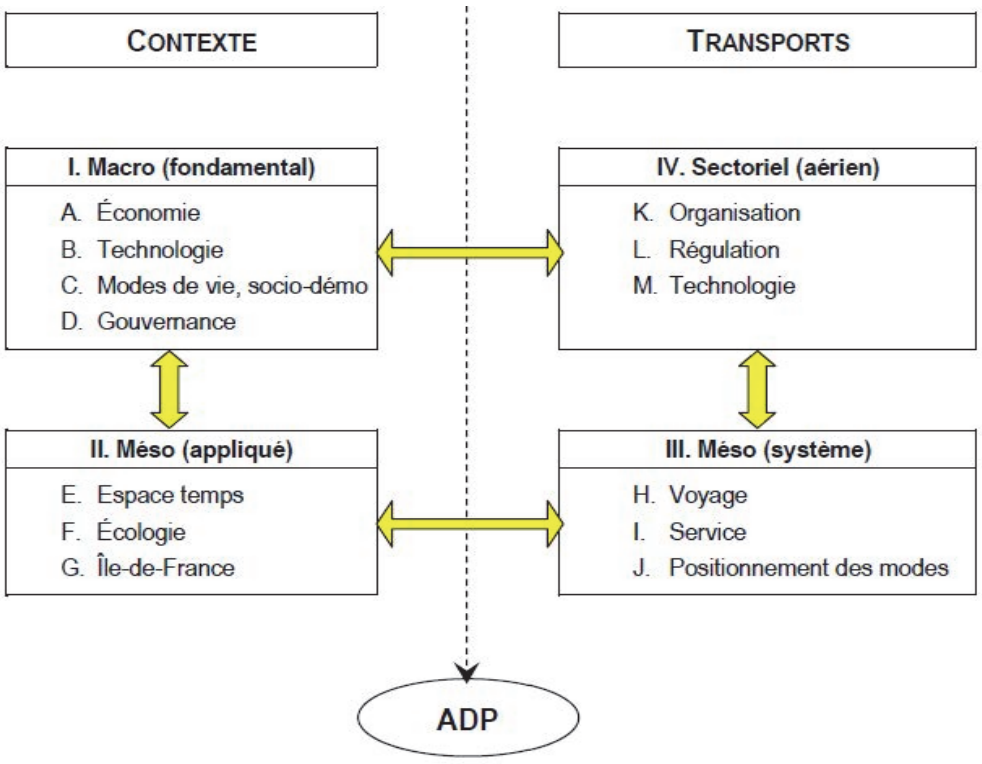
[33] Nous ne détaillerons pas cette analyse des acteurs : ceux-ci sont très spécifiques à la situation française de l'époque et les possibilités d'inspiration offertes par cette analyse pour d'autres recherches sont, dès lors, relativement faibles. Signalons, cependant, qu'elle indique la prééminence de trois acteurs, pourtant externes au secteur, pour l'évolution du TAP : les mouvements écologiques, la Commission européenne et les associations de riverains.

Tableau 6 : Comparaison des variables clés utilisées dans différentes réflexions prospectives sur le TAP en France menées entre 1992 et 2003

Etude ITA pour ADP - 1992	Etude BIPE-ITA pour la DGAC - 1995	Démarche d'Utilité Concertée pour un Site Aéroportuaire International (relative au troisième aéroport parisien) - 2003
- Géopolitique, économie, Europe, Organisation du transport aérien - Environnement - Aménagement du territoire - Télécommunication et mobilité - Technique avion - Coût du carburant	- Cadre géopolitique - Modes de régulation économique - Modes de vie - Mécanismes de base (Rôle de l'État) - Concurrence entre modes (TGV/aérien) Structure du transport aérien (*hubs*/non *hubs*)	- Démographie - Taux de croissance du PIB - Importance du Tourisme - Propension à voyager par air - Évolution des tarifs aériens (avec ou sans taxation du kérosène) - Élasticité-revenu, élasticité-prix - Organisation du transport aérien - Qualité de l'offre : fréquence et emport moyen[34] - Reports vers ou en provenance des plateformes européennes avoisinantes

Source : d'après BIPE (2006 : 103)

Figure 7 : Les facteurs de changements du TAP en France à l'horizon 2025-2050



Source : d'après BIPE (2006 : 120)

Sur la base de ces variables et de ces domaines, l'exercice de 2000 élabore quatre scénarios distincts. Ceux-ci sont présentés de manière détaillée par les auteurs mais aucun narratif n'est associé à cette présentation. Il s'agit plutôt d'un examen précis de la situation des treize macro-variables dans chacune des quatre configurations. Le tableau 7 présente une synthèse de celles-ci en mettant

[34] La capacité d'emport correspond à la charge que peut emporter un avion.

l'accent sur les caractéristiques du contexte et de l'offre de transport. Ce tableau permet de mettre en évidence les éléments suivants :

- dans le scénario 1, les oligopoles se développent dans un environnement de croissance stable et se partagent le marché afin de réaliser des économies d'échelle ;
- dans le scénario 2, la mobilité caractérise un monde instable ; la culture du risque stimule les échanges et les compagnies se recentrent sur les fonctions stratégiques (spécialisation) ;
- dans le scénario 3, le souci de la maîtrise d'un développement « durable » s'impose en Europe et favorise l'intermodalité ;
- dans le scénario 4, la mutation de la communication et des téléservices réduit sensiblement la mobilité, ce qui pousse les transporteurs à développer des services intégrés.

L'exercice de scénarisation permet d'anticiper[35] quelques conséquences pour le secteur aérien, notamment, une croissance très forte du fret, une augmentation du TAP dans les scénarios 1 et 2 (à cause d'une segmentation plus poussée de l'offre dans ce dernier) et une progression lente de celui-ci dans le scénario 3, (du fait principalement des pressions environnementales), voire très lente dans le scénario 4 (du fait de la substitution des technologies des télécommunications aux transports physiques.). Dans sa dernière partie, le rapport se concentre sur l'estimation de l'impact du transport aérien sur les transports terrestres. Cet impact demeure cependant, au moment de l'étude, difficile à estimer en France. Néanmoins, l'impact, négatif, du TGV sur le transport aérien serait plus évident, mais difficile à quantifier.

[35] Il ne s'agit pas de prévisions calculées grâce à des méthodes quantitatives : elles sont obtenues par le recours à la méthode *Delphi.* Pour rappel, cette dernière vise à organiser la consultation d'experts et expertes afin, notamment, de mettre en exergue des convergences et des consensus sur des propositions qui leurs sont soumises (Dalkey *et al.*,1972).

Tableau 7 : Scénarios d'évolution du TAP à l'horizon en France 2025-2050

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Contexte	Croissance stable associée à un cycle long avec deux phases et liée à la poursuite de la globalisation Mobilité[36] > PIB Mobilité avion > Mobilité	Croissance instable, erratique et incontrôlée, liée à la stimulation des échanges Mobilité > PIB Mobilité avion > Mobilité	Croissance sous contrôle : contrainte aux transports et au tourisme en Europe et pas ailleurs Mobilité < PIB Mobilité avion < Mobilité	Déclin de la mobilité : repli sur soi, rejet du tourisme, téléservices Mobilité < PIB Mobilité avion < Mobilité
	Capacité à faire baisser les prix ; pas de crise énergétique	Capacité à faire baisser les prix ; pas de crise énergétique	Prix relatif à la hausse (écotaxe, etc.) ; hausse du prix de l'énergie	Prix relatif à la hausse (absence d'effets d'échelle liée au déclin)
	Massification : produit de masse peu différencié (variantes et non variétés) ; globalisation uniformisante	Individualisme prononcé : besoin de personnalisation (« one-to-one ») ; nomadisme, mobilité ; multipolaire différencié ; risque et incertitude	Citoyenneté européenne : individualisme solidaire au nom de l'intérêt général et des générations futures. Avance de l'Europe	Communautarisme local : souci de la plus grande proximité (repli sur soi) ; vie à distance
Transport	Effet taille : économies d'échelle, concurrence sur les prix > réduction des coûts > performance organisationnelle comme clé de la compétitivité (réseau centralisé en étoile) > renouvellement rapide des flottes (innovation)	Différence par le produit et la segmentation > performance associée au service (importance de la vitesse : réactivité ; zéro délai) > point à point / réseau maillé	Gestion patrimoniale : nature, culture, infrastructures ; souci du territoire et de son « aménagement »	Secteur en reconversion
	Oligopoles généralistes se partageant un marché arrivé à maturité (tendance au cartel) ; orientation vers l'intégration horizontale > compagnies, aéroports…	Multiplicité de spécialistes recentrés sur leur métier pour être plus réactifs ; compagnies « irrégulières » (charter, pavillon de complaisance), aéroports flexibles et modulables, multifonctionnels	Intégrateurs verticaux du service plaçant les entreprises du transport dans le statut de « consommation intermédiaire » sous tutelle ; souci de la chaîne du voyage et de l'intermodalité	Transporteurs laminés > réduits à l'état de sous-traitants, de « tracteurs » (loués)
	Domination des oligopoles (pouvoir de l'offre)	Domination du marché (pouvoir du client final), tyrannie du court terme (chaos ; jungle tarifaire…), pas de planification ; rôle clé de l'aval (distribution/réservation)	Domination du politique qui définit le besoin et le cahier des charges (contraintes à respecter) ; approche contractuelle négociée (modèle rhénan)	Domination du niveau le plus décentralisé

Source : BIPE, 2006 : 123

[36] Il s'agit ici des taux de croissance.

9.4. LES ÉTUDES EXPLORATOIRES RELATIVES AU TRANSPORT OU À LA MOBILITÉ EN GÉNÉRAL

Outre les exercices spécifiques au secteur aérien, nous avons identifié plusieurs analyses anticipatives exploratoires plus génériques portant sur l'ensemble du secteur de la mobilité[37]. Nous en présentons ici les plus intéressantes.

9.4.1. Un exercice théorique précurseur

Parmi les analyses retenues, la première date de près de 20 ans et concerne une prospective pour une mobilité durable à l'horizon 2020 (Crozet, 2002).

Si le secteur du transport aérien n'est pas au centre du travail de Crozet - il en est d'ailleurs absent dans la mesure où c'est la mobilité terrestre « urbaine » qui est considérée - il n'en demeure pas moins que ce chercheur propose une typologie prospective des politiques publiques en matière de mobilité, susceptible d'inspirer la réflexion en matière de TAP. Quatre types, labellisés « scénarios par l'auteur », sont proposés. Ces types sont obtenus par le croisement de deux facteurs : les choix collectifs posés, d'une part, et les programmes d'action publique privilégiés, d'autre part. Autrement dit, l'auteur combine les objectifs en termes de mobilité avec les moyens pour les concrétiser. Le résultat de cette combinaison est synthétisé au tableau 8.

La première situation obtenue correspond à l'« Homo technicus ». Elle se caractérise par un *statu quo* en ce qui concerne le volume de la mobilité, voire un accroissement de celui-ci. La durabilité de la mobilité est assurée par un fort volontarisme technologique. Il faut que les véhicules soient de plus en plus propres, de moins en moins bruyants. Des moyens publics sont investis dans la recherche, tout en poursuivant les investissements dans les infrastructures (voiries, lignes de TGV, aéroports, etc.). C'est le scénario de la continuité, qui poursuit le tendanciel constaté au cours des dernières cinquante années.

Tableau 8 : Quatre scénarios de politiques de la mobilité

		Les programmes *(policy)*	
		Recours préférentiel aux organisations et à des processus collectifs de régulation	Recours préférentiel aux marchés et à des incitations individuelles
Les choix collectifs *(politics)*	Maintien, voire accroissement de la mobilité des personnes et des marchandises	**Scénario 1** Volontarisme technologique (*homo technicus*)	**Scénario 2** Connaissance des coûts et vérité des prix (*homo oeconomicus*)
	Recherche d'une réduction de la mobilité des personnes et des marchandises	**Scénario 4** Maîtrise de la mobilité par une transaction urbaine (*homo politicus*)	**Scénario 3** Maîtrise de la mobilité par des transactions privées (*homo contractor*)

Source : d'après Crozet, 2002 : 414

La deuxième configuration, « Homo œconomicus », résulte de l'impossibilité, à terme, de maintenir la première situation pour des questions financières et pour des questions environnementales. Les

[37] D'autres types de travaux existent bien entendu sur le sujet. Les aborder ici nous éloignerait trop de notre objet central. Mentionnons néanmoins le rapport de la Cour des comptes européenne (2018), consacré aux défis à relever pour un secteur européen des transports performant, qui, dans une certaine mesure, aborde des éléments convocables pour une réflexion prospective sur le secteur des transports.

effets externes et les coûts d'infrastructures extrêmement élevés finissent par ne plus pouvoir être gérés, notamment par les finances publiques. Le système de transport ne peut plus être subventionné et les utilisateurs et utilisatrices doivent faire face « à la vérité des prix » et assumer les coûts des infrastructures et les externalités négatives de leur mobilité. Dans ce contexte, le prix de la mobilité reflète plus fidèlement la structure et le niveau des coûts de celle-ci et il augmente donc fortement.

La configuration suivante, « Homo contractor », découle de la précédente. La tarification élevée, en vigueur dans cette dernière, pose un problème de soutenabilité sociale. Le prix de la mobilité est désormais élevé et seules les personnes ayant suffisamment de revenus ne sont pas impactées. C'est le modèle des marchés de permis, par exemple à polluer, négociables pour les entreprises, ou des marchés des droits à circuler pour les ménages ou les autres agents économiques. Ce modèle doit être appréhendé dans une logique où les technologies de l'information et de la communication se développent très rapidement et dans un monde où nous en sommes équipés à domicile et dans les véhicules, aussi bien les voitures que les véhicules de transports en commun. Ces technologies permettent de mettre en place une chaîne globale de mobilité des personnes, similaire à celles qui s'organisent dans la chaîne logistique pour les marchandises. La gestion de la mobilité est très différente : les activités peuvent être désynchronisées et il est devenu possible de traiter les pointes de trafic, du moins en partie. En outre, les technologies de l'information et la connexion permanente permettent la mise en place de marchés de droit à circuler, ou de permis d'émission négociables.

La dernière situation, « Homo politicus », est induite par la soutenabilité politique du troisième modèle. Les inégalités sociales face à la mobilité générée par ce dernier se creusent et la contestation gagne du terrain[38], d'autant que les enjeux environnementaux ne sont pas perçus avec la même acuité par tout le monde. Il faut, dès lors, passer à un nouveau et dernier modèle. Celui-ci se caractérise par une mobilité accessible au plus grand nombre mais dans le cadre d'une « transaction urbaine publique ». Celle-ci consiste à maîtriser l'étalement urbain dans le cadre d'une transaction entre ceux qui sont en centre-ville et ceux qui sont en périphérie pour réorganiser la localisation des ménages et la localisation des activités.

Bien que ces quatre configurations soient surtout pensées pour la mobilité terrestre des personnes, elles ouvrent des pistes de réflexion pour le TAP. Par exemple, l'intégration des coûts réels et de la gestion des externalités négatives dans le prix du billet d'avion peut alimenter des exercices de simulation prospective intéressants.

9.4.2. Les travaux au niveau européen

Cinq exercices importants doivent être intégrés dans notre inventaire.

9.4.2.1. Les transports longue distance européens à l'horizon 2047

C'est en 2008 qu'est publié le rapport du Parlement européen sur les scénarios d'évolution future du transport européen longue distance[39] à l'horizon 2047 (Parlement européen, 2008a). Il s'agit d'un document rédigé au profit du Science and Technology Options Assessment (STOA) dans le cadre d'un projet plus vaste sur cette évolution (Parlement européen, 2008b). Plus précisément, ce projet vise à explorer les défis auxquels sont confrontés les transports intérieurs européens afin d'atteindre :

- une réduction de 60% des émissions de CO_2 et
- une réduction de 80% de la consommation de pétrole, tout en maintenant

[38] Certains mouvements de contestation populaire observés en France, notamment, au cours de ces dernières années, tels que celui des bonnets rouges ou celui des gilets jaunes font écho à ces tensions anticipées par Crozet.
[39] Le transport longue distance concerne tous les mouvements par modes de transport qui dépassent une distance de 150 km. Dans ce projet, il comprend à la fois le transport de passagers et de marchandises (Parlement européen, 2008a : 5).

- un haut niveau d'accessibilité (disposer d'un système européen de transport efficace et efficient à prix abordables).

Une des préoccupations centrales est la mise en place d'infrastructures facilitant le passage à un transport durable et favorisant l'utilisation des nouvelles technologies et la sécurité des transports.

Le projet explore trois options ou situations :

- une Europe high-tech forte et riche ;
- une Europe caractérisée par des modes de vie lents et réflexifs, et
- une Europe sous pression économique et où l'énergie est coûteuse.

L'exercice prospectif réalisé n'est pas de nature exploratoire. De fait, l'approche est de nature normative et la méthodologie utilisée de type *backcasting* (rétropolation). La réflexion est donc menée en fonction de cibles prédéfinies à atteindre. L'objectif prioritaire n'est donc pas de « préfigurer » à quoi ressemblerait le transport longue distance en 2047 en termes de chiffres et de parts modales exactes. L'enjeu est de donner une idée de l'ampleur du changement nécessaire pour concrétiser les objectifs fixés, tout en évaluant et en illustrant, pour les trois options envisagées, les choix possibles sur le plan des mesures politiques et des choix technologies.

Cette réflexion normative a été menée en collaboration avec un groupe de travail mis en place pour le projet. Ce groupe, composé de sept experts, s'est réuni cinq fois pour des ateliers d'une journée. De plus, en février 2008, les éléments centraux des scénarios ont été discutés lors d'un atelier avec dix-sept autres experts européens afin de valider les calculs et les arguments-clés et pour développer davantage les scénarios correspondants aux trois options principales précitées. Sur le plan opérationnel, la construction des scénarios a été menée suivant quatre étapes différentes :

- identification des problèmes et des cibles ;
- calcul d'un scénario de référence ;
- conception des images de 2047 pour illustrer ce à quoi ressemblerait un monde dans lequel les objectifs sont atteints et, pour terminer ;
- analyse et évaluation des technologies et des politiques qui pourraient être développées dès à présent pour parvenir à ces images.

Pour chacune des trois options préétablies, un ensemble de paramètres est estimé au regard des objectifs à concrétiser en 2047 en termes d'émission de CO_2, de consommation de pétrole et d'accessibilité aux transports.

Il est peu utile de présenter le détail des différents résultats dans le cadre de notre présente analyse, ceux-ci étant accessibles en ligne. Néanmoins, il est pertinent de mettre en évidence les facteurs qui ont été identifiés comme influençant le système examiné par le projet de 2008 car ils peuvent inspirer un travail sur l'avenir du TAP dans un contexte particulier. Ces facteurs sont présentés au tableau 9.

Tableau 9 : Facteurs d'évolution du système de transport européen à l'horizon 2047

Cadre général	Économie et innovations	Gouvernance	Population	Société et niveau de vie	Mode de vie	Valeurs dominantes
Cadre relatif au système énergétique et de transport	Production et distribution d'énergie	Technologies en matière de pétrole et de propulsion (facteurs d'émission)	Développement des infrastructures de transport	Technologies ITS (*Intelligent transport systems*) et télématique	Schémas de tarification des péages	Technologies de l'information et de la communication (TIC)

Source : d'après Parlement européen, 2008a

Pour chaque facteur, le degré d'influence et le potentiel d'« effet levier » pour atteindre les objectifs fixés sont examinés par les auteurs du rapport, et ce dans le cadre de chacune des trois options principales et également pour les différentes modalités de transport.

En ce qui concerne le transport aérien, tout comme pour ce qui est des autres modalités de transport, plusieurs éléments sont ainsi identifiés comme pouvant contribuer plus ou moins fortement à la réalisation des objectifs visés : taxe carbone, normes d'émissions, marché de permis d'émission, système d'autorisations carbones « individualisées », taxe sur la valeur ajoutée, arrêt de la promotion du pétrole, politique réglementaire d'investissement aéroportuaire, aménagement du territoire, promotion des TIC, promotion des ITS (*Intelligent transport systems*), investissement dans les réseaux de trains à grande vitesse. Pour chaque élément, des pistes d'opérationnalisation sont évaluées et discutées.

De l'ensemble l'analyse, il ressort, *in fine*, que :

- des taux de croissance énormes dans le transport longue distance sont à prévoir et qu'il n'y a aucun signe de découplage entre cette croissance et la croissance économique ;
- le transport longue distance représente plus de 50% des émissions totales de gaz à effet de serre ;
- les émissions augmentent beaucoup plus rapidement que les émissions du transport à courte distance ;
- le transport longue distance étant presque totalement dépendant du pétrole, la croissance des activités du secteur et des déplacements, combinée avec l'augmentation des prix du pétrole, appellent des solutions alternatives pour éviter les conséquences négatives pour la mobilité.

Il est évident, dès lors, que pour réussir à atteindre les objectifs fixés, la combinaison d'innovations technologiques pour mettre au point de nouveaux véhicules avec la réduction de la consommation de carburants carbonés, le transfert modal et une bonne gestion de la demande de transport sera nécessaire. De fait, aucune mesure politique à elle seule ne peut suffire et il faut recourir à toutes les mesures possibles si on veut concrétiser les objectifs prévus. Selon les auteurs, essentiellement trois paramètres ou trois leviers avec lesquels travailler s'offrent à l'Europe :

- le découplage, c'est-à-dire le contrôle de la croissance des volumes de transport ;
- la technologie, c'est-à-dire la modification de l'intensité carbone spécifique des différents modes de transport, et
- le transfert modal, c'est-à-dire le passage vers des modes de transport moins émetteurs de CO_2.

Parmi les conclusions majeures des évaluations qualitatives et quantitatives des scénarios, plusieurs sont directement en lien avec le TAP :

- la technologie n'est qu'une partie de la solution : elle ne nous amènera probablement qu'à mi-chemin atteindre les objectifs en 2047 ;
- les effets de rebond doivent être pris en compte : une plus grande efficacité des systèmes de transport peut engendrer plus une augmentation de la propension à voyager ;
- un transport plus lent, en particulier pour l'aviation, une mesure low-tech à portée de main qui peut réduire considérablement la consommation d'énergie. Son acceptabilité dépend de la fiabilité et de la résilience du système de transport ;
- un changement de grande ampleur est nécessaire si les objectifs doivent être atteints. Les combinaisons de différentes politiques sont inévitables pour relever les défis ;
- le leadership européen est important, notamment pour définir une vision d'un système de transport neutre en carbone en Europe ;
- l'engagement de la population et des autres parties prenantes est crucial pour développer une telle vision et en faire une réalité ;
- certains changements institutionnels et organisationnels peuvent être utiles pour réduire le nombre d'acteurs responsables ;
- une action urgente est nécessaire car, au moment de l'étude, il n'y a aucun signe positif quant à la réalisation des objectifs. Le TAP, au même titre que le transport de marchandises par camions, est tout particulièrement problématique car il contribuera le plus aux émissions de CO_2 et à la consommation de pétrole à l'avenir.

De l'analyse de mesures politiques possibles, il ressort que les actions suivantes seraient des plus pertinentes à mener :

- investir dans les infrastructures ferroviaires pour favoriser le report modal. Une très forte augmentation de la capacité du système ferroviaire est nécessaire pour le rendre compétitif par rapport aux autres modes. Les goulets d'étranglement doivent être supprimés et les options intermodales intensifiées. Le train à grande vitesse transfrontalier requiert des investissements dans les infrastructures et une politique de normalisation. Il faut, en outre, également investir dans l'électrification du réseau ferroviaire dans une optique d'utilisation de sources d'énergie alternatives ;
- réorganiser la répartition des aéroports pour réduire les déplacements. Seule la combinaison de quelques méga-aéroports avec l'intégration du rail et de l'air pourrait être une stratégie viable ;
- utiliser le potentiel des TIC, des téléconférences pour permettre la mobilité virtuelle ;
- prendre des mesures de tarification, à mettre en œuvre progressivement, sur la base des émissions de CO_2, fixer des normes strictes d'émission et mettre en œuvre des dispositifs d'échange d'émissions (permis) pour tous les modes de transport afin de favoriser le développement de carburants pauvres en CO_2 et de nouvelles technologies de propulsion.

Dans tous les cas, selon les auteurs de l'étude, la réduction forte des taux de croissance des transports s'avère incontournable dans le cadre de la poursuite des objectifs visés. Le découplage doit avoir lieu, ce qui signifie que l'objectif d'accessibilité sera affecté. Ceci amènera sans doute à la recomposition du concept d'accessibilité au transport en intégrant l'accessibilité non seulement géographique mais également fonctionnelle, qui devra être envisagée au moyen de la mobilité virtuelle, de trajets plus courts, etc.

9.4.2.2. Le système de transport européen aux horizons 2030 et 2050

En 2009 sont publiés deux rapports issus du très ambitieux projet européen TRANSvisions, dont l'objectif est de fournir un support technique à un débat sur l'avenir du système de transport à un horizon de 20 et 40 ans, notamment en collectant et en analysant des informations sur des exercices de prévision et de prospective à long terme sur le sujet et en élaborant des scénarios originaux incorporant des travaux de modélisation et des études de cas. Il s'agit, *in fine*, de suggérer des objectifs à long terme pour les politiques européennes des transports dans un contexte de réduction des émissions de carbone (MCRIT, 2009, Tetraplan, 2009). Les travaux réalisés sont donc de nature quantitative et qualitative.

Trois types de scénarios sont développés dans le cadre du projet : des scénarios dits « prévisionnels », visant l'horizon 2030, des scénarios exploratoires, à l'horizon 2050, et des scénarios normatifs de type *backcasting*, normés par des objectifs de réduction d'émission de CO_2.

Pour ce qui est des premiers, les prévisions ont d'abord été calculées sur la base de la reconduction du passé. Ensuite, deux alternatives ont été calculées : l'une reposant sur une hypothèse de croissance plus forte du PIB et sur une hypothèse de stabilité de la population en Europe et l'autre sur les hypothèses d'une croissance plus faible du PIB et d'une diminution de cette population.

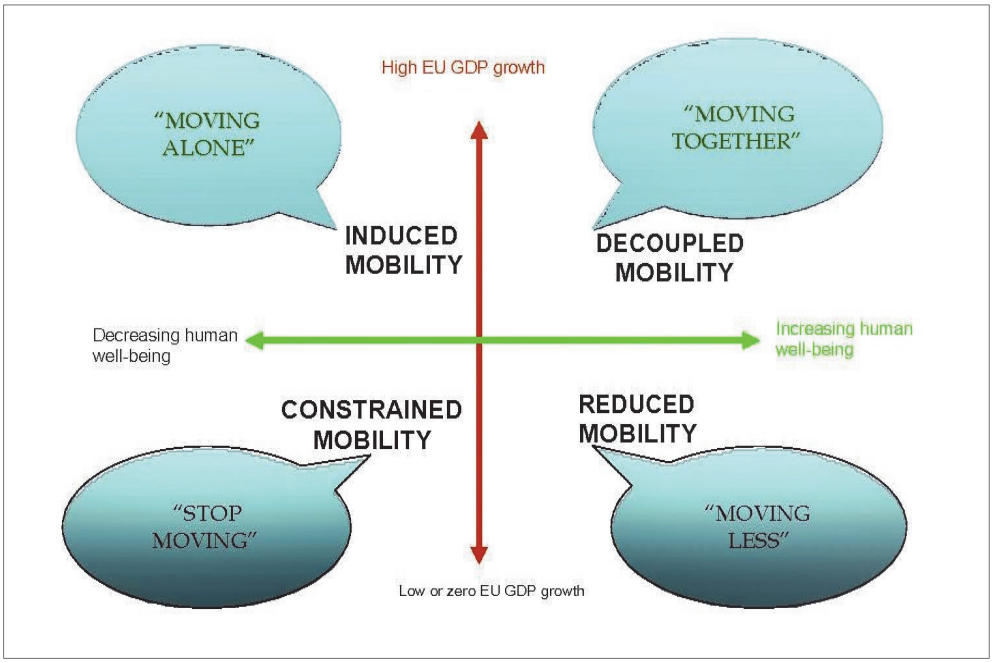
Quatre scénarios exploratoires sont proposés. Comme l'indique la figure 8, ils sont obtenus à partir du croisement de deux facteurs principaux : l'économie et le niveau de bien-être des populations européennes. En voici les grands traits :

- le « parcours organisationnel » : scénario de mobilité découplée qui poursuit le scénario prévisionnel de forte croissance entre 2005 et 2030. Reposant sur un nouveau contrat social et des aménagements équilibrés, ce scénario combine une croissance économique modérée avec une forte durabilité. Des politiques équilibrées sont appliquées, en mettant l'accent sur la tarification et les modalités, ainsi que sur et les partenariats public-privé. Il règne un optimisme général quant à la capacité des institutions publiques à mettre en œuvre des politiques efficaces. Il existe un processus graduel et effectif pour réduire les émissions de CO_2 ;
- le « chemin comportemental », scénario de mobilité réduite, qui poursuit le scénario de faible croissance entre 2005 et 2030. Dans un contexte de développement de modes de vie alternatifs et d'engagement des communautés autour de valeurs partagées, ce scénario combine croissance économique et forte durabilité sociale et environnementale. Des politiques comportementales réduisant la demande de transport motorisé sont appliquées ainsi que des limitations de vitesse sur les routes et de nouveaux règlements sur l'utilisation des sols, conduisant à une augmentation des transports publics. Les trafics longue distance sont réduits. La diminution du CO_2 s'enclenche rapidement mais elle est coûteuse et induit un ralentissement de la croissance du PIB ;
- la « voie technologique » : scénario de mobilité induite, qui poursuit le scénario de croissance supérieur entre 2005 et 2030. Ce scénario combine forte croissance et faible augmentation de la population en raison de migration de 2005 à 2050. La croissance économique forte fait peser des risques sur la durabilité. L'accent est mis sur la technologie, la gestion de l'offre et l'auto-organisation spontanée du marché. La croissance du PIB permet un investissement plus important dans la recherche et le développement, ainsi que dans des infrastructures plus productives, entraînant une réduction de CO_2 lorsque de nouvelles technologies plus efficaces sont mises en œuvre sur le marché. Le CO_2 croît encore rapidement pendant les premières années ;
- le « chemin obligatoire », scénario de mobilité contrainte, qui se caractérise par une forte croissance à partir de 2005-2030 mais qui décline ensuite de façon spectaculaire. Ce scénario

capture à la fois une vision technologique trop optimiste et une vision pessimiste de la capacité des institutions publiques à mener les réformes structurelles nécessaires. Il se distingue par une croissance économique très élevée à court terme et une augmentation de la population due aux migrations jusqu'en 2030, jusqu'à ce qu'un « goulet d'étranglement » soit atteint pour des raisons structurelles (par exemple, le manque d'investissements publics dans les infrastructures ou l'échec de la mise en œuvre de nouvelles technologies, entraînant une réduction dramatique de la rentabilité privée et une situation économique difficile, voire un déclin). Il est attaché à une vision pessimiste concernant la capacité de l'Europe à mener des réformes structurelles. De 2030 à 2050, le scénario associe une croissance économique faible avec une faible durabilité sociale. L'économie est déprimée. Les taxes et les prix en matière de transport ne sont pas augmentés. De nouvelles réglementations et des interdictions sont appliquées pour restreindre la mobilité, afin de réduire les émissions et la congestion. Ce scénario peut être compris comme le scénario de la défaillance du scénario précédent. C'est celui de l'« urgence carbone ».

Chaque scénario donne lieu au calcul spécifique de prévisions concernant un ensemble de variables relatives au système de transport ou à l'environnement, ce qui permet de caractériser et d'évaluer chacun des quatre schémas d'évolution.

Figure 8 : Scénarios exploratoires de l'évolution du système de transport européen à l'horizon 2050



Source : MCRIT, 2009 : 94

Quant aux scénarios normatifs, jalonnés par les années 2005, 2020 et 2050, ils reposent sur l'examen des impacts des politiques d'infrastructure et de tarification et sur des exercices de rétropolation menés pour identifier quelles politiques pouvaient être les plus efficaces pour atteindre les objectifs de réduction d'émissions de CO_2 en 2020 et 2050, et ce dans les cadres fixés par les scénarios exploratoires « organisationnel » et « technologique ».

L'ensemble de ces différents scénarios, quelle que soit leur nature, est illustré et discuté sur la base de plusieurs facteurs de changement, examinés et évalués dans le détail, notamment par la méthode « Delphi »[40] :

- les facteurs « externes » : les forces motrices qui agissent sur le système de transport depuis l'extérieur : énergie (production, demande, type, source, consommation…), économie (développement économique, commerce, mondialisation, logistique, tendances macroéconomiques…), démographie (structure par âge, migrations, modèles de ménages et de localisation…), technologie (matériaux, communication, digitalisation…) et société (utilisation du temps, loisirs, consommation…) ;
- les facteurs « internes », c'est-à-dire les forces motrices qui proviennent du secteur des transports (offre, demande, infrastructures, congestion, intermodalité…) ou résultent des impacts des transports sur l'environnement (changement climatique, internalisation des coûts environnementaux…) ;
- les facteurs politiques, en tenant compte du contexte mondial et européen et de l'évolution future possible des questions de gouvernance mondiale et européenne (politique des transports, politique climatique et environnementale, élargissement de l'Union européenne, politique de sécurité…).

Le tableau 10 présente la synthèse de l'analyse des impacts de ces facteurs sur le système de transport.

Le travail d'anticipation exploratoire et normative, tout comme les exercices d'évaluation *ex ante*, permet aux analystes de formuler un certain nombre d'objectifs à long terme pour des politiques européennes des transports s'inscrivant dans une logique de durabilité. Parmi celles-ci, certaines font directement écho aux enjeux liés aux activités du TAP :

- améliorer les conditions de sécurité et de sûreté ;
- articuler les différentes modalités de mobilité dans un système mieux intégré et plus respectueux de l'environnement, ce qui suppose, notamment, un travail en profondeur sur l'organisation des réseaux et des infrastructures de transport ;
- réduire les incidences environnementales, ce qui implique des progrès du point de vue de la diminution de la consommation des ressources non renouvelables et l'adoption de mesures supplémentaires, notamment en matière de nuisances sonores, d'émissions de polluants atmosphériques et d'émissions de gaz à effet de serre ;
- instaurer un système de prix « intelligents » pour orienter la demande car dans le secteur des transports, comme dans tout autre secteur, il ne peut y avoir efficacité économique que si les prix reflètent l'ensemble des coûts, internes et externes, véritablement occasionnés par l'activité ;
- encourager l'innovation technologique en vue d'accélérer la transition vers une société à faible taux d'émission de carbone, notamment en favorisant la définition de normes et de standards pour les véhicules, les équipements et les infrastructures ;
- éduquer, informer et impliquer pour orienter les comportements futurs des consommateurs et des consommatrices et leurs choix en matière de mobilité durable, et
- harmoniser les positions des pays membres de l'UE en matière de politique de mobilité et de durabilité.

[40] Celle-ci a mobilisé 23 experts, qui ont été interrogés sur l'évolution, à l'horizon 2050, de 39 indicateurs-clés (MCRIT, 2009 : 56).

Il semble évident que ces propositions s'appliquent directement au secteur du TAP, au même titre qu'à d'autres secteurs du transport, de personnes ou de biens. Elles délimitent un périmètre politique dans lequel s'inscrit à présent l'évolution du déploiement des activités relatives au TAP en Wallonie.

Tableau 10 : Les facteurs de changement du système de transport en Europe

Driver	Sub driver	Impacting passenger transport	Impacting goods transport
Population	Size	Transport level	Level of transport by sector
	Age distribution	Trip frequency, trip purposes, mode choice	
	Household type and size	Car ownership, trip frequency, mode choice, trip purposes	
	Localisation	Trip frequency, car ownership, mode choice	
Economy	Macro economic development	Level of transport	Level of transport
	Disposable income	Car ownership, trip distance	
	Productivity by sector		Level of transport by sector, mode choice
	Logistics		Mode choice, trip distance
	Trade		Level of transport by sector, distribution by country, mode choice
	Globalisation	Mode choice, trip distance	Level of transport by sector, mode choice, trip distance
Social change	Time use	Trip purpose	
	Leisure	Trip frequency, trip distance, mode choice	
	Sustainable consumption	Change in car ownership	Change in transport by sector
Energy	Energy price	Trip frequency, mode choice, trip distance, change in car ownership	Level of transport, mode choice, trip distance
	Availability of fuel	Level of transport	Level of transport
Technology	New and improved transport modes	Level of transport, mode choice, trip distance	Mode choice
	ICT	Level of transport, trip distance	Trip distance
Infrastructure	Improved accessibility	Trip frequency, mode choice, trip distance	Mode choice, transport distance
	Congestion	Mode choice, trip distance, route choice	Mode choice, route choice, transport distance
	Interoperability	Mode choice, route choice	Mode choice, route choice
Environment	Internalisation of external costs	Car ownership, trip frequency, mode choice, trip distance, route choice	Mode choice, route choice, transport distance, change to more clean transport modes
Policy	Enlargement	Level of transport, trip frequency, trip distance, mode choice	Level of transport, trip frequency, transport distance, mode choice
	Security	Trip frequency, Mode choice	Mode choice

Source : MCRIT, 2009 : 67-68

9.4.2.3. La réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports à l'horizon 2050 : le projet TOSCA

En 2009, la Commission européenne démarre le projet TOSCA. Celui-ci vise à identifier les technologies et les carburants prometteurs pour réduire, à l'horizon 2050, les émissions de gaz à effet de serre liées aux transports. Les résultats issus de ce projet ont été publiés sous la forme d'un rapport final en 2011 (European Commission, 2011d).

Ce rapport synthétise l'analyse technique et économique des principaux modes de transport et carburants. Il ne s'agit donc pas d'une recherche anticipative mais d'un travail d'évaluation *ex ante* et de simulation appliqué à des alternatives relatives aux technologies et aux carburants. Un *work package* spécifique concerne l'aviation.

À partir de deux avions de référence, des appareils à fuselage étroit et à turbopropulseur de génération opérant dans l'espace aérien européen au moment de la recherche, les technologies à faibles émissions de GES et les dispositifs suivants ont été évalués quantitativement :

- avion à fuselage étroit de remplacement ;
- avion à fuselage étroit propulsé par un moteur à rotor ouvert rapide ;
- avion à fuselage étroit propulsé par un moteur à rotor ouvert à vitesse réduite (ailes non balayées) ;
- biocarburants de seconde génération ;
- avion à turbopropulseurs de remplacement et
- améliorations de la gestion du trafic aérien.

Ces technologies et ces dispositifs ont été identifiés grâce à des enquêtes menées auprès d'experts[41] tandis que leur évaluation en termes de réduction d'émissions et de coûts a été menée sur la base de modèles mathématiques spécifiques et originaux.

De ce travail, il ressort, pour ce qui est du domaine technique, que l'avion de remplacement à fuselage étroit et à turbopropulseurs nécessiterait d'importants investissements en recherche et développement. L'avion à rotor ouvert requerrait également de tels investissements mais pour sa commercialisation, en partie en raison des problèmes liés à la pollution sonore. D'un point de vue économique, la plupart des options semblent être gérables.

Plusieurs dimensions sociétales ont également été discutées par les experts. Parmi celles-ci, le niveau de bruit potentiellement accru de l'avion à rotor ouvert a été considéré comme problématiques par expert. En pratique, ce type d'avions devra se conformer à la réglementation en matière de bruit. Pour ce qui est de l'acceptabilité des consommateurs, le bruit en cabine est un facteur à la fois pour ce type d'avions et l'avion à turbopropulseur. Ces deux types sont également désavantagés par des temps de vol plus longs, de par leur vitesse plus basse.

Pour les auteurs, en ce qui concerne le secteur aérien, des interventions politiques seront probablement nécessaires pour encourager l'adoption des technologies de réduction de CO_2 les plus prometteuses. Cependant, de telles interventions pourraient avoir pour effet d'augmenter les tarifs aériens en général, ce qui pourrait entraîner des problèmes d'équité sociale.

Le projet intègre les analyses relatives aux différentes modalités de transport en une lecture plus globale via l'élaboration de trois scénarios et le calcul de projections de variables de sortie pour

[41] Certaines contraintes ont été fixées pour cette identification. Ainsi, les nouveaux types d'avions anticipés devraient être disponibles vers 2025, avec une limite inférieure et supérieure de plus/moins 5 ans.

chacun de ceux-ci (demande de transport par modalité, émissions de CO_2, parts de marché des modalités…).

La première étape de cette partie de la recherche a consisté en un examen systématique des scénarios de transport européens déjà existants. Trois facteurs majeurs déterminant la demande future de transport de passagers et de marchandises ont ainsi été isolés. Ceux-ci ont été utilisés pour formuler quatre scénarios distincts, sur la base des tendances futures de ces facteurs. Cette étape a été suivie d'un travail de modélisation dans lequel la demande de transport pour chaque scénario a été projetée sous l'hypothèse de l'absence de nouvelles politiques. Enfin, les émissions résultant du transport dans l'UE-27 ont été estimées.

Les trois variables retenues pour la construction des scénarios présentent, du point de vue des experts, une pertinence élevée et une grande incertitude. Le moteur le plus important de la demande de transport est la croissance de l'économie (mesurée par le PIB). Au cours de la majeure partie de l'histoire du transport motorisé, les déplacements de passagers ont augmenté avec une élasticité-revenu d'environ l'unité, c'est-à-dire que chaque augmentation en pourcentage du PIB s'est traduite en une augmentation en pourcentage similaire en pkm[42]. En raison de la forte dépendance des transports vis-à-vis des produits pétroliers, un autre facteur majeur est le prix du pétrole et de ses carburants de substitution. Les prix du pétrole dépendent principalement de facteurs géopolitiques, difficiles à prévoir. Les prix élevés du pétrole dépriment la demande de transport et améliorent la rentabilité des technologies et des carburants alternatifs à faible émission de carbone. Le troisième facteur majeur est l'intensité de CO_2 de l'électricité. Selon les experts interrogés, ce facteur deviendra de plus en plus pertinent pour le secteur des transports car l'électricité deviendra un vecteur d'énergie de plus en plus important pour celui-ci. Si les transports deviennent fortement électrifiés mais que l'intensité de CO_2 de l'électricité ne diminue pas de manière significative, les transports de l'Union européenne pourraient ne pas être en mesure de réduire de manière significative leurs émissions.

Les trois scénarios, établis sur un horizon temporel de 2009 à 2050, sont définis comme suit :

- un scénario de référence, tendanciel, pour l'évolution des facteurs exogènes, « référence » ;
- un scénario défiant l'évolution des facteurs exogènes en termes d'émissions de gaz à effet de serre, « challenging » et
- un scénario d'évolution favorable des facteurs exogènes en termes d'émissions de gaz à effet de serre, « favorable ».

Dans le scénario de référence, la demande de transport augmenterait d'environ 70%, pour le transport de passagers, et de 50% pour le fret d'ici 2050 par rapport au niveau de 2010.

Dans le deuxième scénario, caractérisé par une croissance élevée du PIB et des prix du pétrole stables en 2009, ces niveaux de transport atteindraient respectivement 130% et 80% au-dessus du niveau de l'année 2010.

En revanche, dans le scénario favorable, avec une faible croissance du PIB et des prix du pétrole élevés, la demande de transport n'augmenterait que de, respectivement, 30% et 10%.

La variation autour de la demande de référence 2050 (passagers, fret) dans les scénarios Scénario Difficile (+33%, +16%) et Scénario Favorable (-26%, -29%), offre un éventail suffisamment large d'activités de transport pour l'incertitude dans l'examen des possibilités de réduire les émissions de GES grâce à des changements dans les technologies et les carburants.

[42] Le pkm est une unité de mesure représentant le transport d'un passager par un mode de transport défini (route, rail, air, mer, voies navigables, etc.) sur un kilomètre.

L'augmentation de l'importance relative du transport aérien est commune à tous les scénarios, et tout particulièrement le cas pour le TAP, où la croissance du pkm varie de 50% par rapport aux niveaux de 2010 dans le troisième scénario à 160% dans le deuxième.

Les différences des niveaux d'émissions entre les scénarios sont principalement dues aux différences de demande entre ceux-ci. Les trajectoires technologiques sont similaires dans chaque cas. Les émissions de CO_2 provenant des transports augmentent donc jusqu'en 2050 dans tous les scénarios. Dans le scénario « favorable », les émissions routières et ferroviaires diminuent légèrement jusqu'en 2050, tandis que les émissions du transport maritime et en particulier de l'aviation augmentent. Dans les deux autres scénarios, les émissions augmentent jusqu'en 2050 pour tous les modes, à l'exception du rail. Dans aucun scénario, les objectifs de réduction des émissions suggérés par l'Union ne sont atteints ni même approchés.

Les scénarios ne sont pas non plus neutres en termes d'implications sur les finances publiques. En particulier, les recettes provenant de la taxe sur les carburants en proportion du PIB de l'UE-27 diminuent de 1,4% en 2010 à 0,7-0,9% en 2050.

Le rapport présente également les résultats des simulations de mises en œuvre de différentes politiques établies grâce à différents modèles mathématiques. Il se termine en soulignant que des technologies prometteuses et des options de carburant existent, mais qu'elles entraînent des coûts supplémentaires importants et nécessitent une intervention gouvernementale telle que des investissements en recherche et développement, des mesures réglementaires, des subventions et/ou des mesures fiscales. La consommation d'énergie par pkm peut être réduite de 30 à 50% pour la plupart des modes de transport utilisant des technologies qui pourraient devenir disponibles dans les années 2020. Le renouvellement des flottes contribuerait à la réduction des émissions de CO_2. Ces réductions pourraient être complétées par l'utilisation des biocarburants de deuxième génération et de l'électricité à partir de sources à faible émission de carbone. Un système de transport davantage basé sur l'électricité offrirait également des avantages secondaires en termes de dépendance réduite à l'égard des importations d'énergie.

Complémentairement à l'action publique, l'industrie devrait être encouragée à réaliser les investissements à forte intensité de capital nécessaires pour fabriquer ces technologies et ces carburants.

En outre, cette transition exige également que la société donne la priorité à l'atténuation du changement climatique par rapport à d'autres besoins car ces interventions politiques entraîneront des dépenses publiques supplémentaires (et donc des impôts plus élevés ou des coupes dans d'autres budgets gouvernementaux en période de crise des finances publiques) et/ou des prix plus élevés et donc une mobilité réduite.

Cependant, même en supposant des niveaux très optimistes d'adoption de technologies et de carburants prometteurs, il est peu probable que les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports de l'Union puissent être réduites de manière significative en dessous des niveaux de 2010 d'ici 2050, à moins que des quantités abordables et importantes de biocarburants et d'électricité puissent être fournies. Par conséquent, il apparaît que les mesures technologiques seules ne peuvent pas produire des réductions suffisamment importantes des émissions des transports pour rencontrer les objectifs climatiques, au moins d'ici 2050. La question de la réduction des besoins de transport doit donc être envisagée. C'est tout particulièrement évident pour le secteur aérien dont la flexibilité technologique est plus faible que celle des autres secteurs du transport.

9.4.2.4. Évolution de la demande de transport en Europe : facteurs de changement, scénarios et défis

Le dernier exercice mené au niveau européen que nous examinerons est plus récent. Il a été publié en 2015. Il concerne l'examen anticipatif de l'évolution de la demande de transport en Europe (João *et al.*, 2015). Il s'agit d'une analyse de scénarios à l'horizon 2050 visant à identifier les défis posés en la matière pour les acteurs industriels et politiques européens. Il intègre les résultats d'études antérieures et adopte, pour élaborer les scénarios, une méthodologie reposant sur la consultation d'experts. Il présente la particularité de traiter du transport sans en aborder les modalités classiquement distinguées par les autres publications (avion, train, route, maritime, fluvial…). Il s'attèle donc à une réflexion générique sur la demande de mobilité qu'aux moyens de rencontrer un besoin ou un désir en la matière.

Ce projet a été mené en trois temps :

- le développement des scénarios mondiaux futurs ;
- l'identification des facteurs qui influenceront la future demande de transport, et
- l'identification des tendances et des défis pour les passagers et transport de marchandises.

Ce séquençage est quelque peu inhabituel dans la mesure où, généralement, dans les travaux prospectifs, l'identification des facteurs de changement précède l'élaboration des scénarios (Godet, 2007 ; Meinert, 2014). Néanmoins, João *et al.* Indiquent que les deux premières étapes ont été menées de manière itérative et en interaction, se nourrissant l'une l'autre.

Pour ce qui est des facteurs de changements, un ensemble de « mégatendances[43] » a d'abord été identifié comme potentiellement pertinent pour l'évolution du secteur du transport, et ce sur la base d'une revue de la littérature et de la consultation des experts. Ces mégatendances sont la mondialisation, l'urbanisation, le vieillissement démographique, le développement de la société de la connaissance, l'essor de l'individualisme, l'augmentation des migrations, la connectivité de plus en plus importante, l'immédiateté des besoins, la demande pour un ralentissement du mouvement (*slow motion)*, l'émancipation des femmes, la conscientisation, la hausse de la consommation, le jeunisme, la recherche grandissante d'expériences.

Ensuite, sur la base de ces mégatendances et d'une réflexion sur les signes de mutations effectives ou à venir pouvant affecter la demande future de transport, une liste de facteurs de changements pertinents pour ce secteur a été stabilisée.

Ces facteurs sont liés aux différentes sphères de l'activité humaine et classés dans les catégories définies par la démarche « STEEP » : sociale, technologique, économique, environnementale et politique. L'inventaire de ces facteurs est présenté au tableau 11.

Les questions et les enjeux relatifs à l'avenir des transports ont été répertoriés par la même occasion. Dans le secteur des passagers, ces questions couvraient quatre domaines : (1) les « macro-flux » de transport, (2) les modes d'utilisation des terres, (3) les attitudes sociales et les préférences et (4) le but des voyages. Dans le secteur du fret, (1) les « macro-flux » de transport, (2) les problèmes politiques et (3) les problèmes de comportement ont été pris en considération.

Les questions et les défis ont été intégrés dans quatre scénarios globaux élaborés sur la base de l'analyse des facteurs de changement et des hypothèses relatives à leur évolution future. Pour

[43] Une mégatendance, ou *megatrend* en anglais, est une tendance de fond qui affecte plusieurs dimensions des sociétés et qui est observable à l'échelle internationale, voire mondiale. Elle se déploie sur le long terme au sein des sociétés, qu'elle change en profondeur (Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Megatrend).

chaque scénario, la situation de la demande de transport de passagers et de transport de marchandises est examinée.

Le premier scénario, « Unlimited Society » présente un monde qui a surmonté les plus grandes limites à la croissance, notamment sur le plan environnemental (réchauffement climatique) et technologique. La technologie est capable de résoudre les problèmes environnementaux et énergétiques cruciaux. Les pratiques sociales actuelles peuvent perdurer et même suivre la voie d'une consommation accrue, entre autres en termes de voyages. La prospérité économique et la croissance verte sont évidentes dans l'ensemble du monde. La concurrence économique mondiale constitue le plus important moteur pour les sociétés.

En ce qui concerne la demande de transport, celle-ci augmente, dans le sillage du développement économique, de la mondialisation et du nomadisme. Les conséquences en termes d'émissions ne sont pas problématiques car on dispose de technologies vertes. La vitesse des déplacements et la possibilité de rentabiliser davantage le temps de ceux-ci sont un facteur clé pour les choix en matière de transport. On ne fait presque plus la « navette » comme dans les jours plus anciens : le télétravail est fortement présent et les écoles et les universités sont de plus en plus organisées de manière virtuelle.

Les voitures « zéro émission », maintenant bien au point, sont considérées comme un moyen de transport rapide et pratique, en particulier pour les courtes distances. De nouvelles formes d'usage combiné « voitures et vélos électriques » gagnent des parts sur le marché de la mobilité. Les formules de « crédit-bail » sont courantes puisque les nomades changent fréquemment de résidence. Le recours aux taxis et, dans une moindre mesure, à l'autopartage se développe également. En zones rurales, posséder sa propre voiture demeure une préférence. En zones urbaines, en dehors des voitures et des vélos électriques, le métro est très populaire et les plus jeunes sont très ouverts aux différentes options de transport et à leurs combinaisons, tandis que les personnes âgées ont plus tendance à utiliser la voiture, notamment dans le cadre de locations.

Tableau 11 : Les facteurs influençant l'évolution de la demande de transport en Europe à l'horizon 2050

Catégorie	Facteur	Composantes
Sociale	Démographie	croissance démographique, vieillissement, migration, flexibilité du lieu de vie
	Éducation et capital social	niveau d'éducation, égalité du capital culturel
	Préférences et sensibilités	consumérisme *versus* spiritualisme, sensibilisation à l'environnement, propension à posséder les biens ou au contraire à en partager l'utilisation, valeur sociale des choix de voyage, rationalité des choix, valeur de la sécurité, valeur de la santé, valeur du temps libre et des loisirs
Technologie	Capacité technologique à aborder les questions énergétiques, environnementales et les défis du vieillissement par les évolutions techniques	
Économie	Développement économique	niveau de croissance, stabilité économique, volume du commerce international, égalité économique
	Modes de production et de consommation	part du travail basé sur les connaissances, paradigmes de réseaux d'achats, échelle de production : travail de masse vs personnalisé, réduction du temps de travail rémunéré
	Développement urbain	urbanisation, densité urbaine, congestion
	Énergie	pénurie d'énergie fossile, niveau des prix
Environnementale	Changement climatique	
	Biodiversité et autres questions environnementales	
	Pollution locale (air, bruit)	
Politique	Politique Coopération mondiale sur des questions mondiales	
	Puissance de l'État	
	Pouvoir du peuple et des organisations civiles	
	Conflits internationaux	
	Problèmes de sécurité	
	Libéralisation du marché	
	Développement des infrastructures	

Source : d'après João *et al.*, 2015

Les différences entre les zones urbanisées, en croissance constante, et les autres zones, qui rétrécissent, s'accroissent : les investissements publics sont principalement réalisés dans les centres de croissance car ils y sont plus rentables, et, si un nombre important de personnes aiment encore vivre à la campagne, elles doivent accepter des infrastructures moins développées.

Dans le transport de marchandises, les économies émergentes rattrapent le reste du monde et elles jouent un rôle important en générant de nouvelles demandes pour être desservies tant en tant que nouveaux marchés de consommation que nouveaux espaces de production.

L'émergence de « méga-entreprises » entraîne la création de chaînes d'approvisionnement mondiales hautement efficaces. Le nomadisme crée de grandes dispersions des marchés de consommation et crée une demande supplémentaire pour le transport de marchandises de matériel de construction et de matières premières. De nouveaux procédés de fabrication permettent à de nouveaux matériaux de devenir courants. L'impression 3D prend le relais dans certains segments de marchés de produits, créant de nouveaux besoins de services logistiques.

Dans ce premier scénario, les constructeurs européens doivent se préparer pour une augmentation significative de la demande d'efficacité et de véhicules « zéro émission ». Pour les gouvernements des économies fortes, il deviendra nécessaire de mettre en œuvre une planification durable de l'utilisation des territoires et d'améliorer la capacité des infrastructures, en particulier pour l'aéronautique. Enfin, en raison du phénomène de nomadisme (par lequel les gens deviennent moins attachés à un lieu de résidence et de travail), il faudra aménager les cadres législatifs relatifs au travail et la fiscalité. En ce qui concerne le secteur du fret, les gouvernements européens et les fabricants devront conclure des accords de coopération afin de développer des modèles commerciaux qui concurrenceront les entreprises mondiales. L'accent sera mis sur la création de relations non concurrentielles solides au niveau européen et sur l'utilisation simultanée des avantages géographiques, technologiques et environnementaux des États membres et des entreprises de l'Union face aux concurrents mondiaux.

En outre, il sera crucial pour l'Union de proposer des incitants aux entreprises européennes pour demeurer sur son territoire, ainsi qu'à celles qui souhaitent délocaliser leurs activités sur celui-ci. En général, il faudra veiller à créer des liens solides entre les fournisseurs, les expéditeurs et les fabricants au sein de l'Union, dans le but de créer des chaînes d'approvisionnement régionales rapides et flexibles.

Le deuxième scénario, « Passivité et effondrement », dépeint un monde où les sociétés sont incapables de faire face aux problèmes environnementaux et énergétiques imminents. Elles connaissent les effets du changement climatique et de la dégradation de l'environnement causés par les activités humaines. Finalement, les sociétés échouent économiquement et politiquement. Le scénario met l'accent sur les conséquences d'un effondrement, l'incertitude inhérente et la nécessité d'une adaptation rapide dans un environnement instable monde.

Sur le plan des transports, par rapport au début du siècle, le nombre total de passagers diminue en Europe. Il n'y a pas beaucoup de transport international et de nombreux voyages d'affaires de longue distance sont remplacés par des réunions virtuelles. Le secteur du tourisme et les déplacements connexes diminuent. La plupart des déplacements quotidiens sont liés au travail et à la vie courante. Ils sont principalement de courte distance, avec des choix de modalités bon marché (bus, vélos). Les voyages d'agrément connaissent une baisse significative.

Au niveau de la politique européenne, la flexibilité et la résilience sont les seules stratégies politiques qui trouvent un large soutien. Il n'y a pas d'engagements sur des objectifs clairs à long terme. Étant

donné le degré général d'incertitude élevé qui règne, le contexte n'est pas attrayant pour les investissements. Les budgets de recherche et développement sont réduits et il n'y a pas beaucoup de possibilités pour l'innovation, de quelle que nature elle soit.

Le changement le plus frappant dans le secteur des transports est la nouvelle domination de toutes sortes de services de bus pour les trajets longs et courts. Les bus, les vélos et les voitures partagées dominent la répartition modale urbaine.

Les économies régionales se concentrent sur le secteur primaire, c'est-à-dire l'agriculture, l'élevage, la pêche et une certaine extraction limitée des dernières réserves d'énergie. Les pays qui ont encore de l'énergie et les réserves naturelles orientent la demande et la production, ce qui conduit à l'avènement de pôles régionaux qui influencent les quelques chaînes d'approvisionnement mondiales encore présentes. La demande de services de fret se réduit, tandis que les coûts de transport augmentent. La réduction de la demande de produits et la rareté de l'énergie et des ressources naturelles induisent le besoin d'un système de fabrication sans stock plus efficace et basé sur le principe de fabrication sur commande. Le « seconde main » et le recyclage jouent désormais un rôle considérable pour pallier la rareté des matériaux.

Dans ce deuxième scénario, l'augmentation des trajets de courte distance nécessitera la création de différents types d'infrastructures, adaptées aux nouveaux besoins. Par ailleurs, les états dépendront des partenariats public-privé pour le financement des infrastructures. Les constructeurs européens feront face à une demande accrue de véhicules bon marché et de petite taille. En raison de la désagrégation du pouvoir des états, la direction peut être indiquée par le secteur privé, par exemple sous la forme d'une union de chaînes d'approvisionnement régionales au sein de l'Union, faisant du continent un « *hub* » d'approvisionnement mondial. L'Union devra se concentrer sur la création de la stabilité politique sur son territoire et sur l'élaboration et la mise en œuvre de politiques européennes contre le terrorisme et la criminalité, ainsi que le développement d'une meilleure gestion et anticipation des catastrophes.

Le troisième scénario « Coopération et décroissance » décrit un monde où les gouvernements ont pris conscience de l'importance de l'environnement et coopèrent pour gérer correctement les biens communs mondiaux, préserver l'énergie et les ressources naturelles. Le monde occidental décide de se détourner du consumérisme et d'adopter des modes de vie moins matérialistes. Il ramène la production économique à un niveau compatible avec la durabilité. Les gens consomment et voyagent moins.

Sur le plan des transports, en raison de la rareté des ressources, il y a une forte augmentation de l'efficacité. Le monde est caractérisé par la mondialisation, avec une libre circulation des biens et des services. Le PIB et la consommation sont limités par le coût élevé de l'énergie et d'autres ressources, ainsi que par une réduction du temps de travail.

Les villes petites et moyennes sont perçues comme les structures urbaines les plus durables. Elles minimisent les distances et réduisent le coût du transport. Le taux de motorisation individuelle y est faible. Les gens utilisent les transports en commun, le covoiturage et les vélos électriques. Les liaisons ferroviaires entre les villes sont en augmentation. Les Européens se déplacent moins. Les voyages se raccourcissent mais leur fréquence augmente. Les habitudes de voyage sont dominées par les loisirs, avec des destinations locales ou régionales, plus proches.

Pour ce qui est du fret, le développement de la coopération internationale des gouvernements pour la gestion des ressources naturelles et énergétiques existantes constitue la tendance principale. Celle-ci se traduit par l'introduction de nouvelles législations environnementales et une surveillance de l'utilisation des ressources naturelles et des réserves d'énergie renforcée, ce qui garantit un usage et une exploitation durables.

De nouveaux modèles économiques de partage des services de transport de fret voient le jour, afin de réduire les coûts énergétiques et de respecter l'environnement. La technologie se concentre sur des moyens de transport efficaces, notamment en termes énergétiques. Elle propose de nouveaux matériaux légers et plus résistants, une amélioration de l'aérodynamique des véhicules, des méthodes de propulsion perfectionnées et processus de fabrication plus respectueux de l'environnement. L'avènement de l'impression 3D augmente la demande de produits imprimés qui peut devenir une alternative moins chère à la production conventionnelle tout en économisant les ressources. Néanmoins, l'utilisation de cette technologie 3D ne parvient à s'imposer que dans certains segments et les produits fabriqués de manière conventionnelle demeurent majoritaires.

Dans ce scénario, la relocalisation des financements publics est nécessaire, notamment vers les villes petites et moyennes, afin de gérer au mieux le coût des transports urbains et de proposer des solutions économes en énergie. De plus, l'Union donnera la priorité à l'économie du partage, y compris au niveau de l'ajustement des cadres réglementaires, l'enjeu étant de permettre aux systèmes d'autopartage de devenir le modèle dominant. Généralement, il y aura une transition vers des innovations économes en ressources. Ces innovations impliqueront les clients dans leur conception. Des campagnes visant la protection environnementale devront être menées auprès des entreprises et des particuliers, en se concentrant sur la réduction de la consommation, sur le seconde main et sur le recyclage. Ces campagnes seront menées conjointement à l'application cohérente de systèmes de taxes environnementales élevées à tout le système de transport.

Les capacités infrastructurelles ne nécessiteront pas d'extensions globales en raison de la stagnation des flux de personnes et de marchandises, mais il faudra veiller à faciliter de passage de la route au rail. Les gouvernements et les fabricants auront besoin coopérer afin de mener une politique environnementale et de fixer un cadre législatif *ad hoc* beaucoup plus radical, notamment en vue d'économiser l'énergie et de préserver les ressources naturelles.

Le dernier scénario « Intelligent et spirituel » présente un monde où les sociétés se sont détournées du matérialisme et de la consommation pour se concentrer sur la spiritualité, les valeurs non matérielles et la qualité de vie. Il met l'accent sur les conséquences d'un glissement des préférences sociales et de la culture vers valeurs différentes. Il présente un monde plus rationnel, où les gens accordent une grande importance aux problèmes de long terme, comme la santé et la sécurité. Les décisions sont prises en fonction des préoccupations environnementales. Le centre des villes se libère de la circulation motorisée. Des styles de vie différents émergent et le télétravail permet aux gens de travailler à distance. La population est très consciente des différents enjeux économiques, sociaux et environnementaux et se comporte de manière plus réfléchie. On travaille moins et on consacre plus de temps aux loisirs et à l'exercice spirituel.

Dans le domaine des transports, la durabilité et la sécurité sont très importantes dans la vie quotidienne et sont déterminantes pour les choix de mobilité. « Ralentir » est le mot d'ordre dans tous les domaines de la vie quotidienne. La vitesse n'est pas la priorité. Le temps de déplacement ne doit pas être gaspillé mais être utilisé pour travailler ou se détendre.

Dans la plupart des zones urbaines, les voitures particulières sont interdites. Des solutions intégrées de transports en commun, de partage de voiture, de vélos et de marche sont l'épine dorsale des systèmes de transport urbain. Les zones urbaines sont attractives et sont en croissance mais il y a un certain intérêt pour les zones rurales, où il y a toujours peu d'alternatives à la propriété privée de voitures et de vélos électriques.

Globalement, peu de gens possèdent une voiture et le nombre de voitures diminue fortement. L'utilisation de la voiture est progressivement éliminée. Les schémas de partage sont omniprésents et les services de mobilité sont bien réglementés.

Les sociétés deviennent antimatérialistes et demandent aux gouvernements de coopérer et de mieux surveiller les ressources et les réserves énergétiques afin de garantir leur utilisation et leur exploitation durable. Les solutions mixtes passagers et fret deviennent beaucoup plus courantes, ce qui, en utilisant pleinement l'infrastructure existante, permet de compenser les plus petits volumes de marchandises transportés.

Les services de fret partagés jouent également un rôle considérable dans la maîtrise et la réduction des coûts. Des modes de vie alternatifs émergent, qui montrent une préférence pour les produits locaux. La demande d'espaces ouverts et libres de trafic dans les centres-villes donne naissance à une nouvelle logistique urbaine.

Dans ce dernier scénario, l'Union européenne devra se préparer à faire face à l'énorme demande de nouveaux produits qui répondent à l'évolution des besoins de la société. De plus, sur le plan législatif, des réformes seront nécessaires pour favoriser le télétravail. Des dispositions devront également être prises pour la promotion de télétravail, tant sur le plan fiscal qu'en termes d'aménagements des infrastructures et d'incitants pour les entreprises. Les nouvelles valeurs devront être intégrées dans la politique et dans la gestion des entreprises pour assurer le succès d'innovations dans le secteur des transports qui répondent aux besoins de rationalisation et de santé. De nouveaux cadres politiques et des infrastructures pour le développement d'une logistique urbaine favorisant les espaces ouverts et les centres-villes sans circulation devront être concrétisés. De nouveaux types de moyens de transport pouvant transporter à la fois du fret et des passagers devront progressivement être conçus.

Même s'il concerne un objet plus global, l'exercice réalisé par João et ses collègues est intéressant pour une réflexion prospective sur le TAP, notamment en Wallonie. Il indique les éléments à examiner avec une attention particulière, entre autres au niveau des systèmes de valeurs des populations, de l'évolution économique et des contraintes énergétiques et environnementales.

9.4.2.5. La mobilité porte-à-porte en Europe à l'horizon 2035

Kluge *et al.* ont publié, en 2020, un article méthodologique en lien avec l'avenir de la mobilité « porte-à-porte » en Europe. Même si l'objectif de cette publication n'aborde par les évolutions possibles de cette mobilité, l'article étant consacré à l'examen critique de l'application de la méthode « Delphi » à un questionnement particulier.

Partant du constat que les voyages intermodaux « porte-à-porte » (D2D) gagnent du terrain pour les compagnies aériennes, les aéroports et les fournisseurs de transport et que, dans le même temps, la concurrence s'intensifie, les auteurs mettent en évidence qu'une meilleure compréhension des besoins des futurs voyageurs en matière de mobilité D2D est cruciale pour le secteur de la mobilité, principalement pour planifier à long terme et adapter son offre en conséquence et améliorer l'expérience globale des passagers.

Peu d'informations étant disponibles sur le sujet, les auteurs se livrent à un exercice prospectif sur la base de la méthode « Delphi » à l'horizon 2035. Leur article examine les projections futures du nombre de futurs passagers aériens européens et leurs besoins pour l'ensemble de la chaîne de voyage D2D, y compris les voyages aériens long-courriers et les modes d'accès et de sortie des aéroports.

Le travail se déploie, dans une première phase, dans une étude préliminaire, combinant les entretiens de 18 experts, une revue de la littérature et un atelier d'experts.

Cette première phase permet de mettre en exergue une série de propositions relatives à l'aboutissement de l'évolution du D2D à l'horizon 2035 :

- les passagers demanderont de plus en plus des voyages D2D personnalisés (à la demande, flexibles et adaptés aux préférences personnelles) ;
- l'âge ne définira plus autant les besoins des passagers ;
- les préférences de voyage genrées dans les trajets D2D seront de plus en plus différentes les unes des autres ;
- de nouveaux environnements de travail influenceront les exigences des voyageurs d'affaires sur la chaîne de voyage D2D ;
- les passagers demanderont de plus en plus d'utiliser le temps de trajet tout au long de leur trajet D2D comme temps à valeur ajoutée (comme pour le travail, le réseautage, l'éducation, etc.) ;
- les passagers demanderont de plus en plus non seulement des services de transport, mais aussi plus de confort et de commodité tout au long de leur voyage D2D (comme des options pour dormir et faire la sieste, des sièges confortables, etc.) ;
- les passagers seront de plus en plus sensibles aux prix tout au long de la chaîne de voyage ;
- les passagers seront de plus en plus disposés à payer plus pour des trajets D2D respectueux de l'environnement ;
- les passagers fourniront de plus en plus de données privées pour personnaliser leurs trajets D2D ;
- les services de mobilité basés sur internet seront les planificateurs des voyages personnels des passagers et contrôleront complètement chaque aspect de leurs voyages D2D ;
- dans le contexte d'une automatisation et d'une numérisation accrues, les passagers demanderont de plus en plus une interaction humaine tout au long de leur chaîne de voyage D2D ;
- les nouvelles technologies de l'information et de la communication remplaceront en partie les voyages aériens long-courriers pour les voyages privés (comme les vacances, les visites d'amis et de parents, etc.) ;
- la mobilité autonome facilitera la mobilité D2D ;
- les fournisseurs impliqués dans une chaîne de voyage D2D, tels que les transports publics, les aéroports, les compagnies aériennes et les plateformes de voyage, collaboreront de plus en plus pour offrir des produits et services de mobilité intégrés ;
- les offres intégrées autour de la mobilité D2D deviendront l'avantage compétitif des compagnies aériennes ;
- les compagnies aériennes, les transports publics et les aéroports se concentreront principalement sur la fourniture de services de transport. Les entreprises technologiques reprendront les services supplémentaires proposés aux passagers (comme les achats à bord, les divertissements, etc.) ;
- les cadres politiques soutiendront une mobilité D2D intégrée et transparente.

Les auteurs ne proposent cependant pas une analyse systémique de l'objet de la recherche. De même, ils n'explicitent pas une liste des facteurs influençant la dynamique de ce dernier.

Ensuite, sur la base des propositions issues de la première phase, une enquête « Delphi » en deux tours est menée auprès de 38 experts, incorporant des représentants de l'industrie des transports, des spécialistes universitaires et des consultants. L'objectif est de stabiliser un consensus sur les résultats de la première phase afin d'élaborer des scénarios d'évolution. Pour ce faire, les résultats

de l'enquête sont soumis à une analyse classificatoire hiérarchique. Trois « scénarios[44] » possibles sont ainsi dégagés :

- le « voyage D2D personnalisé » ;
- le « voyage D2D intégré » et
- le « changeur de jeu » (*game changer*).

Le premier scénario est centré sur le recours aux nouvelles technologies digitales et la haute personnalisation de l'offre de transport pour le client. L'offre de voyages doit être flexible et coller au plus près à la demande individuelle. Elle doit être adaptée aux préférences de chaque client. En 2035, les passagers demandent de plus en plus une mobilité D2D personnalisée. Il n'est cependant pas certain que ce type de service personnalisé soit économiquement accessible à tout le monde. Il est possible que seuls les voyageurs d'affaires et les voyageurs privés fortunés puissent en profiter.

Dans ce scénario, les progrès technologiques sont plus qu'utiles : la numérisation favorise l'essor de ce type de voyage personnalisé. Elle permet, notamment de gérer l'offre, d'exprimer la demande, de planifier les voyages et les services personnels aux passagers et de contrôler complètement chaque aspect de leurs voyages. Des plateformes digitales permettent aux passagers de déléguer tous les préparatifs de voyage, ce qui améliore l'expérience des déplacements et génère des opportunités d'activités nouvelles. L'actualisation des informations relatives aux déplacements en temps réel et la navigation en ligne sont deux aspects pratiques essentiels qui fourniront aux futurs passagers des bénéfices significatifs sur l'ensemble des trajets et permettront d'optimiser les itinéraires en fonction des préférences de l'utilisateur. Cela assurera également une mobilité fluide, sans encombrement et intermodale. Les services offerts seront également plus riches en matière d'information des clients, en matière de divertissements, de logement, de restauration, de prise en charge touristique… Le « planificateur » de voyage contrôlera chaque aspect du voyage D2D, y compris ceux liés au séjour à destination. Ceci supposera de disposer de données individuelles pour cerner les préférences personnelles et la coopération entre des opérateurs de nature très différentes.

Sur la base des changements des profils de passagers observés dès à présent, des demandes nouvelles devront être prises en compte. De nouveaux environnements de travail influenceront en effet les exigences des voyageurs d'affaires. L'impact des nouveaux emplois sur les voyages d'affaires, poussés, par exemple, par la montée des marchés à forte croissance, sera évident. Le développement des TIC pourra permettre de nouvelles manières de travailler, exigeant plus de souplesse : travail à domicile, qui pourraient avoir un effet négatif sur la propension à voyager pour des motifs professionnels, travail en cours de déplacement, réunions *online* en cours de trajet… Par ailleurs, la collaboration mondiale pourrait favoriser les déplacements professionnels. Le temps des déplacements devra être rentabilisé et mis à profit pour la réalisation de tâches professionnelles. Cela aura également un impact sur les préférences des clients et la demande en termes de transport public. Les aéroports devront, par exemple, fournir des espaces de *co-working.* Dans les véhicules, la connectivité devra être maximale et les espaces devront être optimisés pour le travail des clients.

Les passagers exigeront également confort et commodité tout au long de leur voyage D2D : des possibilités en termes de restauration, de divertissement ou de repos devront être prévues dans les diverses étapes du trajet D2D.

Le deuxième scénario, celui des déplacements D2D intégrés, se concentre moins sur les services offerts par chaque intervenant mais plutôt sur la collaboration entre opérateurs en vue d'offrir des services intégrés et de gagner un temps de déplacement précieux. Dans ce cadre, le voyage n'est pas considéré comme un simple déplacement entre deux points, comme dans le scénario 1, mais

[44] La trajectoire conduisant aux trois configurations identifiées n'est pas détaillée dans l'article.

comme une durée. Celle-ci doit être réduite au maximum ou rentabilisée au mieux du point de vue du passager. Ici aussi, le rôle de la digitalisation sera majeur.

Les prestataires le long d'une chaîne de valeur de voyage D2D, tels que les transports, les aéroports, les compagnies aériennes et les plateformes de voyage, devront donc collaborer de plus en plus afin d'offrir des produits et services de mobilité intégrés et rapides. Le voyage D2D affecte déjà actuellement divers acteurs mais le nombre croissant de passagers et l'augmentation de la demande de services intégrés stimulera fortement la coopération entre les opérateurs. Pour un produit intégré, la collaboration sera nécessaire. L'efficacité de l'ensemble du système de transport ne pourra qu'augmenter. Dans un tel contexte, de nouveaux cadres politiques et de nouvelles lignes directrices devront soutenir les partenariats afin de surmonter ou de gérer les intérêts divergents des multiples parties prenantes. Cependant, l'intégration de celles-ci dans une même chaîne de valeur pourrait s'avérer difficile et les coûts d'intégration supérieurs aux bénéfices. Une possibilité serait l'intervention d'« intégrateurs » tiers agissant en tant qu'interface pour la clientèle et fournissant des services de mobilité intégrés, fluide et combinant différents modes, avec le risque de réduire des entreprises du secteur de la mobilité à de simples prestataires logistiques purs.

Néanmoins, une tension avec le premier scénario est possible, particulièrement en ce qui concerne les voyages aériens long-courriers, où la réduction du temps de trajet pourrait ne pas être la plus haute priorité des usagers car des temps de trajet plus longs combinés avec un environnement de travail optimal pourraient être préférés à des temps de trajet plus courts.

Le troisième scénario est plus disruptif que les deux précédents et propose un avenir plus alternatif pour 2035. Le secteur de la mobilité se verrait investi par des entreprises externes à celui-ci et opérant plutôt dans les secteurs des technologies numériques, comme Amazon ou Google. Ceci amènerait à une complète recomposition de l'offre relative à la chaîne de voyage et affecterait l'évolution des revenus pour les prestataires de transport.

Dans ce cadre, les compagnies aériennes, les transports publics et les aéroports se concentreraient principalement sur la fourniture des services de transport de base, tandis que les entreprises technologiques assureraient les services supplémentaires proposés aux passagers, tels que le *shopping* ou les divertissements à bord. Actuellement, ces dernières offrent déjà des services de réservation transparents et pratiques aujourd'hui. Un autre avantage commercial pour ces entreprises est l'accès aux données des passagers et la connaissance des préférences des clients. Elles s(er)ont d'ailleurs les mieux positionnées à ce niveau et ont déjà une longueur d'avance aujourd'hui. Dans ce scénario, le système de divertissement en vol serait localisé sur des appareils personnels, transporté par chaque passager, étant équipé d'applications adaptées au profil de chaque client et proposant du contenu personnalisé prêt à l'emploi à bord et tout au long de la chaîne de déplacement.

Ces trois scénarios montrent des évolutions possibles dans le futur D2D marché du transport aérien. Alors que le premier scénario est axé sur la personnalisation et l'offre de produits et de services différenciés offerts par un opérateur unique tout au long de la chaîne de voyage, le deuxième scénario se concentre davantage sur la collaboration et le partenariat entre les fournisseurs pour proposer des offres intégrées.

Le scénario 3 déclasse les entreprises de mobilité en « simples » fournisseurs de transports avec des produits auxiliaires accessibles uniquement par le biais de la collaboration avec les entreprises technologiques. En examinant les points communs entre les scénarios, on peut conclure que la numérisation et la personnalisation seront d'importants facteurs de changement pour le D2D. Le temps de trajet « ennuyeux » doit être utilisé le plus agréablement possible : soit pour travailler, se détendre, ou se divertir, ce qui pourrait s'avérer difficile à offrir à travers tous les points de contact à

travers la chaîne de voyage. L'utilisation flexible du temps de trajet en fonction des préférences personnelles est un point central dans les trois scénarios mais il conviendra encore de tenir compte des différents types de voyageurs (affaires *vs* loisirs), des budgets de voyage disponibles (*low cost vs premium*) et des distances de voyage (court-courrier *vs* long-courrier).

In fine, selon les auteurs, de l'ensemble du processus, il ressort, en ce qui concerne le D2D, que, en 2035 :

- la numérisation et la personnalisation seront des moteurs importants pour les futurs voyages aériens D2D ;
- les passagers exigeront de pouvoir valoriser le temps du voyage, par exemple, en travaillant ou se divertissant ;
- le type de passager, l'âge, l'origine et le budget de voyage disponible demeureront des facteurs d'influence ;
- les besoins futurs, plus différenciés, des passagers peuvent ouvrir de nouvelles opportunités commerciales ;
- les entreprises sont invitées à adopter des mesures visant à la personnalisation de l'offre et à la numérisation et à établir des partenariats.

Au-delà des conclusions de ce dernier exercice que nous venons de présenter, il apparaît, de par l'ensemble des travaux synthétisés dans le cadre de ce Cahier, que la question de l'avenir du TAP et, de manière plus générale, du secteur aérien et de l'ensemble du domaine des transports fait l'objet de fortes préoccupations à différents niveaux et dans le chef de nombreux acteurs, ce qui a amené ceux-ci à mener des analyses anticipatives, voire prospectives. Les résultats obtenus à l'issue de celles-ci sont d'une grande richesse. Ils permettront d'alimenter l'exploration des futurs possibles du secteur du TAP dans notre région.

9.4.3. Les exercices au niveau mondial

Trois études pertinentes doivent être examinées pour cette catégorie d'exercices.

9.4.3.1. Une synthèse comparative

C'est en 2015 que sont publiés les résultats d'un travail de compilation et de comparaison des études de prospectives[45] de transports à l'international, réalisé à la demande du CEREMA, le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, établissement public français à caractère administratif placé sous la tutelle conjointe du ministre de la Transition écologique et solidaire, et du ministre de la Cohésion des territoires (Lezais, 2015).

Cet exercice, mené sans restriction de périmètre géographique, est doublement utile dans le cadre de notre démarche : d'une part, il recense un grand nombre de publications en lien avec les futurs du secteur des transports et, d'autre part, il met en évidence un certain nombre d'éléments communs à ces publications et pertinents pour la prospective de celui-ci, et, dans une certaine mesure, pour la prospective du TAP.

Il serait fastidieux de passer ici en revue le détail des 22 études recensées par Lezais. Il nous semble plus pertinent de nous focaliser directement sur les points communs qui émergent de leur examen comparatif.

Parmi ces points, on peut, tout d'abord, mentionner les facteurs de changement qui font consensus chez les auteurs des publications considérées. Trois grandes catégories de facteurs sont présentes :

[45] En fait, des analyses prévisionnelles sont également prises en compte dans cette comparaison.

- macroéconomique : PIB, démographie (populations, urbanisation, densité de population…), améliorations technologiques et énergies renouvelables, prix du pétrole ;
- politiques ou sociétaux : politiques publiques dans le cadre de la réduction des émissions de polluants, changement de comportement face à la mobilité (covoiturage, taux de motorisation…), géopolitique (comme l'émergence des pays en développement, par exemple), politiques publiques intervenant dans le cadre des transports ;
- microéconomiques revenus des ménages, nombre de voitures par habitant ou par ménage…

Même si on peut critiquer cette typologie (par exemple, pourquoi la technologie et la démographie sont-elles considérées comme des facteurs économiques ?), les facteurs identifiés sont intéressants à garder à l'esprit pour un exercice prospectif sur le TAP et méritent d'être discutés, ultérieurement, dans cette perspective.

Dans le même ordre d'esprit, la comparaison des contenus des publications examinées par Lezais permet de construire une typologie synthétique de scénarios, tout aussi utile pour alimenter une réflexion prospective sur le TAP, notamment parce que ces derniers sont résumés en des termes très génériques et non spécifiques à un sous-secteur particulier des transports. Le tableau 12 présente les huit types de scénarios et leurs caractéristiques propres. Nous retrouverons certains de ces types dans les travaux qui seront présentés dans la suite du présent Cahier.

Le dernier type fait l'objet d'une investigation complémentaire permettant de mettre en exergue les facteurs de ruptures les plus communément convoqués dans les exercices analysés. À ce niveau, les grandes ruptures possibles identifiées dans les rapports sont les suivantes :

- les ruptures dans les comportements de mobilité, avec, surtout, la mutualisation du transport, la hausse du partage de véhicules pour plusieurs conducteurs ainsi que le report vers les transports en commun ;
- les ruptures économiques ;
- les ruptures liées à l'environnement, telles que le changement climatique sur le long terme, des catastrophes naturelles, des épidémies… ;
- les ruptures politiques et sociales, comme la montée du terrorisme, l'émergence de conflits armés entre nations, l'accroissement des inégalités sociales…, et
- d'autres types de ruptures, telles que la réduction drastique des énergies importées, un virus informatique ou black-out électrique.

Tableau 12 : L'évolution future des transports à l'international : les grands types de scénarios identifiés

Scénarios	Caractéristiques
Scénario tendanciel	Scénario qui décrit la prolongation des tendances actuelles ou passées.
Scénario optimiste (haut)	Scénario qui traduit une évolution des paramètres macroéconomiques plus élevée que le scénario tendanciel.
Scénario pessimiste (bas)	Scénario qui traduit une évolution des paramètres macroéconomiques moins élevée que le scénario tendanciel.
Scénario pro-environnemental	Scénario qui met en avant une politique environnementale et des objectifs de réduction des émissions de polluants.
Scénario d'améliorations technologiques	Scénario qui met en avant une amélioration technologique ou une innovation technologique.
Scénario de modification des comportements et/ou de la mobilité	Scénario qui prend en compte une modification de tendance dans les comportements ou la mobilité.
Scénario de cohérence ou de difficultés politiques	Scénario qui définit des évolutions (positives ou négatives) des relations politiques (internationales ou nationales).
Scénario de crise ou de reprise	Scénario qui introduit une forte rupture dans les tendances d'évolution d'un paramètre.

Source : Lezais, 2015 : 25

Sans doute certains éléments disruptifs sont peu appropriés pour la réflexion sur l'évolution du TAP, par exemple, la hausse du partage de véhicules, mais d'autres peuvent s'avérer pertinents, notamment l'accès à l'énergie ou la montée du terrorisme, principalement dans sa forme aérienne.

Dans tous les cas, le travail mené par Lezais démontre que, en dehors de notre pays, les démarches de prospective dans le secteur des transports se multiplient et se diversifient, tant en termes de méthodes que d'hypothèses et de thématiques. Pour ce qui est de ces dernières, chaque étude est particulière mais des points communs existent. Ils ont trait aux fluctuations économiques, à l'environnement et aux nouvelles technologies, ainsi qu'à leurs effets sur le secteur des transports.

9.4.3.2. Des scénarios d'évolution mondiale à l'horizon 2050

Un rapport intitulé « Global Transport Scenarios 2050 » a été publié par le World Energy Council en 2011. Son objectif est l'identification des évolutions possible en matière de carburants utilisés dans les transports, de technologies et de systèmes de mobilité. En en plus des principales forces motrices à l'œuvre, le rapport met en évidence les incertitudes critiques qui se posent à l'horizon fixé.

Sur le plan méthodologique, la recherche combine méthodes prospectives qualitatives et outils prévisionnels quantitatifs. Elle s'appuie, notamment, sur l'expertise de 54 spécialistes issus de 29 pays différents et mobilisés au cours de plusieurs ateliers visant à identifier les principaux facteurs de changement dans le domaine des transports et de l'énergie, à émettre des hypothèses d'évolution concernant ceux-ci, à élaborer les scénarios et à examiner les particularités des différents continents.

Le travail d'anticipation quantitative a été essentiellement mené par l'Institut Paul Scherrer (Suisse), qui a été chargé de la construction des modèles prévisionnels et du calcul des prévisions dans le cadre des différents scénarios issus de la réflexion prospective alimentée par les experts.

Pour ce qui est des facteurs de changement retenus, on retrouve une sélection très similaire à celles proposées dans d'autres exercices anticipatifs relatifs aux systèmes de transport où à l'énergie :

- la croissance économique ;
- les tendances démographiques ;
- l'urbanisation et l'essor des mégapoles ;
- le contexte géopolitique ;
- les réserves et l'offre mondiales de pétrole ;
- les préoccupations environnementales et sanitaires ;
- les politiques et les cadres réglementaires ;
- les changements de mode de vie ;
- le développement des carburants alternatifs ;
- l'évolution des efficacités énergétiques ;
- les différentes innovations technologiques et organisationnelles.

Chacun de ces facteurs est examiné dans le détail afin d'identifier des incertitudes critiques du point de vue des parties prenantes du secteur des transports et de fonder des scénarios d'évolution possible pour celui-ci. Deux catégories d'incertitudes critiques sont ainsi mises en évidence :

- la position des gouvernements et sa traduction en cadres réglementaires, qui peuvent se positionner sur un axe opposant deux configurations idéales-typiques possibles : celle du « marché concurrentiel », où le gouvernement est peu engagé dans la régulation des activités et des marchés, et celle du « marché à planification centrale », dans lequel le gouvernement est fortement impliqué dans cette réglementation, et
- le degré de coopération-intégration entre les différentes parties prenantes, tant privées que publiques.

C'est essentiellement sur la base de la première catégorie que sont construits les deux « scénarios », présentés par l'étude, la principale différence entre ceux-ci étant le degré et le style d'intervention des gouvernements dans la régulation du futur marché des transports.

Le premier scénario, « Freeway », envisage un monde où les forces pures du marché prévalent pour créer un climat propice à une concurrence mondiale ouverte, des niveaux plus élevés de privatisation, et une forte déréglementation des activités. Dans cette configuration libéralisée, le rôle du secteur privé, des entrepreneurs et des entreprises mondiales devient central et peut se déployer dans un nouvel environnement commercial international sans barrières commerciales.

Malgré une coordination internationale réussie et une coopération entre opérateurs, il existe encore quelques différends commerciaux et le commerce mondial demeure fortement déséquilibré. Au même titre que les marchandises et les services qui peuvent circuler librement dans ce monde ouvert, le capital bénéficie d'une plus grande liberté de mouvement, ce qui encourage et dynamise les investissements directs étrangers. Le capital financier privé est disponible et abondant. Les investissements sont aisés à sécuriser.

L'innovation technologique, conduite par le marché, se développe également et les centres d'innovation émergeants rivalisent entre eux pour obtenir les capitaux, notamment humains, nécessaires. Dans la plupart des pays, l'investissement dans les infrastructures demeure limité et s'inscrit principalement dans une logique, éclatée, d'entretien et d'amélioration de l'existant, le capital étant investi dans des secteurs plus rentables. Les efforts dans les secteurs de la recherche et développement sont portés par les secteurs privé et public et restent diversifiés.

Les dépenses de consommation augmentent tandis que l'épargne diminue. Les distorsions de concurrence (corruption, bureaucratie, réglementations fiscales et subventions) sont en diminution dans de nombreuses régions. Néanmoins, certaines subventions pour les énergies renouvelables perdurent.

Dans le secteur de l'énergie, la libéralisation entraîne une augmentation de l'offre et une plus grande sécurité d'approvisionnement. Le prix du pétrole reste modéré à court terme mais la forte croissance de la demande énergétique induit une hausse des prix d'ici la fin de la période du scénario. La dépendance aux combustibles fossiles diminue, mais très progressivement. La demande industrielle en énergie atteint un pic jamais atteint auparavant et les prix de l'électricité augmentent fortement, conduisant, finalement, à une plus grande précarité énergétique.

Par ailleurs, la croissance économique se traduit par une augmentation du nombre de propriétaires de véhicules et par une hausse du trafic et du mouvement de marchandises. Parallèlement, poussées par les préoccupations grandissantes quant à la qualité de l'air, des innovations technologiques apparaissent. Elles affectent les modes de propulsion de différents types de véhicules et les nouvelles formes de motorisation voient leur prix diminuer, ce qui les rend financièrement plus accessibles pour les consommateurs.

Cependant, tout au long de la période du scénario, le pétrole brut demeure nécessaire pour couvrir l'essentiel des besoins liés à la demande de transport. Sur le marché des biocarburants, la crise alimentaire influence négativement la croissance mondiale des biocarburants et les biocarburants de deuxième et troisième génération restent chers.

Le deuxième scénario, « Tollway », décrit un monde réglementé où les gouvernements décident d'intervenir sur les marchés pour promouvoir des solutions technologiques et le développement d'infrastructures qui mettent l'intérêt commun au premier plan.

Dans un tel environnement, l'économie mondiale est plus fragmentée et différenciée. Les échanges économiques font l'objet de restrictions plus nombreuses. Cependant, le monde dans son ensemble a assisté à une coopération internationale croissante sur les enjeux du changement climatique à court et moyen terme.

Comme c'est le cas pour la circulation des marchandises et des services, le capital voit ses mouvements limités. Les investissements directs étrangers le sont, dès lors, également. Le financement par le capital privé est plus limité. Les investissements réalisés par le secteur public sont principalement cantonnés aux infrastructures et aux projets « verts ». Pour ce qui est du soutien au développement technologique, les gouvernements choisissent uniquement les « gagnants » technologiques (par exemple, le photovoltaïque). Le transfert de technologie est facilité principalement par des programmes de recherche internationale et des dispositifs de mise en commun.

Les investissements dans les infrastructures sont en hausse. Les gouvernements financent intégralement les projets publics, en particulier en matière de transports en commun et d'énergies renouvelables. Les gouvernements ont également accordé une plus grande attention à la question du changement climatique et déployé plus d'efforts internationaux pour lutter contre le réchauffement.

La concurrence pour les ressources énergétiques diminue, les marchés étant plus régionalisés et l'efficacité énergétique améliorée. Le risque d'instabilité politique demeure néanmoins présent, en raison d'une série de contrecoups possibles liés, par exemple, à la mise en évidence de situation de corruption ou à l'inefficacité de grands investissements publics dans des programmes de développement d'infrastructures.

Concernant l'offre énergétique, peu de nouveaux domaines de l'exploration, d'exploitation ou de production ont été ouverts, ce qui entraîne des tensions dans l'approvisionnement et des prix de

l'énergie plus élevés au début de la période du scénario, mais inférieurs et plus stables après une transition rapide vers des sources d'énergie renouvelables. Néanmoins, le prix de l'électricité augmente fortement, ce qui conduit à plus de précarité énergétique et nécessite des aides gouvernementales pour les citoyens à faible revenu. Les préoccupations relatives à la sécurité d'approvisionnement et au changement climatique réduisent, *in fine*, la dépendance aux énergies fossiles. Les grands programmes gouvernementaux se concentrent sur les programmes d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie, ce qui se traduit par une hausse de cette efficacité, des économies d'énergie et une baisse de la demande mondiale d'énergie.

Contrairement au premier, ce scénario met l'accent sur les transports en commun et les solutions aux questions de mobilité adoptant une perspective de plus long terme. Les secteurs du transport maritime, aérien, par rail et par camions affichent des taux de croissance plus faibles, en lien avec la moindre croissance économique. Les réseaux de trains à grande vitesse se développent, principalement dans la seconde moitié de la période du scénario. En revanche, l'utilisation des véhicules individuels à moteur diminue, l'usage des systèmes de transport public connaissant un essor. Poussés par des directives gouvernementales et par d'importantes améliorations des réseaux, les nouveaux modes de motorisation, notamment électriques, pénètrent rapidement les marchés. On assiste également au recours à grande échelle de l'électricité dans les flottes de transports publics. Dans les pays disposant de réserves de gaz, le gouvernement promeut l'adoption de cette source d'énergie pour les véhicules afin de réduire la dépendance vis-à-vis du pétrole étranger. Dans ce scénario, les biocarburants de première génération contribuent de plus en plus fortement au mix énergétique, ce qui n'est pas sans impact sur les prix des denrées alimentaires.

Les prévisions calculées par l'Institut Paul Scherrer dans le cadre de ces deux scénarios indiquent :

- que, à l'horizon 2050, la demande totale de carburant, tous les modes de transport confondus, augmentera de 30% (scénario 2) à 82% (scénario 1) au-dessus des niveaux de 2010. La croissance de la demande de carburant sera principalement portée par les camions, les bus, les trains, les bateaux et les avions ;
- que le mix énergétique du secteur des transports dépendra toujours fortement des carburants issus du pétrole car ceux-ci constitueront toujours l'essentiel de la demande de carburants du secteur avec 80% (scénario 2) à 88% (scénario 1) en 2050 ;
- que la demande pour ces principaux carburants augmentera de 10% (scénario 2) à 68% (scénario 1) sur la période considérée par la recherche ;
- que la demande de diesel et de mazout augmentera de 46% (scénario 2) à 200% (scénario 1) ;
- que la demande de kérosène augmentera, à l'horizon 2050, de 200% à 300% suivant le scénario ;
- que la demande d'essence devrait, dans le même temps, baisser de 16% (scénario 1) à 63% (scénario 2) ;
- que les biocarburants contribueront également à satisfaire la demande de carburant émanant du secteur des transports car leur utilisation augmentera de près de 400% dans les deux scénarios ;
- que d'autres carburants, y compris l'électricité, l'hydrogène et le gaz naturel augmenteront six à sept fois ;
- que la demande supplémentaire de carburant pour les transports émanera des pays « en développement » (notamment la Chine et l'Inde), où la demande augmentera de 200% (scénario 2) à 300% (scénario 1) ; par contre, cette demande baissera jusqu'à 20% dans les pays dits « développés » (scénario 2) ; la demande des pays « en développement » devrait dépasser celle des pays « développés » d'ici 2025, sinon plus tôt ;

- que, en 2010, les émissions de CO_2 du secteur des transports représentaient environ 23% des émissions mondiales de CO_2 les niveaux et les émissions des voitures représentaient environ 41% des émissions totales des transports. Avec les niveaux plus élevés de demande de transport, et selon le mix énergétique, les émissions totales de CO_2 du secteur devraient augmenter entre 16% (scénario 2) et 79% (scénario 1), principalement en fonction du degré de l'intervention du gouvernement et de la progression des carburants à faible teneur en carbone.

Avec cette image du secteur des transports à l'horizon 2050, et à la lumière des principaux facteurs de changement identifiés, les auteurs du rapport estiment que le secteur des transports, s'il veut répondre à la croissance de la demande mondiale de transport, devra surmonter les nombreux défis.

9.4.3.3. Les prévisions de l'OCDE à l'horizon 2050

L'OCDE apporte un éclairage complémentaire sur les possibilités d'évolution mondiale pour le secteur du transport d'ici 2050 (FIT, 2020). Deux précisions doivent être formulées : d'une part, c'est essentiellement la composante demande qui est au centre de la réflexion et, d'autre part, il s'agit principalement d'une démarche prévisionnelle quantitative (perspectives des transports) plutôt que d'un exercice prospectif qui est proposé par l'organisation internationale, même s'il est question de scénarios dans certaines parties de l'analyse.

Ces perspectives proposent, sur la base d'un examen des dernières évolutions, des perspectives à court terme du secteur des transports à l'échelle mondiale, ainsi que des projections à long terme de la demande de transport, tant en ce qui concerne les marchandises (par voie maritime, aérienne et terrestre) que les personnes (automobile, ferroviaire et aérien) selon différents « scénarios » d'action des pouvoirs publics. Des prévisions sont également calculées pour les émissions de CO_2 correspondantes.

Le travail réalisé est sous-tendu par une attention particulière accordée aux conséquences des phénomènes susceptibles de perturber les systèmes de transport et de modifier l'évolution de la demande, la répartition modale et les émissions de CO_2. De fait, les tendances actuelles qui se profilent dans le secteur des transports (électrification, mobilité partagée, véhicules autonomes…) pourraient avoir des impacts conséquents pour celui-ci, tout comme pour les cadres politiques et légaux, au même titre que des facteurs exogènes (commerce par internet, impression 3D, recomposition du système commercial international…).

L'OCDE propose donc divers « scénarios » de rupture afin de préciser, par simulation, les contours d'hypothèses réalistes concernant l'évolution du contexte. Sur cette base, différentes situations possibles issues d'hypothèses fortes sont présentées, notamment afin à d'aider la réflexion sur la façon d'aiguiller et de gérer les changements.

Pour ce qui est des enseignements principaux de cette démarche, plusieurs éléments en lien avec le TAP peuvent être soulignés.

Même si l'incertitude qui caractérise le contexte économique actuel rend malaisé le calcul de projections robustes, il est très probable, selon l'OCDE, que, globalement, la demande de mobilité continue de croître au cours des trois décennies à venir, le volume de transport de personnes triplant presque entre 2015 et 2050, en passant de 44 000 milliards à 122 000 milliards de voyageurs-kilomètres. La Chine et l'Inde représenteraient un tiers de ce trafic en 2050, contre un quart en 2015.

Malgré la progression des transports publics et des solutions de mobilité partagée, particulièrement dans les villes, les véhicules individuels resteraient le premier moyen de locomotion utilisé dans le monde. La mobilité internationale des personnes, actuellement en hausse au niveau mondial, devrait encore s'intensifier, surtout dans les « pays en développement ». D'après les simulations, pour l'Inde

et la Chine, le trafic aérien connaîtrait une progression de presque 400% au cours des trente prochaines années, atteignant les 21 583 milliards de passagers-kilomètres, contre 5 506 milliards en 2015 !

Sous hypothèse de maintien de la tendance actuelle, la demande mondiale de fret triplera entre 2015 et 2050. Parmi tous les modes, jusqu'en 2050, le plus haut taux de croissance annuel composé est estimé à 4,5% pour le transport aérien.

Les émissions de CO_2 attribuables aux transports demeurent un problème. Par extrapolation, il apparaît que les mesures politiques actuelles ne permettront pas de les juguler au vu de la progression soutenue de la demande de transport attendue. Dans le scénario d'ambitions politiques inchangées, les émissions mondiales de CO_2 dues aux transports auront progressé de 60% en 2050, essentiellement à cause de la hausse de la demande de transport de marchandises et des déplacements non urbains de personnes, estimée à 225% d'ici 2050. Cependant, ce scénario anticipe d'ici là une diminution de 19% pour les émissions liées au transport urbain de personnes, grâce aux politiques actuelles visant le transport urbain.

Le durcissement des politiques de décarbonation affecte énormément les trajectoires prévisionnelles de la demande de transport et des émissions afférentes de CO_2. Le scénario d'ambitions élevées estime, pour 2050, une différence de la demande mondiale de transport de voyageurs (-20%) et des émissions connexes (-70%) par rapport au scénario d'ambitions inchangées. Ce scénario plus ambitieux anticipe un volume d'émissions connexes de carbone inférieur de 45% par rapport au scénario « à politique inchangée », ce qui ne suffirait pas pour parvenir à une élévation moyenne de la température de la planète nettement en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels, comme visé par l'Accord de Paris.

Un certain nombre de perturbations endogènes et exogènes pourraient affecter le domaine des transports, voire y provoquer de véritables ruptures, comme le synthétise la figure 9. Les effets individuels ou conjugués de leur concrétisation ont également été modélisés. À ce niveau, les simulations indiquent que, avec la prolifération des services aériens à bas prix, le volume du trafic non urbain et des émissions connexes de CO_2 dépasserait de 1% les projections de base pour 2050. De même, le développement de systèmes de train à très grande vitesse augmenterait la fréquentation ferroviaire de 1% et diminuerait les émissions de CO_2 imputables aux modes de transport non urbain de moins de 1%.

Figure 9 : Secteur du transport et facteurs potentiels de rupture à l'horizon 2050

Facteurs potentiels de rupture	Secteur
Mobilité partagée	Transport urbain de personnes Transport non urbain de personnes
Télétravail	Transport urbain de personnes
Train à très grande vitesse	Transport non urbain de personnes
Compagnies aériennes proposant des vols long-courriers à bas prix	Transport non urbain de personnes
Innovations énergétiques dans l'aviation	Transport non urbain de personnes
Commerce sur internet en ligne (e-commerce)	Transport de marchandises
Véhicules de grande capacité	Transport de marchandises
Impression 3D	Transport de marchandises
Transition énergétique dans le transport routier de marchandises longues distances	Transport de marchandises
Évolution des axes du commerce international	Transport de marchandises
Véhicules autonomes	Transport urbain de personnes Transport non urbain de personnes Transport de marchandises

Source : FIT, 2020 : 15

Par contre, l'usage de carburants de substitution pour l'aviation pourrait oblitérer les émissions de CO_2 dues au transport aérien, principalement en décarbonant les vols court-courriers. En 2050, le secteur aérien intérieur produirait ainsi 55% émissions de moins que prévu dans le scénario de base.

Dans les scénarios de rupture complète, qui tablent sur la convergence de plusieurs tendances, les valeurs estimées pour la demande de transport et les émissions connexes de CO_2 à l'horizon 2050 sont inférieures aux projections du scénario de base, tous secteurs confondus. Globalement, les simulations indiquent que l'impact des perturbations sur l'évolution de la demande de transport et de son empreinte carbone dépendra fortement des politiques de transport déployées.

Les recommandations qui découlent de ces perspectives peuvent se résumer en quatre points.

Tout d'abord, il est plus que judicieux de disposer d'outils de planification plus efficaces pour mieux affronter l'incertitude, notamment de long terme. Cette dernière handicape la planification, particulièrement en ce qui concerne les investissements dans les infrastructures à durée de vie longue. L'approche par scénarios, notamment, aide les responsables à prendre des décisions éclairées par

la prise en compte d'hypothèses relatives aux facteurs de changement. Une autre stratégie consiste à élaborer les systèmes de transport de telle sorte que ces derniers puissent être adaptés à l'évolution des situations et aux impacts des tendances potentiellement déstabilisantes.

Deuxièmement, la politique des transports doit anticiper un large éventail d'évolutions extérieures au secteur car elles sont source de déstabilisation. C'est la condition *sine qua non* pour en faire des opportunités et en limiter les incidences négatives. Même si leur capacité d'action sur les bouleversements externes au secteur des transports est limitée, les responsables politiques de celui-ci sont en mesure, par leurs choix, de définir la trajectoire et l'ampleur des effets pour le secteur. Dans cette optique, il est crucial de disposer des données nécessaires pour mieux comprendre la dynamique et les effets potentiels des évolutions qui peuvent induire des bouleversements dans les transports.

Troisièmement, les systèmes de transport bénéficieront de politiques de promotion et de soutien de l'innovation. Généralement, les technologies et les nouveaux modèles d'affaires qui concernent le secteur des transports évoluent plus vite que les cadres réglementaires. Il convient donc que les pouvoirs publics renoncent à une posture réactive traditionnelle. De fait, il serait plus pertinent, pour le secteur du transport, d'adopter une position qui favorise l'expérimentation et l'évolution itérative. Dans cette perspective, il serait sans doute opportun de revoir fréquemment les dispositions en vigueur et d'élaborer les cadres réglementaires sur la base d'une collaboration entre les autorités et les parties prenantes. Par ailleurs, une évaluation des risques est requise pour préciser à quel moment adopter ces pratiques sans mettre en péril la réalisation des objectifs poursuivis.

Quatrièmement, les politiques doivent être plus ambitieuses si l'objectif est la fin de la croissance des émissions de CO_2 liées au transport. Les autorités publiques devront actionner tous les leviers à leur disposition. Avant tout, il s'agit d'éviter la demande non nécessaire de déplacements, d'adopter des modes durables et d'augmenter l'efficience des transports. Les politiques en place ont été principalement dédiées au transport urbain, avec un certain succès. Il convient à présent de s'attaquer aux émissions liées aux déplacements internationaux et non urbains.

Le TAP est donc au cœur de la cible identifiée par l'OCDE.

9.4.4. La mobilité en Grande-Bretagne à l'horizon 2035

C'est en 2016 qu'a été publié par la Rand Corporation[46] un rapport relatif à l'évolution de la mobilité en Grande-Bretagne à l'horizon 2035. Les auteurs y proposent trois scénarios possibles pour l'avenir et leurs implications sur le plan de l'innovation technologique (Rohr C. *et al.*, 2016). En ce qui concerne le TAP, l'analyse n'aborde pas directement la question. Bien que chaque scénario soit détaillé du point de vue des voyages de longue distance, ceux-ci sont toujours considérés dans une perspective « terrestre ».

Les scénarios proposés sont les suivants :

- « Driving Ahead » : un avenir à forte croissance avec l'essor des véhicules entièrement autonomes et augmentation des déplacements ;
- « Live Local » : un avenir de croissance modeste avec une utilisation de technologies, notamment digitales, qui se substituent aux déplacements ;
- « Digital Divide » : un avenir à plus faible croissance avec une augmentation des inégalités de revenus et où les technologies ont tendance à être utilisées principalement par les personnes à hauts revenus.

[46] Financée par le Gouvernement américain et par des dons, la RAND Corporation est un organisme américain de conseil et de recherche dont l'objectif est l'amélioration de la politique et du processus décisionnel par la recherche appliquée et l'analyse stratégique. (Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/RAND_Corporation et https://www.rand.org/)

Bien que les apports de cet exercice prospectif soient très limités pour une réflexion anticipative sur le TAP, et en particulier en Wallonie, celui-ci attire l'attention sur l'articulation entre l'évolution du niveau de vie et la propension à voyager. De même, l'importance du développement technologique sur la dynamique du secteur des transports et des besoins de mobilité est bien mise en évidence.

9.4.5. La mobilité sous contrainte à l'horizon 2035 : une analyse allemande

Dans le cadre de l'accord de Paris, que nous avons évoqué précédemment, le Gouvernement fédéral allemand s'est fixé plusieurs objectifs climatiques pour 2030, sa volonté, à long terme, étant d'atteindre la neutralité carbone. Pour ce faire, une réelle transformation de l'industrie, de la consommation des ménages et du secteur des transports s'avère incontournable (Agora Verkehrswende *et al.*, 2020). Concernant ce dernier, une étude spécifique a dès lors été mise en œuvre par le Ministère fédéral des Affaires étrangères allemand. Il s'intitule « T4<2 -Transport pour au-dessous de 2 degrés »[47]. La réalisation de ce programme a été confiée à l'Agence allemande de la coopération internationale GIZ, l'Agora Verkehrswende, le *think tank* allemand pour la transformation du transport ainsi que le WEF, le Forum Économique Mondial.

En appliquant les méthodes de la prospective stratégique à l'examen de l'avenir des transports, cette étude vise à répondre à la question de la décarbonation du secteur des transports et à formuler des recommandations fortes en la matière.

Pour ce faire, un dispositif de recherche en trois volets a été mis en place :

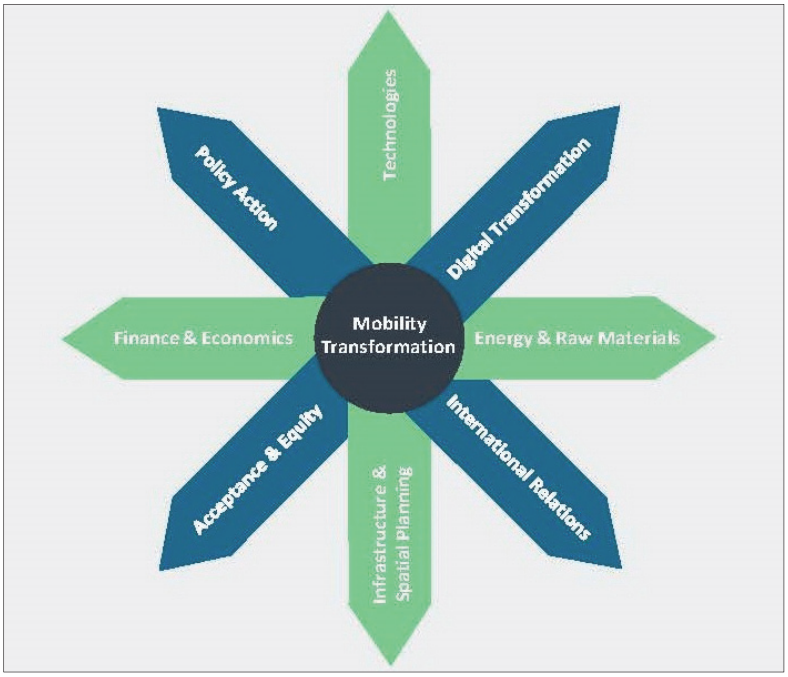
- l'élaboration d'une cartographie du système ;
- une consultation d'experts suivant la méthode « Delphi » et
- la formulation des recommandations.

Ce dispositif est très intéressant dans le cadre de nos préoccupations car il permet de nourrir la réflexion par les apports d'une analyse systémique de la mobilité très sérieuse, par l'identification des enjeux relatifs à cet objet et par la discussion des facteurs d'influence et de scénarios d'évolutions. En outre, le travail réalisé permet d'évaluer ces évolutions en identifiant les opportunités et les risques caractérisant chacune d'entre elles. Il fournit également des orientations d'investigation pour des thématiques complexes et des domaines soumis à une grande incertitude.

La cartographie du système est établie autour de huit thèmes, présentés par la figure 10. Sa mise au point a été précédée par l'évaluation systématique, par l'équipe du projet, d'études préexistantes présentant des scénarios d'évolution pour le secteur du transport international. Ce faisant, l'équipe a acquis une solide compréhension de l'état actuel de la recherche et développé une compréhension commune des voies possibles vers une transformation globale du secteur des transports.

[47] https://www.t4under2.org/

Figure 10 : Cartographie du système de mobilité : axes structurants



Source : Agora Verkehrswende *et al.*, 2020 : 71

L'objectif poursuivi par la cartographie est la mise en évidence des enjeux pertinents et l'élaboration d'hypothèses d'évolutions pour ce qui est des huit thèmes abordés. La méthode adoptée est celle des entretiens qualitatifs dirigés. Ces entretiens ont été menés auprès de 56 experts internationaux. Les données collectées ont été analysées à partir de catégories prédéfinies. Sur cette base, des hypothèses relatives aux tendances de la mobilité et à leurs interactions possibles dans différents secteurs et domaines politiques ont été développées.

L'enquête « Delphi » a ensuite permis de « tester » ces hypothèses et de consolider la cartographie. Au premier tour, 290 experts y ont participé, contre 103 au second.

Dans la troisième et dernière étape, les résultats du « Delphi » ont été condensés en récits à partir desquels des options et des recommandations pertinentes à l'échelle mondiale pourraient émerger. Au regard de l'objectif du passage à une économie bas carbone et d'une transition dans ce sens dans le secteur des transports, les implications pour les différentes parties prenantes ont également été explicitées.

Le rapport présente de manière détaillée les résultats issus du processus de recherche mais sans s'attarder sur les enseignements intermédiaires, issus des premières étapes. Les recommandations formulées par les auteurs sont synthétisées dans l'encadré ci-dessous.

Encadré 1 : Comment le secteur des transports peut-il être décarboné ?

L'étude « T4<2 », commanditée par le Ministère fédéral des Affaires étrangères allemand, tire dix enseignements majeurs de sa prospective du secteur des transports réalisée en vue de la décarbonation de celui-ci (Agora Verkehrswende *et al.*, 2000) :

- la décarbonation des transports exige plus d'ambition pour atteindre l'Accord de Paris ;
- l'énergie, les transports et le commerce nécessitent une gouvernance internationale plus cohérente et coordonnée ;
- l'électricité solaire et éolienne deviendra le principal vecteur d'énergie ;
- les transports publics, la mobilité active et la planification des villes constitueront l'épine dorsale de la mobilité urbaine durable ;
- les technologies de propulsion alternatives et les nouvelles options de mobilité requièrent une attention particulière dans les zones rurales ;
- la digitalisation et les véhicules autonomes nécessitent un cadre global pour soutenir la décarbonation ;
- pour réussir la transition structurelle dans l'industrie automobile et pétrolière, les efforts politiques doivent être rehaussés ;
- les pays avec de grandes industries automobiles et pétrolières, avec un poids économique et du pouvoir politique doivent jouer un rôle clé dans la décarbonation des transports ;
- les nouvelles technologies et solutions de mobilité n'atteindront leur plein potentiel de décarbonation que si elles sont accompagnées par un changement de comportements en matière de mobilité ;
- une réglementation efficace et nécessaire pour garantir la sécurité des investissements publics et privés à long terme.

En ce qui concerne le transport aérien, les conclusions sont très claires : c'est le secteur qui exigera le plus d'ambition. Selon l'analyse, il n'est pas surprenant qu'il constitue le plus grand défi pour ce qui est de la décarbonation du secteur des transports. Ceci est dû, avant tout, au rendement énergétique et à la densité énergétique élevés nécessaires pour propulser les gros appareils, rendement et densité qui rendent le passage à l'électrique peu probable dans un avenir plus ou moins proche. De fait, la majorité (65%) des experts interrogés considèrent que les combustibles liquides à base de pétrole demeureront la principale source d'énergie pour propulser l'aviation d'ici le milieu du siècle. Les carburants synthétiques issus de sources renouvelables suivent de près. L'hydrogène, associé à l'utilisation de l'électricité renouvelable, arrive en troisième position. Les biocarburants arrivent en quatrième position mais loin derrière. L'utilisation directe de l'électricité renouvelable est clairement perçue comme une solution marginale pour les long-courriers en raison des limites de la capacité des batteries et du poids de celles-ci. Avec le développement continu de la technologie électrique à batterie pour les avions court-courriers, l'utilisation directe de l'électricité pourrait néanmoins constituer un apport à la décarbonation de l'aviation.

En outre, l'efficacité énergétique est un pilier important de la décarbonation du secteur des transports. Celle-ci ne peut pas être atteinte uniquement grâce à l'amélioration des carburants et des véhicules : dans une grande mesure, elle suppose une reconfiguration de la mobilité en tant que système et, au premier chef, une réduction de la consommation d'énergie. Pour l'aviation, la forte intensité énergétique et la forte dépendance au carburant liquide à base de pétrole nécessitent une réflexion plus poussée et un débat autour de la question de la quantité de vols réellement nécessaires et de celle des solutions alternatives, notamment le recours aux trains à grande vitesse et de nuit et à des solutions « digitales », telles que, par exemple, les réunions virtuelles.

Références et matériaux bibliographiques

Abiad A, Furceri D., Topalova P. (2016) The Macroeconomic Effects of Public Investment: Evidence from Advanced Economies, *Journal of Macroeconomics*, vol. 50, pp. 224–240, en ligne : https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164070416300374?casa_token=k-bWXeiA-PhkAAAAA:cmZtBXMapGn_IcV0i3PWbRu1JvHU6JYTd_SbWGoP-dYzjgh4dmlcFjEUymnohq-qjLm7Zg1WZHE

Académie de l'air et de l'espace (2013a) Comment volerons-nous en 2050 ?, *Dossier*, n°38, Toulouse, en ligne : https://academieairespace.com/wp-content/uploads/2017/03/Dossier-n%C2%B0-38-Comment-volerons-nous-en-2050-.pdf

Académie de l'air et de l'espace (2013b) *Comment volerons-nous en 2050 ?, Volume 1,* Rapport de synthèse, Travaux de la Commission Prospective, en ligne : http://www.academie-air-espace.com/upload/doc/ressources/CP-2050-VOLUME1.pdf

Académie de l'air et de l'espace (2013c) *Comment volerons-nous en 2050 ?, Volume 2,* Rapports thématiques, Travaux de la Commission Prospective, en ligne : http://www.academie-air-espace.com/upload/doc/ressources/CP-2050-VOLUME2.pdf

ACI, CANSO, IATA, ICAO et ICCAIA (2020) *Aviation Benefits Report*, en ligne : https://aviationbenefits.org/downloads/aviation-benefits-beyond-borders-2020/

Aéroport Think tank - ENAC Alumni (2020) *L'aéroport du futur : une vision de 2040 et 2070*, en ligne : https://www.alumni.enac.fr/fr/news/l-aeroport-du-futur-une-vision-de-2040-et-2070-publication-822

AFP (2013) Climat : Y'a-t-il un payeur dans l'avion ?, *La Libre*, 20 juin, en ligne : https://www.lalibre.be/planete/climat-y-a-t-il-un-payeur-dans-l-avion-51c3075d3570562eb881cea2

Agence wallonne de l'Air et du Climat (-) *Accord de Paris*, en ligne : http://www.awac.be/index.php/thematiques/politiques-actions/les-politiques-changement-clim/accords-internationaux/accord-de-paris

Agora Verkehrswende, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, World Economic Forum (2020) *Transport for under two degrees – the way forward. 10 key insights for the decarbonisation of the transport sector*, rapport de recherche, Berlin, en ligne : https://www.t4under2.org/pdf/T4under2_Global-foresight-study_FINAL.pdf

Airbus (2015) *Flying by numbers: Global Market Forecast for 2015-2034 - Global Market Forecast*, en ligne : https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/Global_Market_Forecast_2015_Book.pdf

Airbus (2019) *Flying by numbers : Global Market Forecast for 2019-2038 - Global Market Forecast*, en ligne : https://www.airbus.com/aircraft/market/global-market-forecast.html

Airport Council International (2016) *Airport Economic Impact Methods and Models*, , ACRP report, Transportation Research Board, Washington, en ligne : http://elibrary.pcu.edu.ph:9000/digi/NA02/2008/23267.pdf

Airports Council International Europe (2016) *The ownership of Europe's Airports*, Brussels, ACI Europe

Akgüç M., Beblavý M., Simonelli F. (2018) Low-Cost Airlines Bringing the EU closer together, *CEPS Research Report*, en ligne : https://www.ceps.eu/ceps-publications/low-cost-airlines-bringing-eu-closer-together/

Aniruddha A. *et al.* (2020) Evaluating the impact of international airline suspensions on COVID-19 direct importation risk, *medRxiv preprint* 10.1101/2020.02.20.20 025 882, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/339452693_Evaluating_the_impact_of_international_airline_suspensions_on_COVID-19_direct_importation_risk

Antoine P. (2021) *Boeing prévoit deux fois plus d'avions dans le ciel dans 20 ans*, RTBF, en ligne : https://www.rtbf.be/info/economie/detail_boeing-prevoit-deux-fois-plus-d-avions-dans-le-ciel-dans-20-ans?id=10843348

Arthur D. Little (2018) *Soutenir le transport aérien : quel retour sur investissement ? Retombées économiques d'une croissance retrouvée pour le pavillon français*, Contribution aux débats des Assises du Transport Aérien, en ligne : http://www.adlittle.fr/sites/default/files/viewpoints/adl_soutenir_le_transport_aerien_-_quel_retour_sur_investissement-compressed.pdf

Aschauer D. A. (1989) Is public expenditure productive ? *Journal of monetary economics*, vol. 23, n°2, pp. 177-200. (5)

Barnier L.-M., Calame C, Vandewattyne J. (2018) Le *low cost* dans le secteur aérien. Vers une reconfiguration systémique de la production ?, *La Nouvelle Revue du Travail*, n°12

Barrett S. (2009) Deregulation and the Airline Business in Europe : Selected Reading, Abingdon, Taylor & Francis

Barrett S. R. H., Britter R. E., Waitz A. (2010) Global Mortality Attributable to Aircraft Cruise Emissions, *Environmental Science & Technology*, 44 (19), pp. 7736-7742

Basner M. *et al.* (2017) Aviation noise impacts : state of the science., *Noise & Health*, 19, pp. 41-50

Bauraind B, Vandewattyne J. (2020) Ryanair must change. Lutter dans le low cost, *Gresea Échos*, n°104

Beigbeder C. (2007) Le « low cost » : un levier pour le pouvoir d'achat, Rapport pour le Secrétaire d'État chargé de la Consommation et du Tourisme (France), en ligne : https://www.vie-publique.fr/rapport/29473-le-low-cost-un-levier-pour-le-pouvoir-dachat

Bernasconi P. (2020) Quel avenir pour les compagnies aériennes effectuant des vols moyens et courts courriers passagers en Europe pour l'horizon 2030 ?, Travail de Bachelor réalisé en vue de l'obtention du Bachelor HES, Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE), en ligne : https://doc.rero.ch/record/329996?ln=de

Bezold C. (2009) ESSAY Dator's Alternative Futures and the Path to IAF's Aspirational Futures, *Journal of Futures Studies*, vol. 14, n°2, pp. 123–134, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/265114850_E_S_S_A_Y_Dator's_Alternative_Futures_and_the_Path_to_IAF's_Aspirational_Futures

Biatour B., Kegels C., Van der Linden J., Verwerft D. (2017) *Public Investment in Belgium. Current State and Economic Impact*, Working Paper 01-17, en ligne : https://www.plan.be/publications/publication-1724-en-growth_productivity_in_belgium

Bierin O., Clersy Ch. (2020) Le business model de nos aéroports wallons doit changer, *L'Echo*, 29 juillet, Page 9, en ligne : https://www.lecho.be/economie-politique/belgique/wallonie/le-business-model-de-nos-aeroports-wallons-doit-changer/10241327.html

BIPE (2006) *Prospective du transport aérien et impact sur les transports terrestres*, rapport de l'étude réalisée pour la Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques, en ligne : http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0060/Temis-0060598/16897.pdf

Boeing (2021) *Commercial Market Outlook 2021-2040*, en ligne : https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/market/assets/downloads/CMO%202021%20Report_13Sept21.pdf

Bogoch I. *et al.* (2020) Potential for global spread of a novel coronavirus from China, *Journal of travel medicine*, vol. 27, n°2, pp 1-3, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/338865515_Potential_for_global_spread_of_a_novel_coronavirus_from_China

Bouinot J. (2007) Les compagnies aériennes *low cost* sont-elles toujours un levier du développement local ?, *Cybergeo : European Journal of Geography*, Débats, Chronique d'économie géographique, 9 mars, en ligne : http://journals.openedition.org/cybergeo/4955

Bourqui D. P. (2006) *L'accès au marché unique du transport aérien dans l'Union européenne*, Bâle, Helbing & Lichtenhahn

Bouwer J., Maxwell D., Saxon S. (2015) *Gridlock on the ground : How airlines can respond to airport congestion*, McKinsey & Company report, en ligne : https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/travel%20logistics%20and%20infrastructure/our%20insights/gridlock%20on%20the%20ground%20how%20airlines%20can%20respond%20to%20airport%20congestion/gridlock_on_the_%20ground_how_%20airlines_can_respond_to_airport_congestion.pdf?shouldIndex=false

Bowen J.T. (2014) The Economic Geography of Air Transport, in Goetz A., Budd L. (eds.) *The Geographies of Air Transport*, Farnham: Ashgate, pp.41-59

Bréchemier D., Combe E. (2020) *Après le Covid-19, le transport aérien en Europe : le temps de la décision*, Fondation pour l'innovation politique, en ligne : https://www.fondapol.org/app/uploads/2020/12/fondapol-etude-combe-brechemier-transport-aerien-apres-covid-12-2020-1.pdf

BSCA S.A. (2019) *Brussels South Charleroi Airport poursuit son développement : Le marché public relatif au Masterplan de l'aéroport est attribué à AERTEC*, Communiqué, 29 mai, en ligne : https://www.brussels-charleroi-airport.com/fr/actu/brussels-south-charleroi-airport-poursuit-son-developpement-le-marche-public-relatif-au

BSCA S.A. (2021) *19.546 passagers ont foulé le tarmac de l'aéroport de Charleroi en mars 2021*, Communiqué, 22 avril, en ligne : https://www.brussels-charleroi-airport.com/fr/actu/19546-passagers-ont-foule-le-tarmac-de-laeroport-de-charleroi-en-mars-2021-une-baisse-de-92-en

Budd L., Ison S. (2017) Capturing aircraft noise complaints : A survey of current practices at UK airports, *Journal of Airport Management*, vol. 11, n°3, pp. 294-308

Budd L., Ison S. (2019) The UK domestic air transport system : how and why is it changing?, report, UK government's Foresight Future of Mobility project, en ligne : https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/777681/fom_domestic_aviation.pdf

Burchard B. *et al.* (2018) Strategic Foresight in the Federal Government: A Survey of Methods, Resources, and Institutional Arrangements, *World Futures Review*, vol. 11, n°.3, pp. 245-266, en ligne : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6750717/

Burghouwt G., Huys M. (2012) Deregulation and the Consequences for Airport Planning in Europe, *DISP*, 154(3), pp 37-45, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/46636779_Deregulation_and_the_Conse)quences_for_Airport_Planning_in_Europe

Buyle S., Kupfer F., Onghena E. (2020) A Belgian case study of the economic importance of air transport and airport activities, in Graham A. *et al.* (Eds), *Air Transport and Regional Development Case Studies*, London, Routledge, pp. 223-249?

Cairns S., Newson C. (2006) *Predict and decide: Aviation, climate change and UK policy*, Environmental Change Institute, University of Oxford, 2006, en ligne : http://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/predictanddecide.pdf

Carrard M. (2017). *Les études d'impact des aéroports français régionaux et locaux sur les territoires, Rapport sur le maillage aéroportuaire français*, Conseil supérieur de l'aviation civile, Janvier, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/316991640_Les_etudes_d'impact_des_aeroports_francais_regionaux_et_locaux_sur_les_territoires

Carter R. (2008) Les transports aériens : un risque identifié, une menace globalisée, in Carter R., *La sûreté des transports : Les transports face aux risques et menaces terroristes*, Presses Universitaires de France, p. 13-109

Casey M. E. (2010) Low Cost Air Travel : Welcome Aboard? *Tourist Studies*, 10(2), pp. 175–191

Centre d'analyse stratégique (2010) *Le fret mondial et le changement climatique – Perspectives et marges de progrès*, Paris, en ligne : https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/104000665.pdf

Chandrakanth R. (2012) Managing Airspace Congestion, *Aviationpro*, en ligne : https://www.aviationpros.com/airports/airports-municipalities/news/10772014/airspace-congestion

Chang Y.-C., Chen C.-F (2011) Identifying mobility service needs for disabled air passengers, *Tourism Management*, vol. 32, n°5, pp.1214-1217

Chang Y.-C., Chen C.-F. (2012) Service needs of elderly air passengers, *Journal of Air Transport Management*, vol. 18, n°1, pp.26-29

Chapman L. (2007) Transport and Climate Change : A Review, *Journal of Transport Geography*, vol. 15, n°5, pp.354-367

Cipriani P. (2015) La sécurité aérienne, un défi mondial, La Jaune et la Rouge, n°704, avril, pp. 6-9, en ligne : https://www.lajauneetlarouge.com/la-securite-aerienne-un-defi-mondial/

CIRIEC, Deloitte & Touche (2003) Evaluation des retombées économiques générées par les activités de l'aéroport de Charleroi, Rapport final

Claisse F. (2020) *Covid-19 : quatre scénarios pour l'après-crise*, Les Nouvelles des Possibles, n°2, IWEPS, en ligne : https://www.iweps.be/publication/covid-19-quatre-scenarios-lapres-crise/#.Xo8la249i7k.linkedin

Clewlow R., Sussman J., Balakrishnan H (2014) The impact of high-speed rail and low-cost carriers on European air passenger traffic, *Transport Policy*, vol. 33, pp.136-143

Coffel E. D., Thompson T. R., Horton R. M. (2017) The impacts of rising temperatures on aircraft take-off performance. Coffel, *Climatic Change*, 144, pp. 381-388

Coffey H. (2020) What is 'flygskam' ? Everything you need to know about the environmental movement that's sweeping Europe, *The Independent*, 10 janvier, en ligne : https://www.independent.co.uk/travel/news-and-advice/flygskam-anti-flying-flight-shaming-sweden-greta-thornberg-environment-air-travel-train-brag-tagskryt-a8945196.html

Cohen J., Coughlin C. (2003) Congestion at Airports: The Economics of Airport Expansions. Review, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/5047309_Congestion_at_Airports_The_Economics_of_Airport_Expansions

Colizza V, Barrat A, Barthélémy M., Vespignani A. (2006) The role of the airline transportation network in the prediction and predictability of global epidemics, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 103, n°7, pp. 2015-2020, en ligne : https://www.pnas.org/content/103/7/2015

Collard F. (2016) La transition énergétique, *Courrier hebdomadaire du CRISP*, vol. 2321, n°36, pp. 5-44, en ligne : https://www.cairn.info/revue-courrier-hebdomadaire-du-crisp-2016-36-page-5.htm

Colleyn M. (2015) Zaventem est le champion des nuisances sonores, *La Libre*, 28 avril, en ligne : https://www.lalibre.be/belgique/zaventem-est-le-champion-des-nuisances-sonores-553e7d9f3570fde9b2f0b858

Combe E. (2010) *Les vertus cachées du low cost aérien*, Fondapol, en ligne : https://www.fondapol.org/etude/combe-les-vertus-*cachees*-du-low-cost-aerien/

Combe E. (2014) *Le low cost, une révolution économique et démocratique*, Fondapol, en ligne : https://www.fondapol.org/etude/emmanuel-combe-le-low-cost-une-revolution-economique-et-democratique/

Correia V. (2014) *L'Union européenne et le droit international de l'aviation civile, Droit de l'Union européenne*, Bruxelles, Bruylant

Courbe P. (2008), *Les limites du ciel. Enjeux du développement incontrôlé du transport aérien*, Namur, Fédération Inter-Environnement Wallonie, en ligne : https://www.iew.be/les-limites-du-ciel-un-dossier-edifiant-de-la-federation/

Courbe P. (2019) *Aviation et climat*, Namur, Inter-Environnement Wallonie, en ligne : https://www.iew.be/aviation-et-climat/

Cour des comptes européenne (2014) *Infrastructures aéroportuaires financées par l'UE : des investissements peu rentables*, Rapport spécial n°21, Luxembourg, en ligne : https://www.eca.europa.eu/en/Pages/DocItem.aspx?did=30441

Cour des comptes européenne (2018) *Défis à relever pour un secteur européen des transports performant*, Analyse panoramique, Luxembourg, en ligne : https://www.eca.europa.eu/en/Pages/DocItem.aspx?did={15188D75-B1FC-4FB5-B53C-FD0C7DDBA2B4}

Craps A. (2017) Mobility practices of low-cost airlines' passengers, in Cools M., S Limbourg S. (Eds), *Proceedings of the BIVEC-GIBET Transport Research Days 2017, Towards an autonomous and interconnected transport future*, Liège, May 18-19, 2017, pp. 69-83

Crozet Y (2002) Prospective pour une mobilité durable - Conférence prononcée au cercle des transports le 14 mai, *Transports, Editions techniques et économiques*, pp. 413-424, en ligne : https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00088768/document

Crozet Y. (2002) Prospective pour une mobilité durable - Conférence prononcée au cercle des transports, 14 mai 2002, *Transports,* n°416, pp. 413-424

Crucke J.-L. (2020) *Révision du Plan d'Exposition au Bruit (PEB). Un juste équilibre entre bien-être des riverains et développement des aéroports wallons*, communiqué de presse, 09 octobre, en ligne : https://crucke.wallonie.be/home/presse--actualites/publications/revision-du-plan-dexposition-au-bruit-peb.publicationfull.html

Dalkey N., Brown B., Cochran S. (1972), *La prévision à long terme par la méthode Delphi*, Dunod, 1972

Dator J. (2002) *Advancing futures: futures studies in higher education*, Westport, Praeger, 2002

Dator J. (2009) Alternative Futures at the Manoa School, *Journal of Futures Studies*, vol. 14, n°2, pp. 1–18, en ligne : https://jfsdigital.org/wp-content/uploads/2014/01/142-A01.pdf

de Beys J. (2004) La décision de la Commission européenne du 12 février 2004 sur les aides d'État accordées à Ryanair, *Courrier hebdomadaire du CRISP*, 2004/27 (n°1852), en ligne : https://www.cairn.info/revue-courrier-hebdomadaire-du-crisp-2004-27-page-1.htm

Delaplace M., Dobruszkes F. (2015), From low-cost airlines to low-cost high-speed rail ? The French case, *Transport Policy*, 38, pp. 73–85

Demoli Y. (2020) *La démocratisation du transport aérien sous l'œil du sociologue : mythe ou réalité ?*, Melchior, en ligne : https://www.melchior.fr/actualite/la-democratisation-du-transport-aerien-sous-l-oeil-du-sociologue-mythe-ou-realite-0

Deschamps C. (2019) *Des temps de vol plus longs qu'en 1960 : pourquoi ?*, RTBF, en ligne : https://www.rtbf.be/info/societe/detail_des-temps-de-vol-plus-longs-qu-en-1960-pourquoi?id=10397241

Destatte, P. et Durance, P. (2009). *Les mots-clés de la prospective territoriale.* La Documentation française

Deville X., Vennix S. (2009) *Economic importance of air transport and airport activities in Belgium - Report 2011*, NBB, Working Paper, n°218, National Bank of Belgium, Brussels, en ligne : https://www.nbb.be/doc/ts/publications/wp/wp218en.pdf

Deville X., Vennix S. (2011) Economic importance of air transport activities in Belgium -Report 2009, *Working paper*, n°218, Bruxelles, Banque nationale de Belgique, en ligne :

Dobruszkes F. (2006) An analysis of European low-cost airlines and their networks, *Journal of Transport Geography*, 14(4), pp. 249-264

Dobruszkes F. (2009) New Europe, new low-cost air services, *Journal of Transport Geography*, 17(6), pp. 423–432

Dobruszkes F. (2011) High-speed rail and air transport competition in Western Europe : A supply-oriented perspective, *Transport Policy*, 18(6), pp. 870-879

Dobruszkes F. (2013) The geography of European low-cost airline networks: a contemporary analysis, *Journal of Transport Geography*, 28, pp. 75-88

Dobruszkes F., Givoni M., Vowles T. (2017) Hello major airports, goodbye regional airports? Recent changes in European and US low-cost airline airport choice, *Journal of Air Transport Management*, 59, pp. 50-62

Donzelli M. (2010) The effect of low-cost air transportation on the local economy: Evidence from Southern Italy, *Journal of Air Transport Management*, 16(3), pp. 121-126

Dubos F. (2021) *Territoires aéroportuaires : enjeux de développement, liens avec les infrastructures, articulation stratégie-opérationnel*, en ligne : https://educnet.enpc.fr/pluginfile.php/81368/mod_folder/content/0/CM8b%20-%20Territoires%20A%C3%A9roportuaires%20%28Dubos%29?forcedownload=1

Dupont P. (2015) *Manuel de droit aérien : souveraineté et libertés dans la troisième dimension, Études internationales*, Paris, Éditions A. Pedone

Dutheil G. (2019) Pourquoi « la honte de prendre l'avion » inquiète les compagnies aériennes, *Le Monde*, 3 juin, en ligne : https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/06/03/le-secteur-aerien-face-a-la-honte-de-prendre-l-avion_5470578_3234.html

Eberts R. W. (1990) Public infrastructure and regional economic development, *Economic Review*, vol. 26, n°1, pp.15-27

El Khider A., Elmorchid B., Margoum M. A., Nacaf R. (2021) Transport infrastructure and economic growth: An econometric analysis using the autoregressive distributed lag model ARDL, *International Journal of Managerial Finance*, vol. 2, n°2, March, pp.57-75, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/350567819_Transport_infrastructure_and_economic_growth_An_econometric_analysis_using_the_autoregressive_distributed_lag_model_ARDL

État de l'environnement wallon (2020) Exposition au bruit du trafic aérien, en ligne : http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/SANTE%204.html

Eurocontrol (2016) *Market Segments in European Air Traffic 2015*, STATFOR Doc 581 DRAFT v0.4., en ligne : https://www.eurocontrol.int/publication/market-segments-european-air-traffic-2015

Eurocontrol (2017) *European Route Network Improvement Plan (ERNIP) - Monitoring Report - AIRAC 1709,* en ligne : https://www.eurocontrol.int/publication/european-route-network-improvement-plan-ernip-monitoring-report-airac-1709

Eurocontrol (2018) *Challenges of growth 2018 - European aviation in 2040*, en ligne : https://www.eurocontrol.int/publication/challenges-growth-2018

European Commission (2001) *White Paper: European transport policy for 2010: time to decide*, COM(2001) 370, en ligne : https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2001_white_paper_en

European Commission (2004a) *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council on the application of Regulation 261/2004 establishing common rules on compensation and assistance to passengers in the event of denied boarding and of cancellation or long delay of flights*, COM(2011) 174 final, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A52011DC0174

European Commission (2004b) *Décision de la Commission du 12 février 2004 concernant les avantages consentis par la Région wallonne et Brussels South Charleroi Airport à la compagnie aérienne Ryanair lors de son installation à Charleroi [notifiée sous le numéro C(2004) 516] (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)*, Ref. 2004/393/CE, Journal officiel n°L137 du 30/04/2004 p. 0001 – 0062, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004D0393&from=SV

European Commission (2005) *Communication from the Commission. Developing the agenda for the Community's external aviation policy*, COM(2005) 79 final, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52005DC0079

European Commission (2007) *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council pursuant to Article 17 of Regulation (EC) No 261/2004 on the operation and the results of this Regulation establishing common rules on compensation and assistance to passengers in the event of denied boarding and of cancellation or long delay of flights*, COM(2007) 168 final, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52007DC0168

European Commission (2008) *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the application of Regulation (EEC) No 95/93 on common rules for the allocation of slots at Community airports, as amended*, COM(2008) 227 final, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52008DC0227

European Commission (2008) *Single European Sky II: towards more sustainable and better performing aviation*, COM(2008) 389, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52008DC0389

European Commission (2011a) *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council on the application of Regulation 261/2004 establishing common rules on compensation and assistance to passengers in the event of denied boarding and of cancellation or long delay of flights*, COM(2011) 174 final, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52011DC0174

European Commission (2011b) *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Airport policy in the European Union - addressing capacity and quality to promote growth, connectivity and sustainable mobility*, COM(2011) 823 final, en ligne : https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/viuwtjo7p1yu

European Commission (2011c) *European strategies , White paper 2011, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, COM/2011/0144 final, en ligne : https://ec.europa.eu/transport/themes/european-strategies/white-paper-2011_en

European Commission (2011d) *Technology Opportunities and Strategies towards Climate friendly and trAnsport (TOSCA)*, rapport final, en ligne : https://cordis.europa.eu/project/id/234217/reporting/fr

European Commission (2012) *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions the EU's External Aviation Policy - Addressing Future Challenges*, COM(2012) 556 final, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52012DC0556

European Commission (2013) *Fitness Check - Internal Aviation Market: Report on the suitability of economic regulation of the European air transport market and of selected ancillary services*, SWD(2013) 208 final, en ligne : https://ec.europa.eu/transport/modes/air/internal_market/fitness_check_en

European Commission (2014) *Guidelines for state aid to airports and airlines*, 2014/C 99/03, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52014XC0404%2801%29

European Commission (2015) *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions* - An Aviation Strategy for Europe, COM/2015/0598 final en ligne : https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/7a19fcca-9ce7-11e5-8781-01aa75ed71a1/language-en

European Commission (2016) *Commission Notice - Interpretative Guidelines on Regulation (EC) No 261/2004 of the European Parliament and of the Council establishing common rules on compensation and assistance to passengers in the event of denied boarding and of cancellation or long delay of flights and on Council Regulation (EC) No 2027/97 on air carrier liability in the event of accidents as amended by Regulation (EC) No 889/2002 of the European Parliament and of the Council*, 2016/C 214/04, en ligne :
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52016XC0615%2801%29

European Commission (2017a) *Open and Connected Aviation : Questions & Answers*, MEMO/17/1473, en ligne :
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_17_1473

European Commission (2017b) *Commission Notice - Interpretative guidelines on Regulation, (EC)1008/2008 - Rules on Ownership and Control of EU air carriers*, C(2017) 3711 final, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52017XC0616%2801%29

European Commission (2017c) *Commission Notice - Interpretative guidelines on Regulation (EC)1008/2008 - Rules on Ownership and Control of EU air carriers - Public Service Obligations (PSO)*, C(2017) 3712 final, en ligne :
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52017XC0617%2801%29

European Commission (2017d) *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Aviation : Open and Connected Europe*, COM(2017) 286 final, en ligne : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2017:286:FIN

European Commission (2017e) *Proposal for a Regulation of the European Parliament ad of the Council on safeguarding competition in air transport, repealing Regulation (EC) No 868/2004*, COM/2017/0289 final, en ligne :
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52017PC0289

European Commission (2020) *Communication from the Commission Temporary Framework for State aid measures to support the economy in the current COVID-19 outbreak 2020/C 91 I/01*, en ligne :
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AJOC_2020_091_I_0001

European Commission (2021a) *Proposal for a Council Directive, restructuring the Union framework for the taxation of energy products and electricity,(recast),* en ligne : https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12303-Carburants-durables-pour-l%E2%80%99aviation-ReFuelEU-Aviation_fr

European Commission (2021b) *Proposition de règlement : Carburants durables pour l'aviation — ReFuelEU Aviation*, en ligne : https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12303-Carburants-durables-pour-l%E2%80%99aviation-ReFuelEU-Aviation_fr

European Commission (2021c) *State aid: Commission approves €12.835 million Italian aid measure to compensate Alitalia for further damages suffered due to coronavirus outbreak*, Press Release, 12 may, en ligne : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_2475

European Council (2012) *Council conclusions on The EU's External Aviation Policy - Addressing Future Challenges*, en ligne : https://ec.europa.eu/transport/modes/air/international_aviation/external_aviation_policy_en

European Environment Agency, European Union Aviation Safety Agency, Eurocontrol (2019) *European Aviation Environmental Report 2019*, en ligne : https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/615da9d1-713e-11e9-9f05-01aa75ed71a1

European Parliament (2007) *The Consequences of the Growing European Low-cost Airline Sector, Policy Department Structural and Cohesion Policies*, PE 397.234, en ligne : https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=IPOL-TRAN_ET(2007)397 234

European Parliament (2017) *Low-cost air carriers and tourism*, European Parliamentary Research Service, PE 607.263, en ligne : https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_ATA(2017)607 263

European Parliament (2020) *Sustainable aviation fuels*, European Parliamentary Research Service, PE 659.361, en ligne : https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2020)659 361

Faber J., Korteland M. (2013) *Estimated revenues of VAT and fuel tax on aviation*, CE Delft paper, Delft, en ligne : https://cedelft.eu/publications/1401/estimated-revenues-of-vat-and-fuel-tax-on-aviation

Fast Future / Future Travel Experience / APEX (2020a) *Air Transport 2035 : Four Possible Post-COVID-19 Scenarios for Aviation*, en ligne : https://fastfuture.com/shop/air-transport-2035-report-1/

Fast Future / Future Travel Experience / APEX (2020b) *The Impacts of COVID-19 on Innovation and Digital Transformation in Air Transport*, en ligne : https://fastfuture.com/shop/air-transport-2035-report-2/

FIT (2020) *Perspectives des transports FIT 2019*, Éditions OCDE, en ligne : Paris, https://doi.org/10.1787/e4367294-fr

Foresight Factory (2019) *BA 2119 : Flight of the Future, A ground-breaking study by British Airways*, en ligne : https://www.britishchamber.cn/wp-content/uploads/2019/08/BA-2119-Flight-of-the-Future-report.pdf

Gagnon B. (2010) L'écoterrorisme : vers une cinquième vague terroriste nord-américaine ? *Sécurité et stratégie*, vol. 3, n°1, pp.15-25, en ligne : https://doi.org/10.3917/sestr.003.0015

Gegg P., Budd L. Ison S. (2014) The market development of aviation biofuel : Drivers and constraints. *Journal of Air Transport Management*, vol. 39, pp.34-40

Gillet M. (2015) Le programme « Ciel unique européen » ... au détriment du climat, *Natures Sciences Sociétés*, vol. 23, n°4, p. 408-414, en ligne : https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2015-4-page-408.htm

Glomm G., Ravikumar B. (1994) Public Investment in Infrastructure in a Simple Growth Model, *Journal of Economic Dynamics and Control,* vol. 18, n°6, pp. 1173–1187

Gobert E. (2019) *La menace drones*, communication présentée au Symposium de la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile « Drones et espaces aériens », Paris, en ligne : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/la_menace_drones.pdf

Godet M. (2007) *Manuel de prospective stratégique, Tome 2, L'art et la méthode*, 3e édition, Paris, Dunod

Godet, M., Roubelat, F. (1996). Creating the future : the use and misuse of scenarios. *Long range planning*, *volume 29* n°2, april 1996

Gouvernement de Wallonie (2014), *Déclaration de politique régionale 2014-2019*, Namur

Gouvernement de Wallonie (2019), *Déclaration de politique régionale 2019-2024*, Namur, en ligne : https://www.wallonie.be/sites/default/files/2019-09/declaration_politique_regionale_2019-2024.pdf

Gouvernement de Wallonie (2021) *Communiqué de presse du Gouvernement relatif à sa séance du 1er avril 2021*, en ligne : https://gouvernement.wallonie.be/home/presse/publications/gouvernement-de-wallonie-du-1er-avril-2021.publicationfull.html

Grard L. (1995) *Le droit aérien*, Paris, PUF

Gras A. (1992) La surcharge du trafic aérien et sa régulation. Un défi majeur pour l'avenir de l'aviation civile, *Futuribles*, n°167, pp. 61-78

Grewe V. *et al.* (2010) Estimates of the climate impact of future small-scale supersonic transport aircraft - results from the HISAC EU-project, *The Aeronautical Journal*, March, vol. 114, n°. 1153, pp. 199-206

Halpern N. (2017) Air Transport Marketing, in Budd L., Ison S. (eds.) *Air Transport Management : An International Perspective*, Abingdon : Routledge, pp.321-338

Herrera García A. (2012) Modelo de simulación de operaciones aéreas en aeropuertos saturados. El caso del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, *Publicación Técnica*, n°365, Instituto Mexicano del Transporte, pp. 21-39, en ligne : http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt365.pdf

Herrera García A. (2017) *Alternative Solutions to Airport Saturation : Simulation Models applied to congested airports*, Documents de travail du Forum international des transports, n°2017/28, Éditions OCDE, Paris, en ligne : https://doi.org/10.1787/ea37ec2b-en

Herrera García A., Moreno-Quintero E. (2011) Strategy for attending takeoffs and landings to reduce the aircraft operating costs and the passenger delays, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, vol. 11, n°2, pp. 219-233, en ligne : http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2011_02/pdf/2011_02_05.pdf

Hivert A. F. (2019) De plus en plus de Suédois acceptent d'avoir « honte de voler » en avion, *Le Monde*, 2 avril, en ligne : https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/04/02/climat-la-honte-de-voler-gagne-du-terrain-chez-les-suedois_5444664_3244.html

Houzé S. (2019) *Modèle low-cost aérien. Le pilote automatique qui nous mène droit dans le mur*, Analyse n°369, Centre Permanent pour la Citoyenneté et la Participation, en ligne : https://www.cpcp.be/publications/low-cost-aerien/

Howe Verhovek S. (2021) *Un ciel plus vert… mais pour quand ?*, National Geographic, octobre, pp. 60-79

IATA (2020) *Carbon offsetting for international aviation*, en ligne : https://www.iata.org/contentassets/fb745460050c48089597a3ef1b9fe7a8/paper-offsetting-for-aviation.pdf

IATA (2021a) *2020, la pire année de l'histoire pour la demande de voyages aériens*, Communiqué n°6, 3 février, en ligne : https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2021-02-03-02/

IATA (2021b) *Outlook for the global airline industry April 2021 update*, en ligne : https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/airline-industry-economic-performance---april-2021---report/

IATA, School of International Futures (2018) *Future of the airline industry 2035*, en ligne : https://www.iata.org/contentassets/690df4ddf39b47b5a075bb5dff30e1d8/iata-future-airline-industry-pdf.pdf

ICAO/OACI (2013) *État de la sécurité générale de l'aviation*, en ligne : https://www.icao.int/safety/state%20of%20global%20aviation%20safety/icao_sgas_book_fr_sept2013_final_web.pdf

ICAO/OACI (2016a) Plan pour la sécurité de l'aviation dans le monde, 2017-2019, Deuxième édition, en ligne : https://www.icao.int/Meetings/a39/Documents/GASP_fr.pdf

ICAO/OACI (2016b) *Environmental Report*, en ligne : https://www.icao.int/environmental-protection/pages/env2016.aspx

ICAO/OACI (2018) *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation - CORSIA*, en ligne : https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/1_3_Carbon%20Offsetting%20and%20Reduction%20Scheme%20for%20International%20Aviation_CORSIA.pdf#search=Carbon%20Offsetting%20Scheme%20for%20International%20Aviation

ICAO/OACI (2019) *Stratégie de cybersécurité de l'aviation*, en ligne : https://www.icao.int/cybersecurity/Documents/AVIATION%20CYBERSECURITY%20STRATEGY.FR.pdf

ICAO/OACI (2020) Manuel sur l'élaboration de plans régionaux et nationaux de sécurité de l'aviation, Première édition, en ligne : https://www.icao.int/safety/GASP/Documents/Doc%2010131/10131_cons_fr.PDF

ICAO/OACI (2021) Economic Impacts of COVID-19 on Civil Aviation, en ligne : https://www.icao.int/sustainability/Pages/Economic-Impacts-of-COVID-19.aspx

ICEDD (2021) *Bilan énergétique de la Wallonie 2018 - bilan de consommation des transports*, en ligne : https://energie.wallonie.be/fr/bilan-de-consommation-energetique-des-transports-2018.html?IDC=6288&IDD=146629

International Chamber of Commerce (1995) *Les aides publiques aux compagnies aériennes*, en ligne : https://iccwbo.org/publication/state-aid-to-airline-french/

IPCC (1999) *Aviation and the Global Atmosphere*, Cambridge University Press, en ligne : https://archive.ipcc.ch/ipccreports/sres/aviation/index.php?idp=0

IRENA (2017) *Biofuels for aviation technology brief*, en ligne : https://www.irena.org/publications/2017/Feb/Biofuels-for-aviation-Technology-brief

Irvine E., Shine K. Stringer M. (2016) What are the implications of climate change for trans-Atlantic aircraft routing and flight time?, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 47, pp. 44-53

Jani M. (2021) Evaluation of scenarios of constrained and unconstrained airport growth, *Research in Transportation Business & Management*, en ligne : https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100698

Jimenez J.L., Betancor O. (2012) When trains go faster than planes: The strategic reaction of airlines in Spain, *Transport Policy,* vol. 23, pp.34-41

João B. *et al.* & (2015) Transport demand evolution in Europe - factors of change, scenarios and challenges, *European Journal of Futures Research,* vol. 3., n°13, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/284161744_Transport_demand_evolution_in_Europe_-_factors_of_change_scenarios_and_challenges

Jones C. B. (1992) The Manoa School of Futures Studies. *Futures Research Quarterly*, vol. 8, n°2, pp. 19-25

Jouvenel (de) H. (1993) Sur la méthode prospective : un bref guide méthodologique. *Futuribles*, n°179 – septembre 1993

Julien, P. A., Lamonde, P. et Latouche, D. (1975). La méthode des scénarios, Une réflexion sur la démarche et la théorie de la prospective. T*ravaux et recherches de prospective : schéma général d'aménagement de la France* n°59, Juin, La Documentation Française. En ligne : http://www.laprospective.fr/dyn/francais/memoire/trp/methode-scenarios-trp-59-1975.pdf

Kapadia Z. *et al.* (2016) Impacts of aviation fuel sulfur content on climate and human health, *Atmospheric, Chemistry and Physics*, vol. 16, pp. 10521–10541, en ligne : https://acp.copernicus.org/articles/16/10521/2016/

Kluge U., Ringbeck J., Spinler S (2020) Door-to-door travel in 2035 - A Delphi study, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 157, pp. 120096-1201113, en ligne : https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120096

La Libre (2021, a) *La Région wallonne va injecter 30 millions dans l'aéroport de Charleroi, en échange d'un nouveau modèle de gouvernance*, article du 01 avril, en ligne : https://www.lalibre.be/economie/entreprises-startup/la-region-wallonne-va-injecter-30-millions-dans-brussels-south-charleroi-airport-bsca-mais-demande-un-nouveau-modele-de-gouvernance-6065d9f09978e2410feb530d

La Libre (2021, b) *Moins de 25 000 voyageurs en février : la folle dégringolade de la fréquentation à l'aéroport de Charleroi*, article du 17 mars, en ligne : https://www.lalibre.be/economie/entreprises-startup/le-trafic-passagers-en-chute-libre-en-fevrier-a-l-aeroport-de-charleroi-60524c569978e2410fb43918

Le site officiel de la Wallonie (2020) *la Société wallonne des aéroports (SOWAER)*, en ligne : https://www.wallonie.be/fr/acteurs-et-institutions/wallonie/autres-acteurs-publics-de-la-region-wallonne/societe-wallonne-des-aeroports-sowaer

Lecocq N. (2019) Climat : zéro pointé pour l'aviation, Namur, Fédération Inter-Environnement Wallonie, en ligne : https://www.iew.be/climat-zero-pointe-pour-laviation/

Leduc-Hébert L. (2018) *La néolibéralisation de l'aviation civile européenne et les nouvelles réalités en matière d'emploi pour le personnel navigant*, Mémoire présenté comme exigence partielle à la maîtrise en droit international, Université du Québec à Montréal, en ligne : https://archipel.uqam.ca/12424/1/M15940.pdf

Lee D. S. *et al.* (2009) Aviation and global climate change in the 21st century, *Atmospheric Environment,* vol. 43, pp. 3520-3537, en ligne : https://www.easa.europa.eu/eaer/references?page=10

Lee D. S. *et al.* (2021) The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018, *Atmospheric Environment*, vol. 244, pp. 117834-117863, en ligne : https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1352231020305689?token=70CCF50D596BBF99AB679FC7D780987F6FB3E7958685E561E30D01D9D9229D334AAE8355F31DD3030DA392E316E25116&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210505142155

Lefèvre T. (2021) *Pour l'environnement, il faut réinventer l'industrie du transport aérien*, The Conversation, 19 mars, en ligne : https://theconversation.com/pour-lenvironnement-il-faut-reinventer-lindustrie-du-transport-aerien-156429

Lenaerts B., Allroggen F., Malina R. (2021) L'impact économique de l'aviation : un examen du rôle de l'accès au marché, *Journal de la gestion du transport aérien*, vol. 91, mars, pp. 102-120, en ligne : https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969699720305822

Lenoir N. (2004) *Congestion et créneaux aéroportuaires,* CEDECE 2004, colloque de la Commission pour l'Étude des Communautés européennes, octobre, Bordeaux, France, pp 377-388, en ligne : https://hal-enac.archives-ouvertes.fr/hal-01022245

Levine E. M. (2009) *Airport Congestion: When Theory Meets* Reality, *Yale Journal on Regulation*, vol. 26, n°1, pp. 37-88, en ligne : https://digitalcommons.law.yale.edu/yjreg/vol26/iss1/3

Lezais E. (2015) Revue comparée des études de prospectives de transports à l'international, Rapport d'étude, Cerema, en ligne : http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1165818.pdf

Lohest F., Aubin D. (2011) Analyse historique du régime institutionnel du secteur aérien en Belgique (1899-2010), *Working paper*, n°2, Berne, Institut Universitaire Kurt Bösch

Lohest F., Aubin D. (2011) La régulation de l'aviation civile en Belgique. Analyse des régimes institutionnels depuis 1899, *Courrier hebdomadaire du CRISP*, Vol. 2120-2121

Lohest F., Aubin D. (2012) Les impacts de la libéralisation et de la régionalisation sur la durabilité du secteur aérien civil en Belgique, *Fédéralisme Régionalisme*, vol. 12, Varia, 1134, pp. 1-15, en ligne : https://popups.uliege.be/1374-3864/index.php?id=1134

Lugan, J-C. (2006). *Lexique de systémique et de prospective*. Conseil Economique et Social Midi-Pyrénées. En ligne : http://www.intelliterwal.net/Glossaire/LUGAN_Jean-Claude_Lexique-Prospective_CESR-Midi-Pyrenees-2006.pdf

Lumsdon L. M, Downward P., Rhoden S. (2006). Transport for Tourism: Can Public Transport Encourage a Modal Shift in the Day Visitor Market?, *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 14., pp. 139-156

Maurino D. E., Reason J., Johnston N., Lee R. B. (1998) *Beyond Aviation Human Factors Safety in High Technology Systems*, Routledge, London

Mawhood R., Gazis E., de Jong S., Hoefnagels R., Slade R. (2016) Production pathways for renewable jet fuel: a review of commercialization status and future prospects, *Biofuels Bioproducts and Biorefining. Advance online publication*, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/301286215_Production_pathways_for_renewable_jet_fuel_A_review_of_commercialization_status_and_future_prospects

MCRIT (2009) *Mobility scénarios toward a post-carbon society*, research report, TRANSvisions, European Commission Contract A2/78-2007, en ligne : https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/themes/strategies/studies/doc/future_of_transport/2009_02_transvisions_task2.pdf

Meinert S. (2014) *Guide pratique - L'élaboration de scénarios*, Etui, en ligne : https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiNj4ibj6TyAhVR2qQKHVPMBi0QFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.etui.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FScenario_Building_FR_finale.pdf&usg=AOvVaw38HUalL_VsmLftvGTrKmv7

Melchior (2020) *Les aéroports, miroirs de la mondialisation. Le cas du Groupe ADP*, en ligne : https://www.melchior.fr/etude-de-cas/les-aeroports-miroirs-de-la-mondialisation-le-cas-du-groupe-adp

Messoudi H. (2021) *Taxe sur les sauts de puce en avions : plus que 5-6 euros, plus que 500 km de distance*, 18 octobre, en ligne : https://www.rtbf.be/info/dossier/chroniques/detail_taxe-sur-les-sauts-de-puce-en-avions-plus-que-5-6-euros-plus-que-500-km-de-distance?id=10862231

Meunier N. *(2020)* Aviation : crise économique, crise climatique, comment gérer les urgences ?*, newsletter Décryptage Mobilité, Carbone4.com*, 27 mars, en ligne : http://www.carbone4.com/decryptage-mobilite-aviation-coronavirus/

Meunier N. (2020) Aviation : crise économique, crise climatique, comment gérer les urgences, *Newsletter Décryptage Mobilité*, Carbone 4, 27 mars, en ligne : https://www.carbone4.com/decryptage-mobilite-aviation-coronavirus

Ministère de la Transition écologique, Ministère chargé des Transport (2019) Stratégie nationale du transport aérien 2025, Paris, en ligne : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Strat_Aerien_2025.pdf

Mirolo M. (2021) *One year of airline bailouts: what have we learned? How can recovery finally rhyme with sustainability*, Transport & Environment, en ligne : https://www.transportenvironment.org/publications/one-year-airline-bailouts-what-have-we-learned?utm_source=Email+alerts+-+Transport+%26+%E2%80%A6

Miyamoto H., Baum A., Gueorguiev N., Honda J., Walke, S. (2020) Chapter 2 Growth Impact of Public Investment and the Role of Infrastructure Governance, in Schwartz G., Fouad M., Hansen T. S., Verdier

G. (Eds.) *Well Spent. How Strong Infrastructure Governance Can End Waste in Public Investment*, USA: International Monetary Fund, Retrieved, November, en ligne : https://www.elibrary.imf.org/view/books/071/28328-9781513511818-en/ch002.xml

Molin B. (1998) *Eléments pour une prospective du Transport aérien européen*, rapport final de l'étude réalisée pour la DATAR, en ligne : https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/984001720.pdf

Mosnier J. (2004) Le phénomène *low cost* : contre un certain nombre d'idées reçues, *Problèmes économiques*, n°2843, pp. 15-22

Norrman N., Talalasova E. (2021), *Fossil-free aviation 2045 – Actions, Obstacles and Needs*, research report, Research Institutes of Sweden/ Swedish Energy Agency, en ligne : http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1523447/FULLTEXT01.pdf

Notz D., Stroeve J. C. (2016) Observed Arctic sea-ice loss directly follows anthropogenic CO_2 emission, *Science*, vol. 354, n°6313, pp. 747-750, en ligne : https://science.sciencemag.org/content/354/6313/747/tab-pdf

Noulet J. F. (2021) *Comment le gouvernement fédéral financera-t-il le budget 2022 ?*, RTBF, 13 octobre, en ligne : https://www.rtbf.be/info/belgique/detail_comment-le-gouvernement-federal-financera-t-il-le-budget-2022?id=10859519

ONERA (2010) *Transport aérien 2050 - Des recherches pour préparer l'avenir*, en ligne : https://www.onera.fr/sites/default/files/recherche/brochure-ats2050.pdf

Pacary C. (2019) « Prendre l'avion : à quel coût ? » : plan de vol d'une aéronautique écoresponsable, *Le Monde*, 24 mai, en ligne : https://www.lemonde.fr/culture/article/2019/05/24/prendre-l-avion-a-quel-cout-plan-de-vol-d-une-aeronautique-ecoresponsable_5466379_3246.html

Papon F. *et al.* (2008). *Prospective des transports : un état des lieux en Europe. Rapport final pour le CPVST*, Tome 1. Tome 2 Recueil de travaux prospective transport en Europe, en ligne : https://www.researchgate.net/publication/49136449_Prospective_des_transports_un_etat_des_lieux_en_Europe_Rapport_final_pour_le_CPVST_Tome_1_Tome_2_Recueil_de_travaux_prospective_transport_en_Europe

Parlement européen (2008a) *The future of European long-distance transport, Scenario Report*, rapport réalisé pour le Science and Technology Options Assessment (STOA), en ligne : https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2008/417471/IPOL-JOIN_ET(2008)417471_EN.pdf

Parlement européen (2008b) *The Future of European long-distance transport, Synthesis Report,* rapport réalisé pour le Science and Technology Options Assessment (STOA), en ligne : https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/workshop/join/2008/393787/IPOL-JOIN_AT(2008)393787_EN.pdf

Pavaux J. (dir.) (1995) *Le transport aérien à l'horizon 2020 - Eléments de réflexion prospective*, Institut de Transport Aérien, Paris, Presse de L'ITA

Plassard F. (2004) Retrospective de la prospective - Dans les transports et l'aménagement du territoire, *Travaux de recherche et prospective*, n°20, Mars

Pollet F. (2020) *Le Futur de l'avion. Les prochains défis de l'industrie aéronautique*, FYP Éditions, Limoges

Raffarin M. (2004) Congestion in European Airspace : A Pricing Solution ?, *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 38, n°1, pp. 109-125, en ligne : http://www.jstor.org/stable/20173047 - http://www.jstor.org/stable/20173047

Reason J. (1997) *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Routledge, London

Reason J. (2015) *Organizational Accidents Revisited*, Routledge, London

Reddy M., Nica M., Wilkes K. (2012) Space tourism : Research recommendations for the future of the industry and perspectives of potential participants, *Tourism Management*, vol. 33, n°5, pp. 1093-1102

Renette E. (2019) Bruit, pollution… la charge environnementale des avions dans le viseur de Brussels Airport, *Le Soir*, 3 mai, en ligne : https://plus.lesoir.be/222090/article/2019-05-03/bruit-pollution-la-charge-environnementale-des-avions-dans-le-viseur-de-brussels

Renette E. (2021) Transports : les émissions de CO_2, l'autre défi de l'aviation, *Le Soir*, 15 février, en ligne : https://plus.lesoir.be/355328/article/2021-02-15/transports-les-emissions-de-co2-lautre-defi-de-laviation

Righi M., Hendricks J., Sausen R. (2016) The global impact of the transport sectors on atmospheric aerosol in 2030 - Part 2: Aviation, *Atmospheric, Chemistry and Physics*, vol. 16, pp. 4481–4495

Rohr C. *et al.* (2016) *Travel in Britain in 2035 - Future scenarios and their implications for technology innovation*, research report, Rand Corporation, en ligne : https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1377.html

Rohrbeck Heger GmbH (2020) *Air transport will never be the same again…*, en ligne : https://www.rohrbeckheger.com/insights/air-transport-will-never-be-the-same-again

Roland Berger (2017) *Aircraft Electrical Propulsion - The Next Chapter of Aviation? It Is Not a Question of If, but When*, en ligne : https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwidleCg88nzAhXWgP0HHWF8CVkQFnoECAcQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.rolandberger.com%2Fpublications%2Fpublication_pdf%2Froland_berger_aircraft_electrical_propulsion.pdf&usg=AOvVaw38qLZ00h3PT9wh__t185vF

Satheesh S. K. (2018) Aircraft emissions and the environment, *Current Science*, vol. 115, n°11, pp. 2003-2004, en ligne : https://wwwops.currentscience.ac.in/Volumes/115/11/2003.pdf

Schmidt P. *et al.* (2018) Power-to-Liquids as Renewable Fuel Option for Aviation : A Review. *Chemie Ingenieur Technik*, 90, pp 127-140

Schöpfel J. (2015) Comprendre la littérature grise, *I2D - Information, données & documents*, vol. 52, n°1, pp. 30-32, en ligne : https://www.cairn.info/revue-i2d-information-donnees-et-documents-2015-1-page-30.htm

Sénat France,(2021) *Contribution du transport aérien au désenclavement et à la cohésion des territoires - le transport aérien : un levier de développement économique et de rééquilibrage des inégalités territoriales*, Travaux parlementaires, 29 novembre, en ligne : http://www.senat.fr/rap/r18-734/r18-7344.html

Serra Del Pino J. (1998). The Challenge of Teaching Futures Studies, *American Behavioral Scientist*, vol. 42, n°3, pp. 484-492

Shaw S., Thomas C. (2006) Discussion Note : Social and Cultural Dimensions of Air Travel Demand: Hyper-Mobility in the UK? Journal of Sustainable Tourism, 14(2), pp. 209–215

SOIF, IATA (2018) *The future of the airline industry*, study report commissioned by IATA's Industry Affairs Committee, en ligne : https://www.iata.org/contentassets/690df4ddf39b47b5a075bb5dff30e1d8/iata-future-airline-industry-pdf.pdf

Solow R. (1956) A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, vol.70, pp.65-94, en ligne : http://piketty.pse.ens.fr/files/Solow1956.pdf

SOWAER (2012) *Les aéroports en tant que pôles de développement économique*, Conférence de la Sowaer, 7 juin, en ligne : https://www.logisticsinwallonia.be/fr/event/conference-de-la-sowaer-les-aeroports-en-tant-que-poles-de-developpement-economique

SOWAER (2019) Rapport de gestion, en ligne : https://www.sowaer.be/publications/

SOWAER (2020) Rapport de gestion, en ligne : https://www.sowaer.be/publications/

Spaey M. (2017) *Tourisme durable Une opportunité pour la Wallonie*, Namur, Fédération Inter-Environnement Wallonie, en ligne : http://strategie.tourismewallonie.be/fr/tourisme-durable-une-opportunite-pour-la-wallonie.html?IDD=58488&IDC=603

Spaey M. (2019) *Des avions qui carburent aux déchets organiques ?*, Namur, Fédération Inter-Environnement Wallonie, en ligne : https://www.iew.be/des-avions-qui-carburent-aux-dechets-organiques/

Spaey M. (2020) *Pas de soutien au secteur aérien sans contreparties fiscales et engagement climatique*, Namur, Inter-Environnement Wallonie, en ligne : https://www.iew.be/pas-de-soutien-au-secteur-aerien-sans-contreparties-fiscales-et-engagement-climatique/

Spaey M. (2021) *Les aéroports sous la loupe du climat, Namur, Fédération Inter-Environnement Wallonie*, en ligne : https://www.iew.be/les-aeroports-sous-la-loupe-du-climat/

Starck L., Jeuland N., Montagne X. (2009) *Aéronautique et carburants alternatifs*, Collection Panorama, IFP Energies nouvelles, en ligne : https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/42/013/42013961.pdf

Statbel (2021) *Diminution de trois quarts des passagers et de moitié des vols en 2020*, Communiqué, 18 mars, en ligne : https://statbel.fgov.be/fr/themes/mobilite/transport/transport-aerien

Sturm J., Jacobs J., Groote P. (1999) Output Effects of Infrastructure Investment in the Netherlands, 1853–1913, *Journal of Macroeconomics*, vol. 21, n°2, pp. 355–380

Sun X., Zhang Y., Wandelt S. (2017) Air transport versus high-speed rail : An overview and research agenda, *Journal of Advanced Transportation*, pp. 1-18 pp., en ligne : https://www.researchgate.net/publication/317159633_Air_Transport_versus_High-Speed_Rail_An_Overview_and_Research_Agenda/link/5b087858a6fdcc8c252fdf01/download

Tetraplan A/S (dir.) (2009) *Report on Transport Scenarios with a 20 and 40 Year Horizon*, final report, TRANSvisions, European Commission Contract A2/78-2007, en ligne : https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/themes/strategies/studies/doc/future_of_transport/2009_02_transvisions_report.pdf

The Shift Project (2021) *Pouvoir voler en 2050 : quelle aviation dans un monde contraint ?*, en ligne : https://theshiftproject.org/article/quelle-aviation-dans-un-monde-contraint-nouveau-rapport-du-shift/

Transport & Environment (2018) *Aviation : 2 to 3 times more damaging to the climate than industry claims*, en ligne : https://www.transportenvironment.org/news/aviation-2-3-times-more-damaging-climate-industry-claims

Transport & *Environment*, CAN Europe (2006) *Clearing the Air : the myth and reality of aviation and climate change*, en ligne : https://www.transportenvironment.org/publications/clearing-air-myth-and-reality-aviation-and-climate-change

Transport & Environment (2021) *UK-led COP aviation declaration too weak to clean up flying*, November, en ligne : https://www.transportenvironment.org/discover/uk-led-cop-aviation-declaration-too-weak-to-clean-up-flying/

Tytelman X., Joffet O. (2020) Compagnies aériennes : le spectre des faillites en série, *Les Echos*, 16 mars, en ligne : https://advance.lexis.com/document?crid=ad2e9940-cc18-42d9-b942-a35ca773cea4&pddocfullpath=%2Fshared%2Fdocument%2Fnews%2Furn%3AcontentItem%3A5YF7-KW31-JCR4-X20B-00000-00&pdcontentcomponentid=233065&pdmfid=1516831&pdisurlapi=true

United Nations Framework Convention on Climate Change (2021) *Qu'est-ce que l'Accord de Paris ?*, en ligne : https://unfccc.int/fr/process-and-meetings/l-accord-de-paris/qu-est-ce-que-l-accord-de-paris

Vaaben B., Larsen J. (2015) Mitigation of airspace congestion impact on airline networks, *Journal of Air Transport Management*, vol. 47, pp. 54-65, en ligne : https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699715000459

Vandewatttyne J. (2016) Ryanair, ou le refus du dialogue social institutionnalisé, *Nouvelle Revue du Travail*, 2016, n°8

Vásquez M. C., Silva E. E., Castillo E. F. (2017) Hydrotreatment of vegetable oils : A review of the technologies and its developments for jet biofuel production, *Biomass and Bioenergy*, vol. 105, pp. 197-206

Vennix S. (2017) *Economic importance of air transport and airport activities in Belgium - Report 2015*, NBB, Working Paper, n°324, National Bank of Belgium, Brussels, en ligne : https://www.econstor.eu/bitstream/10419/182209/1/wp324en.pdf

Vickerman R. W. (Ed.) (1991) Infrastructure and Regional Development, Pion, London

Walker D. (2019) Electric planes are here – but they won't solve flying's CO problem, *The Conversation,* 5 novembre, en ligne : https://theconversation.com/electric-planes-are-here-but-they-wont-solve-flyings-co-problem-125900

Whyte R., Lohmann G. (2017) Airline Business Models, in Budd L., Ison, S. (eds.) *Air Transport Management : An International Perspective*, Abingdon : Routledge, pp. 107-121

William A., Maxime V. (2020) Coronavirus : du premier cas détecté de Covid-19 au déconfinement, la chronologie d'une crise mondiale, *Le Monde*, 12 mai, en ligne : https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2020/05/12/coronavirus-de-la-chauve-souris-au-deconfinement-la-chronologie-de-la-pandemie_6039448_4355770.html

Williams A. M., Balá V. (2009) Low-cost carriers, economies of flows and regional externalities, *Regional Studies*, 43(5), pp. 677–691

Williams P. D. (2016) Transatlantic flight times and climate change, *Environmental Research Letters*. 11(2), en ligne : https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/2/024008

Wittmer A., Hinnen G. (2017) Airline passengers, in Budd L., Ison, S. (eds) *Air Transport Management : An International Perspective*, Abingdon : Routledge, pp.139-150

World Energy Council (2011) *Global Transport Scenarios 2050*, London, en ligne : http://wec-france.org/DocumentsPDF/Etudes_CME/wec_transport_scenarios_2050.pdf

World Tourism Organization (2018) *International Tourism Highlights 2017*, en ligne : https://www.e-unwto.org/doi/epdf/10.18111/9789284419876

World Tourism Organization (2021) *International Tourism Highlights 2020*, en ligne : https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284422456

Xhonneux V. (2010) *Sources et impacts sanitaires du bruit lié aux transports*, Namur, Inter-Environnement Wallonie, en ligne : https://www.iew.be/le-bruit-des-transports-un-probleme/

Zilberberg E. (2012) Ceci n'est pas (seulement) du « low cost », *L'Expansion Management Review*, vol. 145, n°2, pp. 102-113

Wallonie

Iweps

L'Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique (IWEPS) est un institut scientifique public d'aide à la prise de décision à destination des pouvoirs publics. Autorité statistique de la Région wallonne, il fait partie, à ce titre, de l'Institut Interfédéral de Statistique (IIS) et de l'Institut des Comptes Nationaux (ICN). Par sa mission scientifique transversale, il met à la disposition des décideurs wallons, des partenaires de la Wallonie et des citoyens, des informations diverses qui vont des indicateurs statistiques aux études en sciences économiques, sociales, politiques et de l'environnement. Par sa mission de conseil stratégique, il participe activement à la promotion et la mise en œuvre d'une culture de l'évaluation et de la prospective en Wallonie.
Plus d'infos : https://www.iweps.be

2022

Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique
Vous pouvez consulter ou télécharger cette publication sur notre site : www.iweps.be