

# Sustainability Research

## Environnement

Recherche actions - France / Europe

### TRANSPORT AERIEN : Le CO<sub>2</sub>, une menace pour la croissance de l'industrie

Date publication: 07/01/2020 13:56

Date rédaction: 06/01/2020 16:59

<https://www.oddosecurities.com>

**Le transport aérien ne parvient pas à découpler croissance du trafic et hausse des émissions de CO<sub>2</sub>. Les compagnies européennes, en première ligne, sont exposées financièrement et peu armées. Faute d'investissements dans l'industrie, les régulateurs risquent de procéder à un ajustement par la baisse du trafic.**

#### Des émissions en hausse, l'industrie sous pression en Europe

Dans le transport aérien, l'enjeu du CO<sub>2</sub> est essentiellement lié à la consommation de kérosène. Historiquement, le secteur a réalisé des gains d'efficacité énergétique importants (-1,7% / an depuis 10 ans). Toutefois, ces progrès sont insuffisants pour absorber la hausse constante du trafic : les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur continuent d'augmenter (+2,8% / an depuis 10 ans), à un rythme deux fois plus rapide que la moyenne mondiale. Cette trajectoire est incompatible avec les objectifs de lutte contre le réchauffement climatique : diviser par deux l'empreinte carbone du secteur implique de baisser de 90% les émissions de CO<sub>2</sub> émises actuellement par passager.km. Or l'industrie est divisée sur l'ampleur de la réponse à cet immense défi : les menaces que font peser le CO<sub>2</sub> sur la croissance du secteur sont essentiellement perçues en Europe.

Valeurs traitées :



#### L'hypothèse d'un ajustement par la baisse du trafic aérien

Le transport aérien dispose de leviers variés pour réduire ses émissions. La meilleure gestion du trafic aérien ou le renouvellement précoce de la flotte peuvent apporter des réductions par appareil de l'ordre de 10%. Toutefois ces progrès ne permettraient pas d'amorcer une décarbonation : le scénario de prospective le plus optimiste de l'OACI table sur des progrès de l'efficacité énergétique de 1,4% par an jusqu'en 2050.

Des ruptures technologiques, dans le design bas-carbone, la propulsion électrique ou hydrogène, ou les carburants alternatifs, pourraient changer la donne. A condition d'investir dès maintenant, pour équiper la génération qui volera dans les années 2030. Or l'effort d'investissement d'Airbus est en baisse depuis 10 ans (Capex + R&D sur CA).

Faute d'investissements, l'industrie s'expose à de nouvelles réglementations, qui pourraient stimuler la R&D comme dans l'automobile, mais aussi conduire à résoudre le problème du CO<sub>2</sub> par une baisse du trafic aérien.

#### Des compagnies européennes exposées et peu armées

Le marché européen du prix du carbone (EU ETS) commence à peser sur l'EBIT des compagnies aériennes, en particulier des low cost qui ne se sont pas couvertes. En 2021 doit entrer en vigueur CORSIA, le mécanisme de décarbonation de l'industrie du transport aérien, censé s'appliquer à tous les vols internationaux, et donc se substituer au mécanisme européen. Dans notre scénario central, les compagnies continueraient à faire partie d'EU ETS pour les vols intra-européens, tandis que CORSIA concernerait les vols extra-européens. Les 5 principales compagnies européennes contribueraient au total pour près de 900 M€ par an pendant 15 ans, essentiellement sur EU ETS. Les plus touchées seraient Ryanair en absolu (31% du total sur 15 ans) et EasyJet relativement à sa taille (18% de son EBIT 2020 estimé). Ces coûts se cumuleraient à ceux des taxes environnementales, plus élevés encore.

Toutes les compagnies européennes sont exposées. Et peu armées. Ryanair a des meilleurs indicateurs d'intensité carbone qu'EasyJet. Air France-KLM a progressé, mais des doutes subsistent sur ses objectifs. IAG et Lufthansa ont peu diminué leur intensité carbone. IAG semble avoir pris la mesure des enjeux.

Les industriels ont la clé. L'innovation bas-carbone est devenu un facteur de compétition entre Safran, Rolls-Royce et MTU. A contrario, Airbus ne bénéficie pas de véritable émulation, faute d'un compétiteur en Europe. La décarbonation du secteur se joue pourtant à court terme, dans la succession des A320neo et B737 MAX.

**Jean-Baptiste Rouphael (Analyste ESG)**

+33 (0)1 55 35 42 44

[jean-baptiste.rouphael@oddo-bhf.com](mailto:jean-baptiste.rouphael@oddo-bhf.com)





## Sommaire

### Croissance du trafic et hausse des émissions : l'immense défi du découplage 5

Une empreinte carbone croissante

Une industrie sous pression, l'Europe en première ligne

### Les leviers de décarbonation : un potentiel certain, un investissement insuffisant 14

L'efficacité opérationnelle

Les ruptures technologiques

Les carburants alternatifs

Faute d'investissements en R&D, l'hypothèse d'un ajustement par la baisse du trafic

### Des compagnies européennes exposées aux prix du CO<sub>2</sub>, la clé chez les industriels 31

Les mécanismes EU ETS et CORSIA

Des impacts financiers forts et multiples

Des compagnies peu armées face à ces risques

Le rôle crucial des constructeurs et motoristes

Politiques et performances carbone en fiche





# CROISSANCE DU TRAFIC ET HAUSSE DES ÉMISSIONS : L'IMMENSE DÉFI DU DÉCOUPLAGE

---

*Dans l'industrie du transport aérien, l'enjeu du CO<sub>2</sub> est essentiellement lié à la consommation de kérosène. Historiquement, le secteur a réalisé des gains d'efficacité énergétique importants (-1,7% / an depuis 10 ans). Toutefois, ces progrès sont insuffisants pour absorber la hausse constante du trafic : les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur continuent d'augmenter (+2,8% / an depuis 10 ans), à un rythme deux fois plus rapide que la moyenne mondiale. Cette trajectoire est incompatible avec les objectifs de lutte contre le réchauffement climatique : diviser par deux l'empreinte carbone du secteur en 2050 implique de baisser de 90% les émissions de CO<sub>2</sub> émises actuellement par passager.km. Or l'industrie est divisée sur l'ampleur de la réponse à cet immense défi : les menaces que font peser la problématique du CO<sub>2</sub> sur croissance du secteur sont essentiellement perçues en Europe.*

## Une empreinte carbone croissante

### Les impacts carbone du transport aérien

#### Les impacts environnementaux

L'aviation est un secteur économique emblématique du XX<sup>ème</sup> siècle, associé à l'excellence technologique, à la mondialisation des échanges et à la massification des loisirs.

Ces progrès s'accompagnent toutefois d'impacts environnementaux et sanitaires majeurs :

- **Le bruit**

Provoqué par le décollage et l'atterrissage des avions, il engendre des nuisances pour les populations exposées : perturbations du sommeil, déficiences cognitives chez l'enfant, etc.

- **La dégradation de la qualité de l'air**

La combustion du kérosène des avions contribue localement à la pollution atmosphérique, via l'émission d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), de monoxyde d'azote (CO), d'hydrocarbures imbrûlés (HC), de composés organiques volatils (COV), de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et de particules

- **Le réchauffement climatique**

La combustion du kérosène provoque l'émission de gaz à effet de serre avec des effets directs sur le climat, tels le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), ou des effets indirects, tels les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) ou la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O). Ces gaz sont émis directement dans la tropopause<sup>1</sup>, où leurs impacts sur l'atmosphère se trouvent démultipliés.

---

<sup>1</sup> Couche atmosphérique située approximativement à 17 kilomètres d'altitude au-dessus des régions équatoriales et 9 kilomètres au-dessus des régions polaires



## Impacts CO<sub>2</sub> et impacts non-CO<sub>2</sub>

Ce rapport traite des « impacts CO<sub>2</sub> » directs du secteur aérien. Ces émissions sont mesurées avec certitude, et leurs impacts sur le réchauffement climatique font l'objet d'un consensus scientifique et politique<sup>2</sup>.

Toutefois, les effets des gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub> sur le réchauffement climatique sont potentiellement très significatifs. Ces « impacts non-CO<sub>2</sub> » sont de deux natures :

- Le fonctionnement des moteurs en altitude produit des NO<sub>x</sub>, un gaz à effet de serre qui modifie la chimie de l'atmosphère, en formant de l'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>), et renforce l'effet de serre à court terme.
- La vapeur d'eau rejetée par les moteurs modifie le processus de formation des nuages, en créant des traînées de condensation ou de cirrus, qui contribuent également à l'effet de serre.

Selon le GIEC, la contribution totale du secteur de l'aviation au réchauffement climatique, mesurée via le forçage radiatif<sup>3</sup>, s'élève à 4,9% du total mondial de 1790 à 2005. Selon l'Agence Européenne de l'Environnement<sup>4</sup>, les « impacts non-CO<sub>2</sub> » représenteraient 60% des effets du secteur aérien sur le changement climatique, contre 40% pour les impacts CO<sub>2</sub>.

## Les indicateurs d'empreinte carbone

Les émissions de CO<sub>2</sub> des compagnies aériennes sont liées à 97% à l'utilisation de combustibles fossiles<sup>5</sup>. Les émissions de scope 2 (consommation d'électricité) sont donc considérées comme négligeables<sup>6</sup>.

Plus de 99% des combustibles utilisés est d'origine fossile : du kérosène Jet-A ou Jet A1 fabriqué à partir du raffinage du pétrole. Or la combustion d'un litre de kérosène émet 3,16 KgCO<sub>2</sub><sup>7</sup>. L'empreinte carbone d'une compagnie est donc presque corrélée à sa consommation de kérosène.

Une mesure habituelle de l'intensité carbone d'un moyen de transport est la quantité de CO<sub>2</sub> émise par passager par kilomètre. En moyenne, à l'échelle mondiale, l'intensité carbone du transport aérien en 2018 atteint 88 gCO<sub>2</sub>/passager.km<sup>8</sup>

## Une empreinte carbone en hausse constante

### Evolution du trafic, de l'efficacité énergétique et des émissions de l'aviation mondiale (2008-2018)

	2008	2018	TMVA <sup>9</sup>
Nombre de passagers transportés (millions)	22 082	42 326	6,1%
Emissions de CO <sub>2</sub> totales <sup>10</sup> (mtCO <sub>2</sub> )	667	905	2,8%
Efficacité énergétique (MJ/RTK <sup>11</sup> )	15,5	12,9	-1,7%
Part aviation dans émissions CO <sub>2</sub> mondiales	2,1%	2,6%	

Tableau n°1 – Sources : AIE, World Bank, OACI

<sup>2</sup> Seules les émissions de CO<sub>2</sub> sont concernées par les différents mécanismes de réduction des gaz à effet de serre

<sup>3</sup> Le forçage radiatif mesure l'ensemble des perturbations extérieures, positives (réchauffement) ou négatives (refroidissement imposées au bilan du système climatique de la terre.

<sup>4</sup> European Aviation Environmental Report 2019, EASA

<sup>5</sup> 84% des émissions liées à l'utilisation des combustibles fossiles sont provoquées par la combustion en vol, contre 16% pour l'extraction et la production du combustible

<sup>6</sup> European Aviation Environmental Report 2019, EASA

<sup>7</sup> Ou 2,49 Kg de CO<sub>2</sub> par tonne de kérosène

<sup>8</sup> ICCT, CO<sub>2</sub> Emissions from commercial aviation, 2018

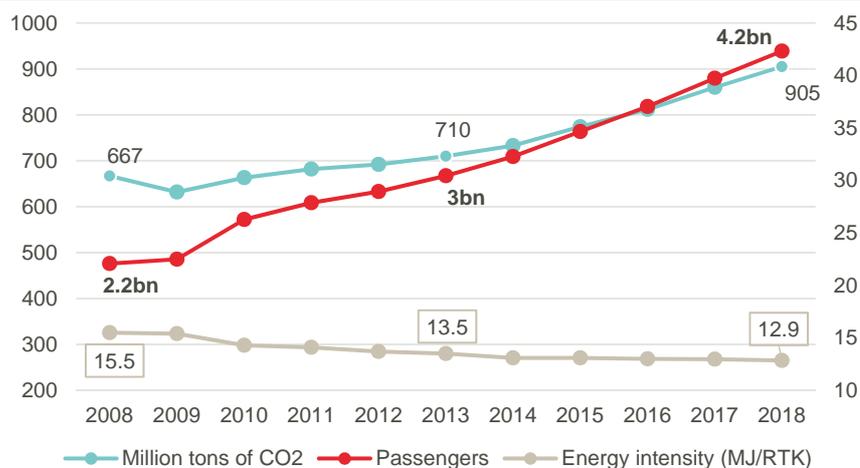
<sup>9</sup> Taux Moyen de Variation Annuelle

<sup>10</sup> Dont fret aérien, qui représente 19% des émissions mondiales selon l'ICCT

<sup>11</sup> Le Revenu Tonne Kilomètre est un indicateur couramment utilisé dans l'aviation, qui convertit le nombre de passagers payant un billet (hors personnel de bord) en poids, en incluant les bagages



### Evolution du trafic, de l'efficacité énergétique et des émissions (2008-2018)



Graphique n°2 – Sources : AIE, World Bank, OACI

## Une industrie de forte croissance

Le transport aérien (de passager ou de fret) a connu une croissance forte et régulière.

4,2 milliards de passagers ont été transportés dans le monde en 2018, contre 642 millions en 1980, soit une croissance moyenne annuelle de 4,9% par an pendant près de 40 ans<sup>12</sup>. Le nombre de passagers kilomètre a atteint 8 500 Md en 2018, en hausse de 140% depuis 2010. A un tel rythme, la croissance du trafic aérien double tous les 15 ans.

Les prévisions de croissance future du trafic affichent un rythme légèrement inférieur, mais toujours vigoureux : selon l'Association Internationale du Transport Aérien (IATA), qui représente les compagnies du secteur, le secteur transportera 8,2 milliards de passager en 2037, et 16 milliards en 2050<sup>13</sup>. L'Europe, qui pèse 27% du trafic mondial<sup>14</sup>, prévoit un doublement de son trafic passager en 2037<sup>15</sup>.

Les prévisions de l'OACI<sup>16</sup> sont concordantes : la croissance moyenne annuelle de la demande (en RTK) s'établirait à 4,4% par an sur la période 2015/2035. Les projections de l'OACI<sup>17</sup> sont en ligne avec les hypothèses de croissance de Boeing (4.8%), Airbus (4.5%) et Embraer (4.7%).

## Des gains d'efficacité énergétique significatifs

L'amélioration de l'efficacité énergétique est une priorité de l'industrie, au moins depuis le 1<sup>er</sup> choc pétrolier de 1974 : le kérosène représente environ 25% des Opex d'une compagnie aérienne. Les avions en circulation aujourd'hui consomment environ 80% d'énergie en moins que la génération en vol dans les années 1960.

Selon l'Agence Internationale de l'Energie, 12,8 MJ sont consommés en moyenne par RTK en 2018, contre 19.2 MJ/RTK en 2000. L'efficacité énergétique du transport aérien a donc progressé en moyenne de 2,1% par an pendant près de 20 ans.

<sup>12</sup> Données Banque Mondiale

<sup>13</sup> IATA Forecast, 2019

<sup>14</sup> En RPK – Revenu Passager Kilometre, On exclut du décompte des passagers le personnel de bord

<sup>15</sup> Agence Européenne de l'Environnement, Rapport environnemental sur l'aviation européenne, 2019

<sup>16</sup> Destination Green – The Next Chapter, ICAO, 2019

<sup>17</sup> Le Comité de Protection Environnemental de l'Aviation (CAEP)



## Des progrès insuffisants pour absorber la hausse du trafic

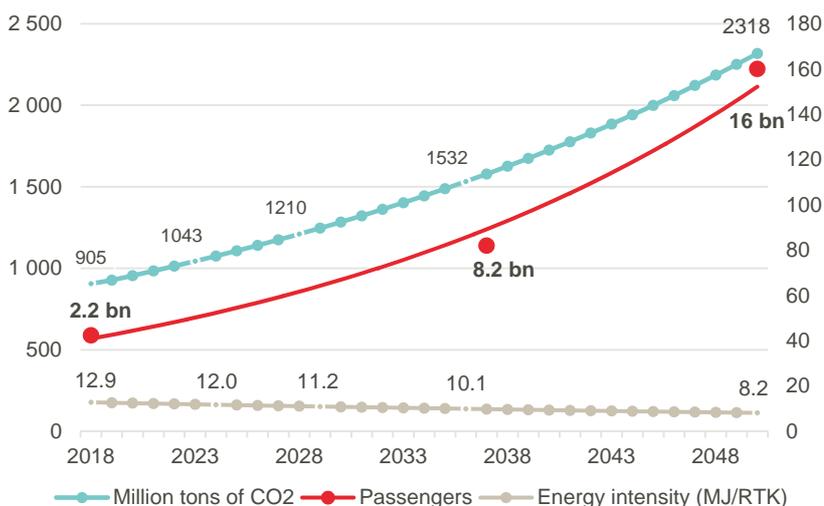
Les émissions de CO<sub>2</sub> de l'aviation mondiale ont augmenté de près de 3% par an depuis 10 ans : les progrès de l'efficacité énergétique de l'industrie du transport aérien ne sont pas suffisants pour absorber la hausse du trafic.

Les prévisions annoncées par IATA pour 2019 sont symptomatiques : malgré une hausse espérée de l'efficacité énergétique de 1,7%, les émissions brutes du secteur augmenteraient encore de 2,7%.

La croissance du trafic aérien nettement supérieure aux progrès de l'efficacité énergétique devrait mécaniquement maintenir à la hausse des émissions de CO<sub>2</sub> déjà observée.

Dans le Rapport Environnemental 2019 de l'OACI, un panel d'experts établit différents scénarios d'évolution de l'efficacité énergétique du transport aérien. Dans leur scénario le plus optimiste, l'efficacité énergétique progresserait de 1,4% par an jusqu'en 2050. Compte tenu des prévisions de hausse du trafic aérien, les émissions de CO<sub>2</sub> devraient accroître de l'ordre de 3% par an, ce qui est ligne avec la tendance des 10 dernières années (+2,8% par an). Les émissions de CO<sub>2</sub> totales du secteur seraient 2 fois et demi plus élevées que leur niveau actuel.

### Perspectives d'évolution du trafic, de l'efficacité énergétique et des émissions (2018-2050)



Graphique n°3 – Sources : AIE, World Bank, OACI

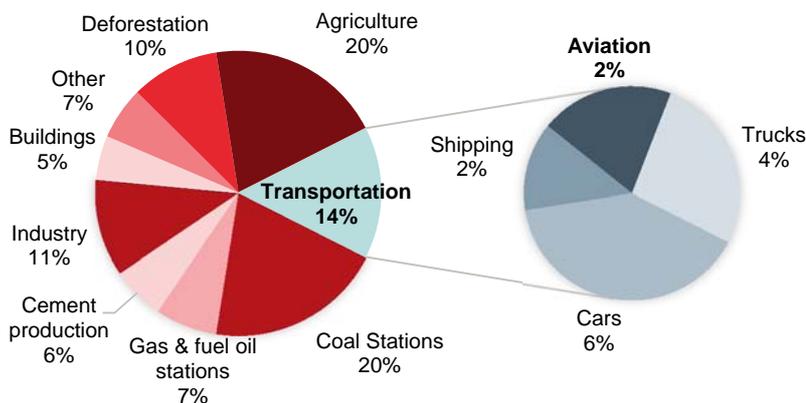
## Un rythme de croissance des émissions de CO<sub>2</sub> insoutenable

Le secteur aérien a émis en 2018, 905 MtCO<sub>2</sub> (hors « impacts non-CO<sub>2</sub> »), soit 2,6%<sup>18</sup> des émissions de CO<sub>2</sub> provoquées par les activités humaines à l'échelle mondiale<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> IATA Forecast, 2019



Part de l'aviation dans les émissions de GES mondiales (2018)



Graphique n°4 – Sources : GIEC, ODDO BHF Securities

La part de de l'aviation dans les émissions mondiales de gaz à effet de serre peut sembler faible au premier abord. Toutefois, les émissions de l'industrie du transport aérien progressent de 2,8% par an depuis 10 ans, quand la croissance des émissions mondiales est de 1,4% par an sur la même période.

Ainsi, le rythme de progression des émissions de l'aviation est deux fois supérieur à la moyenne mondiale. Cette trajectoire est donc, en tendance, insoutenable, puisque l'effort global de lutte contre le réchauffement climatique implique une baisse des émissions de gaz à effet de serre.

## Une industrie sous pression, l'Europe en première ligne

### Un secteur accusé d'échapper à sa responsabilité climatique

#### L'aviation internationale non soumise à l'Accord de Paris

La thématique de la lutte contre le réchauffement climatique et de l'adaptation à ses conséquences est prégnante dans l'opinion publique depuis l'adoption de l'Accord de Paris en 2015. 195 des 197 Etats de l'ONU se sont engagés à contenir d'ici 2100 la hausse des températures « bien en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels ». Dans ce contexte, les industries font face à une pression croissante pour amorcer le décarbonation.

Le transport aérien international, soit 65% du trafic aérien mondial, n'est pas soumis à l'Accord de Paris. En effet, du fait de leur nature transfrontalière, le secteur est régi par un organisme de l'ONU, l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), associant 191 membres, qui votent à la majorité toute modification du cadre réglementaire. Le transport aérien domestique, qui représente 35% du trafic, relève de la souveraineté des Etats.

**65%**

La part du secteur aérien non couverte par l'Accord de Paris, soit l'ensemble du trafic aérien international



## Des avantages fiscaux hérités de la Convention de Chicago

La fiscalité<sup>20</sup> est un autre angle d'attaque récurrent contre l'industrie, en particulier en Europe. L'organisation de l'aviation civile internationale est encore régie par la Convention de Chicago de 1944, qui instaura l'OACI. Il fût décidé d'interdire la taxation du carburant contenu dans le réservoir d'un avion lorsqu'il atterrit dans un pays différent de son pays d'origine.

Par la suite, de multiples résolutions et accords bilatéraux signés entre les Etats (« Air Service Agreements ») ont entériné l'application de taux de taxation nuls ou quasi-nuls sur le kérosène vendu sur leurs territoires<sup>21</sup>.

A noter que la convention de Chicago ne s'applique pas à l'aviation domestique. 23 pays européens (dont la France, l'Allemagne, l'Italie l'Espagne, les Pays-Bas, la Suède) ainsi que les Etats-Unis, le Japon, le Canada ou l'Arabie Saoudite appliquent ainsi une taxation nationale du kérosène.

## Divers dispositifs pour contourner Chicago

Les pouvoirs publics peuvent utiliser divers dispositifs pour contourner les conventions de Chicago et les ASA :

- Une directive de 2006 permet la signature d'accords bilatéraux afin de taxer le kérosène consommé lors des vols reliant deux pays de l'UE. Aucun accord n'a toutefois été signé à ce jour
- Des taxes peuvent s'appliquer directement sur les billets d'avion. Cinq pays d'Europe en appliquent, dont le montant varie selon la classe et la distance parcourue. Le Royaume-Uni a introduit dès 1994 le « Air Passenger Duty » au nom de l'impact environnemental du trafic aérien, avec un rendement de 3,7 Md€ en 2018/19.

### Taxes nationales « écologiques » sur les billets d'avion en Europe (2019)

Pays	Fourchette de prix
Allemagne	7.5 € - 42 € (2020 : 10 € - 59 €)
Autriche	3,5 € - 7,5 € - 17,5 €
Norvège	8,7 €
Royaume-Uni	12 € - 175 €
Suède	5,9 € - 24,5 € - 39 €

Tableau n°5 – Source : IAG

Selon l'ONG Transport & Environnement, qui s'appuie sur un rapport interne et non publié de la Commission Européenne<sup>22</sup>, à l'échelle de l'UE le montant moyen de la taxe sur les passagers s'élève à 11 € par billet. Il s'agit d'un montant inférieur à celui du Mexique (38 €), du Brésil (31 €) ou même des Etats-Unis (15 €).

<sup>20</sup> On entend par fiscalité les taxes, sous leurs différentes formes (sur le carburant, le TVA, les billets d'avions), qui diffèrent des redevances aéroportuaires censées financer les prestations nécessaires au fonctionnement du trafic (entretien des infrastructures, contrôle aérien, sécurité)

<sup>21</sup> L'intention originale était de favoriser le développement de l'aviation civile, vecteur d'échanges culturels, commerciaux et de paix.

<sup>22</sup> Leaked study shows aviation in Europe undertaxed, Transport & Environment, May 2019



## Une menace essentiellement perçue en Europe

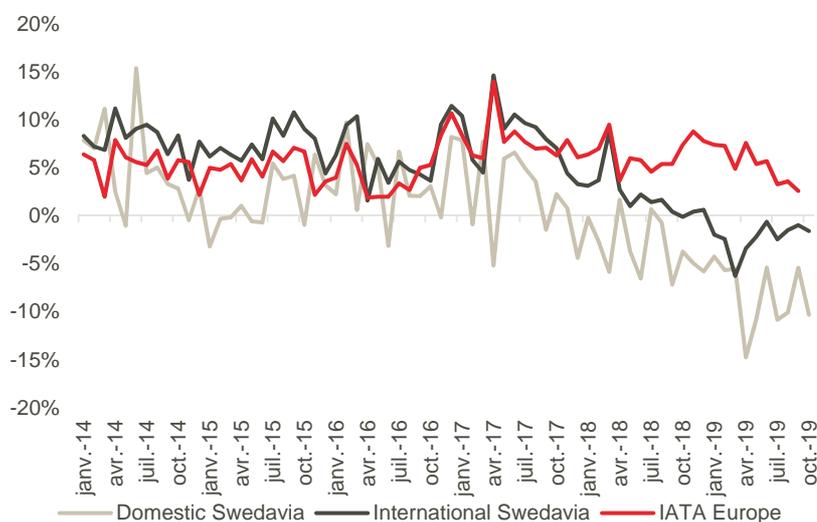
### Un risque de réputation qui peut affecter la demande

Les controverses sur la responsabilité climatique du secteur aérien et ses avantages fiscaux font porter un risque de réputation au secteur.

Le mouvement suédois du « Flygskam » ou honte de prendre l'avion est né en Suède en 2014, suite à la création d'un groupe Facebook « les vacances en train » par Susanna Elofrs. Le mouvement s'est amplifié en 2018, lorsque 15 000 suédois ont rejoint le mouvement « Stay on the Ground » pour s'engager à renoncer à prendre l'avion au nom de la protection de la planète.

L'impact du Flygskam, couplé à des réglementations nationales écologiques, a eu un véritable impact sur l'activité de la compagnie nationale Swedavia, en baisse sur le segment domestique depuis juillet 2017.

#### Transport aérien domestique et international en Suède (2014-2019)



Graphique n°6 – Source : ODDO BHF Securities

L'avion est longtemps resté un angle mort des « petits gestes écologiques » prisés des citoyens les plus militants. Toutefois, la renonciation est un geste impactant en termes d'empreinte carbone individuelle : un vol aller-retour Paris New-York (ou 6 vols aller-retour Paris-Marseille) émet une tonne de CO<sub>2</sub><sup>23</sup> par passager.

Ainsi le risque de réputation pourrait avoir un vrai impact sur la demande si le Flygskam faisait tâche d'huile en Europe.

### L'Europe en première ligne

Lors du Salon du Bourget 2019, la thématique du CO<sub>2</sub> a ainsi pour la première fois été au cœur des débats entre transporteurs, constructeurs et pouvoirs publics. En mai 2019, le directeur général de IATA a qualifié le Flygskam de « mouvement porteur d'une grande menace », reposant sur « des fake news et des incompréhensions » et « qu'il faut combattre ».

IATA, actuellement dirigée par un duo européen<sup>24</sup>, semble prendre la mesure du risque pour l'industrie, tandis que les débats sur le Flygskam ou les quotas CO<sub>2</sub> sont nettement moins intenses dans d'autres régions du monde. La communication défensive de l'industrie témoigne d'un certain sentiment d'injustice.

<sup>23</sup> Source : Air France

<sup>24</sup> Le président est l'allemand Carsten Spohr, et le directeur général le français Alexandre de Juniac



En effet, l'aviation commerciale est globalement plus sobre en Europe. Les contraintes de l'énergie chère ont ainsi poussé les compagnies à posséder une flotte plus performante et à la renouveler plus fréquemment.

#### Taux de renouvellement moyen de la flotte (2013-2019)

Moyenne top 5 compagnies nord-américains <sup>25</sup>	11,7%
Moyenne top 5 compagnies européennes <sup>26</sup>	10,4%

Tableau n°7 – Source : ODDO BHF Securities

Certes, les émissions continuent d'augmenter en Europe. Toutefois, La croissance des émissions est plus lente en Europe que dans le reste du monde. De plus, l'intensité carbone est plus faible de 10 points en Europe qu'en Amérique du Nord.

#### Le poids de l'Europe dans les émissions de CO<sub>2</sub> de l'aviation mondiale

	EEE <sup>27</sup>	Moyenne mondiale
TVMA trafic en passager.km (2005-2017)	3,7%	4.1%
TVMA émissions CO <sub>2</sub> (2005-2017)	1,1%	2,1%
Intensité carbone moyenne en gCO <sub>2</sub> /RPK (2018)	86	88
Part EEE dans émissions mondiales (2018)	19,0%	
Part EEE dans trafic mondial (2018)	26,7%	

Tableau n°8 – Sources : ICAO, AIE ICCT

### CORSIA : une réponse de l'industrie qui témoigne de ses divisions

La volonté de limiter les émissions du secteur de l'aviation commerciale est née en 2009, sous l'impulsion de IATA. Trois objectifs ont alors été fixés:

- Améliorer l'efficacité énergétique de 1,5% par an jusqu'en 2020. En 2013, l'OACI a porté cet objectif à 2% par an, jusqu'en 2050.
- Limiter la croissance des émissions du trafic aérien à partir du niveau atteint en 2020 (« croissance neutre en carbone »).
- Réduire les émissions nettes de l'aviation de 50% en 2050 par rapport au niveau de 2005.

En 2016, l'OACI a présenté un mécanisme visant à compenser les émissions de l'aviation internationale : CORSIA, pour Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation.

CORSIA fait l'objet de nombreuses critiques de la part des défenseurs de l'Accord de Paris, au sujet :

- Du principe de la compensation carbone, qui revient à faire financer ailleurs des baisses d'émissions qu'on ne réduit pas chez soi, avec une efficacité discutée<sup>28</sup>
- Du concept de « croissance neutre », à un niveau d'émissions déjà élevé. L'objectif de baisse des émissions fixé par IATA pour 2050 n'a pas été entériné par l'OACI.
- De son entrée en vigueur trop tardive : 2021 pour la phase volontaire, 2027 pour la phase obligatoire.

## 2021

Entrée en vigueur prévue de la phase volontaire du mécanisme CORSIA de compensation carbone, soit 12 ans après la résolution de IATA

<sup>25</sup> Delta Airlines, American Airlines, Southwest Airlines, Jetblue et United Airlines

<sup>26</sup> Air France-KLM, IAG, Lufthansa, EasyJet, Ryanair

<sup>27</sup> Espace Economique Européen : Union Européenne, Norvège, Islande et Liechtenstein

<sup>28</sup> Une étude Oko-Institut a montré en 2016 que 73% des crédits de compensation carbone volontaire (VER) d'une valeur d'une tonne de CO<sub>2</sub> ne permettaient pas de stocker ou d'éviter un montant équivalent



Le manque d'ambition globale du dispositif s'explique par des désaccords de fond entre les membres de l'OACI. La Chine, l'Inde, le Brésil estiment que le dispositif entravera la croissance de leur industrie, et ne participeront pas à la phase volontaire. Ces désaccords perdurent : en décembre 2019, aucun accord n'a été entériné sur le mécanisme de compensation, qui influencera sur le coût du dispositif pour l'industrie.

Ainsi, le système CORSIA est symptomatique de la difficulté de l'industrie à prendre la mesure de l'enjeu du CO<sub>2</sub>, avec des acteurs européens pris entre le feu de parties prenantes déterminées et de régions peu concernées.

## **Le réchauffement climatique, une menace existentielle pour l'industrie**

La prise de conscience des risques induits par le changement climatique semble d'autant plus nécessaire que celui-ci peut affecter le bon fonctionnement de l'industrie en elle-même.

L'augmentation des températures a déjà provoqué la fermeture de l'aéroport de Phoenix à l'occasion d'une vague de chaleur<sup>29</sup>, tandis que la montée des eaux du Pacifique perturbe les infrastructures de l'aéroport d'Osaka. Les aéroports de Shanghai, Rome, San Francisco et New-York, situés à moins de 5 mètres au-dessus du niveau de la mer, devront s'adapter aux conséquences de la montée des eaux.

Ainsi les menaces que fait peser le changement climatique sur l'industrie du transport aérien sont multiples : réputationnelles, fiscales, opérationnelles, etc.

Pour les compagnies, qui opèrent dans un environnement de faibles marges et barrières à l'entrée, la problématique du CO<sub>2</sub> peut remettre en cause la capacité à croître (*licence to grow*), qui est historiquement le meilleur atout du secteur.

L'industrie tout entière doit parvenir à découpler la croissance de son trafic et des émissions, en amorçant une véritable transition bas-carbone. La tâche est immense : en l'état des prévisions de trafic, l'objectif de décarbonation de IATA implique de baisser les émissions par passager.km de 90% d'ici 2050, pour les porter à un niveau inférieur à 10 gCO<sub>2</sub>/passager.km.

---

<sup>29</sup> L'aviation et changement climatique, un rapide survol des enjeux, Carbone 4, février 2019



# LES LEVIERS DE DÉCARBONATION : UN POTENTIEL CERTAIN, UN INVESTISSEMENT INSUFFISANT

---

*Le transport aérien dispose de leviers variés pour réduire ses émissions. La meilleure gestion du trafic aérien ou le renouvellement précoce de la flotte peuvent apporter des réductions par appareil de l'ordre de 10%. Toutefois ces progrès ne permettraient pas d'amorcer une décarbonation : le scénario de prospective le plus optimiste de l'OACI table sur des gains de l'efficacité énergétique de 1,4% par an jusqu'en 2050.*

*L'apparition de ruptures technologiques, dans le design bas-carbone des appareils, la propulsion électrique ou hydrogène, ou les carburants alternatifs, pourrait changer la donne. A condition d'investir dès maintenant, pour équiper la génération qui volera dans les années 2030. Or l'effort d'investissement d'Airbus est en baisse relative depuis 10 ans (Capex + R&D sur CA).*

*Faute d'investissements, l'industrie s'expose à de nouvelles réglementations, qui pourraient stimuler la R&D comme dans l'automobile, mais aussi conduire à une pression fiscale accrue ou à une politique de report modal assumée. Cette hypothèse d'une résolution du problème du CO<sub>2</sub> par une baisse du trafic aérien fait peser une menace existentielle sur l'industrie.*

## L'efficacité opérationnelle

---

### La gestion du trafic aérien

### La réorganisation des routes aériennes

Le système de gestion du trafic international est loin d'être efficient. En raison de la congestion des routes aériennes et de la vétusté de certains systèmes d'informations, beaucoup d'avions effectuent des détours. Ces dysfonctionnements affectent toutes les phases (vol horizontal de croisière, vol horizontal d'approche, vol vertical, etc.). En Europe, selon l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (EASA)<sup>30</sup>, les déviations dans la trajectoire des avions sont responsables d'un surplus d'émissions de CO<sub>2</sub> de l'ordre de 6%.

A l'échelle internationale, l'OACI a adopté le « Global Air Navigation Plan » (GANP) et les « Aviation System Block Upgrade » pour rendre les différents systèmes interopérables. L'Union Européenne a donné comme objectif à l'autorité de gestion du trafic aérien (ATM) de réduire le temps de trajet moyen de « porte d'embarquement à porte d'embarquement » de 3,2% d'ici 2035, avec une baisse associée des émissions de CO<sub>2</sub> estimée à 2,3%.

---

<sup>30</sup> European Aviation Environmental Report 2019, EASA



## L'harmonisation du prix du kérosène

La surcharge en kérosène des réservoirs des appareils (*fuel tankering*) concerne en Europe un vol sur cinq, afin de bénéficier des prix du kérosène les plus avantageux. Le montant du plein de kérosène est par exemple 50% plus élevé à Montpellier qu'à La Haye.

L'harmonisation des prix en Europe permettrait de bannir cette pratique, et de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> intra-européennes de 1 à 2%<sup>31</sup>.

## La limitation de la vitesse maximum des avions

Limiter la vitesse maximale des avions (par exemple à 600 km/h pour les moyen-courriers ou à 900 km/h pour les long-courriers) permet de diminuer la quantité de kérosène consommée à distance égale. Cette solution, actuellement discutée pour la décarbonation du transport maritime, est encore peu étudiée pour le transport aérien.

En effet, cette mesure s'apparente à un palliatif de court-terme. De plus, le ralentissement volontaire de la vitesse va à l'encontre d'intérêts économiques, notamment la volonté de raccourcir les durées porte-à-porte et de gagner des parts de marché face à d'autres modes de transport.

Par ailleurs, le fantasme de l'avion supersonique n'a pas disparu. Plus de 15 ans après son dernier vol, le Concorde ne pourrait plus voler aujourd'hui en raison de sa consommation de carburant (800 kg de kérosène pour un Paris-New York, contre 120 kg pour un A320) et surtout des standards sur le bruit. Pourtant, quatre projets d'avions supersoniques, tous américains<sup>32</sup>, allant de l'avion de ligne au jet d'affaires, sont en cours de développement.

Or, en comparaison des avions subsoniques<sup>33</sup>, les avions supersoniques<sup>34</sup> ont des impacts CO<sub>2</sub> (résistance de l'air) et non-CO<sub>2</sub> (trainées de condensation) nettement supérieurs, en particulier dans la haute troposphère et dans la stratosphère<sup>35</sup>.

Selon l'AIE, les diverses mesures de gestion des opérations du trafic aérien pourraient faire baisser jusqu'à 10% des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur.

---

## Des leviers activables par les compagnies

### L'accroissement du taux d'occupation

L'accroissement du taux d'occupation des avions permet de diminuer l'empreinte carbone par passager. Selon l'AIE, le taux d'occupation moyen des vols a atteint en 2018 au niveau historiquement élevé de 82% dans le monde, et 86% en Europe, grâce au grignotage continu des parts de marché par les compagnies low cost.

Limiter le nombre de places en classe affaires permet d'augmenter ce taux. Cela va toutefois à l'encontre de la stratégie des compagnies traditionnelles, qui cherchent au contraire à monter en gamme sur ces sièges extrêmement rentables, malgré les taxes sur les billets des sièges en classes affaires.

---

<sup>31</sup> *Fuel tankering in European skies : economic benefits and environmental impact*, Eurocontrol, June 2019

<sup>32</sup> *Boom, Spyke, Aerion et QueSST*

<sup>33</sup> *Vitesse inférieure 0,8 Mach*

<sup>34</sup> *Vitesse supérieure à 1,2 Mach*

<sup>35</sup> *European Aviation Environmental Report 2019, EASA*



## Le rétrofit des appareils

Un autre levier activable pour les compagnies aériennes consiste à rénover leurs appareils les plus émetteurs. Les turboréacteurs ou certaines pièces peuvent par exemple être optimisés ou remplacés.

Selon l'OACI, la dernière génération de turboréacteurs LEAP de CFM International (joint-venture de Safran et GE) a notamment permis aux A320neo et Boeing B737 MAX des réductions de kérosène de 15%<sup>36</sup>.

## L'électrification des opérations

Le passage de systèmes hydrauliques à des systèmes électriques est un autre levier d'économie de carburant. La puissance électrique à bord des appareils est passée de 200 kW dans les années 1980 à 1000 kW aujourd'hui. Safran a développé un système de freinage électrique qui équipe les Boeing 787.

Les bénéfices sont doubles : les systèmes électriques sont plus légers que les systèmes hydrauliques, et l'énergie électrique se substitue à l'énergie fossile. Les Capex sont plus élevés, mais la maintenance moins onéreuse.

L'électrification du roulage (*e-taxiing*) devrait être la prochaine étape. Safran a développé un moteur électrique incorporé dans les roues du train d'atterrissage. Les économies de carburant espérées atteignent 4% par vol, pour un coût unitaire inférieur à 1 M€. Des tests étaient initialement prévus en 2021 sur les A320neo, en vue d'une production en 2023. Toutefois, Airbus a finalement annoncé renoncer au projet en décembre 2019, à la déception de Safran<sup>37</sup>.

Selon Safran, il est technologiquement possible d'électrifier tous les systèmes à bord des avions, à l'exception de la propulsion. Les économies de carburant atteindraient potentiellement 40% par vol. Toutefois le rétrofit des appareils est beaucoup plus coûteux que la conception d'avion dédiés.

L'électrification plus poussée devra donc atteindre la prochaine génération en vol, d'ici 10-15 ans. A condition que les constructeurs manifestent un plus grand intérêt qu'actuellement.

## Le renouvellement précoce de la flotte

Le renouvellement des appareils est un levier efficace pour une compagnie souhaitant diminuer l'empreinte carbone de sa flotte. La génération d'appareils actuellement livrés, dont les figures de proue sont les monocouloirs de la série des A320neo et des Boeing 737 MAX (malgré ses déboires récentes), dispose d'une efficacité énergétique 15% supérieure à la génération précédente. La dernière génération de long-courriers (A350, B787) permet des gains de l'ordre de 25% par rapport à la précédente.

Les monocouloirs sont moins gourmands en kérosène que les gros porteurs. Toutefois, leur empreinte carbone par passager.km est comparable. En revanche, les appareils régionaux<sup>38</sup> type charter ont une intensité carbone deux fois supérieure.

### Intensité carbone par type d'avion et part dans le trafic mondial (2018)

Empreinte carbone	gCO <sub>2</sub> /passager.km	Part trafic
Gros Porteurs	85	33%
Monocouloirs	85	43%
Appareils régionaux	156	5%

Tableau n°9 – Source : ICCT

<sup>36</sup> En remplacement des CFM 56 qui équipaient les A380 et 737 NG

<sup>37</sup> Airbus refuse le système de roulage électrique des avions de Safran, La Tribune, Décembre 2019

<sup>38</sup> Bombardier RJ700, RJ900, Embraer EMB145, ERJ170, ERJ190, etc.



Le taux de renouvellement des appareils doit toutefois faire l'objet d'arbitrages économiques liés à l'amortissement des appareils. Malgré les efforts des compagnies aériennes et l'émergence des low cost, l'âge moyen de leur flotte ne diminue pas.

#### Age moyen de la flotte en Europe entre 2007 et 2017

Flotte	2007	2017
Moyenne européenne	10 ans	10 ans 9 mois
Compagnies traditionnelles	10 ans	11 ans
Low cost	7 ans 6 mois	8 ans
Appareils régionaux (charters)	12 ans	16 ans
Fret aérien (cargo)	18 ans 6 mois	21 ans

Tableau n°10 – Source : EASA

Les compagnies disposent de marges de manœuvre, même si les modèles en circulation seront encore livrés jusqu'en 2025, au moins. Au total, 43 000 nouveaux avions seraient livrés sur la période 2017-2036<sup>39</sup>, tandis que 16 000 appareils seraient retirés.

L'AIE estime qu'un renouvellement accéléré de la flotte mondiale pourrait diminuer jusqu'à 10% l'empreinte carbone du secteur d'ici 2030.

## Une R&D tournée vers design bas-carbone

Un autre levier de décarbonation, cette fois activable par les constructeurs et les motoristes, consiste à concentrer les efforts de R&D vers l'efficacité énergétique et le design bas-carbone. Plusieurs champs sont visés :

- L'aérodynamisme. Le Boeing 777X sera par exemple équipé d'ailes repliables et en matériaux composites. Airbus teste des ailes à écoulement laminaires pour les A340 (projet BLADE) dans le cadre du programme de recherche européen Clean Sky 2.
- La propulsion. Les moteurs succédant au LEAP pourraient être 15% plus efficaces avec des nouveaux moteurs type « open rotors » situés à l'arrière des avions, ce qui implique une revue du design du fuselage.
- Le poids des appareils, notamment via la substitution croissante des systèmes hydrauliques par des systèmes électriques

Selon l'OACI<sup>40</sup>, la combinaison des différentes innovations bas-carbone dans le design des avions et des moteurs permettrait des économies de CO<sub>2</sub> de l'ordre de 15% pour la génération qui succédera aux A320 et B737 MAX, dans les années 2030. Selon Safran, ce montant devrait être deux fois plus élevé pour espérer baisser de 90% les émissions par passager.km en 2050<sup>41</sup>.

## Les ruptures technologiques

### L'avion à propulsion électrique ou hybride

#### Les bénéfices pour les émissions de CO<sub>2</sub>

Le secteur de l'aviation travaille également sur des avancées technologiques de rupture. En premier lieu, la propulsion électrique.

L'ambition est de remplacer les turboréacteurs fonctionnant à l'énergie fossile par des moteurs électriques, tout ou en partie. On parle dans le cas d'une

<sup>39</sup> World Fleet Forecast, Avolon, October 2017

<sup>40</sup> Destination Green – The Next Chapter, ICAO, 2019

<sup>41</sup> Airbus refuse le système de roulage électrique des avions de Safran, La Tribune, Décembre 2019



combinaison de moteurs thermiques et électriques d'avion à propulsion hybride.

Pour les avions hybrides, la puissance thermique est combinée à la puissance électrique pendant les phases de décollage et de montée, qui exigent de fortes puissances. L'avion fonctionne ensuite avec son ou ses moteurs électriques. Des économies de kérosène de 30% seraient possibles sur un vol de 300 km.

Pour les avions à moteur électrique, une recharge des batteries est nécessaire au sol sur une borne de charge. En revanche, la batterie des avions hybrides peut être rechargée en vol via les turboréacteurs de l'avion (couplée à un générateur électrique).

Comme dans l'industrie automobile, l'électrique est la solution la plus efficace pour éliminer les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion de kérosène. En outre, l'électrique permet d'éviter la génération de soufre, oxydes d'azote, particules fines ou traînées de condensation. Les nuisances de l'aviation en termes de pollution atmosphérique, d'impacts non-CO<sub>2</sub> ou de bruit sont annihilées.

Les scientifiques rappellent toutefois que ces progrès doivent être validés sur l'ensemble du cycle de vie des moteurs (ACV).

- La production d'électricité alimentant les batteries électriques doit être décarbonée.
- Le processus de fabrication des batteries, aujourd'hui essentiellement en lithium, doit être le moins polluant possible.
- Les batteries doivent être recyclables et recyclées.

L'OACI n'a pas encore édicté de standards environnementaux pour les avions à propulsion électrique à visée commerciale.

## Les enjeux technologiques des moteurs électriques

Des défis technologiques forts doivent être relevés. D'abord, sur la densité énergétique des batteries électriques, dans un volume contraint. Les batteries lithium-ion les plus performantes ont actuellement une densité énergétique 60 fois inférieure à celle du kérosène (200 Wh par kg, contre 12 000 Wh par kg pour le kérosène). Les experts de l'industrie estiment qu'à horizon 5-10 ans les progrès technologiques pourraient doubler la densité énergétique des batteries électriques.

Ces progrès seraient toutefois insuffisants pour faire voler des gros porteurs avec des moteurs 100% électriques : même en imaginant une densité énergétique de 1000 Wh/kg (5 fois le niveau actuel), 170 tonnes de batteries seraient nécessaires pour atteindre une puissance comparable à celle des moteurs thermiques d'un A320 sur un vol long-courrier. Soit plus du double de la masse d'un A320. Ainsi, en l'état, le poids des batteries ne permet de réaliser des vols 100% électriques que pour des avions de faible capacité, sur des distances moyen-courriers.

La tension des batteries électriques est un autre frein. Les propriétés physiques d'une batterie soumise à une tension supérieure à 1000v dans des conditions d'altitude (pression faible, températures extrêmes, etc.) sont mal connues. La sécurité des équipements des moteurs électriques et des équipements liés (batterie, générateur, logiciels) doit donc encore être établie lors de démonstrations. On notera toutefois que l'abandon de l'énergie thermique permet de réduire certains risques (incendies) et coûts (moins de maintenance).

Les avions à propulsion hybride permettent d'éviter ces deux écueils de la densité énergétique et de la tension des batteries, grâce au moteur thermique. En revanche, leur impact en termes de réduction d'émissions de CO<sub>2</sub> est nettement moindre.

## 170 tonnes

*En multipliant par 5 la densité énergétique des batteries électriques actuelles, il faudrait encore embarquer ce volume de batteries pour équiper un gros-porteur électrique*



## Le marché des drones et taxis volants électriques

Dans la propulsion électrique, la R&D s'est concentrée ces dernières années sur les petits appareils équipés de voilures tournantes, les rotors, avec des barrières technologiques moins importantes.

Le segment des appareils « à décollage et atterrissage verticaux » (VTOL) est le plus dynamique. Ces appareils 100% électriques, avec des moteurs d'une puissance de 100-500 kW, ont actuellement deux débouchés principaux : les drones de livraison<sup>42</sup> et les transporteurs individuels.

On trouve parmi la centaine de projets de « taxi aériens » recensés :

- L'allemand Lilium a fait voler un hélicoptère hybride équipé de 36 moteurs électriques.
- Bell travaille sur Nexus, un appareil à propulsion hybride, avec un turbogénérateur et des batteries alimentant des moteurs électriques fabriqués par Safran, placés dans chacun des 6 rotors. 15% d'économies de kérosène sont espérées.
- Airbus travaille sur CityAirbus, un démonstrateur de taxi urbain équipé de 8 moteurs électriques de 100 kW chacun (développés par Siemens). Un décollage-test a été effectué avec succès en mars 2019.
- Airbus développe également Vahana, modèle d'aéronef équipé de rotors basculant, afin d'alterner vol vertical et vol horizontal. Conçu pour le transport individuel, il a volé lors d'un test en février 2018.

### Caractéristiques de prototypes d'appareils électriques ou hybrides

Segment	Capacité	Propulsion	Puissance totale	Autonomie
Drones de livraison	0	Electrique	100 kW	30 km
Hélicoptères électriques	2-8	Hybride	100 kW – 800 kW	30 km-300 km
Hélicoptères hybrides	6	Electrique	600 kW	250 km

Tableau n°11 – Sources : Sociétés, ODDO BHF Securities

Selon l'AESA, des processus de certification ont été lancés en Europe, avec un décollage du marché visé en 2025.

## Un marché pour les avions électriques de petite capacité

Airbus a réalisé en 2015 une traversée de la manche avec un avion biplace électrique à voilure, de 550 kg.

On trouve parmi les modèles d'avions électriques les plus avancés :

- L'avion biplace Alpha Electro, produit par la société slovène Pipistrel, est le premier à avoir obtenu la certification en Europe. 60 sont utilisés dans le monde, essentiellement pour la formation des pilotes.
- Le RX1E-A du constructeur étatique chinois Liaoning Ruixiang General. Il a obtenu sa certification en 2019 en vue d'une production en série à partir de 2020.
- Alice, de l'israélien Eviation, fonctionnant avec 3 moteurs électriques de 260 kW chacun fabriqués par Siemens. La compagnie aérienne régionale Cape Air aurait passer commande des premiers appareils. Une certification est visée pour 2021 ou 2022.

Des projets d'avions hybrides pourraient également voir le jour :

- Le ZA10 de Zunum Aero (soutenue par Boeing)., Cet avion hybride de 10 places est doté d'une propulsion électrique de 1000 kW (moteurs fournis par Safran). Un vol test est prévu en 2022.

<sup>42</sup> Développés dans l'optique du dernier kilomètre, problème majeur des logisticiens en ville. Ils peuvent contribuer à éviter des émissions de CO<sub>2</sub> liés au transport routier



- Ecopulse d'Airbus, avec des moteurs Safran, annoncé lors du Bourget 2019. Cet hybride aurait un moteur thermique qui alimentera, via un générateur, 6 moteurs électriques de 50 kW chacun : on parle de propulsion distribuée. Un premier vol test est visé en 2022

#### Caractéristiques des projets d'appareils électriques ou hybrides

Modèle	Capacité	Propulsion	Puissance totale	Autonomie
Alpha Electro	2	Electrique	85 kW	1h30
RX1E-A	2	Electrique	60 kW	2h
Alice	10	Electrique	795 kW	1000 km
ZA 10 (prototype)	10	Hybride	1000 kW	1100 km
Ecopulse (prototype)	6	Hybride	300 kW	N/A

Tableau n°12 – Sources : Sociétés, ODDO BHF Securities

En l'état des projets, le marché des avions électriques de capacité de 10 à 40 personnes ne devrait pas décoller avant le milieu des années 2030.

### Pour le transport commercial, l'hybride s'impose

En raison des contraintes du poids des batteries, les constructeurs et motoristes misent pour l'instant sur l'hybride pour les avions de 40 places et plus.

Parmi les 33 projets d'appareils électriques ou hybrides recensés par l'OACI dans son rapport 2019, deux sont des appareils de grande capacité :

- Le E-Fan X d'Airbus. D'une charge utile de 66500 kg, ce monocouloir serait équipé d'un moteur électrique de 2 MW, fabriqué par Rolls-Royce, et trois turboréacteurs. Airbus a prévu un vol test en 2021, avec British Airways.
- La start-up américaine Wright Electric affirme avoir déposé un brevet pour un avion électrique de 50 places. Pour l'instant, Wright Electric vise à faire voler un démonstrateur de 9 places. Annoncé pour 2019, le projet a pris du retard. EasyJet souhaite s'en équiper pour des vols Paris-Londres en 2029.

#### Caractéristiques des prototypes d'appareils hybrides grande capacité

Modèle	Capacité	Propulsion	Puissance	Autonomie
E-Fan X (prototype)	100	1 moteur électrique, 3 thermiques	2 mW électriques	N/A

Tableau n°13 – Sources : Société, ODDO BHF Securities

Il n'est pas à exclure que d'autres projets soient actuellement développés confidentiellement : d'un point de vue industriel, la Chine a tout intérêt à parier sur le moteur électrique, face à la domination incontestée des constructeurs et motoristes occidentaux, puisqu'elle exerce le leadership technologique sur les moteurs et batteries électriques dans l'industrie automobile.

### Le cas de l'hydrogène comme alternative aux batteries

Comme dans l'industrie automobile, la technologie de la pile à combustible alimentée à l'hydrogène peut être une alternative aux batteries électriques<sup>43</sup>. A poids équivalent, une pile à combustible est 3 à 4 fois plus dense énergétiquement qu'une batterie électrique. Une pile à combustible capable de produire 150 KW pèse environ 50 kg.

<sup>43</sup> Une pile électrique produit de l'énergie électrique en convertissant l'énergie chimique de la réaction de l'hydrogène et de l'oxygène



Toutefois, le développement de la propulsion à l'hydrogène fait face à de nombreux défis :

- Economiques : le prix des piles à combustible est très élevé. De plus, le besoin d'équiper les aéroports en stations de recharge et de stockage d'hydrogène renchérit le coût total (les aéroports d'Heathrow, Berlin et Los Angeles ont installé des capacités de production test d'hydrogène par électrolyse). Comme pour les avions à batterie, la configuration de l'avion doit être revue, avec des espaces dédiés au stockage de l'hydrogène.
- Technologiques : le stockage de l'hydrogène par cryogénie<sup>44</sup> pose un enjeu de sécurité. La fiabilité d'une pile à combustible pendant les phases de décollage doit encore être assurée.
- Ecologiques : l'hydrogène ne rejette pas de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (uniquement de la vapeur d'eau). Toutefois, la plupart de l'hydrogène est aujourd'hui produit à partir de sources fossiles : la production de 1 MWh d'hydrogène génère environ 250 kg de CO<sub>2</sub>. Pour décarboner la production, le procédé d'électrolyse, en utilisant de l'eau et de l'électricité d'origine renouvelable, est le plus adapté. Toutefois, sa production est encore balbutiante, et son prix toujours élevé

L'entreprise la plus avancée est la start-up américaine ZeroAvia : elle a développé un avion 6 places, comprenant une paire de moteurs électriques de 600-800 KW, des piles à combustible et des réservoirs à hydrogène embarqués sur les ailes des appareils<sup>45</sup>. L'appareil pourrait voler 800 km. Un premier vol d'endurance est prévu en 2020.

L'entreprise a pour projet de faire voler un modèle 20 places en 2022, et d'installer des unités de production d'hydrogène vert par électrolyse et à partir d'énergie solaire en Californie.

---

## Des progrès incrémentaux, plutôt qu'une rupture

Selon la plupart des acteurs impliqués, au vu de l'état de la R&D et du faible nombre de projets, il est irréaliste d'imaginer que les avions électriques à batterie ou alimentés par hydrogène puissent occuper une part significative de trafic commercial mondial avant 2050.

Les constructeurs justifient cette trajectoire par la longueur des cycles de R&D (entre 6 et 15 ans pour concevoir et fabriquer en série un appareil), leur coût (des dizaines de milliards d'euros), et la complexité des procédures de certification. L'avion hybride permet d'éviter ces écueils, mais leurs gains en CO<sub>2</sub> sont plus limités, et le nombre de démonstrateurs connus est très limité.

L'industrie mise sur des progrès incrémentaux, en commençant par les avions de transport individuels. Or leurs bénéfices sont quasi-nuls pour la décarbonation.

---

<sup>44</sup> Températures extrêmement basses où les gaz se liquéfient

<sup>45</sup> L'hydrogène est compressé à haute pression dans des cylindres en fibre de carbone



## Les carburants alternatifs

### Les biokérosènes

#### Les différentes générations de biocarburants

Les biocarburants définissent au sens large l'ensemble des carburants produits à partir de sources renouvelables ou de déchets. Ils ont été historiquement développés pour le transport routier. On les classe en trois générations.

##### Caractéristiques des différentes générations de biocarburants

N°	Matières premières	Production et enjeux
1	Cultures alimentaires : colza, tournesol, huile de palme, maïs, sucre betterave, sucre de canne	Opérationnelle Controversée (changement d'usage des sols)
2	Huiles récupérées (friture), graisses animales,	Opérationnelle (biodiesels) Enjeu de disponibilité des ressources
2	Déchets de cellulose : paroi des végétaux, du bois, ou de la paille, plantes non-comestibles	Opérationnelle (bioéthanol) Enjeu de collecte des ressources
2	Déchets agricoles ou urbains	Opérationnelle (biogaz) Investissements dans les méthaniseurs
3	Microalgues	En prototype Enjeux techniques, économiques et de consommation de ressources

Tableau n°14 – Sources : EASA, OACI

#### Un décollage récent

Tous les biocarburants ne sont pas adaptés au transport aérien. En effet, le kérosène aéronautique doit avoir un rendement énergétique plus important que le carburant routier, notamment pour la poussée. De plus, les standards de sécurité encore plus contraignants dans l'aéronautique rendent les processus de certifications plus longs, complexes et coûteux.

A ce jour, 4 biokérosènes ont été certifiés par l'organisme international ASTM. Ce sont des kérosènes liquides directement incorporables (*drop-in*) dans le kérosène conventionnel.

##### Biokérosènes certifiés (novembre 2019)

Nom	Matières premières	Taux de mélange maximum	% d'émissions directes évitées (CO <sub>2</sub> /MJ)
HEFA	Huiles végétales, graisses animales et huiles recyclées	50%	30-90%
SIP-HFS	Biomasse issue de la production de sucre	10%	60-70%
ATJ-SPK	Biomasse utilisée pour la production d'amidon et sucre et déchets de cellulose (alcool)	50%	50-70%
Huile de pyrolyse	Graisses animales	5%	NA

Tableau n°15– Sources : EASA, ASTM, OACI

Selon la nomenclature de l'ASTM, l'HEFA obtient la note maximum pour la maîtrise de sa technologie de fabrication et la sécurité de son utilisation. Si son taux maximum atteint 50%, il est actuellement incorporé à hauteur de 15% environ dans le kérosène conventionnel.

Depuis un premier vol d'essai en 2008, 180 000 vols incorporant des biokérosènes ont eu lieu. 5 aéroports (Bergen, Brisbane, LA, Oslo, Stockholm) sont équipés d'infrastructures permanentes de distribution de biokérosènes.

Les biokérosènes ne représentent toutefois que 0,002% du kérosène consommé dans l'aéronautique en 2018 (6,8 millions de litres). La relative faiblesse du prix du pétrole à partir de 2014 n'a pas stimulé l'intérêt des acteurs du transports aérien.



## Des prix pas encore compétitifs, faute de production à grande échelle

La montée en puissance des biocarburants soulève des enjeux d'ordre économique, plus que technologique. Certes, les biokérosènes ont l'avantage pour les constructeurs et les compagnies de ne nécessiter ni rétrofit des moteurs, ni du design des avions, ni des infrastructures aéroportuaires.

Toutefois, le prix d'une tonne HEFA est actuellement d'environ 1 000 €, contre un prix fluctuant autour de 600 € pour le kérosène conventionnel. Ce prix élevé s'explique par :

- Les Capex nécessaires à l'installation d'une unité de production de biocarburants type HEFA sont de l'ordre de 500 M€ (à comparer toutefois avec les 60 Md€ investis en 2017 dans le monde pour l'installation de nouvelles raffineries pétrolières).
- Les Opex, qui varient fortement selon le cours des matières premières utilisées. Les biokérosènes souffrent globalement d'un manque de disponibilité des matières premières (pour les plantes non-comestibles) ou de filières de collecte efficaces (déchets biomasse ou ménagers).

La demande est repartie à la hausse depuis 2018, au point que l'offre tarde à suivre : KLM a dû importer du biokérosène des Etats-Unis vers l'Europe, en 2018.

Plusieurs projets ont été annoncé depuis :

- Neste, qui produit du biokérosène HEFA dans ses usines de Porvoo (Finlande) Rotterdam et Singapour, a annoncé des investissements de 2,7 M€ pour accroître les capacités.
- Total souhaite produire du biokérosène sur son site de La Mède (entre 5000 et 10 000 tonnes par an). Toutefois ce projet est en suspend en raison du souhait de Total d'incorporer de l'huile de palme dans le mélange.
- Shell souhaite ouvrir en 2022 une usine de biokérosène d'une capacité de 15 000 t par an, à partir de déchets ménagers et d'huile de cuisson.
- Le français Global Bioénergies envisage d'ouvrir une usine en France en 2022 d'une capacité de 30 000 tonnes par an (dont une partie pour des cosmétiques). Son biokérosène de 2<sup>ème</sup> génération, en cours de certification, utiliserait de la mélasse (partie non-alimentaire de la betterave).

## Une empreinte directe inférieure au kérosène conventionnel

Les biokérosènes présentent des avantages en termes d'émissions :

- Les matières premières d'origine biomasse ont des émissions biogéniques nulles : elles émettent autant de CO<sub>2</sub> lors de leur combustion qu'elles en absorbent durant leur croissance.
- Pour les matières premières issues de déchets non-biomasse (huiles de cuisson, déchets ménagers), leur valorisation permet d'éviter les émissions liées à leur incinération, combustion ou traitement.

Ces biocarburants ne sont pas zéro émission pour autant, en raison du processus de transformation des matières premières en carburant. Chaque étape est consommatrice d'énergie (culture, collecte, récolte, transport, transformation, etc.). Le calcul des réductions d'émissions permises par les biocarburants nécessite de complexes analyses en cycle de vie<sup>46</sup>.

---

<sup>46</sup> Les matières premières ont des origines et des modes de collecte très différents, selon qu'il s'agit d'huile, de déchets, de plantes sucrières, etc. La frontière est également difficile entre le co-produit, qui génère des émissions, et le déchet, dont on considère qu'il aurait généré des émissions dans tous les cas,



En intégrant ces contraintes, l'AESA a calculé l'empreinte carbone directe des principaux biokérosènes certifiés, en testant 23 combinaisons de mix matières premières différentes. Tous ont une empreinte carbone inférieure au kérosène conventionnel, sur leurs émissions directes. L'HEFA, le plus utilisé, a une empreinte carbone directe environ deux fois inférieure au kérosène : 40-50 gCO<sub>2</sub>/MJ, contre 89gCO<sub>2</sub> pour le biokérosène.

## L'enjeu de l'empreinte indirecte des biocarburants

Ces calculs d'empreinte carbone ne tiennent pas compte des émissions liées aux changements dans l'usage des sols. Si la culture de la matière première a lieu sur un sol anciennement forestier, les émissions liées à la perte de stockage de CO<sub>2</sub><sup>47</sup> doivent être comptabilisées. En prenant en compte les émissions indirectes, la plupart des biocarburants de première génération ont une empreinte carbone supérieure au kérosène conventionnel<sup>48</sup>.

Le secteur aérien devrait bénéficier de la courbe d'apprentissage du transport routier<sup>49</sup>, et se concentre donc le développement des biokérosènes sur les cultures non-alimentaires : plantes non-comestibles, huiles de cuisson, résidus de bois, déchets ménagers, etc. La position de Total sur l'huile de palme montre toutefois que toutes les leçons n'ont pas été tirées.

La directive européenne REDII publié en janvier 2019 stipule que les biokérosènes doivent avoir une empreinte carbone directe d'au moins 60% par rapport au kérosène conventionnel<sup>50</sup>. De plus, les matières premières ne peuvent provenir de terres avec un niveau important de carbone stocké (forêts primaires et protégées, prairies, zones humides et tourbières)<sup>51</sup>.

Le développement d'une 3ème génération de biocarburant à partir de microalgues vise à éviter ces écueils, puisque les microalgues peuvent être cultivées en pleine mer ou en serres verticales. De plus, leur rendement en huile est supérieur à celui des plantes terrestres (colza, palme). Enfin, leur culture permettrait d'afficher un bilan carbone potentiellement négatif : la croissance des microalgues peut provenir de CO<sub>2</sub> capturé.

Toutefois, le développement des microalgues requiert des consommations d'électricité, de phosphore et d'eau très importante, ainsi que de très lourds investissements pour les infrastructures de production. Après une période d'enthousiasme marquée par un vol d'essai sur un Boeing 737 en 2009, peu d'avancées ont eu lieu depuis une dizaine d'années.

---

## Les kérosènes synthétiques

### Un stade encore expérimental

On appelle kérosène synthétique les kérosènes fabriqués à partir de matière renouvelable, mais d'origine non-biologique. Ces carburants synthétiques sont miscibles : ils peuvent être mélangés à du kérosène conventionnel et ne nécessitent pas de rétrofit des appareils.

Le kérosène synthétique le plus prometteur est constitué d'un mélange de CO<sub>2</sub> et d'hydrogène. Le procédé de fabrication, ancien<sup>52</sup>, repose sur réduction du monoxyde de carbone par de l'hydrogène, pour le convertir en gaz synthétique puis en kérosène. On parle de « power-to-liquids ».

---

<sup>47</sup> Fonction assurée par une forêt

<sup>48</sup> Les biocarburants de première génération sont également controversés pour la concurrence avec l'usage alimentaire des cultures

<sup>49</sup> Les biocarburants de première génération ont été poussés dans le transport routier par la réglementation européenne, avant que le législateur ne fasse machine arrière

<sup>50</sup> 50% pour les unités de production construites avant 2015, et 65% à partir de 2021

<sup>51</sup> A noter que les mécanismes EU ETS et CORSIA s'inspirent des critères RED pour fixer les possibilités de recours aux biokérosènes pour réduire leur reporting d'émissions de CO<sub>2</sub>

<sup>52</sup> Procédé Fischer-Tropsch, découvert en 1923



L'ASTM<sup>53</sup> a certifié deux carburants synthétiques : FT-SPK et SKA/A. Peu de démonstrateurs ont vu le jour jusqu'à présent :

- Le projet pilote Sun-to-Liquid, porté par le Centre Aérospatial Allemand, a développé et testé en laboratoire en juin 2019 un kérosène à partir d'électricité solaire, d'hydrogène d'eau et de CO<sub>2</sub> (non capturé).
- Le fabricant d'avion Boom, qui travaille sur un projet d'avion supersonique, a annoncé en juin 2019 un partenariat avec l'américain Prometheus Fuel pour développer un kérosène à partir de CO<sub>2</sub> issu de la capture direct dans l'air et de l'électricité solaire

Les coûts prévisionnels sont très élevés, en l'absence de capacité de production à l'échelle industrielle : de 3 à 8 fois le prix du kérosène conventionnel, en utilisant du CO<sub>2</sub> capturé.

## Des forts enjeux environnementaux

Les kérosènes synthétiques sont fabriqués à partir d'hydrogène : comme pour la pile à combustible, il est impératif que l'hydrogène utilisé soit « vert » pour que le bilan carbone du kérosène soit positif. Une des clés réside dans l'origine de l'électricité.

Les enjeux environnementaux proviennent également du CO<sub>2</sub>. La capture et valorisation du carbone n'en est qu'à ses débuts. Seules deux unités à grande échelle sont opérationnelles dans le monde, pour une capacité totale de 2,4 MtCO<sub>2</sub> par an<sup>54</sup>. En effet les coûts fixes (installations) comme variables (consommations d'électricité) des dispositifs de captage sont actuellement prohibitifs.

Utiliser du CO<sub>2</sub> capturé permettrait pourtant théoriquement aux kérosènes synthétiques d'afficher un bilan carbone négatif. Actuellement, le gaz carbonique issu de la production industrielle génère des émissions de CO<sub>2</sub>.

## Une montée en puissance incertaine

L'OACI s'est fixé pour objectif que les biokérosènes comptent pour 2% de la consommation mondiale de kérosène en 2025. Avec une hypothèse de croissance de la demande de kérosène totale modérée (2,6% par an), il faudrait produire 8,6 milliards de litres de biocarburants en 2025<sup>55</sup>. Cela revient à augmenter la production en moyenne de 144% par an pendant 6 ans. L'objectif de 5% fixé par IATA pour 2030, qui implique une croissance moyenne de la production de 88% par an pendant 11 ans, semble également inatteignable.

Dans le cas hypothétique d'une augmentation rapide de la production, un enjeu de concurrence d'usage se poserait, en particulier avec le transport routier. Les scénarios de l'OACI prévoient que le transport aérien capte 80% de la production totale de biocarburants dans le meilleur des cas, et 10% dans le pire. Ce raisonnement s'applique à l'électricité bas-carbone et à l'hydrogène, dans le cas d'un décollage des kérosènes de synthèse, avec les besoins des industries automobiles, chimiques ou sidérurgiques.

Enfin, le potentiel de décarbonation offert par les biocarburants demeure limité : augmenter la part de biocarburants de 2 points dans le mix kérosène permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de l'ordre de 1 point. L'atteinte de l'objectif de l'OACI en 2025 n'aurait donc qu'un impact faible sur les émissions de CO<sub>2</sub>.

## 1 point

*Réduction estimée des émissions de CO<sub>2</sub> permise par l'augmentation de 2 points de la part des biocarburants dans le mix kérosène*

<sup>53</sup> La réglementation européenne RED II ne traite pas du cas des kérosènes synthétiques.

<sup>54</sup> Transforming Industry through CCUS, IEA, 2019

<sup>55</sup> La consommation mondiale totale de kérosène atteindrait 429 Md de litres par an



## Faute d'investissements en R&D, l'hypothèse d'un ajustement par la baisse du trafic

Des leviers à fort potentiel, mais insuffisamment activés

% potentiel d'émissions de CO <sub>2</sub> évitées par appareil		
Levier de décarbonation	Gains potentiels	Horizon de temps
Optimisation des opérations (gestion des routes, occupation, vitesse, etc.)	10%	Années 2020
Modernisation de la flotte (électrification opérations, retrofit moteurs)	10%	Années 2020
Renouvellement précoce de la flotte	10%	Années 2020
Design bas-carbone (aérodynamisme, propulsion, systèmes électriques)	15%	Années 2030
Propulsion hybride ou électrique	30%-70%	Années 2030-50
Kérosènes alternatifs	15-30%	Années 2030-50

Tableau n°16 – Sources : AIE, OACI, estimations ODDO BHF Securities

Levier par levier, les réductions potentielles d'émissions de CO<sub>2</sub> par appareil sont très significatives. Pourtant, les progrès réels ne reflètent en rien ces chiffres : depuis 2016, les progrès de l'efficacité énergétique sont inférieurs à 1% par an<sup>56</sup>.

Les scénarios de prospective ne font pas non plus apparaître de progrès décisifs. Selon l'OACI<sup>57</sup>, l'efficacité énergétique augmenterait de 1,4% par an jusqu'en 2050, dans le scénario le plus optimiste<sup>58</sup>. Les mesures d'efficacité opérationnelle (gestion du trafic aérien, optimisation de opérations) contribueraient à un tiers de ces progrès, contre deux tiers pour la modernisation de la flotte.

L'industrie du transport aérien ne respecterait donc pas son objectif de progrès de l'efficacité énergétique de 2% par an jusqu'en 2040, déjà insuffisant pour absorber la hausse du trafic.

Cette dissonance entre les progrès réels et le potentiel a plusieurs explications : la diminution des progrès incrémentaux d'efficacité énergétique, qui affecte plusieurs industries (théorie des rendements décroissants), le surcroît de demande engendrée par les progrès d'efficacité énergétique (effet rebond), la relative faiblesse des prix du pétrole depuis 2014, etc.

Des investissements massifs de l'industrie et un cadre réglementaire revu pourrait favoriser l'apparition de ruptures technologiques, par exemple dans le stockage de l'énergie. Cet effort devrait être réalisé à court terme, sur plusieurs années, pour espérer réaliser des gains décisifs d'efficacité énergétique sur la génération d'appareils entrant en service dans les années 2030, et faire mentir les projections de l'OACI.

<sup>56</sup> -0,2% en 2017, -0,9% en 2018. Source : IATA Forecasts 2019.

<sup>57</sup> Destination Green – The Next Chapter, ICAO, 2019

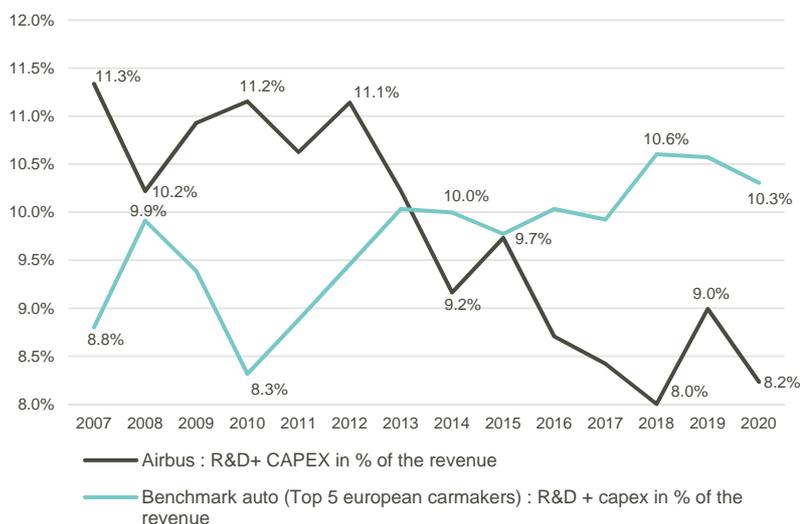
<sup>58</sup> Le scénario d'une montée en puissance rapide des biokérosènes, est étudié séparément. Qualifié « d'illustratif », il est irréaliste, avec un taux de pénétration pour 2020 de 2,6%



## Un indispensable surcroît d'investissement

### Un effort de R&D insuffisant

#### Comparaison de l'investissement d'Airbus et d'un benchmark de constructeurs automobiles européens<sup>59</sup> (en R&D + Capex / CA)



Graphique n°17 – Source : ODDO BHF Securities

La comparaison de l'effort d'investissement (en R&D et en Capex) d'Airbus avec les constructeurs automobiles européens est éclairante : les courbes se croisent en 2013, autour de 10%.

Depuis, tandis que les constructeurs automobiles ont soutenu leurs efforts d'investissement dans les véhicules électriques pour se conformer au « mur du CO<sub>2</sub> », Airbus a baissé le sien. En 2018, il a atteint un pic bas, plus de 3 points en-dessous du niveau atteint en 2007. En 2020, Airbus prévoit à nouveau de réduire la part de ses investissements en pourcentage de CA.

L'exemple de l'automobile montre qu'il est possible d'investir pour favoriser l'apparition d'une rupture, certes douloureuse. A contrario, le manque d'efforts de l'aéronautique témoigne d'un manque de compréhension des enjeux du CO<sub>2</sub>, voire d'une sous-estimation des risques pesant sur *la licence to grow* de l'industrie.

### Des politiques publiques favorables à l'investissement

Les acteurs de l'industrie, en particulier les constructeurs, ne manquent pas de rappeler que les pouvoirs publics ont un rôle à jouer.

Pour favoriser les ruptures technologiques :

- **Financement des infrastructures publiques** : par exemple, pour équiper les aéroports en recharges électriques ou stockage d'hydrogène.
- **Recherche publique**. Le programme de recherche publique-privée de l'UE Sky Clean 2 vise à faire émerger des technologies bas-carbone à partir de 2025, en finançant par exemple des démonstrateurs. L'initiative vise aussi à faire coopérer les professionnels, qui ont tendance à maintenir le secret industriel.

<sup>59</sup> BMW, Daimler, Peugeot, Renault et VW. Environ 75% de PDM en Europe



Pour soutenir la production de carburants alternatifs :

- Politique de subvention, avec un mécanisme d'appel d'offres à prix garanti inspiré des renouvelables.
- Cartographie publique précise des surfaces disponibles, stocks de carbone, ressources en eaux, etc. pour accroître la visibilité sur les matières disponibles.
- Renforcement des politiques publiques de tri et collecte des déchets, au niveau national ou européen, pour renforcer les filières d'approvisionnement en matières premières.

### **Le levier des standards de performances CO<sub>2</sub> sur le modèle de l'industrie automobile européenne**

Le levier des standards et de la réglementation devrait également être utilisé pour accélérer la transition, même s'il a moins les faveurs aux industries.

En 2017, l'OACI a adopté des standards d'émissions de CO<sub>2</sub> applicables au design des nouveaux avions à partir de 2020, puis en 2023 pour les avions déjà en production. Ils devront être 4% plus efficaces en énergie que la flotte de 2015.

Or ces standards n'ont aucun impact sur les programmes de livraison d'Airbus et Boeing : l'A330neo et le 777X seront justement livrés en 2023. Une date limite de mise en conformité a été fixée en 2028 pour permettre à Airbus d'écouler ces derniers A380.

La puissance publique pourrait donc relever les standards d'efficacité énergétique ou de performance CO<sub>2</sub> des constructeurs, sur le modèle de la réglementation adoptée en Europe dans automobile.

De tels standards feraient également apparaître des barrières à l'entrée, dans une industrie encore très éclatée. La consolidation du secteur pourrait s'accélérer, avec une croissance tirée par les marges plus que la course au volume, ce qui limiterait mécaniquement la hausse des émissions.

### **D'autres réglementations pour favoriser la transition bas-carbone**

- Introduction de critères CO<sub>2</sub> dans l'attribution des slots d'aéroports.
- Mise en place d'un système public de notation de la performance énergétique des appareils.
- Taxes modulées selon la performance des appareils.
- Bannissement des appareils les plus anciens.
- Limitation de la vitesse des avions, pour détourner la R&D de l'avion supersonique.
- Fixation de quotas de carburants alternatifs, à l'image de la politique du transport routier en Europe. Ils ont été fixés à 0,5% en Norvège pour les vols au départ du pays, au 1<sup>er</sup> janvier 2020.

Pour être acceptées, de telles mesures devraient s'accompagner d'une meilleure gestion de la régulation publique, en réformant par exemple la gestion de l'espace aérien européen ou en baissant les redevances aéroportuaires, comme en Norvège.

L'ensemble de ces mesures doit évidemment être prise dans un cadre international. L'OACI ne suffit pas, puisque le transport domestique pèse 36% des émissions du secteur. Les initiatives nationales les plus ambitieuses peuvent néanmoins fournir un retour d'expérience et inspirer des politiques à des échelles supérieures.



## Le scénario d'un ajustement par la baisse du trafic

### La hausse des taxes sur les billets d'avion

Faute d'une véritable transition bas-carbone, les pouvoirs publics pourraient être tentés de poursuivre leurs politiques de hausse de la fiscalité.

Les taxes nationales écologiques sur les billets d'avion risquent de se multiplier. La France, la Finlande, les Pays-Bas et la Suisse ont étudié en 2019 des propositions de loi dans ce sens, tandis que l'Allemagne a voté le durcissement du montant de sa taxe.

La hausse de la fiscalité peut avoir un impact sur la demande, si les coûts sont transférés aux consommateurs, en raison de l'élasticité-prix de la demande. Selon une étude de Transport & Environnement<sup>60</sup>, une hausse de 10% du prix d'un billet vendu en Europe fait baisser la demande de 9,2% pour un vol domestique, 8,4% pour un vol intra-UE et 6,3% pour un vol extra-UE.

Les émissions pourraient donc baisser mécaniquement par une réduction de la demande de transport aérien.

### La taxation du kérosène

Les Pays-Bas ont formé début 2019 une coalition d'Etats européens appelant à une taxation du kérosène à l'échelle européenne<sup>61</sup>. 9 Etats ont réitéré leur appel en novembre 2019, afin de maintenir la pression sur la nouvelle Commission Européenne.

Dans ce contexte, un rapport commandé par la Commission Européenne a fuité<sup>62</sup> en mai 2019 : il proposait d'instaurer une taxe de 0,33 € par litre de carburant à l'échelle intra-européenne. Elle permettrait de diminuer de 10% les émissions de CO<sub>2</sub>, via la baisse du trafic.

Comme les taxes sur les billets, la taxation sur le kérosène peut faire diminuer la demande. Ce levier a également deux vertus supplémentaires :

- Pour les compagnies, il permet de valoriser les efforts pour investir dans des avions plus performants ou des carburants alternatifs.
- Pour les gouvernements, il est moins difficile à assumer politiquement qu'une taxe, notamment auprès des classes moyennes.

### Des politiques de report modal

Afin d'offrir des alternatives aux consommateurs, les pouvoirs publics peuvent adopter des politiques en faveur du report modal : les émissions de CO<sub>2</sub> du train par passager.km sont jusqu'à 20 fois inférieures en Europe à celles de l'avion<sup>63</sup>.

Les vols inférieurs à 1 000 km sont particulièrement ciblés, avec une intensité-carbone par passager supérieure à 100 gCO<sub>2</sub>/passager.km. Ils contribuent à près de 20% des émissions de CO<sub>2</sub> de l'aviation commerciale.

<sup>60</sup> Roadmap to decarbonising European aviation, Transport & Environment, October 2018

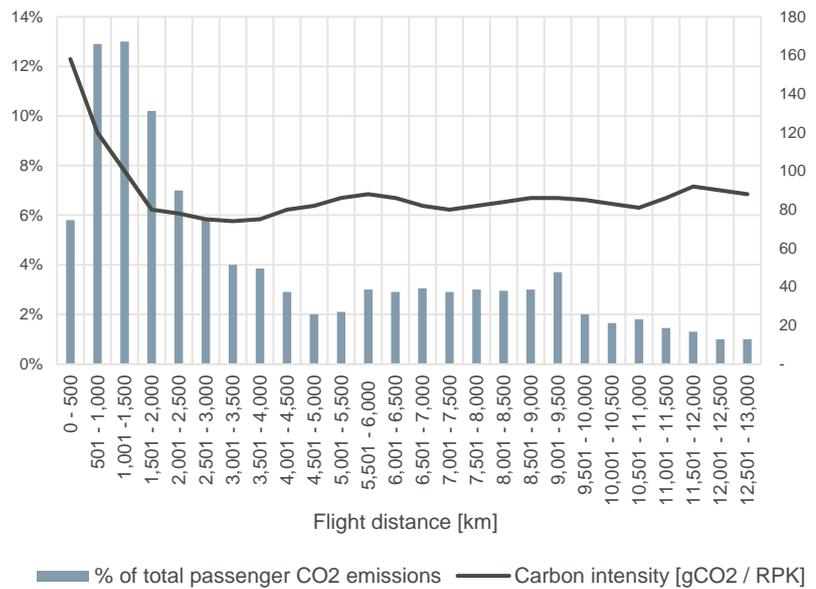
<sup>61</sup> Le Gouvernement a voté une taxe de 7,5 € par billet au départ de tous aéroports du pays, applicable au 1<sup>er</sup> janvier 2021, qui sera abrogé en cas d'accord européen

<sup>62</sup> Leaked study shows aviation in Europe undertaxed, Transport & Environment, May 2019

<sup>63</sup> Base Carbone, ADEME, 2019



**Intensité carbone du transport aérien et émissions de CO<sub>2</sub> selon la distance parcourue (2018)**



Graphique n°18 – Source : ICCT

Les compagnies européennes sont particulièrement exposées sur ce segment. Selon une analyse d'IAG, il existe une possibilité de report modal sur 22% des vols de la compagnie<sup>64</sup>.

Ces marchés sont donc particulièrement à risque. L'Allemagne vient de voter une hausse de 74% des taxes sur les billets d'avion pour les vols domestiques et à l'intérieur de l'Europe, et de 41% pour les long-courriers. Dans le même temps, le taux de TVA sur les billets de train a été abaissé<sup>65</sup>.

L'impact financier pour les compagnies est toutefois à relativiser : en Europe, le segment des vols de courte-distance est largement déficitaire pour les compagnies. KLM a pu verdir son image à peu de frais en incitant dans une publicité les voyageurs à effectuer le trajet Bruxelles-Amsterdam en train.

**La montée en puissance de marchés du carbone**

La création de marchés du carbone est la politique publique censée être la plus efficace pour la transition bas-carbone : ils permettent de limiter et réduire les émissions brutes de CO<sub>2</sub>, tout en incitant les entreprises à investir, avec un signal-prix clair. L'AIE appelle à leur mise en place à l'échelle mondiale depuis plusieurs années, d'un montant d'au moins 100 €/par tonne.

A l'échelle mondiale, le marché le plus ancien et le plus développé est le mécanisme ETS de l'Union Européenne. L'aviation européenne y est partie prenante depuis 2013, sur un périmètre couvrant 7% des émissions mondiales du secteur.

En raison du faible prix de la tonne de CO<sub>2</sub> en Europe (6 € maximum entre 2013 et 2017), son impact financier a été jusqu'à présent limité. Malgré une hausse du prix du CO<sub>2</sub> en 2018 (16 € par tonne). IAG a payé en 2018 une contribution de 855 M€ à l'Air Passenger Duty, soit plus de dix fois sa contribution au marché EU ETS.

La donne pourrait toutefois changer en Europe, avec un prix moyen du CO<sub>2</sub> à 26 € par tonne en 2019. A moins que l'industrie n'arrive à imposer CORSIA, son propre mécanisme de compensation du CO<sub>2</sub>.

<sup>64</sup> Capital Market Days, November 2019

<sup>65</sup> Des initiatives similaires existent aux Pays-Bas ou en France, où des députés ont débattu de l'interdiction des vols domestiques continentaux



# DES COMPAGNIES EUROPÉENNES EXPOSÉES AUX PRIX DU CO<sub>2</sub>, LA CLÉ CHEZ LES INDUSTRIELS

---

*Le triplement du prix du CO<sub>2</sub> en 2018 sur marché du carbone européen EU ETS commence à peser sur l'EBIT des compagnies aériennes. En 2020, Ryanair serait la compagnie la plus touchée en absolu (183 M€), et EasyJet en pourcentage d'EBIT (18%). Les majors ont limité leur contribution en utilisant des instruments à terme pour se couvrir jusqu'en 2020.*

*En 2021 doit entrer en vigueur CORSIA, le mécanisme de décarbonation de l'industrie du transport aérien, censé s'appliquer à tous les vols internationaux, et donc se substituer au mécanisme européen. Notre scénario central est celui d'un statu quo : les compagnies continueraient à faire partie d'EU ETS pour les vols intra-européens, tandis que CORSIA rentrerait en vigueur pour les vols extra-européens des compagnies européennes. Dans ce scénario, les 5 principales compagnies européennes contribueraient pour près de 900 M€ par an pendant 15 ans. Ryanair, en raison de son ancrage intra-européen et de sa stratégie de croissance, serait la plus touchée (31% du total). EU ETS représenterait l'immense majorité de cette contribution, en raison des faiblesses de CORSIA, dont l'ambition est contrariée par les Etats non-européens. Ces coûts se cumuleraient à ceux des taxes environnementales, plus élevés encore.*

*Toutes les compagnies européennes sont exposées. Et peu armées. Ryanair a des meilleurs indicateurs d'intensité carbone qu'EasyJet, mais est paradoxalement pénalisée par sa stratégie de croissance. Au sein des majors, Air France-KLM a fait des efforts d'investissements, mais des doutes subsistent sur sa stratégie. IAG et Lufthansa n'ont pas suffisamment diminué leur empreinte carbone. Contrairement à Lufthansa, IAG semble avoir pris la mesure des enjeux avec une nouvelle stratégie.*

*L'innovation bas-carbone est devenu un facteur de compétition entre Safran, Rolls-Royce et MTU. A contrario, Airbus ne bénéficie pas de véritable émulation, faute d'un compétiteur en Europe. La décarbonation du secteur se joue pourtant à court terme, dans la succession des A320neo et B737 MAX.*

## Les mécanismes EU ETS et CORSIA

Cette partie vise à analyser l'impact des marchés carbone sur les cinq principales compagnies européennes à horizon 15 ans : les low cost Ryanair et EasyJet, et les majors IAG, Air France-KLM et Lufthansa. Le premier enjeu est l'avenir des deux mécanismes EU ETS et CORSIA.

---

### EU ETS : un mécanisme de plafonnement des émissions

#### Un système *cap and trade*

Le principe d'un marché du carbone est de fixer à un certain nombre d'acteurs un plafond maximal d'émissions pour leurs d'installations<sup>66</sup> ou activités, et à leur allouer sous forme de quotas, distribués gratuitement ou selon un système d'enchères<sup>67</sup>.

A l'issue d'une période donnée, si un acteur a émis plus d'émissions que le montant alloué<sup>68</sup>, il devra résorber son déficit en achetant des quotas. A l'inverse, si les émissions ont été inférieures aux quotas alloués, il pourra revendre son surplus de quotas.

---

<sup>66</sup> Usine, centrale électrique, cimenterie, etc

<sup>67</sup> Dans ce cas, les revenus générés sont généralement utilisés pour financer des programmes environnementaux

<sup>68</sup> Les émissions sont habituellement déclarées par les compagnies et auditées par des tiers indépendants



Les échanges entre les acteurs achetant et vendant des émissions contribuent ainsi à fixer un prix à la tonne d'émissions de gaz à effet de serre émises, sur des places dédiées<sup>69</sup>. On parle de système de *cap and trade*<sup>70</sup>.

### Une exemption pour les vols internationaux extra-EEE

Le marché européen du CO<sub>2</sub> regroupe l'ensemble des membres de l'Espace Economique Européen (EEE) : Union Européenne, Norvège, Islande et Liechtenstein<sup>71</sup>. Il couvre les vols domestiques des membres de l'EEE et les vols internationaux intra-EEE, depuis 2013.

**7%**

*Part des émissions mondiales du secteur aérien couvertes par le marché européen du carbone (EU ETS)*

Initialement, le marché devait couvrir les vols au départ de l'EEE et à destination d'Etats non-membres de l'EEE (vols extra-EEE), soit 19% des émissions de CO<sub>2</sub> totales du secteur<sup>72</sup>. Toutefois, la Commission Européenne a accordé une dérogation aux vols extra-EEE pour dix ans, à la suite de l'opposition d'Etats, dont les Etats-Unis, l'Inde et la Chine.

Le secteur aérien dispose chaque année en moyenne de 42,5 millions de quotas d'émissions pour couvrir ses émissions. Les quotas sont répartis entre les compagnies européennes selon un « benchmark » de 0.64 tCO<sub>2</sub> pour 1 000 RTK.

82% des quotas distribués annuellement le sont gratuitement, 15% sont vendus aux enchères, et 3% sont réservés pour les nouveaux acteurs et aux compagnies à forte croissance.

Un accord pour une réforme du marché EU ETS a été obtenu en 2017. Une nouvelle phase entrera donc en vigueur pour la période 2021/2030 :

- Le plafond d'émissions totales diminuera de 2,2% par an.
- Les possibilités de recours à la compensation carbone internationale, jusqu'à présent très limitées<sup>73</sup>, seront abrogées.

Le benchmark pour répartir les émissions entre compagnies devrait rester inchangé. La Commission se prononcera définitivement en 2020.

## CORSIA : un mécanisme de compensation carbone

### Une mise en œuvre progressive

CORSIA repose sur le principe de la compensation carbone : les compagnies aériennes<sup>74</sup> devront acheter des crédits carbone internationaux pour compenser leur surplus d'émissions de CO<sub>2</sub> par rapport au niveau de 2020.

Le mécanisme prévoit plusieurs phases :

- Jusqu'en 2020 : calcul des niveaux de référence, soit la moyenne des émissions mondiales de 2019 et 2020 (« référence sectorielle ») et par compagnie (« référence individuelle »).

<sup>69</sup> Bourses, intermédiaires, gré-à-gré

<sup>70</sup> Limiter et échanger

<sup>71</sup> La Croatie intégrera le marché EU ETS au 1er janvier 2020. Le parlement Européen et la Suisse ont validé en novembre l'adhésion de la Suisse au 1er janvier, mais les modalités n'ont pas été fixées à ce jour

<sup>72</sup> IATA, Air Passenger Market Analysis

<sup>73</sup> Les compagnies avaient la possibilité d'acheter des crédits carbone CER dans la limite de 1,5% de leurs émissions totales. Entre 2013 et 2018, seuls 2,7% des surplus d'émissions ont été financés via la compensation internationale

<sup>74</sup> A condition d'émettre au moins 10 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an et d'opérer des avions d'un poids supérieur à 5,7 tonnes. Les opérations humanitaires, médicales et de lutte contre les incendies sont également exemptés



- 2021/2026 : phase pilote applicable aux vols internationaux entre 81 pays volontaires, représentant 77% du trafic international mondial.
- 2027-2035, participation obligatoire pour tous les pays représentant 0,5% du trafic international mondial<sup>75</sup>. CORSIA couvrirait alors près 65% des émissions mondiales du secteur aérien.

La contribution des compagnies aériennes reposera d'abord sur une approche « sectorielle », puis graduellement « individuelle »<sup>76</sup> :

- 2021-2029 : le calcul des compensations reposera sur la croissance « sectorielle » des émissions : les compagnies compenseront un montant équivalent à leurs émissions annuelles multipliées par le taux de croissance annuel du trafic international par rapport au niveau de référence sectoriel<sup>77</sup>.
- 2030-2032 : le calcul des compensations reposera à 80% sur la croissance « sectorielle » des émissions. Les 20% restants reposeront sur la croissance « individuelle » de leurs émissions : les compagnies compenseront un montant équivalent à leurs émissions annuelles multipliées par le taux de croissance de leurs émissions par rapport à leur niveau de référence individuelle
- 2033-2035 : 70% de la contribution reposera sur une approche individuelle, et 30% sur une approche sectorielle.

La décision du maintien du mécanisme après 2035 sera prise en 2032

## Un mécanisme de compensation des émissions pas encore arbitré

L'enjeu des crédits carbone accepté dans le futur mécanisme CORSIA est capital, en raison de son impact sur le prix de la compensation d'une tonne de CO<sub>2</sub>.

Jusqu'à présent, les membres de l'OACI se sont mis d'accord sur des « critères d'unités d'émissions ». Il s'agit en principe des garde-fous<sup>78</sup> permettant d'assurer pour chaque projet lié à un crédit de compensation :

- Son effectivité : la valeur des crédits de compensation (1 tonne de CO<sub>2</sub> évitée) doit se traduire dans les faits<sup>79</sup>.
- Son intégrité environnementale : démontrer que le projet financé par le crédit n'aurait pas bénéficié de financement par ailleurs<sup>80</sup>.

Il existe à présent un unique mécanisme international permettant d'effectuer de la compensation carbone : le CDM<sup>81</sup> Il émet des crédits carbone certifiés appelés CER<sup>82</sup> bénéficiant du label de l'ONU<sup>83</sup>. Leur prix est inférieur à 1 € par tonne depuis 2012. La compensation du mécanisme CORSIA devrait s'effectuer via ces crédits carbone CER.

<sup>75</sup> Les Pays les Moins Développés (PMD) et les Petits Etats Insulaires en Développement (PIED) sont exemptés, sauf participation volontaire

<sup>76</sup> L'approche sectorielle vise à faire contribuer plus fortement les compagnies déjà fortement émettrices, afin de moins pénaliser les compagnies émergentes à forte croissance

<sup>77</sup> Par exemple, si le trafic aérien international augmente de 5% en 2021 par rapport à la moyenne mondiale 2019-2020, toutes les compagnies devront compenser pour un montant équivalent 5% de leurs émissions

<sup>78</sup> Additionalité des projets, quantification, reporting et vérification des impacts CO<sub>2</sub> des projets financés, etc.

<sup>79</sup> Pour un crédit carbone associé à un projet de reforestation, la capacité du sol à stocker 1 tonne de CO<sub>2</sub> devra être démontrée

<sup>80</sup> Par exemple pour le financement d'un barrage hydraulique rentable

<sup>81</sup> Clean Development Mechanism

<sup>82</sup> Certified Emission Reductions

<sup>83</sup> Gold Standard



Or, parmi les près de 2 milliards de CER en circulation depuis 1997<sup>84</sup>, les trois quarts environ<sup>85</sup>, sont considérés comme douteux (« vintage »), pour cause d'effectivité ou d'intégrité environnementale déficiente. La majorité sont liés à des projets dans des pays émergents.

Ainsi, les membres de l'OACI se sont divisés lors de la 40<sup>ème</sup> Assemblée Générale de l'OACI, en octobre 2019, entre membres européens partisans de l'adoption de critères d'unités d'émissions strictes, permettant d'exclure les crédits vintage du marché, et des pays tels le Brésil, la Chine ou l'Inde, partisans du statu quo pour maintenir un prix faible de la compensation.

Faute d'accord, l'OACI a mis en place un Comité de Conseil Technique (TAB) qui doit proposer en mars 2020 une liste de CER éligibles.

## CORSIA et EU ETS : les scénarios de cohabitation

### Un conflit de périmètre sur l'espace européen

La dérogation des vols extra-EEE du marché EU ETS a été accordée en 2013 pour 10 ans, en l'échange de la promesse que l'industrie se doterait de son propre mécanisme de décarbonation<sup>86</sup>. L'OACI estime avoir rempli son rôle, et défend désormais l'exclusion des vols intra-EEE du marché EU ETS.

Or l'Union Européenne n'entend pas abandonner son mécanisme de marché du CO<sub>2</sub>, qui fonctionne de nouveau depuis sa réforme en 2017 et la forte hausse du prix du CO<sub>2</sub> qui en a découlé.

De plus, la nouvelle Commission Européenne a un agenda climat ambitieux, avec un « Green New Deal » présenté comme la priorité du mandat. La Commission entend notamment durcir l'objectif de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de l'UE en 2030. Le secteur des transports est particulièrement visé, car ses émissions continuent d'augmenter, contrairement à celles de l'industrie européenne.

Ainsi la Commission Européenne devrait vraisemblablement militer pour l'inclusion des vols extra-EEE dans EU ETS à partir de 2023 (fin de la dérogation).

### Comparaison des mécanismes EU ETS et CORSIA

	EU ETS	CORSIA
Entrée en vigueur	2013 (aviation)	2021 : phase pilote 2027 : phase obligatoire
Principe	Achat ou revente de crédits carbone	Compensation carbone (mécanisme pas encore arbitré)
Calcul des émissions	Fondé sur la croissance du trafic des compagnies, avec un benchmark	Fondé sur la croissance du secteur aérien, puis progressivement sur la croissance individuel
Mécanisme de réduction des émissions	Oui, plafond d'émissions défini par la Commission Européenne	Non, compensation des émissions supérieures au niveau de 2019-20
Portée	Vols intra-EEE (vols internationaux exemptés)	81 pays volontaires (jusqu'en 2027) puis phase obligatoire
Prix de la tonne de CO <sub>2</sub>	25,1 € (novembre 2019)	0,25 € (novembre 2019)

Tableau n°19 – Sources : AIE, compagnies, ODDO BHF Securities

<sup>84</sup> Le CDM et les CER ont été mis en place dans le cadre du protocole de Kyoto, pour permettre aux acteurs de compenser leur surplus d'émissions de GES

<sup>85</sup> CORSIA offset Supply – The importance of vintage in determining scheme's cost and environmental integrity

<sup>86</sup> European Aviation Environmental Report 2019, EASA



## Un scénario central de statu quo

L'issue du conflit entre la commission européenne et l'OACI est incertaine. Trois scénarios se dégagent :

- Une victoire de la Commission : CORSIA ne rentre pas en vigueur dans l'EEE en 2021. En 2023, les vols extra-EEE sont inclus dans le marché EU ETS à l'expiration de la dérogation.
- Une victoire de l'OACI : CORSIA entre en vigueur en 2021 pour tous les vols internationaux. La dérogation des vols extra-EEE du marché EU ETS est prolongée jusqu'en 2035. Le marché EU ETS n'inclut plus que l'aviation domestique de l'EEE
- Un statu quo : CORSIA entre en vigueur en 2021, mais uniquement pour les vols extra-EEE. La dérogation des vols extra-EEE du marché EU ETS est prolongée jusqu'en 2035. L'aviation domestique et les vols intra-EEE demeurent dans EU ETS.

Pour l'instant, le statu quo prévaut :

- Lors de la réforme du marché EU ETS adoptée en 2017, la commission a obtenu un mandat du Parlement Européen et du Conseil Européen pour évaluer l'intégrité environnementale de CORSIA, et déterminer son adéquation avec l'objectif de réduction des émissions de l'UE
- Dans une lettre à l'OACI adressée fin 2018, les Etats-membres européens ont précisé attendre la finalisation du mécanisme CORSIA avant de confirmer officiellement leur participation.
- Lors de leur 40ème AG en octobre 2019, les membres de l'OACI ont réaffirmé leur volonté que CORSIA s'impose à tous les mécanismes de prix du CO<sub>2</sub> visant l'aviation internationale, dont EU ETS.

Notre scénario central est celui du statu quo. Celui d'une victoire de la Commission est ensuite jugé le plus probable. Celui d'une victoire de l'OACI arrive en dernier.

### Scénarios de cohabitation EU ETS – CORSIA en 2021 dans l'EEE

Scénario	Périmètre EU ETS	Périmètre CORSIA
Central : status quo	2021-2035 : vols domestiques + intra-EEE Couverture : 7% émissions mondiales secteur aérien  Dérogations vols extra-EEE du marché EU ETS prolongée après 2023	2021-2035 : Vols internationaux extra-EEE  Couverture de CORSIA dans l'EEE : 12% émissions mondiales secteur aérien
B : victoire Commission (renforcement EU ETS)	2021-2023 : vols domestiques + intra-EEE Couverture : 7% émissions mondiales  2024-2035 : vols domestiques + intra-EEE + extra-EEE Couverture : 19% émissions mondiales	Pas d'entrée en vigueur de CORSIA dans l'EEE
C : victoire OACI (EU ETS affaibli)	2021-2035 : vols domestiques uniquement Couverture : 3% des émissions mondiales	2021-2035 : vols internationaux intra-EEE et extra-EEE Couverture de CORSIA dans l'EEE : 16% émissions mondiales secteur aérien

Tableau n°20 – Source : ODDO BHF Securities



## Des impacts financiers forts et multiples

### Les hypothèses de modélisation

#### Modélisation des impacts financiers : hypothèses du scénario central

<b>Prix du CO<sub>2</sub> EU ETS</b>	2019-2023 : [25,9 €-26,6 €] (Source : forward Bloomberg) 2024-2035 : [27,2 €-33,8 €] (Hypothèse : +2,2% / an <sup>87</sup> )
<b>Prix du CO<sub>2</sub> CORSIA</b>	2019-2020 : 0,25 € (hypothèse accord à l'OACI en 2020 <sup>88</sup> ) 2021-2025 : [0,50 €-0,62 €] (Hypothèse réforme du CDM <sup>89</sup> ) 2026-2035 : [0,76 €-3,76 €] hausse demande (CORSIA <sup>90</sup> )
<b>Réglementation carbone à partir de 2021</b>	<b>Scénario central : statu quo</b> Scénario B : Victoire Commission (renforcement EU ETS) Scénario C : Victoire OACI (affaiblissement EU ETS)
<b>Prévision émissions CO<sub>2</sub></b>	<b>Aviation mondiale</b> : +3% par an (en ligne avec prévision OACI) <b>Compagnies</b> : estimées à partir des hausses de prévisions trafic et progrès efficacité énergétique
<b>Efficacité énergétique</b>	- 1,4% par an (scénario experts environnement OACI)
<b>Biocarburants</b>	0% dans le mix kérosène mondial en 2035 (prév. ODDO BHF <sup>91</sup> )
<b>Croissance RTK</b>	<b>Panel</b> : 2019 – 2023: estimations ODDO BHF 2023-2035: hypothèses 3% / an pour les low cost et 1,5% / an pour les majors <b>Aviation mondiale</b> : 4,4% / an (estimations IATA)
<b>Répartition du chiffre d'affaire</b>	Données du panel pour marchés domestique, intra-EEE, et extra-EEE. Données figées et projetées post-2020

Tableau n°21 – Source : ODDO BHF Securities

### Des impacts financiers croissants

#### Un impact maîtrisable jusqu'en 2020

Le triplement du prix de la tonne de CO<sub>2</sub> en Europe a nettement impacté la contribution des compagnies européennes au marché EU ETS. En particulier, Ryanair a vu en 2018<sup>92</sup> sa contribution franchir les 100 M€.

#### Impact financier des mécanismes carbone pour les compagnies européennes (2017-2020e)

En M€	2017	2018	2019e	2020e
Ryanair	-40.2	-115.0	-150.0	-183.2
EasyJet	-16.6	-45.7	-91.0	-101.2
IAG	-26.4	-26.3	-38.7	-66.7
Air France-KLM	-19.0	-25.5	-35.5	-61.3
Lufthansa	-21.3	-33.3	-48.5	-85.3

Tableau n°22 – Source : ODDO BHF Securities

Le consensus prévoit une stabilisation à un prix élevé, autour de 25 € par tonne jusqu'au premier trimestre 2021 au moins. Malgré cela, une compagnie comme Air France – KLM parvient à limiter l'impact financier du marché EU ETS.

<sup>87</sup> Hypothèse d'une croissance moyenne annuelle de 2,2%, correspondant au retrait annuel de quotas du marché EU ETS

<sup>88</sup> Hypothèse d'accord sur un mécanisme d'éligibilité des CER avec une exclusion des certificats douteux : ceux émis avant 2016 et avec une additionnalité environnementale contestée, comme les projets de barrages hydrauliques

<sup>89</sup> Hypothèse d'une réforme du CDM en ligne avec l'accord de l'OACI, en raison du poids de CORSIA dans la demande de CER. Retrait de 3 milliards de CER et multiplication du prix par 2 en 2020, puis hausse de 5% / an pendant la phase volontaire de CORSIA

<sup>90</sup> Hausse demande de 500 000 CER / an dès 2026 par anticipation de l'entrée en vigueur de la phase obligatoire CORSIA. Hausse du prix des CER de 20% / an

<sup>91</sup> Justification : poids négligeable dans le mix kérosène en 2019, pas d'entrée en vigueur des capacités de production avant 2022 au mieux, pas d'objectifs chiffrés des compagnies

<sup>92</sup> Les données reportées suivent le calendrier fiscal de la compagnie, qui reporte d'avril à mars



En effet, les compagnies aériennes ont la possibilité de se couvrir sur le marché EU ETS avec des contrats à terme de trois ans (*forward*). Jusqu'à fin 2020, les compagnies plus prévoyantes peuvent s'acquitter de leur déficit de quotas CO<sub>2</sub> à des prix nettement inférieur au niveau actuel. Les majors les ont largement utilisés, contrairement aux low cost.

#### Impact sur l'EBIT des mécanismes carbone pour les compagnies européennes (2017-2020)

En %	2017	2018	2019e	2020e	Croissance moyenne trafic 17-20e (RTK)
Ryanair	- 6.3	- 9.7	- 14.1	-12.4	4.9
EasyJet	- 3.6	- 6.8	- 17.2	-17.7	5.5
IAG	- 0.9	- 0.8	- 1.2	-1.8	2.7
Air France-KLM	- 1.0	- 1.9	- 3.2	- 4.5	1.8
Lufthansa	- 0.7	- 1.2	- 2.3	- 3.8	2.5

Tableau n°23 – Source : ODDO BHF Securities

Selon notre modèle, EasyJet serait la compagnie la plus contributrice à horizon 2020<sup>93</sup>, rapporté à son EBIT, avec une contribution supérieure à 17%.

La plus faible contribution des majors tient également à leur exposition moindre aux marchés européens domestiques et intra-EEE.

#### Un poids croissant à horizon 2025

A horizon 2025, notre scénario central prévoit un statu quo entre le marché EU et CORSIA, avec une entrée en vigueur de CORSIA en 2021 sans les vols intra-EEE, et le prolongement en 2023 de l'exemption des vols extra-EEE du mécanisme EU ETS.

#### Impact financier des marchés carbone pour les compagnies européennes (2021-2025)

En M€	2021e	2022e	2023e	2024e	2025e	TMVA 21-25	Croissance moyenne trafic 21-25e (RTK)
Ryanair	-193	-203	-214	-225	-237	3.5%	2.5%
EasyJet	-107	-113	-119	-126	-132	3.6%	2.4%
IAG	-113	-120	-127	-131	-136	3.1%	1.8%
Air France-KLM	-104	-108	-112	-116	-120	2.4%	1.4%
Lufthansa	-131	-138	-142	-147	-152	2.5%	1.4%

Tableau n°24 – Source : ODDO BHF Securities

A partir de 2021, les compagnies ne devraient plus avoir la possibilité de se couvrir avec des crédits carbone acquis à des prix modiques. L'impact financier du marché EU ETS pourraient franchir 100 M€ pour toutes les compagnies.

Avec un prix du CO<sub>2</sub> qui augmente modérément entre 2021 et 2025 sur le marché EU ETS, les contributions des compagnies augmentant de 2 à 4% par an. A noter que ces chiffres reposent sur des hypothèses de hausse du trafic (en RTK) relativement conservatrices, entre 1,4% et 2,6% par an sur la période.

#### Près de 900 M€ par an pendant 15 ans

Dans notre scénario central, l'impact financier total des mécanismes carbone est de 13,5 Md€, de l'entrée en vigueur de CORSIA en 2021 jusqu'à son arrêt prévu en 2035. Les cinq compagnies du panel contribueraient en moyenne pour près de 900 M€ par an pendant 15 ans.

<sup>93</sup> Les données reportées suivent le calendrier fiscal de la compagnie, qui reporte d'octobre à septembre



Sur 15 ans, Ryanair serait de loin la compagnie la plus contributrice, avec 31% de la contribution totale du panel.

EasyJet, IAG, Air France-KLM et Lufthansa auraient des contributions de montants relativement proches, inférieurs à 200 M€ par an. EasyJet, qui est nettement plus petite que les majors, risquent donc d'avoir un impact significatif sur ses EBIT futurs.

#### Impact financier total des mécanismes carbone dans le scénario central (2021-2035)

En M€	Coût total 21-35e	Coût moyen annuel 21-35e	Part compagnie dans coût total 21-35e
Ryanair	-4 159	277	31%
EasyJet	-2 351	157	17%
IAG	-2 331	155	17%
Air France-KLM	-2 043	136	15%
Lufthansa	-2 600	173	19%
<b>Total</b>	<b>-13 483</b>	<b>899</b>	

Tableau n°25 – Source : ODDO BHF Securities

### Des coûts qui se cumuleraient aux taxes

Le coût croissant des mécanismes CO<sub>2</sub> resterait inférieur à celui des taxes environnementales actuellement en vigueur en Europe :

- EU ETS ne représente que 24% des taxes écologiques que Ryanair payera en 2019, selon les données de l'entreprise (630 M€ au total).
- IAG paierait 155 M€ en moyenne sur la période 2021-2035, soit 18% de sa contribution à l'Air Passenger Duty britannique en 2018.

Le montant de la fiscalité écologique et des marchés carbone risque de se cumuler, étant donné le contexte politique en Europe.

De plus, de nouvelles taxes sont susceptibles d'apparaître, par exemple la taxe européenne sur le carburant (0,33 € par litre, voir plus haut). Appliquée aux vols domestiques et intra-EEE, son impact financier serait 8 fois plus élevé que celui du marché EU ETS.

#### Comparaison du coût des mécanismes carbone et d'une taxe européenne sur le kérosène (0,33€ par litre) en 2021

En M€	Coût taxe kérosène	Coût mécanismes CO <sub>2</sub>
Ryanair	1 442	-193
EasyJet	881	-107
IAG	964	-113
Air France-KLM	752	-104
Lufthansa	1 121	-131

Tableau n°26 – Source : ODDO BHF Securities

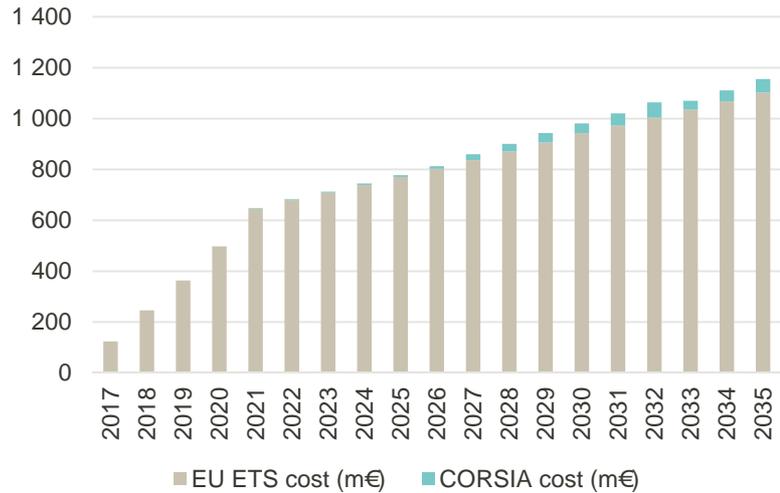


## Un poids du marché EU ETS nettement supérieur

### Un effet prix et un effet volume

Dans notre scénario central, 97% des contributions des compagnies entre 2021 et 2035 relèveraient du marché EU ETS.

#### Coût pour les compagnies du panel des mécanismes de prix du CO<sub>2</sub> en Europe (EU ETS et CORSIA) dans le scénario central (2021e-2035e)

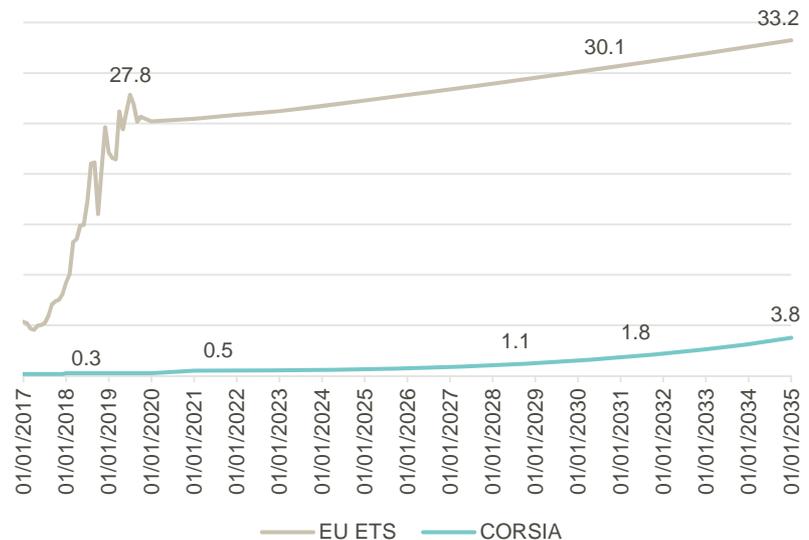


Graphique n°27 – Source : ICCT

Cet écart est avant tout lié à une différence de prix du CO<sub>2</sub>.

Dans CORSIA, il ne franchirait la barre de 1 € qu'à partir de l'entrée en vigueur de la phase obligatoire, en 2027. En 2035, malgré une hausse soutenue, il demeurerait près de 10 fois inférieur à celui du CO<sub>2</sub> dans EU ETS, qui atteindrait 30 € en 2030, comme visé par la Commission.

#### Evolution du prix de la tonne de CO<sub>2</sub> dans EU ETS et projetée dans CORSIA (en €, 2017-2035)



Graphique n°28 – Source : ODDO BHF Securities



Un effet volume contribue également au déséquilibre :

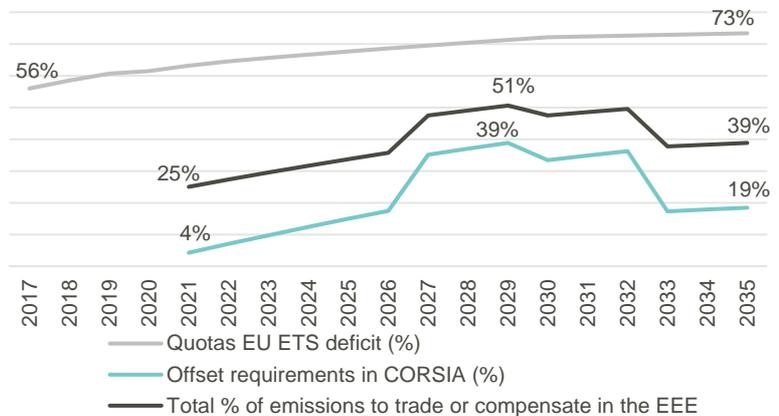
- Sur le périmètre EU ETS, 70% des émissions seraient « payées », entre 2021 et 2035, via l'achat de quotas CO<sub>2</sub>.
- Sur le périmètre CORSIA, seulement 15% des émissions seraient « payées », via l'achat d'un crédit de compensation carbone.

Cette différence tient notamment au mode de calcul des émissions à payer :

- Dans EU ETS, les émissions totales des compagnies sont plafonnées à un niveau bas, qui baisse ensuite de 2% par an à partir de 2021.
- Dans CORSIA, seule la croissance des émissions doit être compensée, à partir d'un niveau élevé.

Ainsi, EU ETS représenterait 64% des 704 Mt CO<sub>2</sub> pour lesquelles les compagnies « paieraient » un prix entre 2021 et 2035.

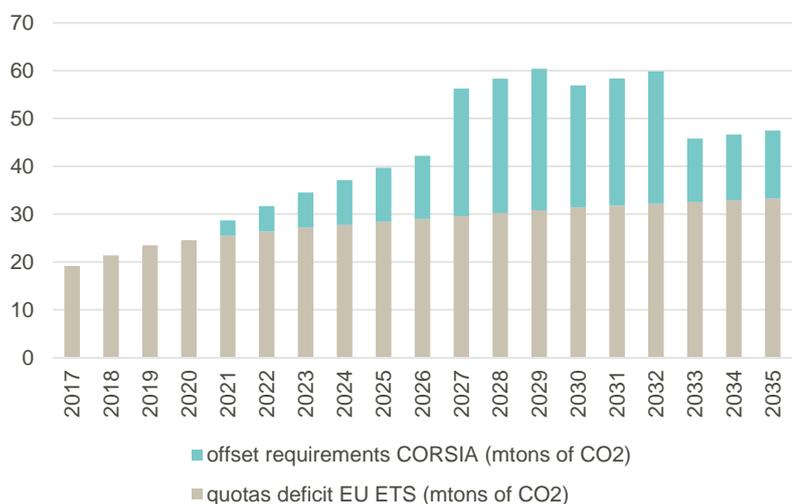
**Déficit de quotas et/ou émissions à compenser dans EU ETS, CORSIA et EEE (EU ETS + CORSIA), en % d'émissions totales, 2021e-2035e**



Graphique n°29 – Source : ODDO BHF Securities

On note que CORSIA, après son entrée en vigueur en 2021, monte en puissance à la suite de son élargissement en 2027. Toutefois, dès 2030, la réforme du mode de calcul, qui passe progressivement d'un système de croissance « sectorielle » à « individuelle », conduit à baisser la contribution des compagnies européennes. En effet, les prévisions de croissance des majors européennes sont inférieures à la moyenne mondiale.

**Déficit de quotas dans EU ETS et d'émissions à compenser dans CORSIA, 2017-2019, puis 2020e-2035e**



Graphique n°30 – Source : ICCT



## Des différences considérables selon les périmètres

### Poids financier total des mécanismes carbone selon les scénarios d'évolution réglementaire (2021-2035)

En M€	Statu quo	EU ETS renforcé	EU ETS affaibli
Ryanair	-4 159	-4 079	-352
EasyJet	-2 351	-2 588	-405
IAG	-2 331	-3 063	-470
Air France-KLM	-2 043	-3 352	-889
Lufthansa	-2 600	-4 895	-713
<b>Total</b>	<b>-13 483</b>	<b>-17 977</b>	<b>-2 830</b>

Tableau n°31 – Source : ODDO BHF Securities

Les coûts totaux des mécanismes carbone varie fortement selon leurs périmètres de cohabitation :

- Le scénario B d'un renforcement du marché EU ETS augmente de plus d'un tiers la contribution cumulée des 5 compagnies sur 15 ans. Les entreprises avec de fortes positions sur les vols extra-EEE seraient particulièrement impactées<sup>94</sup>.
- A contrario, le scénario d'un affaiblissement du mécanisme EU ETS, avec un maintien pour les seuls vols domestiques, diviserait la facture totale des mécanismes carbone par près de 5. Ryanair, très présente sur les vols intra-EEE, diviserait sa facture par plus de 10. A noter qu'EU ETS, même sur un périmètre très réduit, pèserait toujours près de 80% des contributions.

On retrouve ainsi les divergences d'intérêt évoquées précédemment au sein de l'industrie, avec des acteurs européens ayant tout intérêt à un mécanisme CORSIA nettement plus ambitieux pour peser face à la Commission Européenne, face à des acteurs non-européens peu concernés.

## Toutes les compagnies européennes exposées

Les compagnies low cost devraient théoriquement être moins exposées aux marchés du CO<sub>2</sub>, puisque leurs émissions sont inférieures en Europe.

### Emissions des compagnies du panel, réelles puis estimées (Mt CO<sub>2</sub>)



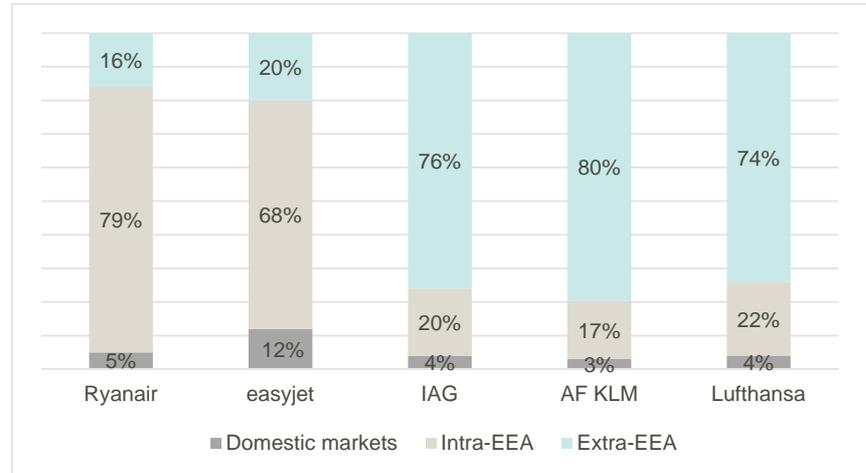
Graphique n°32 – Source : ODDO BHF Securities

<sup>94</sup> Dans ce scénario, les compagnies du panel ne contribuent pas à CORSIA, puisqu'elles n'ont pas d'activité au départ et à l'arrivée de l'espace hors EEE.



Toutefois les fortes différences de profil entre majors et low cost impliquent une exposition très différente aux marchés du CO<sub>2</sub>.

**Exposition des compagnies aux mécanismes du CO<sub>2</sub> en Europe : vols domestiques, intra-EEE et extra-EEE (RTK, 2018)**

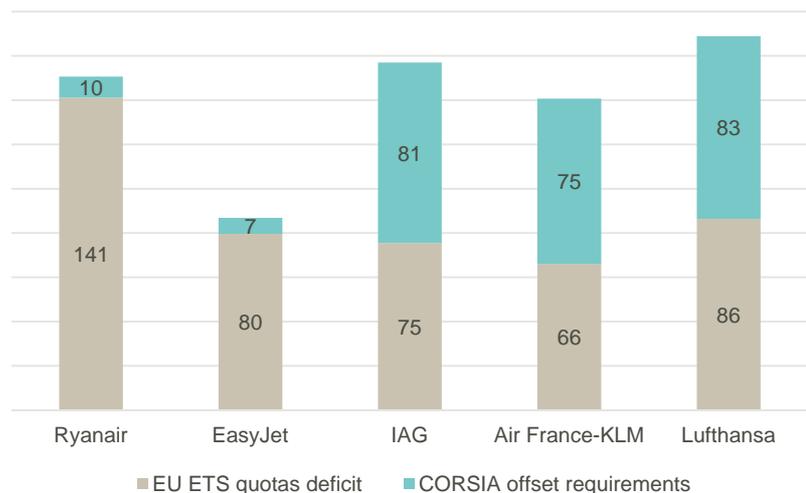


Graphique n°33 – Source : ODDO BHF Securities

A cette différence d'exposition géographique s'ajoute la croissance passée et future des compagnies low cost, qui implique des déficits de quotas CO<sub>2</sub> plus importants en pourcentage de leurs émissions.

Toutefois, les majors devraient également souffrir de déficit de quotas significatifs, en raison de leur volume d'activité important dans la zone intra-EEE. Elles seraient également beaucoup plus affectées par l'entrée en vigueur de CORSIA en 2021. En termes d'émissions « à payer » entre 2021 et 2035, dans notre scénario central, les différences entre majors et low cost s'estompent.

**Mt d'émissions payées ou compensées sur les mécanismes du CO<sub>2</sub> (EU ETS et CORSIA, 2021e–2035e)**



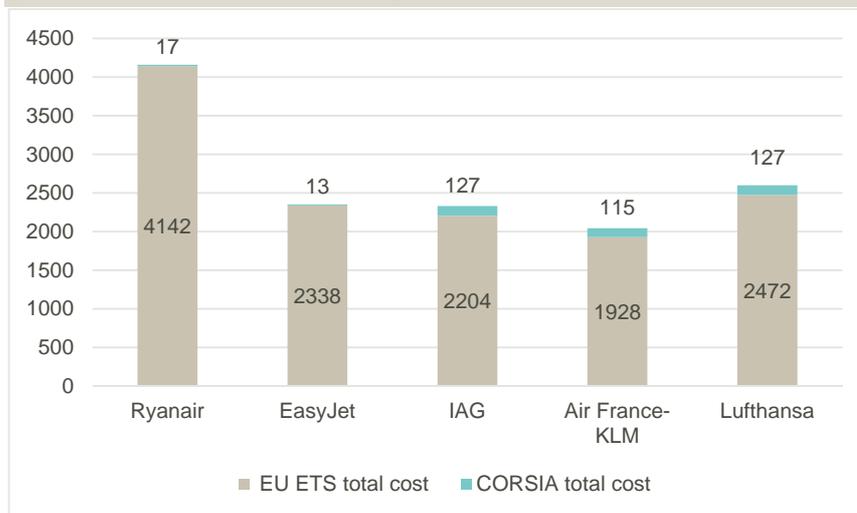
Graphique n°34 – Source : ODDO BHF Securities

En considérant les différences de prix entre le mécanisme EU ETS et CORSIA, Ryanair serait la compagnie la plus impactée financièrement sur 15 ans, dans le scénario du statu quo. Les majors contribueraient à des montants inférieurs, mais seraient fortement pénalisées en cas d'élargissement du mécanisme EU ETS en 2023. EasyJet contribuerait d'un montant absolu comparable aux majors, mais sa surface financière nettement inférieure la rend plus fragile.



Ainsi, même si les low cost sont plus à risques, toutes les compagnies du panel sont financièrement exposées aux mécanismes du CO<sub>2</sub> en Europe.

**Contribution cumulées totales des compagnies aux mécanismes du CO<sub>2</sub> (EU ETS et CORSIA, 2021e–2035e)**



Graphique n°35 – Source : ODDO BHF Securities

Enfin, on rappellera enfin qu'aux risques financiers s'ajoute ceux du report modal, poussé par les régulateurs (politiques publiques en faveur du train) ou par les consommateurs (effet Flygskam). Les low cost y sont également particulièrement exposés, du fait de leur profil géographique.

## Des compagnies peu armées face à ces risques

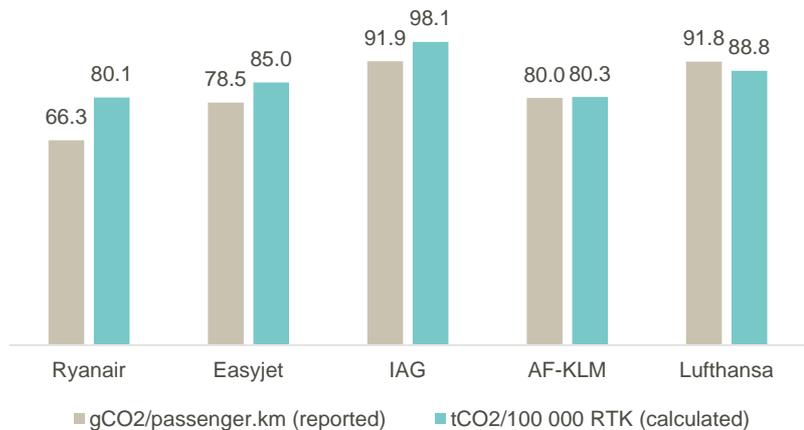
### Les meilleures performances carbone pour Ryanair, Air France-KLM se distingue parmi les majors

Selon les données publiées par les compagnies, EasyJet, Air France-KLM et surtout Ryanair possèdent les intensités carbone les plus faibles du panel. IAG et Lufthansa ont une intensité carbone supérieure à la moyenne mondiale (88 gCO<sub>2</sub>/passager.km).

En l'absence de définition commune du passager.km, nous avons également calculé l'intensité carbone par RTK, l'unité usuelle du transport aérien. Ryanair a toujours l'intensité carbone la plus faible, mais avec une avance moins importante. EasyJet a cette fois une intensité légèrement supérieure à celle d'Air France-KLM. On retrouve de fortes intensités carbone pour Lufthansa et IAG .



**Intensité carbone des compagnies en 2018, en gCO<sub>2</sub>/passager.km (reportée) et en MtCO<sub>2</sub> / 100 000 RTK (calculée)**

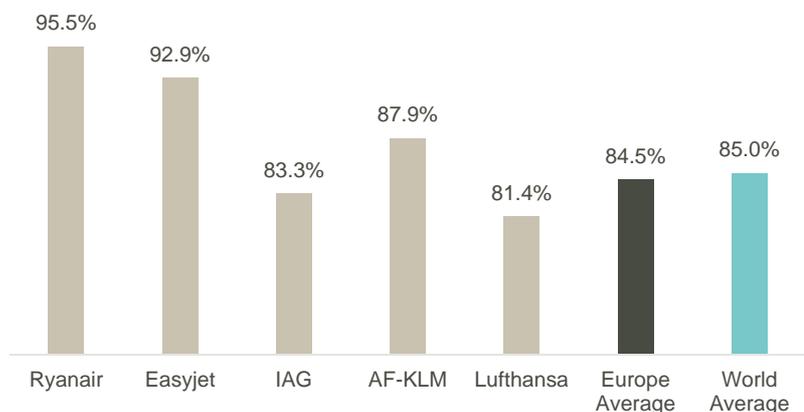


Graphique n°36 – Sources : Compagnies, ODDO BHF Securities

En dépit de leur spécialisation sur les court et moyen-courriers, particulièrement émetteurs au passager.km en raison du temps pour les phases de décollage et d'atterrissage, les low cost affichent de meilleures performances carbone :

- Pour le taux d'occupation : par culture, les low cost ont un taux nettement supérieur à la moyenne mondiale et aux majors. Parmi les majors, Air France-KLM se distingue positivement sur cet indicateur, notamment grâce à la montée en puissance de sa filiale Transavia

**Taux d'occupation des appareils des compagnies du panel en 2018**

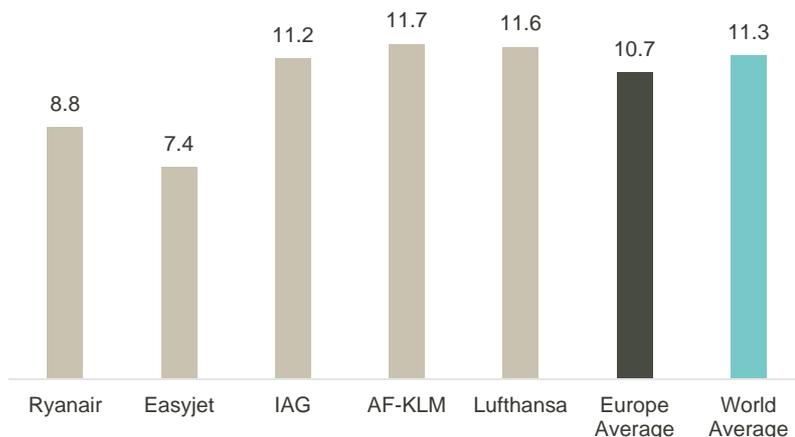


Graphique n°37 – Source : ODDO BHF Securities

- Pour l'âge moyen de la flotte : plus jeunes, les compagnies low cost ont un portefeuille d'avion plus récent, et donc moins consommateur de kérosène. A noter que l'âge moyen de la flotte de Ryanair a fortement augmenté suite à l'acquisition récente de la compagnie Lauda (il était inférieur à 7 en 2018).



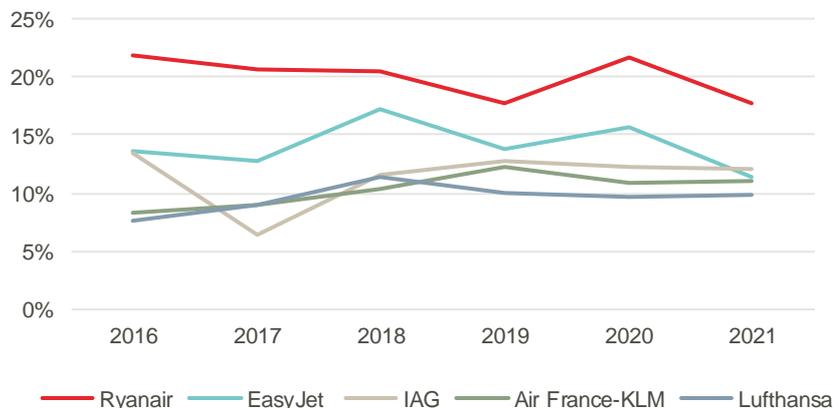
Age moyen de la flotte des compagnies du panel (novembre 2019, années)



Graphique n°38 – Source : ODDO BHF Securities, Cirium

- Pour le taux de renouvellement de la flotte : malgré des efforts d'investissement significatifs ces dernières années (supérieurs à 10%), les majors, confrontés à des difficultés économiques et financières, ne parviennent pas à se hisser au niveau de Ryanair. On notera qu'EasyJet a une trajectoire de baisse de son effort, qui impacte son intensité carbone.

Evolution taux renouvellement flotte du panel (2016-2021e)



Graphique n°39 – Source : ODDO BHF Securities

## Une communication croissante, des engagements Insuffisants

### Une gouvernance et des engagements peu ambitieux

La gouvernance des enjeux climat ne permet pas de distinguer les compagnies du panel. Aucune compagnie n'a un reporting climat en ligne avec les recommandations de la TCFD<sup>95</sup>, par exemple sur les compétences de membres des conseils d'administration ou de direction sur les sujets climat. A noter que le PDG de Ryanair a tenu à plusieurs reprises des propos climatosceptiques<sup>96</sup>.

<sup>95</sup> Task Force on Climate-Related Financial Disclosures. Présidée par Michael Bloomberg, elle définit des standards de gouvernance, stratégie, gestion des risques et indicateurs sur les enjeux climatiques

<sup>96</sup> Il a notamment déclaré à la RTE en 2017 que le changement climatique était une « ineptie totale »



En termes d'engagement, aucune compagnie aérienne en Europe<sup>97</sup> n'a adhéré aux Science-Based Targets<sup>98</sup>, dont l'autorité est croissante pour juger la crédibilité d'une trajectoire de décarbonation en ligne avec l'objectif 2°C.

Toutes les compagnies du panel se sont fixées des objectifs CO<sub>2</sub>. La plus ambitieuse, Ryanair, vise 60gCO<sub>2</sub>/passager.km en 2030. Ces engagements ne sont pas en phase avec l'objectif de IATA, qui revient à faire passer l'intensité carbone sous les 10gCO<sub>2</sub>/passager.km en 2050.

Objectifs d'émissions de CO <sub>2</sub> et trajectoire d'atteinte		
En M€	Objectifs de réduction de CO <sub>2</sub> /passager.km	Trajectoire CO <sub>2</sub>
Ryanair	60 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2030 - 67% en 2030 vs 2000	- 64% en 2018 vs 2000
EasyJet	70 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2022 - 10% en 2022 vs 2016	- 0,4% en 2018 vs 2016
IAG	87 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2020 80 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2025 10% en 2020 vs 2014 - 17% en 2025 vs 2014	- 5,2% CO <sub>2</sub> en 2018 vs 2014
Air France- KLM	- 20% en 2020 vs 2011 - 50% en 2030 vs 2005 Dont mesures de marché	AF : - 13,5% en 2018 vs 2011 KLM : - 17% en 2018 vs 2011
Lufthansa	83 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2030 - 25% en 2020 vs 2005	-17% en 2018 vs 2005

Tableau n°40 – Source : ODDO BHF Securities

Les compagnies ne sont pas placées sur une trajectoire leur permettant de tenir l'objectif :

- IAG n'aurait plus que 2 ans pour réaliser la moitié du chemin fixé. Fort de ce constat d'échec, le groupe a repris de nouveaux engagements pour 2025. Le groupe a également établi une trajectoire de neutralité carbone à horizon 2050, mais elle repose à 43% sur la compensation carbone et la capture du CO<sub>2</sub>, dont le développement est très incertain.
- EasyJet n'a presque pas progressé par rapport à 2016, son niveau de référence.
- Lufthansa doit réaliser en deux ans un tiers du chemin fixé sur 15 ans.

Air France-KLM et Ryanair sont deux cas particuliers :

- Air France-KLM a un objectif qui inclut « des mesures de marché », ce qui sous-entend le recours à la compensation carbone ou aux quotas CO<sub>2</sub>, et ne donne pas une image réel des progrès effectués. Le groupe a pris des nouveaux engagements pour 2030, avec ce même biais :-50% de CO<sub>2</sub>/passager.km par rapport à 2005.
- Ryanair est proche de tenir ses objectifs, mais la compagnie se fonde sur le niveau de 2000, où son intensité carbone était très élevée (180 gCO<sub>2</sub>/passager.km).

## Une stratégie qui commence à se déployer

Les compagnies européennes ont récemment pris des initiatives pour montrer leur engagement pour une transition bas-carbone.

D'abord pour le développement des biocarburants :

- KLM s'est engagée à acheter 75 000 tonnes de biocarburants pendant 10 ans à partir de 2022, afin de soutenir l'implantation d'un site aux Pays-Bas. Cela représente 50 fois la consommation actuelle du groupe.

<sup>97</sup> A l'exception du suisse YASAVA, depuis septembre 2019

<sup>98</sup> 292 entreprises dans le monde, en novembre 2019, ont une trajectoire revue et validée par un panel d'expert de la science climatique



- IAG souhaite acheter 400 000 tonnes par an d'ici 2030. Le groupe s'est associé avec une start-up pour s'approvisionner en biokérosènes issus de déchets ménagers, à partir de 2024.

Plus prudemment, sur le soutien à l'aviation électrique :

- EasyJet souhaite s'équiper d'avions électriques de Wright Electric pour une ligne Paris-Londres, d'ici 2029. Toutefois, EasyJet n'apporte pas de soutien financier à ce projet encore à l'état de projet.
- British Airlines (IAG) devrait accueillir le premier vol test du E-Fan X hybride d'Airbus, en 2021.

La réponse des compagnies aériennes au Flygskam s'est concentré sur la compensation carbone, avec le concept de « zéro émissions nettes » :

- Air France et British Airlines ont toutes deux annoncé vouloir compenser 100% de leurs émissions en France Métropolitaine et au Royaume-Uni à partir de 2020.
- EasyJet s'est engagé à compenser 100% de ses émissions de CO<sub>2</sub> en Europe en 2020, au moins jusqu'en 2022, pour un coût total proche de 30 M€. Le montant relativement élevé du coût de la tonne de CO<sub>2</sub> indique que la compagnie a choisi des projets de compensation carbone volontaires<sup>99</sup>, et s'est montré assez sélective dans le choix.

On rappelle toutefois que si la compensation carbone est efficace d'un point de vue marketing, ses bénéfices pour la décarbonation du secteur aérien sont nuls.

On note enfin qu'un tabou s'est brisé avec la campagne de communication «Fly Responsibly» de KLM, qui suggère aux clients de consommer du transport aérien de manière raisonnée. KLM a toutefois ciblé les vols très courte distance, où la compagnie est déficitaire.

---

## Des performances carbone contrastées

### Parmi les low cost : Ryanair plus performant, EasyJet à risque

Ryanair est dans une situation paradoxale. La compagnie réalise les meilleures performances d'intensité carbone, grâce à un investissement soutenu dans la modernisation de sa flotte et à son expertise pour accroître le taux d'occupation. La compagnie n'a nullement défini sa vision d'une transition bas-carbone du secteur. Ryanair risque de voir son coût carbone s'envoler à partir de 2021.

EasyJet a des indicateurs de performance à peine meilleure que les majors, en raison notamment d'un investissement moindre dans sa flotte. La compagnie a mis en place une communication sur le climat, mais en ciblant des domaines peu impactant sur les émissions de CO<sub>2</sub>, tels la compensation carbone ou les avions électriques de courte distance. La compagnie est exposée aux prix du CO<sub>2</sub>, pénalisée par son profil low cost et sa taille.

### Parmi les majors, de meilleures performances pour AF-KLM, des progrès chez IAG, Lufthansa à risque

Parmi les majors, Air France-KLM se distingue sur sa performance carbone, avec un effort d'investissement en hausse et un meilleur taux d'occupation. Le groupe a également adopté une communication habile sur le climat, notamment sur le report modal. Un certain flou demeure sur les objectifs de réduction d'émissions.

---

<sup>99</sup> Voluntary Emissions Reduction. Ils ne bénéficient pas du label Gold Standard du CDM, mais sont reconnus par l'ONU. Ils ne sont pas une commodité, contrairement aux CER : leur prix varie pour chaque projet et peut dépasser 10 € par tonne compensée



IAG a une exposition aux mécanismes de prix du CO<sub>2</sub> comparable aux majors. La compagnie doit toutefois s'acquitter de lourdes taxes environnementales au Royaume-Uni. Malgré ces risques, IAG n'a pas su diminuer suffisamment son empreinte carbone. Le groupe a récemment pris de nouveaux engagements plus crédibles, notamment sur les biocarburants.

Lufthansa a une empreinte carbone élevée, alors que les taxes environnementales augmentent rapidement en Allemagne. Contrairement à IAG, la compagnie n'a pas encore réagi en développant une stratégie climat plus affirmée. Le groupe apparaît comme la major la plus à risque.

## Le rôle crucial des constructeurs et motoristes

### Un engagement faible sur les sujets clés (scope 3)

Les constructeurs et les motoristes ont la clé pour amorcer la transition bas-carbone de l'industrie, en investissant les dix prochaines années, dans l'espoir de technologies de rupture à horizon 2035.

Leur gouvernance des sujets climat est faible : comme les compagnies, aucun des acteurs ne suit les recommandations de la TCFD.

En termes d'engagement, les compagnies reportent et s'engagent sur leurs émissions directes (liées à leurs usines ou à leur consommation d'énergie). Toutefois ni Airbus, ni Safran, ni Rolls-Royce, ni MTU ne publient les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'utilisation de leur produit, c'est-à-dire la part la plus importante de leur empreinte carbone.

Dès lors, en l'absence de reporting formalisé, les constructeurs et motoristes n'ont pas établi de trajectoire de réduction de l'empreinte carbone de leur portefeuille de produit.

### Pas de sursaut de l'investissement depuis 10 ans

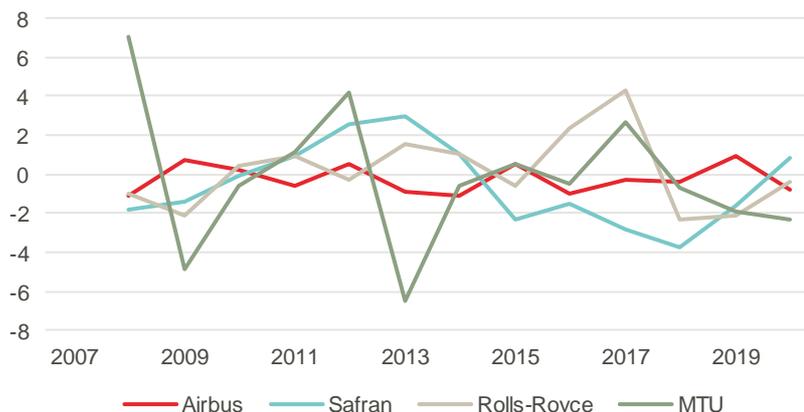
Les constructeurs et motoristes contribuent aux gains d'efficacité énergétique du transport aérien, via des nouvelles gammes de produits toujours plus performants :

- Moteur GTF pour MTU Aero Engine (en partenariat avec Pratt & Whitney), qui a permis le dernier saut technologique dans la propulsion, à la fin des années 2000, avec des réductions de consommation de kérosène de 15%. Ces moteurs équipent les A320 et A220.
- Moteur LEAP pour CFM
- Moteur Trent XWB pour Rolls-Royce.
- Appareils A350, A320neo, A330neo pour Airbus.

Toutefois, la montée en puissance des enjeux climat n'a pas provoqué de sursaut de l'investissement depuis 10 ans. En 2018, les quatre acteurs ont réduit la part de leurs investissements rapportés au chiffre d'affaires.



**Variation annuelle de l'effort d'investissement (en points de R&D + Capex/CA, 2007-2019e)**



Graphique n°41 – Source : ODDO BHF Securities

Certes, Airbus travaille sur des projets dans l'électrique (CityAirbus, Vahana, Ecopulse, E-Fan) ou le design bas-carbone (BLADE). Toutefois, l'arrêt du premier projet de biplace électrique E-FAN en 2017, dans un contexte de restructuration du site de R&D de Suresnes, a fait naître des doutes sur la volonté de l'entreprise d'investir dans la transition bas-carbone du secteur.

La volte-face du groupe envers le système d'e-taxiing électrique de Safran est également un mauvais signe, malgré des gains de CO<sub>2</sub> non-négligeables (4% par appareil).

Pourtant, des marges de manœuvre existent : 20% de la R&D d'Airbus est consacrée à de l'incrémental (exemple : rétrofit de la famille des A320), et pourrait être réaffectée vers des projets de rupture. Le Groupe affirme avoir investi 50 m€ dans un centre d'essai pour les « avions vert » à Munich, soit environ 1% de ses dépenses annuelles en R&D et CAPEX.

Le programme d'avion hybride E-Fan X, relancé en 2019 sous l'impulsion d'un management qui a témoigné sa volonté d'investir dans la transition bas-carbone, sera un révélateur de la crédibilité du groupe. Un vol est prévu en 2021.

## Une émulation entre motoristes, des constructeurs peu positionnés

Malgré un effort en baisse, l'investissement des motoristes demeure élevé depuis plusieurs années.

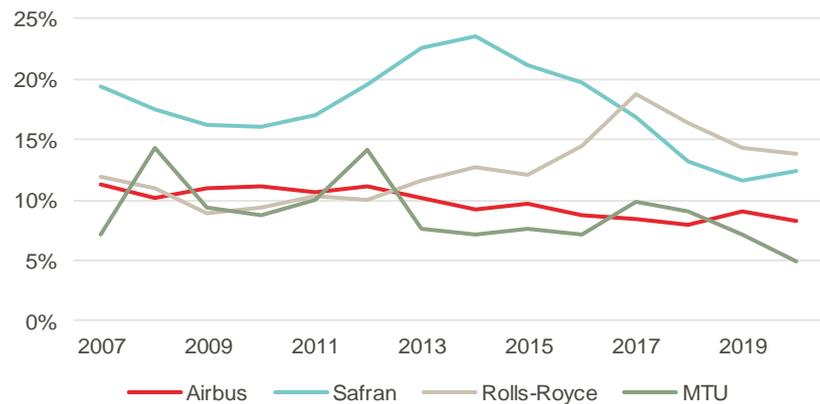
MTU a relancé la compétition dans la propulsion thermique avec le moteur GTF. Safran a ensuite réinvesti sur ce segment, en association avec GE au sein de CFM, et finalement développé le moteur LEAP qui équipe les Boeing 787.

Depuis, les motoristes investissent dans les systèmes électriques, avec des acquisitions stratégiques (Electric Power System pour Safran, propulsion électrique de Siemens pour Rolls-Royce). Rolls-Royce est en passe d'équiper le premier avion hybride de grande capacité, avec le projet E-Fan X d'Airbus, dont le 1<sup>er</sup> vol est prévu pour 2021

On notera toutefois que les nombreux projets de petits appareils électriques auxquels s'associe Safran représentent un investissement relativement limité, en comparaison des montants nécessaires pour mettre au point des moteurs adaptés à des moyen-courriers. De plus, Safran a récemment annoncé un moindre investissement dans la propulsion électrique, en déplorant le manque d'intérêt des constructeurs.



Effort d'investissement, en % de (R&D + Capex) / CA, 2007-2020e



Graphique n°42 – Source : ODDO BHF Securities

Cette émulation à l'œuvre entre industriels manque finalement à Airbus, en situation de monopole à l'échelle européenne, et de duopole à l'échelle mondiale. Son compétiteur, Boeing, est localisé dans une zone où les risques du CO<sub>2</sub> sont nettement moins perçus. De plus, les déboires de Boeing sur le 737 MAX pourraient conduire le constructeur à se concentrer sur la livraison d'un nouvel avion dans un délai très court, au détriment de l'amélioration de la performance CO<sub>2</sub>.

Une prise en compte à l'échelle mondiale des enjeux du CO<sub>2</sub>, avec un cadre homogène et ambitieux, apparaît plus que jamais nécessaire pour amorcer la transition bas-carbone du secteur. Les délais sont extrêmement resserrés, puisque les successeurs des A320neo et Boeing 737 MAX seront normalement livrés dans 15 ans. L'avenir de l'industrie pourrait bien se jouer dans un futur très proche, si les risques liés aux CO<sub>2</sub> continuaient à être sous-estimés.



## Politiques et performances carbone en fiche

### Les compagnies

#### Air France-KLM

##### Exposition financière aux mécanismes carbone

Principales compagnies	Air France, KLM, Transavia, Hop
Chiffre d'affaires (2018)	26,5 Md€
EBIT (2018)	2 187 M€
Exposition marché EU ETS (2018)	20% CA (dont 3% vols domestiques)
Contribution EU ETS 2018e	25,5 M€ (1,9% EBIT)
Contribution EU ETS 2020e	61,3 M€ (4,5% EBIT)
Contribution moyenne annuelle EU ETS (2021e-2035e)	136 M€

##### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Objectifs de réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	AF – KLM : - 20% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2020 vs 2011 « dont des mesures de marchés » - 50% en 2030 vs 2005, dont mesures de marché
Trajectoire d'atteinte des objectifs CO <sub>2</sub>	AF : - 13,5% de CO <sub>2</sub> en passager.km en 2018 vs 2011 KLM : - 17% de CO <sub>2</sub> en passager.km en 2018 vs 2011
Intensité carbone (2018)	AF - KLM : na
Taux renouvellement flotte (2018)	10,4%
Taux d'occupation de la flotte (2018)	87,9%
Age moyen flotte (novembre 2019)	11,7 ans

##### Politique bas-carbone

Compensation volontaire	AF : 100% des vols domestiques compensés (2020)
Propulsion électrique ou hybride	Pas de communication
Soutien aux agrocarburants	KLM : Engagement d'achat de 75 000 t de biocarburants/ans pendant 10 ans à partir de 2022 KLM : 5% de biokérosène sur les vols de/vers Vaxjo (Suède)
Initiatives notables	KLM : Campagne publicitaire « Fly Responsibly » KLM : suppression de la ligne Bruxelles-Amsterdam en mars 2020

Tableau n°43 – Sources : Compagnies, ODDO BHF Securities



## EasyJet

### Exposition financière aux mécanismes carbone

Principales compagnies	EasyJet
Chiffre d'affaires (2018)	6 665 M€
EBIT (2018)	669 M€
Exposition marché EU ETS (CA)	80% (dont 12% vols domestiques)
Contribution EU ETS 2018e	45,7 M€ (6,8% EBIT)
Contribution EU ETS 2020e	101,2 M€ (17,7% EBIT)
Contribution moyenne annuelle EU ETS (2021e-2035e)	157 M€

### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Objectifs de réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	70 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2022 - 10% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2022 vs 2016
Trajectoire d'atteinte des objectifs CO <sub>2</sub>	- 0,4% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2018 vs 2016
Intensité carbone (2018)	78,5 gCO <sub>2</sub> /passage.km
Taux renouvellement flotte (2018)	17,3%
Taux d'occupation de la flotte (2018)	92,9%
Age moyen flotte (novembre 2019)	7.4 ans

### Politique bas-carbone

Compensation volontaire	2020 : 100% des vols compensés
Propulsion électrique ou hybride	Ligne d'avions électriques Wright Electric pour Paris-Londres en 2029 (pas de soutien financier)
Soutien aux agrocarburants	Pas de soutien
Initiatives notables	-

Tableaux n°44 – Sources : Compagnies, ODDO BHF Securities

## IAG

### Exposition financière aux mécanismes carbone

Principales compagnies	British Airways, Iberia, Vueling, Aer Lingus, Air Nostrum
Chiffre d'affaires (2018)	24 406 M€
EBIT (2018)	3 485 M€
Exposition au marché ETS	27% (dont 6% vols domestiques)
Contribution EU ETS 2018e	26,3 M€ (0,8% EBIT)
Contribution EU ETS 2020e	66,7 M€ (1,8 % EBIT)
Contribution moyenne annuelle EU ETS (2021e-2035e)	155 M€

### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Objectifs de réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	87 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2020 80 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2025 - 10% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2020 vs 2014 - 17% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2025 vs 2014
Trajectoire d'atteinte des objectifs CO <sub>2</sub>	- 5,2% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2018 vs 2014
Intensité carbone (2018)	91.9 gCO <sub>2</sub> /passager.km
Taux renouvellement flotte (2018)	11,5%
Taux d'occupation de la flotte (2018)	83,3%
Age moyen flotte (novembre 2019)	11.2 ans

### Politique bas-carbone

Compensation volontaire	BA : 100% vols compensé au R-U en 2020 (400 000 tCO <sub>2</sub> / ans estimés)
Propulsion électrique ou hybride	BA : vol test de l'E-Fan X d'Airbus en 2021
Politique d'achat d'agrocarburants	IAG : Objectif 400 kt/an d'ici 2030, 400 M€ d'investissements prévus sur 20 ans BA : soutien à l'ouverture d'une usine de biokérosène (déchets ménagers) en 2024 Soutien au CCUS (kérosènes synthétiques)
Initiatives notables	Déploiement de nouveaux objectifs en 2019 : - Age de la flotte à 10,2 ans en 2022 - Objectif de Neutralité carbone en 2050

Tableaux n°45 – Sources : Compagnies, ODDO BHF Securities



## Lufthansa

### Profil

Principales compagnies	Lufthansa, Austrian Airlines, Eurowings, Brussels Airlines
Chiffre d'affaires (2018)	35 844 M€
EBIT (2018)	2 974 M€
Exposition marché EU ETS	26% CA (dont 4% vols domestiques)
Contribution EU ETS 2018e	33,3 M€ (1,2% EBIT)
Contribution EU ETS 2020e	85,3 M€ (3,8 % EBIT)
Contribution moyenne annuelle EU ETS (2021e-2035e)	173 M€

### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Objectifs de réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	83 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2030 - 25% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2020 vs 2005
Trajectoire d'atteinte des objectifs CO <sub>2</sub>	-17% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2018 vs 2005
Intensité carbone (2018)	91,8 gCO <sub>2</sub> /passager.km
Taux renouvellement flotte (2018)	11,4%
Taux d'occupation de la flotte (2018)	81,4%
Age moyen flotte (novembre 2019)	11,6 ans

### Politique bas-carbone

Compensation volontaire	Non
Propulsion électrique ou hybride	Pas de soutien
Politique d'achat d'agrocultures	2016 : 5% de biokérosène sur les vols de/vers Oslo (Norvège). Pas renouvelé depuis.
Initiatives notables	-

Tableaux n°46 – Sources : Compagnies, ODDO BHF Securities

## Ryanair

### Exposition financière aux mécanismes carbone

Principales compagnies	Ryanair, Lauda
Chiffre d'affaires (2018)	7 150 M€
EBIT (2018)	1 667 M€
Exposition marché EU ETS	84% du CA (dont 5% vols domestiques)
Contribution EU ETS 2018e	115 M€ (9,7% EBIT)
Contribution EU ETS 2020e	183,2 M€ (12,4 % EBIT)
Contribution moyenne annuelle EU ETS (2021e-2035e)	271 M€

### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Objectifs de réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	60 gCO <sub>2</sub> /passager.km en 2030 - 67% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2030 vs 2000
Trajectoire d'atteinte des objectifs CO <sub>2</sub>	-64% CO <sub>2</sub> /passager.km en 2018 vs 2000
Intensité carbone (2018)	66,3 gCO <sub>2</sub> /passager.km
Taux renouvellement flotte (2018)	20,5%
Taux d'occupation de la flotte (2018)	95,5%
Age moyen flotte (2018)	8.8 ans

### Politique bas-carbone

Compensation volontaire	Non
Propulsion électrique ou hybride	Non
Politique d'achat d'agrocultures	Non
Initiatives notables	Communication du total de taxes environnementales à payer en 2019 : 630 M€

Tableaux n°47 – Sources : Compagnies, ODDO BHF Securities



## Les constructeurs et motoristes

### Airbus

#### Profil

Nationalité et siège social	Européenne (Leyde)
Chiffre d'affaires (2018)	63 700 M€ (dont 74% pour l'aviation commerciale)
Résultat net (2018)	3 054 M€
Exposition Europe	CA Europe de l'Ouest : 28%

#### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Calcul des émissions de scope 3 liées à l'usage des produits	Non
Objectif de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> liées à l'usage des produits	Pas d'objectifs propres (Soutien aux 3 objectifs de IATA)

#### Politique d'innovation et de R&D bas-carbone

Investissements / CA (2018)	8% (3% Capex + 5% R&D)
% R&D bas-carbone	Non communiqué
Efficacité énergétique	Livraison des gammes A350XWB, A320neo, A330neo et rétrofit des A380
Design-bas carbone	Démonstrateur BLADE (ailes laminaires)
Avions à propulsion électrique, hybride ou hydrogène	Hélicoptères électriques : CityAirbus, Vahana Avion régional électrique : projet Ecopulse Avion hybride: E-Fan X
Soutien aux carburants alternatifs	A livré 25 avions à 3 compagnies chargés en kérosènes mélangés (depuis Toulouse)
Initiatives notables	Centre d'essai pour « l'avion vert » à Munich Projet « Fellow Fly » de formation de vol en V pour réduire le kérosène. Partenariat avec Scandinavian pour la recherche sur les avions électriques ou hybrides.

Tableaux n°48 – Sources : Société, ODDO BHF Securities

### Safran

#### Profil

Nationalité et siège social	France (Paris)
Chiffre d'affaires (2018)	21 050 M€
Résultat net (2018)	1 840 M€
Activité propulsion civile	50% CA
Exposition Europe	CA Europe de l'Ouest : 24%

#### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Calcul des émissions de scope 3 liées à l'usage des produits	Non
Objectif de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> liées à l'usage des produits	Soutien les objectifs de CleanSky (UE) : -75% de CO <sub>2</sub> / passager.km en 2050 vs 2000

#### Politique d'innovation et de R&D bas-carbone

Investissements / CA (2018)	13,1% (6,1% Capex + 7% R&D)
% R&D bas-carbone	75% (efficacité énergétique)
Efficacité énergétique	Moteur LEAP (avec GE), 15% d'économies de kérosène, rétrofit de moteurs
Systèmes électriques	Système de e-taxiing pour avions commerciaux Moteurs électriques pour VTOL (Bell, Zunum Aero) Participation au projet d'avion hybride à propulsion distribuée Ecopulse avec Airbus et Daher
Initiatives notables	Co-investissement (avec Boeing) dans Electric Power Systems Acquisition Zodiac (expertise systèmes électrique)

Tableaux n°49 – Sources : Société, ODDO BHF Securities



## Rolls-Royce

### Profil

Nationalité et siège social	Royaume-Uni (Londres)
Chiffre d'affaires (2018)	17 777 M€
Résultat net (2018)	- 2 713 M€
Activité propulsion civile	51% CA
Exposition Europe	CA Europe de l'Ouest : 24%

### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Calcul des émissions de scope 3 liées à l'usage des produits	Non
Objectif de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> liées à l'usage des produits	Soutien les objectifs de CleanSky (UE) : -75% de CO <sub>2</sub> / passager.km en 2050 vs 2000

### Politique d'innovation et de R&D bas-carbone

Investissements / CA (2018)	16,4% (11,1% Capex + 5,4% R&D)
% R&D bas-carbone	70% (amélioration performance environnementale)
Efficacité énergétique	Moteur Trent XWB
Systèmes électriques	Moteur électrique pour l'E-Fan X d'Airbus
Initiatives notables	Rachat de la branche propulsion électrique de Siemens en juin 2019 (après leur collaboration sur l'E-Fan)

Tableaux n°50 – Sources : Société, ODDO BHF Securities

## MTU Aero Engines

### Profil

Nationalité et siège social	Allemande (Munich)
Chiffre d'affaires (2018)	4 567 M€
Résultat net (2018)	453 M€
Activité propulsion civile	51%
Exposition Europe	Europe de l'Ouest 18%

### Objectifs et performance CO<sub>2</sub>

Calcul des émissions de scope 3 liées à l'usage des produits	Non
Objectif de réduction des émissions de CO <sub>2</sub> liées à l'usage des produits	Réduire de 40% les émissions de CO <sub>2</sub> des moteurs d'ici 2050 avec une nouvelle propulsion intégrée

### Politique d'innovation et de R&D bas-carbone

Investissements / CA (2018)	9,1%
% R&D bas-carbone	N/A (Clean Air Energy Program)
Efficacité énergétique	Moteurs GTF (15% d'économie de kérosène)
Initiatives notables	Projet de moteur FPR à horizon 2030 adapté au kérosène alternatif R&D sur des concepts de moteurs électriques, hydrides et à propulsion hydrogène

Tableaux n°51 – Sources : Société, ODDO BHF Securities



Nos objectifs de cours sont établis à 12 mois et leurs fixations reposent principalement sur trois méthodes de valorisation. Tout d'abord l'actualisation des cash-flows disponibles utilisant les paramètres d'actualisation fixés par le groupe et affichés le site Internet de ODDO BHF. Ensuite la méthode dite des sommes des parties reposant sur l'agrégat financier le plus pertinent en fonction du secteur d'activité. Enfin, nous utilisons également la méthode dite des comparables qui permet d'évaluer la société analysée par rapport à des entreprises similaires, soit car elles opèrent sur des segments d'activité identiques (et sont donc concurrentes) soit car elles bénéficient de dynamiques financières comparables. Il peut arriver de mixer ses méthodes dans des cas particuliers afin de refléter au mieux les spécificités de chaque entreprise couverte et ainsi pouvoir en affiner l'appréciation.

- **Sensibilité du résultat de l'analyse/classification des risques :**

Les avis exprimés dans ce document sont des avis basés sur une date particulière - la date indiquée en première page du présent document. La recommandation peut changer selon des événements inattendus susceptibles, par exemple d'avoir un impact tant sur la société étudiée dans le présent document que sur l'ensemble du secteur.

- **Nos recommandations boursières**

Nos recommandations boursières reflètent la performance RELATIVE attendue sur chaque valeur à un horizon de 12 mois.  
 Achat : performance attendue supérieure à celle de l'indice de référence, sectoriel (large caps) ou non (petites et moyennes valeurs).  
 Neutre : performance attendue voisine de celle de l'indice de référence, sectoriel (large caps) ou non (petites et moyennes valeurs).  
 Alléger : performance attendue inférieure à celle de l'indice de référence, sectoriel (large caps) ou non (petites et moyennes valeurs).

- **Les cours des instruments financiers utilisés et mentionnés dans le présent document sont des cours de clôture.**

- **L'ensemble des publications des sociétés suivies et mentionnées dans le présent document est disponible sur le site de la recherche : [www.securities.oddo-bhf.com](http://www.securities.oddo-bhf.com)**

Conformément à l'Article 20 du Règlement européen n° 596/2014 (Market Abuse Regulation) une liste de toutes les recommandations sur tout instrument financier ou tout émetteur qui ont été diffusées au cours des douze derniers mois est disponible en cliquant sur le lien suivant [www.securities.oddo-bhf.com](http://www.securities.oddo-bhf.com)

Répartition des recommandations		Achat	Neutre	Alléger
Ensemble de la couverture	(421)	45%	43%	13%
Contrats de liquidité	(85)	55%	39%	6%
Contrats de recherche	(30)	70%	30%	0%
Service de banque d'investissement	(21)	81%	19%	0%

#### Risque de conflits d'intérêts :

Services de banque d'investissement et/ou Distribution	
ODDO BHF, est-il intervenu, au cours des douze derniers mois, en qualité de chef de file ou de chef de file associé d'une offre portant sur des instruments financiers de l'émetteur rendue publique?	Non
ODDO BHF, a-t-il reçu un paiement de la part de l'émetteur concernant la prestation de services d'investissement réalisée au cours des 12 derniers mois ou s'attend à recevoir ou à rechercher une rémunération de la part de l'émetteur pour des prestations de services d'investissement réalisés au cours des 12 derniers mois?	Non
Contrat de recherche entre le groupe ODDO et l'émetteur	
ODDO BHF et l'émetteur sont convenus de la fourniture par le premier au second d'un service de production et de diffusion de la recommandation d'investissement sur ledit émetteur	Non
Contrat de liquidité et market-making	
A la date de la diffusion de ce rapport, ODDO BHF, agit-il en tant que teneur de marché ou est-ce que ODDO BHF, a conclu un contrat de liquidité en ce qui concerne les instruments financiers de l'émetteur?	Non
Prise de participation	
ODDO BHF, détient-il plus de 5% de la totalité du capital émis de l'émetteur?	Non
L'émetteur détient-il plus de 5% de la totalité du capital émis d'ODDO BHF ou de toute personne morale qui lui est liée?	Non
Disclosure lié à la publication	
Cette analyse financière a été transmise à l'émetteur pour relecture, sans objectif de cours ni recommandation, avant sa diffusion, afin de vérifier l'exactitude de données factuelles contenues dans l'analyse ?	—
Les conclusions de cette analyse financière ont été modifiées suite à sa relecture, avant diffusion, par l'émetteur?	—
Autres conflits d'intérêts	
ODDO BHF, est-il au courant de conflits d'intérêt supplémentaires?	Non
Conflits d'intérêts personnels	
Les personnes en charge de la rédaction de l'analyse financière ont-elles acheté des instruments financiers de l'émetteur concerné par la présente analyse financière?	\$Desc100\$
Les personnes en charge de la rédaction du présent document ont-elles perçues une rémunération directement liée à des opérations de service d'entreprise d'investissement ou à un autre type d'opération qu'elles réalisent ou aux frais de négociation qu'elles ou toute personne morale faisant partie du même groupe reçoit?	Non

Toutes les déclarations relatives aux conflits d'intérêts de toutes les sociétés mentionnées dans le présent document peuvent être consultées sur le site de la recherche de ODDO BHF : [www.securities.oddo-bhf.com](http://www.securities.oddo-bhf.com)



## Disclaimer:

### Avertissement relatif à la distribution par ODDO BHF SCA à des investisseurs autres que des ressortissants des Etats-Unis :

La présente étude a été réalisée par ODDO BHF Corporates & Markets, division d'ODDO BHF SCA (« ODDO »), agréée par l'Autorité de Contrôle Prudential et de Résolution (ACPR) et réglementée par l'Autorité des Marchés Financiers (AMF).

Lorsqu'elle est distribuée hors des Etats-Unis, l'étude est exclusivement destinée à des clients non américains d'ODDO ; elle ne saurait être divulguée à un tiers sans le consentement préalable et écrit d'ODDO. Le présent document n'est pas et ne doit pas être interprété comme une offre de vente ni comme la sollicitation d'une offre d'achat ou de souscription à un quelconque investissement. La présente étude a été préparée dans le respect des dispositions réglementaires destinées à promouvoir l'indépendance de l'analyse financière. Des « murailles de Chine » (barrières à l'information) ont été mises en place pour éviter la diffusion non autorisée d'informations confidentielles ainsi que pour prévenir et gérer des situations de conflit d'intérêts. Cette étude a été rédigée conformément aux dispositions réglementaires applicables en France aux fins de promouvoir l'indépendance de l'analyse financière. La recommandation contenue dans ce document est revue et mise à jour au moins trimestriellement à chaque publication par l'émetteur de son rapport trimestriel.

A la date de publication du présent document, ODDO et/ou l'une de ses filiales peuvent être en conflit d'intérêts avec le ou les émetteur(s) mentionnés. Tous les efforts raisonnables ont été déployés pour veiller à ce que les informations contenues dans les présentes ne soient pas erronées ou mensongères à la date de la publication, mais aucune garantie n'est donnée de même qu'aucune conviction ne doit être fondée sur l'exactitude ou l'exhaustivité de ces informations. Les performances passées ne préjugent pas des performances futures. Toutes les opinions exprimées dans le présent document sont le reflet du contexte actuel ; elles sont susceptibles de modification sans préavis. Les opinions exprimées dans cette étude reflètent exactement les points de vue personnels de l'analyste sur les titres et/ou les émetteurs concernés et aucune partie de la rémunération de ce dernier n'a été, n'est, ni ne sera directement ou indirectement liée aux opinions spécifiques contenues dans la présente étude. Cette étude ne constitue pas une recommandation d'investissement personnalisée de même qu'elle ne tient pas compte des objectifs d'investissement, de la situation financière ni des besoins propres aux clients. Ceux-ci sont invités à s'interroger sur l'adéquation entre un avis ou une recommandation quelconque, exprimés dans l'étude, et leur situation personnelle et, si besoin est, à consulter un professionnel, y compris un conseiller fiscal.

Ce rapport de recherche s'adresse uniquement aux investisseurs institutionnels. Il peut ne pas contenir l'information nécessaire pour que d'autres prennent des décisions d'investissement. Consultez votre conseiller financier ou un professionnel de placement si vous n'êtes pas un investisseur institutionnel.

### Avertissement relatif à la distribution par ODDO BHF SCA à des investisseurs ressortissants des Etats-Unis :

La présente étude a été réalisée par ODDO BHF Corporates & Markets, division d'ODDO. Cette étude est distribuée aux investisseurs ressortissants des Etats-Unis exclusivement par ODDO BHF New York Corporation (« ONY »), MEMBER: FINRA/SIPC. Elle s'adresse exclusivement aux clients d'ONY ressortissants des Etats-Unis et ne saurait être communiquée à un tiers sans le consentement préalable et écrit d'ONY. Ce document n'est pas et ne doit pas être interprété comme une offre de vente ni comme la sollicitation d'une offre d'achat ou de souscription à un quelconque investissement. La présente étude a été préparée dans le respect des dispositions réglementaires destinées à promouvoir l'indépendance de l'analyse financière. Des « murailles de Chine » (barrières à l'information) ont été mises en place pour éviter la diffusion non autorisée d'informations confidentielles ainsi que pour prévenir et gérer des situations de conflit d'intérêts. Cette étude a été rédigée conformément aux dispositions réglementaires applicables en France aux fins de promouvoir l'indépendance de l'analyse financière. La recommandation contenue dans ce document est revue et mise à jour au moins trimestriellement à chaque publication par l'émetteur de son rapport trimestriel.

A la date de publication du présent document, ODDO, et/ou l'une de ses filiales peuvent être en conflit d'intérêts avec le ou les émetteur(s) mentionnés. Tous les efforts raisonnables ont été déployés pour veiller à ce que les informations contenues dans les présentes ne soient pas erronées ou mensongères à la date de la publication, mais aucune garantie n'est donnée de même qu'aucune conviction ne doit être fondée sur l'exactitude ou l'exhaustivité de ces informations. Les performances passées ne préjugent pas des performances futures. Toutes les opinions exprimées dans le présent document sont le reflet du contexte actuel ; elles sont susceptibles de modification sans préavis.

Les opinions exprimées dans cette étude reflètent exactement les points de vue personnels de l'analyste sur les titres et/ou les émetteurs concernés et aucune partie de la rémunération de ce dernier n'a été, n'est, ni ne sera directement ou indirectement liée aux opinions spécifiques contenues dans la présente étude. Cette étude ne constitue pas une recommandation d'investissement personnalisée de même qu'elle ne tient pas compte des objectifs d'investissement, de la situation financière ni des besoins propres aux clients. Ceux-ci sont invités à s'interroger sur l'adéquation entre un avis ou une recommandation quelconque, exprimés dans l'étude, et leur situation personnelle et, si besoin est, à consulter un professionnel, y compris un conseiller fiscal.

Ce rapport de recherche s'adresse uniquement aux investisseurs institutionnels. Il peut ne pas contenir l'information nécessaire pour que d'autres prennent des décisions d'investissement. Consultez votre conseiller financier ou un professionnel de placement si vous n'êtes pas un investisseur institutionnel.

Informations à communiquer conformément aux exigences de la FINRA (Financial Industry Regulatory Authority), Règle 15a-6 :

Conformément à la Règle 15a-6 (a)(3), toutes transactions réalisées par ODDO, et/ou par une de ses filiales avec une entité américaine sur les titres décrits dans cette recherche réalisée hors des Etats-Unis, sont effectuées par l'intermédiaire d'ONY. En tant que membre de la FINRA, ONY a revu ce document afin de pouvoir le distribuer aux investisseurs américains, conformément aux dispositions du 2241(h) du règlement de la FINRA applicable à la diffusion de l'analyse financière produites par ODDO.

- Ni ONY, ni ODDO, ni ODDO BHF Corporates & Markets ne détiennent effectivement 1 % ou plus de toute catégorie d'actions ordinaires de la société concernée ;
- A la date de publication de la présente étude, l'analyste d' ODDO BHF Corporates & Markets n'a pas été informé ni n'a eu connaissance de même qu'il n'a aucune raison d'avoir connaissance d'un quelconque conflit d'intérêts réel et significatif le concernant ou concernant ODDO, ODDO BHF Corporates & Markets, ou ONY à l'exception des cas mentionnés dans le paragraphe intitulé « Risques de conflits d'intérêts » ;
- ODDO BHF Corporates & Markets, ou ODDO peuvent, dans les trois prochains mois, percevoir ou réclamer une rémunération au titre de services de banque d'investissement auprès de la société objet de la présente étude, étant entendu qu'ONY ne sera pas partie prenante à de tels accords ;
- Ni ONY, ni ODDO, ni ODDO BHF Corporates & Markets, n'ont perçu une rémunération de la part de la société objet de l'étude au cours des 12 derniers mois au titre de la fourniture de services de banque d'investissement à l'exception des cas mentionnés dans le paragraphe intitulé « Risques de conflits d'intérêts » ;
- Ni ONY, ni ODDO, ni ODDO BHF Corporates & Markets, n'ont été le chef de file ni le co-chef de file d'une émission de titres par offre publique pour le compte de la société objet de l'étude au cours des 12 derniers mois à l'exception des cas mentionnés dans le paragraphe intitulé « Risques de conflits d'intérêts » ;
- ONY n'est pas teneur de marché (ni ne l'a jamais été) et, en conséquence, n'était pas teneur de marché pour les titres de la société objet de l'étude à la date de publication de cette dernière.

Réglementation AC (Regulation AC) :

ONY est dispensé des obligations de certification au titre de la réglementation AC (Regulation AC) pour la distribution par ses soins à un ressortissant américain aux Etats-Unis de la présente étude préparée par un analyste d' ODDO BHF Corporates & Markets car ODDO n'a pas de dirigeants ni de personnes exerçant des fonctions similaires ni des salariés en commun avec ONY et ONY conserve et applique des politiques et procédures raisonnablement destinées à l'empêcher, de même que toute personne exerçant le contrôle, tous dirigeants ou personnes exerçant des fonctions similaires, ainsi que des salariés d'ONY, d'influencer les activités de l'analyste d'une société tierce ainsi que le contenu des études préparées par un tel analyste tiers.

Coordonnées de la société chargée de la distribution de la recherche aux investisseurs ressortissants des Etats-Unis : ODDO BHF New York Corporation, MEMBER: FINRA/SIPC est une filiale à 100 % d'ODDO BHF SCA ; Philippe Bouclainville, Président (pbouclainville@oddonny.com) 150 East 52nd Street New York, NY 10022 212-481-4002.