

Pouvoir voler en 2050

Quelle aviation dans un monde contraint ?

Mercredi 3 mars - de 18h à 21h

Egalement en live sur Facebook : facebook.com/TheShiftProjectThinkTank
Pour recevoir des nouvelles du projet, inscrivez-vous à notre newsletter
(lien en page d'accueil de notre site theshiftproject.org).

Pour poser vos questions, utilisez l'onglet **Q&R** sur Zoom, ou **commentez** sur Facebook !

18h00 | **Mot d'introduction**

- *Jean-Marc Jancovici, Président, The Shift Project*

18h10 | **Présentation du rapport « Pouvoir voler en 2050 : Quelle aviation dans un monde contraint? »**

- *Grégoire Carpentier, co-pilote du rapport et Co-fondateur du collectif SUPAERO-DECARBO*
- *Olivier Del Bucchia, co-pilote du rapport et Co-fondateur du collectif SUPAERO-DECARBO*

19h10 | **Réactions/témoignages des contributeurs et contributrices du rapport**

- *Nicolas Gourdain, Professeur à l'ISAE-Supaero ;*
- *Antoine Thebault, Directeur de programmes - Compagnie aérienne ;*
- *Bich Ha Duong, Ingénieure Supaero (16 ans dans une compagnie aérienne) ;*
- *Clément Jarrossay, Ingénieur aéronautique ;*
- *Marie Rebière, Diplômée de l'ISAE-Supaero (Promotion 2020), Consultante en Energie et Transports ;*
- *Xavier Devars, Pilote sur long-courrier ;*
- *Jeanne Bosc Bierne, Diplômée de l'ISAE- Supaero (Promotion 2020), Etudiante en master à Sciences Po ;*
- *François Robert, Etudiant en master Arts et Politiques à Sciences Po ;*
- *Alix Laget, Contrôleur aérien ;*

19h52 | **Témoignage (en anglais) des co-fondateurs de Safe Landing, « collectif britannique de travailleurs des compagnies aériennes soucieux de l'environnement »**

- *Finlay Asher, Co-fondateur de Safe Landing et ingénieur aéronautique*
- *Todd Smith, Co-fondateur de Safe Landing et pilote*

20h05 | **Session interactive : Temps d'échange (Q&A) avec le public (40 minutes)**

Nous vous invitons à poser dès à présent vos questions dans l'onglet « Q&R » au bas de cet écran, ou en commentaire sur Facebook !

Mot d'Introduction



Jean-Marc Jancovici

Président, The Shift Project
@JMJancovici



*Posez d'ores et déjà vos questions via l'onglet Q&R sur Zoom,
ou en **commentaire** sur Facebook !*

The Shift Project

Un think tank qui œuvre en faveur d'une économie post-carbone



Association loi 1901 reconnue d'intérêt général et guidée par l'exigence de la rigueur scientifique, notre mission depuis 2010 est d'éclairer et influencer le débat sur la transition énergétique en Europe.

ÉCLAIRER D'ABORD...

- **Nous constituons des groupes de travail** autour des enjeux les plus délicats et les plus décisifs de la transition vers une économie post-carbone
- **Nous produisons des analyses robustes et chiffrées** sur les aspects clés de la transition
- **Nous élaborons des propositions innovantes**, avec le souci d'apporter des réponses à la bonne échelle

...INFLUENCER AUSSI

- **Nous menons des campagnes de lobbying** pour promouvoir les recommandations de nos groupes de travail auprès des décideurs politiques et économiques
- **Nous organisons des événements** qui favorisent les discussions entre parties prenantes
- **Nous bâtissons des partenariats** avec les organisations professionnelles, le monde universitaire et des acteurs internationaux

UNE ARMÉE DE BÉNÉVOLES



The Shifters, c'est un réseau international de **plusieurs milliers** de bénévoles (à mars 2020) dont la mission est : **d'appuyer le Shift** dans ses travaux, de **s'informer**, débattre et se former sur l'économie, l'énergie et le climat, et **diffuser** les idées et travaux du *Shift*.

Plus de
60
événements
depuis 2010

23
projets
initiés
en 10 ans



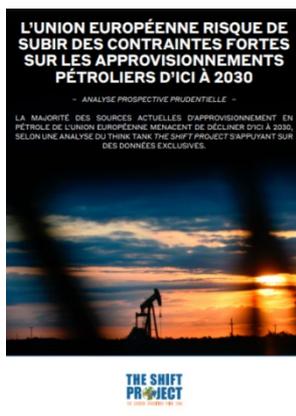
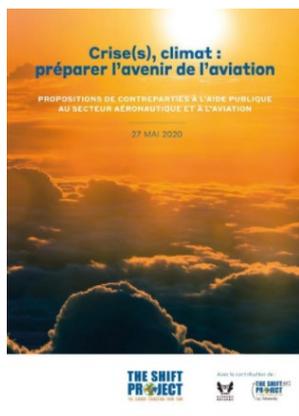
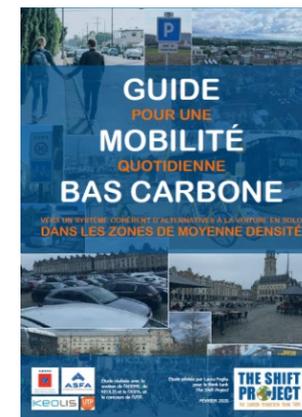
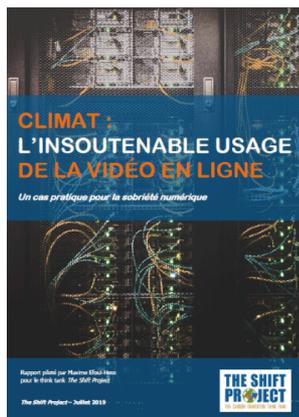
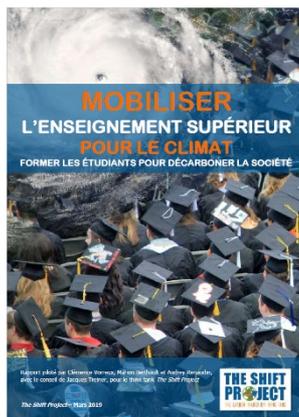
Un réseau
de plusieurs
centaines
d'**experts**
et de quelques milliers de
bénévoles organisés.

29 entreprises
mécènes
depuis 2010



Nos rapports

Depuis 2011, *The Shift Project* a mené plus de 30 projets, dont plusieurs succès majeurs...



Présentation du rapport

« *Pouvoir voler en 2050:*

Quelle aviation dans un monde contraint ? »



Grégoire Carpentier

Co-pilote du rapport

Co-fondateur du collectif Supaero Décarbos



Olivier Del Bucchia

Co-pilote du rapport

Co-fondateur du Collectif Supaero Décarbos

Pouvoir voler en 2050

Quelle aviation dans un monde contraint ?

3 mars 2021

contact@decarbo.org

communication@theshiftproject.org



[@theShiftPROJECT](https://twitter.com/theShiftPROJECT)

[@SupaeroDecarbo](https://twitter.com/SupaeroDecarbo)

www.theshiftproject.org

Qui sommes nous ? Pourquoi ce rapport ?

Passionné(e)s et professionnel(le)s de l'aviation

Une conscience aigüe des bouleversements amenés par le changement climatique

Des risques à venir rendus tangibles par la crise COVID qui touche de plein fouet nombre d'entre nous et de nos camarades

L'envie de faire entendre une autre voix, de dépasser les clivages

Après la sortie du rapport de mars 2020, beaucoup de volontaires enthousiastes issus du secteur se sont manifestés

Poser un cadre physique et méthodologique à l'intérieur duquel on peut envisager un futur soutenable et désirable pour l'aérien

S'engager dans une réflexion profonde à la hauteur des enjeux climatiques par le prisme de l'aérien

SUPAERO-DECARBO est un collectif d'anciens et actuels élèves de l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE-SUPAERO). Ils portent une parole indépendante qui n'engage en rien cette dernière.

RESTER SOUS LES 2 DEGRES

contact@decarbo.org

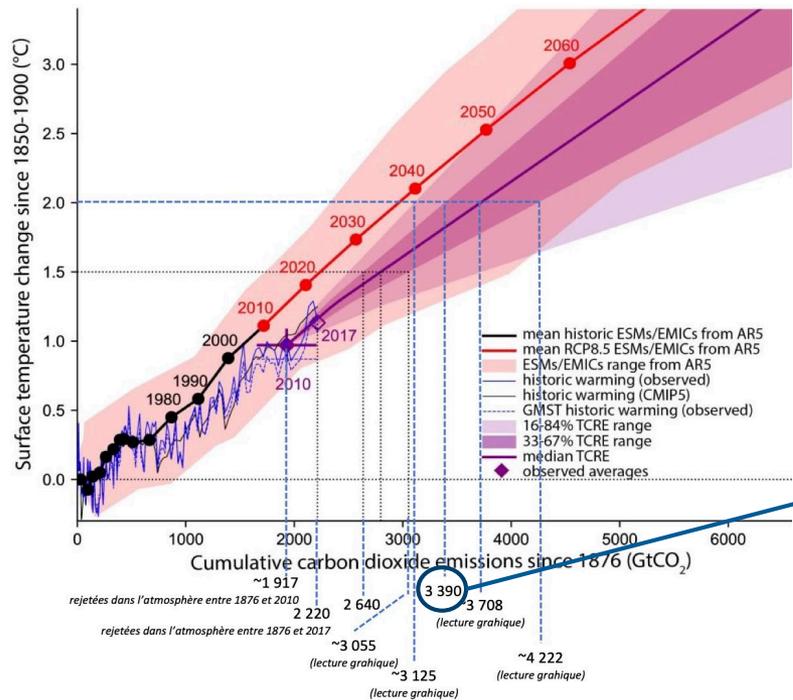
communication@theshiftproject.org



[@theShiftPROJECT](https://twitter.com/theShiftPROJECT)

[@SupaeroDecarbo](https://twitter.com/SupaeroDecarbo)

Le budget carbone définit le cadre physique dans lequel nous pouvons agir



Temperature increase in 2100 compared to pre-industrial levels	Probability to stay below this temperature level	Corresponding carbon budget available in 1876 (GtCO ₂)	Corresponding carbon budget available between 2018 and 2100 (GtCO ₂)	Year where the budget is reached with a stabilized 2018 emission level
+1,5 °C	67%	2 640	420	2028
+1,5 °C	33%	3 055	835	2038
+2 °C	84%	3 125	905	2040
+2 °C	67%	3 390	1 170	2046
+2 °C	50%	3 708	1 488	2053
+2 °C	33%	4 222	2 002	2066

« Limiter l'élévation de la température à +2°C par rapport aux niveaux préindustriels avec une probabilité de 67% » est un objectif climatique conforme à l'Accord de Paris et communément pris en référence dans les publications scientifiques

Mais il n'existe pas de budget carbone pour le transport aérien international

Proposition 0 : Définir un budget carbone pour le transport aérien, national et international, compatible avec l'Accords de Paris. Une instance de gouvernance internationale légitime, par exemple l'OACI, doit être en charge de la consolidation et du pilotage de ce budget. Pour la France, intégrer les émissions du transport aérien international dans la SNBC, sur la base du périmètre des émissions mesurées par la DGAC.

Un budget carbone intègre plusieurs dimensions : **techniques, sociétales et politiques**. En son absence, nous avons choisi une approche neutre, nécessitant au préalable de définir un périmètre d'étude précis.

Quel périmètre pour les émissions carbone?



Intégrer les émissions amont (recherche, extraction, production et transport du carburant) ?



OUI

Nécessité de cohérence : le pouvoir décarbonant des carburants alternatifs (Bio-fuels, PtL, Hydrogène) s'évalue sur le cycle de vie complet.



Quelle période d'analyse ?



2018 – 2050

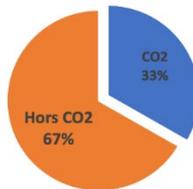
Au-delà de 2050, les projections techniques et leur déploiement dans les flottes sont purement prospectives.

En 2018, **l'aviation civile mondiale** a émis **~1,1 GtCO₂**, amont compris, soit **~2,56%** des émissions mondiales de CO₂ (agriculture, foresterie et autre utilisation des terres inclus). En **France**, ce chiffre s'élève à **26,9 MtCO₂** (sur base du relevé DGAC après réintégration de l'amont)

Inclure les émissions hors CO₂ ?

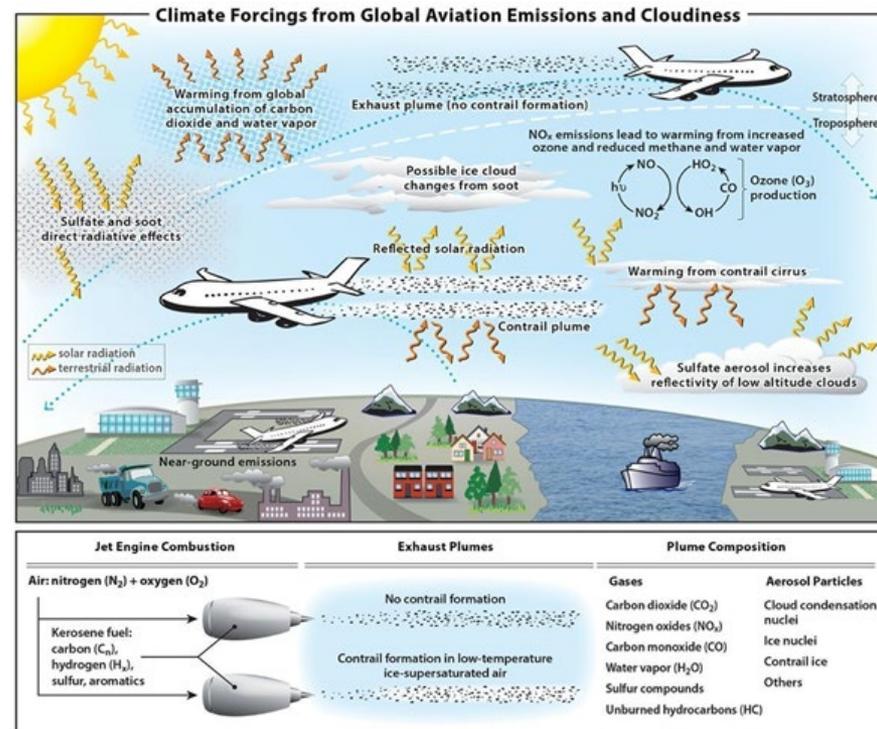
Les faits établis (Lee 2020 *et al.*)

- En **2011**, l'aviation contribuait à hauteur de **3,5% du forçage radiatif net anthropogénique**, en tenant compte du CO₂ et des effets hors CO₂, et 1,59 % pour le CO₂ seul.
- En **2018**, la part des effets hors CO₂ au radiatif est deux fois supérieure à celle du CO₂ seul.



POUR AUTANT

Les niveaux d'incertitudes restent hauts et il n'y a pas, à ce jour, de consensus permettant de définir une métrique robuste décrivant les impacts climatiques des effets hors CO₂ à la fois sur le court et le long terme.

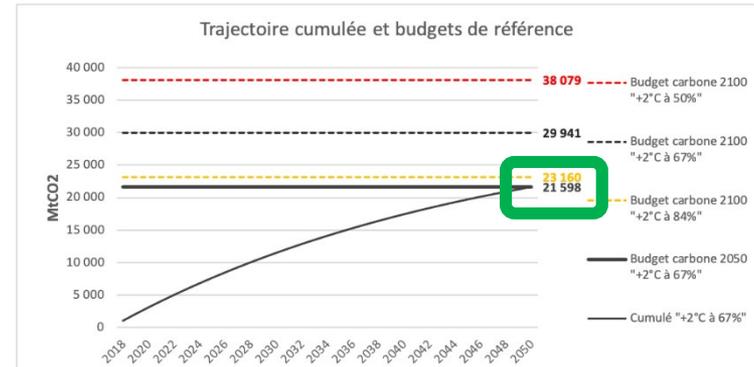
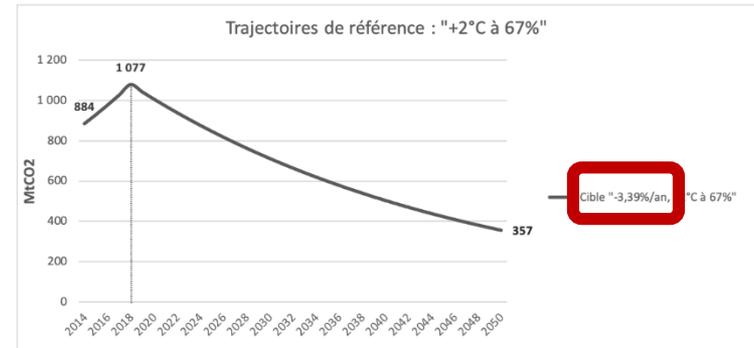


L'étude quantitative se concentre donc sur les seules émissions de CO₂. L'impact climatique évalué doit donc être considéré comme minimum. Toutefois, toute technologie ou stratégie de réduction des émissions de l'aérien doit intégrer l'ensemble de ces phénomènes.

Définir un budget carbone pour le transport aérien

Une approche voulue neutre : au prorata des émissions de CO₂ de l'aérien en 2018

Climate target	CO ₂ budget available between 2018 and 2050 (MtCO ₂)			CO ₂ Budget available between 2018 and 2100 (MtCO ₂)	Corresponding annual geometric reduction rate
	World	Global air transport (including upstream)	French air transport (DGAC scope including upstream)	Global air transport (including upstream)	
Stay below « +2°C », 84% prob, RCP 2.6 compliant	726 264	18 586	462	23 160	4,55%
Stay below « +2°C », 67% prob, RCP 2.6 compliant	843 954	21 598	536	29 941	3,39%
Stay below « +2°C », 50% prob	944 374	24 167	600	38 079	2,57%
Stay below « +2°C », 33% prob	1 100 572	28 165	699	51 233	1,51%



DEUX SCENARIOS DE TRANSITION

contact@decarbo.org

communication@theshiftproject.org



[@theShiftPROJECT](https://twitter.com/theShiftPROJECT)

[@SupaeroDecarbo](https://twitter.com/SupaeroDecarbo)

2 scénarios pour évaluer le potentiel décarbonant de la technologie

MAVERICK

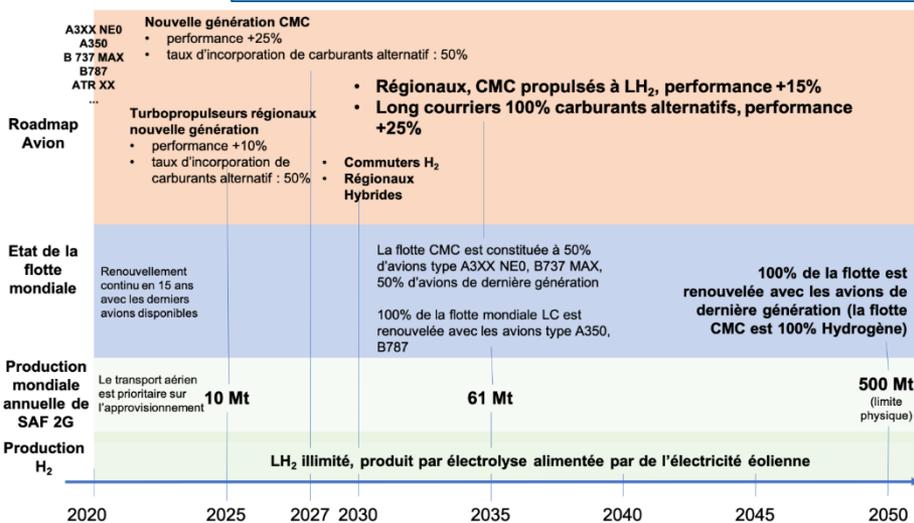
ICEMAN

Reprise du trafic en 2024, croissance de 4%/an entre 2024 et 2050

L'amélioration continue des opérations air et sol permettent 10% de gain en 2050

L'hydrogène est produit par électrolyse et l'électricité nécessaire est d'origine éolienne

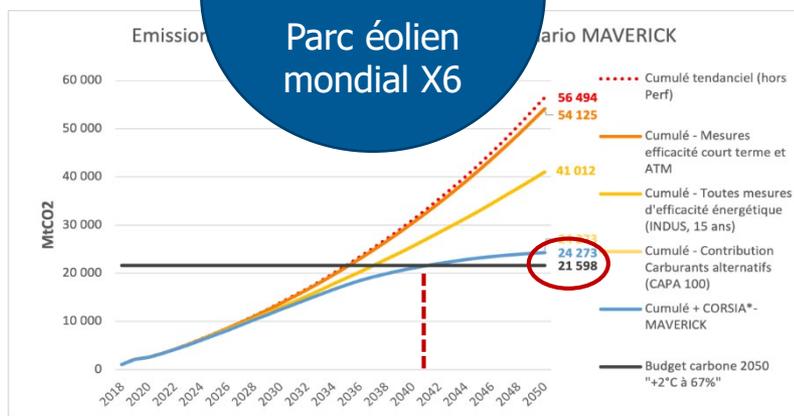
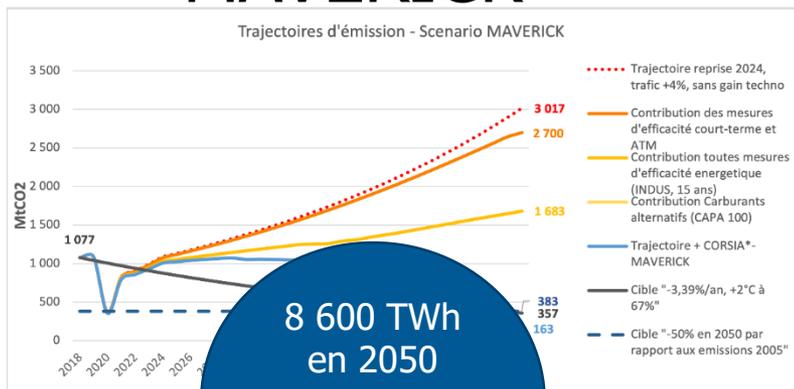
CORSIA* permet de compenser 100% des émissions au-delà du niveau de 2019



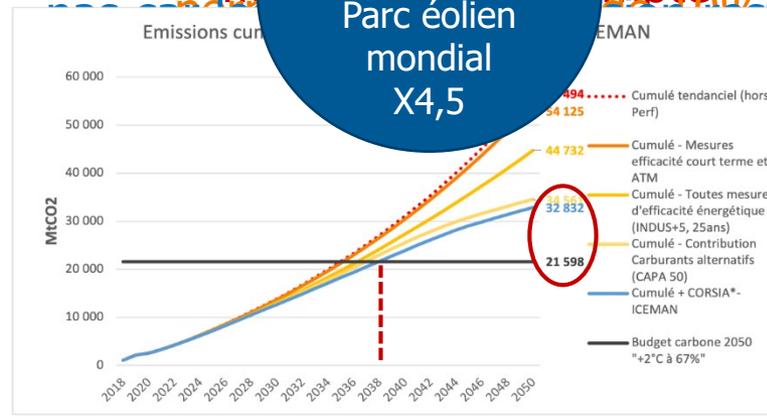
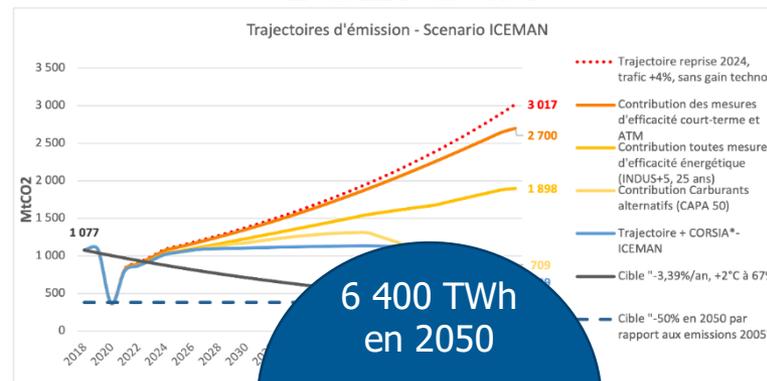
- Roadmap Avion + 5 ans
- Renouvellement de la flotte en 25 ans
- Le transport aérien accède à 50% de la quantité de SAF par rapport à MAVERICK

L'apport des améliorations technologiques

MAVERICK

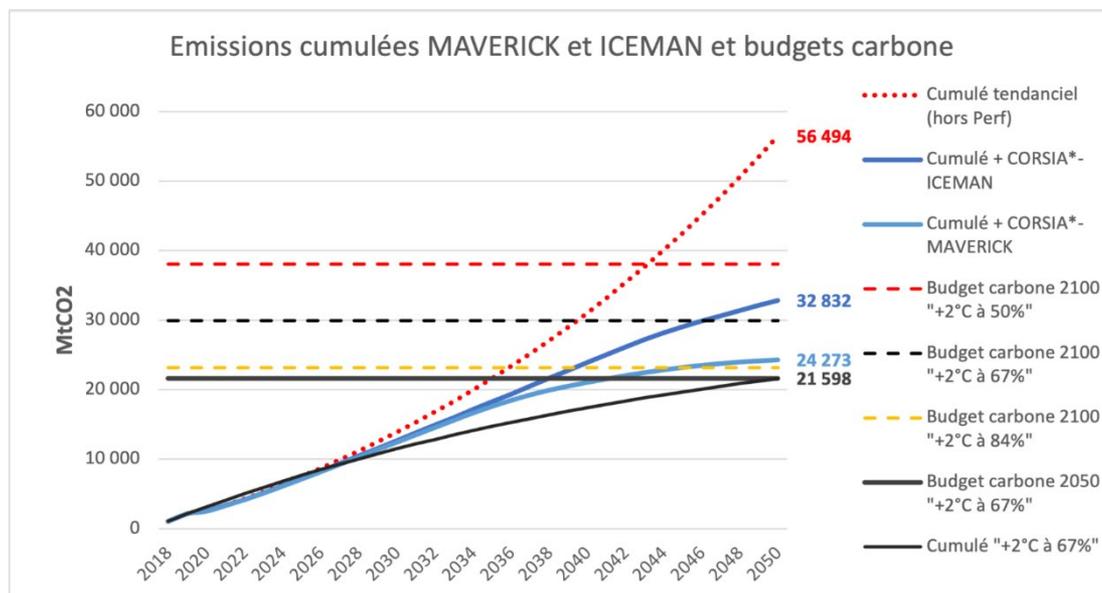


ICEMAN



gène
ral de
es
ration
le des
tive
ent
5 Pts
ans
par

Aucun des 2 scénarios ne parvient à contenir les émissions dans le budget carbone

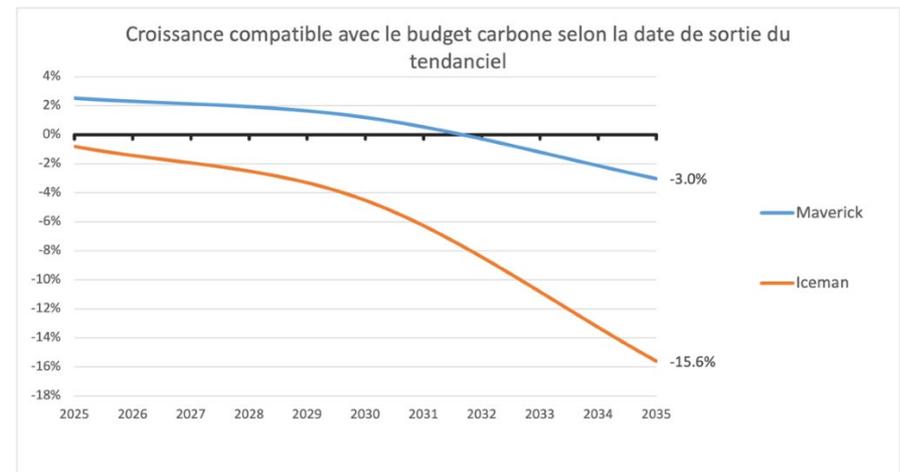


Augmenter le budget

- Le budget total n'est pas négociable
- Le budget global pour l'aérien n'est pas défini à ce jour (**cf. Proposition 0**)
- Un arbitrage est théoriquement possible, si la gouvernance existe. C'est un choix politique devant intégrer les dimensions techniques, stratégiques et sociétales
- L'issue d'un tel arbitrage reste incertaine

Revoir l'hypothèse de croissance du trafic à la baisse

- Pour rester dans le budget carbone, nous devons **abaisser le taux de croissance à partir de 2025 à +2,52% dans le scénario Maverick, et à -0,8% dans le scénario Iceman**
- A budget constant, **plus la maîtrise de la croissance des émissions est tardive, plus elle doit être importante**



AGIR A L'ECHELLE DE LA FRANCE

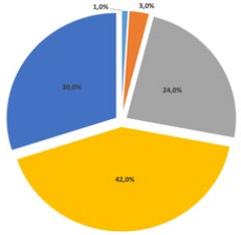
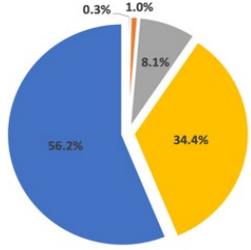
contact@decarbo.org

communication@theshiftproject.org



[@theshiftPROJECT](https://www.instagram.com/theshiftPROJECT)

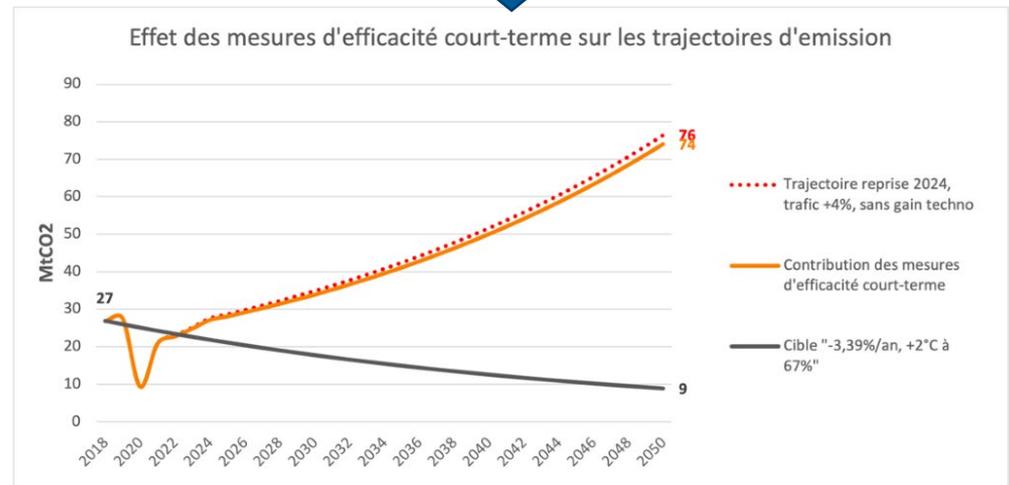
[@SupaeroDecarbo](https://www.instagram.com/SupaeroDecarbo)

	Production de SAF	Profil de flotte	Actions à court-terme
	<ul style="list-style-type: none"> • 500 Mt de bio-carburant 2G (Limite physique Rapport McKinsey) et 250 Mt de PtL en 2050 • Besoins pourvus à 100% à partir de 2039 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Commuters (moins de 19pax/moins de 500km) ■ Avion transport régional (20-80 pax/moins de 1000km) ■ Court-courrier (81-165 pax/moins de 2000km) ■ Moyen-courrier (166-250 pax/moins de 7000km) ■ Long-courrier (plus de 250pax/jusqu'à 12000km) 	<p>Estimation MACRO des optimisations sur les opérations atteignant 10% en 2050</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • 2,37 Mt de bio-carburant 2G (limite physique calculée) et 4Mt de PtL en 2050 • Pas d'importation de carburant • Besoins pourvus à 100% à partir de 2049 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Commuters (moins de 19pax/moins de 500km) ■ Avion transport régional (20-80 pax/moins de 1000km) ■ Court-courrier (81-165 pax/moins de 2000km) ■ Moyen-courrier (166-250 pax/moins de 7000km) ■ Long-courrier (plus de 250pax/jusqu'à 12000km) 	<p>Chiffrage de mesures détaillées nationales</p>

Agir à court terme en France



4 mesures techniques étudiées	Estimation de gain
Décarboner les opérations au sol	1,3%
Remplacer les appareils à turboréacteurs de petite capacité par des avions turbopropulsés à hélice	0,2%
Limiter le « fuel tankering »	0,3%
Réduire le « cost index » des vols au minimum	0,2%

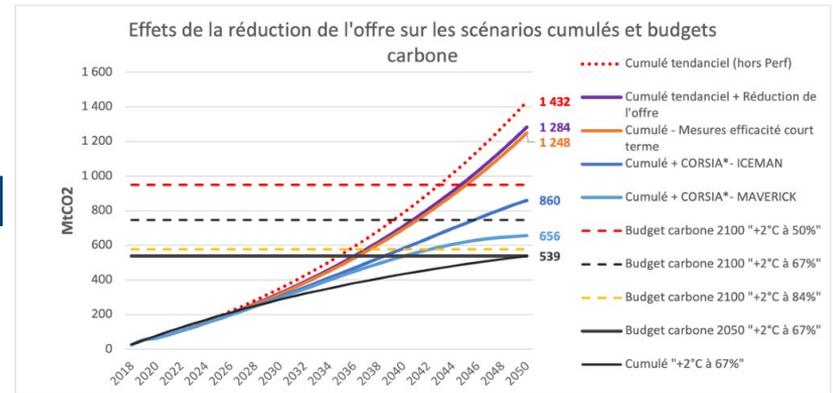
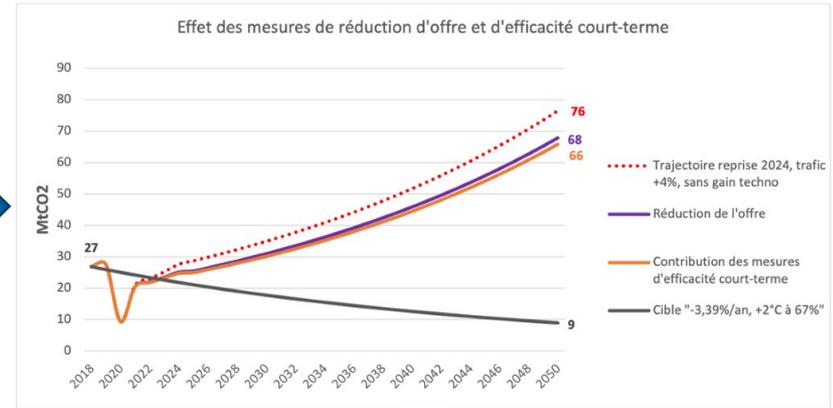


- A horizon 2050, elles ne contribuent qu'à hauteur de 4% à l'effort de réduction nécessaire
- A budget carbone fixé, il est nécessaire de trouver d'autres leviers de réduction à court terme

Mesures d'adaptation de l'offre

4 mesures d'adaptation de l'offre étudiées	Estimation de gain
Densifier les cabines	6,6%
Supprimer l'offre aérienne lorsqu'une alternative ferroviaire de moins de 4h30 existe	3,1%
Limiter le trafic de l'aviation d'affaire	2%*
Repenser le système de "miles"	1,5%

* Non comptabilisé car hors scope de l'aviation commerciale, c'est 2% du scope total (incluant sécurité civile...)



- Les mesures d'adaptation de l'offre permettent une première inflexion visible sur les trajectoires
- Elles ont de plus un effet significatif sur la courbe des émissions cumulées (-10%) car elles sont appliquées à très court terme (entre 2021 et 2025)
- Mais elles ne permettent toujours pas de rester dans le budget

Réduire la demande en impliquant les parties prenantes

1

Informer

Diffuser des ressources pédagogiques

Définir une méthode de calcul des effets hors-CO₂

Afficher l'impact climatique complet des transports

Inciter

Encourager la réduction des voyages d'affaires

Assouplir les prises de congés pour les voyages

Encourager l'essor du tourisme local

Impliquer

Associer les voyageurs à la priorisation des usages et à la gouvernance

Créer une instance citoyenne plurielle représentant les usagers du transport aérien

2

Réglementer

Limitations des créneaux aéroportuaires

Encadrements des subventions, moratoires

Signal-prix, quotas, loterie

Taxation progressive



Protection des acteurs nationaux



Harmonisation européenne de la réglementation

CONSEQUENCES SUR L'EMPLOI

contact@decarbo.org

communication@theshiftproject.org



[@theShiftPROJECT](https://twitter.com/theShiftPROJECT)

[@SupaeroDecarbo](https://twitter.com/SupaeroDecarbo)

Le secteur face à la crise sanitaire du COVID-19



3,5 %

PIB

60 millions

Emplois directs & indirects



4,3 %

PIB

31 Mds €

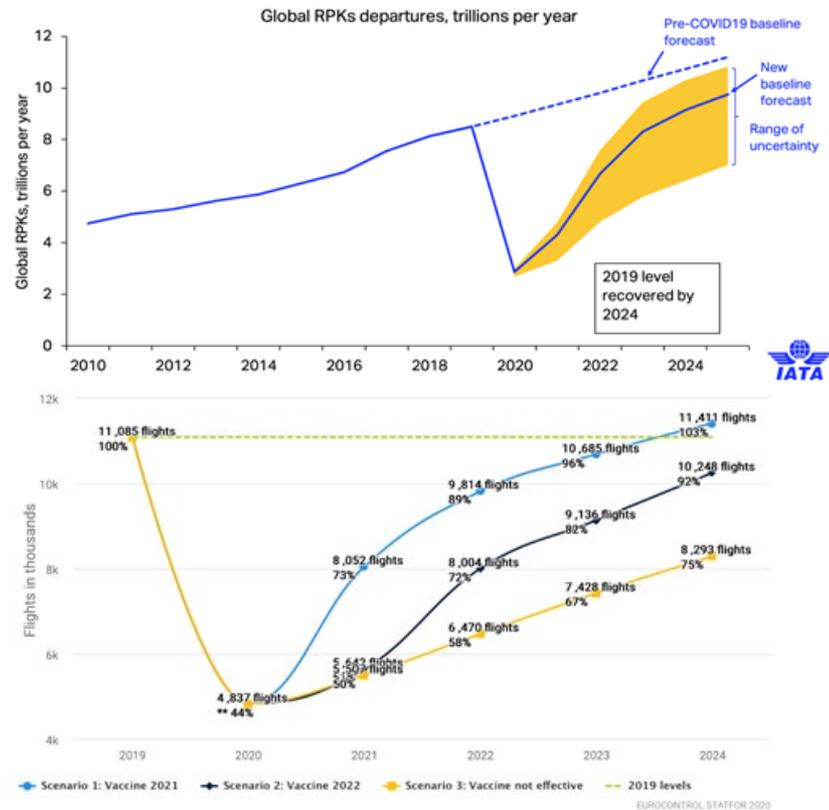
Solde à l'exportation

85 000

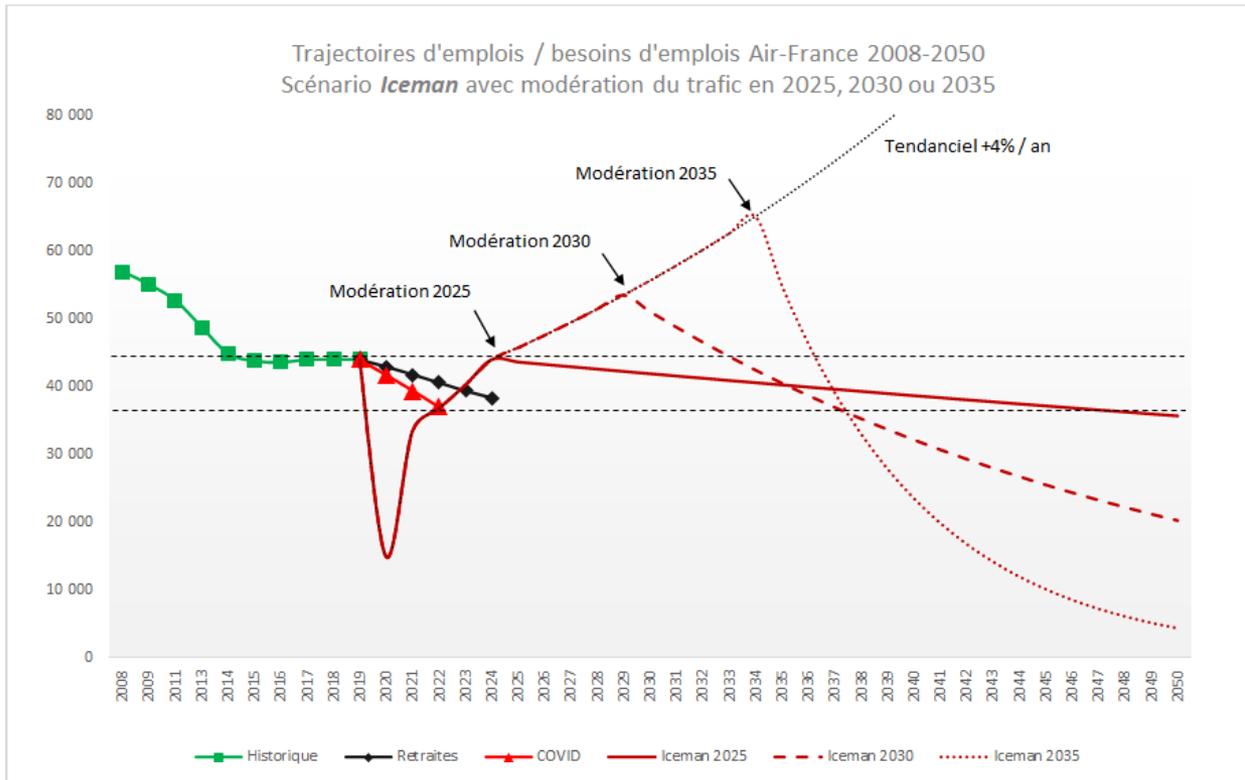
Emplois directs (filère transport)

350 000

Emplois directs ou indirects (filère industrie)



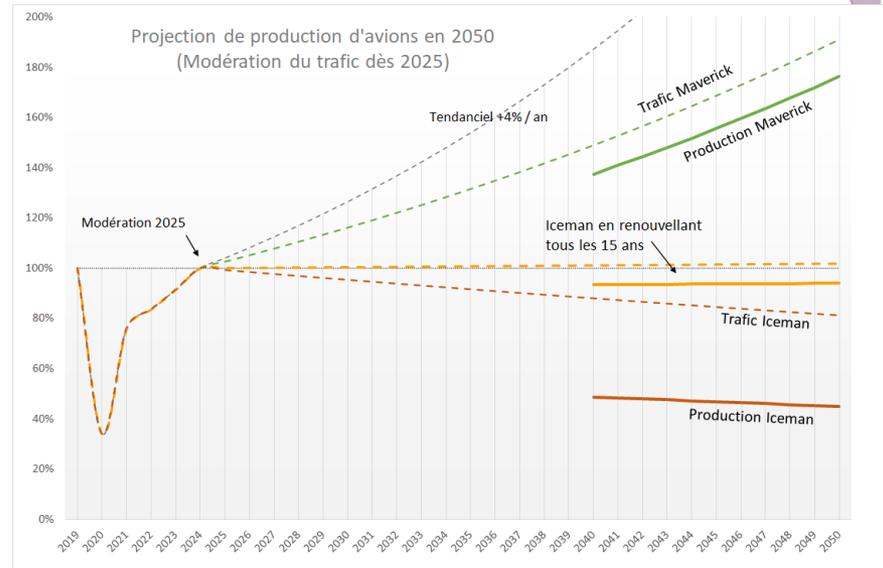
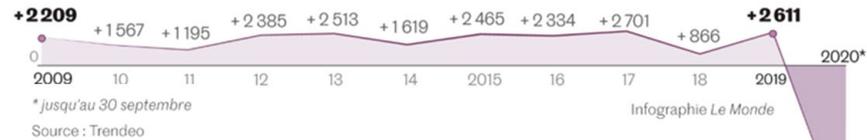
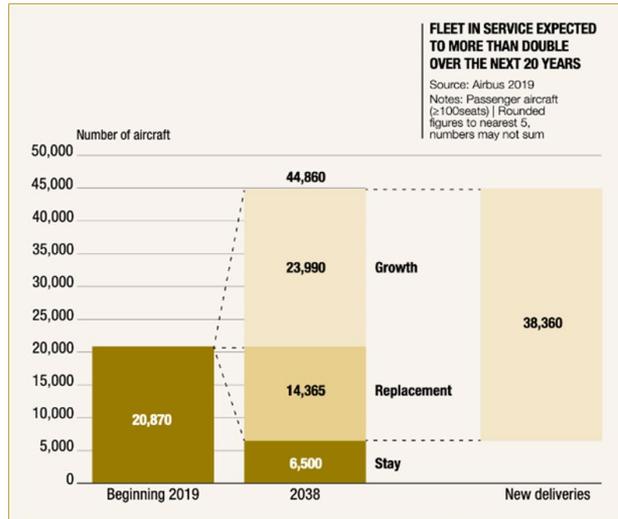
L'impact à long terme sur le transport aérien



- Anticiper les emplois à reconvertir
- Créer des parcours de reconversion
- Transformation / régénération des infrastructures

L'impact à long terme sur l'industrie

- **Facteurs dimensionnants à terme :**
 - **Taille des flottes (donc la croissance)**
 - **Vitesse de renouvellement**



- **Les compagnies et opérateurs de maintenance doivent être encouragés au renouvellement**
- **Le risque de perte d'emplois dans le tissu industriel doit être anticipé**

Le contraintes de la structure de sous-traitance



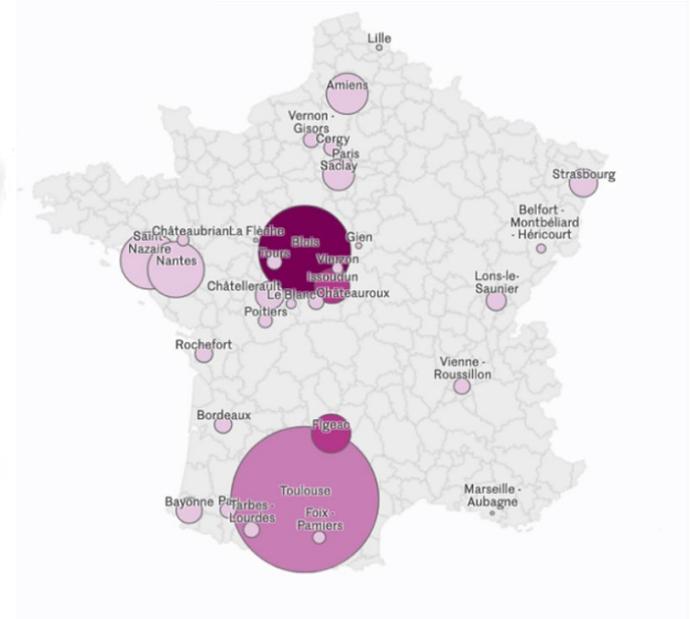
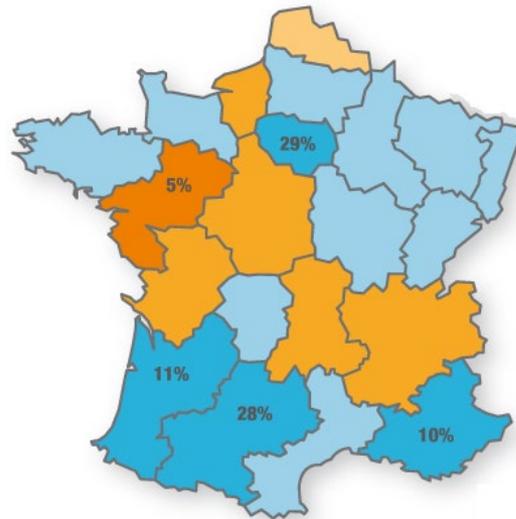
GRANDS DONNEURS D'ORDRE



SOUS-TRAITANTS RANG 1

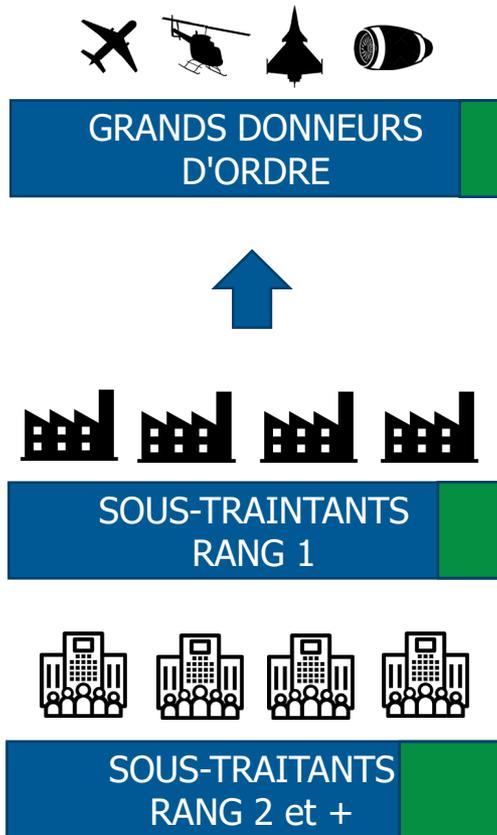


SOUS-TRAITANTS RANG 2 et +

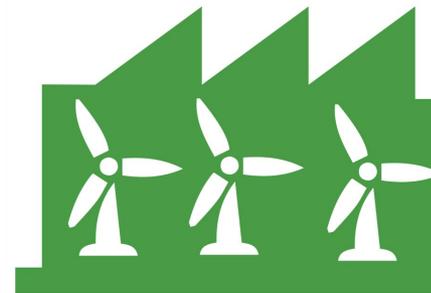


- 125 000 emplois dans le grand Sud-Ouest dont 60% en sous-traitance
- Plus de 70% du CA des sous-traitants est réalisé auprès des grands donneurs d'ordre
- 30% d'entre eux sont mono-clients

Permettre la diversification : un récit alternatif



ALLIANCE INDUSTRIELLE POUR LE CLIMAT



Organiser la modernisation industrielle de la filière

Agir comme donneur d'ordre alternatif

- Réallouer le savoir-faire non-utilisé de l'aéronautique vers d'autres secteurs à décarboner
- Participer à l'effort de (re)localisation industrielle

CONCLUSION

contact@decarbo.org

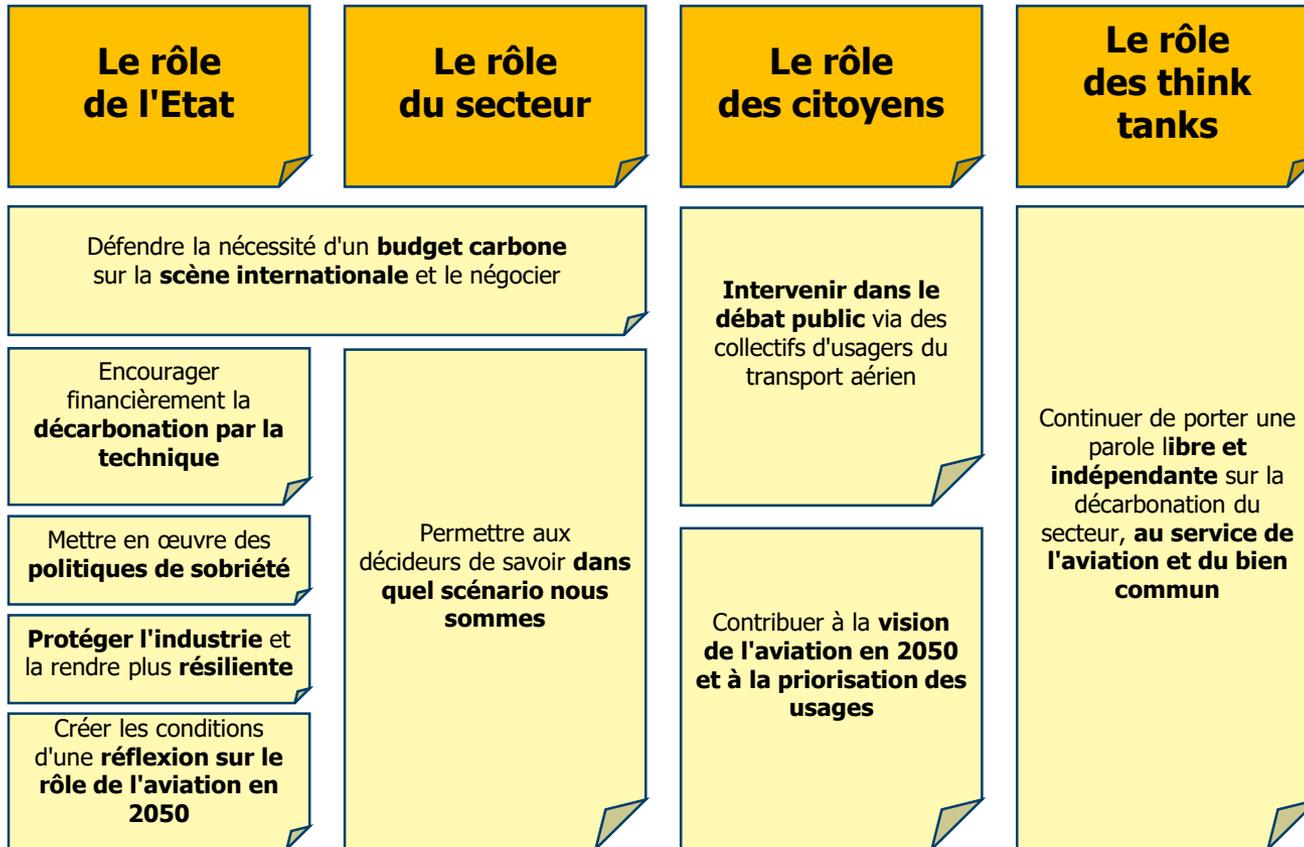
communication@theshiftproject.org



[@SupaeroDecarbo](https://twitter.com/SupaeroDecarbo)

[@theShiftPROJECT](https://twitter.com/theShiftPROJECT)

Quels rôles pour les parties prenantes de la transition?



Points clés à retenir

- ✈ S'accorder sur un **budget carbone** pour l'aviation internationale
- ✈ Désigner une **instance de gouvernance** chargée du pilotage des émissions (par exemple l'OACI)
- ✈ Encourager la **diffusion du progrès technologique** (soutien financier et réglementaire au secteur)
- ✈ **Modérer la croissance dès que possible** permet à budget fixé de **préserver l'emploi à terme**
- ✈ **La diversification du secteur** doit être envisagée dès aujourd'hui afin de **parer aux aléas futurs**

MERCI

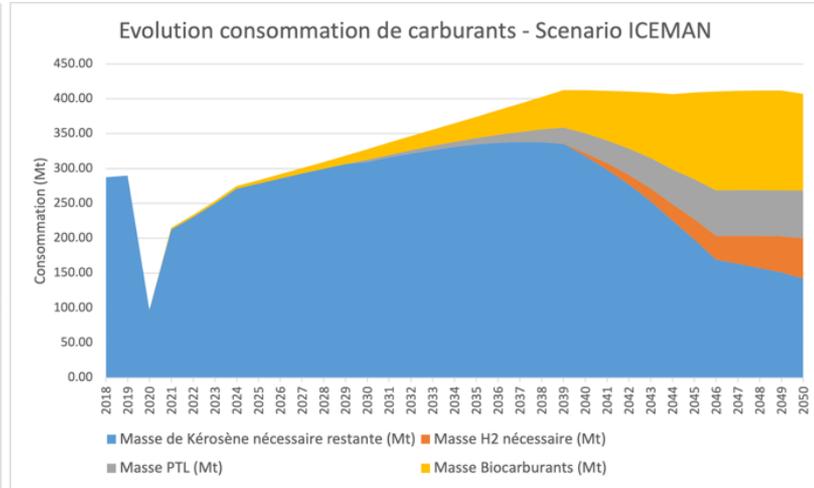
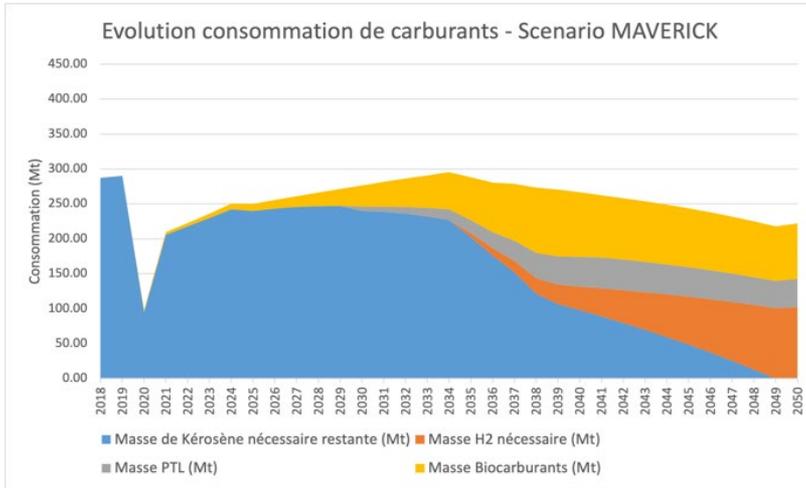
contact@decarbo.org

communication@theshiftproject.org



[@SupaeroDecarbo](https://twitter.com/SupaeroDecarbo)
[@theShiftPROJECT](https://twitter.com/theShiftPROJECT)

Trajectoires de consommation énergétique



MAVERICK

Figure 4 - Consommation de carburant MAVERICK

L'amélioration de la performance énergétique amenée par le renouvellement de la flotte permet la baisse de la consommation globale de carburant jusqu'en 2049.

L'énergie électrique nécessaire pour produire ces quantités de PTL et de LH₂ en 2050 est de 8 571 TWh, ce qui nécessiterait un parc éolien dédié au transport aérien environ 6 fois supérieur au parc éolien mondial total installé en 2019 (à iso facteur de charge).

ICEMAN

Figure 5 - Consommation de carburant ICEMAN

Du fait du retard dans la roadmap avion et de la plus faible cadence de renouvellement, la flotte est globalement moins performante, donc consomme plus de carburant.

La contrainte d'approvisionnement en SAF (Sustainable Aviation Fuel) fait que la part relative du kérosène est plus importante sur la période. L'énergie électrique nécessaire pour produire ces quantités de PTL et de LH₂ en 2050 est de 6 389 TWh, ce qui nécessiterait un parc éolien dédié au transport aérien environ 4,5 fois supérieur au parc éolien mondial total installé en 2019 (à iso facteur de charge).

Réactions des contributeurs & contributrices du rapport



Xavier Devars

Pilote sur long courrier



Antoine Thebault

*Directeur des programmes,
Compagnie aérienne*



Bich Ha Duong

*Ingénieure Supaero (16 ans
dans une compagnie aérienne)*



Marie Rebière

*Diplômée de Supaero (2020),
Consultante en Energie et Transports*



Clément Jarrossay

Ingénieur aéronautique



Nicolas Gourdain

Professeur à l'ISAE-Supaero



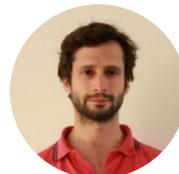
Alix Laget

Contrôleur aérien



Jeanne Bosc Bierne

*Diplômée de Supaero (2020) et
étudiante en Master à Sciences Po*



François Robert

*Etudiant en Master Arts et
Politiques à Sciences Po*

[Attention, english speakers !]

Témoignage de *Safe Landing*, collectif britannique de travailleurs des compagnies aériennes soucieux des enjeux énergie-climat



Finlay Asher

Co-fondateur

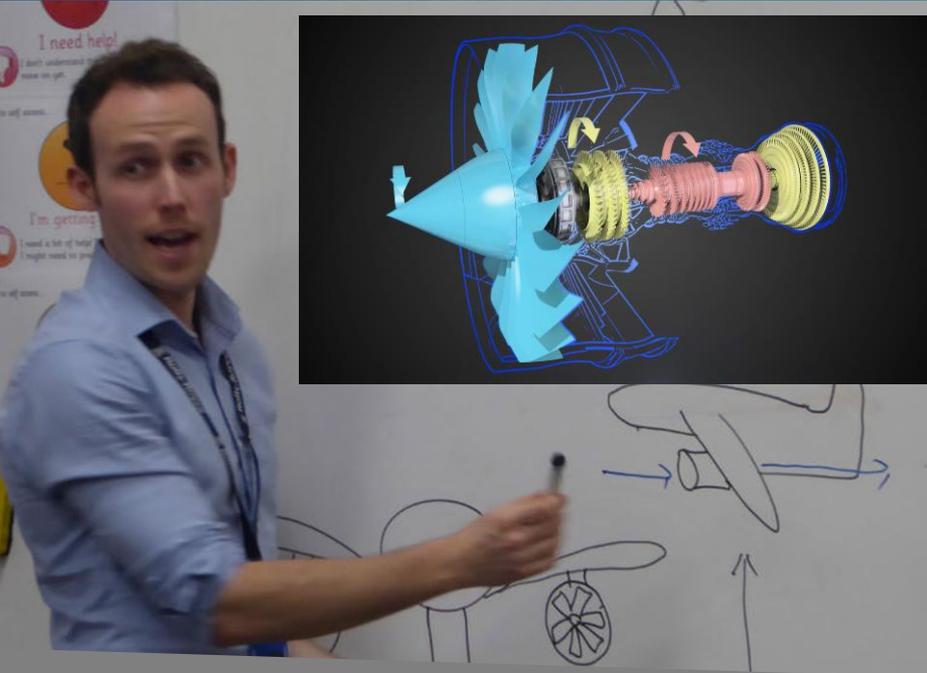
Safe Landing



Todd Smith

Co-fondateur

Safe Landing



Finlay Asher

- Founder: Green Sky Thinking
- Mechanical / Aerospace Engineer
- 7 Years @ Rolls-Royce: Future Aircraft Engine



Green Sky Thinking

- **YouTube:** www.youtube.com/channel/UCE8tv_Kk-bLBqLjwc0BkCfw
- **Instagram:** <https://www.instagram.com/greenskythinking/>
- **Facebook:** <https://www.facebook.com/GreenSkyThink>
- **Twitter:** https://twitter.com/Green_Sky_Think
- **LinkedIn:** <https://www.linkedin.com/company/greenskythinking/>





A PILOT'S CONFLICT

**Todd Smith – Senior First
Officer
Co-Founder – Safe Landing**

**Full Video:-
Instagram/Faceboo
k
@Plantbasedpilot**

safe landing



safe-landing.org

info@safe-landing.org

Merci pour votre attention !

Des questions ?



Nous vous invitons à poser dès à présent vos questions écrites dans l'onglet « **Q&R** » au bas de cet écran, ou en commentaire sur Facebook !



Pouvoir voler en 2050
Quelle aviation dans un monde contraint ?

Merci pour votre attention !

Retrouvez le rapport et sa synthèse sur ***theshiftproject.org***.

Un replay de cet événement sera publié sur notre chaîne YouTube d'ici mardi prochain :
Youtube.com/TheShiftProjectThinkTank