



NOTE DE TRAVAIL

**TROISIÈME CONFÉRENCE SUR L'AVIATION
ET LES CARBURANTS ALTERNATIFS (CAAF/3)**

Dubaï (Émirats arabes unis), 20 – 24 novembre 2023

Point 2 : Politiques subsidiaires visant à promouvoir le développement et l'utilisation d'une énergie plus propre pour l'aviation

**PARAMÈTRES ET PROJECTIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT D'OBJECTIFS CHIFFRÉS
EN MATIÈRE D'UTILISATION D'ÉNERGIE PLUS PROPRE
POUR L'AVIATION INTERNATIONALE**

(Note présentée par le Secrétariat)

RÉSUMÉ

La présente note décrit les paramètres susceptibles de permettre l'établissement d'objectifs chiffrés en matière d'énergie plus propre pour l'aviation internationale, ainsi que des projections sur les niveaux mondiaux d'utilisation d'énergie plus propre dans l'aviation internationale, y compris des contributions techniques du Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) et d'autres informations pertinentes.

La suite à donner par la Conférence figure au paragraphe 5.

1. INTRODUCTION

1.1 La deuxième Conférence de l'OACI sur l'aviation et les carburants alternatifs (CAAF/2), tenue en octobre 2017¹, a approuvé la « Vision 2050 de l'OACI pour les carburants d'aviation durables comme voie d'inspiration évolutive » et appelé « les États, l'industrie et les autres parties prenantes à remplacer une proportion importante de carburants d'aviation classiques (CAF) par des carburants d'aviation durables (SAF) d'ici 2050, pour que l'aviation civile internationale réduise considérablement ses émissions de carbone, tout en recherchant toutes les possibilités offertes par le panier de mesures d'atténuation pour réduire les émissions en tant que de besoin » (Déclaration de la CAAF/2, paragraphe 1, et résolution A41-21 de l'Assemblée, 30^e préambule).

1.2 La CAAF/2 a également noté que « cette voie repose sur l'hypothèse d'une utilisation progressivement accrue des SAF et devrait être revue périodiquement dans le cadre d'un processus d'état des lieux afin d'évaluer en permanence les progrès accomplis dans la production et la mise en œuvre des SAF, y compris la nécessité d'envisager des politiques et des actions et l'organisation d'ateliers et de séminaires réguliers, jusqu'à la convocation de la CAAF/3 au plus tard en 2025, en vue d'actualiser la Vision 2050 de l'OACI pour y inclure une proportion quantifiée de CAF à remplacer par des SAF

¹ Déclaration de la CAAF/2 : <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/pages/ICAO-Vision.aspx/>

d'ici 2050, ainsi que les réductions de carbone obtenues grâce aux SAF » (Déclaration de la CAAF/2, paragraphe 3).

1.3 En conséquence, la 41^e session de l'Assemblée de l'OACI, tenue en octobre 2022, a demandé au Conseil de « continuer d'évaluer les progrès accomplis par rapport à l'élaboration et à l'utilisation de SAF, de LCAF et d'autres sources d'énergie plus propres pour l'aviation, dans le cadre du processus d'état des lieux de l'OACI, et de convoquer la Conférence CAAF/3 en 2023 en vue de réexaminer la Vision pour 2050 de l'OACI sur les SAF, y compris les LCAF et les autres sources d'énergie plus propres pour l'aviation, et de définir un cadre global spécifique conformément à l'initiative *Aucun pays laissé de côté* et tenant compte des circonstances et des capacités nationales » [résolution A41-21, paragraphe 28, point f)].

1.4 Afin de soutenir l'actualisation et le réexamen de la Vision 2050 de l'OACI, et conformément à la mise en œuvre de l'objectif de « zéro émissions nettes » d'ici 2050 fixé par le LTAG et convenu à l'Assemblée, la présente note fournit des paramètres et des projections susceptibles de permettre l'établissement d'objectifs chiffrés en matière d'énergie plus propre pour l'aviation internationale, qui découlent des contributions techniques du CAEP.

1.5 À cet égard, en mars 2023, le Conseil de l'OACI a demandé au CAEP² :

- a) de définir des paramètres susceptibles de permettre l'établissement d'objectifs chiffrés en matière d'énergie plus propre pour l'aviation internationale [p. ex. pourcentages (%) ou valeurs absolues (masse/volume) applicables aux niveaux d'adoption des SAF, des LCAF et d'autres énergies plus propres pour l'aviation, ou aux niveaux de réduction des émissions de CO₂], en mettant en évidence les avantages et les inconvénients de chaque mesure possible ;
- b) de fournir, sur la base des paramètres définis conformément au point a) ci-dessus et du rapport LTAG du CAEP, des projections sur les niveaux mondiaux d'utilisation d'énergie plus propre pour l'aviation internationale, à des étapes intermédiaires, telles que 2030, 2040, jusqu'à 2050.
- c) dans le cadre des projections à court-terme en matière de production de SAF, de déterminer la répartition géographique et les tendances relatives aux infrastructures de production de SAF existantes et prévues.

² Voir la décision du Conseil [C-DEC 229/3, paragraphe 2, alinéa c\)](#)

2. LES MESURES POSSIBLES ET LEURS AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

2.1 Le CAEP a défini un certain nombre de paramètres susceptibles de permettre l'établissement d'objectifs chiffrés en matière d'énergie plus propre³ pour l'aviation internationale, sur la base de l'analyse de différentes sources : les mesures utilisées dans le système MRV du CORSIA (CAAF/3-WP 5 et 6) ; les mesures utilisées par les parties prenantes de l'aviation dans leurs engagements « zéro émissions nettes » ; les mesures figurant dans le rapport LTAG ; et les mesures associées aux objectifs du GIEC en matière de température. Dix paramètres possibles ont été définis ; ils sont présentés à l'appendice A de la présente note⁴ et résumés dans le tableau ci-dessous :

#	Paramètre possible	Unité
1	Masse d'énergie plus propre	KiloTonne (kt)
2	Masse d'énergie plus propre (<i>paramètre 1</i>)/masse totale de carburant	%
3	Total des émissions annuelles de CO _{2e}	MillionTonne (Mt)
4	Total des émissions annuelles de CO _{2e} (<i>paramètre 3</i>)/masse totale de carburant	Tonne de CO _{2e} /tonne de carburant
5	Réduction des émissions de CO _{2e} attribuable à l'utilisation d'énergie plus propre	MillionTonne (Mt)
6	% de réduction des émissions de CO _{2e} attribuable à l'utilisation d'énergie plus propre	%
7	Intensité de carbone (IC) moyenne en masse de carburant (gCO _{2e} /MJ) ⁵	Gramme de CO _{2e} /mégaJoule d'énergie (gCO _{2e} /MJ)
8	Émissions totales cumulées de CO ₂ sur la période 2020-2050	GigaTonne (Gt)
9	gCO ₂ /RTK	Gramme de CO ₂ /kilomètreTonne payante
10	gCO ₂ /ATK	Gramme de CO ₂ /tonne-kilomètre disponibles

³ Dans le cadre de cette analyse, l'expression « énergie plus propre » désigne les catégories de carburant prises en compte dans les projections du LTAG, à savoir :

- 1) les carburants d'aviation durables du LTAG (LTAG-SAF), qui recouvrent :
 - a. les SAF produits à partir de biomasse (cultures oléifères, énergétiques lignocellulosiques, énergétiques amylicées et énergétiques sucrières)
 - b. les carburants produits à partir de déchets :
 - i. déchets solides – résidus agricoles, déchets solides municipaux, résidus forestiers ;
 - ii. déchets liquides – résidus et sous-produits de graisses, huiles et lubrifiants ;
 - iii. déchets gazeux – déchets de CO₂ provenant de : la production d'éthanol, d'ammoniaque, de fer et d'acier, et de ciment ;
 - c. les carburants produits à partir du CO₂ atmosphérique.
- 2) les carburants d'aviation à moindre émission de carbone du LTAG (LTAG-LCAF) – carburants à base de pétrole qui atteignent une densité de carbone de l'extraction à la combustion de < 80.1 gCO_{2e}/MJ avec l'utilisation de technologies et de meilleures pratiques en matière de réduction des gaz à effet de serre.
- 3) carburants non interchangeables, y compris l'hydrogène cryogénique (LH₂).

⁴ La présentation du CAEP couvrant les contributions techniques est aussi disponible sur le site web de la consultation préalable sur les résultats de la Conférence CAAF/3 : <https://www.icao.int/Meetings/pre-CAAF3/Pages/reference-materials.aspx>

⁵ Pour calculer la moyenne en masse, la masse de chaque type de carburant (en tonne) est multipliée par l'IC (gCO_{2e}/MJ) du type de carburant. La somme des valeurs pondérées est ensuite divisée par la masse totale de carburant.

2.2 Les critères suivants ont été appliqués par le CAEP pour évaluer les avantages et les inconvénients de chaque paramètre :

- a) les valeurs mesurées sont communiquées par les exploitants d'aéronefs dans le cadre des exigences du CORSIA ;
- b) les valeurs mesurées sont mises à disposition par l'OACI dans le Registre central du CORSIA (RCC) ou peuvent être calculées ou suivies grâce aux informations du RCC disponibles ;
- c) le paramètre permet de suivre les progrès accomplis dans la réalisation du LTAG, c'est-à-dire qu'il peut être utilisé pour évaluer les objectifs intermédiaires à court, à moyen et à long terme ;
- d) le paramètre fournit un point de référence à titre de comparaison ; la valeur mesurée peut par exemple être comparée à une valeur de référence au lieu de constituer une valeur absolue.

2.3 Un paramètre permet de suivre les performances en matière de mise en œuvre d'énergie plus propre dans l'aviation civile. Diverses configurations de paramètre peuvent avoir un impact sur la mise au point d'énergie plus propre pour le secteur de l'aviation différemment. Les paramètres peuvent favoriser une hausse des volumes d'énergie plus propre, susciter une baisse des émissions de l'énergie plus propre ou avoir une incidence à la fois sur le volume et les émissions.

2.4 L'évaluation du CAEP sur les avantages des dix paramètres possibles, réalisée sur la base des quatre critères ci-dessus, est présentée à l'appendice B de la présente note. Le respect de tous les critères n'est pas une condition préalable à la validité d'un paramètre et certains critères peuvent même n'être pertinents que pour certains paramètres. Une combinaison de paramètres peut aussi être envisagée. Les inconvénients des paramètres sont également indiqués dans la dernière colonne du tableau figurant à l'appendice B et sont résumés ci-dessous :

Synthèse des inconvénients des paramètres possibles

Ne tient pas compte des avantages environnementaux des énergies plus propres	Paramètres 1 et 2
Pas de données disponibles, notamment dans le Registre central du CORSIA, pour assurer le suivi des progrès	Paramètres 9 et 10
Affecté par d'autres mesures que les énergies plus propres (technologie/exploitation)	Paramètres 3, 5 et 8
Est un nombre absolu et ne se prête pas à une comparaison avec une valeur de référence	Paramètres 1, 3, 4, 5 et 8
Les paramètres 6 et 7 ne sont pas concernés par ces inconvénients	

3. PROJECTIONS RELATIVES AUX NIVEAUX MONDIAUX D'UTILISATION D'ÉNERGIE PLUS PROPRE POUR L'AVIATION INTERNATIONALE

3.1 Afin d'illustrer l'utilisation des paramètres possibles recensés, ces derniers ont été appliqués à des projections relatives aux niveaux mondiaux d'utilisation d'énergie plus propre pour l'aviation internationale, tirées du rapport LTAG⁶. Ces projections, qui figurent à l'appendice C, étaient basées sur les données disponibles jusqu'en 2021. Elles comportent des tableaux détaillés qui indiquent les projections annuelles sur la base de chaque paramètre.

3.2 Outre les projections du rapport LTAG figurant à l'appendice C, le CAEP a aussi fourni des informations sur la répartition géographique et les tendances à court terme (jusqu'en 2030) relatives aux infrastructures de production de SAF existantes et prévues. Ces informations figurent à l'appendice D. L'analyse initiale du CAEP a évalué les niveaux de maturité des infrastructures de SAF annoncées jusqu'au 31 janvier 2023 ; les informations fournies figurant à l'appendice D ne tiennent donc pas compte des infrastructures annoncées depuis cette date.

3.3 En outre, une vue d'ensemble à jour des annonces faites dans le monde concernant les infrastructures de production de SAF est fournie par l'[Outil de suivi de l'OACI sur les infrastructures de production de SAF](#), qui figure à l'appendice E. Cet outil tient compte de toutes les annonces sans procéder à des évaluations techniques supplémentaires, notamment sur les niveaux de maturité.

3.4 Une mise à jour des projections à court terme et des dernières informations fournies par l'Outil de suivi de l'OACI sur les infrastructures de production de SAF sera mise à la disposition de la Conférence CAAF/3.

4. ANALYSE DES PARAMÈTRES ET OBJECTIFS CHIFFRÉS POUR L'AVIATION INTERNATIONALE

4.1 Le rapport LTAG montre qu'il est possible d'utiliser à 100 % des carburants d'aviation durables pour tous les vols internationaux d'ici à 2050, ce qu'illustre le paramètre 1 « masse d'énergie plus propre ». Bien qu'il s'agisse de la mesure la plus simple à comprendre, elle ne reflète pas les avantages pour le climat de ces énergies plus propres. Leurs avantages étant obtenus sur la base du cycle de vie, d'autres options énergétiques présenteront de meilleurs avantages pour l'environnement sur la base du cycle de vie, qui ne seraient pas pris en compte par des mesures simplement associées à la masse, comme l'a souligné le CAEP.

4.2 L'analyse des paramètres possibles figurant à l'appendice B montre que les paramètres 6 (% de réduction des émissions de CO_{2e} grâce à l'utilisation d'énergies plus propres) et 7 [intensité de carbone (IC) moyenne en masse de carburant] rendent compte de ces avantages pour le climat liés à l'utilisation d'énergies plus propres. Ces deux valeurs mesurées pourront également être obtenues grâce aux informations qui seront disponibles dans le Registre central du CORSIA, et leurs projections sont également disponibles dans le cadre du rapport LTAG, ce qui permet de suivre les progrès accomplis en vue de la réalisation de tout objectif potentiel. Ces éléments montrent que les paramètres 6 et 7 pourraient être de bons candidats pour tout objectif chiffré éventuel en matière d'énergie plus propre dans l'aviation internationale.

⁶ Une description détaillée de l'analyse LTAG sur les carburants, comportant à la fois la description des scénarios et les coûts qui y sont associés, est disponible sur le site « LTAG and fuels » de l'OACI : <https://www.icao.int/environmental-protection/LTAG/Pages/LTAG-and-Fuels.aspx>.

4.3 La simplicité de compréhension constitue également un élément important à prendre en compte, puisque le paramètre doit permettre aux parties prenantes de l'aviation et au grand public de comprendre facilement le signal. À cet égard, le paramètre 7 est mesuré par une unité plutôt scientifique (gCO_{2e}/MJ), qui peut nécessiter une certaine expertise en matière d'évaluation du cycle de vie des carburants pour être correctement comprise. À cet égard, le paramètre 6 (% de réduction des émissions de CO_{2e} grâce à l'utilisation d'énergies plus propres) fournit le même niveau d'information dans un format qui peut être aisément compris par toute personne ayant des connaissances de base sur les incidences des changements climatiques. Les figures ci-dessous contiennent des informations supplémentaires sur la manière dont les paramètres 6 et 7 peuvent être calculés et sur les interrelations entre eux.

Paramètre 6 – % de réduction de CO₂ attribuable à l'utilisation d'énergie plus propre

- Ce paramètre peut être obtenu au moyen des informations déjà fournies au titre du CORSIA et publiées sur le site web du CORSIA.

$$\text{Paramètre 6} \begin{array}{l} \text{\% de réduction} \\ \text{de CO}_2 \\ \text{attribuable à} \\ \text{l'utilisation} \\ \text{d'énergie plus} \\ \text{propre} \end{array} = \left(\frac{\text{Réductions de CO}_2 \text{ attribuable aux SAF et aux LCAF du CORSIA **}}{\text{Émissions totales de CO}_2 \text{ de l'aviation internationale*}} \right) \times 100\%$$

* Peuvent être obtenus en additionnant les émissions signalées pour les exploitants d'avions, conformément aux exigences de l'Annexe 16, Vol. IV, Tableau A5-5. Ces informations sont disponibles sur le site : <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/CCR.aspx>;

**Des informations sur les réclamations au titre du carburant admissible CORSIA seront aussi disponibles sur le site web ci-dessus, conformément aux exigences de l'Annexe 16, Vol. IV, tableau A5-6. Il convient de noter que les carburants admissibles CORSIA ne font pas tous l'objet d'une réclamation au titre du CORSIA ; les exploitants sont tenus de signaler uniquement les réclamations sur les réductions d'émissions au titre des CEF s'ils sont soumis aux obligations de compensation CORSIA.

Paramètre 7 – intensité de carbone (IC) moyenne en masse de carburant

- Ce paramètre peut être obtenu aisément au moyen des informations déjà fournies au titre du CORSIA et publiées sur le CCR.

$$\text{Paramètre 7} \begin{array}{l} \text{intensité de} \\ \text{carbone (IC)} \\ \text{moyenne en} \\ \text{masse de} \\ \text{carburant} \\ \text{(gCO}_2\text{e/MJ)} \end{array} = 89 \times \left(1 - \frac{\text{Réductions de CO}_2 \text{ attribuable aux SAF et aux LCAF du CORSIA **}}{\text{Émissions totales de CO}_2 \text{ de l'aviation internationale*}} \right)$$

Émissions de base du cycle de vie au titre du CORSIA pour le carburant d'aviation – Définies dans l'Annexe 16 Vol. IV, paragraphe 3.3.1

Paramètre 6 Pourcentage de réduction de CO₂ attribuable à l'utilisation d'énergie plus propre

4.4 Un objectif chiffré et collectif pour le SAF, le LCAF et d'autres énergies plus propres dans l'aviation internationale, dans le cadre de la mise en œuvre du LTAG, pourrait faciliter le suivi des progrès vers la réalisation de cet objectif et son examen périodique, en soutenant les États dans l'élaboration de leurs politiques respectives en matière d'énergie propre. Il aiderait aussi les organismes de financement à mieux comprendre les besoins d'investissement et contribuerait à orienter les fonds vers le SAF, le LCAF et d'autres projets de mise en œuvre d'énergies plus propres.

5. SUITE À DONNER PAR LA CAAF/3

5.1 La CAAF/3 est invitée à :

- a) utiliser les informations contenues dans la présente note, y compris les contributions techniques du CAEP sur les paramètres possibles pour l'établissement d'objectifs chiffrés et les projections relatives aux niveaux mondiaux d'utilisation d'énergie plus propre par l'aviation internationale, ainsi que pour le suivi du processus LTAG, dans le cadre de l'examen des résultats de la CAAF/3 ;
- b) envisager l'inclusion d'objectifs collectifs pour une utilisation d'énergies plus propres par l'aviation internationale, sur la base des paramètres les plus appropriés et conformément au rapport LTAG, dans le cadre du réexamen et de l'actualisation de la « Vision 2050 de l'OACI ».

APPENDIX A: POSSIBLE METRICS FOR POTENTIAL QUANTIFIED GOALS FOR CLEANER ENERGY FOR INTERNATIONAL AVIATION

	Metric Option	Metric description	Unit	Examples of Metric use [reference number]⁷
1	Mass of cleaner energy	Total mass of cleaner energy use	KiloTonne (kt)	CORSIA MRV [1, 7] , ICF (UK industry SAF roadmap) [2] , ATAG Waypoint 2050 [3] EASA Environmental Report [4] , Delta airlines [14] , JetBlue [10]
2	Mass of cleaner energy (<i>Metric 1</i>) per Total mass of fuel	Mass proportion of total cleaner energy use to total fuel use	%	CORSIA MRV [1, 7], EASA Environmental Report [4], AirFrance KLM [11]; Japan Airlines [12]; Delta Airlines [14] ; JetBlue [10] ; World Bank [13]; ATAG Waypoint 2050 [3]
3	Total CO _{2e} emitted per year	Total mass of CO ₂ equivalent emitted per year	MillionTonne (Mt)	CORSIA MRV [1, 7], ICF (UK industry SAF roadmap) [2], ATAG Waypoint 2050 [3] EASA Environmental Report [4], US Action Plan [5], ICCT [6], IATA Net zero monitoring [10], Japan Airlines [12]; One World carbon roadmap [16]
4	Total CO _{2e} emitted per year (<i>Metric 3</i>) per total mass of fuel	Mass proportion of total CO ₂ equivalent emitted to total fuel use	Tonne CO _{2e} /Tonne of fuel	CORSIA MRV [1, 7] ICF (UK industry SAF roadmap) [2] ATAG Waypoint 2050 [3] EASA environmental report [9]
5	CO _{2e} reduction from the use of cleaner energy	Total mass of CO ₂ equivalent emissions reductions generated by cleaner energy use	MillionTonne (Mt)	CORSIA MRV [1, 7] ICF (UK industry SAF roadmap) [2] ATAG Waypoint 2050 [3] US Action Plan [5]
6	% CO _{2e} emissions reduction from the use of cleaner energy	Percentage of CO ₂ equivalent emissions reductions resulting from cleaner energy use compared to baseline scenario with zero cleaner energy use	%	CORSIA MRV [1, 7] ICF (UK industry SAF roadmap) [2] ATAG Waypoint 2050 [3] EASA Environmental Report [4]
7	Mass average carbon intensity (CI) of fuel (gCO _{2e} /MJ) ⁸	Carbon intensity of total fuel mix based on weighted sum of carbon intensities of cleaner energy and fossil jet fuel	Grams of CO _{2e} /MegaJoule of energy (gCO _{2e} /MJ)	CORSIA MRV [1, 7]
8	Cumulative total CO ₂ emissions over the period between 2020 and 2050	Cumulative total mass of CO ₂ emissions from international aviation	GigaTonne (Gt)	CORSIA MRV ⁹ [1, 7] LTAG report [9] IPCC
9	gCO ₂ /RTK	CO ₂ emissions intensity, whilst accounting for changes in traffic volumes	gram CO ₂ / Revenue Tonne Kilometer	IATA Net zero monitoring [15]
10	gCO ₂ /ATK	CO ₂ emissions intensity, whilst accounting for changes in available capacity	gram CO ₂ / Available Tonne Kilometer	IATA Net zero monitoring [15]

⁷ Note that these are examples of use of the same or similar metrics. They cannot be directly applied to LTAG as is. For example, some may report based on CO₂ rather than CO_{2e}

⁸ In calculating the mass average, the mass of each type of fuel (in tonne) is multiplied by the CI (gCO_{2e}/MJ) of the type of fuel. The sum of the weighted values is then divided by the total mass of fuel.

⁹ CORSIA MRV covers CO₂ emissions up to 2035.

APPENDIX B: ASSESSMENT OF POSSIBLE METRIC OPTIONS FOR CLEANER ENERGY FOR INTERNATIONAL AVIATION

Possible metrics for potential quantified goals associated with using cleaner energy sources for international aviation are identified below, together with the identified criteria, to assess the advantages and disadvantages of each possible metric. Checkmarks indicate advantages of each metric. Disadvantages are highlighted in the last column.

	Metric Option / Criteria	Metric is reported by aeroplane operators as part of CORSIA requirements ¹⁰	Metric is made available by ICAO in the CORSIA Central Registry, or can be calculated/ tracked with the use of available CCR information	Metric Allows tracking progress toward the LTAG, e.g. can be used to assess short, mid, and long-term intermediate goals	Provides a benchmark for comparison;eg. the metric compares against a reference value instead of being an absolute number.	Disadvantages
1	Mass of cleaner energy	✓	✓			Does not capture environmental benefits of cleaner energy or non drop in fuels. Affected by factors beyond cleaner energy (e.g. Tech, Ops, Demand).
2	Mass of cleaner energy (<i>Metric 1</i>) / Total mass of fuel)		✓		✓	Does not capture environmental benefits of cleaner energy or non drop in fuels.
3	Total CO _{2e} emitted per year	✓	✓	✓		Affected by factors beyond cleaner energy (e.g. Tech, Ops, Demand).
4	Total CO _{2e} emitted per year (<i>metric 3</i>) / per total mass of fuel		✓	✓		
5	CO _{2e} reduction from the use of cleaner energy	✓	✓	✓		Affected by factors beyond cleaner energy (e.g. Tech, Ops, Demand).
6	% CO _{2e} emissions reduction from the use of cleaner energy		✓	✓	✓	
7	Mass average carbon intensity (CI) of fuel (gCO _{2e} /MJ)		✓	✓	✓	

¹⁰ Information provided by CORSIA is not fully comprehensive due to the scope of CORSIA

8	Cumulative CO ₂ emissions over the period between 2020 and 2050		✓ ¹¹	✓		Affected by factors beyond cleaner energy (e.g. Tech, Ops, Demand).
9	gCO ₂ /RTK			✓	✓	Affected by factors beyond cleaner energy (e.g. Tech, Ops, Demand). Restricted to commercial aviation.
10	gCO ₂ /ATK			✓	✓	Affected by factors beyond cleaner energy (e.g. Tech, Ops, Demand).

¹¹ CCR information covers up to 2035.

APPENDIX C: DETAILED PROJECTIONS ON THE GLOBAL LEVELS OF CLEANER ENERGY USE FOR INTERNATIONAL AVIATION

The projections below on the global levels of cleaner energy use for international aviation, using the identified possible metrics in Appendix A, are based on the fuels data using the medium traffic scenario in the LTAG Report (data spreadsheet available at <https://www.icao.int/environmental-protection/LTAG/Pages/LTAG-data-spreadsheet.aspx>).

Projections for cumulative CO₂ emissions (metric 8) are provided in the [LTAG report, Appendix R3, Table 1](#).

The projections used 43 MJ/kg as fuel energy content (heating value), and values are given for milestones for 2030, 2040 and 2050 and for three fuel-related scenarios (F1, F2 and F3).

It is important to highlight that volume results from the LTAG report for 2030 were based on announcements made up to 2021.

	Metric Option	Unit	Scenario F1			Scenario F2			Scenario F3		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
1	Mass of Cleaner energy	kt	8292	51732	129354	36971	188802	357319	78493	275912	335619
2	Mass of cleaner energy/Total mass of fuel	%	3.81	17.73	34.45	17.13	65.94	100.00	36.97	100.00	100.00
3	Total CO _{2e} emitted	Mt	816.61	1024.25	1155.97	742.62	756.18	599.62	672.94	465.14	242.65
4	Total CO _{2e} emitted per year/Total mass of fuel	t CO ₂ /t of fuel	3.75	3.51	3.08	3.44	2.64	1.68	3.17	1.69	0.72
5	CO _{2e} reduction from the use of cleaner energy	Mt	15.95	92.68	280.91	83.24	339.66	767.84	139.53	590.77	1041.77
6	% CO _{2e} emissions reduction from the use of cleaner energy	%	1.92	8.30	19.55	10.08	31.00	56.15	17.17	55.95	81.11
7	Mass average carbon intensity (CI) of fuel (gCO _{2e} /MJ)	gCO _{2e} /MJ	87.30	81.62	71.60	80.03	61.41	39.03	73.72	39.21	16.81
8	Cumulative CO ₂ emissions over the period between 2020 and 2050	GtCO ₂	23			17			12		
9	gCO ₂ /RTK		Can't be obtained from LTAG fuels data								
10	gCO ₂ /ATK		Can't be obtained from LTAG fuels data								

Assumptions used in the constrained scenarios of the LTAG report for fuels:

- Under Scenario F1, the scenario prioritization emphasized low cost GHG reduction, and fuels were ordered by minimum selling price (MSP).
- Under Scenario F2, selection prioritized cost effective GHG reduction, using marginal abatement cost as the ordering criterion given in units of \$/kg CO₂reduced.
- Under Scenario F3, the emphasis was on maximizing GHG reductions, and the fuel LCA value was used as the ordering criterion with lowest LCA value fuels prioritized.

DETAILED TABLE FOR THE SCENARIO F1

Unit	Scenario F1						
	Mass of Cleaner energy	Mass of cleaner energy/Total mass of fuel	Total CO _{2e} emitted	Total CO _{2e} emitted per year/Total mass of fuel	CO _{2e} reduction from the use of cleaner energy	% CO _{2e} emissions reduction from the use of cleaner energy	Mass average CI of fuels (gCO _{2e} /MJ) ^b
	kt	%	Mt	t CO ₂ /t of fuel	Mt	%	gCO _{2e} /MJ
2030	8292	3.8%	816.61	3.75	15.95	1.92%	87.30
2031	12319	5.5%	833.61	3.74	19.96	2.34%	86.92
2032	16521	7.2%	850.07	3.72	24.51	2.80%	86.51
2033	20934	8.9%	865.90	3.70	29.69	3.32%	86.05
2034	25612	10.7%	880.94	3.68	35.66	3.89%	85.54
2035	30589	12.5%	895.10	3.65	42.52	4.53%	84.96
2036	33747	13.3%	923.23	3.63	49.60	5.10%	84.46
2037	37350	14.2%	950.14	3.61	57.91	5.74%	83.89
2038	41499	15.2%	975.54	3.58	67.73	6.49%	83.22
2039	46248	16.4%	999.28	3.55	79.20	7.34%	82.46
2040	51732	17.7%	1024.25	3.51	92.68	8.30%	81.62
2041	57955	19.3%	1040.64	3.47	108.28	9.42%	80.61
2042	65126	21.1%	1054.41	3.42	126.50	10.71%	79.47
2043	73316	23.1%	1065.39	3.36	147.52	12.16%	78.18
2044	82658	25.4%	1073.20	3.30	171.70	13.79%	76.72
2045	91413	27.4%	1083.19	3.25	193.71	15.17%	75.50
2046	97509	28.5%	1101.35	3.22	207.55	15.86%	74.89
2047	104367	29.8%	1117.66	3.19	223.24	16.65%	74.18
2048	111951	31.2%	1132.21	3.16	240.68	17.53%	73.40
2049	120288	32.8%	1144.96	3.12	259.93	18.50%	72.53
2050	129354	34.5%	1155.97	3.08	280.91	19.55%	71.60

DETAILED TABLE FOR THE SCENARIO F2

	Scenario F2						
	Mass of Cleaner energy	Mass of cleaner energy/Total mass of fuel	Total CO _{2e} emitted	Total CO _{2e} emitted per year/Total mass of fuel	CO _{2e} reduction from the use of cleaner energy	% CO _{2e} emissions reduction from the use of cleaner energy	Mass average CI of fuels (gCO _{2e} /MJ) ^b
Unit	kt	%	Mt	t CO ₂ /t of fuel	Mt	%	gCO _{2e} /MJ
2030	36971	17.1%	742.62	3.44	83.24	10.08%	80.03
2031	48440	21.9%	745.97	3.38	99.81	11.80%	78.50
2032	60348	26.7%	747.96	3.31	117.74	13.60%	76.90
2033	72795	31.5%	748.29	3.23	137.32	15.51%	75.20
2034	85837	36.3%	746.80	3.16	158.73	17.53%	73.40
2035	99568	41.2%	743.20	3.07	182.24	19.69%	71.47
2036	115473	46.1%	749.91	2.99	208.46	21.75%	69.64
2037	132317	51.1%	754.06	2.91	237.24	23.93%	67.70
2038	150115	56.1%	755.61	2.82	268.61	26.23%	65.66
2039	168910	61.1%	754.45	2.73	302.69	28.63%	63.52
2040	188802	65.9%	756.18	2.64	339.66	31.00%	61.41
2041	204402	69.7%	744.17	2.54	378.83	33.73%	58.98
2042	220824	73.5%	729.89	2.43	420.27	36.54%	56.48
2043	237918	77.3%	713.76	2.32	463.57	39.37%	53.96
2044	255480	81.2%	696.31	2.21	508.18	42.19%	51.45
2045	273300	84.9%	678.11	2.11	553.54	44.94%	49.00
2046	291103	88.5%	659.84	2.01	598.97	47.58%	46.65
2047	308576	91.8%	642.39	1.91	643.58	50.05%	44.46
2048	325566	94.9%	626.20	1.82	686.94	52.31%	42.44
2049	341863	97.6%	611.81	1.75	728.49	54.35%	40.63
2050	357319	100.0%	599.62	1.68	767.84	56.15%	39.03

DETAILED TABLE FOR THE SCENARIO F3

Unit	Scenario F3						
	Mass of Cleaner energy	Mass of cleaner energy/Total mass of fuel	Total CO _{2e} emitted	Total CO _{2e} emitted per year/Total mass of fuel	CO _{2e} reduction from the use of cleaner energy	% CO _{2e} emissions reduction from the use of cleaner energy	Mass average CI of fuels (gCO _{2e} /MJ) ^b
Unit	kt	%	Mt	t CO ₂ /t of fuel	Mt	%	gCO _{2e} /MJ
2030	78493	36.97%	672.94	3.17	139.53	17.17%	73.72
2031	98093	45.22%	658.90	3.04	171.30	20.63%	70.64
2032	118606	53.53%	641.90	2.90	206.02	24.30%	67.38
2033	140136	61.95%	621.60	2.75	244.05	28.19%	63.91
2034	162844	70.55%	597.47	2.59	285.91	32.37%	60.19
2035	186690	79.29%	569.52	2.42	331.58	36.80%	56.25
2036	202486	83.26%	553.00	2.27	377.72	40.58%	52.88
2037	219487	87.47%	533.10	2.12	427.22	44.49%	49.41
2038	237536	91.83%	510.28	1.97	479.65	48.45%	45.88
2039	256385	96.24%	485.23	1.82	534.32	52.41%	42.36
2040	275912	100.00%	465.14	1.69	590.77	55.95%	39.21
2041	281882	100.00%	412.02	1.46	666.75	61.81%	33.99
2042	287853	100.00%	359.47	1.25	742.15	67.37%	29.04
2043	293824	100.00%	308.19	1.05	816.28	72.59%	24.39
2044	299795	100.00%	258.87	0.86	888.45	77.44%	20.08
2045	305765	100.00%	254.51	0.83	915.65	78.25%	19.36
2046	311736	100.00%	252.72	0.81	940.29	78.82%	18.85
2047	317707	100.00%	250.64	0.79	965.23	79.39%	18.35
2048	323678	100.00%	248.27	0.77	990.45	79.96%	17.84
2049	329648	100.00%	245.60	0.75	1015.96	80.53%	17.33
2050	335619	100.00%	242.65	0.72	1041.77	81.11%	16.81

RÉFÉRENCES

- [1] OACI, Annexe 16 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, Volume IV, 2018.
<https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/SARPs-Annex-16-Volume-IV.aspx> (consulté le 28 mars 2023).
- [2] ICF, Roadmap for the development of the UK SAF industry, 2023. <https://www.sustainableaviation.co.uk/wp-content/uploads/2023/04/Sustainable-Aviation-SAF-Roadmap-Final.pdf> (consulté le 27 juin 2023).
- [3] Groupe d'action sur les transports aériens (ATAG), Waypoint 2050, 2020.
https://aviationbenefits.org/media/167187/w2050_full.pdf.
- [4] Agence européenne de la sécurité aérienne, Agence européenne pour l'environnement, European aviation environmental report 2022, 2022. https://www.easa.europa.eu/eco/sites/default/files/2023-02/230217_EASA_EAER_2022.pdf (consulté le 27 juin 2023).
- [5] Federal Aviation Administration, United States 2021 Aviation Climate Action Plan, 2021.
https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2021-11/Aviation_Climate_Action_Plan.pdf (consulté le 27 juin 2023).
- [6] ICCT, CO2 Emissions from Commercial Aviation, B. Graver, D. Rutherford, S. Zheng, 2020.
- [7] OACI, CORSIA Eligible Fuels - Life Cycle Assessment Methodology - V5, 2022.
https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA_Eligible_Fuels/CORSIA_Supporting_Document_CORSIA_Eligible_Fuels_LCA_Methodology_V5.pdf (consulté le 30 avril 2023).
- [8] L. Jing, H.M. El-Houjeiri, J.C. Monfort, J. Littlefield, A. Al-Qahtani, Y. Dixit, R.L. Speth, A.R. Brandt, M.S. Masnadi, H.L. MacLean, W. Peltier, D. Gordon, J.A. Bergerson, Understanding variability in petroleum jet fuel life cycle greenhouse gas emissions to inform aviation decarbonization, Nat Commun. 13 (2022).
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-35392-1>.
- [9] https://www.icao.int/environmental-protection/LTAG/Documents/ICAO_LTAG_Report_AppendixM5.pdf
- [10] JetBlue, [Sustainability | JetBlue](#)
- [11] Air France-KLM, [Environnement | AIR FRANCE KLM](#)
- [12] Japan Airlines, [Addressing Climate Change | Sustainability | JAPAN AIRLINES Corporate Information \(jal.com\)](#)
- [13] Banque mondiale, [Report on the Role of Sustainable Aviation Fuels in Decarbonizing Air Transport, 2022](#)
- [14] Delta Airlines, [Our Decarbonization Pathway \(delta.com\)](#)
- [15] IATA Net Zero monitoring, [Net Zero 2050 \(iata.org\)](#)
- [16] One World Carbon roadmap <https://www.oneworld.com/news/2021-08-31-oneworld-outlines-path-to-net-zero-emissions-by-2050>

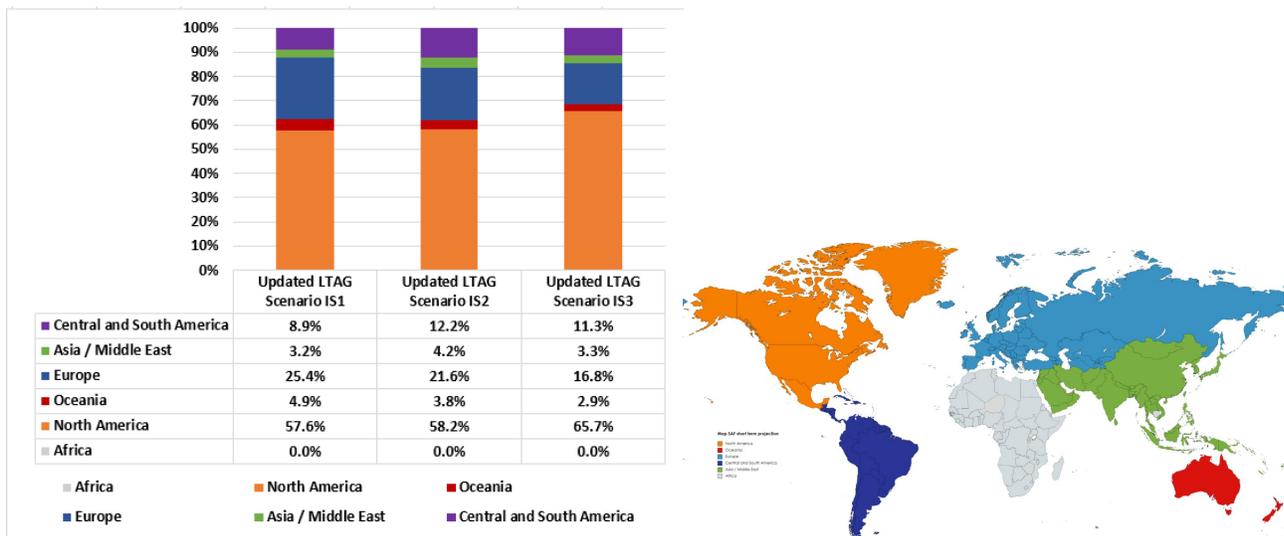
APPENDIX D

GEOGRAPHIC DISTRIBUTION AND TRENDS OF EXISTING AND PLANNED SAF PRODUCTION FACILITIES IN 2030

The short-term scenarios for 2030 were originally developed by CAEP in 2021, and included 5 short-term scenarios based on publically-available announcements of SAF production: “low”, “moderate”, “high”, ”high+”, and “max”. Such information **in 2021** was incorporated in the LTAG report in 2022, in which the three short-term scenarios “moderate”, “high” and “high+” were associated with the LTAG scenarios IS1, IS2 and IS3, respectively.

The results shown in this Appendix reflect a further update of the short-term projections for 2030, as compared to the LTAG scenarios IS1, IS2 and IS3. The updates to the short term projections include further announcements of SAF production facilities **by 31 January 2023**. Therefore, fuel volumes from the short-term projections out to 2030 outlined in this Appendix are not the same volumes reported in the LTAG-report, given the different points in time in which the different analyses have been prepared.

Based on the updated SAF short-term projection in 2030, the geographical distribution by world-region (in %) in 2030 is provided in the Figure below.



Notes – There are efforts ongoing in other world regions that could lead to SAF production by 2030 but have not reached the maturity level yet for inclusion in these projections at the time the database was frozen as of 31 January 2023. This analysis was developed by CAEP in a short period of time and should be reviewed in the future to ensure its accuracy and to use the definition of ICAO regions.

The database used by the CAEP analysis was frozen on 31 January 2023 and information above does not include any SAF facility announcements made since then.

Details on the methodology

Diffusion modelling was used to more accurately project later years' production beyond the 4-5 years typical for project announcements. However, the diffusion approach does not yield world-region-specific projections but rather global projections. Therefore, the analysis rely on scenario-adjusted announcements from the database for reporting world-region-specific SAF volumes in 2030.

The database used in the analysis includes 108 facilities, including 25 with a maturity level of A, 20 with a maturity level of B, and 27 with a maturity level of C, while other 36 facilities received a maturity level of D and were, therefore, not used in the analysis.

Although SAF activities are in its early stages and are evolving very rapidly in different parts of the world, when analyzing the current results by region of production, it is found that across all scenarios, the majority of SAF production is forecasted to be in the US, followed by the EU (see Figure above). The following essential aspects are highlighted:

- a) The analysis used the SAF database that was frozen on 31 January 2023, and announcements made since then are not included in the data;
- b) Facility announcements made later, as well as policy developments that could support the SAF production scale-up, are not included in the regional breakdown;
- c) Updating the database is a continuous task with additional announcements being captured, and therefore the output from database analyses in the future will change;
- d) Given the relatively small global SAF volumes, small volume changes in one world region can have a significant impact on the share of this world region in total production;
- e) Many facility announcements have incomplete data, and assumptions had to be made with regard to product slate; and
- f) The regional breakdown is based on scenario-adjusted announcements and does not include any diffusion-modelling. The assessment results and methodology can be found in the ICAO public website (<https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF-Projections.aspx>).

APPENDIX E

ICAO TRACKER ON SAF PRODUCTION FACILITIES

An up-to-date snapshot of SAF production facilities announcements worldwide is provided through the [ICAO Tracker on SAF production facilities](https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Pages/Production-Facilities.aspx), which is illustrated below and available for consultation at <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Pages/Production-Facilities.aspx>.

The tracker reflects all announcements without further technical assessments, including on maturity levels.

The capacity numbers refer to the total capacity of the facilities (including ground transportation fuels). There is significant uncertainty on the share of this capacity that will be directed to SAF compared to other fuels.

Information is based on publically-available announcements. ICAO does not actively verify the situation of announcements made in the past.

