

PLAN DIRECTEUR POUR LES CARBURANTS D'AVIATION DURABLES AU CANADA



Transports
Canada

Transport
Canada

Canada



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représentée par le ministre des Transports, 2026.

Transports Canada autorise la copie ou la reproduction du contenu de la présente publication à des fins d'utilisation personnelle ou publique, mais non commerciale. Les utilisateurs doivent reproduire les documents avec exactitude, citer Transports Canada comme en étant la source et ne pas les présenter comme étant une version officielle des documents copiés, ni comme une production en collaboration ou avec l'approbation de Transports Canada.

Pour demander l'autorisation de reproduire des éléments de cette publication à des fins commerciales, communiquez avec :

Services d'édition et de dépôt Services publics et
Approvisionnement Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0S5
droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca

TP : 15698F
N° de catalogue : T42-37/2026F-PDF
ISBN 978-0-660-98269-4

Une version électronique de cette publication est disponible à l'adresse suivante :
<https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/politiques/plan-action-climatique-aviation-canada>.

Pour toute question concernant le présent rapport ou le Plan d'action du Canada pour réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant de l'aviation, veuillez communiquer avec :
TC.AviationEmissions-Emissionsaviation.TC@tc.gc.ca



Deloitte.

Avertissement

Le gouvernement du Canada, sous la direction de Transports Canada, travaille avec Deloitte LLP, le Groupe de travail sur le développement de l'aviation durable et un sous-groupe dédié aux carburants d'aviation durables (SAF), composé de représentants du secteur privé, d'organisations non gouvernementales et industrielles, ainsi que des gouvernements fédéral et provinciaux, et co-dirigé par le conseil canadien des carburants d'aviation durables (C-SAF), afin d'orienter l'élaboration de ce Plan directeur des SAF pour le Canada. Le Plan directeur est le résultat des données probantes et des contributions recueillies dans le cadre d'un processus consultatif de réunions, de soumissions écrites et de sessions de travail. Le contenu, les conclusions et les recommandations exprimés dans le Plan directeur reflètent une vision commune et peuvent ne pas être approuvés à l'unanimité par toutes les organisations participantes et leurs employés, y compris le gouvernement du Canada.

TC et Deloitte n'assument aucune responsabilité pour les pertes subies par une partie en raison de la diffusion, publication, reproduction ou utilisation de cette analyse contraire à son objectif prévu.

Nous renonçons à tout engagement ou obligation d'informer quiconque de tout changement dans un fait ou un élément affectant cette analyse, qui pourrait nous être signalé après la date des présentes. Sans limiter ce qui précède, en cas de changement substantiel dans un fait ou un élément affectant les analyses après la date des présentes, nous nous réservons le droit de modifier l'analyse, mais nous n'en sommes pas obligés. Les observations sont faites sur la base des conditions économiques, industrielles, concurrentielles et générales des affaires courant en date des présentes. Dans les analyses, nous avons peut-être fait des hypothèses concernant la performance de l'industrie, les conditions générales des affaires, des politiques et économiques ainsi que d'autres sujets, dont beaucoup échappent à notre contrôle.

Ce document inclut également certaines déclarations, estimations et projections concernant la performance future anticipée. Ces déclarations, estimations et projections reflètent diverses hypothèses concernant les résultats anticipés et sont soumis à d'importantes incertitudes commerciales, économiques et concurrentielles, ainsi que des contingences, dont plusieurs échappent au contrôle de TC et Deloitte. Par conséquent, rien ne peut garantir que de telles déclarations, estimations et projections seront réalisées. Bien que nous ayons commenté ces déclarations, estimations et projections ainsi que leurs implications, TC et Deloitte n'assument aucune responsabilité quant à leur exactitude ou leur exhaustivité.

Aucune opinion, conseil ou interprétation n'est destiné à intervenir dans des questions nécessitant un conseil juridique ou autre conseil professionnel approprié. On suppose que ces opinions, conseils ou interprétations ont été, ou seront, obtenus auprès des sources professionnelles appropriées. Dans la mesure où il existe des questions juridiques liées au respect des lois, règlements et politiques applicables, nous n'assumons donc aucune responsabilité.

Nous croyons que nos analyses doivent être considérées dans leur ensemble et que sélectionner des parties des analyses, ou les facteurs pris en compte, sans considérer tous les facteurs et analyses ensemble, pourrait créer une vision trompeuse des enjeux liés au rapport. La modification de l'une des hypothèses identifiées tout au long de ce rapport pourrait avoir un impact important sur notre analyse contenue ici. Si l'une des principales hypothèses n'est pas exacte ou si l'une des informations fournies n'est pas factuelle ou correcte, nos analyses, telles qu'exprimées dans ce rapport, pourraient être significativement différentes.

Table des matières

AVERTISSEMENT	i	5 Production domestique	43
RÉSUMÉ EXÉCUTIF	2	Voies technologiques pour le Canada	44
GLOSSAIRE	12	Le scénario de production maximale de SAF au Canada	48
1 INTRODUCTION	13	Matières premières pour le Canada	53
Objectif du Plan directeur des carburants d'aviation durables	13	6 Importation de SAF	61
Contexte	13	Disponibilité mondiale plus large des SAF pour l'importation au Canada	67
Qu'est-ce que le carburant d'aviation durable?	15	Observations des Approvisionnements des SAF canadiennes	69
Pourquoi le Canada a-t-il besoin de SAF?	16	7 Le rôle du système de réservation et de réclamation	70
De combien de SAF le Canada aura-t-il besoin?	20	Explorer une approche nationale du système de réservation et de réclamation	74
Naviguer la transformation à faible émission de carbone dans l'industrie aéronautique	20	8 Critères de durabilité et comptabilité	75
2 MÉTHODOLOGIE	23	Durabilité dans le cadre de CORSIA et intensité carbone des combustibles admissibles à CORSIA	76
3 PERSPECTIVE MONDIALE : ÉTAT ACTUEL DES SAF	25	Comparaison de la détermination de l'intensité du carbone (méthodologies ACL) selon différents schémas (LCFS de la C.-B, RCP, CORSIA, EU RED, CA LCFS, US IRA 40B SAF Crédit)	81
Programme de compensation et de réduction du carbone pour l'aviation internationale	26	Conformité des matières premières canadiennes aux critères de durabilité de CORSIA et comparaison de l'intensité carbone selon divers systèmes	83
Politiques SAF dans d'autres juridictions	27	9 Résultats du Plan directeur : Une voie à suivre – Actions potentielles à envisager pour aider à atteindre l'objectif ambitieux de 2030 et atteindre la carboneutralité d'ici 2050	87
Partenariats et mesures mondiaux	30	ANNEXES	91
Les politiques et les interventions industrielles qui façonnent le marché	33		
4 DÉVELOPPEMENT D'UN MARCHÉ CANADIEN DES SAF	37		
Comprendre les principaux défis	37		
Le potentiel des mesures existantes	39		
Atteindre les objectifs des SAF du Canada	43		



RÉSUMÉ EXÉCUTIF

L'aviation joue un rôle crucial dans le réseau de transport et l'économie du Canada, reliant les Canadiens sur de vastes distances et facilitant le commerce, le tourisme et l'investissement. Cependant, elle contribue aussi de manière significative aux émissions de gaz à effet de serre (GES). Les transporteurs aériens canadiens ont émis 22 mégatonnes d'émissions de GES en 2023, soit une augmentation de plus de 23 % depuis 2005. L'activité aérienne intérieure représente 5 % des émissions de transport et 1,2 % des émissions totales au Canada.

L'utilisation de carburants d'aviation durables (SAF) et des carburants d'aviation à faible émission de carbone est la voie la plus technologiquement opérationnelle et la plus commercialement réalisable pour des réductions significatives des émissions. Cela est observé à l'échelle mondiale, alors que les pays et les organisations investissent dans la production et l'utilisation des SAF. Pour souligner clairement l'importance des SAF pour l'aviation canadienne, le Plan d'action climatique de l'aviation du Canada a fixé un objectif ambitieux d'utilisation de 10 % des SAF d'ici 2030 (estimé à 1 milliard de litres), provenant d'une combinaison d'approvisionnement international et de production domestique.

Ce Plan directeur des SAF comprend un vaste ensemble de données probantes et présente des actions et mesures potentielles, tant du secteur public que privé, pour aider à créer un marché intérieur des SAF capable de fournir au Canada des volumes suffisants de SAF pour atteindre son objectif ambitieux et tracer la voie vers la carboneutralité d'ici 2050.

La production et l'utilisation des SAF représentent à la fois une opportunité économique à long terme et une priorité environnementale stratégique pour le Canada et son secteur aéronautique.

Le Plan directeur des SAF était un effort collaboratif dans le cadre du Groupe de travail sur le développement durable de l'aviation, qui inclut des représentants de plusieurs niveaux gouvernementaux, industriels et universitaires. Ce document est le résultat d'une consultation approfondie et des connaissances cumulées recueillies auprès des parties prenantes tout au long de la chaîne de valeur.

Comme le décrit le Conseil canadien pour les carburants d'aviation durables (C-SAF) dans sa feuille de route SAF (2023), le Canada dispose des matières premières, de l'expertise en raffinage, de la capacité d'innovation et des compagnies aériennes nationales pour créer une industrie de renommée mondiale qui contribue à répondre à ses propres besoins et à ceux d'autres juridictions. Pour concrétiser cette promesse, le Canada doit mobiliser et aligner l'ensemble de l'écosystème. Tirer parti des atouts du Canada pour la production domestique tout en aidant les acheteurs dans l'importation des SAF dans le pays peut créer des avantages concrets pour les Canadiens et les

organisations à travers le pays, notamment des opportunités d'emploi directes, une compétitivité industrielle à long terme et des options à faible émission de carbone pour les consommateurs.



Avantages du développement d'un marché canadien des SAF à travers la chaîne de valeur canadienne.

- ✓ La production domestique des SAF renforce l'économie canadienne.
- ✓ Renforce la compétitivité des transporteurs aériens canadiens (niveau national et international) et des aéroports.
- ✓ Crée et maintien des emplois bien rémunérés dans l'aérospatiale, l'aviation, les carburants, l'agriculture et les industries connexes.
- ✓ Crée de nouvelles occasions de marché stable pour les matières premières agricoles et forestières canadiennes.
- ✓ Contribue aux efforts mondiaux pour réduire les émissions, établit le Canada comme un chef de file dans la décarbonisation de l'aviation et respecte les engagements environnementaux internationaux et corporatifs.
- ✓ Accroît la sécurité énergétique nationale et l'abordabilité des carburants propres à l'avenir, minimise la concurrence pour des volumes mondiaux coûteux et limités, ainsi que les perturbations potentielles des chaînes d'approvisionnement.
- ✓ Augmente la disponibilité et l'abordabilité des options à faible émission de carbone pour les voyageurs aériens canadiens et internationaux, ainsi que pour les organisations.

État actuel du marché canadien des SAF

À ce jour, il existe des politiques et des programmes pour aider à développer un marché des SAF au Canada. Le gouvernement fédéral a mis en place des mesures, dont plusieurs visent à soutenir la production d'une gamme de carburants à faible teneur de carbone, y compris les SAF. Au niveau provincial, le gouvernement de la Colombie-Britannique a mis en place des règlements en appui à l'adoption des SAF, ce qui incluent des crédits volontaires facultatifs (jusqu'à la fin 2026), des réductions d'intensité carbone pour le carburant d'avion (la conformité ne se limite pas à l'utilisation du SAF à commencé en 2026), ainsi qu'un mandat volumétrique des SAF (à partir de 2028).

Malgré ces efforts, un marché canadien cohérent des SAF n'a pas encore évolué et émerge actuellement à un rythme plus lent que dans de nombreux pays européens et aux États-Unis, où une combinaison de réglementation et d'incitatifs financiers crée un climat d'investissement plus favorable. Il n'y a pas de production commerciale soutenue au Canada et, bien qu'il y ait eu des cas récents où des acheteurs de carburant ont acheté des quantités de SAF à l'étranger pour leur approvisionnement au Canada, un approvisionnement mondial constant est loin d'être garanti à mesure que la demande croît à l'échelle internationale.

Les parties prenantes de l'industrie ont exprimé leur inquiétude quant au fait que l'approche actuelle du Canada ne mènera pas à un approvisionnement en SAF au Canada (produit localement ou importé), tout en maintenant la compétitivité et l'accessibilité financière des systèmes de transport aérien canadiens.

Au moment de la rédaction de ce Plan directeur, le pays est à un point tournant où le gouvernement du Canada a clairement établi des priorités : diversifier nos relations commerciales, accélérant les projets d'intérêt national, accroître sa compétitivité climatique vers une économie à faible teneur de carbone et de devenir une superpuissance énergétique dans les énergies propres. Ce Plan directeur des SAF illustre comment l'augmentation de l'adoption des SAF et le développement d'un marché intérieur pourraient contribuer à ces objectifs, notamment en réduisant la dépendance aux carburants importés des États-Unis et d'autres juridictions.

Défis fondamentaux

Les enjeux les plus urgents qui entravent un marché canadien des SAF transcendent les frontières géographiques et les industrielles, nécessitant des efforts conjoints de tous les acteurs du marché. Malgré les avantages du Canada en matière de ressources naturelles et son expertise industrielle, se concentrer exclusivement sur la production domestique

des SAF ne suffira pas à assurer la disponibilité et l'accès à ceux-ci. En revanche, le Canada devra miser sur un équilibre prudent entre l'importation des SAF et le renforcement de la production domestique, tout en surmontant les défis fondamentaux suivants :

Le coût élevé du SAF comparé au carburant d'aviation conventionnel

- Le SAF peut coûter de 2 à 8 fois plus cher que le carburant d'aviation conventionnel, selon la voie de production utilisée. La majorité des installations à l'échelle commerciale en service et en développement à l'échelle mondiale utilisent actuellement la voie de production esters et acides gras hydrotraités (HEFA). En conséquence, à court et moyen terme, le prix du marché dépendra principalement de la disponibilité et des prix des matières premières utilisées dans la production de HEFA.
- La politique exerce également une forte influence sur les prix mondiaux. Les obligations de conformité de l'Union européenne ont créé une forte demande en Europe et les prix sur les marchés régionaux sont généralement plus élevés. Aux États-Unis, les prix fluctuent, mais ils ont récemment baissé. À long terme, les coûts de production de la plupart des technologies de production des SAF risquent de diminuer. Cependant, même pour les voies les plus économiques et technologiquement matures, il est peu probable que l'écart de coûts entre les SAF et le carburant d'aviation conventionnel se réduise complètement.
- Du point de vue du processus d'approvisionnement et de la logistique, sécuriser et recevoir les SAF nécessite un temps supplémentaire pour planifier et coordonner avec divers intervenants de la chaîne d'approvisionnement (par exemple, producteurs de carburant, distributeurs, aéroports, etc.). Cet effort supplémentaire, parfois long, contribue aussi à l'augmentation du coût d'acquisition du SAF.
- Il existe une incertitude et des inquiétudes quant à la manière dont la prime de coût du SAF pourrait être absorbée par le secteur et/ou répercutée sur les utilisateurs finaux (via le prix d'achat des billets). Étant donné que le carburant représente généralement plus de 25 % des coûts d'exploitation des compagnies aériennes commerciales, tout volume significatif de SAF acheté serait un défi à gérer pour les compagnies aériennes (surtout pour les plus petites compagnies). Bien que certaines compagnies aériennes aient acheté de petits volumes, plusieurs ont indiqué qu'elles ne pourraient pas absorber à elles seules les coûts d'une utilisation importante des SAF et que les augmentations inévitables des prix des billets pourraient nuire à leur accessibilité ainsi que représenter un risque important pour leur compétitivité, surtout comparé à leurs concurrents internationaux.

Risque d'investissement dans la production canadienne

- Pour les investisseurs et les futurs producteurs canadiens du SAF, il existe de l'incertitude quant à la possibilité d'un retour sur investissement. Les politiques canadiennes actuelles ne créent pas de conditions pour une marge d'exploitation positive ni un signal de demande suffisant à long terme, laissant les futurs producteurs canadiens du SAF incapables d'allouer ou d'attirer des investissements en capital pour des installations situées au Canada.
- La demande mondiale pour les volumes du SAF est en croissance et des milliards de dollars d'investissements mondiaux ont été annoncés, mais une grande partie dépend de signaux politiques constants et de la volonté de payer une prime. Les producteurs évaluent les opportunités dans diverses juridictions et cherchent à s'implanter dans des endroits offrant les incitatifs économiques les plus stables et attrayants à long terme, où les chaînes d'approvisionnement existantes peuvent être exploitées, et où les centres de demande locaux peuvent assurer la vente et minimiser les coûts de transport. Par exemple, les incitatifs américains en vertu de la loi sur la réduction de l'inflation (IRA) et au niveau des États ont encouragé des milliards de dollars en projets annoncés.
- Comme mentionné précédemment, la demande mondiale pour les SAF est en croissance et, même si plusieurs compagnies aériennes canadiennes et associations continuent de souligner le désir d'utiliser des carburants à faible teneur en carbone, les producteurs ont exprimé le besoin de signaux de demande durables à long terme et d'une visibilité claire vers une marge viable pour soutenir les décisions d'investissement.
- Il serait difficile pour les producteurs canadiens de SAF de profiter de la vente sur le marché européen, car la plupart des projets canadiens, du moins à court terme, sont susceptibles de s'appuyer sur des matières premières d'origine animale et des cultures vivrières (par exemple, le canola), étant donné que le SAF dérivé de ces matières premières n'est pas permis selon la réglementation européenne actuelle. En conséquence, le Canada est principalement en concurrence avec les États-Unis pour les investissements. Les États-Unis offrent certains avantages similaires au niveau des matières premières mais disposent d'une plus grande capacité de raffinage, jumelée à des incitatifs basés sur la production, ce qui peut réduire les risques pour les investisseurs. Par conséquent, situer un projet aux États-Unis offre généralement des avantages commerciaux plus importants. Il convient de noter que la production de carburant au Canada ne garantirait pas nécessairement son utilisation, et que le combustible produit pourrait être exporté s'il existe un avantage commercial pour le faire.
- Selon la voie technologique et l'installation opérationnelle, le diesel renouvelable (DR) et les SAF peuvent être produits dans la même installation. La décision de produire l'un ou l'autre carburant est de nature économique, et les

politiques existantes, la réglementation, les conditions de marché et les coûts d'exploitation tendent à favoriser la production de DR.

- La production du SAF nécessite des volumes de matières premières plus importantes que ceux requis pour la production de DR (par exemple, pour la voie de production HEFA), ainsi que de l'hydrogène, de la chaleur et de l'énergie supplémentaires, ce qui en fait un carburant légèrement plus intensif en carbone avec un coproduit différent. Les installations de DR existantes ne disposent pas nécessairement des unités de traitement nécessaires pour produire du SAF, ce qui entraînerait des coûts supplémentaires pour installer et exploiter des équipements supplémentaires.
- Le Canada pourrait tirer parti de sa capacité de raffinage pour produire du SAF co-traité sans avoir besoin d'investissements importants à grande échelle. Cependant, la limite actuelle de 5 % sur le volume de contenu renouvelable autorisé par les spécifications ASTM International rend ce cas d'affaires non viable. Au moment de la rédaction du Plan directeur, la limite de mélange est envisagée pour une révision à 30 %, ce qui profiterait à l'économie de la production de SAF via le co-traitement.

Offre limitée à l'échelle mondiale

- La récente période de rareté des marchés mondiaux a poussé les acheteurs de carburant (particulièrement ceux ayant de fortes obligations de conformité) à obtenir l'approvisionnement du SAF par le biais d'accords de rachat à court et moyen terme, ce qui a eu un impact sur la disponibilité à court terme et a fait grimper le prix des importations au Canada. Par conséquent, la plupart des SAF produits à l'échelle mondiale sont importés par l'Union européenne ou les États-Unis. Du point de vue d'un producteur, les ententes à long terme ne sont pas encore suffisantes pour garantir leur propre viabilité une fois leurs usines construites.
- Les compagnies aériennes canadiennes se retrouvent à tenter d'obtenir des volumes significatifs lorsqu'ils sont disponibles, car le contexte national offrant peu de mesures de soutiens et d'incitatifs pour les utilisateurs. Alors que certaines compagnies aériennes ont récemment connu du succès dans l'acquisition et l'importation de SAF, d'autres compagnies aériennes de plus petite taille ne peuvent pas rivaliser. Ils s'intéressent aux opportunités offertes par le système de réservation et de réclamation, qui n'a pas encore été largement reconnu et adopté. En l'absence de nouvelles mesures ou initiatives, le Canada continuera de dépendre de la volonté de ses compagnies aériennes de payer une prime pour importer des volumes marginaux de SAF disponibles sur le marché mondial. Cette approche comporte, à plus long terme, le risque que si la rareté mondiale persiste, les compagnies aériennes pourraient avoir du mal à respecter les obligations internationales existantes (ou futures) et pourraient voir leur compétitivité mondiale diminuer.

TABLEAU 01 | Évolution idéale de la production et de l'utilisation des SAF au Canada

Évolution potentielle de la production, de l'importation et de l'utilisation de SAF au Canada			
	Là où nous en sommes aujourd'hui	Où nous pourrions être dans 2 à 5 ans	Où nous pouvons être au-delà de 2030
Accès aux SAF	• Pas de production domestique régulière de SAF (y compris le carburant co-traité) et aucune installation de production de SAF au-delà d'ingénierie de base (FEED – Front-End Engineering Design). • Les importations des marchés américains et mondiaux ont commencé en 2022 et ont augmenté régulièrement jusqu'en 2025. L'offre est limitée. • L'intérêt des aéroports, des compagnies aériennes et d'autres exploitants aéronautiques à être des partenaires actifs sur le marché des SAF.	• Le SAF représente jusqu'à 10 % du carburant d'aviation utilisé par les opérateurs canadiens (jusqu'à 1 milliard de litres par an) provenant d'une combinaison d'importations et de production domestique. • Production régulière et croissante du SAF au Canada à la fin de cette période. • Une teneur biogénique accrue permet le co-traitement. • Les installations de mélange peuvent soutenir l'utilisation des SAF dans un ou plusieurs aéroports. • Accès facile aux importations provenant des marchés américains et mondiaux (tant du SAF pur que pré-mélangé).	• Production et importation supplémentaires du SAF, soutenues par le marché, dépassant l'objectif ambitieux et atteignant des volumes plus élevés de SAF, qui devraient contribuer à atteindre la carboneutralité du secteur aérien d'ici 2050. Dans ce scénario, le Canada devrait continuer à compter de façon significative sur l'utilisation de carburant importé. Dans un scénario favorable, la production domestique, grâce aux voies modélisées, ne couvrirait toujours que moins de la moitié de la demande.
Prix et demande	• Le SAF demeure nettement plus coûteux que le carburant d'avion, le coût de production étant supérieur aux avantages politiques disponibles au Canada. • Le prix du SAF dépasse la volonté et/ou la capacité de paiement des opérateurs d'aviation, passagers en voyage / clients corporatifs (à grand volume et à long terme).	• Coopération à travers la chaîne de valeur des SAF et de la biomasse/électricité à faible teneur en carbone, incluant des projets pilotes, des études de faisabilité et la construction d'infrastructures facilitant le SAF. • Le Canada a un marché en place qui peut aider à créer de la demande, encourager les fournisseurs à vendre au Canada et aider à minimiser la prime de coût du SAF. • Convenir d'une approche commune pour la réservation et la réclamation au Canada, permettant l'achat des attributs environnementaux des SAF par diverses parties.	• Accès au SAF et disponibilité de volumes permettant des réductions d'émissions significatives. • Réduction de l'écart de prix entre le carburant conventionnel et le SAF grâce au soutien politique, aux avancées technologiques et/ou à l'augmentation de l'efficacité de l'industrie.

	• La production/importation de SAF est admissible à obtenir des crédits en vertu de la norme des carburants à faible teneur en carbone de la Colombie-Britannique et du Règlement canadien sur les carburants propres. Étant donné que le crédit LCFS de la Colombie-Britannique et le crédit RCP sont cumulables, il y a un avantage à vendre du SAF en Colombie-Britannique comparativement à d'autres régions canadiennes. • Les exploitants aéronautiques ont pris des engagements volontaires par le biais du Plan d'action climatique de l'aviation et/ou de leurs plans d'entreprise, et ont effectué des achats groupés. • Des efforts précoces sont menés par diverses parties pour développer des systèmes de réservation et de réclamation.	• Réduction de l'écart de prix entre le carburant conventionnel et le SAF grâce au soutien politique, aux avancées technologiques et/ou à l'augmentation de l'efficacité de l'industrie.	
Exigences en matière de durabilité	• Les différences actuelles dans les critères de durabilité et les méthodologies variées d'évaluation du cycle de vie créent un fardeau administratif et un arbitrage de marché (C.-B.).	• Une meilleure sensibilisation et clarté quant aux différences dans les méthodologies des critères de durabilité entre le Régime de compensation et de réduction de carbone pour l'aviation internationale (CORSIA), et les cadres appliqués aux niveaux national et subnational commencent à réduire les obstacles à l'approvisionnement du SAF pour les nouveaux acheteurs. • Informations disponibles et mises à jour sur les évaluations du cycle de vie des voies anticipées du SAF canadien, aidant le Canada à mieux tirer parti de ses avantages en matière première et à identifier comment l'intensité carbone des carburants et matières premières canadiennes peut être améliorée.	• Avec le temps, les normes mondiales de durabilité pourraient commencer à s'aligner autour d'une méthodologie commune, comme CORSIA. Le Canada surveille les développements et poursuit des ajustements à sa propre méthodologie selon les besoins.

Une voie à suivre

Ce Plan directeur des SAF pour le Canada identifie une voie potentielle pour atteindre l'objectif ambitieux du Canada pour son utilisation. Cela prend en compte la production actuelle et prévue de SAF, les opportunités d'importation, des systèmes de réservation et de réclamation, les normes de durabilité et la déclaration des émissions. Le Plan directeur se conclut par les piliers d'actions ci-dessous, que les parties prenantes gouvernementales et non gouvernementales de la chaîne de valeur pourraient envisager, ce qui aiderait à augmenter la disponibilité et l'accès aux SAF au Canada.



TABLEAU 02 | Piliers d'actions pour aider à atteindre l'objectif ambitieux



Pilier 1 : Partenariats stratégiques

Utiliser stratégiquement les partenariats existants et nouveaux (nationaux et internationaux) pour explorer des opportunités qui soutiennent la production, l'importation et l'utilisation des SAF.

Pour aider à surmonter : coût élevé / risque d'investissement / offre limitée

- Continuer à collaborer par le biais du Groupe de travail sur le développement durable de l'aviation, à plusieurs niveaux de gouvernement, ainsi que par des parties prenantes non gouvernementales, des secteurs industriels et du public par le biais du Plan d'action climatique de l'aviation du Canada. Les membres devraient prioriser les discussions lors du déploiement, dans le but de partager les connaissances, les idées, les meilleures pratiques et les leçons apprises.
- Travailler avec tous les niveaux de gouvernement pour réfléchir à la manière dont les incitatifs existants et potentiels pourraient être équilibrés et pour éviter un désalignement des politiques entre les régions.
- Tirer parti des événements internationaux et poursuivre des initiatives qui attireront à la fois des investissements étrangers directs dans la production du SAF et accéléreront les opportunités pour les entreprises canadiennes sur les marchés mondiaux.
- Collaborer avec les aéroports, les compagnies aériennes, les fabricants d'aéronefs, ainsi qu'avec les gouvernements et autres acteurs de la chaîne de valeur, afin d'explorer des occasions de collaboration, y compris la création de corridors d'aviation verts.



Pilier 2 : Investissement de réduction du risque

Explorer des occasions d'établir des programmes, des politiques à long terme et des modèles d'affaires pour encourager l'industrie et les gouvernements à investir dans la croissance d'un marché des SAF. Les gouvernements à tous les niveaux, ainsi que les parties prenantes de l'industrie, auront un rôle à jouer pour réduire les risques liés au SAF.

Pour aider à surmonter : coût élevé / risque d'investissement / offre limitée

- Considérer des politiques à long terme qui pourraient aider à réduire les risques des investissements du secteur privé nécessaires pour établir des infrastructures de production et de distribution des SAF et créer une certitude de la demande des SAF.
- Évaluer les occasions de soutenir la production domestique, l'importation et/ou l'utilisation du SAF, spécifiquement pour aider à compenser la prime de prix du SAF.
- Trouver des occasions pour consolider la demande canadienne existante.
 - Élaborer une prévision de la demande canadienne en collaboration avec les principales associations de l'industrie et les compagnies aériennes canadiennes.



Pilier 3 : Construire des chaînes d'approvisionnement et établir des infrastructures de soutien

Étudier des options pour accélérer le développement des chaînes d'approvisionnement régionales, y compris pour les matières premières à faible teneur de carbone, afin de débloquent les voies futures du SAF nécessaires au-delà de 2030 et d'assurer la préparation et la capacité à gérer et mélanger les volumes de SAF produits au pays ou importés.

Pour aider à surmonter : Risque d'investissement / offre limitée

- Développer une série de projets en continu comprenant des projets pilotes, des démonstrations et des premiers projets commerciaux afin d'identifier où l'infrastructure est nécessaire à mesure que le marché évolue.
- Développer des études régionales de faisabilité sur les infrastructures et la chaîne d'approvisionnement ainsi que des plans d'activation (y compris les types de matières premières, l'emplacement des installations locales de production de SAF avec des matières premières disponibles, les emplacements pour recevoir, mélanger et intégrer le SAF dans la chaîne d'approvisionnement en carburant conventionnel, etc.).
 - Évaluer les opportunités dans les aéroports à trafic élevé (par exemple, Vancouver, Toronto, Calgary, Montréal, Edmonton) pour établir des chaînes d'approvisionnement régionales pilotes de SAF.
 - Explorez les partenariats public-privé pour construire des installations de mélange.
- Les parties prenantes régionales pourraient mener des stratégies axées sur l'action pour identifier et surmonter les obstacles à la déblocage des chaînes d'approvisionnement régionales de matières premières jugées à fort potentiel pour le Canada (par exemple, l'agriculture et les résidus forestiers), en mettant l'accent sur la logistique de collecte et de livraison.



Pilier 4 : Codes et normes

Envisagez de mettre à jour les codes existants — et en développement de nouveaux — pour permettre et accélérer l'adoption des SAF et éliminer les obstacles au déploiement, tant au pays qu'à l'international.

Pour aider à surmonter : Risque d'investissement / offre limitée

- Effectuer une évaluation des lacunes des spécifications pertinentes du carburant afin de confirmer qu'il existe des lignes directrices claires pour les normes de stockage, de manutention et de distribution des SAF.
- Examiner les mesures visant à soutenir les organisations souhaitant contribuer à l'expansion des limites de co-traitement d'ASTM International et des matières premières approuvées pour les SAF.
- Par l'entremise de l'OACI et d'autres forums internationaux, continuer de défendre la durabilité et l'intensité carbone du cycle de vie des matières premières canadiennes.



Pilier 5 : Accélérer le développement technologique et l'innovation

Explorer les opportunités de R&D supplémentaires, développer les priorités de recherche et assurer la collaboration entre les parties prenantes nationales et internationales afin que le Canada conserve son avantage concurrentiel et son leadership mondial.

Pour aider à surmonter : Risque d'investissement / offre limitée

- Continuer à soutenir la recherche et le développement afin de permettre le développement des voies existantes et nouvelles de la SAF, tant au niveau national qu'avec des partenaires internationaux.
- Explorer les possibilités de soutien via le processus ASTM International visant à augmenter les taux de mélange du SAF pour atteindre 100 %, lorsque possible.
- Examiner les mesures pour réduire les risques des premières installations de production, soutenir la commercialisation de nouvelles technologies et comprendre les besoins futurs en infrastructure.



Pilier 6 : Comptabilité des émissions et réservation et de réclamation

Envisagez de participer au développement d'un mécanisme de réservation et de réclamation national et/ou international, reconnu par le gouvernement et les partenaires internationaux, afin d'accroître davantage la demande et l'accès équitable aux SAF.

Pour aider à surmonter : coût élevé / risque d'investissement / offre limitée

- Effectuer des analyses comparatives supplémentaires afin de comprendre et de clarifier les similitudes et différences entre les méthodologies de comptabilisation des émissions et potentiellement simplifier l'utilisation de différentes méthodologies.

- Compiler des études d'évaluation du cycle de vie des voies anticipées du SAF canadien sous différents régimes réglementaires afin d'aider le Canada à mieux tirer parti de ses avantages pour soutenir la production de SAF à faible intensité carbone, notamment en identifiant les zones du cycle de vie du carburant ayant une empreinte élevée en GES et pouvant être améliorées.
- Explorer un cadre et des directives cohérents pour l'utilisation des systèmes de réservation et de réclamations au Canada pour les vols domestiques et internationaux, en soulignant la nécessité de leur reconnaissance selon des normes mondiales comme le Protocole des GES.
 - Il est important de clarifier l'interaction entre les politiques internationales, nationales et provinciales pertinentes pour l'achat, le mélange et l'utilisation des SAF afin d'identifier comment les attributs environnementaux des SAF peuvent être revendiqués et attribués aux vols domestiques et internationaux tout en évitant le double comptage.
 - Réfléchir à la meilleure façon de permettre aux utilisateurs finaux (par exemple, des organisations) d'acheter des attributs ou certificats environnementaux de SAF et d'aider à développer le marché du SAF.



Pilier 7 : Éducation et sensibilisation

Promouvoir et s'assurer que les individus, les organisations, les gouvernements et les communautés soient conscients des opportunités et des avantages des SAF pour l'économie et l'environnement canadiens.

Pour aider à surmonter : coût élevé / risque d'investissement / offre limitée

- Saisir des occasions d'éduquer les passagers et les partenaires d'affaires sur les avantages de l'utilisation des SAF, tant sur le plan environnemental qu'économique.
- Développer des calculateurs de coûts accessibles au public pour évaluer le coût des SAF et son impact sur les coûts des services d'aviation.
- Continuer à permettre aux entreprises et aux clients de transport de marchandises de contribuer au paiement de la prime du SAF grâce à des programmes d'adhésion volontaire.
- Continuer à publier des études et à mettre en lumière les efforts actuels et futurs pour faire avancer les SAF au Canada.

Le Canada a un fort potentiel pour devenir une nation qui utilise et produit de grands volumes de SAF. Cependant, sans nouvelles mesures et actions renforcées à travers le secteur, il est peu probable que le niveau et la rapidité des investissements nécessaires pour créer un marché et atteindre l'objectif ambitieux soient atteints. Tous les acteurs du marché au Canada peuvent envisager, à court terme, de s'appuyer sur les initiatives existantes et d'ajouter de nouvelles mesures pour mieux répondre aux principaux défis liés à l'adoption du SAF au Canada. La mise en œuvre des recommandations de ce rapport permettrait au secteur aéronautique canadien de mener la transition écologique tout en renforçant sa compétitivité, la sécurité énergétique et en générant des bénéfices économiques sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

La publication de ce Plan directeur vise à fournir un cadre que les gouvernements et l'industrie pourront considérer et potentiellement utiliser pour mettre en œuvre des actions et déterminer les prochaines étapes dans le cadre du Plan d'action climatique de l'aviation du Canada.

Le secteur du transport aérien canadien est économiquement déréglementé et fonctionne selon le principe de l'« utilisateur-payeur », ce qui signifie que les transporteurs aériens, les grands aéroports et les fournisseurs de services de navigation aérienne du Canada sont tous des entités privées, indépendantes sur le plan opérationnel et financier du gouvernement. Les utilisateurs du système paient le coût total des services qu'ils reçoivent, ce qui peut représenter une part significative du prix du billet, selon le vol. Pour assurer l'efficacité globale d'une voie à suivre pour les SAF, il sera important que les parties prennent en compte les impacts sur des éléments importants tels que l'accessibilité financière, la compétitivité, les opportunités économiques et les bénéfices environnementaux.

Après la publication de ce document, des consultations continues auront lieu avec les parties prenantes publiques et privées, ainsi que le milieu universitaire, afin d'aider à orienter les prochaines étapes. Ces engagements seront coordonnés par l'entremise du Groupe de travail sur le développement durable de l'aviation et de son sous-groupe technique sur les SAF.

Glossaire

ATAG	Groupe d'action sur le transport aérien (<i>Air Transport Action Group</i>)
AtJ	Filière de transformation d'alcool en carburéacteur (<i>Alcohol to Jet</i>)
LCFS de la C.-B.	La norme de carburant à faible teneur en carbone de la Colombie-Britannique (<i>British Columbia Low Carbon Fuels Standard</i>)
TCAC	Taux de croissance annuel composé
CSC	Capture et stockage du carbone
RCP	Règlements sur les carburants propres
IC	Intensité du carbone
CORSIA	Régime de compensation et de réduction de carbone pour l'aviation internationale (<i>Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation</i>)
CO₂	Dioxyde de carbone
C-SAF	Le Conseil canadien des carburants d'aviation durables (<i>Canadian Council for Sustainable Aviation Fuels</i>)
DAC	Capture directe de l'air (<i>Direct Air Capture</i>)
eCarburants	Électrocarburants
VÉ	Véhicule électrique
FID	Décision finale d'investissement (<i>Final Investment Decision</i>)
FT	Fischer-Tropsch
SGV	Stratégie pour un gouvernement vert
GES	Gaz à effet de serre
GREET	Les gaz à effet de serre, les émissions réglementées et l'utilisation de l'énergie dans les technologies (<i>Research and Development Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Technologies</i>)
HDRD	Diesel renouvelable hydrotraité Diesel renouvelable dérivé de l'hydrogénation (<i>Hydrogenation-Derived Renewable Diesel</i>)
HEFA	Esters et acides gras hydrotraités Acides gras hydro-traités (<i>Hydroprocessed Esters and Fatty Acids</i>)

IATA	Association internationale du transport aérien (<i>International Air Transport Association</i>)
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
IACAC	Coalition sur l'ambition climatique de l'aviation internationale (<i>International Aviation Climate Ambition Coalition</i>)
AIE	Agence internationale de l'énergie
IRA	Loi sur la réduction de l'inflation (<i>Inflation Reduction Act</i>)
ACV	Analyse du cycle de vieÉvaluation du cycle de vie
PACFTC	Programme d'approvisionnement en carburant à faible teneur de carbone
LCFS	Norme de carburant à faible teneur de carbone (<i>Low Carbon Fuels Standard</i>)
LTAG	Objectif ambitieux mondial à long terme (<i>Long-term Aspirational Goal</i>)
UTC	Utilisation des terres et changement d'affectation
DSM	Déchets solides municipaux
RNCAN	Ressources naturelles Canada
TA	Tonne anhydre
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
FEO	Fabricant d'équipement d'origine
PtL	Carburants de synthèse électro-intensifs (<i>Power to Liquid</i>)
R&D	Recherche et développement
RIN	Numéro d'identification renouvelable (<i>Renewable Identification Number</i>)
SAF	Carburants d'aviation durables (<i>Sustainable Aviation Fuels</i>)
SBTi	Initiative des cibles axées sur la science (<i>Science Based Targets Initiative</i>)
FIS	Fonds d'innovation stratégique
SIP	Iso-paraffines synthétisées (<i>Synthesized Iso-Paraffins</i>)
SBC	Composant de mélange synthétique (<i>Synthetic Blending Component</i>)
NMT	Niveau de maturité technologique
HCU	Huile de cuisson usagée



SECTION 1

INTRODUCTION

Objectif du Plan directeur des carburants d'aviation durables

Le but de ce Plan directeur des carburants d'aviation durables (SAF) est d'identifier des actions et mesures supplémentaires potentielles, tant du secteur public que privé, afin d'aider à créer un marché des SAF qui assure au Canada une disponibilité et un accès suffisants aux SAF pour atteindre son objectif ambitieux de 10 % d'utilisation de SAF d'ici 2030, et de tracer la voie vers la carboneutralité d'ici 2050. Dans le cadre de cet objectif principal, cinq objectifs supplémentaires étaient prévus :

- Évaluer la production domestique actuelle et projetée des SAF;
- Évaluer les opportunités d'importation des SAF et de collaboration internationale;
- Discuter de l'impact potentiel des normes de durabilité et de la comptabilité et des rapports de réduction des émissions;
- Confirmer les besoins d'infrastructure pour le stockage, le mélange et la distribution aux grands aéroports; et,
- Considérez les rôles des parties prenantes.

Contexte

En 2022, le Canada a publié son Plan d'action climatique de l'aviation 2022-2030 (le Plan d'action), une initiative conjointe entre le gouvernement et l'industrie qui fixe une vision de zéro émission nette de gaz à effet de serre (GES) pour le secteur de l'aviation d'ici 2050. Il comprend également une description des différentes voies nécessaires pour décarboniser le secteur ainsi qu'une série d'actions à entreprendre pour chacune à court terme (voir l'annexe 1 pour la vision de carboneutralité du Plan d'action). Un groupe de travail sur le développement durable de l'aviation a également été formé, co-dirigé par Transports Canada et le Conseil des compagnies aériennes nationales du Canada, pour en assurer la mise en œuvre. Les membres sont composés de représentants provenant de divers ministères fédéraux, provinces et territoires, du secteur de l'aviation et d'autres associations industrielles pertinentes, d'organisations non gouvernementales environnementales et du milieu universitaire.

Le Plan d'action a été élaboré en reconnaissance générale du besoin croissant de réorienter la dépendance de l'aviation canadienne à l'utilisation de combustibles fossiles à forte intensité carbone vers des alternatives à faible émission de carbone. L'aviation au Canada a émis 22 mégatonnes d'émissions de GES en 2023, soit une augmentation de plus de 23 % depuis 2005.

L'aviation est considérée comme une industrie difficile à décarboniser, même parmi d'autres secteurs de transport, en partie en raison de l'ampleur des avancées technologiques nécessaires à la commercialisation des voies de décarbonisation à fort potentiel, du coût des alternatives et des longs cycles d'investissement associés aux flottes et aux infrastructures existantes.

Le Plan d'action reconnaît l'utilisation du SAF à faible émission de carbone comme le moyen le plus efficace d'atteindre des réductions significatives des émissions dans le secteur à court et moyen terme, et que le SAF joue un rôle important dans la décarbonisation à long terme de l'aviation et l'avenir économique du Canada. Au-delà de la lutte contre les impacts climatiques et environnementaux et de l'amélioration de la qualité de l'air, une transformation à faible émission de carbone de l'aviation canadienne offre d'importantes nouvelles opportunités aux Canadiens, notamment des emplois hautement qualifiés dans le domaine du mélange et la production de carburants propres, la croissance de l'innovation nationale de pointe, ainsi que l'accès à de nouveaux marchés pour les produits provenant des secteurs agricoles et forestiers du Canada.

Pour amplifier le besoin et l'opportunité d'utilisation des SAF au Canada, le Plan d'action a fixé un objectif ambitieux de 10 % d'utilisation de SAF d'ici 2030. On estime que 10 % de la consommation de carburant d'ici 2030 s'élèvera à un milliard de litres.

Le SAF est reconnu mondialement comme un moyen important de réduire les émissions de GES

L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et ses États membres ont officiellement reconnu que le développement et le déploiement réussis des SAF seront essentiels pour réduire les émissions. Elle a identifié les SAF comme une voie clé pour atteindre son objectif à long terme d'émissions nettes nulles d'ici 2050 pour l'aviation internationale. Elle est aussi perçue comme un moyen de réaliser une vision à court terme visant à diminuer l'intensité carbone (5 %) du carburant des aéronefs utilisé d'ici 2030.

Lors de la 30^{ème} réunion de la Conférence des Parties (COP) à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (novembre 2025), le Canada a approuvé l'engagement de Belém 4x sur les combustibles durables, un engagement international visant à augmenter la production et l'utilisation de combustibles durables – y compris les SAF – d'au moins quatre fois les niveaux de 2024 d'ici 2035.



Qu'est-ce que le carburant d'aviation durable (SAF)?

Les carburants d'aviation durables (SAF) – également appelés carburant d'aviation à faible émission de carbone en Colombie-Britannique (C.-B.) et carburant alternatif pour avions en Californie – sont une catégorie de carburants hydrocarbures liquides dérivés de sources non pétrolières qui répondent à des critères de durabilité préétablis et reconnus. Le SAF est produit pour offrir des performances et des caractéristiques de sécurité identiques à celles du carburant d'avion conventionnel, en utilisant des voies et des limites de mélange approuvées par l'ASTM International, ce qui permet de l'utiliser comme carburant « drop-in » dans les moteurs d'avion existants. Cette caractéristique est essentielle au potentiel du SAF comme solution de décarbonisation de l'aviation à court et moyen terme, car les cycles d'investissement pour les aéronefs sont longs et modifier ou remplacer les flottes existantes peut être extrêmement coûteux.

Les matières premières utilisées pour produire le SAF peuvent être bio-bases, comme les déchets alimentaires (huile et graisses), les cultures (comme le canola, le maïs et le soja), les résidus forestiers et agricoles, ou les déchets municipaux. Il peut aussi être produit à partir de dioxyde de carbone et d'hydrogène capturés. Compte tenu des volumes importants de SAF nécessaires pour décarboniser

l'aviation mondiale, l'industrie aéronautique mondiale devra dépendre d'une grande variété de matières premières et de technologies de conversion.

La grande majorité de la capacité mondiale de production de SAF utilise la voie technologique de HEFA, qui repose généralement sur des huiles végétales, des graisses animales et des huiles de cuisson utilisées comme matières premières. D'autres voies de production de SAF pouvant utiliser une plus grande variété de matières premières ont été démontrées, mais ne sont pas encore aussi viables commercialement. Une fois produit, les SAF doivent être mélangés avec du carburant d'avion conventionnel pour être utilisés dans les aéronefs, moteurs et infrastructures de ravitaillement existants.

Il existe onze processus de conversion approuvés par ASTM International pour la production de SAF. Six de ces procédés sont approuvés pour une utilisation en carburant direct avec jusqu'à 50 % de mélange avec du carburant d'avion conventionnel, et pourraient potentiellement être utilisés à 100 % à l'avenir (un facteur limitant, entre autres, est le défi de produire des aromatiques). Deux autres processus, la voie iso-paraffine synthétisée (SIP) et les processus hydrotraités hydrocarbures esters et acides gras (HC-HEFA-SPK), sont limités à un mélange à 10 %. Il existe aussi trois voies approuvées pour le co-traitement (c'est-à-dire l'inclusion de contenu renouvelable dans le processus conventionnel de raffinage pétrolier) jusqu'à une limite de mélange de 5 à 10 %.

TABEAU 03 | Processus de conversion des SAF

Processus de conversion	Matières premières	Ratio de mélange maximal
Kérosène paraffinique synthétisé hydrotraité de Fischer-Tropsch (FT)	Biomasse	50 %
Kérosène paraffinique synthétisé à partir d'esters et d'acides gras hydrotraités (HEFA)	Huiles végétales, graisses animales, huiles de cuisson utilisées	50 %
Iso-paraffines synthétisées à partir de sucres fermentés hydrotransformés (SIP)	Biomasse utilisée pour la production de sucre	10 %
Kérosène synthétisé avec des aromatiques dérivés par alkylation de légers aromatiques provenant de sources non pétrolières (FT-SKA)	Biomasse	50 %
Kérosène paraffinique synthétique issu d'alcoole (ATJ-SPK)	Ethanol, isobutanol and isobutene from biomass	50 %

Processus de conversion	Matières premières	Ratio de mélange maximal
Carburant pour avions d'hydrothermolyse catalytique (CHJ)	Huiles végétales, graisses animales, huiles de cuisson utilisées	50 %
Kérosène paraffinique synthétisé à partir d'hydrocarbures - esters et acides gras hydrotraités (HC-HEFA-SPK)	Algues	10 %
Kérosène paraffinique synthétique avec aromates (ATJ-SKA)	Alcools C2-C5 issus de la biomasse	50 %
Co-hydrotraitement d'esters et d'acides gras dans une raffinerie de pétrole conventionnelle	Huiles végétales, graisses animales, huiles de cuisson utilisées à partir de biomasse transformées avec du pétrole	5 %
Co-hydrotraitement des hydrocarbures de Fischer-Tropsch dans une raffinerie de pétrole conventionnelle	Hydrocarbures de Fischer-Tropsch co-traités avec du pétrole	5 %
Co-traitement du HEFA	Huiles végétales hydrotransformées, graisses animales, huiles de cuisson utilisées	10 %*

*DEFSTAN 91-91 a été approuvé à 30 %, mais le scrutin n'a pas encore été adopté à l'ASTM International

Source : <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Pages/conversion-processes.aspx> (version anglaise seulement)

Pourquoi le Canada a-t-il besoin de SAF?

Les technologies alternatives offrent une marge de décarbonisation plus limitée

Les transporteurs aériens canadiens investissent continuellement dans leurs flottes et ont adopté de meilleures pratiques techniques et opérationnelles qui ont réussi à améliorer l'efficacité énergétique. Cependant, les bénéfices en matière d'émissions de ces améliorations sont dépassés par la croissance globale significative de l'activité du secteur aéronautique.¹ En conséquence, les émissions de GES continuent d'augmenter d'année en année dans le secteur aéronautique canadien, et des solutions supplémentaires sont nécessaires pour réaliser les ambitions du Canada.

La recherche et le développement sur des technologies avancées de propulsion pour les aéronefs, telles que l'électricité et l'hydrogène, continuent de progresser, mais l'atteinte du plein potentiel de ces solutions prendra des décennies et pourrait encore avoir des applications limitées. Les technologies de propulsion pour les aéronefs à



hydrogène et électrique pourraient commencer à être disponibles commercialement dans les années 2030, mais leur application sera probablement limitée aux avions plus petits, même à long terme. L'OACI prévoit que les avions à hydrogène ne pourraient représenter que 1,9 % de la part mondiale de l'énergie aéronautique d'ici 2050, avec une adoption croissante seulement dans les années 2050 et 2060.²

¹ <https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/2020-2021/plan-action-canada-reduire-emissions-gaz-effet-serre-provenant-aviation-rapport-annuel-2020-2021>

² Supplément spécial à long terme pour l'objectif ambitieux à long terme de l'OACI (2022) ENVReport2022_Special-Supplement-on-LTAG.pdf

Comme l'indique le Plan climatique de l'aviation du Canada, des progrès continus pour faire avancer ces voies sont nécessaires et joueront un rôle important à long terme dans la décarbonisation et la prospérité économique du Canada, mais le SAF est une voie sectorielle technologiquement et commercialement faisable qui pourrait mener à des réductions importantes d'émissions de GES d'ici 2050.

Soutenir les entreprises canadiennes et les engagements corporatifs

Les directives mondiales et les meilleures pratiques pour établir un engagement reconnu par le marché en matière de durabilité d'entreprise priorisent les émissions de la chaîne de valeur (d'émission de la portée 1, 2 et 3³), aux mesures réduction et réductions internes d'émissions dans la chaîne de valeur approuvées afin d'atteindre les émissions nettes nulles d'ici 2050.⁴ Au Canada, de nombreuses entreprises travaillent à réduire les émissions de la chaîne de valeur (émissions de la portée 3). Des programmes comme le Défi canadien carboneutre offrent aussi aux entreprises la possibilité de développer et de mettre en œuvre des plans à zéro émission nette qui peuvent offrir des avantages, notamment une position compétitive dans un monde en décarbonisation, la capacité d'attirer de nouveaux investissements et la capacité de devenir plus résilientes face aux perturbations du marché.⁵ Pour les entreprises qui ont réduit ou éliminé leur empreinte carbone de la portée 1 et 2 mais qui dépendent du transport aérien pour transporter des marchandises ou du personnel, les rares options disponibles pour réduire les émissions de la portée 3 incluent voyager ou transporter moins, acheter des compensations ou acheter du SAF (ou des certificats de SAF).

Avantages économiques

- **Avantages économiques de la production domestique de carburant :** En 2024, les raffineries canadiennes ont produit 6,4 milliards de litres de carburant pour avions⁶, desservant principalement le marché intérieur mais exportant aussi vers des pays comme les États-Unis et la Chine (notant que le Canada importe aussi des volumes importants de carburant pour répondre à sa demande). Alors que l'industrie aéronautique se tourne vers de nouvelles sources d'énergie au cours des prochaines décennies, le développement des chaînes d'approvisionnement, des infrastructures et des installations pour la production de SAF pourrait

permettre au secteur canadien du raffinage de continuer à bénéficier de la diversification vers l'industrie aéronautique grâce à la diversification vers de nouveaux produits.

À l'instar de la croissance significative observée dans d'autres secteurs des carburants propres (comme le quasi-doublement des exportations de combustibles liquides renouvelables depuis 2019), l'établissement de la production domestique pourrait renforcer plusieurs chaînes de valeur. De nouvelles opportunités d'emploi sont à prévoir, tant au niveau de la construction et de l'exploitation des centrales (qui peuvent mobiliser la main-d'œuvre qualifiée existante dans le secteur de l'énergie), que dans le déplacement, la livraison et le stockage de combustibles. De plus, la production domestique du SAF profiterait au secteur de la fabrication aérospatiale du Canada. Le secteur aéronautique canadien est un client majeur pour les avions, pièces et services canadiens, et la transition vers les SAF soutiendra également la décarbonisation de l'industrie aérospatiale canadienne. D'autres opportunités se trouvent plus bas dans la chaîne de valeur dans la production ou l'utilisation alternative des matières premières, le stockage, la livraison, l'approvisionnement en matières premières et équipements aux agriculteurs, ainsi qu'en recherche et développement. Le Groupe d'action du transport aérien (ATAG) prévoit que 14 millions d'emplois pourront être créés à l'échelle mondiale dans les SAF d'ici 2050.⁷ Une autre étude menée par Rhodium Group a modélisé les opportunités d'emploi associées à des installations de SAF à 189 millions de litres par an et a constaté que les usines HEFA ont tendance à offrir moins d'emplois directs pendant l'exploitation (situé à 45 emplois) comparativement à d'autres voies technologiques (entre 140 et 470 en comparaison). Cependant, plus de 60 % des opportunités d'emploi associées aux usines HEFA se trouvent directement dans la chaîne d'approvisionnement (soit 1000 emplois).⁸ L'utilisation de matières premières comme les résidus agricoles et forestiers, ainsi que la vente de plus en plus de cultures premières comme le canola et le soja, dans le marché intérieur, peut offrir des opportunités de diversification du marché et un revenu supplémentaire aux agriculteurs canadiens, au secteur forestier canadien et aux fournisseurs de matières premières. Dans le cas du HEFA, avec bien plus de 50 % du coût de production lié aux matières premières, des bénéfices économiques importants iraient aux producteurs de canola et de soja.

3 La norme d'entreprise du protocole GHG classe les émissions de GES d'une entreprise en trois « champs d'application ». Les émissions de champ 1 sont des émissions directes provenant de sources détenues ou contrôlées. Les émissions de scope 2 sont des émissions indirectes issues de la production d'énergie achetée. Les émissions du champ 3 sont toutes les émissions indirectes (non incluses dans le champ 2) qui se produisent dans la chaîne de valeur de la société déclarante, incluant les émissions amont et aval

4 <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

5 Gouvernement du Canada. « Défi carboneutre », consulté en mai 2024.

6 Latte statistique - Produits pétroliers selon l'approvisionnement et la disposition

7 Air Transport Action Group, « Carburant d'aviation durable », consulté en 2024

8 https://rhg.com/wp-content/uploads/2022/12/Sustainable-Aviation-Fuels_Decarbonizing-Aviation.pdf



En théorie, avec son secteur de raffinage bien établi, ses matières premières abondantes et ses relations commerciales étroites, le Canada a des avantages potentiels qui pourraient favoriser le développement des exportations (y compris la technologie des SAF) à long terme. Cependant, atteindre une échelle de production capable de soutenir à la fois son utilisation domestique et l'exportation nécessiterait la création d'un climat d'investissement très favorable, capable d'attirer un niveau d'investissement significatif dans le secteur.

- **Assurer la compétitivité future grâce à un accès fiable à des importations abordables et la création de liens supplémentaires avec d'autres marchés :**

La concurrence mondiale pour les volumes limités de SAF est actuellement très élevée, et les utilisateurs finaux signalent déjà de sérieux défis pour obtenir des volumes à court terme qui répondent à leurs spécifications à un prix abordable (voir section 6 sur l'importation pour plus de détails). À l'avenir, il pourrait y avoir des risques si le Canada prend du retard par rapport au rythme de la décarbonisation mondiale de l'aviation. Ne pas établir les bonnes structures de marché et les partenariats permettant aux fournisseurs mondiaux de carburant de vendre efficacement et de manière cohérente le SAF au Canada pourrait limiter les options des compagnies aériennes pour respecter les obligations mondiales de conformité existantes (ou futures), ou potentiellement entraîner des coûts supplémentaires et une diminution de leur compétitivité globale. Les aéroports canadiens pourraient aussi être affectés si l'utilisation limitée ou inexistante des SAF affecte leur capacité à maintenir ou attirer de nouvelles routes internationales.

L'investissement dans la production domestique est une autre façon d'assurer la fiabilité de l'approvisionnement des SAF et de soutenir la compétitivité. Allant plus loin, l'utilisation de matières premières canadiennes dans la production domestique (plutôt que d'exporter des matières premières vers les États-Unis pour transformation,

ce qui se produit aujourd'hui) pourrait atténuer les perturbations de la chaîne d'approvisionnement et accroître davantage la sécurité de l'approvisionnement pour le secteur de l'aviation.

Avantages opérationnels :

- **Amélioration des performances de l'aéronef :**

Selon le type de SAF, il peut avoir un contenu énergétique et une efficacité de combustion supérieurs à ceux du carburant traditionnel. En conséquence, pour le même volume de carburant, le SAF peut fournir plus d'énergie, ce qui pourrait potentiellement augmenter l'autonomie des avions. Le SAF pur contient moins ou une portion négligeable d'aromatiques (par exemple, le naphthalène), ce qui signifie qu'il brûle plus proprement dans les moteurs d'avion, réduit l'accumulation et les dépôts, ce qui peut potentiellement allonger la durée de vie du moteur.⁹ Il convient toutefois de noter que les spécifications actuelles des aromatiques des SAF dans l'ASTM D7566 exigent au moins 8 % de teneur en aromatiques par volume, afin d'assurer la compatibilité des matériaux, comme les propriétés de gonflement des joints de carburant pour prévenir les fuites de carburant.

Avantages environnementaux :

- **Réduction des émissions de GES :** Le principal avantage du SAF est qu'il n'est pas à base de fossiles et donc son utilisation, comparativement au carburant conventionnel, aide à limiter les émissions incrémentales de GES de l'aviation sur une base de cycle de vie. Comparé au carburant d'aviation dérivé du pétrole (et en dépendant fortement de la matière première, de la voie de production et de la méthodologie ACL), l'utilisation d'un SAF pur permet d'économiser des émissions de GES. Par exemple, le SAF dérivé de l'huile de cuisson usagée via la voie de production HEFA permet d'économiser au moins 84 % des émissions de GES en utilisant la valeur par défaut de l'OACI pour cette voie. La valeur pourrait atteindre plus de 100 % en considérant les voies SAF basées sur les matières premières qui augmentent de manière significative la séquestration du carbone dans le sol. L'OACI considère cela comme des émissions de GES induites par une modification négative de l'utilisation des terres pour plusieurs voies SAF, en particulier celles basées sur des cultures herbacées énergétiques.¹⁰ Compte tenu d'autres technologies disponibles et futures ainsi que des mesures hors secteur pour décarboniser le secteur mondial de l'aviation, l'Association internationale du transport aérien (IATA) prévoit que l'utilisation du SAF pourrait contribuer à environ 65 % de la réduction des émissions mondiales nécessaires

9 Les États-Unis. Bureau des technologies de bioénergie du Département de l'Énergie, « Carburants d'aviation durables », consulté en 2024

10 « CORSIA: The first internationally adopted approach to calculate life-cycle GHG emissions for aviation fuels - ScienceDirect »



à l'aviation pour atteindre la d'ici 2050.¹¹ Les propres projections du Canada issues de son Plan d'action climatique pour l'aviation 2022-2030 prévoient que les SAF pourraient contribuer jusqu'à 46 % des réductions d'émissions nécessaires pour atteindre la neutralité carbone des émissions aériennes canadiennes d'ici 2050.¹²

- **Réduction des impacts non liés au CO₂ :** Les traînées de condensation (aussi appelées traînées de condensation) se forment derrière les moteurs à réaction dans les régions sursaturées de glace et peuvent se transformer en nuages, qui sont considérés comme ayant un effet de réchauffement. Une étude publiée en 2024 par Airbus, Rolls-Royce, Neste et le Centre aérospatial allemand (DLR) a démontré qu'un mélange 100 % de SAF peut réduire les particules de suie produites en vol, ce qui a entraîné une réduction de 56 % du volume de cristaux de glace de traînée comparativement à l'utilisation du carburant Jet A-1. L'étude estime que le SAF pourrait entraîner une réduction d'au moins 26 % de l'impact climatique des traînées de condensation.¹³ Les vols propulsés par les SAF génèrent également moins de polluants conventionnels (par exemple, les oxydes de soufre et les particules) qui contribuent aux problèmes locaux de qualité de l'air autour des aéroports.¹⁴ Il convient de noter qu'en alternative, le carburant d'avion conventionnel pourrait être produit avec une teneur plus faible en aromatiques et en soufre pour réduire les traînées de condensation. Il existe encore de grandes incertitudes scientifiques quant à la façon dont les traînées de condensation affectent la nébulosité globale au fil du temps (naturelle et induite par l'humain), y compris l'effet climatique incrémental des traînées de condensation et des cirres de traînée.

- **Amélioration de l'utilisation des matières premières :** L'augmentation de la demande mondiale pour les matières premières bio-basées afin de soutenir l'aviation à faible émission de carbone pourrait entraîner une augmentation simultanée de la recherche et du développement (R&D) mondiale ainsi que de la compréhension des pratiques pour une culture et une utilisation plus efficaces des matières premières issues des industries agricoles et forestières existantes par

les fournisseurs et les producteurs. La recherche et le développement qui mènent à des rendements de densité plus élevés provenant des matières premières et à une utilisation plus efficace pourraient aider à minimiser les risques environnementaux associés au changement d'utilisation des terres.

- **Bénéfices environnementaux des matières premières de SAF :** Selon la voie de production, la production de SAF peut aider à réduire les déchets, tels que les déchets solides municipaux et les résidus agricoles. Certaines matières premières biologiques pouvant être utilisées dans la production de SAF peuvent aussi aider à réduire l'érosion, améliorer la qualité et la quantité de l'eau, augmenter la biodiversité et aider à stocker le carbone dans le sol, ce qui apporte des bénéfices à la ferme. L'utilisation du fumier et des déchets municipaux pour produire du gaz renouvelable comme matière première pour la production de SAF peut aussi remplacer l'utilisation de combustibles fossiles pétroliers, tout en empêchant le méthane d'entrer dans l'atmosphère.¹⁵ Pour s'assurer que ces bénéfices puissent être réalisés, des investissements stratégiques et des politiques pourraient aider à soutenir l'innovation dans l'utilisation des cultures à base de biomasse et la production d'énergie renouvelable destinée au traitement du SAF.

De combien de SAF le Canada aura-t-il besoin?

Atteindre l'objectif ambitieux du Canada d'utiliser 10 % des SAF nécessitera environ 1 milliard de litres en 2030. En raison des différentes voies possibles pour aider à atteindre la carboneutralité, la quantité ultime de SAF nécessaire pour atteindre celle-ci est inconnue pour l'instant, avec une large gamme de possibilités, mais pourrait se situer autour de 8 milliards de litres par an. Les chaînes d'approvisionnement pour soutenir à la fois la production domestique et l'importation de volumes significatifs de SAF pour le mélange et le soulèvement au Canada prendront du temps à se construire, et il est probable qu'à court et moyen terme, relativement peu d'aéroports au Canada auront un accès fiable et constant aux SAF.

11 <https://www.iata.org/en/programs/sustainability/sustainable-aviation-fuels/#:~:text=We%20estimate%20that%20Sustainable%20Aviation,in%20order%20to%20meet%20demand>

12 <https://tc.canada.ca/sites/default/files/2022-11/plan-action-climatique-aviation-%20Canada-2022-2030.pdf>

13 <https://www.theengineer.co.uk/content/news/study-finds-saf-cuts-warming-effect-of-aircraft-contrails#:~:text=%E2%80%9CThanks%20to%20ECLIF%20studies%2C%20we,are%20for%20decarbonising%20air%20transport.%E2%80%9D>

14 <https://www.eesi.org/articles/view/an-introduction-to-sustainable-aviation-fuels#:~:text=SAF%20also%20generates%20fewer%20conventional,-competition%20with%20food%20and%20water.%E2%80%9D>

15 Les États-Unis. Bureau des technologies de bioénergie du Département de l'Énergie, « Carburants d'aviation durables », consulté en 2024

En 2025, il n'y a pas de production commerciale de SAF au Canada. Comme cela a été constaté dans de nombreuses juridictions, au Canada, des annonces d'investissements potentiels totalisant une capacité de production nominale estimée à plus d'un milliard de litres par année. Certaines annonces indiquent qu'elles pourraient être programmées pour être complétées d'ici 2030. Cependant, au moment de la rédaction de ce rapport, dans tous les cas, il n'y a pas eu de mises à jour récentes de la part des producteurs potentiels, et aucun n'a été rendu à une décision finale d'investissement (FID). À l'approche de 2030, la probabilité d'une production commerciale diminue à ce moment-là pour plusieurs raisons, y compris celles mentionnées dans ce rapport. En théorie, si chaque projet annoncé au Canada devait se réaliser, le SAF provenant de la seule production domestique pourrait dépasser les volumes requis pour atteindre l'objectif ambitieux de 10 %. Cependant, ce résultat est peu probable. Un projet potentiel représente plus de la moitié des projets annoncés en volume (y compris son expansion). Bien que cette capacité annoncée anticipe qu'elle sera en service au cours de l'année 2030, des décisions d'investissement retardées feront en sorte que le Canada devra compter sur des SAF importés pour atteindre son objectif.

En résumé, atteindre l'objectif ambitieux de 10 % d'ici 2030 uniquement par la production domestique est extrêmement improbable (voir section 5 sur la production pour plus de détails). Certains volumes internationaux de SAF continueront probablement d'être disponibles pour l'importation au Canada, mais la demande mondiale croît en raison d'une offre rare, aggravée par l'incertitude politique aux États-Unis qui entraîne à la fois une incertitude

autour des flux de matières premières et des retards supplémentaires dans les investissements. On s'attend à ce que les raffineries de biocarburants entrent en service d'ici une décennie, mais beaucoup suivent un calendrier de construction similaire et feront aussi face à des risques liés à l'échéancier (voir la section 6 sur l'importation pour plus de détails). À plus long terme, il est fort probable que le Canada devra compter sur un équilibre entre importations et production domestique pour décarboniser son secteur aéronautique.

Naviguer dans la transformation à faible émission de carbone de l'industrie aéronautique

Favoriser un changement durable dans l'aviation canadienne exigera une approche qui équilibre la nécessité d'atteindre des réductions significatives d'émissions sur le cycle de vie dans un délai accéléré avec la nécessité de s'assurer que le réseau de transport aérien canadien demeure compétitif et abordable pour ses consommateurs. Dans le système de paiement des utilisateurs du Canada, où les utilisateurs du système paient le coût total des services qu'ils reçoivent, tout coût supplémentaire lié à l'achat de SAF est susceptible d'être répercuté directement sur les consommateurs. S'assurer que les Canadiens demeurent connectés à l'accès à un transport abordable pendant que l'industrie traverse ce virage majeur vers la décarbonisation est une priorité clé lorsqu'on envisage des mesures pour soutenir la croissance d'un marché des SAF au Canada.

Les frais d'utilisation influencent les coûts et la concurrence

Le Canada suit un modèle de paiement par l'utilisateur, soit «utilisateur-payeur». Les frais payés par les compagnies aériennes et les passagers couvrent la majeure partie des coûts de construction et d'exploitation des aéroports et des services de navigation aérienne. Selon un rapport du Bureau de la concurrence Canada, ces frais peuvent représenter jusqu'à trente cents de chaque dollar que les passagers paient aux compagnies aériennes (30 %) pour les compagnies aériennes traditionnelles à service complet (les montants varient selon le vol).

Ces coûts représentent une part encore plus importante du paiement des passagers pour les transporteurs aériens à très bas prix (TATBP).¹⁶

Les frais clés peuvent grossièrement se résumer ainsi :

- Taxe sur le carburant – 1 %
- Frais de sécurité des voyageurs aériens – 3 %
- Frais de navigation aérienne Nav Canada – 5 %
- Frais d'aéroport – 20 %

¹⁶ <https://bureau-concurrence.canada.ca/fr/comment-nous-favorisons-concurrence/education-sensibilisation/publications/autorisation-decollage-accroitre-concurrence-entre-compagnies-aeriennes>



Paysage politique au Canada

En 2021, la Loi canadienne sur la responsabilité en matière de carboneutralité a inscrit dans la législation l'engagement du gouvernement du Canada à atteindre des émissions de GES nettes zéro (à l'échelle de l'économie) d'ici 2050. Elle a établi l'objectif d'émissions de GES pour 2030 comme contribution déterminée au niveau national du Canada en vertu de l'Accord de Paris (40 à 45 % en dessous des niveaux de 2005 d'ici 2030). En décembre 2024, le Canada a fixé un objectif de 45 à 50 % en dessous des niveaux de 2005 pour 2035.

Le Plan de réduction des émissions 2030 définit un parcours secteur par secteur pour que le Canada atteigne son objectif de réduction des émissions pour 2030. Un engagement dans le cadre du Rapport d'avancement 2023 est de faire progresser le développement de ce Plan directeur des SAF.

Bien que de nouvelles mesures et/ou des mesures élargies aideraient à créer un marché du SAF au Canada, diverses mesures sont en place (au niveau national et provincial) qui peuvent soutenir la production et l'utilisation du SAF au Canada. Celles-ci incluent:

- La participation du Canada à CORSIA de l'OACI imposera des exigences compensatoires pour les vols internationaux des opérateurs canadiens obligés, exigeant l'achat de carburants admissibles à CORSIA, et/ou l'achat et l'annulation d'unités d'émissions.
- Le budget 2021 a annoncé un Fonds pour carburants propres (FCP) (investissement de 1,5 milliard de dollars sur 5 ans) pour augmenter la capacité canadienne de production de carburants propres. Le Fonds offre un soutien à l'investissement en capital pour construire ou étendre de nouvelles installations de production de combustibles propres existantes (y compris les conversions d'installations), des études FEED, l'établissement de chaînes d'approvisionnement en biomasse, et pour corriger les lacunes et le désalignement dans les codes, normes, règlements, distribution et utilisation finale des combustibles propres.

Le budget 2024 a annoncé la réorganisation du FCP et a prolongé le programme jusqu'en 2030. Dans le budget 2025, 175 millions de dollars du budget du FCP ont été réaffectés à l'incitatif à la production de biocarburants. Le FCPCF ne recevra pas de nouvelles propositions, et un nombre réduit de projets admissibles lors du deuxième appel à propositions recevra un financement.

- La Banque de l'infrastructure du Canada (BIC) offre un financement concessionnaire pour les installations de production de carburants propres (y compris les SAF) dans le cadre de son flux d'investissement en infrastructures vertes. Le budget 2024 a annoncé que la BIC investira au moins 500 millions de dollars dans la production de biocarburants par ce flux. En plus du financement de la construction, le BIC peut également offrir des prêts pour soutenir les études FEED durant la phase de développement grâce à son initiative FEED Capital Initiative.
- En 2024, la Banque de l'infrastructure du Canada, le Fonds pour carburants propres et les gouvernements provinciaux se sont associés pour soutenir les études FEED d'Azure pour les installations de production de SAF en Colombie-Britannique, au Manitoba et en Ontario.
- Le Programme d'innovation énergétique (PIE) soutient la recherche, le développement et les projets de démonstration ainsi que d'autres activités scientifiques en investissant dans le travail des communautés autochtones, des entreprises canadiennes, des laboratoires fédéraux et d'autres organisations. Ces groupes se concentrent sur la création de technologies innovantes d'énergie propre, l'expansion et l'intégration des solutions existantes, et la promotion de l'écosystème de l'énergie propre par le partage d'informations et de connaissances. Par exemple, l'appel à propositions 2021 pour le changement de carburants propres et de combustible industriel dans le cadre de le PIE portait sur la production de carburants



propres destinés à une utilisation dans les secteurs difficiles à éliminer et le changement de combustible industriel.

- Greenfield Global Inc. a reçu 1 million de dollars dans le cadre de l'appel Clean Fuels and Industrial Fuel Switching de l'EIP. Le projet vise à produire du DR et du SAF à partir de biomasse résiduelle.
- Selon le Règlement sur les combustibles propres (RCP), les fournisseurs de carburant qui produisent ou importent du SAF et d'autres carburants à faible émission de carbone sont admissibles à créer des crédits de conformité. Ce marché du crédit offre un certain incitatif financier à la production ou à l'importation de SAF au Canada, car le carburant adapté à l'aviation peut générer des crédits sans aucune exigence de réduction réglementaire.
- La Stratégie pour un gouvernement vert gouvernementale pour l'écologisme (SGV) du gouvernement du Canada établit des objectifs pour réduire les émissions de GES provenant des opérations fédérales aériennes et maritimes, incluant un objectif d'achat d'au moins 20 % de carburants à faible émission de carbone pour les opérations nationales d'ici 2030. Certains achats fédéraux de SAF sont soutenus par le Programme d'approvisionnement en carburants à faible émission de carbone, qui compense la prime de coût des carburants à faible émission de carbone utilisés dans les opérations aériennes et maritimes fédérales.
- Le soutien pour des projets innovants dans plusieurs secteurs et technologies est également offert par le Strategic Response Fund (anciennement le Strategic Innovation Fund).
 - En 2023, le Fonds d'innovation stratégique a annoncé un soutien de 350 millions de dollars pour établir la nouvelle Initiative canadienne pour la technologie aéronautique durable (INTAD). Cette initiative vise à accélérer la transformation industrielle verte de l'industrie aérospatiale, l'un de ses quatre axes d'intervention étant la transition vers les carburants alternatifs, en plus de la propulsion hybride et alternative, l'architecture et l'intégration des systèmes d'aéronefs innovants, ainsi que l'infrastructure et les opérations de soutien aéronautique.
- Le gouvernement de la Colombie-Britannique (C.-B.) a mis en place une norme de carburant à faible émission de carbone (LCFS) pour le carburant d'aviation, qui exige que les fournisseurs de carburant réduisent l'intensité carbone du carburant d'aviation au fil du temps en mélangeant des carburants à faible émission de carbone avec du carburant d'aviation conventionnel et/ou par des crédits générés par des applications sur route. Elle a également des exigences de contenu volumétrique renouvelable pour le carburant d'avion fourni à la C.-B. (à partir de 1 % en 2028 et en augmentant de 1 % annuellement à 3 % en 2030). Les fournisseurs de carburant à faible émission de carbone peuvent également obtenir des crédits sur le marché carbone LCFS de la C.-B.. Des crédits sont également attribués aux ententes d'initiative, qui sont déterminées annuellement.
- En février 2025, le gouvernement de la Colombie-Britannique a annoncé des changements réglementaires qui exigeront la production de carburants renouvelables admissibles au Canada (cela ne s'applique pas au carburant d'aviation / SAF). Les changements réglementaires augmentent l'exigence en carburant renouvelable pour le diesel de 4 % à 8 %. Depuis le 1er avril 2025, l'exigence supplémentaire de 4 % de carburant renouvelable pour le diesel doit être satisfaite avec les carburants admissibles produits au Canada.
- En 2024, la C.-B. a également lancé le programme d'incitatifs pour carburant d'avion à faible émission de carbone de la C.-B. Grâce à des incitatifs, le programme offre des incitatifs en espèces ou en crédit aux candidats admissibles afin d'aider à compenser les coûts plus élevés du carburant pour avion SAF/ carburant d'aviation à faible teneur en carbone comparativement au carburant traditionnel jusqu'au 31 décembre 2026.
- À court terme, la C.-B. est la juridiction la plus probable au Canada pour l'utilisation et la production de SAF, compte tenu des incitatifs basés sur le marché existants offerts par le LCFS de la C.-B., en combinaison avec les crédits offerts par le RCP.



SECTION 2 MÉTHODOLOGIE

L'élaboration du Plan directeur des SAF a été un effort collaboratif multipartite qui a réuni les connaissances et l'expérience canadiennes de toute la chaîne d'approvisionnement de la SAF. Pour donner une perspective sur l'ampleur de l'opportunité et sur la façon dont le marché de l'importation et de la production pourrait se développer au Canada, les étapes clés suivantes ont été complétées. Reconnaisant que les données et les rapports concernant les SAF, particulièrement au Canada, émergent encore, les connaissances et expériences des membres du sous-groupe SAF du Sustainable Aviation Task Force ont été exploitées là où l'information n'était pas accessible au public.

- Balayage juridictionnel du développement du marché SAF au Royaume-Uni, aux États-Unis, en Europe, en Amérique du Sud et en Asie.
- Analyse de l'impact potentiel des interventions politiques à l'aide d'exemples globaux.
- Examiner et valider les principales conclusions et hypothèses des études fondamentales, y compris la *feuille de route du C-SAF : Construire une chaîne d'approvisionnement des matières premières en carburant du SAF au Canada* et d'autres rapports pertinents.
- Élaboration d'un scénario de production maximale de SAF afin de quantifier les impacts du développement technologique et de la dynamique du marché des matières premières.
- Les entrevues de l'industrie portaient sur les progrès politiques mondiaux concernant le

carburant d'avion; les usages et la disponibilité des matières premières, y compris les importations et exportations; les expériences en matière d'approvisionnement en fonds de chasse au Canada, de l'offre et de la demande; ainsi que sur l'impact des normes et certifications.

- Plusieurs sessions de travail et ateliers avec le sous-groupe SAF et le groupe de travail sur le développement durable de l'aviation, qui ont inclus la représentation de plus de 90 parties prenantes de toute la chaîne de valeur.

Scénario de production maximale des SAF

Le scénario de production maximale de SAF a été développé à partir d'un modèle mondial de volume de SAF de Deloitte, affiné pour refléter les données canadiennes à l'aide d'hypothèses validées par le sous-groupe SAF. En se basant sur la disponibilité prévue des matières premières canadiennes et l'avancement des technologies actuellement à un stade de développement précommercial, il estime les volumes potentiels de SAF qui pourraient être produits au Canada pour 2030, 2040 et 2050. Les résultats ont été examinés et validés avec le sous-groupe SAF et comparés à des études gouvernementales et externes. Il convient toutefois de noter que le scénario de production maximale de SAF a été construit exclusivement sur la disponibilité des matières premières et la préparation technologique. Un résumé des entrées et sorties du scénario est disponible à l'Annexe 2.

Études de base

Plusieurs études récentes qui explorent comment le marché SAF pourrait se développer au Canada ont été exploitées et comparées aux résultats de l'analyse de Deloitte pour le Plan directeur des SAF.

les-ci incluent :

- La **feuille de route du C-SAF** (publiée en juin 2023) a dépassé les études canadiennes antérieures en explorant la disponibilité des matières premières, les voies technologiques et les chaînes d'approvisionnement potentielles pour développer un marché des SAF au Canada. Elle cherchait à redéfinir la décarbonisation de l'aviation pour permettre au Canada de saisir ses opportunités économiques dans la chaîne d'approvisionnement. C-SAF a aligné son écosystème membre autour d'un objectif de production et d'utilisation de 1 milliard de litres de SAF avec une réduction d'au moins 50 % des émissions de carbone d'ici 2030. Un plan d'action biennal avec des priorités a été élaboré selon 5 axes d'action : politiques et programmes, durabilité, matières premières, capacité de production des SAF, et technologie et innovation.
- Le Centre pour l'écologisme gouvernemental Renforcer la collaboration entre les utilisateurs finaux des SAF et le Plan d'action climatique pour l'aviation du Canada.
- Le rapport de Deloitte « **Atteindre l'altitude de croisière : un plan pour étendre le carburant d'aviation durable** » a défendu la SAF canadienne et a exploré les obstacles et opportunités en matière de politiques et de financement, de leadership et de responsabilité, de comptabilité et de rapports, ainsi que de partenariats et collaborations, ainsi que des plans d'action pour chacun.

Références supplémentaires

En plus des études principales, l'équipe du projet qui a élaboré le Plan directeur des SAF et son scénario de production maximale des SAF a également examiné les rapports pertinents sur les SAF et la biomasse et recueilli des données brutes provenant de sources fédérales et externes, incluant, mais sans s'y limiter :

Rapports SAF	Rapports sur la biomasse	Données brutes
• Ressources naturelles Canada - Production possible de carburants alternatifs durables au Canada • Feuille de route C-SAF : Mettre en place une chaîne d'approvisionnement en matières premières pour les carburants durables au Canada • Centre pour l'écologisation du gouvernement - Renforcer la collaboration entre les utilisateurs finaux du SAF. • Deloitte - Recherche mondiale sur les SAF • Waterfall Group - Perspectives du marché des carburants d'aviation durables • Plan d'action climatique de l'aviation du Canada 2022-2030 • + autres	• Deloitte, C-SAF et TC - Développer les matières premières durables pour l'aviation au Canada : rapport d'atelier • IET - Rapport sur la biomasse et la neutralité carbone • Agriculture et Agroalimentaire Canada - Analyse 2020 de l'inventaire canadien de la biomasse à l'appui de la production de biocarburants • USDA - Rapport annuel sur les biocarburants • Initiative canadienne de la chaîne d'approvisionnement de biocarburant - Production HEFA et sélection des matières premières 2019 • + autres	• Statistique Canada • Étude de faisabilité sur la chaîne d'approvisionnement canadienne en biocarburant pour avions • Association canadienne des granulés de bois • Conseil canadien du canola • Alliance commerciale agroalimentaire canadienne • Base de données annuelle du gouvernement du Canada sur les stocks de récoltes • Producteurs de céréales de l'Ontario • + autres
		



SECTION 3

PERSPECTIVE MONDIALE : ÉTAT ACTUEL DES SAF

L'industrie aéronautique mondiale et les producteurs de carburant investissent dans les technologies et infrastructures des SAF depuis 15 ans, mais ce n'est que récemment que la croissance des investissements des SAF a commencé à s'accélérer. En 2024, les volumes mondiaux de production de SAF ont atteint 1,3 milliard de litres, doublant le niveau de production de l'année précédente pour la troisième année consécutive (voir le tableau 4 ci-dessous). Selon le suivi des installations des SAF par l'OACI (basé sur des annonces publiques), 37 installations sont en service et 11 autres en construction (voir figure 1 ci-dessous). En novembre 2025, un total de 104 aéroports dans le monde avaient annoncé qu'ils disposaient d'une disponibilité continue des SAF pour les opérations.¹⁷

TABLEAU 04 | Volumes annuels mondiaux de production de SAF

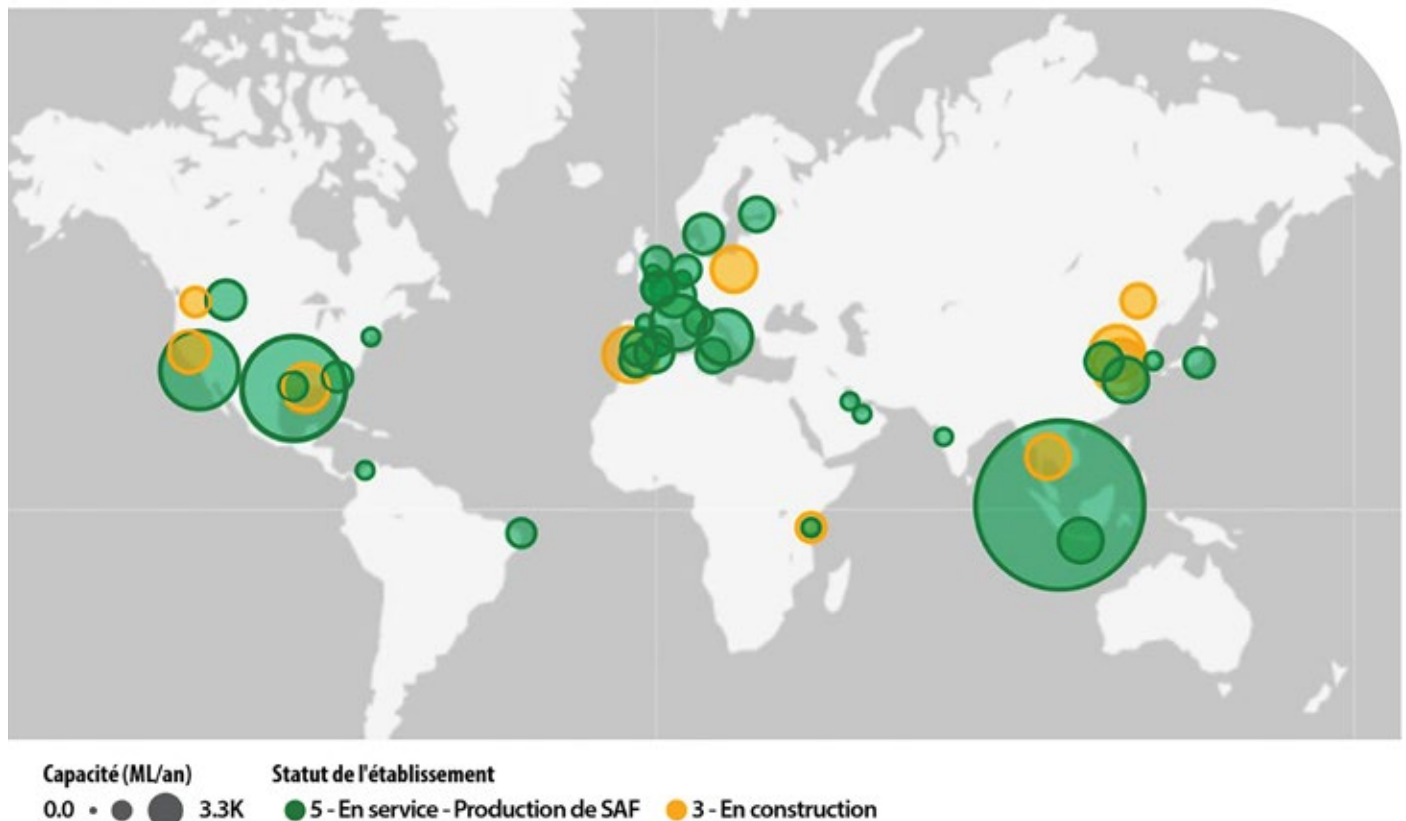
Année	Volumes de production de SAF (en millions de litres)
2021	99,9
2022	300
2023	600
2024	1 300
2025 [projeté]	2 700

Source : Association internationale du transport aérien (2024)¹⁸

17 <https://www.icao.int/SAF/SAF-airports>

18 https://www.iata.org/en/pressroom/2024-releases/2024-12-10-03/#:~:text=Geneva%20%E2%80%93%20The%20International%20Air%20Transport,of%20global%20renewable%20fuel%20capacity*

FIGURE 01 | Capacité totale mondiale de production de SAF en service et en construction (janvier 2025)



Source : Suivi OACI des installations des SAF (consulté en janvier 2025)¹⁹

Néanmoins, les volumes mondiaux de SAF pour 2024 restent inférieurs aux prévisions précédentes, en partie parce que plusieurs installations américaines ont repoussé leur production au premier semestre de 2025. De plus, dans le contexte plus large de l'aviation, les installations commerciales de SAF ne représentent que 0,3 % de l'approvisionnement mondial en carburant d'avion et 11 % de la production mondiale de carburants renouvelables.²⁰ Le coût de production du SAF demeure également beaucoup plus élevé que celui du carburant conventionnel (généralement entre 2 et 8 fois plus élevé, selon la voie de production) et la variabilité du prix du marché du SAF au fil du temps et entre les régions demeure significative (voir section 6 sur l'importation pour plus de détails).

Parallèlement à l'adoption d'autres solutions de réduction des émissions, l'IATA prévoit que la production de SAF devrait atteindre 449 milliards de litres pour atteindre la

neutralité carbone d'ici 2050.²¹ La plus grande accélération devrait se produire dans les années 2030 – idéalement, à mesure que le soutien politique devient mondial, des prix potentiellement plus bas mènent à une meilleure compétitivité avec le kérosène à base de fossiles, et les compensations crédibles (par exemple, les crédits carbone) deviennent plus rares.

Programme de compensation et de réduction du carbone pour l'aviation internationale

L'aviation intérieure relève généralement des lois et règlements nationaux et fait partie des contributions déterminées au niveau national d'un pays en vertu de l'Accord de Paris. En revanche, les politiques pour l'aviation internationale sont discutées et approuvées

¹⁹ <https://www.icao.int/SAF/SAF-production-facilities>

²⁰ <https://www.iata.org/en/pressroom/2024-releases/2024-12-10-03/#:~:text=Geneva%20%E2%80%93%20The%20International%20Air%20Transport,of%20global%20renewable%20fuel%20capacity>

²¹ Recherche Deloitte 2023

à l'OACI, l'Agence des Nations Unies responsable de l'aviation. Comme mentionné ci-dessus sur le paysage politique du Canada, l'une des politiques existantes pour encourager le soulèvement des SAF au Canada (et parmi les autres États membres de l'OACI) est la participation à CORSIA de l'OACI.

CORSIA est la mesure mondiale basée sur le marché qui vise à atteindre une croissance carboneutre pour l'aviation internationale à partir de 2020. L'initiative exige que les opérateurs d'avions sur des routes internationales acquièrent des unités de réduction des émissions de CO₂ sur le marché libre provenant d'autres secteurs afin de compenser la croissance des émissions de l'aviation internationale. Les exploitants ont la possibilité de réduire leurs obligations de compensation grâce à l'utilisation de carburants admissibles à CORSIA (CEF – «CORSIA Eligible Fuels») qui ont au moins 10 % moins d'émissions de GES sur une base de cycle de vie. Pour produire le CEF, les producteurs de carburant doivent être certifiés par un Schéma de Certification en Durabilité (SCS – «Sustainability Certification Scheme») approuvé par le Conseil de l'OACI pour effectuer la certification.

Alors que le Canada a adopté CORSIA dans la réglementation, tous les types d'opérateurs d'aéronefs (commerciaux, d'affaires, privés) qui émettent plus de 10 000 tonnes d'émissions de CO₂ lors des vols internationaux de 2019 à 2035 doivent compenser la croissance par rapport à la base CORSIA convenue. Ces obligations ont commencé en 2024, après un court retard causé par la pandémie de COVID-19. Elles deviendront plus strictes avec le temps et obligatoires pour les grands États membres de l'OACI en 2027.



Politiques SAF dans d'autres juridictions :

Avec la production mondiale encore extrêmement faible par rapport aux réserves conventionnelles de carburant pour avions, la capacité des SAF qui émerge (principalement en Asie) se dirige vers des régions dotées d'incitatifs et de mandats comme les États-Unis et l'Europe.

Au cours des six dernières années, les gouvernements du monde entier ont commencé à introduire des incitatifs, des mandats et des programmes avec des objectifs ambitieux visant à stimuler l'adoption par les SAF. Les cadres réglementaires et les programmes d'incitation visant à favoriser le développement, le déploiement et l'utilisation des SAF témoignent d'une diversité régionale. À la tête de cette divergence, les États-Unis s'appuient sur une approche consistant à récompenser les comportements souhaités par des incitatifs, tandis que l'Union européenne (UE) impose une utilisation minimale de SAF et des réductions des émissions de GES, avec des États individuels qui offrent également certains incitatifs. De plus, une révision de 2023 de la directive européenne sur le régime d'échange de quotas (ETS – «Emissions Trading Scheme») prévoit un mécanisme de soutien à l'utilisation de carburants d'aviation admissibles, estimé à environ 1,6 milliard d'euros, et mis en réserve à compter du 1er janvier 2024.²² Selon les engagements commerciaux actuels et annoncés, les demandes au niveau des pays devraient se concentrer en Europe et aux États-Unis, bien que des réglementations aient aussi commencé à être introduites en Asie, plus précisément à Singapour.

Le marché canadien est principalement en concurrence avec les producteurs américains. Les incitatifs aux États-Unis pour la production de SAF ont créé des conditions d'investissement favorables qui influencent les opportunités pour les producteurs canadiens potentiels de SAF. De plus, le marché américain a la plus grande demande sur les matières premières canadiennes (selon la réglementation actuelle) et la concurrence entre les compagnies aériennes canadiennes et américaines pour l'approvisionnement en SAF est forte en raison de la proximité géographique étroite.

22 https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/adoption-eu-rules-ets-support-system-accelerate-use-sustainable-aviation-fuels-2025-02-06_en

La section suivante présente un bref aperçu des principales juridictions qui ont introduit des politiques pour soutenir la production et l'utilisation des SAF. Le Canada peut tirer des leçons de l'expérience d'autres juridictions, alors qu'il envisage des mesures pour créer un marché domestique des SAF.

- Dans le cadre de son Grand Défi SAF, **les États-Unis**, le gouvernement fédéral s'est fixé un objectif ambitieux pour atteindre 11,3 milliards de litres de production domestique de SAF d'ici 2030. En septembre 2024, les États-Unis détenaient la deuxième plus grande capacité nominale pour la production de SAF²³ et dominaient le monde sur les projets annoncés, avec plus de 11 milliards de litres de projets SAF annoncés prévus pour être achevés d'ici 2030 (représentant 44 milliards USD d'investissements annoncés).
- **Programmes fédéraux :**
 - À l'échelle nationale, la production de SAF aux États-Unis a obtenu un soutien substantiel grâce à l'adoption de la loi sur la réduction de l'inflation (IRA) en 2022, avec 3,3 milliards de dollars américains en crédits d'impôt disponibles.²⁴ À partir de janvier 2025 et modifié dans le cadre du projet de loi «*One Big Beautiful*», le crédit d'impôt pour la production de carburant propre (45z) offre des crédits d'impôt allant jusqu'à 1 USD par gallon pour la production et la vente de carburants de transport à faibles émissions, y compris le SAF. Ce crédit est disponible jusqu'à la fin de 2029.
 - La norme des carburants renouvelables (RFS – «*Renewable Fuels Standard*») est la colonne vertébrale de l'industrie américaine des biocarburants et des SAF (les SAF réclament généralement des crédits RIN D4). Cette politique impose les usagers de carburant routier et est principalement respectée à l'aide d'éthanol provenant du maïs ou du maïs. Les attributs environnementaux des SAF peuvent être vendus aux parties obligées sous forme de crédits, bien que le carburant fossile pour avions ne soit pas lui-même obligé.
 - En vertu du projet de règlement «*Set 2*» de l'Agence de protection de l'environnement relatif au programme RFS pour la période 2026-2027, les carburants renouvelables produits à partir de matières premières étrangères ou les carburants renouvelables importés ne généreraient que 50 % de la valeur des RIN par rapport à ceux fabriqués à partir de matières premières nationales.

• Exemples de programmes au niveau de l'État :

- La norme californienne sur le LCFS offre des crédits aux fournisseurs SAF (adhésion volontaire), basés sur un score d'intensité carbone. Le programme tend à offrir des incitatifs plus importants aux produits DR qu'aux SAF en raison des calculs d'intensité carbone du LCFS.
- En plus de certains taux d'imposition préférentiels et de son propre LCFS, l'État de Washington offre un crédit d'impôt pour la vente et l'achat de carburant alternatif pour avions avec une réduction d'au moins 50 % des émissions au cycle de vie, d'une valeur comprise entre 1 et 2 USD par gallon (selon l'intensité carbone). Il existe aussi des crédits disponibles pour l'utilisation du SAF lors des vols au départ de l'État de Washington (réclamable seulement une fois qu'une ou plusieurs installations de l'État atteignent une capacité de production de 75 millions de litres par an).²⁵
- Le programme Carburants propres de l'Oregon fixe des limites d'intensité carbone pour les carburants non liés au transport aérien et offre des crédits volontaires pour les SAF.
- L'Illinois offre un crédit d'achat durable de carburant d'aviation d'une valeur allant jusqu'à 1,50 \$ USD par gallon de SAF (avec une réduction minimale de 50 % des émissions sur le cycle de vie) vendu ou utilisé par les transporteurs aériens de l'Illinois.
- Le Minnesota offre un crédit fiscal pour carburant d'aviation durable pour les SAF produits ou mélangés dans l'État ou vendus pour des vols quittant l'État, offrant jusqu'à 1,50 USD le gallon de SAF (avec une réduction minimale de 50 % des émissions au cours de vie).
- Le Nebraska offre un crédit d'impôt SAF qui offre un crédit d'impôt de 0,75 USD par gallon pour la production de carburant d'aviation à faible émission de carbone (avec une réduction minimale de 50 % des émissions au cycle de vie).
- Les incitatifs fiscaux fonciers pour la production de carburants alternatifs du Montana offrent une réduction de taxe foncière aux installations de production SAF admissibles.

23 <https://www.icao.int/SAF/SAF-production-facilities>

24 IEA, «*Aviation*».

25 <https://www.nrel.gov/docs/fy24osti/87802.pdf>

- Le gouvernement du **Royaume-Uni** (Royaume-Uni) a publié sa Stratégie Jet Zéro en juillet 2022, qui définit les actions à entreprendre pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 dans le secteur de l'aviation. D'ici 2025, le Royaume-Uni s'est engagé à avoir au moins cinq usines de SAF en construction.
- Depuis 2008, le Royaume-Uni a une obligation de carburant de transport renouvelable (RTFO – «Renewable Transport Fuel Obligation»), qui s'applique aux entités fournissant plus de 450 000 litres d'essence, diesel, mazout ou carburant renouvelable, y compris l'aviation. En 2024, le Royaume-Uni a annoncé un mandat distinct pour les SAF, cherchant à établir un seuil minimum pour tout carburant pour avion dans les vols au départ du Royaume-Uni, qui doit être fourni par des sources durables. Le mandat devrait débuter en 2025 avec 2 % de la demande totale de carburant pour avion au Royaume-Uni et augmentera linéairement jusqu'à 10 % en 2030 et 22 % en 2040. À partir de 2040, l'obligation restera à 22 % jusqu'à ce qu'il y ait une plus grande certitude concernant l'approvisionnement en SAF.²⁶ Le mandat introduira progressivement un plafond sur les matières premières utilisées dans le HEFA, bien que ce ne soit pas avant que d'autres types de SAF soient également commercialement viables. Il y aura également une obligation distincte concernant les carburants de synthèse électro-intensifs (PtL), à partir de 2028, qui atteindra 3,5 % de la demande totale de carburant pour avions en 2040. Les obligations de ce mandat seront confiées aux fournisseurs de carburant.
- Parallèlement à cette obligation, la loi britannique de 2026 sur les SAF (UK Sustainable Aviation Fuel Act 2026) a reçu la sanction royale le 5 mars 2026, établissant ainsi un cadre juridique pour un mécanisme garantissant un rendement minimum.
- Au-delà des mesures réglementaires, le concours britannique Green Fuels, Green Skies a fourni 15 millions de livres sterling pour le développement précoce des usines de production SAF. Le Royaume-Uni investit également dans la recherche et le développement pour explorer de nouvelles technologies et matières premières destinées à la production de SAF, ainsi que dans des subventions pour des projets de démonstration et à l'échelle commerciale via son Fonds pour les combustibles avancés. Le programme a alloué plus de 135 millions



de livres sterling pour le développement des usines de production SAF au Royaume-Uni.

- L'aéroport de Londres Heathrow offre également des incitatifs par le biais du programme d'incitatifs des SAF de Heathrow.²⁷
- Au sein de l'Union **européenne**, la France, l'Italie, les Pays-Bas, la Suède et l'Espagne sont des leaders régionaux.²⁸ Face à certaines des pressions réglementaires les plus fortes au monde, la demande de SAF devrait augmenter considérablement en Europe, atteignant 46 millions de tonnes d'ici 2030.²⁹
- L'Union européenne a ajusté le système d'échange de quotas d'émission, avec l'intention de supprimer les quotas gratuits pour le secteur aéronautique d'ici 2026. Dans le cadre de son forfait « Fit for 55 », la réglementation ReFuelEU Aviation impose que les vols au départ des grands aéroports européens doivent transporter une quantité minimale de SAF, avec des objectifs contraignants commençant à 2 % de SAF d'ici 2025, passant à 6 % d'ici 2030 et atteignant éventuellement 70 % en 2050. Dans le cadre de ces règlements, il y a aussi des cibles spécifiques pour les carburants synthétiques. Les règles empêchent également les combustibles produits à partir de cultures fourragères et alimentaires (par exemple, le colza), les cultures intermédiaires, les matériaux dérivés du palmier et du soja, ainsi que les stocks de savon et leurs dérivés de participer au programme.³⁰
- Au sein de l'Union européenne, chaque État membre a adopté ses propres politiques pour soutenir le développement et l'utilisation des SAF.

26 Initiatives de carburant d'aviation durable - GOV.UK (www.gov.uk)

27 <https://www.heathrow.com/company/about-heathrow/heathrow-2-0-sustainability-strategy/our-carbon-strategy/sustainable-aviation-fuel-saff#:~:text=The%20scheme%20incentivises%20the%20use,swap%20to%20cleaner%20fuels3>

28 <https://www.icao.int/SAF/SAF-production-facilities>

29 <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/aviation/general-information-and-context>

30 <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/refuel-eu-aviation-handbook.pdf>

- **Singapour** abrite la plus grande usine de production de SAF au monde, la raffinerie de Neste, qui a une capacité allant jusqu'à 1,2 milliard de litres. C'est un fournisseur majeur pour les marchés américain et européen.
- À partir de 2026, Singapour a annoncé son intention d'exiger que tous les vols quittant le pays utilisent le SAF, visant un objectif de 1 % en 2026 et l'augmenter à 3-5 % d'ici 2030.³¹ Plutôt que d'instaurer un mandat mixte, l'acquisition de cette SAF sera financée par des taxes imposées aux voyageurs aériens via les prix des billets d'avion, et l'Autorité centrale de l'aviation de Singapour s'approvisionnera en carburant d'aviation plus écologique en utilisant les taxes collectées.³²
- **La Chine** dispose d'environ 500 millions de litres par an de capacité de production SAF (dont plus de 90 % destinés à l'exportation), avec 4,8 milliards de litres supplémentaires de nouvelle capacité annoncés. En plus d'exporter le SAF, elle est également un important exportateur mondial de déchets et de matières premières résiduelles, comme l'huile de cuisson usagée. Sa politique intérieure est encore en développement. Le pays a lancé son premier programme pilote SAF en septembre 2024, dans le cadre duquel douze vols commerciaux d'Air China, China Eastern et China Southern utiliseront le SAF dans quatre aéroports, avec des plans d'expansion en 2025.³³



Partenariats et mesures mondiaux

Partenariats industriels

Alors que l'industrie aéronautique s'adapte au marché émergent des SAF, tant à l'échelle mondiale qu'au Canada, les principaux acteurs se sont réunis pour collaborer et former des alliances afin de soutenir l'adoption généralisée et l'éducation autour de l'utilisation des SAF. La logique de cet effort varie selon les parties prenantes, notamment l'intérêt pour l'engagement environnemental, la conformité réglementaire, le leadership sur le marché, l'efficacité des coûts à long terme, l'innovation et l'avantage concurrentiel, la pression des parties prenantes et la résilience opérationnelle.

À l'échelle mondiale, les compagnies aériennes commerciales ont joué un rôle important dans le progrès de la SAF grâce à des partenariats, des accords de cession et des partenariats en recherche et développement. Dans certains cas, ce soutien a aidé les installations de production à obtenir les investissements nécessaires pour aller de l'avant. Par exemple, LanzaJet a ouvert la première installation mondiale de production d'éthanol vers SAF en Géorgie, aux États-Unis, affichant une capacité annuelle de 37 millions de litres grâce à un financement du Département américain de l'Énergie, un prêt du Fonds d'innovation de Microsoft, et une subvention de 50 millions USD de Breakthrough Energy³⁴, partenariat de LanzaJet avec British Airways, et Nova Pangaea Technologies pour le projet Speedbird a obtenu 11,2 millions USD de financement gouvernemental pour stimuler la production de SAF. Des vols d'essai utilisant le SAF ont été réalisés par Thai Airways, Bombardier, Gulfstream et Virgin Atlantic, GE Aerospace poursuivant ses progrès vers des moteurs 100 % compatibles SAF. En 2023, United Airlines et ses partenaires ont lancé un véhicule d'investissement pour soutenir les start-ups travaillant sur la recherche, la production et la technologie du SAF, en tirant plus de 200 millions USD d'investissements³⁵. Certaines compagnies aériennes canadiennes ont également lancé des investissements, notamment l'investissement d'Air Canada avec Carbon Engineering, une entreprise canadienne axée sur la technologie de capture directe d'air. Air Transat, membre du réseau du Groupe international SAF+, en partenariat avec Airbus, Pratt & Whitney, évalue la faisabilité de développer une usine commerciale e-SAF au Québec.

31 <https://www.reuters.com/sustainability/singapore-require-departing-flights-use-sustainable-fuel-2026-2024-02-19/>

32 <https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/news-research/latest-news/agriculture/091224-appec-singapores-saf-levy-to-only-apply-to-air-ticket-sales-from-2026>

33 <https://www.weforum.org/stories/2024/12/could-cooking-oil-from-china-disrupt-civil-aviation-with-sustainable-fuel/>

34 <https://www.lanzajet.com/freedom-pines>

35 <https://www.united.com/en/us/fly/company/responsibility/united-airlines-ventures.html>

Un sous-ensemble différent de ces partenariats industriels se concentre spécifiquement sur la création de la demande sur le marché, bien que par des stratégies différentes. Celles-ci incluent:

- **Régimes des compagnies aériennes pour promouvoir le choix des consommateurs :** Ces programmes permettent aux passagers, aux entreprises et aux clients de transport de marchandises de contribuer au paiement de la prime du SAF via des programmes d'adhésion, des tarifs verts ou l'achat direct de SAF. Certaines compagnies aériennes, dont KLM / Air France, ont étendu ce type de programme pour inclure une augmentation du prix des billets clairement liée à SAF, avec des hausses de frais allant de 1 à 12 euros.³⁶ WestJet et Air Canada offrent toutes deux des programmes optionnels, qui contribuent à stimuler la demande.
- **Régimes de producteurs de SAF :** Ces programmes permettent aux compagnies aériennes ou aux sociétés d'acheter du SAF directement auprès des producteurs ou détaillants – et sont généralement combinés avec un système de réservation et de réclamation. Les compagnies aériennes peuvent aussi choisir d'acheter directement le SAF.
- **Achats conjoints :** Ces programmes visent à agréger la demande et à offrir une certitude de prix en créant des achats de plus grand volume sur plusieurs années. Le Canada pourrait envisager un programme de partenariat d'approvisionnement volontaire entre les parties prenantes de l'aviation, les entreprises et potentiellement même les gouvernements, afin d'acheter des certificats SAF ou SAF, créant ainsi un signal de demande tout en aidant les entreprises canadiennes à réduire leurs émissions de Scope 3. Elle pourrait aussi travailler à l'élaboration d'une prévision de la demande, en collaboration avec les principales associations de l'industrie et les compagnies aériennes canadiennes, dans le but d'envoyer un signal aux producteurs de carburant sur la volonté des compagnies canadiennes de payer pour des volumes fiables de SAF.
- **Campagnes éducatives pour promouvoir la demande :** Les aéroports et les compagnies aériennes jouent aussi un rôle à jouer pour stimuler la demande en sensibilisant les passagers et les partenaires d'affaires aux avantages environnementaux et économiques de l'utilisation des SAF pour le Canada. En 2023, United Airlines s'est associée à Sesame Street pour une campagne d'éducation aux consommateurs afin de promouvoir les avantages de l'utilisation du SAF, mettant en avant des outils comme son estimateur d'empreinte carbone et le Fonds de vols durables de la compagnie aérienne.³⁷



- **Études sur les matières premières :** Les fournisseurs de matières premières, de carburant, le gouvernement et les compagnies aériennes peuvent aussi contribuer à générer la demande pour les SAF canadiens et les matières premières en réalisant des évaluations du cycle de vie des voies anticipées des SAF canadiennes. La recherche pourrait offrir un aperçu de la meilleure façon de tirer parti des avantages du Canada pour soutenir la production de SAF à faible intensité carbone, notamment en identifiant les aspects du cycle de vie du combustible qui pourraient être améliorés (voir section 8 sur les critères de durabilité et la comptabilité pour plus de détails).

Voici quelques exemples d'initiatives internationales spécifiques qui ont émergé :

- **Sustainable Aviation Buyers Alliance (SABA) :** Dirigée par l'Environmental Defence Fund (EDF) et RMI, SABA tente d'accélérer la voie vers une aviation carboneutre en stimulant les investissements dans SAF et en soutenant les entreprises, compagnies aériennes et clients du fret pour atteindre leurs objectifs. Les membres incluent Workday, Microsoft, UPS et Deloitte.
- **Objectifs :** Développer un cadre de SAF à haute intégrité pour garantir des réductions crédibles des émissions, accélérer et regrouper les investissements dans les SAF, construire des systèmes de suivi transparents et crédibles, et fournir un soutien en éducation et en politique.
- En 2023, SABA a coordonné l'achat de plus de 3 millions de litres de SAF.
- En 2024, SABA et ses membres se sont engagés à canaliser près de 200 millions de dollars dans l'achat de certificats SAF – soit environ 50 millions de gallons (ou 189 millions de litres) de SAF.³⁸

36 <https://www.france24.com/en/live-news/20220110-air-france-klm-adds-biofuel-surcharge-to-plane-tickets>

37 <https://biodieselmagazine.com/articles/united-launches-consumer-education-campaign-on-saf-2518576>

38 L'Alliance des acheteurs d'aviation durable annonce des ententes historiques pour l'achat de certificats de carburant d'aviation durable afin d'accroître l'investissement dans les technologies de carburant propre – Accélérer la transition vers l'aviation carboneutre (flysaba.org)
Investment in Clean Fuel Technologies - Accelerating the transition to net zero aviation (flysaba.org)

- **Eco-Skies Alliance (investissement de United Airlines):** Un programme unique en son genre réunissant des grandes entreprises mondiales travaillant avec United Airlines pour aider à propulser le vol de façon plus durable. Les membres incluent Biogen, Visa et Meta.
- **Objectifs :** Travailler avec United pour acheter collectivement environ 12,8 millions de litres de SAF par année.³⁹
- **Freight Buyer's Alliance (SFBA):** Smart Freight Centre, avec Business for Social Responsibility (BSR), le Forum économique mondial et sept expéditeurs multinationaux, ont fondé la SFBA pour créer un signal puissant de demande de décarbonisation et un centre centralisé d'initiatives d'action. Parmi ses membres figurent des entreprises comme Amazon, Nike, P&G et Nestlé.
- **Objectifs :** Suivre les impacts et les progrès vers les objectifs climatiques de chaque entreprise individuelle, agréger la demande via la Fleet Electrification Coalition, participer à des plaidoyers pour communiquer les politiques pertinentes aux membres et informer les décideurs sur les lacunes dans l'industrie.⁴⁰
- **L'Initiative aéronautique pour les énergies renouvelables (AIREG – Aviation Initiative for Renewable Energy):** Fondée à Berlin par des entreprises aéronautiques, des aéroports, des instituts de recherche, des entreprises de l'industrie aéronautique et des entreprises spécialisées dans la fourniture et le traitement des matières premières. L'AIREG se concentre sur l'augmentation de la production et de l'utilisation de carburants d'aviation régénératifs en Allemagne. L'AIREG compte plus de 50 membres, dont Airbus, Boeing et BP.⁴¹
- **Objectifs :** D'ici 2030, l'objectif de l'AIREG est d'atteindre un quota de 10 % pour l'utilisation des SAF, d'avoir au moins une installation commerciale des SAF en activité en Allemagne, et de construire et exploiter une plateforme de recherche, technologie et démonstration PtL en Allemagne.

Malgré les bénéfices, des défis constants ont été identifiés avec les programmes basés sur la demande, ce qui peut rendre plus difficile l'investissement industriel dans le SAF et la collaboration industrie-industrie, notamment la transparence des prix, les limitations existantes sur la traçabilité, les coûts, et l'absence de

directives des organismes de normalisation permettant aux organisations d'utiliser le SAF pour réduire les émissions de la chaîne de valeur (c'est-à-dire le Scope 3 pour les voyageurs d'affaires). De plus, il n'existe pas encore de directives claires sur la manière de comptabiliser les achats de SAF dans les bilans conformément aux principes comptables généralement acceptés (PCGR) et aux méthodes comptables des Normes internationales d'information financière (IFRS – «International Financial Reporting Standards»).

Partenariats gouvernement-industrie

De nombreux pays à travers le monde se sont développés pour collaborer avec les industries aéronautiques afin de partager de l'information et de travailler ensemble. En 2022, le Japon a lancé un conseil public-privé pour promouvoir l'introduction des SAF.⁴² Le Royaume-Uni dispose du Jet Zero Taskforce, un partenariat entre l'industrie, le milieu universitaire et le gouvernement axé sur la décarbonisation du secteur aéronautique britannique.⁴³ Le Canada avait le premier accord volontaire au monde pour réduire les émissions de GES provenant de l'aviation (signé en 2005 avec l'Association canadienne du transport aérien), qui était un précurseur du Plan d'action pour le climat de l'aviation pour 2022-2030 et du Groupe de travail sur le développement durable de l'aviation. Avec un paysage en évolution rapide et divers plans et initiatives de décarbonisation en cours à travers le pays, ce type de forum peut servir de point de connexion essentiel pour discuter des enjeux émergents autour du déploiement des SAF, partager des informations sur les politiques actuelles et futures, lancer des recherches et continuer à travailler ensemble sur la manière de surveiller l'adoption et de communiquer les avantages de l'utilisation des SAF, y compris en affinant l'approche de la comptabilisation des émissions à partir de l'utilisation des SAF dans le cadre de l'Aviation Plan d'action climatique.

Le gouvernement et l'industrie peuvent aussi collaborer pour tirer parti des événements internationaux et poursuivre des initiatives qui attireront à la fois des investissements directs étrangers dans la production des SAF et accéléreront les opportunités pour les entreprises canadiennes sur les marchés mondiaux. Il pourrait aussi y avoir de nouvelles occasions d'explorer ensemble des initiatives internationales, notamment le développement de corridors d'aviation verts. À l'instar des modèles développés pour les corridors d'expédition écologiques, les corridors aériens pourraient constituer des ententes entre aéroports et compagnies aériennes, afin d'établir des routes dédiées qui priorisent l'utilisation des SAF, aidant à partager le coût plus élevé des SAF et augmentant la demande de SAF à un endroit.

39 CEVA Logistics, « Eco-Skies Alliance », consulté en 2024.

40 Smart Freight Centre, « Rejoignez en tant que membre », consulté en 2024.

41 Aviation Initiative for Renewable Energy in Germany e.V., « membres de l'aire », consulté en 2024.

42 <https://www.fas.usda.gov/data/japan-japanese-government-and-industry-partner-develop-saf-capacity>

43 <https://www.gov.uk/government/groups/jet-zero-taskforce>

Les politiques et les interventions industrielles façonnent le marché

Les décideurs mondiaux et l'industrie aéronautique poursuivent un large éventail de stratégies pour promouvoir la production et l'adoption des SAF. Un aperçu des options de politique SAF et des exemples de leur mise en œuvre sont présentés dans les tableaux 5 et 6.

TABEAU 05 | Exemples de politiques mondiales du côté de l'offre

Type d'intervention Politique	Considérations	Exemples
Incitatif fiscal ou Exemption	✓ Aide à réduire l'écart de prix entre le SAF et le carburant d'avion ✓ Augmentation de la production de SAF dans la juridiction ✓ Stimule la production et le traitement durables des matières premières ✓ Cela ne garantit pas que le produit sera utilisé dans la juridiction	• Le Sustainable Aviation Fuel Credit aux États-Unis, qui comprenait un crédit de référence de 1,25 \$ US pour chaque gallon de SAF produit en aviation, avec un crédit d'impôt supplémentaire de 1 cent pour chaque point de pourcentage d'économies d'émissions au-dessus de 50 %, avec une limite supérieure de crédit d'impôt de 1,75 \$ US par gallon.⁴⁴ • Dans le cadre du Programme national brésilien de production et d'utilisation du biodiesel, les producteurs de biodiesel qui acquièrent des matières premières de producteurs familiaux peuvent réclamer une réduction fiscale allant jusqu'à 68 %.⁴⁵
Financement de l'innovation en phase initiale	✓ Finance et promeut la RD&D ✓ Favorise l'innovation et les meilleures pratiques dans l'approvisionnement des SAF ✓ Doit être large pour stimuler l'innovation dans une variété de solutions	• Le concours britannique Green Fuels, Green Skies offre 15 millions de livres sterling en subventions pour soutenir le développement en phase initiale des usines SAF.⁴⁶ • Carbaero français avec un appel au financement de projets en phase FEED. • Fonds SAFFA représentant 200 millions de dollars US avec de grands bailleurs tels qu'Airbus, AirFrance / KLM, AEG Fuels et BNP Paribas. • En 2022, le Japon a accordé 114,5 milliards de yens de subventions à des projets pilotes développant des technologies d'innovation verte en carburant électronique, SAF et autres. Cette initiative fait partie d'un fonds d'innovation verte de 2 000 milliards de yens visant à aider les entreprises à devenir carboneutres d'ici 2050.⁴⁷
Financement en capital (subventions, faible ou pas d'intérêt prêts)	✓ Soutient des usines de production SAF inédites ✓ Soutient l'expansion des voies SAF avec des niveaux de maturité technologique (NMT) ✓ Doit fonctionner en parallèle avec les modèles de financement réguliers	• Le programme d'assistance à la fabrication de bioraffineries, de produits chimiques renouvelables et de produits biobiologiques des États-Unis offre des garanties de prêt allant jusqu'à 250 millions de dollars américains pour financer le développement, la construction et la modernisation de bioraffineries commerciales et d'installations de fabrication de produits biobiologiques.⁴⁸ • Le programme américain de garantie de prêts énergétiques innovants offre jusqu'à 3 milliards USD de garanties de prêt pour des projets commerciaux de SAF.⁴⁹

44 Crédit pour carburant d'aviation durable | Service des impôts (irs.gov)

45 SGS INSPIRE, Politiques et marchés du biodiesel : histoires de réussite à travers le monde, 2020.

46 Département des Transports du Royaume-Uni, « Concours Green Fuels, Green Skies (GFGS) : gagnants », consulté en 2024.

47 Takeo Kumagai, Japon, accorde des subventions de 114,5 milliards de yens pour les technologies de carburant électronique, SAF et autres technologies vertes, S&P Global Commodity Insights, 2022.

48 NOUS. Département de l'Agriculture, « Programme d'assistance à la fabrication de bioraffineries, produits chimiques renouvelables et produits biobiologiques », consulté en 2024.

49 Energy Communities, « Garanties innovantes de prêts pour l'énergie propre », consulté en 2024.

Type d'intervention Politique	Considérations	Exemples
Contrat sur différence (CfD – Contract for Difference)	✓ Réduire les risques des usines de production de SAF, toutes les premières en leur genre	- Le programme SDE++ (Stimulation of Sustainable Energy Production and Climate Transition) aux Pays-Bas subventionne les entreprises et organisations à but non lucratif qui produisent des énergies renouvelables et utilisent des technologies réduisant le CO₂ via le mécanisme CfD.⁵⁰ La subvention est répartie sur une période de 12 à 15 ans, avec une limite variant de 60 à 300 € par tonne de CO₂ évitée. - La société britannique Low Carbon Contracts Company (LCCC), détenue par le gouvernement britannique, qui possède une expérience avérée dans la mise en œuvre du programme Contract for Difference au Royaume-Uni, agira comme contrepartie contractuelle en signant des contrats avec les fournisseurs SAF et en gérant les flux de paiement. - Si le prix du marché est inférieur au prix d'exercice : LCCC paie la différence au producteur. - Si le prix du marché dépasse le prix d'exercice : le producteur paie la différence à LCCC
Subventions directes à la production	✓ Réduire les risques des usines de production de SAF, toutes les premières en leur genre	Le paiement des services de sécurité du carburant australien verse aux raffineurs un paiement de production pendant les périodes déficitaires basé sur le nombre de litres de carburants (essence, diesel, carburant pour avion) qu'ils produisent.⁵¹
Taxes sur les combustibles fossiles	✓ Cela augmente le prix des combustibles fossiles, ce qui diminue leur consommation et augmente la demande de SAF	La directive révisée sur la taxation de l'énergie de l'UE propose un taux d'imposition minimal de 10,75 € par GJ, applicable au carburant d'aviation traditionnel utilisé lors des vols intra-UE, tandis que les SAF bénéficient d'un taux minimum zéro. La politique sera introduite graduellement à partir de 2023 avant d'être pleinement mise en œuvre en 2033.⁵²
Crédit de consommation	✓ Cela comble l'écart de prix et garantit que le crédit sert à réduire le prix du SAF	L'Illinois offre un crédit de taxe à la consommation pour l'utilisation du SAF admissible lors des vols au départ des aéroports de l'Illinois.

50 AIE, « Stimulation of sustainable energy production and climate transition (SDE++) – Politiques », consulté en 2024.

51 Gouvernement australien – Département des changements climatiques, de l'énergie, de l'environnement et de l'eau, « Liquid Fuel Security Review », consulté en 2024.

52 Thomas Kropp, « Avis du Comité économique et social européen sur la proposition de règlement du Parlement européen et du Conseil visant à garantir un terrain de jeu équitable pour un transport aérien durable, 2022.

TABEAU 06 | Exemples de politiques mondiales côté demande

Type d'intervention Politique	Considérations	Exemples
CORSIA	✓ Propose une mesure basée sur le marché mondial qui incite les compagnies aériennes à réduire leurs émissions internationales, y compris par l'utilisation du SAF	• De 2021 à 2026 (phase pilote de 2021 à 2023; et première phase de 2024 à 2026), seuls les vols internationaux entre États qui se portent volontaires pour participer à CORSIA sont soumis à des exigences compensatoires. • À partir de 2027, tous les vols internationaux seront soumis à des exigences compensatoires (avec quelques exemptions). • Les exploitants d'aéronefs peuvent réduire leurs obligations en utilisant un carburant d'aviation durable admissible qui respecte des critères spécifiques de durabilité.
Mandat de regroupement (obligations fournisseur)	✓ Crée la demande à long terme et prévisible nécessaire pour réduire les risques de production (mesures supplémentaires nécessaires pour faire face aux coûts)	• La Commission européenne a adopté un mandat de mélange de SAF pour la fourniture de carburant aux aéroports de l'UE, avec une part minimale de SAF augmentant progressivement, passant de 2 % en 2025 à 70 % en 2050.⁵³ • Le Royaume-Uni oblige l'approvisionnement en une quantité croissante de SAF dans le mélange global de carburants pour l'aviation britannique. Le mandat des SAF débute en 2025 avec 2 % de la demande totale de carburant pour avion au Royaume-Uni, augmentant linéairement à 10 % en 2030 puis à 22 % en 2040.⁵⁴
Norme de carburant à faible teneur de carbone (LCFS)	✓ Établit une réduction de l'intensité carbone du combustible ✓ Peut créer une incitation à fournir du SAF via les crédits disponibles, ce qui offre un signal de demande à long terme – plus efficace si la politique est spécifique à l'aviation, sinon les crédits volontaires peuvent être générés par des demandes sur la route, par exemple. ✓ Un prix de crédit suffisant (et une stabilité des prix) offre une plus grande certitude aux futurs développeurs de projets SAF	• Aux États-Unis, la Californie, l'Oregon et l'État de Washington ont tous des normes de carburant à faible émission de carbone en place. À l'heure actuelle, dans toutes ces juridictions, les carburants d'aviation sont des carburants « optionnels », ce qui signifie que la production de carburant d'aviation durable (SAF) peut être utilisée pour générer des crédits, mais l'utilisation du carburant traditionnel pour avion ne génère pas de déficits.⁵⁵

53 EASA, « Carburants d'aviation durables », consulté en 2024.

54 <https://www.gov.uk/government/collections/sustainable-aviation-fuel-saf-mandate>

55 <https://rmi.org/how-states-can-use-low-carbon-fuel-standards-to-incentivize-clean-hydrogen-derived-fuels/#:~:text=Aviation%20fuels%20have%20been%20brought,SAF%20uptake%20has%20been%20slow.>

Type d'intervention Politique	Considérations	Exemples
Tarification intérieure du carbone ou plafonnement et échange	✓ Cela augmente le prix des combustibles fossiles, ce qui diminue leur consommation et augmente la demande de SAF	Dans le cadre du système d'échange d'émissions de l'UE, les transporteurs aériens doivent renoncer aux quotas de carbone provenant des vols intra-UE, chacun représentant une tonne de CO₂, équivalente à leurs émissions déclarées l'année précédente.
Niveaux minimums d'approvisionnement public	✓ Génère une demande stable au début qui aide à réduire les risques et à relancer la production de SAF	Le gouvernement des Pays-Bas participe au Programme SAF corporatif de KLM, où la différence de prime entre CJF (Conventional Jet Fuel) et l'équivalent SAF pour leurs flyers est payée par les agences gouvernementales.⁵⁶
Collaboration avec les utilisateurs finaux (Action volontaire sur le marché)	✓ Crée des occasions d'agréger les achats, fournissant un signal de demande plus fiable ✓ Soutient le partage d'informations pour aider les utilisateurs finaux à avancer dans l'approvisionnement	- L'Alliance des acheteurs de fret durable (SFBA – Sustainable Freight Buyers Alliance) établit un signal de demande de décarbonisation et un centre centralisé pour la responsabilité collective et l'action, et agit comme un centre de rassemblement pour agréger la demande et étendre les solutions. - L'Alliance des acheteurs d'aviation durable (SABA – Sustainable Aviation Buyers Alliance) accélère la voie vers une aviation carboneutre en stimulant l'investissement dans SAF et les entreprises de soutien, les compagnies aériennes et les clients du fret. - Aireg, une initiative pour le carburant d'aviation basée en Allemagne, vise à stimuler la recherche, la production et l'utilisation du SAF à travers le pays.
Achat volontaire des SAF pour les voyageurs (Initiatives aériennes, pas politique nationale)	✓ Comble la différence de coût liée à l'acquisition de SAF ✓ Améliore la sensibilisation et la transparence autour du SAF	- Swiss International Airlines permet aux clients d'acheter volontairement une certaine quantité de SAF pour rendre leur vol carboneutre. - Les voyageurs avec Scandinavian Airlines peuvent choisir d'acheter des blocs de 20 minutes de SAF pour 10 \$ US par bloc, ce qui leur rapporte des points bonus. La quantité de SAF achetée sera utilisée pour remplacer la quantité équivalente de combustibles fossiles dans les opérations de la compagnie aérienne dès que possible.⁵⁷

⁵⁶ Programme de carburant d'aviation durable de KLM - KLM Pays-Bas

⁵⁷ Mark Caswell, SAS pour attribuer des points de fidélité aux clients achetant du biocarburant, Business Traveller, 2021.



SECTION 4

DÉVELOPPEMENT D'UN MARCHÉ CANADIEN DES SAF

Comprendre les principaux défis

Lors des discussions et ateliers avec les producteurs de carburant, les transporteurs aériens, les aéroports, les investisseurs, les fabricants aérospatiaux et d'autres parties prenantes clés menées tout au long de l'élaboration de ce Plan directeur des SAF, trois défis majeurs ont été identifiés, soulignant pourquoi la production et l'utilisation de la SAF au Canada ont été limitées. Les voici :

Le coût élevé du SAF comparé au carburant d'avion

L'acquisition du SAF peut être une entreprise compétitive et gourmande en ressources. Du point de vue du coût, le SAF coûte environ 2 à 8 fois plus cher que le carburant d'avion conventionnel. D'un point de vue logistique, sécuriser et recevoir les SAF nécessite un temps supplémentaire pour planifier et coordonner avec divers intervenants de la chaîne d'approvisionnement (par exemple, producteurs de carburant, distributeurs, aéroports, etc.). Cet effort supplémentaire, parfois long, contribue aussi à l'augmentation du coût d'acquisition du SAF.

Il existe une incertitude et des inquiétudes quant à la manière dont la prime de coût du SAF pourrait être absorbée par le secteur et/ou répercutée sur les utilisateurs finaux (par exemple, via le prix d'achat des billets). Étant donné le modèle canadien de « utilisateur-payeur », et le fait que le carburant représente généralement

plus de 25 % des coûts d'exploitation des compagnies aériennes commerciales, tout volume significatif de SAF acheté serait difficile à gérer pour les compagnies aériennes (surtout les plus petites). Les compagnies aériennes ont indiqué qu'elles ne pourraient pas absorber seules les coûts d'utilisation de 10 % du SAF, ce qui entraînera une hausse des prix des billets, ce qui pourrait affecter l'accessibilité financière et diminuer leur compétitivité mondiale. Les compagnies aériennes canadiennes ont exprimé leur inquiétude que certains clients pourraient envisager de traverser la frontière à la recherche de vols alternatifs moins coûteux. Si le coût des vols au Canada augmente, ce serait un défi croissant.

Risque d'investissement dans la production canadienne

Pour les investisseurs et les futurs producteurs canadiens de SAF, il existe aussi une incertitude quant à la possibilité d'un retour sur investissement. Malgré le fait que le SAF produit à l'échelle mondiale a été adopté par des accords de vente, et que le gouvernement fédéral, plusieurs compagnies aériennes canadiennes et associations continuent de souligner leur volonté d'utiliser ce carburant à faible émission de carbone, les producteurs ont exprimé le besoin d'un ou des signaux de demande durables à long terme pour aider à libérer les milliards d'investissements en capital nécessaires et à prendre la décision de produire au Canada. Investir dans de nouvelles installations nécessite des dépenses d'investissement importantes, y compris des études FEED,

et prend du temps, ce qui entraîne des risques inhérents. L'absence d'une marge opérationnelle viable offrant un rendement adéquat sur le capital est un défi majeur pour produire du SAF au Canada.

La demande n'est pas la seule considération. Les producteurs qui souhaitent développer la capacité de production du SAF évaluent généralement les opportunités dans diverses juridictions, cherchant les perspectives économiques les plus convaincantes et où les chaînes d'approvisionnement existantes peuvent être exploitées. Dans le contexte actuel, les producteurs potentiels sont attirés par les opportunités offertes aux États-Unis, en raison de leur loi sur la réduction de l'inflation et des incitatifs au niveau des États. De plus, les producteurs américains peuvent aussi profiter à la fois des incitatifs à la production américaine (notamment le Crédit de production de carburant propre) et des crédits du marché canadien lorsqu'ils vendent au Canada. Cette dynamique aide à soutenir l'offre sur le marché canadien (particulièrement en Colombie-Britannique), mais place les producteurs canadiens potentiels en position de désavantage comparativement lorsqu'ils sont en concurrence pour l'investissement.

Le type de SAF qui pourrait être produit au Canada est aussi un facteur à considérer. On pense que le canola est une matière première de premier plan pour tout futur producteur canadien de SAF à court terme. Comme décrit dans ce rapport, il existe différentes normes de durabilité et méthodologies comptables du cycle de vie utilisées par l'OACI et d'autres juridictions. Dans certains cas, comme dans l'Union européenne, le SAF à base de cultures alimentaires est restreint, limitant les opportunités d'exportation du producteur. Cela est probablement perçu comme moindre risque, puisque le marché nord-américain seul est probablement assez important pour soutenir la production canadienne.

Selon la voie technologique et l'installation opérationnelle, le diesel renouvelable (DR) et le SAF peuvent être produits dans la même installation. La décision de produire l'un ou l'autre carburant est économique, et les politiques existantes, la réglementation, les conditions de marché et les coûts d'exploitation tendent à favoriser la production de DR. La production de SAF nécessite des volumes de matières premières plus importants que lors de la production de DR (par exemple, pour la voie HEFA), ce qui en fait un carburant légèrement plus gourmand en carbone. De plus, les installations DR existantes peuvent ne pas disposer des unités de traitement nécessaires à la production de SAF, ce qui entraîne des coûts supplémentaires pour installer et exploiter des équipements supplémentaires.

Le co-traitement est perçu comme un moyen potentiel de produire du SAF au Canada. Cependant, étant donné la limite actuelle du volume de contenu renouvelable permis par ASTM International, ce cas d'affaires n'est pas viable. Pour cette raison, l'industrie cherche à augmenter la limite à 20-30 %, ce qui pourrait entraîner une augmentation de la production.



Offre disponible limitée

Bien que de nouvelles installations continuent d'être mises en service partout dans le monde, la production est limitée à quelques pays (il n'existe actuellement pas de production commerciale soutenue de SAF au Canada). Le SAF produit par ces fournisseurs est très demandé.

Actuellement, la production et l'adoption des SAF sont déterminées par des marchés qui régulent l'offre ou offrent des incitatifs ciblés à la production des SAF. La plupart des SAF étant produites à l'échelle mondiale sont présentement destinées à l'Union Européenne (afin de satisfaire les exigences aux réglementations ReFuelEU), ou aux États-Unis. Les compagnies aériennes canadiennes qui souhaitent acheter le SAF font face au défi de sécuriser des volumes mondiaux, mais avec un accès à moins de soutiens politiques pour l'adoption du SAF et moins de capacité à concurrencer. La rareté du marché mondial a également encouragé les acheteurs de carburant à bloquer l'approvisionnement en SAF à court et moyen terme dans des ententes de rechte afin de respecter les obligations de conformité et de profiter des crédits, ce qui a un impact ultime sur la disponibilité à court terme et la tarification des importations mondiales au Canada. Comme le décrivent certains acheteurs potentiels, cette réalité s'avère très difficile et coûteuse. Bien qu'Air Canada et WestJet aient eu un certain succès dans l'acquisition et l'importation de SAF, d'autres petits transporteurs ne peuvent pas rivaliser et s'intéressent aux opportunités offertes par le livre et la réclamation, qui n'a pas encore été largement reconnu et adopté.

Le potentiel des mesures existantes

Le consensus des séances de travail, discussions et ateliers tenus avec des intervenants non gouvernementaux pour élaborer le Plan directeur des SAF est que le paysage politique actuel au Canada est insuffisant pour soutenir un marché intérieur des SAF et que le Canada continuera probablement d'avoir des difficultés à accéder aux importations à court terme. Les participants à l'initiative ont identifié le besoin d'un soutien plus adapté aux SAF afin d'assurer l'accès du Canada aux SAF. Ce qui suit est un aperçu des politiques et mesures existantes en place pour soutenir le développement du SAF au Canada, ainsi que des perspectives de parties prenantes non gouvernementales sur la manière dont elles pourraient être optimisées au fil du temps.

TABLEAU 07 | Politiques et mesures existantes avec détails pour le développement des SAF canadiennes

Politique ou mesure existante	Type de police	Objectifs du programme	Soutien potentiel au marché canadien des SAF, comme entendu dans les ateliers non gouvernementaux pour les parties prenantes
Stratégie bioénergétique pour le Canada	Stratégie fédérale	Le Plan de réduction des émissions 2030 s'engage à explorer la faisabilité d'une stratégie de bioénergie afin d'optimiser la manière dont le Canada utilise ses ressources agricoles, forestières et municipales pour produire de l'énergie carboneutre à moyen et long terme.	Pourrait offrir une vision collaborative du gouvernement fédéral tournée vers l'avenir pour la bioénergie au Canada, incluant l'utilisation finale des SAF, mais n'inclura pas le financement ni le développement de programmes spécifiques.
Règlements sur les carburants propres (RCP)	Réglementation	Le RCP exige des réductions de l'intensité carbone au cycle de vie provenant de l'essence et du diesel produits et importés au Canada pour une utilisation au Canada, ce qui entraîne une réduction des émissions de GES. Le RCP offre également un incitatif pour la production et l'importation de carburants à faible émission de carbone, y compris les SAF. Les producteurs de SAF ne sont soumis à aucune exigence de réduction et ne bénéficient que de la création de crédit et de la participation au marché du crédit RCP. Comme étant annoncé par le Premier ministre le 5 septembre 2025 et par la suite à travers le budget 2025, des modifications ciblées seront apportées au Règlement sur les combustibles afin de soutenir le secteur national des combustibles à faible teneur en carbone, tout en préservant l'objectif premier du Règlement, à savoir la réduction des émissions et la transition vers une économie à faible intensité carbone.	Opportunité, dans un futur examen réglementaire, d'évaluer si d'autres mesures devraient être prises concernant le carburant d'avion / SAF.

Politique ou mesure existante	Type de police	Objectifs du programme	Soutien potentiel au marché canadien des SAF, comme entendu dans les ateliers non gouvernementaux pour les parties prenantes
Banque canadienne de l'infrastructure (BIC) : Financement de projets et initiative FEED	Soutien financier	Le BIC offre des solutions d'investissement personnalisées pour financer des projets de construction d'installations de production de carburant propre (y compris les SAF). Il fournit également un financement pour l'accélération de projets afin de soutenir les études FEED durant la phase de développement.	Continuez à fournir du financement de projets et du financement FEED par le biais d'un financement accéléré.
Déduction accélérée des coûts d'investissement pour la production d'énergie propre et les équipements écoénergétiques spécifiés	Incitation fiscale	Prévoit une déduction accélérée des coûts d'investissement pour les équipements spécifiques de production d'énergie propre et d'efficacité énergétique, tels que les équipements utilisés pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur à partir de sources d'énergie renouvelables ou de déchets, ou qui produisent des carburants à faible émission de carbone à partir des déchets.	Explorez l'augmentation des incitatifs fiscaux existants pour soutenir davantage la production de SAF.
Stratégie gouvernementale de verdisation et achat de carburants à faible émission de carbone	Stratégie fédérale	La SGV présente les objectifs du gouvernement du Canada pour rendre ses opérations plus écologiques sur la voie vers la neutralité carbone de GES. Elle inclut un engagement à acheter au moins 20 % de carburants à faible émission de carbone pour le Cadre stratégique pour la sûreté maritime du Canada (CSSM) d'ici 2030, et à réduire l'intensité des émissions nettes de 50 % d'ici 2040. Cela inclut l'achat d'attributs environnementaux SAF et SAF pour les opérations de l'armée de l'air avec un certain soutien financier du Programme d'approvisionnement en carburant à faible émission de carbone (PACFTC), une initiative visant à stimuler le développement du marché des carburants aéronautiques et marins à faible émission de carbone au Canada par le biais du leadership fédéral et des achats.	Poursuivre les activités d'approvisionnement pour accroître la demande des SAF au Canada.

Politique ou mesure existante	Type de police	Objectifs du programme	Soutien potentiel au marché canadien des SAF, comme entendu dans les ateliers non gouvernementaux pour les parties prenantes
Fonds d'innovation stratégique (FIS)	Soutien financier	Encourager les entreprises canadiennes à investir dans des activités de recherche et développement menant au transfert de technologie et à la commercialisation de nouveaux produits, procédés et services; accélérer la croissance et l'expansion des entreprises innovantes au Canada; attirer et retenir des investissements à grande échelle au Canada; la promotion des réseaux de collaboration entre le secteur privé, les institutions de recherche et les organisations à but non lucratif dans les secteurs clés des technologies émergentes ainsi que dans la recherche, le développement et la commercialisation industrielles.	Les projets des SAF pourraient être priorisés selon le financement disponible.
Initiative pour la technologie aéronautique durable (INTAD), soutenue par FIS	Soutien financier	Compléter les technologies essentielles nécessaires à l'adoption et à la certification généralisées de carburants alternatifs pour l'aviation. Parmi les exemples, on compte l'adaptation de technologies permettant l'utilisation de mélanges à haut rapport de SAF; les technologies de combustion pour l'hydrogène et d'autres combustibles sans carbone; et des systèmes de stockage cryogénique.	Soutenir l'adoption de combinaisons plus élevées de SAF et la recherche et le développement de nouvelles technologies.
Divers soutiens pour les matières premières	Programme	Agriculture et Agroalimentaire Canada soutient le secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire par des initiatives qui favorisent l'innovation et la compétitivité. • Programme AgriInnovate • Programme d'agrosociétés – Projets • Programme canadien des priorités stratégiques agricoles • Programme de solutions climatiques agricoles (fermé aux candidatures) • Programme de technologie propre agricole Le crédit d'impôt pour l'investissement en hydrogène propre (CII) est un crédit d'impôt à l'investissement remboursable et offre différents niveaux de soutien, entre 15 et 40 % des coûts admissibles du projet, selon l'intensité carbone de l'hydrogène produit. Ainsi, le CH-CII peut créer des opportunités pour la production d'hydrogène à faible émission de carbone comme matière première ou composant de raffinage dans la production de SAF.	Envisagez d'aligner les objectifs du programme avec les actions liées aux matières premières décrites dans le Plan directeur.

Politique ou mesure existante	Type de police	Objectifs du programme	Soutien potentiel au marché canadien des SAF, comme entendu dans les ateliers non gouvernementaux pour les parties prenantes
La norme de carburant à faible émission de carbone LCFS de la C.-B.	Réglementation	Politique de transformation du marché du côté de l'offre incitant et exigeant l'approvisionnement en carburants de transport à faible émission de carbone et/ou renouvelables en Colombie-Britannique et décourageant l'approvisionnement en combustibles fossiles.	LCFS de la C.-B. continuera de soutenir le développement du marché des SAF et le maintien de la capacité d'empilement des crédits a été identifié comme un élément positif pour encourager les SAF en Colombie-Britannique.
CORSIA	Mesure mondiale basée sur le marché	CORSIA est une mesure basée sur le marché mondial conçue pour compenser les émissions de CO ₂ de l'industrie aéronautique internationale par l'achat et l'annulation d'unités d'émission par les exploitants d'avions.	CORSIA continuera d'encourager les achats de SAF par les compagnies aériennes jusqu'en 2035.



Pour expliquer l'opportunité de développer un marché domestique des SAF, les sections suivantes explorent la production et l'importation de SAF. Comme c'est le cas pour le marché canadien du carburant d'avion aujourd'hui, une combinaison de ces voies sera nécessaire pour atteindre les objectifs d'aviation durable du Canada.

Atteindre les objectifs des SAF du Canada

Production domestique	Importation de SAF	Livre et revendication & Critères de durabilité et comptabilité
• Évaluation comparative des voies technologiques adaptées au Canada (voies approuvées et évaluation comparative) • Scénarios de production maximale de SAF pour le Canada en 2030, 2040 et 2050 • Potentiel des matières premières canadiennes	• Considérations pour l'importation de SAF purs et mélangés au Canada • Sources potentielles d'importations : États-Unis et disponibilité plus large • Principaux enseignements tirés des premiers efforts d'approvisionnement canadiens	• Considérations pour l'exploration d'un cadre national de réservation et de réclamation • Considérations autour des critères de durabilité et de la comptabilité

SECTION 5

Production domestique

Points clés

1	Selon la disponibilité des matières premières et la préparation technologique, le Canada a un potentiel important pour la production de SAF qui pourrait répondre à certains de ses besoins nationaux en SAF. Cependant, même dans un scénario où le volume maximal de production pour le Canada d'ici 2050 serait atteint (et que tout le SAF produit serait utilisé au Canada), le Canada continuerait de compter sur les importations de SAF (en combinaison avec d'autres mesures de décarbonisation) pour atteindre la neutralité carbone dans son secteur aéronautique.
2	En général, les coûts associés à la plupart des voies de production des SAF devraient diminuer tout au long de 2040. Cependant, même pour les voies de production de SAF les plus économiques, il est peu probable que l'écart de coûts entre le SAF et le carburant d'aviation conventionnel se comble complètement, et une forme de soutien à long terme sera nécessaire pour assurer la production et l'utilisation au Canada (en l'absence d'autres mesures nécessitant leur utilisation).
3	Pour les investisseurs et les producteurs de SAF qui envisagent le Canada, il existe une incertitude quant aux possibilités de retour sur investissement, notamment l'absence de demande durable à long terme et la disponibilité d'incitatifs plus compétitifs offerts dans d'autres juridictions. Un accent mis sur la création d'une demande concrète et un environnement d'investissement compétitif pourrait aider le Canada à réaliser une partie de son potentiel pour la production domestique.

Voies technologiques pour le Canada

Quel est le chemin le plus probable vers la production SAF au Canada?

Parmi les 11 voies technologiques approuvées par ASTM International pour la production de SAF (voir section 1 dans l'Introduction), cinq voies pourraient offrir un potentiel pour une production significative de SAF au Canada, compte tenu de la disponibilité des matières premières, de la préparation technologique et de la préparation de la chaîne d'approvisionnement. Le tableau 8 ci-dessous présente l'état actuel du potentiel pour développer chacune des cinq voies au Canada, y compris les opportunités associées, les défis et les projets annoncés.

Il existe plusieurs voies que le Canada ne pourra probablement pas déployer à grande échelle – par exemple, la voie de l'iso-paraffine synthétisée par sucres fermentés hydrotraités (HFS-SIP), qui repose sur des matières premières riches en glucides comme la canne à sucre. Le Canada produit des matières premières riches en glucides telles que le maïs et le blé qui pourraient être utilisées dans la production HFS-SIP; cependant, cette voie serait en concurrence avec la fermentation du sucre via la production d'ATJ. Parmi les deux voies technologiques, HFS-SIP, avec sa limite de mélange SAF plus basse, fait face à des barrières de commercialisation plus élevées.

TABEAU 08 | État actuel des voies technologiques et potentiel pour la production canadienne

Voies technologiques	Préparation technologique	Opportunités	Défis	Développements récents
Esters et acides gras hydrotraités (HEFA)	Haut	• Cela nécessite un coût initial faible pour l'infrastructure comparé à d'autres voies (même si les coûts continus sont plus élevés).⁵⁸ • Capable de produire des volumes significativement plus élevés que d'autres voies grâce à sa maturité technique et à sa préparation commerciale. • Le Canada est un chef de file dans la production d'huile de canola et d'huile de soya, et possède des chaînes d'approvisionnement établies. • Les cultures canadiennes sont cultivées de façon durable et il existe des occasions pour les agriculteurs canadiens de démontrer que leurs cultures sont produites à des valeurs d'intensité carbone inférieures aux références publiées (par exemple, la valeur par défaut de l'OACI pour le HEFA du canola). • Contribue à créer une nouvelle demande intérieure et à réduire les risques liés à l'exportation pour les producteurs canadiens de canola tout en soutenant les investissements dans la transformation à valeur ajoutée nationale. • Les graisses, huiles et graisses (FOG – Fats, Oils and Greases) offrent un fort potentiel de réduction des émissions.	• Préoccupations concernant la durabilité et l'image de l'utilisation des matières premières à base de cultures pour les SAF. • Plusieurs utilisateurs de matières premières HEFA pourraient entraîner une concurrence future et une augmentation des coûts. • Le risque qu'une demande future accrue d'autres juridictions puisse affecter la disponibilité des matières premières au Canada. • Des préoccupations possibles pour investir dans la voie HEFA à mesure que d'autres voies émergent (à faible intensité carbone) et deviennent plus économiques. • Les défis pour les FOG (matières premières non basées sur les cultures) incluent une disponibilité limitée, le coût, la variabilité de la qualité, le risque d'huile frauduleuse (par exemple, l'huile de palme déclarée comme huile de cuisson usée) et les complexités logistiques lors de la collecte et du traitement. Même si le Canada réussit à développer la capacité du HEFA, la production de SAF pourrait ne pas être garantie, car les producteurs pouvant passer du DR pourraient opter pour le DR plutôt que le SAF si le prix du marché (combiné aux crédits disponibles) reste plus élevé pour le DR.⁵⁹ Pour plus de détails, voir la section 5 des utilisations concurrentes.	• Bien que plusieurs installations canadiennes pour la production de diesel renouvelable via HEFA aient été annoncées et soient en construction, une seule prévoit actuellement produire du SAF.

58 Air Transport Action Group, Approvisionnement en neutralité carbone, 2021.

59 Livre blanc SAF (2024), Argus Media Group

Voies technologiques	Préparation technologique	Opportunités	Défis	Développements récents
Esters et acides gras hydrotraîtes (HEFA)	Haut	• Possibilité de basculer entre la production de SAF et la DR, améliorant la viabilité financière et la viabilité des opérations à long terme.		
Gazéification et Fischer-Tropsch (GFT)	Faible à modéré	• Des volumes importants de matières premières sont disponibles au Canada (DSM, résidus forestiers et agricoles). • Les matières premières ne sont pas en concurrence avec la nourriture et coûtent moins cher que les matières premières HEFA. • La production de SAF à partir de DSM pourrait être située près de grands centres urbains comme Toronto, Vancouver, etc., car les économies d'échelle sont nécessaires à la viabilité financière.	• Coûts d'investissement élevés et défis techniques. À court terme. • Actuellement, la collecte des résidus agricoles, forestiers et DSM (Déchets Solides Municipaux) est insuffisante et les chaînes d'approvisionnement de certaines matières premières sont sous-développées. • La mise en puissance de la technologie à l'échelle commerciale prendra du temps. Il sera idéal de mettre en place une unité à échelle fixe pour accélérer le déploiement de la technologie et aussi être adaptée aux matières premières locales. • Les installations GFT n'ont pas réussi à atteindre la grande échelle des procédés à base de charbon ou de gaz naturel, ce qui est en partie dû à la faible densité énergétique de la matière première qui rend leur transport longue distance difficile. • Le gaz naturel renouvelable (GNR) est également en concurrence pour la matière première biogénique DSM (voir section 5 sur les usages concurrents).	• Aucune production annoncée au Canada et ailleurs dans le monde à la date de publication. • Aux États-Unis, Sumitomo et Strategic Biofuels ont annoncé une production prévue de SAF via GFT d'ici 2029 et en tirant parti de la séquestration par capture de carbone (CSC).⁶⁰ • DG Fuels a obtenu des investissements au Japon pour une installation GFT.
Alcool-à-jet (ATJ)	Faible à modéré	• Les « règles de base » de l'OACI suggèrent que l'ATJ et le HEFA du maïs issus des graisses, huiles et graisses sont les voies les plus efficaces en capital.⁶¹ Pour le maïs ATJ, les plantes sont déjà dépréciées et utilisent une matière première très viable. • Il y a plus d'une douzaine d'installations de production d'éthanol au Canada, dont la majorité sont détenues ou exploitées par des entreprises canadiennes. Le Canada est aussi le plus grand marché pour l'exportation d'éthanol américain.	• Le Canada connaît actuellement un déficit dans la production d'éthanol, avec des quantités croissantes importées pour un usage intérieur. • La construction au Canada dépendra de plusieurs facteurs, dont la disponibilité de l'éthanol pour une utilisation en aviation. Les obligations existantes de mélange pour l'éthanol dans l'essence au Canada garantiront que l'éthanol continuera d'être nécessaire pour le transport terrestre. À plus long terme, des taux d'adoption élevés des véhicules zéro émission entraîneront éventuellement une réduction de la demande d'éthanol dans le transport terrestre. • Les bénéfices d'intensité carbone du SAF à base d'amidon produits par ATJ sont relativement faibles comparativement au carburant d'aviation conventionnel à base de pétrole (en l'absence de mesures supplémentaires de réduction des émissions comme la capture et le stockage du carbone).	• La première installation pionnière est opérationnelle (Lanzajet, Freedom Pines) aux États-Unis.

60 Sumitomo Corporation

61 Règles empiriques de la SAF (icao.int)

Voies technologiques	Préparation technologique	Opportunités	Défis	Développements récents
Carburants de synthèse électro-intensifs (PtL)	Low	• Une opportunité considérable de libérer le potentiel des matières premières pour le SAF à très faible intensité carbone sans nécessiter de matières premières à base de biomasse. • La technologie PtL peut tirer parti des réductions de coûts développées dans les voies GFT ou ATJ, car il peut y avoir un certain chevauchement entre les technologies. • Moteur potentiel de la demande pour le recyclage du carbone provenant des émissions des usines industrielles. • Moteur potentiel de la demande pour une expansion accrue des sources d'électricité solaire, éolienne et autres sources d'électricité renouvelable.	• Perspectives variées sur le moment et la croissance de l'industrie PtL au Canada. En 2030, tous les volumes PtL seront à l'échelle pilote. • Le PTL est actuellement l'une des voies de production de SAF les plus coûteuses. Les coûts pourraient éventuellement diminuer à mesure que la technologie mûrit et évolue, mais le calendrier pour atteindre une production à moindre coût est à plus long terme et plus incertain que la plupart des autres voies technologiques. • Manque d'énergie renouvelable pour répondre à la demande, en partie à cause de la concurrence des usages des énergies renouvelables parmi de nombreuses autres industries au Canada (voir la section 5 sur les usages concurrents). • Le coût et la forte demande d'électricité renouvelable seront un grand défi. Il est actuellement nettement plus cher que le HEFA (jusqu'à quatre fois plus cher).⁶²	• Le Groupe SAF+ International possède une usine pilote à Montréal, où il a démontré son expertise et ses capacités de production e-SAF. • Le programme européen ReFuelEU : Aviation comprend un sous-mandat visant à augmenter les niveaux de SAF basés sur PtL à fournir dans les aéroports de l'UE. • L'hydrogène à faible émission de carbone commence à être produit au Québec.⁶³
Co-traitement	Modéré à élevé	• Le Canada possède certaines des seules installations de co-traitement (Parkland et Tidewater) en Amérique du Nord ayant la capacité éprouvée de produire des SAF et d'orienter l'infrastructure vers l'aéroport international de Vancouver (YVR). • Besoins en capital beaucoup plus faibles que d'autres voies, car cela permet l'utilisation de l'infrastructure de raffinerie existante. Cela réduit aussi les délais de livraison du projet, c'est-à-dire un accès plus rapide au marché.	• Passer au co-traitement du SAF peut impliquer une logistique complexe au niveau de la raffinerie. Il est possible d'étaler le coût du changement et des matières premières si la raffinerie peut produire un lot suffisamment important de SAF. Cependant, l'argument économique pour cela exige une production de SAF à un pourcentage biogénique plus élevé que celui actuellement permis par la norme ASTM sur le carburant pour avions. • L'approbation de matières premières supplémentaires pourrait aussi aider à réduire les coûts. Par exemple, l'huile de pyrolyse (biocrude) qui n'est pas actuellement reconnue comme matière première pour la norme ASTM sur les carburants d'avion. • Dans une certaine mesure (compte tenu des limites de co-traitement), les matières premières pour le co-traitement sont en concurrence avec les voies dédiées pour le SAF comme HEFA. Une expansion plus large du co-traitement nécessitera des options telles que le biobrut à partir de biomasse ligneuse.	• En décembre 2024, Parkland a annoncé la production du premier lot canadien de carburant d'aviation à faible émission de carbone (près de 101 000 litres) à sa raffinerie de Burnaby. • Des discussions sont en cours entre les parties prenantes au sein du sous-comité du carburant d'aviation d'ASTM en vue d'une possible augmentation du co-traitement pouvant atteindre 30 % de contenu renouvelable.

62 Argus Media (2024)

63 Consortium SAF+, « La première production de carburant d'aviation durable SAF développée au Canada », communiqué de presse, 14 septembre 2021.

Usines autonomes et de co-traitement

La plupart des voies technologiques mentionnées dans le tableau 8 fonctionnent comme des centrales autonomes, produisant typiquement du SAF pouvant atteindre 100 % de contenu biogénique (en notant que la voie DSM-GFT a une teneur biogénique variable selon la composition du DSM). Certaines centrales autonomes tirent parti des installations existantes (par exemple, raffineries de diesel renouvelable), bénéficiant des infrastructures énergétiques disponibles et d'une logistique établie (et évitant les coûts d'investissement supplémentaires liés au développement de projets sur des terrains vierges).

Les usines de co-traitement consistent à traiter simultanément des matières premières biogéniques, telles que les huiles végétales et les FNU résiduels, avec des aliments à base de fossiles dans une raffinerie de pétrole conventionnelle. Le co-traitement nécessite des modifications des installations, mais exige un investissement financier initial beaucoup moindre et un risque de marché que de nouveaux sites isolés en terrain vierge. Cette voie comporte aussi un risque d'investissement moindre, car les raffineries peuvent alterner entre le co-traitement et le traitement traditionnel du pétrole brut selon les conditions du marché.

Cependant, l'une des principales limitations mondiales du co-traitement est la limite permise par la norme sur le carburant d'avion de 5 % de matières premières biogéniques (ASTM D1655). Au Canada, l'accès à tous les crédits LCFS de la C-B disponibles pour le SAF nécessite une teneur biogénique supérieure à 5 %. Malgré ce défi, la raffinerie de Parkland à Burnaby, en Colombie-Britannique, et la raffinerie de BP à Cherry Point dans l'État de Washington ont réussi à produire des volumes de combustible co-traités. Le déblocage d'une production supplémentaire et soutenue de volumes de combustible co-traités au Canada dépend en partie de la validation réussie d'un pourcentage et d'une variété plus élevés de contenu biogénique admissibles, ce qui conduit à une mise à jour de la norme ASTM D1655.

En décembre 2024, Parkland a annoncé avoir produit avec succès le premier lot canadien de carburant d'aviation à faible émission de carbone co-traité dans sa raffinerie de Burnaby. En utilisant les infrastructures existantes, Parkland a produit environ 101 000 litres de carburant en utilisant du canola et du suif non alimentaires comme matières premières principales. Ce SAF a été acheté par Air Canada et sera mélangé avec du carburant d'aviation conventionnel et utilisé à l'aéroport international de Vancouver. Cette initiative démontre une chaîne de valeur canadienne complète, du développement local, de la production, de la vente jusqu'à l'utilisation finale.



Le scénario de production maximale de SAF au Canada

Le but de cette section est d'explorer les limites du potentiel du Canada à produire des SAF à l'intérieur du pays afin de soutenir la réalisation des objectifs canadiens liés aux SAF. L'analyse simplifiée décrit le potentiel maximal de production de SAF au fil du temps, modélisé selon la voie technologique et basé exclusivement sur la préparation technologique et la disponibilité des matières premières (en tenant compte des usages concurrents ainsi que des importations et exportations).

Le modèle n'est pas conçu comme une projection exhaustive, mais plutôt le scénario de production maximale de SAF a été construit sur la disponibilité des matières premières et la préparation technologique. Il ne tient pas compte de tous les facteurs et considérations qui influencent les décisions de production, y compris les coûts de production au fil du temps, la dynamique commerciale ou le prix de marché du SAF, la concurrence pour les matières premières ou les carburants (par exemple, le diesel renouvelable), ou l'impact des mesures politiques existantes ou nouvelles. En examinant les avantages en matière d'émissions de ce scénario, il n'analyse pas les compromis liés à l'utilisation des matières premières canadiennes pour produire du SAF par rapport à d'autres usages de décarbonisation, y compris la production d'électricité à faible émission de carbone ou les industries.

Un aperçu de la méthodologie du scénario de production maximale de SAF et de ses hypothèses concernant le rendement des matières premières, les taux de croissance et les usages concurrents apparaît dans Annexe 2. L'information derrière ces hypothèses a été recueillie par Deloitte lors de séances de travail, d'entrevues et de collecte de données auprès des parties prenantes de l'industrie sur la disponibilité des matières premières, la progression anticipée de la préparation technologique des voies et les usages concurrents d'autres carburants. Le modèle évalue le potentiel total de production de SAF par voie technologique pour 2030, 2040 et 2050.

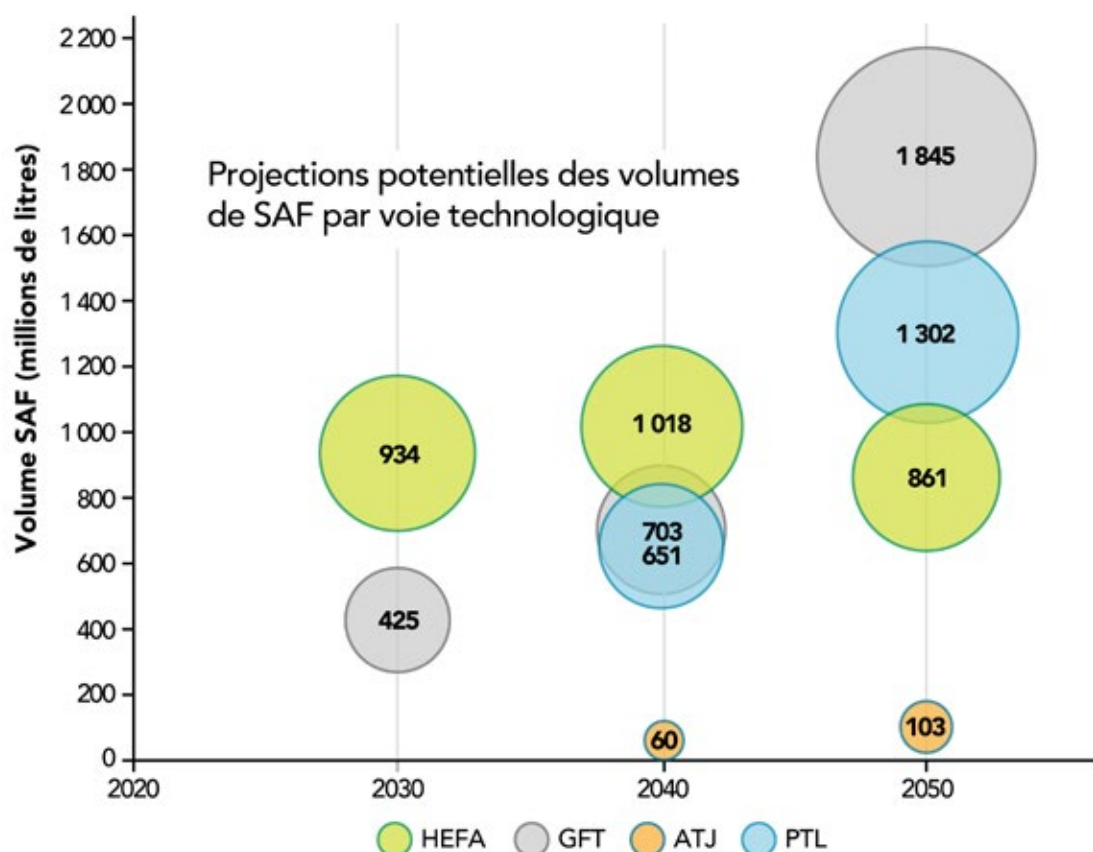
Dans quelle mesure l'objectif ambitieux du Canada pour 2030 et la vision 2050 pourraient-ils être atteints entièrement par la production domestique?

En fin de compte, la production domestique seule est une stratégie insuffisante pour atteindre les objectifs de décarbonisation du Canada. Les importations pourraient être nécessaires à court terme et seront essentielles à long terme.

Comme mentionné, pour atteindre l'objectif ambitieux du Canada de 10 % d'utilisation des SAF d'ici 2030 et sa vision de neutralité carbone d'ici 2050, on estime que les compagnies aériennes canadiennes devront soulever environ 1 milliard de litres de SAF annuellement en 2030 et environ 8 milliards de litres de SAF par année en 2050. Le scénario de production maximale de SAF (illustré à la figure 2 ci-dessous) suggère que, bien qu'il soit techniquement possible que le Canada puisse produire jusqu'à un maximum de 1,36 milliard de litres de SAF d'ici 2030, atteindre ce niveau de production nécessiterait un investissement rapide extrême et dépendrait du développement de voies technologiques qui n'ont pas encore été proposées pour le développement au Canada à court terme (c'est-à-dire, GFT). Il révèle aussi que, même si le Canada exploitait son potentiel maximal de matières premières et de technologie, il n'atteindrait pas les 8 milliards de litres exclusivement par la production domestique. À son plein potentiel, le Canada ne produirait probablement assez de SAF que pour fournir environ la moitié des volumes d'ici 2050.

Ce scénario souligne les limites physiques des ressources nationales canadiennes pour la production de SAF – un marché offrant de nombreux avantages naturels propices à la production de SAF (par exemple, les résidus agricoles et forestiers, ainsi que les ressources d'eau douce). Sa conclusion est que le Canada devra compter sur la production et les importations nationales de SAF. Et comme l'indique le Plan d'action climatique de l'aviation du Canada, le secteur devra aussi tirer parti d'une combinaison d'autres mesures de décarbonisation (tant dans le secteur qu'hors secteur) pour atteindre des émissions nettes nulles des aéronefs.

FIGURE 02 | Scénario de production SAF par technologie



Scénario maximal pour 2030

- Comme il s'agit actuellement de la seule voie technologique entièrement commerciale, les volumes pour 2030 devraient principalement être fournis par la voie HEFA au Canada en utilisant la production autoportante et le co-traitement (en notant que des volumes co-traités plus importants pourraient devenir disponibles si les limites des mélanges ASTM étaient modifiées). La production planifiée n'est pas garantie et dépend de facteurs additionnels comme la réalisation des études FEED, avec des conditions de marché démontrant un dossier d'affaires suffisamment convaincant pour faire avancer des projets au Canada.
- Reflétant la maturité de la technologie et l'abondance des résidus forestiers et agricoles au Canada, des volumes significatifs de production de GFT d'ici 2030 sont techniquement possibles. Cependant, sans projets annoncés au Canada à un stade avancé de préparation en 2024, la probabilité que ces volumes apparaissent est extrêmement faible et dépendrait fortement de la concrétisation à court terme de nouveaux investissements majeurs (d'autant plus que la GFT est reconnue pour être une voie relativement coûteuse en capital). Au cours de la décennie suivante, de petits volumes ont finalement pu être obtenus à partir de nouveaux projets avancés de liquéfaction hydrothermale.
- Les limitations existantes sur la disponibilité de l'éthanol au Canada (principalement importé) suggèrent qu'aucun volume significatif de production de SAF par ATJ n'est possible d'ici 2030. L'éthanol cellulosique, produit à partir de résidus agricoles, n'est pas encore viable commercialement au Canada et sera nettement plus coûteux que l'éthanol de maïs.
- Le caractère précoce de la technologie PtL suggère que des volumes significatifs ne seront probablement pas disponibles pour un usage domestique d'ici 2030.

Scénario maximal pour 2040

- Bien qu'il faudrait une production significative de SAF au Canada via la voie HEFA, d'ici 2040, d'autres voies devraient atteindre la viabilité commerciale. Dans un scénario de production maximale de SAF, la maturité technologique du GFT (et dans une moindre mesure du PtL) pourrait même entraîner une certaine érosion de la part de marché de la production de SAF HEFA d'ici 2040. Contrairement à HEFA, la GFT offre aussi le potentiel d'atténuer les préoccupations liées au changement d'utilisation des terres et à la concurrence avec la production alimentaire, et peut entraîner une réduction des émissions de GES, une perception de durabilité qui devrait stimuler l'adoption de cette voie à travers l'industrie.
- Avec l'attente que la voie ATJ sera également commercialisée dans les années 2030, le Canada a un certain potentiel pour produire de l'éthanol localement afin de fournir la production domestique de SAF. D'ici les années 2040, si la demande d'éthanol provenant du transport terrestre (pour les obligations de carburants renouvelables) commence à diminuer avec l'adoption généralisée des véhicules électriques, les problèmes liés à la chaîne d'approvisionnement liés à l'éthanol pourraient diminuer et offrir une plus grande possibilité d'élargir la voie ATJ.
- Au-delà de 2030, la production de PtL commencera probablement à jouer un rôle plus important, bien que la disponibilité d'électricité abordable à faible émission de carbone et sa priorité accordée à la production de SAF plutôt qu'à la décarbonisation d'autres secteurs puissent limiter la viabilité de cette voie, même dans un scénario de production maximale.

Scénario maximal pour 2050

- Dans la continuité de la tendance de 2040, la combinaison d'une faible disponibilité de matières premières pour les HEFA (huiles et graisses) et de la viabilité commerciale croissante de voies de production moins intensives en carbone pourrait éventuellement faire plafonner la production de HEFA au Canada et commencer à diminuer d'ici 2050.
- À condition que les chaînes d'approvisionnement en forêt et en résidus agricoles puissent être adaptées en conséquence, et que la disponibilité de l'électricité à faible émission de carbone continue de croître significativement au Canada d'ici 2050, les voies GFT et PtL offriraient le plus grand potentiel pour produire des volumes substantiels de SAF.

Quel est le potentiel des volumes projetés de SAF pour réduire les émissions de GES?

Basé sur les scénarios de production maximale de SAF, le tableau 9 montre les plages de réduction potentielle des émissions de GES par voie de transition, modélisées à partir des valeurs par défaut du cycle de vie de l'OACI. Les données émergentes sur la voie de production du PtL suggèrent que les estimations de réduction des émissions de GES varieront considérablement. La fourchette de réduction des émissions de GES de « jusqu'à 98 % » reflète cette incertitude, avec le scénario idéal d'une réduction allant jusqu'à 98 % des émissions de GES qui reflète des systèmes électrifiés propres pour la capture du carbone via la technologie de capture directe de l'air (DAC) et l'électrolyse pour la production d'hydrogène à faible émission de carbone.



TABLEAU 09 | Réduction potentielle indicative des GES SAF par voie

Sentiers	Plage de réduction des émissions de GES (%)*	Réduction potentielle des GES du SAF en 2030 (Tonnes de CO ₂ e)		Réduction potentielle des GES du SAF en 2040 (Tonnes de CO ₂ e)		Réduction potentielle des GES du SAF en 2050 (Tonnes de CO ₂ e)	
		Low	Haut	Low	Haut	Low	Haut
HEFA	18 %-84 %	401 288	1 982 837	437 281	2 160 682	370 131	1 828 882
GFT	77 %-94 %	966 960	1 009 936	1 598 328	1 669 365	4 197 744	4 384 310
ATJ	0-73 %	0	0	0	97 075	0	167 859
PtL	jusqu'à 98 % **	0	0	0	1 646 360	0	3 292 720
Total		1 368 248	2 992 773	2 035 609	5 573 482	4 567 875	9 673 771

* La plage de réduction des émissions de GES a été déterminée sur la base d'un cycle de vie de référence des émissions de GES provenant du carburant fossile conventionnel pour avions à 89 gCO₂e/MJ (valeur thermique inférieure). Les valeurs sont calculées en fonction des valeurs d'émissions par défaut du cycle de vie de l'OACI et des matières premières disponibles dans le contexte canadien.

** La méthodologie de quantification PtL n'a pas encore été publiée dans le cadre du programme CORSIA de l'OACI au moment de la rédaction.

Cadre mondial de l'OACI visant à réduire les émissions de CO₂ de l'aviation internationale de 5 % d'ici 2030

Tenue en 2023, la troisième conférence de l'OACI sur l'aviation et les carburants alternatifs a examiné la vision 2050 de l'OACI pour les SAF, les carburants d'aviation à faible émission de carbone et d'autres sources d'énergie plus propres pour l'aviation. Les États membres, y compris le Canada, ont convenu de fixer un objectif d'ici 2030 selon lequel le bassin de carburant pour avions devrait être 5 % moins intensif en carbone comparé à un scénario en 2030 où 100 % de carburant pour avions de pétrole serait utilisé. Lors de la 42e Assemblée de l'OACI à l'automne 2025, les États membres de l'OACI ont approuvé cette vision et réitéré l'importance d'augmenter l'expansion des SAF et d'autres sources plus propres pour l'aviation.

D'ici 2030, les compagnies aériennes canadiennes devraient utiliser environ 10 milliards de litres de carburant pour avions par année, dont environ 66 % seront probablement utilisés pour des vols internationaux. À titre d'exemple simplifié basé sur cette projection, pour que le Canada atteigne sa part dans la vision 2030, il aurait besoin d'environ 700 millions de litres de SAF pour les vols internationaux (en supposant une matière première de canola à faible risque de changement d'utilisation des terres), ce qui réduirait environ 1 million de tonnes de CO₂. D'autres voies de SAF avec une intensité carbone plus faible nécessiteraient moins de matières premières et de volumes de SAF pour atteindre le même niveau d'économies d'émissions.

Recherche et développement pour permettre des réductions d'émissions à plus long terme et des économies de coûts

L'avenir à long terme de la production canadienne de SAF et les économies d'émissions associées dépendent de recherches essentielles et d'avancées en matière de réduction de coûts dans les technologies de production des SAF. Pour contribuer au progrès mondial et à la commercialisation le long des voies de production essentielles, le Canada pourrait examiner des mesures pour soutenir la R&D supplémentaire, réduire les risques des installations de production pionnières et envisager le développement des infrastructures nécessaires pour soutenir leur utilisation généralisée. Le gouvernement du Canada a commencé à effectuer certains investissements au niveau des projets dans l'aviation durable, y compris le soutien fourni dans le cadre du programme INSAT, et devrait continuer à explorer des opportunités de recherche et de tests pouvant soutenir des taux de mélange plus élevés allant jusqu'à 100 % SAF (tant au niveau national qu'en collaboration avec des partenaires internationaux).



Matières premières pour le Canada

Quelles matières premières offrent le plus grand potentiel pour développer la production domestique du SAF?

La préparation de la chaîne d'approvisionnement, la viabilité économique et la disponibilité des matières premières sont des facteurs critiques dans la conception et l'implantation des projets de production SAF.⁶⁴ À l'exception de la foresterie et de certaines cultures commerciales à grande échelle comme le maïs, le colza et le soja, les chaînes d'approvisionnement en biomasse pour la production de bioénergie sont actuellement sous-développées au Canada. Les huiles et graisses résiduelles, actuellement les matières premières les plus utilisées pour la production de SAF, sont relativement peu coûteuses mais de plus en plus rares en raison de la demande mondiale croissante et de la facilité relative avec laquelle ils peuvent être échangés sur de longues distances. L'huile de cuisson usagée et le suif ont un potentiel de croissance limité puisqu'ils sont des sous-produits d'autres industries, tandis que le canola et le soja offrent un potentiel de croissance raisonnable grâce à une augmentation du rendement agricole. En revanche, l'électricité et le carbone à faible émission de carbone offrent potentiellement les matières premières les plus abondantes avec des avantages prometteurs en matière de durabilité, mais la technologie est précommerciale et les coûts d'investissement pour développer la production sont élevés. Les « règles empiriques SAF » de l'OACI offrent un mécanisme permettant d'approximer l'ordre de grandeur de certaines de ces voies de production. Le tableau 10 présente une synthèse des défis et occasions spécifiques dans un contexte canadien.⁶⁵

« Le Canada possède les matières premières, l'expertise en raffinement, la capacité d'innovation et les compagnies aériennes nationales pour créer une industrie de chef de file mondiale qui répond à ses propres besoins et exporte vers d'autres juridictions. Pour réaliser cette promesse, le Canada doit mobiliser et aligner l'ensemble de l'écosystème. »

— Feuille de route du C-SAF

TABLEAU 10 | Paysage des matières premières au Canada

Matières premières	Production et profil régional	Défis et occasions pour le Canada
Résidus agricoles	Il y a un approvisionnement important en résidus agricoles au Canada. Plus de 30 millions de tonnes de biomasse agricole sèche au four sont disponibles au Canada. Les principales régions productrices incluent les Prairies canadiennes (paille de céréales), le sud de l'Ontario et l'Ouest du Québec (stover du maïs).	Les résidus d'origine agricole ont limité les chaînes d'approvisionnement établies en raison de la complexité de la collecte et du stockage. Un manque de standardisation de la qualité et de la cohérence des matières premières est un problème connu. Les résidus ont aussi une faible densité d'énergie, rendant le transport longue distance économiquement non viable. La concurrence pour les matières premières devrait s'intensifier à l'avenir, à mesure que la demande pour les énergies renouvelables et les carburants propres augmente. La mise en balles ou le pelletage des résidus agricoles pour la biomasse, l'électricité et le chauffage sont actuellement à l'étude.

64 Feuille de route du C-SAF

65 Deloitte Research

Matières premières	Production et profil régional	Défis et occasions pour le Canada
Résidus forestiers	70 millions de tonnes de résidus forestiers séchés au four (incluant les résidus de forêt et de scierie, ainsi que les déchets de bois urbain) étaient disponibles au Canada en 2020, bien que les impacts de la COVID-19 et des récentes fermetures d'usines de pâte à papier aient affecté les volumes disponibles. Commerce : Environ 90 % des granulés de bois produits au Canada aujourd'hui sont exportés. Le Canada est aussi l'un des plus grands exportateurs mondiaux de bois d'œuvre résineux, avec les États-Unis. étant le principal importateur.	La collecte dans les forêts est coûteuse en raison de la complexité de la collecte, de la réduction de la taille, du transport et du prétraitement. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour développer les chaînes d'approvisionnement au Canada tout en conservant le bénéfice de réduction de l'intensité carbone. Bien que les résidus forestiers offrent la plus grande source potentielle de matière première pouvant être utilisée pour la production de SAF, il existe d'autres demandes pour la même matière première provenant de biocarburants solides et gazeux avancés ainsi que de biochimiques et biomatériaux avancés. La demande des marchés d'exportation pour la production de granulés de bois augmente également.
Déchets solides municipaux (DSM)	Environ 9 385 000 tonnes de RSM sont produites au Canada, dont environ 6 194 000 tonnes contiennent un contenu biogénique. La plupart se trouvent dans des régions densément peuplées.	La viabilité commerciale n'a pas été établie, car un prétraitement important est nécessaire et des problèmes connus liés au tri et à la teneur en carbone. Il existe une limite supérieure à la teneur en matières non renouvelables du SAF dérivé du DSM (c'est-à-dire que l'intensité carbone du DSM-SAF est directement proportionnelle au carbone non biogénique provenant des matériaux dérivés du pétrole dans les DSM).
Graisses et huiles	En 2025, le Canada disposait d'environ 14 millions de tonnes de capacité de concassage de canola, avec des projets d'expansion en cours dans l'Ouest canadien qui devraient augmenter la capacité de concassage.⁶⁶ Le soja est aussi produit en Ontario, au Québec et au Manitoba. Pour les gras résiduelles, il y a 14 installations de transformation au Canada qui traitent plus de 3 millions de tonnes de matières premières par année (principalement dans les Prairies et l'Est canadien). Commerce : Plus de la moitié des oléagineuses produites au Canada sont exportées, ainsi qu'une part importante d'huile de canola et de soja. En 2022, le Canada était le plus grand exportateur mondial de suif.⁶⁷	L'utilisation de graisses et de graines oléagineuses dans la production domestique de SAF pourrait réduire la dépendance du Canada à l'exportation de ces produits, atténuant ainsi la volatilité associée à des marchés d'exportation moins stables. Ce changement pourrait offrir une occasion importante aux agriculteurs canadiens, améliorant la stabilité de leur marché et leur potentiel de croissance, tout en soutenant les investissements dans la transformation à valeur ajoutée des oléagineuses cultivées au Canada. Les chaînes d'approvisionnement tant pour les oléagineux que pour les graisses résiduelles sont matures. La demande croissante d'huiles et de graisses résiduelles, comme l'huile de cuisson usagée (HCU) et les graisses animales, entraîne déjà une crise des matières premières, avec des contraintes d'approvisionnement qui devraient persister à court terme.

⁶⁶ <https://www.canolacouncil.org/about-canola/processing-industry/>

⁶⁷ OEC

Matières premières	Production et profil régional	Défis et occasions pour le Canada
Énergie renouvelable et capture du carbone	Des sources d'énergie renouvelable peuvent être utilisées pour produire de l'hydrogène par électrolyse, qui est un intrant nécessaire à la production de SAF. Pour des voies de production SAF plus avancées (PtL), la capture directe d'air utilisera également des quantités significatives d'électricité propre.	Bien que la capacité augmente au Canada, il existe actuellement des coûts d'investissement importants associés à la production d'hydrogène à faible intensité carbone (même si les coûts pourraient être réduits grâce au soutien gouvernemental à la production d'énergie renouvelable et à la capture du carbone). La demande d'électricité renouvelable pour soutenir la décarbonisation industrielle est également élevée au Canada. La disponibilité dépendra des circonstances régionales.
Éthanol	L'éthanol est principalement fabriqué à partir de maïs et de blé. Certains agriculteurs ont formé des coopératives pour cultiver des cultures destinées spécifiquement à être une matière première pour la production d'éthanol. Commerce : Il y a une demande au Canada pour l'éthanol en raison des obligations fédérales et provinciales sur les mélanges de carburants renouvelables. Le Canada exporte de petits volumes de carburant, mais importe aussi des volumes importants.⁶⁸	Le Canada dépend actuellement principalement de l'éthanol importé pour respecter ses obligations de mélange de carburants renouvelables (y compris l'essence). Sans sources supplémentaires de production d'éthanol au Canada, à court terme, l'utilisation de l'éthanol pour la production de SAF pourrait entraîner une pénurie de l'approvisionnement en matières premières. Cependant, à plus long terme, les impacts pourraient diminuer à mesure que l'adoption des véhicules électriques augmente et que la demande du secteur routier diminue.

D'ici 2030, pour soutenir des volumes significatifs de production de SAF, le Canada devrait très probablement compter sur le soja et le canola (qui, compte tenu de la dynamique commerciale actuelle, peuvent aider à créer de nouvelles opportunités de marché au Canada), puisque les chaînes d'approvisionnement et la technologie sont encore mûres. Cependant, il existe plusieurs défis associés à ces matières premières. Selon l'OACI CORSIA (valeur par défaut), le canola canadien est mis à un désavantage par rapport au pétrole usagé et au SAF à base de suif (pour voir les différences des différentes méthodologies d'évaluation du cycle de vie, voir la section 8). Cependant, les applications de voies (valeur réelle) propres à chaque projet peuvent démontrer à l'OACI qu'elles sont capables d'atteindre une intensité carbone inférieure aux valeurs par défaut.



68 StatCan (2024), https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510008101&request_locale=fr

À plus long terme, d'autres matières premières pourraient jouer un rôle plus important. En raison de leur abondance au Canada, les résidus forestiers et agricoles pourraient jouer un rôle dans le soutien à la production canadienne de SAF à mesure que les chaînes d'approvisionnement mûrissent et que la préparation technologique se développe au fil du temps. Des améliorations dans la collecte des déchets solides municipaux et les pratiques de prétraitement pourraient réduire les coûts d'approvisionnement, augmentant ainsi leur utilisation potentielle pour la production de SAF. Au Canada, l'éthanol est principalement fabriqué à partir de maïs et de blé; Cependant, ces matières premières offrent des avantages en intensité carbone réduits comparativement aux déchets ou résidus. La recherche sur la production d'éthanol à partir de sources non alimentaires progresse rapidement, ce qui pourrait à l'avenir rendre l'éthanol produit localement une matière première plus attrayante pour l'ATJ. L'annexe 3 illustre la disponibilité maximale potentielle des matières premières du SAF en 2030 et 2050.

Pour s'assurer que l'infrastructure de la chaîne d'approvisionnement canadienne est adéquate pour soutenir la production, la collecte, la réception, le traitement des matières premières et le mélange nécessaires à la croissance d'un marché des SAF, les parties prenantes canadiennes devraient travailler ensemble afin d'assurer une visibilité claire sur une série de projets en continu, comprenant des projets pilotes, de démonstrations et de projets commerciaux. Cette collaboration pourrait permettre au Canada d'être mieux préparé à mesure que l'industrie des SAF au Canada se développe et évolue. Le développement d'études régionales de faisabilité sur les infrastructures et les chaînes d'approvisionnement, ainsi que des plans d'activation, pourrait aussi contribuer à quantifier les opportunités au Canada pour les gouvernements, mais aussi pour les développeurs potentiels de projets, les fournisseurs de carburant et les investisseurs. Cette étude pourrait inclure une évaluation des opportunités dans les aéroports à fort trafic, dans le but d'établir éventuellement des chaînes d'approvisionnement régionales pilotes des SAF.

Utilisations concurrentes des matières premières

En s'appuyant sur certaines des limites identifiées dans le tableau 10, la production de SAF au Canada pourrait offrir de nombreux avantages économiques et environnementaux (voir section 1 : Introduction pour plus de détails), mais chaque voie technologique exploite des matières premières pouvant aussi être utilisées dans la production d'autres biocarburants, bioproduits, ainsi que des procédés industriels et agricoles. Ces usages concurrents ont un impact sur le prix du marché, et donc sur l'argument économique de la production de SAF. Bien qu'il soit hors du cadre de ce rapport de prioriser les matières premières du Canada sur une base environnementale ou économique, les principales utilisations concurrentes sont discutées ci-dessous.



Croissance de la bioéconomie circulaire : Le marché des produits bio-basés pour compléter ou remplacer les déchets alimentaires et fourragères conventionnels, les produits et les produits énergétiques devrait atteindre 7,7 billions USD d'ici 2030. Plus de 80 % des matières premières biologiques proviennent de l'agriculture, 18 % supplémentaires de la foresterie et environ 1 % d'ingrédients aquaculturels. Ce ratio devrait rester similaire au cours des prochaines années. Actuellement, 70 % de ces matériaux sont utilisés pour l'alimentation, les boissons et l'alimentation animale, tandis que les 30 % restants sont utilisés pour la production d'énergie et les produits. Dans cette dernière catégorie, l'utilisation de biomasse pour la construction devrait presque tripler, tandis que celle pour l'emballage va plus que doubler.

Diesel renouvelable : Selon la voie technologique et la configuration opérationnelle, le diesel renouvelable (DR) et le SAF peuvent être produits dans la même installation de carburants renouvelables. La décision de produire l'un ou l'autre carburant est économique, et les politiques existantes, la réglementation, les conditions de marché et les coûts d'exploitation tendent à favoriser la production de DR. Au Canada, les normes et règlements sur les carburants à faible émission de carbone s'appliquent aux carburants de transport routiers, comme l'essence et le diesel. Il n'existe aucune réglementation fédérale ou infranationale exigeant l'utilisation des SAF dans le secteur aéronautique canadien, à l'exception de la Colombie-Britannique qui impose des exigences de contenu volumétrique renouvelable pour le carburant d'avion fourni à la C.-B. à partir de 1 % en 2028. De plus, le SAF est aussi plus coûteux à produire que le DR et nécessite des volumes de matières premières plus importants (par exemple, pour la voie HEFA), ce qui en fait un carburant légèrement plus gourmand en carbone. De plus, les installations de DR peuvent ne pas disposer des unités de traitement nécessaires pour produire du SAF,

ce qui entraîne des coûts supplémentaires pour installer et exploiter des unités de traitement supplémentaires nécessaires à la production du SAF. Des soutiens économiques supplémentaires seraient nécessaires pour surmonter les forces du marché qui favorisent la production de DR et réaliser une production durable de SAF au Canada.

Actuellement, le transport routier (particulièrement pour les véhicules légers et le transport en commun) offre des énergies alternatives plus propres au DR pour la décarbonisation (par exemple, électrification, piles à combustible à hydrogène), tandis que l'aviation dépend fortement du déploiement du SAF pour réduire les émissions dans le secteur. À moyen terme, la concurrence pour l'éthanol, les matières premières forestières et agricoles et l'hydrogène fera en sorte que le contexte politique et réglementaire pour la décarbonisation des routes (particulièrement des véhicules moyens et lourds) et de l'aviation continuera d'être interconnectés.

Concurrence industrielle : Au-delà des matières premières utilisées pour la production de DR, d'autres industries utilisent aussi des matières premières lignocellulosiques, telles que les résidus de bois et la paille de céréales, y compris la production de granulés de bois, la production de chaleur et d'électricité ainsi que la litière animale. Un autre intrant pour la production de SAF, l'électricité renouvelable, est également nécessaire pour décarboniser non seulement les secteurs industriels, mais aussi résidentiels. Rien qu'en Ontario, la demande d'électricité devrait croître de 75 % d'ici 2050, stimulée non seulement par une demande accrue d'électrification (par exemple, chauffage spatial, véhicules électriques, etc.), mais aussi par la croissance du secteur industriel et des centres de données.⁶⁹

Concurrence agricole : Certaines voies de production ATJ et GFT SAF dépendent de matières premières actuellement très demandées par l'industrie sucrière (grains de maïs) et/ou l'industrie laitière (résidus agricoles). Une étude européenne et américaine suggère que le détournement de volumes importants d'huile de maïs, de grains de maïs et de résidus agricoles pour la production de SAF aurait des impacts économiques importants, tandis que l'utilisation d'huile de camelina, de soja, de carinata et de colza, de suif, de distillat d'acide gras de palme et d'huile de cuisson usagée pour la production de SAF aurait des impacts plus mineurs.⁷⁰ Le coût relatif élevé de nombreuses matières premières alimentaires, combiné aux règlements de l'Union européenne qui limitent l'utilisation du SAF produit à partir de matières premières à base d'aliments pour animaux et de cultures alimentaires

(voir section 3 ci-dessus pour plus de détails), a accru l'intérêt pour la commercialisation des voies technologiques utilisant la biomasse non alimentaire.⁷¹

Concurrence internationale : En plus de la concurrence entre les industries canadiennes pour les matières premières disponibles, certaines matières premières sont aussi des forces du marché international, notamment les incitatifs à la production de SAF aux États-Unis (voir section 3 ci-dessus pour plus de détails). La croissance anticipée du marché américain au cours des prochaines décennies pourrait avoir un impact significatif sur la disponibilité des matières premières canadiennes pour la production domestique. Les huiles et les graisses résiduels sont particulièrement recherchés pour l'exportation, car ce sont des matières premières à haute densité énergétique propices au transport longue distance et l'intensité carbone associée est relativement faible. Une analyse plus approfondie des importations et exportations de matières premières canadiennes figure à la section 6.

Économie de la production des SAF au Canada

Malgré les avantages naturels du Canada, la capacité de production à grande échelle de SAF à grande échelle a mis du temps à se concrétiser. Des entrevues avec des parties prenantes de toute la chaîne de valeur suggèrent qu'il subsiste des défis majeurs et des incertitudes quant à la possibilité d'un retour sur investissement sur les projets du SAF, au Canada et à l'échelle mondiale.

Bien que certaines voies technologiques soient assez optimisées (par exemple, HEFA), les raffineries SAF restent des installations complexes à développer et à exploiter. La production à grande échelle nécessite des investissements de plusieurs milliards de dollars et est souvent associée à de longs délais de gestion des projets, ce qui peut augmenter le risque de retards et de dépassements de coûts par rapport à d'autres investissements dans la transition énergétique. De plus, les prix mondiaux du SAF (et de certaines matières premières également) sont vulnérables aux fluctuations. Pour les voies technologiques en phase initiale qui peuvent utiliser des matières premières à très faible émission de carbone (par exemple, PTL), l'investissement comporte un risque technologique plus élevé. Les investissements pour n'importe quelle voie sont plus susceptibles de se diriger vers des juridictions qui disposent d'un environnement politique stable et à long terme, de chaînes d'approvisionnement existantes et de mécanismes en place pour faire face à certains de ces risques associés.

En général, les coûts associés à la plupart des voies de

69 IESO, 2024: <https://www.ieso.ca/Corporate-IESO/Media/News-Releases/2024/10/Electricity-Demand-in-Ontario-to-Grow-by-75-per-cent-by-2050>

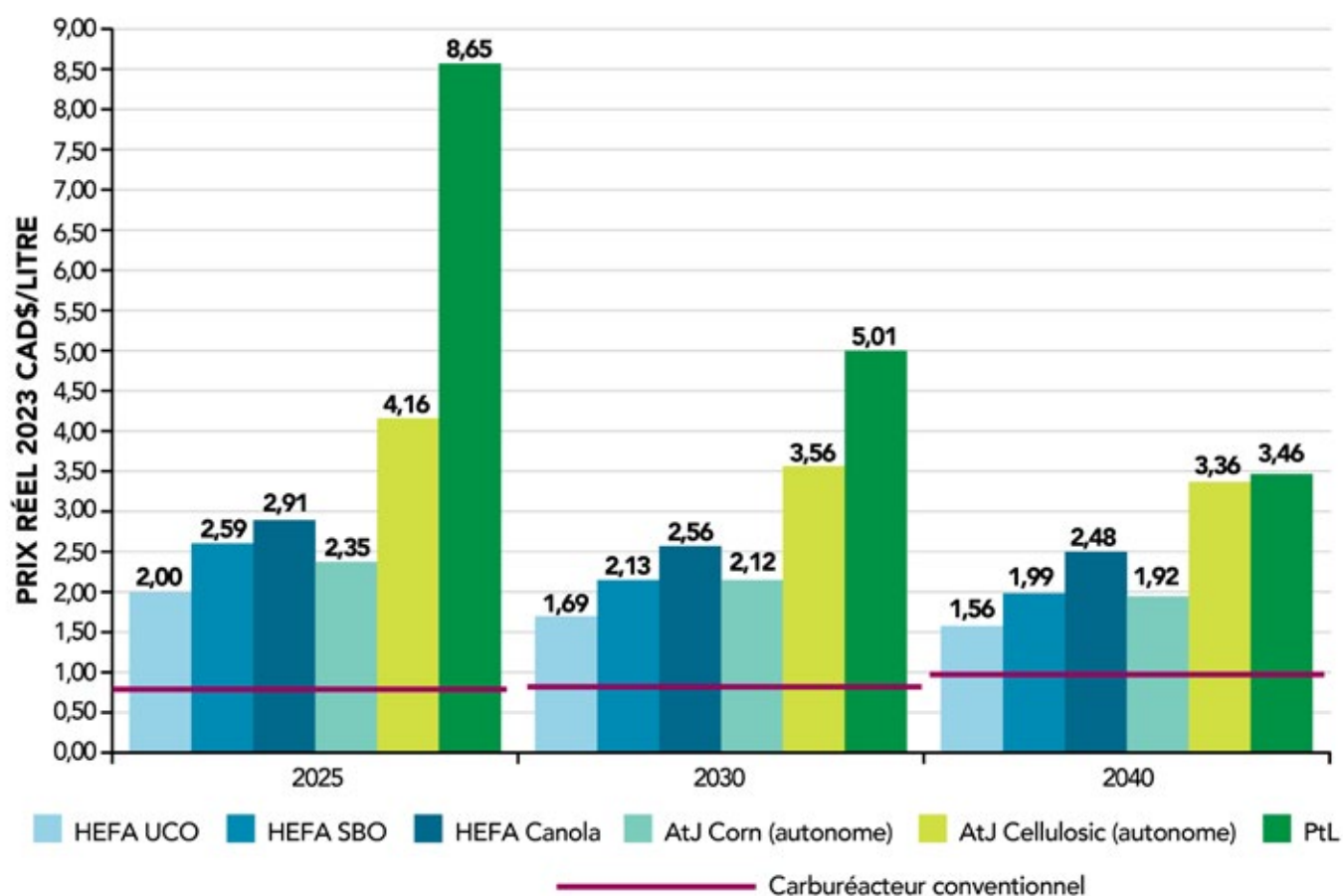
70 Capgemini, Identifier des voies durables pour la production SAF, 2023.

71 IRENA, atteindre zéro avec les renouvelables : carburants biojet, 2021.

production du SAF devraient diminuer tout au long de 2040 (à mesure que les technologies mûrissent et que l'industrie nationale acquiert de l'expérience dans la construction et l'exploitation de raffineries). Cependant, même pour les voies de production les plus économiques des SAF, il est peu probable que l'écart de coûts entre les SAF et le carburant conventionnel pour avions se réduise complètement, et des soutiens politiques à long terme pourraient être nécessaires pour assurer la compétitivité de la production des SAF.⁷² Par exemple, les coûts de production des voies basées sur le HEFA utilisant le soja et le colza devraient légèrement diminuer, mais devraient rester entre 1,25 et 1,65 \$ CAD par

litre au-dessus du coût de gros du carburant conventionnel pour avions en 2040. Les réductions de coût par litre en dessous de ce niveau pour le HEFA sont peu probables, car la technologie est déjà mature et les prix des matières premières représentent une part très importante des coûts de production. Les voies SAF plus avancées, comme le PtL, sont plus susceptibles de connaître des réductions de coûts significatives avec le temps à mesure que la technologie mûrit, mais pourraient nécessiter un soutien politique à plus long terme pour atteindre la parité de coûts avec le carburant conventionnel pour avions.⁷³ Une projection des coûts de production des matières premières pour la plupart des voies SAF est modélisée à la figure 3 pour 2025, 2030 et 2040.

FIGURE 03 | Coûts de production projetés du SAF



Source : Argus Media (2024)

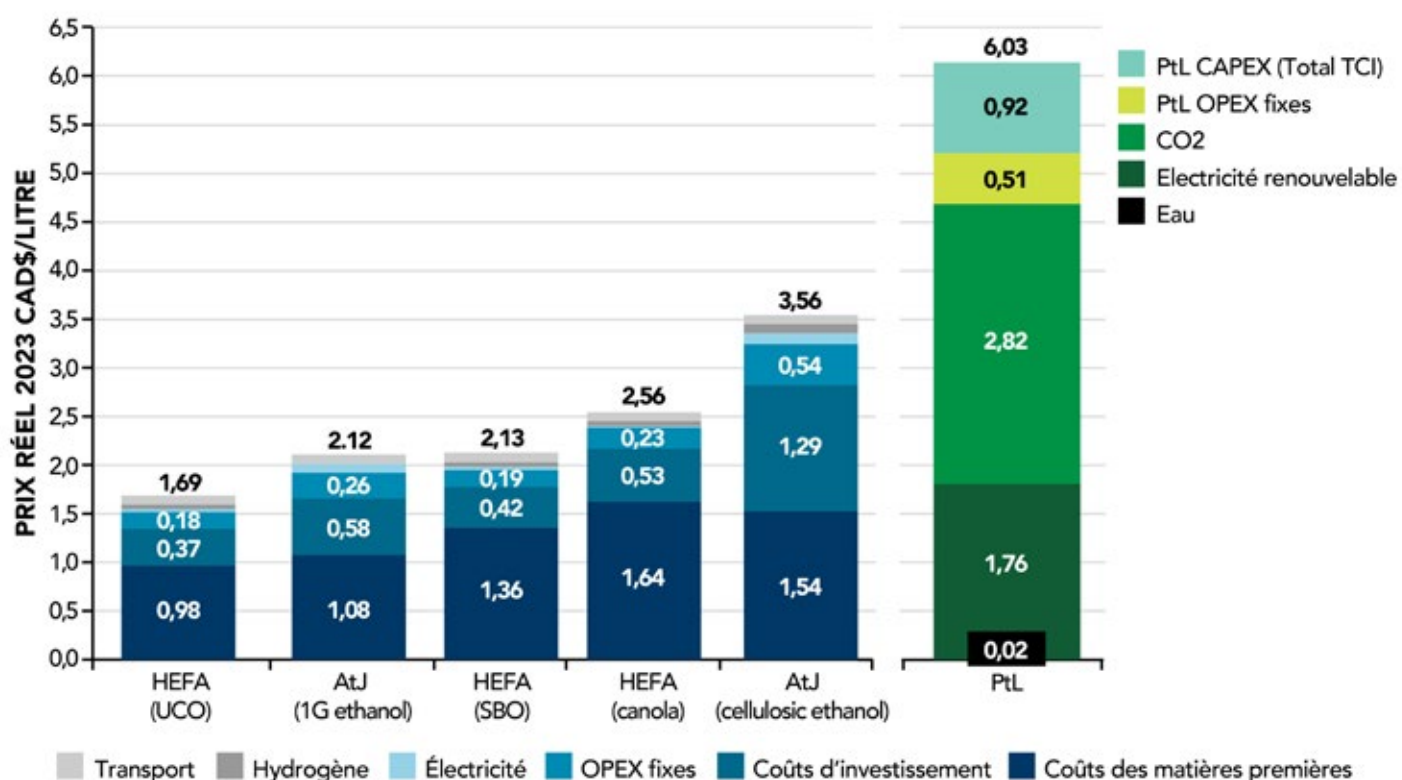
⁷² Livre blanc SAF (2024), Argus Media Group

⁷³ Livre blanc SAF (2024), Argus Media Group

En examinant plus en profondeur les coûts de production des SAF pour 2030, la figure 4 ci-dessous offre une répartition des coûts par intrant pour plusieurs voies de production des SAF.⁷⁴ Il est à noter que ces chiffres sont basés sur des données de 2023 et que les changements structurels dans la dynamique offre/demande pour l'UCO / l'huile de soja / l'huile de canola ont évolué depuis. Dans toutes les voies, les coûts des matières premières (y compris l'hydrogène pour le PtL) représentent la plus grande composante de coût de la production de SAF – ce qui reflète la valeur transmise à l'agriculture et aux autres fournisseurs de matières premières. Pour les voies basées sur le HEFA, les coûts d'investissement représentent 20 à 25 %, car il s'agit de conceptions relativement simples, et la technologie est assez avancée.⁷⁵ D'autres voies comme ATJ et PtL sont beaucoup plus intensives en capital au litre. Les dépenses d'exploitation, telles que la main-d'œuvre et l'entretien de routine,

constituent la troisième plus grande composante de coût dans la production de SAF. Lorsque les producteurs cherchent à valider un cas d'affaires pour la production de SAF, les partisans doivent avoir une perspective prospective suffisamment positive pour que la marge d'exploitation dépasse les coûts de production et offre un rendement raisonnable sur le capital engagé pour parvenir à une décision finale d'investissement positive. Les coûts de production dépendent aussi de la localisation et peuvent être influencés par la proximité des raffineries SAF avec les matières premières ainsi que par la tarification régionale de l'électricité (en notant que les valeurs apparaissant à la figure 4 sont basées sur le prix moyen de l'électricité en Amérique du Nord). Comme illustré à la figure 4, les coûts des matières premières constituent un élément majeur du prix final de marché du SAF (en particulier du SAF HEFA), et la différence de prix des matières premières continuera d'avoir un impact sur le prix du SAF.

FIGURE 04 | Répartition prévue des coûts de production pour 2030

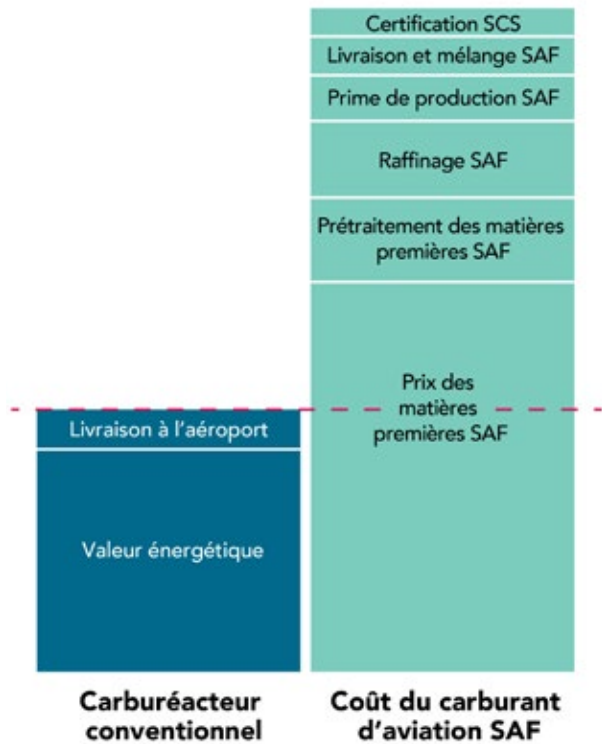


Source : Argus Media (2024)

74 Livre blanc SAF (2024), Argus Media Group

75 Argus Media (2024)

FIGURE 05 | Répartition projetée des coûts de production pour 2030 (perspective des activités)



Source : Deloitte (2024)

Bien qu'il existe peu de données disponibles sur les SAF produits au Canada à ce jour, il existe des opportunités régionales spécifiques et des compromis qui pourraient influencer l'émergence future de la production de SAF. La production de SAF par les raffineurs canadiens de la région des Prairies pourrait être proche des matières premières, mais devrait probablement compter sur un transport ferroviaire plus coûteux pour amener leur SAF sur le marché. Au-delà des avantages naturels de chaque région, des éléments critiques de la chaîne d'approvisionnement doivent aussi être en ligne pour soutenir l'investissement en production, ce qui limite les options aux installations sur site au Canada. La capacité de raffinerie existante au Québec et en Ontario pourrait connaître des coûts de transport des matières premières plus élevés (selon leurs matières premières), mais pourrait bénéficier d'une baisse des prix de l'électricité et d'une proximité avec les grands aéroports. Les raffineries basées en Alberta pourraient bénéficier de prix plus bas du gaz naturel (au détriment de leur score d'IC) et avoir accès à des infrastructures de pipelines vers la côte ouest de la Colombie-Britannique, mais présentent un léger

désavantage en matière de matières premières. Les raffineries SAF en Colombie-Britannique pourraient avoir des coûts de matières premières plus élevés, mais bénéficieraient aussi des incitatifs existants sur le marché, de la proximité avec un grand marché SAF et de l'accès aux marchés SAF de la côte ouest américaine grâce aux mouvements maritimes.⁷⁶

Pour implanter des installations au Canada, les producteurs ont besoin d'une marge viable et d'une demande durable à long terme, en soulignant que les signaux politiques soutenus sont nécessaires pour présenter un argumentaire d'affaires attrayant en faveur de l'investissement. Lorsque la demande du marché régional n'est pas suffisante pour justifier l'investissement, les producteurs pourraient bénéficier de la gestion du risque d'autres façons – par exemple par des mesures qui soutiennent directement la production ou l'accès à la demande nationale / mondiale via des systèmes de réservations et de réclamations. D'autres juridictions (en particulier aux États-Unis) offrent de fortes incitations à la production pour les raffineurs nationaux (voir section 3 ci-dessus). Cela privilégie les raffineurs d'autres juridictions qui peuvent également profiter des incitatifs existants pour les fournisseurs de carburant au Canada (voir section 6 ci-dessous pour plus de détails).

Bien que le marché canadien des SAF émerge à un rythme plus lent que d'autres juridictions avec un climat d'investissement plus favorable, des progrès sont en cours. Grâce à leurs efforts d'approvisionnement, les exploitants aéronautiques canadiens travaillent de plus en plus à démontrer que la demande pour les SAF au Canada est en croissance et ont manifesté un intérêt pour les opportunités de partenariat, tant au pays qu'à l'étranger. La combinaison du RCP fédéral et du LCFS de la C.-B contribue à créer un marché attrayant pour les raffineurs SAF afin de produire et de vendre en Colombie-Britannique. Cependant, en dehors de la Colombie-Britannique, il y a moins de soutiens disponibles pour couvrir les coûts élevés de production des SAF.



76 Argus Media (2024)

SECTION 6

Importation de SAF

Points clés

1

Bien que de nouvelles capacités importantes continuent d'être annoncées et devraient augmenter à l'échelle mondiale, la production est aujourd'hui limitée à seulement quelques pays. Les producteurs exportateurs vendent principalement aux États-Unis, et l'Europe, où une demande et un arbitrage tarifaire importants ont été générés par les réglementations et incitatifs de la SAF. Cette rareté a également encouragé les acheteurs de carburant à bloquer l'approvisionnement en SAF à court et moyen terme dans les ententes de liquidation afin de respecter les obligations de conformité, ce qui affecte ultimement la disponibilité à court terme et les prix des importations mondiales au Canada.

2

Le Canada pourrait continuer à profiter des volumes disponibles en provenance d'Asie et à tirer parti de la proximité géographique pour importer du SAF des États-Unis (sous réserve de politiques commerciales négatives). La volonté soutenue des compagnies aériennes de payer pour ces volumes dépendra fortement de la création d'un environnement concurrentiel pour l'utilisation des SAF au Canada et de l'assurance d'une logistique efficace.

3

En ce qui concerne les chaînes d'approvisionnement, le Canada pourrait rencontrer quelques défis mineurs pour accéder au SAF pré-mélangé depuis les États-Unis. Bien qu'un peu de SAF propre ait été importé et mélangé au Canada, pour permettre l'importation de grandes quantités de SAF propre, le Canada pourrait avoir besoin d'une infrastructure de mélange supplémentaire conforme aux normes internationales afin d'assurer une manipulation et une livraison appropriées d'un produit utilisable aux consommateurs.

Comme établi à la section 5 sur la production domestique, des volumes importants de SAF devront être importés pour décarboniser le secteur aéronautique, peu importe si le Canada établit ou non une production domestique de SAF. La disponibilité d'une capacité suffisante de production de SAF dans les pays exportateurs, la volonté de payer pour le SAF parmi les utilisateurs finaux au Canada, et l'établissement de chaînes d'approvisionnement fiables détermineront ultimement le succès du Canada à importer du SAF à long terme. Comme pour le carburant d'avion conventionnel, il existe aussi des risques d'approvisionnement pour les acheteurs qui choisissent d'importer du SAF au Canada, notamment la vulnérabilité aux perturbations des chaînes d'approvisionnement, aux problèmes de contrôle de la qualité et aux facteurs géopolitiques (par exemple, le maintien des chaînes d'approvisionnement énergétiques).

En tenant compte des fluctuations annuelles, environ 30 % de la consommation canadienne de carburant d'avion provient des importations (soit environ 1,5 milliard de litres en 2022).⁷⁷ Compte tenu de l'augmentation prévue de la demande

de carburant pour avions, de la position d'importation du Canada et sans nouvelle capacité de raffinage à l'horizon, le développement de la production domiciliée de SAF domiciliée au Canada bénéficiera non seulement à l'économie canadienne, mais contribuera aussi à assurer la sécurité énergétique du Canada. Comme illustré à la figure 6, le carburant conventionnel arrive au Canada par pipeline, rail, camions et transport maritime selon l'emplacement. Des éléments de l'infrastructure existante du Canada pour le carburant d'avion conventionnel peuvent être exploités pour les SAF au Canada, bien qu'il existe des défis mineurs qui ajoutent de la complexité. Selon les règlements établis par la Commission fédérale de réglementation de l'énergie, le SAF pur (SAF non mélangé avec du carburant d'avion) ne peut pas voyager depuis les États-Unis par pipeline, ce qui signifie qu'il devra soit être d'abord mélangé, soit acheminé au Canada par un autre mode de transport. Cependant, bien que les quantités de SAF demeurent limitées, le carburant sera probablement transporté par camion, rail ou routes maritimes de toute façon.

⁷⁷ Statistique Canada, « Production, consommation intérieure et importations de carburant d'avion de type kérosène ». consulté en 2024.

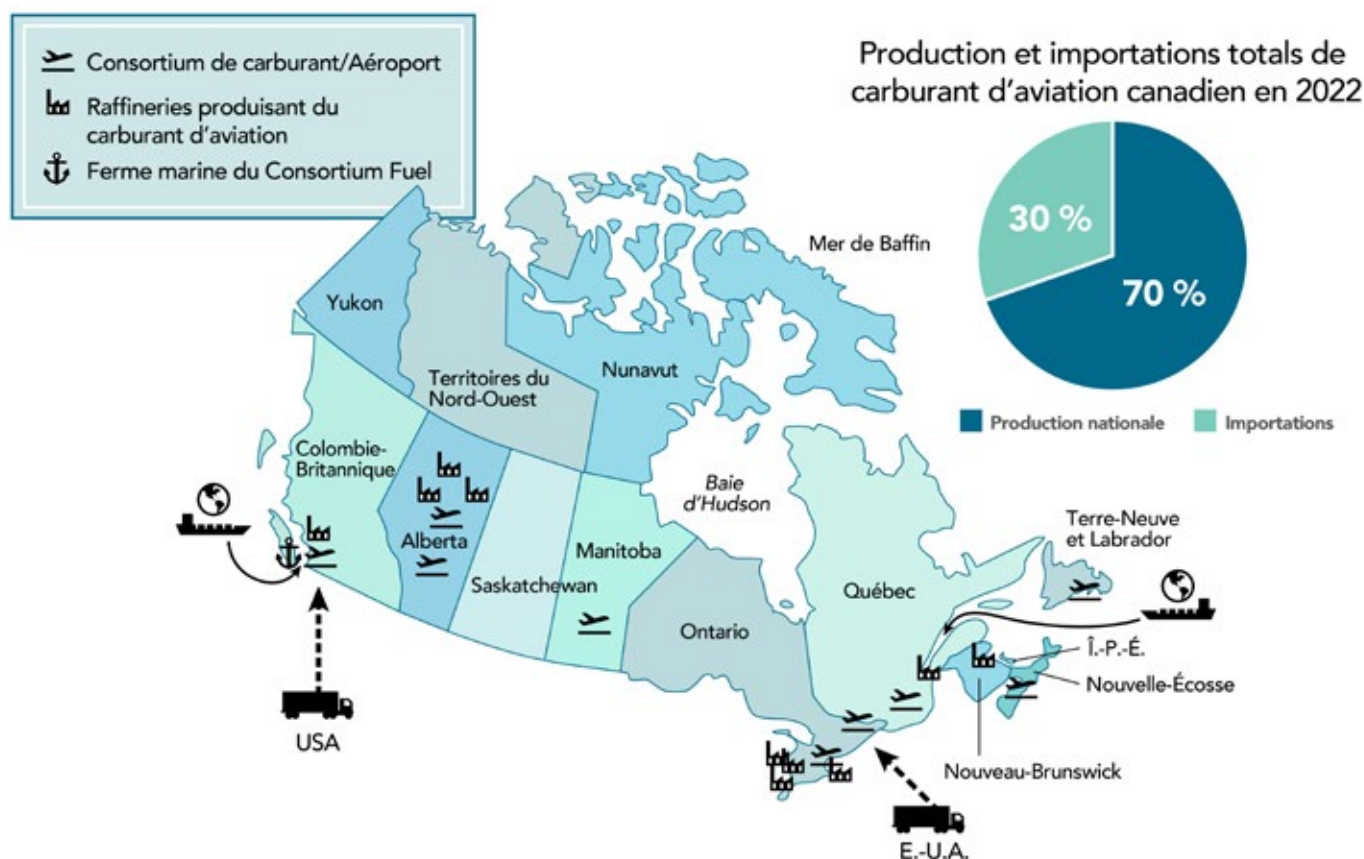
L'infrastructure de stockage et de distribution peut nécessiter certaines modifications ou un équipement spécialisé pour gérer et stocker le SAF. Bien que ce ne soit pas un problème immédiat, une capacité de mélange supplémentaire pourrait éventuellement être nécessaire, surtout si les acheteurs canadiens souhaitent importer régulièrement de grandes quantités de SAF pur (en sachant que certains volumes propres de SAF ont déjà été importés et mélangés au Canada).

SAF pré-mixé et pur

Conformément aux spécifications actuelles du carburant aéronautique contenant des hydrocarbures synthétisés (ASTM D7566), du SAF pur (ou, tel que défini par l'industrie, composant de mélange synthétique (SBC)) doit être mélangé avec du carburant conventionnel pour aéronefs (Jet A ou A-1), qui est ensuite approuvé pour une utilisation dans un aéronef. En l'absence d'infrastructures de mélange, la seule façon d'améliorer la SAF au Canada est qu'elle soit pré-mélangée. Par exemple, l'entente de 2024 de Neste avec Air Canada pour fournir du SAF à Vancouver a été livrée en volumes pré-mélangés.



FIGURE 06 | Parcours de production et d'importation de carburant d'aviation conventionnel au Canada (2022)



Des lignes directrices claires pour la gestion des SAF et des systèmes robustes de certification, de surveillance et d'évaluation sont nécessaires, notamment en ce qui concerne les importations. Le carburant d'aviation utilisé au Canada doit être certifié selon la norme nationale CAN/CGSB-3.23 - Carburant pour turbines d'aviation. Le CGSB-3.23 s'applique à deux catégories de carburant pour turbines d'aviation de type kérosène (catégories JET A et JET A-1) et inclut des spécifications pour les hydrocarbures conventionnels, les hydrocarbures synthétiques (SAF pur ou composant de mélange synthétique), les non-hydrocarbures naturellement présents et certains additifs approuvés. Les hydrocarbures synthétiques ne sont permis dans le carburant pour avions qu'en mélange avec des hydrocarbures conventionnels, conformément à la norme ASTM D7566. Une fois que le composant synthétique a été confirmé conforme à toutes les exigences de l'annexe pertinente de l'ASTM D7566, il doit être mélangé avec des composants de mélange conventionnels ou du carburant d'avion conformes à cette norme. Une fois certifié, tout essai ultérieur du lot fini de

carburant doit être effectué uniquement selon les exigences du CAN/CGSB-3.23. Un petit défi pour le Canada dans l'importation de SAF pré-mélangé des États-Unis est de s'assurer que le mélange SAF respecte les spécifications Jet A-1. Les États-Unis consomment principalement du carburant Jet A, tandis que le reste du monde, y compris le Canada (pour la plupart), utilise le Jet A-1.⁷⁸ La principale différence entre les deux carburants est que le Jet A a un point de congélation de moins 40 degrés Celsius, tandis que celui du Jet A-1 est de moins 47 degrés Celsius.⁷⁹ Certains fournisseurs de carburant ont indiqué qu'ils pouvaient produire selon la spécification Jet A-1 aux États-Unis; cependant, en général, Jet-A1 est moins demandé sur les marchés locaux et cette spécification crée une certaine complexité supplémentaire pour les acheteurs canadiens durant le processus d'approvisionnement. Des exceptions peuvent être faites pour changer de grade, mais celles-ci sont faites collectivement par le marché et peuvent inclure l'obtention d'exemptions ou de modifications des règlements par l'autorité compétente.



Inversement, importer du SAF propre d'autres juridictions nécessite un accès à des infrastructures de mélange au Canada qui respectent les normes internationales. À mesure que les chaînes d'approvisionnement mûrissent et que le SAF devient disponible en plus grand volume à l'échelle mondiale, un investissement supplémentaire dans ces installations devient plus probable (en supposant qu'un signal de demande fort émerge au Canada). Si les ratios de mélange (actuellement limités à 50 %) augmentent ou atteignent même 100 %, les exigences sur les systèmes existants de livraison, d'entreposage et de bornes d'incendie pourraient évoluer avec le temps (au fur et à mesure que les travaux de qualification des carburants progressent). Puisque la demande de carburant au Canada est fortement concentrée autour d'un petit nombre d'aéroports, une infrastructure dédiée aux SAF devrait d'abord se matérialiser autour des aéroports à fort trafic. Il existe des occasions de tirer parti de l'infrastructure existante de la chaîne d'approvisionnement en carburant pour avion au Canada afin de transporter le SAF, mais les fournisseurs et acheteurs qui choisissent d'importer du SAF pur au Canada doivent avoir accès à des installations de mélange, idéalement à un endroit près d'une source de carburant conventionnel en vrac. Plusieurs options sont offertes aux acheteurs :

- **Mélanger dans un terminal de carburant :** Transporter du SAF propre vers un terminal de carburant via une infrastructure dédiée aux SAF (navire, rail, camion ou pipeline). Pour des volumes plus petits, les camions conviendraient, mais ce passage à des modes plus efficaces pourrait être nécessaire pour des volumes plus élevés. Les plateformes de déchargement pour camions, trains ou navires d'eau devront accepter du liquide de sol pur, ainsi que des réservoirs pour le stocker et le mélanger.
 - **Avantages :** Les terminaux ont de l'expérience dans la manipulation de carburants, de biocarburants et les certifications requises
- **Inconvénients :** Nécessite une infrastructure d'approvisionnement en carburant spécifique aux SAF au terminal de carburant
- **Mélanger dans une raffinerie :** Transporter du SAF propre vers une raffinerie existante pour être mélangé avec du carburant d'aviation conventionnel.
 - **Avantages :** Les raffineries possèdent une expertise dans la manipulation de différents produits hydrocarbonés, y compris les biocarburants et les certifications requises, ainsi qu'une capacité accrue à gérer les problèmes de qualité du carburant. Lorsque le SAF est produit ou co-traité dans une raffinerie de pétrole existante, la mise à niveau de l'infrastructure et la certification du combustible ont lieu à la raffinerie et aucun autre changement de chaîne d'approvisionnement n'est nécessaire.
- **Inconvénients :** Le mélange dans les raffineries n'est adapté qu'aux grandes quantités, selon la raffinerie et la source de SAF propre (par exemple, s'il s'agit d'un tiers), nécessite une infrastructure d'approvisionnement en carburant spécifique aux SAF, bien qu'il soit très probable que l'infrastructure existante puisse être réutilisée. Les grandes quantités sont nécessaires, en partie, parce que l'installation de mélange doit être nettoyée et dédiée à l'utilisation du SAF pendant un certain temps pendant le mixage. Cela pourrait entraîner des limitations potentielles du marché en raison de l'acceptation de sources de SAF propres.
- **Mélanger à l'aéroport ou près de l'aéroport :** Cette option inclut d'apporter du liquide de carburant proprement fourni à ou près d'une installation d'entreposage de carburant d'aéroport pour le mélanger. Cette idée est explorée plus en profondeur à l'Annexe 6.
 - **Avantages :** Le mélange dans ou près des aéroports peut minimiser les événements logistiques et de gestion, ce qui peut contribuer à réduire les coûts globaux.
 - **Inconvénients :** Selon l'aéroport et la région, un accès au terrain au bon emplacement est nécessaire pour construire une installation de mélange et un entrepôt. Le mélange avec du carburant conventionnel nécessite du personnel formé et des installations spécifiques. Des processus et équipements spécifiques sont nécessaires pour traiter tout produit hors spécifications et pour le ramener aux spécifications. Si une telle installation est distincte (c'est-à-dire le système de déchargement ferroviaire Pearson) mais toujours considérée comme faisant partie du système de carburant de l'aéroport, la manipulation du SAF à ces endroits serait difficile jusqu'à ce que les exigences ou dérogations du SAF soient adoptées par l'industrie. Les responsabilités liées à la qualité des produits devraient être traitées prudemment.

- La gestion de l'infrastructure carburantière est complexe et un modèle universel ne devrait pas être adopté. Au contraire, une évaluation des infrastructures existantes et des opportunités de mélange est plus susceptible de se faire au cas par cas. Néanmoins, à mesure que le marché des SAF évolue, il faut envisager de s'assurer que les chaînes d'approvisionnement canadiennes offrent un certain accès au mélange des SAF pour les nouveaux entrants sur le marché afin de faciliter les importations de SAF au Canada. Lorsqu'un besoin critique est identifié, cette approche pourrait être explorée comme un modèle de partenariat public-privé pour faciliter ce type d'accès plus large. La source la plus probable de volumes importés de SAF pour le Canada serait les États-Unis. Comme mentionné à la section 3 ci-dessus, en 2021, le gouvernement fédéral américain a fixé un objectif ambitieux d'atteindre 3 milliards de gallons (11,3 milliards de litres) de production domestique de SAF d'ici 2030. En août 2024, les États-Unis avaient produit 16,5 millions de gallons (62,5 millions de litres) de SAF dans deux usines opérationnelles. En 2024, des dizaines de projets SAF ont été annoncés à différents stades de développement aux États-Unis, avec une capacité nominale cumulative de 3,48 milliards de gallons (13 milliards de litres) d'ici 2030, bien que le département américain de l'Énergie estime que d'éventuels retards, annulations ou changements de production pour prioriser le diesel renouvelable pourraient entraîner seulement 53 % de cette capacité en service d'ici 2030.

Notamment, en 2024, les États-Unis ont également utilisé 62 millions de gallons (234 millions de litres) dans leur industrie aéronautique nationale, dépassant facilement leur capacité de production domestique.^{80 81}

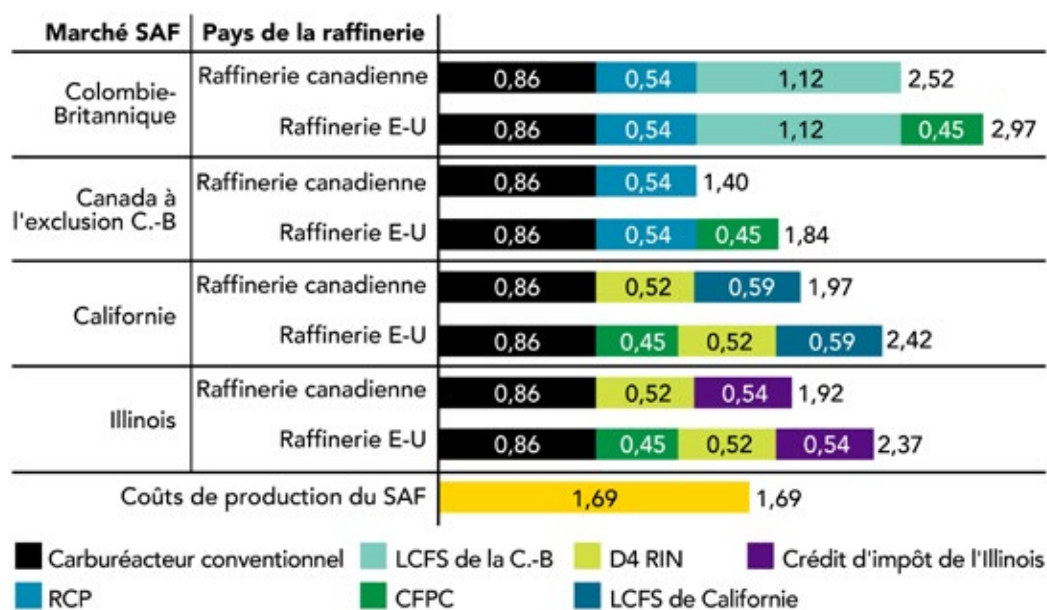
Malgré les incertitudes quant à la rapidité avec laquelle les projets annoncés pourraient être réalisés, ainsi que sur la quantité de SAF américaine qui pourrait être disponible pour l'exportation, le Canada pourrait accéder aux importations en provenance des États-Unis. Selon une étude de 2024 d'Argus Media, qui a modélisé plusieurs marchés nord-américains en 2030 (voir figure 7), la C.-B. pourrait en théorie offrir certains des incitatifs les plus attrayants en Amérique du Nord pour les fournisseurs basés aux États-Unis ou au Canada souhaitant vendre du SAF, grâce aux incitatifs offerts par la combinaison de la norme des carburants à faible émission de carbone de la Colombie-Britannique et des règlements sur les carburants propres. Dans ce scénario, les fournisseurs américains bénéficieraient à la fois des incitatifs canadiens et de l'accès aux incitatifs de production de l'IRA américain (le Crédit de production des carburants propres), lorsqu'ils vendent sur les marchés de la Colombie-Britannique et du Canada. Pour tous les modèles, cependant, les piles de crédits disponibles dans les juridictions canadiennes hors de la C.-B. étaient universellement moins compétitives qu'en Colombie-Britannique, en Californie ou en Illinois. Bien que cela ne reflète pas les prix réels du marché régional (qui peuvent être volatils et dépendre de plusieurs autres facteurs majeurs, notamment la certitude de maintenir un prix de crédit élevé; le prix de marché pour les produits alternatifs que les raffineurs peuvent produire à partir des mêmes matières premières, comme le diesel renouvelable; l'accès aux matières premières; et, la concurrence pour l'approvisionnement dans un marché dominé par des accords d'approvisionnement existants), l'illustration donne une idée de la façon dont les instruments existants au Canada pourraient aider à soutenir la production locale et à faire entrer les SAF en Colombie-Britannique.⁸² La figure ci-dessous souligne également la réalité qu'une politique prévisible à long terme serait nécessaire pour assurer un marché intérieur des SAF.

80 <https://www.energy.gov/articles/us-department-energy-releases-new-report-pathways-commercial-liftoff-sustainable-aviation>

81 <https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/news-research/latest-news/agriculture/122424-commodities-2025-saf-on-the-rise-yet-political-landscape-raises-concerns> (consulté le 1er janvier 2025)

82 Argus Media (2024)

FIGURE 07 | Comparaison simplifiée des piles de crédits disponibles dans différents marchés nord-américains pour le SAF produit avec de l'huile de cuisson usagée (HCU) en 2030



Source : Argus Media (2024)

Note : Les prix ont évolué et continueront d'évoluer. Les données référencées ci-dessus font référence à un instantané dans le temps. Pour des renseignements plus à jour sur les prix des matières premières agricoles en amont et les principales cultures agricoles canadiennes, consultez les sites [Web de Statistique Canada](#) et d'[Agriculture et Agroalimentaire Canada](#). Et pour obtenir des informations sur le marché du crédit LCFS de la C.-B, visitez leur [site web](#).

Géographiquement, la proximité du Canada avec les États-Unis (par rapport aux marchés en Asie ou en Europe) réduit la complexité des chaînes d'approvisionnement et les émissions associées au transport de carburant. En 2024, le département de l'Énergie des États-Unis a cartographié des projets qui devraient entrer en service, révélant plusieurs clusters régionaux émergents. L'emplacement de ces installations annoncées correspond fortement aux États qui ont des normes de carburant à faible émission de carbone ou des politiques SAF, des infrastructures de raffinerie existantes ou un approvisionnement robuste en matières premières (principalement dans le Midwest). Selon une analyse d'Argus Media, parmi ces groupes, la route d'approvisionnement américaine la plus probable à émerger pour le Canada serait les volumes HEFA à base de soja provenant de la côte du golfe américaine, alimentés par les soutiens politiques disponibles en Colombie-Britannique (les déplacements étant facilités par des navires non soumis à la loi Jones). Des volumes HEFA basés sur le suif provenant de la région montagneuse des États-Unis pourraient aussi être disponibles sur les marchés de l'Ouest canadien, bien que les utilisateurs finaux de ces régions se feraient concurrence pour l'offre avec ceux pouvant accéder

aux solides crédits d'impôt à la consommation SAF en Illinois. D'autres sources régionales, y compris le Nord-Ouest Pacifique et le Haut-Midwest, seraient plus susceptibles de vendre aux marchés de la Californie, de l'Illinois, de Washington ou du Minnesota.⁸³

Malgré les incitatifs et les moteurs politiques qui soutiennent actuellement les investissements des SAF aux États-Unis, les SAF restent un marché mondial naissant qui dépend de l'investissement à long terme et du soutien politique. Des entrevues avec des acteurs canadiens de l'industrie révèlent plusieurs préoccupations quant à la perspective d'importer de façon fiable des SAF produits aux États-Unis au Canada :

- **Incertitude politique :** Avec le changement de paysage politique après l'élection présidentielle américaine de 2024, il existe une incertitude liée à la longévité des politiques sur les biocarburants et l'hydrogène aux États-Unis. Le manque de clarté et l'expiration imminente des programmes existants pourraient dissuader les producteurs américains d'engager des ressources dans la production de SAF, du moins à court terme.⁸⁴ Le Conseil international pour

83 Argus Media (2024) : Livre blanc SAF

84 <https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/news-research/latest-news/agriculture/122424-commodities-2025-saf-on-the-rise-yet-political-landscape-raises-concerns>

le transport propre (ICCT) indique que sans soutien politique supplémentaire aux États-Unis, la capacité des États-Unis à atteindre les objectifs des SAF identifiés dans le Grand Défi des SAF est limitée.⁸⁵

- **Accords de cession pour soutenir de nouveaux projets :** La disponibilité de l'approvisionnement des États-Unis (et d'autres juridictions) complique la prévalence des accords de rachat existants, selon lesquels les compagnies aériennes acceptent d'acheter des quantités précises de SAF, si un ensemble de conditions est rempli (par exemple, la disponibilité à un certain prix). Une analyse du département de l'Énergie des États-Unis sur les accords de cession annoncés publiquement suggère que la moitié des contrats à l'échelle mondiale sont des contrats d'un an, dont plusieurs tarifent le SAF en dessous du coût et à la parité avec le carburant Jet-A afin d'attirer les acheteurs de compagnies aériennes. Bien que plus rares, les contrats à plus long terme (+10 ans) et à plus grand volume tendent à offrir une garantie de flux de trésorerie pour attirer les investisseurs et les projets à réduction du risque. Un exemple d'accord de rachat à plus long terme aidant à faire avancer le développement d'un projet est LanzaJet, qui a récemment ouvert une installation de production de SAF dans l'État de Géorgie pouvant produire 10 millions de gallons de SAF, avec des ententes de décharge en place qui couvrent la production de l'installation pour les 10 prochaines années. Cependant, plusieurs producteurs américains établis et potentiels de SAF ont indiqué que les conditions incluses dans certains accords de rachat (par exemple, des achats dépendants de certains ajustements de prix ou de politiques spécifiques) minimisent ce bénéfice et entraînent une réticence persistante de la part des investisseurs.
- **Concurrence pour l'offre existante :** Jusqu'à ce qu'une demande engagée se concrétise, le marché mondial des SAF restera un marché des vendeurs avec une offre limitée, laissant aux producteurs établis la possibilité de choisir des accords aux conditions avantageuses. L'une de ces conditions peut être qu'ils continuent de compter sur la livraison à des clients à proximité des installations de production, y compris les aéroports régionaux et locaux, afin de réduire les frais de transport et de livraison, ainsi que des emplacements avec peu de problèmes logistiques supplémentaires (par exemple, le mélange).

Disponibilité mondiale plus large des SAF pour l'importation au Canada

En dehors des États-Unis, l'Asie et l'Europe sont les centres régionaux émergents de la production mondiale de SAF, la plupart des nouvelles capacités annoncées devant être construites comme raffineries autonomes.⁸⁶ La section 3 Perspectives mondiales : L'état actuel des SAF offre un aperçu des différentes politiques et approches que les principales juridictions poursuivent pour soutenir le développement de la production et de l'utilisation nationales.

D'un point de vue de la demande, en dehors des États-Unis, la demande européenne pour le SAF contribue à l'émergence d'un marché mondial. Les estimations des acteurs mondiaux de l'aviation et de l'aérospatiale suggèrent que le mandat européen ReFuel EU des SAF à lui seul pourrait nécessiter 3,58 milliards de tonnes de SAF, et que le mandat britannique pourrait exiger 1,2 milliard de tonnes.⁸⁷ D'autres engagements et politiques en Norvège, au Brésil, en Turquie, aux Émirats arabes unis, au Japon et en Inde pourraient également contribuer à la demande. À l'échelle mondiale, l'écosystème SAF (compagnies aériennes, opérateurs et partenaires corporatifs) compte actuellement environ 45 milliards de dollars d'ententes d'achat à terme pour SAF, une augmentation par rapport à 6 milliards avant la COVID-19. Les signaux de demande internationale contribuent à faire croître le marché mondial, mais avec une production mondiale limitée et des engagements ambitieux à l'échelle mondiale, les acheteurs de carburant à l'échelle mondiale sont de plus en plus en concurrence pour des volumes disponibles limités.

Du point de vue de l'approvisionnement, en novembre 2024, il y avait 37 installations de production dédiées aux SAF dans le monde, produisant environ 600 millions de litres de SAF. La prochaine vague d'installations (prévue pour entrer en service entre 2024 et 2026) pourrait ajouter 2,9 milliards de litres par an de nouvelle production, situées en Chine, Pologne, Espagne, Thaïlande (Bangkok) et États-Unis (Californie et Washington).⁸⁸ Néanmoins, les accords de décharge signés dépassent largement le volume total disponible de SAF produit à l'échelle mondiale. Pour contexte, en 2022, des ententes étaient en place pour les SAF totalisant plus de 21 milliards de litres – ce qui indique qu'une grande partie de la nouvelle offre pourrait ne pas être disponible pour l'importation au Canada.

85 ICCT. « Livre blanc du Grand Défi SAF » novembre 2023

86 ATAG, ACI, CANSO, IATA, IBAC et ICCAIA (2023). CAAF/3-WP34 : État de l'industrie des SAF : une vision de l'industrie. Document de travail soumis à la troisième conférence sur l'aviation et les carburants alternatifs (CAAF/3).

87 <https://www.icao.int/sites/default/files/Meetings/CAAF3/Documents/CAAF3.WP.034.2.en.pdf>

88 OACI, « Suivi OACI des installations des SAF », 2024

À moyen terme, l'OACI a fourni quatre scénarios de projection de production de SAF pour 2030 estimant les quantités de SAF sur la base d'une évaluation de la maturité et de la faisabilité du projet à partir des annonces faites avant janvier 2023. La projection du SAF pour 2030 varie de 3,059 millions de tonnes (scénario bas) à 16,973 millions de tonnes (scénario élevé+), la majeure partie de la production étant concentrée en Amérique du Nord et en Asie. Ces scénarios incluent une évaluation de faisabilité ciblant des variables telles que le taux de réussite des installations, des installations ayant pris des décisions finales d'investissement, et des installations ayant annoncé des plans spécifiques pour allouer la production aux SAF, entre autres.⁸⁹

La région APAC (Asie-Pacifique) présente une variation significative en termes de disponibilité des matières premières et de coût de production. Dans les pays dotés d'abondantes ressources en biomasse, comme l'Indonésie et la Malaisie, produire du SAF à partir d'huiles et de graisses vierges et résiduelles est probablement plus rentable que d'autres voies. L'APAC dépend également fortement des principaux fournisseurs de pétrole et gaz pour augmenter la production et la réglementation du SAF. Les pays disposant de ressources limitées en biomasse pourraient devoir

compter sur des matières premières importées ou des voies de production avancées (c'est-à-dire ATJ), ce qui pourrait augmenter les coûts de production.⁹⁰ En dehors des volumes récents fournis aux États-Unis (depuis Singapour) en 2024, les producteurs asiatiques de SAF se sont généralement concentrés sur l'approvisionnement du marché européen, en utilisant des matières premières haut de gamme qui répondront aux exigences strictes de l'UE. En raison de ces règlements, les prix du SAF en Europe du Nord-Ouest ont souvent été plus élevés que les prix du SAF livré sur la côte ouest des États-Unis (voir la figure 8 ci-dessous). Tant que le déséquilibre relatif des prix pour le SAF sur la côte Ouest, Singapour et le Nord-Ouest de l'Europe persistera, les raffineurs asiatiques continueront probablement à fournir des approvisionnements opportunistes à l'Amérique du Nord pour atténuer les déséquilibres, mais leur voie d'approvisionnement plus structurée serait de continuer à vendre en Europe et de capter des prix plus élevés du SAF.⁹¹ En novembre 2024, Neste et Air Canada se sont entendus sur l'approvisionnement de 60 000 tonnes (77,6 millions de litres) de carburant d'aviation durable Neste MY non mélangé et propre, destinées aux vols en provenance de l'aéroport international de Vancouver. Cela a marqué les premières importations de Neste SAF de Singapour vers le Canada.

FIGURE 08 | Prix régionaux des SAF (2023)



Source : Argus Media (2024)

89 ATAG, ACI, CANSO, IATA, IBAC et ICCAIA (2023). CAAF/3-WP34 : État de l'industrie des SAF : une vision de l'industrie. Document de travail soumis à la troisième conférence sur l'aviation et les carburants alternatifs (CAAF/3).

90 Recherche Deloitte

91 Argus Media (2024)

Observations des Approvisionnements des SAF canadiennes

Malgré les défis liés à un marché mondial naissant pour les SAF, les transporteurs aériens canadiens commencent à acquérir de l'expérience en approvisionnement et en logistique pour les SAF. Au cours des dernières années, les compagnies aériennes canadiennes WestJet et Air Canada ont toutes deux acheté et importé des volumes de SAF au Canada pour les utiliser dans leurs opérations. En 2024, le Programme d'approvisionnement en carburants à faible émission de carbone du gouvernement du Canada a annoncé que les livraisons de SAF à l'aéroport international de Vancouver commenceraient en 2025 pour une utilisation (par livre et réclamation) dans les opérations canadiennes à Cold Lake. Les fournisseurs canadiens de carburant ont également utilisé des installations en Colombie-Britannique pour mélanger du SAF propre avec le Jet A-1 pour la livraison à l'aéroport international de Vancouver. Des entrevues avec les parties prenantes au sujet de ces achats réussis, ainsi que des expériences plus larges dans le travail d'intégration du SAF dans les opérations commerciales, révèlent plusieurs considérations clés quant aux perspectives d'importations futures au Canada :

Défis de tarification et de compétitivité :

- Les expériences avec le SAF acheté via le système de réservation et de réclamation en Colombie-Britannique suggèrent que la prime de coût moyenne du SAF était de 2 à 3 fois le coût du carburant d'avion conventionnel.
- Les expériences des compagnies aériennes canadiennes concernant les achats de SAF en 2023 ont suggéré que les prix des SAF sont également plus élevés (jusqu'à 8 fois plus élevés) que le prix actuel du marché pour les compensations CORSIA (les deux sont actuellement en offre limitée).⁹² Les compagnies aériennes qui travaillent à respecter des engagements ambitieux de décarbonisation choisissent de poursuivre les deux, même avec le coût plus élevé des SAF.
- Bien que certaines compagnies aériennes aient réussi à se procurer du SAF, elles ont exprimé une inquiétude significative quant à la capacité de l'ensemble de l'industrie à absorber les coûts supplémentaires liés à l'atteinte et au maintien d'une utilisation de 10 % du SAF au prix actuel du marché. L'IATA estime qu'en Amérique du Nord, le carburant pour avions représente environ 26 % des coûts d'exploitation totaux des compagnies aériennes, ce qui représente la plus grande dépense d'exploitation unique.⁹³ Les compagnies aériennes ont exprimé leur inquiétude quant au fait que certaines options de recouvrement des coûts pour l'achat à

grande échelle de SAF (par exemple, l'augmentation des prix des billets) représentent un risque important pour la compétitivité face aux compagnies qui n'achètent pas de SAF et celles qui ont accès aux incitatifs à la consommation de SAF. Les compagnies aériennes ont indiqué une préférence pour des mesures qui contribuent à la recouvrement des coûts et/ou soutiennent la disponibilité des SAF à un coût moindre sur le marché local (par exemple, le LCFS de la C.-B.

- Au-delà des défis directement liés au prix de production du SAF, pour les nouveaux acheteurs de carburant, l'expérience de recherche de faibles quantités de SAF sur le marché international peut parfois être longue, incluant une logistique complexe et une dépendance à des tiers, ce qui peut ajouter du temps et des coûts supplémentaires au processus d'approvisionnement. Étant donné le temps que peut prendre la négociation d'une entente avec un producteur et la logistique nécessaire, le prix du SAF a pu fluctuer, affectant soit le volume de la commande de l'acheteur, soit son budget.

Spécifications, mélange et disponibilité du SAF :

- Même avec des demandes des utilisateurs finaux qui ne restent pas restrictives en matière de durabilité, de volume et de calendrier, les volumes disponibles pour les importations ou la production domestique sont très limités, surtout avant 2028.
- Les demandes de propositions (DDP) n'incitaient pas à agir des installations (par exemple, aucune nouvelle installation n'était disposée à soumettre des propositions basées sur la demande).
- Les raffineurs nord-américains de SAF optimisent le placement de produit en fonction des mécanismes de soutien politique dont ils disposent à travers les juridictions. La combinaison du RCP fédéral et du LCFS de la C.-B. crée un marché attrayant pour les raffineurs SAF souhaitant exporter vers le Canada, et plusieurs fournisseurs ont vu leurs intensités carbone alternatives de carburant d'aviation approuvées dans le cadre du LCFS de la C.-B.⁹⁴
- Les mélanges de carburants SAF pour le secteur de la défense doivent respecter les spécifications de carburant de l'OTAN, ce qui peut imposer des exigences supplémentaires en matière de tests et de logistique aux fournisseurs.
- Certains fournisseurs (et certaines compagnies aériennes) ont exprimé une préférence pour le carburant mélangé, invoquant le fait qu'ils n'ont pas accès aux installations de mélange au Canada. Néanmoins, certains fournisseurs de carburant ont importé du SAF pur pour le mélange (et l'utilisation ultérieure) au Canada.

92 S&P Global. « La demande de crédits carbone CORSIA est peu susceptible d'égaliser l'offre avant 2030 : Abattable » 2024

93 <https://www.iata.org/en/publications/newsletters/iata-knowledge-hub/unveiling-the-biggest-airline-costs/#:~:text=Airline%20Cost%20Items%20Breakdown,to%2025.5%25%20in%20North%20America>.

94 C.-B. LCFS - https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/electricity-alternative-energy/transportation/renewable-low-carbon-fuels/rclcf012_approved_carbon_intensities_current_nov2024_v3.pdf

Exigences en matière de durabilité, y compris la certification CORSIA :

- Lors de l'acquisition de SAF, les compagnies aériennes qui volent à l'international (et qui doivent respecter une obligation internationale de réduction des émissions d'aviation) devront probablement rechercher un carburant qui respecte les exigences de durabilité CORSIA, ainsi que toute exigence locale de durabilité pour les carburants dans la juridiction réceptrice (par exemple, LCFS de la C.-B). CORSIA exige un haut niveau de transparence et de traçabilité pour garantir des caractéristiques de durabilité des carburants, et chaque étape de la chaîne d'approvisionnement SAF doit être certifiée selon les exigences CORSIA pour les opérateurs économiques et répondre aux critères de durabilité CORSIA selon le cas. Les compagnies aériennes s'assurent que les SAF qu'elles achètent sont admissibles à l'utilisation en CORSIA grâce à la documentation de durabilité associée au carburant acheté.⁹⁵
- Avec de nombreuses nouvelles exigences réglementaires en constante évolution, tant les fournisseurs que les équipes d'approvisionnement en carburant des compagnies aériennes ont signalé le défi des processus administratifs longs et le maintien de la familiarité avec plusieurs exigences juridictionnelles – ce qui pourrait décourager un intérêt accru pour l'approvisionnement en SAF au Canada. Il est important que tous les niveaux de gouvernement au Canada travaillent ensemble pour réfléchir à la manière dont les incitatifs existants et potentiels pourraient être combinés et comment éviter un désalignement des politiques entre les régions.



SECTION 7

Le rôle du livre et de la revendication

Points clés

1

L'exploration d'un cadre cohérent et d'un guide pour augmenter l'utilisation des systèmes de réservations et de réclamations au Canada peut soutenir la production et la disponibilité du SAF et mieux permettre la collaboration régionale pour atteindre les objectifs du SAF et réduire les émissions. Lorsque cela est possible, s'aligner sur les normes internationales de comptabilité et de durabilité des SAF, comme celles fournies par CORSIA, peut minimiser le fardeau administratif et financier à travers la chaîne de valeur.

2

Dans le cadre de l'exploration d'un système de réservation et de réclamation, il est important de s'assurer que toutes les parties prenantes comprennent bien les interactions entre les politiques internationales, nationales et provinciales pertinentes à l'achat, au mélange et à l'utilisation des SAF afin d'identifier comment les attributs environnementaux des SAF peuvent être revendiqués et attribués tout en évitant le double comptage. Il faut envisager de comprendre la meilleure façon de permettre à la fois aux opérateurs aériens et aux utilisateurs finaux (par exemple, les usagers du transport aérien et du fret) d'acheter des attributs ou certificats environnementaux SAF, afin de mobiliser une demande supplémentaire.

⁹⁵ OACI (2023). « Programmes de certification en durabilité approuvés par CORSIA. » 2e édition, 16 juin 2023. Carburants admissibles à CORSIA ([icao.int](https://www.icao.int))

Le système de réservation et de réclamation est un mécanisme important soutenant l'augmentation consolidée de la demande et de l'augmentation de la production de SAF, lorsque l'offre physique est limitée. Les systèmes de réservations et de réclamations permettent aux entités de revendiquer les avantages environnementaux de l'utilisation du SAF sans nécessairement avoir à se procurer physiquement le carburant, à l'emporter et à l'utiliser. Plus précisément, les modèles de registre et de réclamation « découpent » des attributs environnementaux spécifiques (par exemple, les émissions de GES au cycle de vie) d'un produit physique et les suivent et les transfèrent séparément du produit physique via un système comptable dédié (ou registre). Les attributs environnementaux sont découplés et enregistrés (enregistrés) dans le système comptable lorsqu'une quantité d'un produit durable est ajoutée à un point convenu dans une chaîne d'approvisionnement (par exemple, un litre de SAF ajouté au système de carburant d'un aéroport). Ils peuvent ensuite être réclamés par (ou attribués à) un utilisateur final afin de réduire les émissions associées à l'utilisation de la quantité équivalente du produit conventionnel.

Par exemple, la Table ronde sur les biomatériaux durables (RSB) a développé le « Manuel de réservation et de Réclamation RSB » ainsi que le « Système de réservation et de réclamation RSB » pour soutenir l'utilisation volontaire du livre et des réclamations pour les secteurs difficiles à éliminer de l'aviation et du transport maritime. Il fournit l'aperçu suivant :

Le système de consignment et de réclamation est un modèle de chaîne de garde dans lequel le flux administratif des dossiers n'est pas nécessairement lié au flux physique d'un produit tout au long de la chaîne d'approvisionnement (Source : ISO 22095:2020). En d'autres termes, compter et déclarer signifie que les organisations peuvent obtenir et réclamer les attributs de durabilité d'un produit sans avoir à prendre la garde physique de ce même produit et sans que l'acheteur et le vendeur soient liés par une chaîne d'approvisionnement physique – comme c'est le cas pour d'autres modèles de chaîne de garde comme le « bilan de masse ». Les transactions de réservation et de réclamation doivent être suivies et validées à l'aide d'un registre indépendant. (Source : [RSB-PRO-20-001-002] – Version 3.0 – Manuel RSB Book & Claim, page 1, lien : <https://rsb.org/wp-content/uploads/2024/06/RSB-PRO-20-001-001-RSB-Book-and-Claim-Manual-3.0.pdf>).



Les cadres de comptabilisation, tels que les systèmes de réclamation et de réservation, peuvent faciliter l'attribution des bénéfices environnementaux d'un volume donné de SAF entre différents utilisateurs du secteur aérien. Par exemple, un exploitant aérien pourrait revendiquer la valeur de réduction des émissions de la portée 1 du SAF pour ses opérations, tandis qu'un utilisateur de services aériens (tel qu'un passager aérien) pourrait revendiquer les réductions d'émissions de la portée 3 correspondantes liées à l'utilisation de SAF par un exploitant aérien.

Ces systèmes sont importants car ils aideront à consolider la demande et permettront de répartir les bénéfices du SAF géographiquement, même lorsque la production est limitée à quelques emplacements. Ils peuvent aussi faciliter l'utilisation de certificats SAF échangeables qui représentent les avantages environnementaux de la production et de l'utilisation de SAF au lieu du carburant d'aviation conventionnel. Les systèmes de réservation et de réclamation peuvent renforcer les marchés existants des SAF, ainsi que créer des marchés pour les SAF qui peuvent encourager une nouvelle capacité de production à des endroits au-delà des principaux hubs aéroportuaires. Ils peuvent aussi aider à réduire ou éviter le transport inutile de SAF et de matières premières, minimisant ainsi les coûts et les émissions incrémentales du cycle de vie associées.

Il y a aussi des considérations géographiques pour l'utilisation du livre et la prétention de soutenir l'atteinte des objectifs des SAF du Canada. En général, seul le SAF qui est surélevé au Canada et attribué aux vols intérieurs comptera pour les objectifs nationaux d'émissions de GES du Canada, et les SAF importés et produits localement devraient être physiquement situés au Canada avant que ses caractéristiques environnementales puissent être découplées et intégrées au système. Un système bien conçu permettrait aux compagnies aériennes de réclamer des avantages de réduction des émissions provenant des carburants admissibles au-delà des frontières nationales, compte tenu de l'ampleur mondiale de leurs opérations.

Un système efficace de réservation et de réclamation des SAF pourrait permettre aux compagnies aériennes canadiennes, aux gouvernements et aux entreprises de bénéficier et de revendiquer les attributs environnementaux de la SAF, même si elle n'est pas encore physiquement disponible dans leur région. Cela soutiendrait le développement du marché de la demande au Canada en permettant que les utilisateurs de SAF revendiquent les avantages environnementaux des SAF à travers la chaîne de valeur de conformité et du marché volontaire (par exemple, producteurs et fournisseurs de carburant, exploitants aéronautiques, utilisateurs finaux des services aéronautiques), réduisant ainsi les coûts et augmentant l'efficacité.

Plusieurs systèmes de réservations et de réclamations, y compris des registres, sont mis en place par différentes organisations afin de permettre l'enregistrement des certificats SAF par les producteurs de carburant et d'enregistrer le transfert des attributs de durabilité aux compagnies aériennes ou aux entreprises. Chacun de ces systèmes comprend un registre pour mettre en œuvre les règles du système de réservation et de réclamation afin que les demandes soient cohérentes, transparentes et évitent le double comptage. Certains registres limitent les participants à des parties prenantes spécifiques, tandis que d'autres sont ouverts à toutes les parties. Cependant, il existe une grande variété dans la manière dont chaque système met en œuvre le système de réservation et de réclamation, et il n'y a pas de consensus commun sur certains enjeux clés comme la comptabilisation des crédits créés dans le cadre des systèmes de conformité et l'utilisation du SAF par les utilisateurs finaux de l'aviation pour réduire les émissions de la norme 3.

Diverses organisations internationales travaillent à améliorer la compréhension et à l'alignement de ces systèmes. Par exemple:

- Le «Council on Sustainable Aviation Fuel» (CoSAFA) est une association d'associations mondiales du secteur aéronautique dont l'objectif est de renforcer la confiance des gouvernements et des consommateurs envers la SAF grâce à une documentation transparente des attributs environnementaux et à un transfert fluide de l'information couvrant le cycle de vie des SAF. Ils travaillent à améliorer l'intégrité et à réduire les frictions dans les transactions SAF en établissant un ensemble commun de règles d'exploitation équitables qui permettront la croissance du marché SAF dans une économie mondiale. CoSAFA a publié une « Méthodologie des transactions des attributs environnementaux SAF », un système de procédures pour la comptabilité et l'audit des programmes mondiaux de réservation et de réclamation.
- La troisième conférence de l'OACI sur l'aviation et les carburants alternatifs (CAAF/3) a été conclue par un accord pour explorer le concept de livre et de revendication, y compris la réalisation d'une étude des systèmes de comptabilisation du carburant pour l'aviation internationale afin de mieux comprendre ces systèmes et d'identifier des domaines à étudier plus près. Les travaux détermineront quel rôle, le cas échéant, l'OACI pourrait jouer pour soutenir ces systèmes afin de faciliter l'accès aux avantages environnementaux des SAF et d'autres énergies plus propres de l'aviation.⁹⁶



⁹⁶ Cadre mondial de l'OACI sur les Energies_24Nov2023.pdf d'aviation plus propres

Voici un aperçu des principaux systèmes mondiaux de réservation et de réclamation pour les SAF actuellement en place :

FIGURE 09 | Aperçu de certains systèmes mondiaux de réservation et de réclamations électionnés

	RSB <i>Actif depuis 2021, ce registre couvre l'industrie aéronautique à travers les États-Unis et prévoit de s'étendre au secteur du transport maritime à court terme.</i> Portée • RSB a créé un système de réservation et de réclamations qui permet de dissocier des attributs spécifiques du produit physique. Approche clé • Le système de réservation et de réclamation de la RSB comprend un manuel et un registre. Le manuel décrit les procédures et les règles d'enregistrement, de négociation et de radiation des crédits dans le registre. Le registre, quant à lui, est la base de données qui stocke les informations relatives aux transactions de réservation et de réclamation. • Pour être éligibles à la certification RSB, les producteurs doivent démontrer leur conformité à un ensemble de critères de durabilité couvrant les aspects environnementaux, sociaux et économiques de la production. • Ce système a été créé pour permettre l'acquisition des avantages de la production de carburants d'élévation durables sans en devenir propriétaire. Informations clés • Soutient la production durable. • Mondialement reconnu. Limites
	RMI <i>Le guide du registre SAFc est élaboré en collaboration avec Energy Web afin d'assurer la transparence et la cohérence du marché des certificats SAF.</i> Portée • SAFc est une extension du système de réservation et de réclamations RSB. Ce registre permet aux producteurs de carburant d'aviation durable (SAF) d'enregistrer leur carburant et de générer des certificats pouvant être vendus aux compagnies aériennes, aux aéroports et à d'autres organismes afin de réduire leur empreinte carbone. Approche clé • Un SAFc peut être émis dans le registre si le volume SAF correspondant appartient à une entité certifiée par RSB et si la chaîne d'approvisionnement suit un système de certification de durabilité (SCS) détenu par RSB ou le système ISCC. • Les unités émises peuvent être transférées, détenues et retirées du registre par les titulaires de compte. • Le règlement précise comment les SAFc peuvent être émis, transférés et retirés du service dans un registre géré de manière indépendante. Informations clés • Soutient la production durable. • Mondialement reconnu. Limites • Actuellement axée sur les États-Unis, l'entreprise a toutefois identifié un système permettant de certifier les systèmes indépendants de gestion des livres et des réclamations afin de permettre leur alignement avec le registre SAFc.
	Registre CADO SAF (Fondé par l'IATA) <i>Conçu pour faciliter l'enregistrement, la comptabilisation et le rapport des transactions SAF, ce système a été lancé en 2025.</i> Portée • Le système facilite les transactions SAF liées aux cadres réglementaires (y compris, mais sans s'y limiter, CORSIA et EU ETS) et volontaires. Approche clé • S'appuyant sur les meilleures pratiques du secteur et sur un manuel expliquant la conception et les procédures du registre • Interopérable avec les autres registres des Forces armées de Singapour (SAF) afin d'éviter tout type de double comptage ou de double délivrance. • Pourrait servir de centre de compensation pour les SAF, afin de garantir que la réduction des émissions d'un lot spécifique de SAF ne soit cédée qu'une seule fois. • Conçu pour être compatible avec toutes les technologies de SAF et tous les types de SAF qui répondent aux normes de durabilité internationalement reconnues. • Appuyé par des principes comptables afin de préserver l'intégrité des affirmations relatives à la réduction des émissions associées au SAF. Informations clés • Soutient la production durable, ambitionne d'être reconnue mondialement et soutient les cadres réglementaires et volontaires en matière de SAF. Limites • Le principe fondamental du système est d'être agnostique et neutre tout en offrant la transparence nécessaire à toute partie prenante du système pour prendre des décisions basées sur les données mises à la disposition de l'utilisateur.
	Avelia <i>Partenariat entre Shell, Accenture, GBT et EnergyWeb.</i> Portée • Une solution de réservation et de déclaration basée sur la blockchain qui fournit un système de certificats entièrement traçable permettant l'achat des attributs environnementaux du SAF. Approche clé • Les producteurs doivent être certifiés – une fois certifiés, ils reçoivent un certificat et peuvent vendre des crédits via le système de réservation et de gestion des créances Avelia. • Les exigences de certification comprennent des critères de durabilité définis par Avelia. • Les acheteurs peuvent ensuite acquérir des crédits représentant les avantages des carburants à faible teneur en carbone, vérifiés par le biais du processus de certification. Informations clés • Soutient la production durable. • Actuellement présente en Amérique du Nord. Limites • L'objectif est de limiter les efforts redondants sur le terrain, et cette fonctionnalité pourrait potentiellement être intégrée comme extension du système de réservation et de réclamations RSB.

Explorer un livre national et une approche de revendication

Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour explorer et améliorer l'utilisation du système de réservation et de réclamation au Canada, afin de s'assurer que des systèmes transparents et crédibles répondent aux besoins de tous les participants potentiels (producteurs et fournisseurs de carburant, exploitants aéronautiques, utilisateurs finaux de l'aviation). Cela peut inclure l'adoption d'un système existant de réservation et de réclamation, le développement d'un nouveau système national de réservation et de réclamation, ou un ensemble de principes et critères cohérents pour les systèmes de réservation et de réclamation au Canada. Un système efficace de réservation et de réclamation inclurait les éléments suivants⁹⁷:

- Un système de données électronique (par exemple un registre) qui peut enregistrer, suivre et attribuer ou retirer des attributs environnementaux du SAF du marché volontaire (non réglementaire).
- Compatibilité avec les systèmes de réservation et de réclamations développés à l'international (par exemple, puisque les compagnies aériennes et les utilisateurs privés utilisent plusieurs systèmes).
- Inclure l'audit et la vérification par des tiers jusqu'à un niveau d'assurance limité, conformément aux lignes directrices pertinentes (e.g. ISO 14064 Norme internationale pour les inventaires et la vérification des émissions de GES) ainsi qu'aux normes de sécurité et de données pertinentes.
- Inclure le suivi et les critères pour la durabilité des SAF (par exemple, les critères CORSIA).
- Est exploité ou approuvé par une entité ou un organisme de certification de confiance (par exemple, un organisme à but non lucratif ou gouvernemental de confiance).
- Capable de suivre l'utilisation et les émissions du SAF pour les vols nationaux et internationaux.
- Capable de fournir des valeurs d'intensité carbone pour le cycle de vie des SAF en utilisant plusieurs méthodologies LCA (par exemple CORSIA, Règlements canadiens sur les carburants propres, LCFS de la C.-B).
- Capable de suivre et d'attribuer des attributs environnementaux tant pour les opérateurs aéronautiques (Scope 1) que pour les utilisateurs finaux de l'aviation comme les voyageurs aériens (Scope 3).

Les systèmes de réservation et de réclamation en sont encore aux premiers stades de leur développement à l'échelle mondiale, mais s'étendent rapidement. Divers acteurs de l'aviation commencent tout juste à explorer et à développer / piloter des systèmes de réservation et de réclamation, chacun avec son propre ensemble de règles pour réglementer l'intégrité du système et minimiser le risque de double comptage.

En explorant le potentiel d'un système national de réservation et de réclamation au Canada, il sera important de clarifier comment l'achat, le mélange et l'utilisation du SAF au Canada ou par les compagnies aériennes canadiennes interagiront avec les obligations de mélange, les incitatifs à la production et d'autres règlements (par exemple, le Règlement sur les combustibles propres, le LCFS de la C.-B, le CORSIA, etc.). Selon l'IATA et le RSB, un système de réservation et de réclamation devrait permettre d'empiler les incitatifs pour le SAF tout en permettant son utilisation pour des obligations réglementaires, comme CORSIA. Cependant, le manuel du RSB indique que cela peut être réglementé ou interdit dans certaines politiques nationales. Il sera donc important de clarifier l'interaction entre les réglementations et politiques internationales, nationales et provinciales afin d'identifier comment les attributs environnementaux des SAF peuvent être revendiqués et attribués, et quand il est permis d'accumuler des réclamations pour un volume donné de SAF sous différents systèmes.



⁹⁷ Cela s'appuie sur le projet de méthodologie des transactions d'attributs environnementaux SAF de CoSAFA et sur des recherches menées par le Programme d'approvisionnement en carburant à faible émission de carbone du gouvernement du Canada.

SECTION 8

Critères de durabilité et comptabilité

Points clés

1

Les différences entre CORSIA, les méthodologies nationales et infranationales créent un fardeau administratif pour de nombreuses parties de la chaîne de valeur qui doivent certifier le SAF pour la conformité réglementaire ou volontaire du marché afin de revendiquer les avantages de l'utilisation du SAF. Le SAF certifié selon des marchés réglementaires tels que CORSIA ou EU RED peut être utilisé sur des marchés volontaires, tant que le SAF certifié répond aux exigences du marché volontaire. D'autres analyses comparatives sont nécessaires pour comprendre et clarifier les similitudes et différences entre les méthodologies et potentiellement simplifier l'utilisation de différentes méthodologies, particulièrement pour les compagnies aériennes opérant dans plusieurs juridictions.

2

La réalisation d'évaluations du cycle de vie (ACV) des voies anticipées du SAF canadien pourrait aider le Canada à mieux comprendre comment tirer parti de ses avantages pour soutenir la production de SAF à faible intensité carbone, notamment en identifiant les zones du cycle de vie du carburant ayant une empreinte élevée en GES et pouvant être améliorées. Les investisseurs potentiels et les utilisateurs finaux des SAF tirent parti de ces connaissances, particulièrement dans un contexte mondial où les exigences en durabilité ont des implications économiques et pourraient devenir plus strictes avec le temps.

3

Les industries canadiennes du canola et de la foresterie sont disponibles pour la production de SAF. Ces industries canadiennes bénéficient également de la reconnaissance dans le cadre des programmes de certification de durabilité existants, mais il faut déterminer si ces programmes peuvent être reconnus et/ou réutilisés pour être utilisés dans CORSIA (seuls RSB, ISCC et ClassNK sont à ce jour reconnus par l'OACI CORSIA) afin de répondre aux normes internationales de l'aviation. D'autres matières premières, comme les résidus agricoles qui ne sont pas encore largement certifiées et qui peuvent nécessiter une intégration et une infrastructure supplémentaires dans la phase de production de matières premières de la chaîne d'approvisionnement afin d'assurer la mise en place des processus de certification.

Une comptabilité précise du carbone sur toute la chaîne d'approvisionnement est essentielle pour s'assurer que les acheteurs de carburant aient confiance dans l'intégrité du SAF qu'ils achètent et pour permettre à une industrie SAF de se développer, ce qui freine aussi le développement de SAF avec des IC plus faibles, généralement plus coûteux à produire. L'approche couramment utilisée pour la comptabilisation du carbone consiste à une évaluation du cycle de vie (ACL) du combustible pour déterminer les émissions de GES au cycle de vie du produit combustible, autrement appelées intensité carbone (IC). La frontière du système pour l'ACL d'un produit combustible, si elle est basée sur un cycle de vie complet (c'est-à-dire du puits au sillage pour le carburant d'avion), englobe la production et la collecte des matières premières, le processus de production de carburant, ainsi que les étapes de transport des matières premières et du carburant à travers la chaîne d'approvisionnement, jusqu'à la livraison du carburant à l'aéronef à l'aéroport et la combustion du carburant. Le SAF produit à partir de matières premières biogéniques

telles que les cultures et les résidus de l'agriculture ou de la foresterie est valorisé pour sa teneur en carbone biogénique et est traité de manière appropriée dans le comptage carbone ACV (c'est-à-dire que les émissions de carbone provenant de la combustion de SAF sont annulées par le carbone absorbé lors de la croissance des plantes). En tenant compte de tous ces processus et étapes du cycle de vie, l'IC du produit combustible peut fournir une base de comparaison équivalente avec d'autres carburants.

Au niveau international, le Canada s'engage à mettre en œuvre le CORSIA de l'OACI et CORSIA exige l'utilisation de méthodologies et approches spécifiques de ACV. Dans le cadre de cette initiative, les exploitants d'avions peuvent réduire leurs obligations compensatoires sur les vols internationaux grâce à l'utilisation de carburants SAF ou de carburants d'aviation à faible émission de carbone (appelés ensemble carburants admissibles CORSIA). Des travaux sont en cours à l'OACI pour mettre à jour et ajouter de nouvelles voies SAF avec les valeurs par

défaut du cycle de vie, et pour corriger toute amélioration méthodologique ou lacune au fur et à mesure qu'elle apparaît.

Au niveau fédéral et provincial, des méthodologies de ACV telles que celles prescrites dans le Règlement sur les combustibles propres et dans les règlements provinciaux sur les carburants à faible émission de carbone seraient utilisées pour la conformité réglementaire, pour évaluer l'admissibilité aux incitatifs de production et calculer les réductions d'émissions, créant essentiellement plusieurs systèmes de conformité réglementaire et d'incitatifs. L'utilisation de multiples méthodologies de ACV crée un fardeau administratif pour de nombreuses parties de la chaîne de valeur alors qu'elles cherchent à identifier et certifier les lots SAF, augmentant potentiellement les risques de double comptage des émissions et de la réduction des émissions. Par exemple:

- Le RCP utilise la méthodologie ACV développée par l'ECCC, incluant le modèle LCA du carburant basé sur la plateforme logicielle OpenLCA, comme outil pour calculer l'intensité carbone du cycle de vie des carburants.
- La norme de carburant à faible émission de carbone (LCFS) de la Colombie-Britannique utilise la méthodologie ACV prescrite dans le LCFS ainsi que GHGenius comme outil prescrit pour déterminer l'intensité carbone au cycle de vie des carburants régulés dans le LCFS de la C.-B.
- Aux États-Unis, une méthode ACV spécifique à l'utilisation dans la norme des carburants renouvelables est utilisée par l'Agence de protection de l'environnement (EPA). Les modèles ACV disponibles publiquement aux États-Unis incluent le modèle R&D GREET du Laboratoire national d'Argonne (ANL), le modèle CA-GREET utilisé dans la norme californienne Low Carbon Fuel, ainsi que les modèles 40BSAF-GREET et 45ZCF-GREET basés sur R&D GREET et configurés pour le calcul du crédit d'impôt IRA SAF et production de carburant propre. Auparavant, le modèle R&D GREET était simplement le modèle ANL-GREET et a été renommé pour distinguer la version utilisée aux fins du crédit d'impôt.

Selon les systèmes actuels de conformité pour les réclamations SAF, des analyses distinctes du cycle de vie seraient nécessaires, en reconnaissant qu'il y aura probablement des différences dans les résultats de l'ACV d'un système de conformité à l'autre pour la même unité physique de SAF. Le programme CORSIA de l'OACI fournit des valeurs de référence ou représentatives d'IC pour diverses voies SAF basées sur sa méthodologie ACV. CORSIA offre également l'option de réclamer un

IC plus faible pour une voie SAF basée sur les preuves fournies indiquant des améliorations par rapport aux hypothèses utilisées pour calculer l'IC par défaut de la voie SAF. En vertu du RCP, ECCC a publié huit IC approuvés pour des carburants à faible intensité carbone pouvant être utilisés dans le secteur de l'aviation. En 2024, plusieurs fournisseurs de carburant ont vu les valeurs d'IC pour leur carburant alternatif approuvées en vertu du LCFS de la C.-B.⁹⁸

Au-delà des exigences ACV, les exigences complètes de certification en durabilité et d'audit de la chaîne d'approvisionnement pour l'éligibilité à CORSIA ajoutent une couche de complexité pour la conformité aux réclamations liées au carburant dans l'aviation internationale. Des exigences similaires sont en vigueur dans le cadre des mesures de protection de l'utilisation des terres et de la biodiversité du RCP pour tous les carburants à faible teneur en carbone, y compris les carburants d'aviation durables fournis au Canada et qui génèrent des crédits RCP. Ces exigences supplémentaires en matière de durabilité et d'audit pourraient nécessiter davantage de sensibilisation et d'éducation afin d'accroître la volonté et la participation des parties prenantes dans les chaînes d'approvisionnement des SAF. En fin de compte, bien que ces exigences en matière de durabilité et d'audit s'ajoutent aux efforts administratifs du processus, elles fournissent l'assurance indépendante nécessaire sur les allégations de réduction des émissions et de durabilité issues de l'utilisation du SAF, favorisant ainsi son utilisation plus large.

Durabilité sous CORSIA et intensité carbone des combustibles admissibles à CORSIA

CORSIA a été établie comme une mesure basée sur le marché permettant l'achat et l'annulation d'unités d'émission par les opérateurs d'avions (par exemple, les compagnies aériennes) pour compléter des mesures telles que des améliorations technologiques, opérationnelles et de navigation. Au moment où CORSIA était développée comme mesure de marché pour aider à la décarbonisation de l'aviation, le SAF n'était pas encore entièrement commercialisé; cependant, il a été reconnu que le SAF devrait aussi être un moyen alternatif pour respecter les obligations de réduction des émissions en vertu de CORSIA. En 2014, l'OACI a créé le Groupe de travail sur les carburants alternatifs, qui a commencé à explorer la production de SAF et les concepts de ACV, d'effets de changement d'utilisation des sols et d'autres éléments techniques.

98 https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/electricity-alternative-energy/transportation/renewable-low-carbon-fuels/rclcf012_approved_carbon_intensities_current_nov2024_v3.pdf

Tous ces travaux fondamentaux ont conduit aux critères actuels de durabilité, aux exigences de certification et à l'approche des émissions du cycle de vie pour évaluer les avantages des carburants admissibles CORSIA (CEF), incluant les processus de surveillance, de déclaration et de vérification du SAF utilisé dans l'aviation internationale [pour plus de détails sur la surveillance, la déclaration et la vérification (MRV – Monitoring Reporting and Verification) ainsi que l'outil d'estimation et de déclaration du CO₂ (CERT – CO₂ Estimation and Reporting Tool), voir l'annexe 4).

Le premier critère de durabilité de CORSIA est que la CEF doit atteindre des réductions nettes d'émissions de GES d'au moins 10 % comparativement au carburant de base ou conventionnel au cycle de vie (89 g CO₂e/MJ). CORSIA fournit des valeurs par défaut (qui sont des valeurs représentatives ou de référence des émissions du cycle de vie) pour les combinaisons de technologies de conversion des matières premières et des matières premières, appelées voies SAF. Ces valeurs par défaut peuvent être réclamées par les opérateurs d'avion en utilisant la voie SAF associée, sur la base d'une certification indépendante par un tiers par un schéma de certification de durabilité (SCS – Sustainability Certification Scheme) approuvé par l'OACI. Cependant, dans certains cas, la voie du SAF n'est pas correctement captée par la valeur par défaut associée aux émissions de GES. Comme alternative plus attrayante à l'utilisation des valeurs par défaut, la documentation du CEF de l'OACI inclut une méthodologie détaillée du cycle de vie permettant aux entités de la chaîne d'approvisionnement du SAF (c'est-à-dire les opérateurs économiques) de soumettre des documents soutenant le calcul d'une valeur d'émissions plus basse pour un parcours du SAF certifié (si la voie du SAF a une valeur par défaut publiée correspondante). Voir les tableaux 11 et 12 ci-dessous pour plus d'informations détaillées sur les valeurs par défaut.

En plus de l'exigence minimale de réduction des GES, les critères de durabilité pour les CEF protègent également les écosystèmes à forte réserve de carbone biogénique tels que les forêts primaires, les zones humides, les tourbières, les récifs coralliens et d'autres écosystèmes, y compris les écosystèmes protégés pour leur biodiversité.

Les critères globaux actuels de durabilité sont requis pour la CEF produite à partir de la première phase de CORSIA le 1^{er} janvier 2024 et traitent des thèmes supplémentaires de durabilité suivants : eau, sol, air, conservation (biodiversité), déchets et produits chimiques, droits humains et du travail, droits d'utilisation des terres et des terres, droits d'utilisation de l'eau, développement local et social, et sécurité alimentaire. Les principes de durabilité de CORSIA sont détaillés à l'annexe 4.

Valeurs par défaut d'intensité carbone pour les voies SAF et la méthodologie du cycle de vie CORSIA

Comme mentionné dans la section précédente, CORSIA a établi des valeurs d'émissions par défaut pour le cycle de vie des carburants admissibles pouvant être utilisés par un exploitant d'avion pour réclamer des réductions d'émissions provenant de l'utilisation de carburants admissibles à CORSIA dans un cycle de conformité CORSIA (trois années civiles). Ces valeurs par défaut ont été développées à partir du modèle GREET du Laboratoire national d'Argonne et de la base de données E3 du Centre conjoint de recherche de l'UE pour la composante centrale des émissions du cycle de vie, complétées par des modèles de changement d'utilisation des sols, dont le modèle GTAP-BIO de l'Université Purdue et le modèle GLOBIOM de l'International Institute for Applied Systems Analysis. Les valeurs d'intensité carbone par défaut de l'OACI sont des valeurs représentatives basées sur l'état de connaissance des voies technologiques de conversion des matières premières et des combustibles évaluées jusqu'à présent par l'OACI. Par exemple, la voie mondiale HEFA de colza/canola est agrégée à partir des données de production de colza/canola aux États-Unis, à l'UE et au Canada.⁹⁹ Pour les hypothèses et spécifications spécifiques utilisées dans l'élaboration des valeurs par défaut, le document de soutien CORSIA de l'OACI « Carburants admissibles CORSIA – Méthodologie d'évaluation du cycle de vie » fournit des informations complètes. Notez que l'OACI utilise l'allocation d'énergie tout au long du cycle de vie et que l'unité fonctionnelle est définie en termes de valeur calorifique plus faible, tandis que le Canada utilise généralement une valeur thermique plus élevée des combustibles. Un aperçu des valeurs par défaut d'intensité carbone pour les matières premières et les voies pertinentes pour le Canada est présenté dans le tableau 11 ci-dessous, notant que les méthodologies pertinentes pour déclarer la réduction des émissions du cycle de vie du PtL SAF sont actuellement en cours de développement à l'OACI.

99 CORSIA Supporting Document "CORSIA Eligible Fuels_LCA_Methodology"

TABEAU 11 | Valeurs d'IC par défaut CORSIA pour certaines matières premières et voies pertinentes pour le Canada.

	Région	Matières Premières	Valeur De Base De Lca (gCO ₂ e/MJ)	Valeur Iluc (gCO ₂ e/MJ)	Valeur D'intensité Carbone LCEF (gCO ₂ e/MJ)
GFT	Mondial	Résidus agricoles	7,7	0	7,7
	Mondial	Résidus forestiers	8,3	0	8,3
	Mondial	MSW – 0 % carbone non biogénique (NBC)	5,2	0	5,2
	Mondial	MSW – NBC en pourcentage	NBC*170,5 + 5,2	0	NBC*170,5 + 5,2
HEFA	Mondial	Suif	22,5	0	22,5
	Mondial	Huile de cuisson usagée	13,9	0	13,9
	Mondial	Huile de maïs	17,2	0	17,2
	États-Unis	Graine oléagineuse de soja	40,4	24,5	64,9
	Mondial	Graine oléagineuse de soja	40,4	25,8	66,2
	Mondial	Graines de colza/ huile de colza	47,4	26,0	73,4
ATJ	États-Unis	Céréales de maïs	65,7	25,1	90,8
	Mondial	Céréales de maïs	65,7	34,9	100,6
	Mondial	Résidus agricoles (autonomes*)	39,7	0	39,7
	Mondial	Résidus agricoles (intégrés*)	24,6	0	24,6
	Mondial	Résidus forestiers (autonomes*)	40,0	0	40,0
	Mondial	Résidus forestiers (intégrés*)	24,9	0	24,9

*Conception de conversion autonome – la voie utilise une installation pour produire du combustible à partir d'un produit intermédiaire (par exemple, éthanol/isobutanol) qui n'est pas co-localisé avec l'installation qui produit le produit intermédiaire à partir de la matière première du combustible. Conception intégrée de conversion – la voie utilise une installation co-localisée où la chaleur est intégrée entre les systèmes pour produire le combustible et les produits intermédiaires (par exemple, éthanol/isobutanol) à partir de la matière première pour minimiser les besoins énergétiques.

Bien que les valeurs mondiales d'IC par défaut ci-dessus soient disponibles sous CORSIA, il existe certaines valeurs régionales d'IC, notamment pour les États-Unis, l'UE et le Brésil (voir le tableau 12 ci-dessous). Cette différence est due à des données uniques et à des hypothèses qui peuvent refléter des différences régionales (par exemple, le rendement des cultures). Il n'existe pas de valeurs d'IC par défaut propres au Canada.

TABEAU 12 | Valeurs par défaut d'intensité carbone CORSIA pour certaines matières premières et régions (en gCO₂e/MJ)

Région/Pays	Matières premières	Valeur de base de lca (gCO ₂ e/MJ)	Iluc Value (gCO ₂ e/MJ)	valeur d'intensité carbone lcef (gCO ₂ e/MJ)
États-Unis	Graines oléagineuses de soja	40,4	24,5	64,9
Brésil	Graines oléagineuses de soja	40,4	27	67,4
Mondial	Graines oléagineuses de soja	40,4	25,8	66,2
UE	Huile de colza/colza	47,4	24,1	71,5
Mondial	Huile de colza/colza	47,4	26	73,4

Bien que la méthodologie ACV CORSIA puisse être utilisée (à la place d'une valeur par défaut) pour calculer l'intensité carbone réelle d'une voie, l'IC réel ne peut modifier que la valeur de ACV CORE sous CORSIA et non la valeur. Comme indiqué dans le tableau 12 ci-dessus, les valeurs CIUT peuvent contribuer de manière significative à la valeur de l'IC SAF ou LCEF (gCO₂e/MJ). Les pratiques agricoles pour les voies SAF basées sur les cultures pouvant fournir des preuves d'un faible risque de changement d'utilisation des terres pourraient être admissibles à une valeur CIUT nulle si une validation indépendante peut prouver qu'elle satisfait à la méthodologie CORSIA Low LUC Risk (voir le [document OACI CORSIA Eligible Fuel](#) « Méthodologie CORSIA pour calculer les valeurs réelles d'émissions du cycle de vie »). Ces pratiques incluent l'augmentation du rendement des cultures, l'utilisation de terres marginales ou dégradées, ainsi que d'autres pratiques agricoles.

Certification en durabilité

L'OACI examine et approuve les schémas de certification en durabilité (SCS – Sustainability Certification Schemes) qui choisissent de fournir la certification CORSIA CEF, ce qui implique la certification des producteurs de CEF et d'autres entités de la chaîne d'approvisionnement pour la conformité aux exigences de l'OACI pour les opérateurs économiques et aux critères de durabilité du CEF. Les SCS approuvés par CORSIA sont actuellement limités aux RSB, ISCC et ClassNK. Chaque entité de la chaîne d'approvisionnement, jusqu'à et y compris le mélangeur CEF, doit être certifiée par le SCS selon les critères d'admissibilité CORSIA. Ces exigences incluent (mais ne s'y limitent pas) celles liées à la garantie de la durabilité de la CEO et que les opérateurs économiques calculent les valeurs réelles d'émissions du cycle de vie (si les valeurs par défaut ne sont pas appliquées) en utilisant la méthodologie CORSIA ACV telle que prescrite. Les audits de certification sont réalisés par des organismes de certification indépendants qui collaborent avec le SCS approuvé par CORSIA et sont accrédités selon les normes ISO pertinentes pour les organismes tiers d'évaluation de la conformité.

Les informations sur la durabilité pour chaque lot de CEF doivent être suivies étape par étape à travers la chaîne d'approvisionnement, comme décrit à la figure 10 ci-dessous, avec des déclarations de durabilité générées à chaque étape. L'intégrité du système de certification est maintenue par des audits annuels des entités certifiées, un suivi et un examen réguliers du système de certification, des éléments de transparence du système de certification, des procédures de plainte documentées et de nombreuses autres exigences SCS qui favorisent l'intégrité du système. Ces systèmes et activités sont essentiels pour assurer l'intégrité des allégations de durabilité, la comptabilité exacte du carbone et la conformité aux exigences CORSIA de l'OACI.

Après le point de fusion, les entités de la chaîne d'approvisionnement ne sont pas tenues d'être certifiées par le SCS en vertu de CORSIA et l'opérateur d'avion prend la responsabilité du suivi du CEF, via des organismes de vérification tiers tenus par CORSIA.

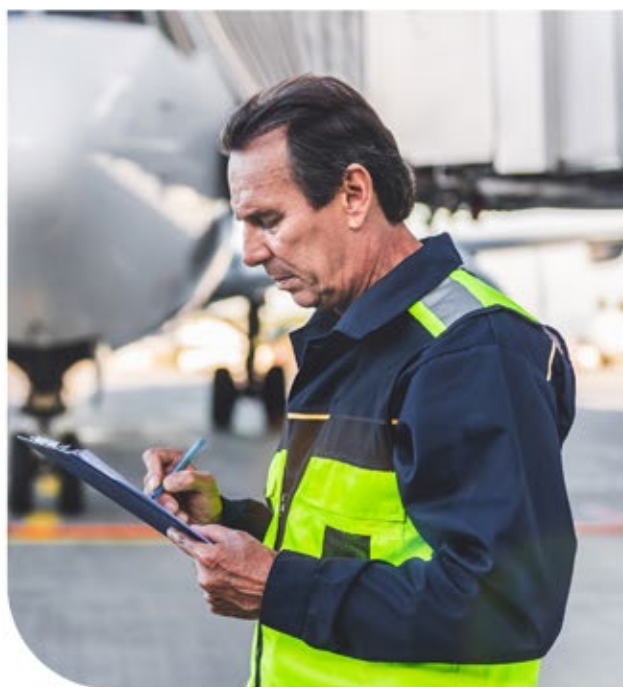
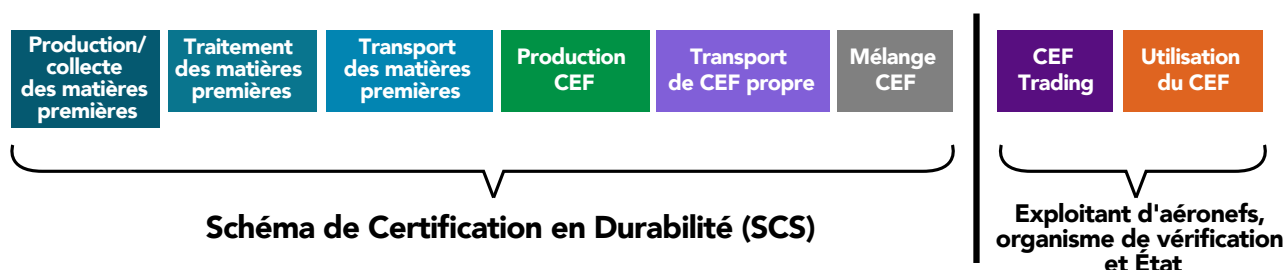


FIGURE 10 | Responsabilités de surveillance, de rapport et de vérification de la chaîne d'approvisionnement des carburants admissibles CORSIA (CEF)



Principales caractéristiques :

Le champ d'application de la certification des schémas de certification en durabilité (SCS) dans le cadre de CORSIA s'étend jusqu'au mélangeur CEF, bien que les valeurs d'émissions du cycle de vie passent par la combustion CEF en utilisant des valeurs d'émissions du cycle de vie estimées ou par défaut pour le transport en aval.

Une fois le CEF produit et mélangé, l'exploitant de l'aéronef est responsable de son suivi dans le cadre du processus de surveillance, de déclaration et de vérification CORSIA. L'État auquel est rattaché l'exploitant a le pouvoir de contrôler les données qu'il soumet afin de vérifier leur conformité aux dispositions CORSIA.

Comparaison de la détermination de l'intensité du carbone (méthodologies ACL) selon différents schémas (C.-B. LCFS, RCP, CORSIA, EU RED, CA LCFS, US IRA 40B SAF Crédit)

Les modèles d'ACV sont conçus à des fins différentes et des variations peuvent donc exister dans les estimations de la réduction des émissions de GES. Divers facteurs peuvent influencer cela, notamment les hypothèses, les données d'entrée, le traitement des coproduits, etc. Pereira et al. indiquent que les pratiques agricoles, les crédits de coproduit issus de l'électricité excédentaire et les approches de changement indirect d'utilisation des terres étaient les principaux moteurs des différences de résultats pour les combustibles et modèles étudiés (EU RED (BioGrace), et US GREET).¹⁰⁰

Une comparaison des principaux modèles ACV pertinents est présentée dans la figure ci-dessous, indiquant des différences substantielles.



TABEAU 13 | Comparaison des principaux modèles LCA pertinents

	C.-B. LCFS (GHGenius)	Canada RCP	CORSE	EU RED (BioGrace)	US GREET
Allocation des coproduits	Substitution / Déplacement	Énergie	Énergie	Énergie	Substitution / Déplacement
Période d'amortissement à long terme des émissions (années)	20	N/A	25	20	30
Changement d'utilisation des sols induit (ILUC)	Les émissions optionnelles, directes et indirectes, peuvent être déterminées. Les impacts plus importants sur le marché non inclus	Non, mais des matières premières à ILUC élevées sont identifiées, conformément aux critères relatifs à l'affectation des sols et à la biodiversité	Oui, à la fois directes et indirectes	Non, mais des matières premières ILUC élevées identifiées	Oui
Modèle de changement d'utilisation du sol induit (ILUC)	N/A	N/A	GTAP-BIO & GLOBIOM	N/A	CCLUB
Référence du carburant d'avion (gCO₂e/MJ)	88,83 (valeur thermique plus élevée)	N/A	89 (valeur thermique plus faible)	N/A	87

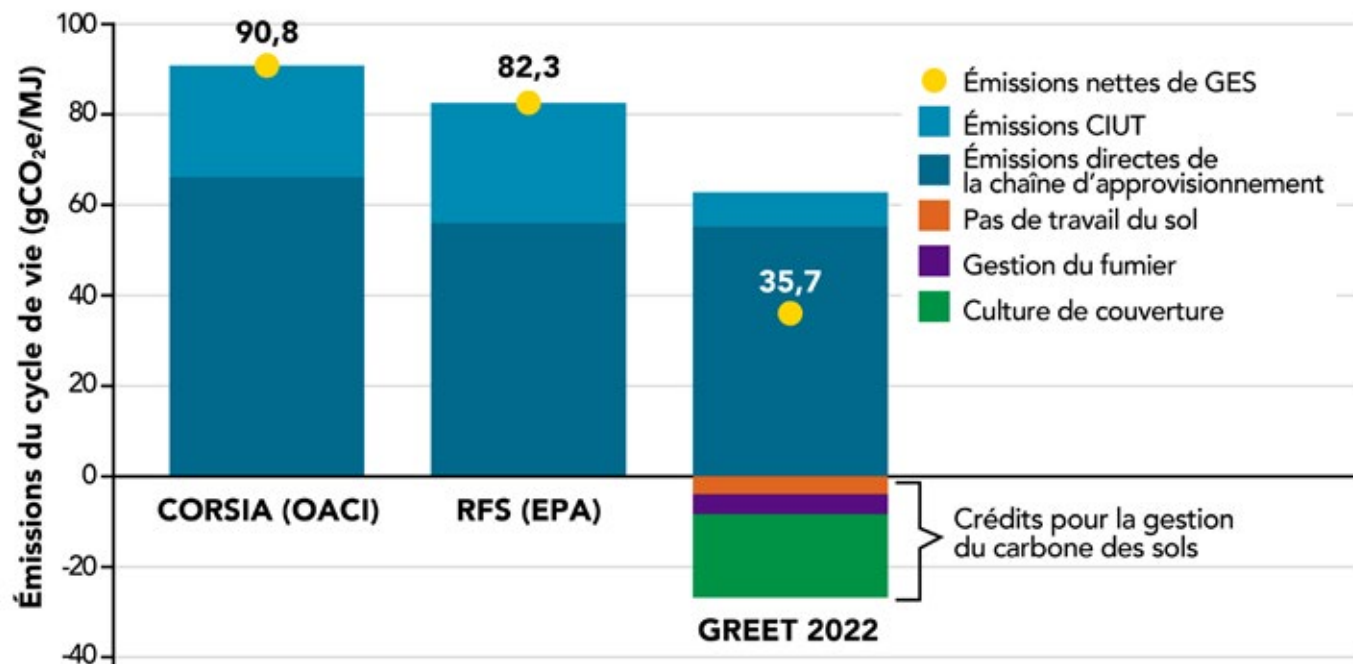
Calculateur de carbone pour le changement d'utilisation des terres par rapport aux biocarburants (CCLUB); modèle du projet d'analyse du commerce mondial (GTAP-BIO) avec extension pour les impacts sur la production de biocarburants; Modèle mondial de gestion de la biosphère (GLOBIOM)

¹⁰⁰ Pereira et al., « Comparaison des outils d'évaluation des émissions de GES au cycle de vie des biocarburants : les études de cas de l'éthanol produit à partir de la canne à sucre, du maïs et du blé » (2019)

À titre d'exemple illustratif de la façon dont l'utilisation de différentes méthodologies peut affecter l'ACV, l'impact des différences entre le modèle CORSIA, US RFS et GREET 2022 sur l'intensité carbone de l'éthanol de maïs en jet est illustré à la Figure 11 ci-dessous. Des pratiques agricoles telles que l'absence de travail du sol, la gestion du fumier et les cultures de couverture augmentent le carbone organique du sol et contribuent à des valeurs négatives qui réduisent l'intensité carbone globale selon GREET. Dans le cadre de CORSIA, certaines pratiques agricoles ont également été identifiées permettant à une voie SAF basée sur les cultures de fournir des preuves d'un faible risque de changement d'utilisation des terres. Après validation

indépendante, la voie du SAF peut être admissible à zéro émission de GES CIUT (voir section 5 « Pratiques de faible risque de changement d'utilisation des sols » dans le [document OACI CORSIA sur les combustibles admissibles](#) « Méthodologie CORSIA pour le calcul des valeurs réelles d'émissions du cycle de vie »). Au moment de la rédaction, des améliorations spécifiques basées sur des projets dans le carbone organique du sol attribuées à la production de cultures spécifiques ne sont pas prises en compte dans la méthodologie ACV de l'OACI (pour une analyse plus détaillée de la différence entre la méthode DOE Argonne GREET et la méthode OACI pour l'éthanol de maïs et la comptabilité carbone Jet SAF, voir l'annexe 5).

FIGURE 11 | Estimations des émissions du cycle de vie de l'éthanol de maïs en jet¹⁰¹



¹⁰¹ Jane O'Malley et Nikita Pavlenko, Inconvénients d'adopter une méthodologie LCA « similaire » pour les États-Unis. carburant d'aviation durable (SAF), Conseil international du transport propre, 2023.

Conformité des matières premières canadiennes aux critères de durabilité CORSIA et comparaison de l'intensité carbone sous divers systèmes

Durabilité générale des matières premières canadiennes en ce qui concerne la certification des critères de durabilité CORSIA

La certification en durabilité a été largement utilisée au Canada pour diverses cultures et ressources en biomasse. Selon l'Association canadienne des cultivateurs de canola, le canola canadien est admissible à être certifié comme durable par l'ISCC en vertu de la directive européenne sur les énergies renouvelables, et cette certification pourrait être étendue à la certification de durabilité requise pour les SAF utilisés dans l'aviation internationale. La durabilité d'autres types de cultures, comme le soja, le blé et le maïs, qui peuvent potentiellement être utilisés pour la production de SAF, doit être évaluée individuellement. Des directives pour évaluer la conformité aux critères de durabilité CORSIA ont été publiées par l'OACI afin d'assurer une application uniforme des critères de durabilité environnementale.¹⁰² Une certification par un organisme de tierce partie est exigée pour toutes les matières premières. Cela pourrait restreindre l'éventail des matières premières éligibles, y compris pour la production de carburants durables. De plus, cela pourrait entraîner une augmentation des coûts si les agriculteurs ont accès à d'autres marchés (au-delà du SAF) et que la chaîne d'approvisionnement des SAF oblige à prendre des mesures proactives pour leur admissibilité, en plus des coûts associés, du fardeau administratif et des risques de vérification. Les agriculteurs devront être conscients que leurs cultures sont destinées à la production de SAF au moment de la récolte ou plus tôt. Cependant, cela n'est pas bien aligné avec le système actuel de manutention en vrac pour les principales matières premières SAF comme le canola et le soja, où les



matières premières sont agrégées à partir de diverses sources et vendues à divers usages finaux.

Il convient de noter qu'en vertu du RCP, les lois nationales et cadres réglementaires existants du Canada pour les matières premières agricoles ont été officiellement reconnus par l'ECCC comme suffisants pour répondre à ses critères d'utilisation des terres et de biodiversité (UTB). En conséquence, les agriculteurs canadiens et les matières premières agricoles qu'ils cultivent pour la production de biocarburants sont considérés comme conformes à ces critères à l'échelle nationale. Notez que les chaînes d'approvisionnement en carburant à faible intensité carbone doivent toujours fournir des déclarations et effectuer un équilibrage des matériaux afin d'assurer une traçabilité complète afin de respecter les exigences liées à la création de crédit.

Le secteur forestier canadien utilise plusieurs certifications en durabilité. Selon le RNCan, environ les trois quarts des terres gérées des forêts de la Couronne au Canada sont certifiées selon au moins une norme indépendante de certification tierce partie (à noter que, à ce jour, ceux-ci n'ont pas demandé à être reconnus en vertu du RCP). Trois types de certifications en gestion forestière sont utilisés :

- L'Initiative pour la foresterie durable (SFI)
- le Conseil de gestion des forêts (FSC)
- L'Association canadienne de normalisation (CSA)¹⁰³

Malgré l'état étendu de la certification au Canada en ce qui concerne les activités forestières, la durabilité de la production de SAF sera exigée de façon indépendante selon la norme CORSIA, ce qui pourrait limiter l'approvisionnement intérieur en carburant admissible à CORSIA. Il faudra évaluer si les normes de certification actuelles utilisées au Canada seront conformes aux normes CORSIA afin que tout SAF produit à partir de ces ressources soit admissible en vertu de CORSIA. Plusieurs programmes au Canada sont reconnus par le RSB et l'ISCC, mais il faudra vérifier si le FSC, SFI, PEFC (Programme d'approbation de la certification forestière) et CSA sont inclus. Le Programme de biomasse durable (SBP) est un système de certification conçu pour garantir que la biomasse utilisée pour la production d'énergie provient de sources durables et conformes à la loi. Elle est reconnue et acceptée sous le RED de l'UE et acceptée par l'ISCC et le RSB. Cependant, les systèmes de certification actuels dans le secteur forestier canadien certifient la récolte à des fins de production de bois d'œuvre, de papier et de pâte et n'incluent pas la collecte des résidus forestiers. Bien que les certifications FSC et SFI n'aient pas été initialement destinées à la certification des résidus, des résidus provenant d'une zone

102 <https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Eligible%20Fuels/Guidance-on-Sustainability-Themes-4-8.pdf>

103 Ressources naturelles Canada, « Certification en gestion forestière au Canada », consulté en 2024.

forestière certifiée peuvent être inclus à condition que les acteurs de la chaîne d'approvisionnement soient également certifiés en chaîne de possession. Le RSB a publié des lignes directrices spécifiques pour évaluer la durabilité de la biomasse ligneuse, ce qui inclut des définitions précises des résidus forestiers qui devraient être évalués plus en détail.¹⁰⁴ Par exemple, la version de 2021 de ce document indique que le RSB ne considère pas que « le bois rond de faible qualité issu d'une récolte finale, c'est-à-dire que la taille ou la qualité du matériau n'est pas suffisant pour être accepté par une scierie, ne sont pas considérés comme des résidus forestiers et ne sont pas admissibles à la certification RSB (à des fins énergétiques) ». Le bois rond, inadapté à une scierie, serait probablement dirigé vers un autre type d'usine de fabrication de produits forestiers, comme la pâte et le papier, avant d'être broyé et utilisé pour la production de SAF. L'ISCC a également publié des lignes directrices pour la durabilité de la biomasse forestière.¹⁰⁵

Une analyse approfondie des certifications actuelles et des lignes directrices spécifiques en matière de durabilité de CORSIA, RSB et ISCC devra être réalisée afin de guider les entités de la chaîne d'approvisionnement des SAF (par exemple, producteur de matières premières, producteur de carburant, mélangeurs de carburant) afin d'assurer la conformité à la durabilité, y compris une évaluation par la RSB/ISCC sur l'admissibilité des régimes de durabilité canadiens établis. Malgré ces obstacles, le secteur forestier canadien semble bien équipé pour produire du SAF d'un point de vue durable. Le Canada abrite 40 % des forêts certifiées durablement au monde, démontrant son engagement envers des pratiques forestières durables.¹⁰⁶

Intensité carbone des matières premières canadiennes destinées à la production de biocarburants

Les réductions d'émissions sous CORSIA seront probablement inférieures à celles du RCP pour la même unité physique de SAF en raison des émissions de GES ILUC considérées sous l'OACI CORSIA (voir figure 11 dans la section ci-dessus), tandis que le RCP utilise une approche basée sur le risque pour l'ILUC afin de déterminer l'admissibilité d'une matière première. Une étude sur l'intensité carbone du carburant d'avion dérivé du canola dans huit régions du Canada a déterminé que les émissions de GES au cycle de vie avaient des niveaux estimés allant de 44 à 48 g CO₂e/MJ, ce qui est presque identique aux valeurs d'émissions par défaut du cycle de vie de CORSIA CORE. Ces résultats excluent les changements d'utilisation des terres et les effets des

changements de gestion des terres; lorsque ces effets sont inclus, les émissions du cycle de vie sont calculées entre 16 et 58 g CO₂e/MJ (notez que l'étude n'a pas pris en compte les effets indirects ou médiés par le marché sur les changements d'utilisation des terres). Le modèle GREET 2016 a été utilisé dans ce travail, ce qui explique les similitudes avec les émissions du cycle de vie de l'OACI CORE CORSIA. L'enquête a également comparé les mêmes scénarios utilisant le GHGenius 4.03a, qui montraient que les émissions de GES au cycle de vie pour le carburant d'aviation dérivé du canola varient entre 33 et 38 g CO₂e/MJ pour les huit régions (11 à 43 gCO₂e/MJ avec les effets d'utilisation et de gestion des terres), démontrant que GHGenius fournit 5 à 15 g d'émissions de CO₂e/MJ de moins que GREET 2016.

Selon une étude comparative du Conseil du canola du Canada (non publiée), différents modèles offrent les réductions d'émissions suivantes pour les matières premières du canola (à l'exclusion de l'CIUT) :

TABLEAU 14 | Réduction des émissions des matières premières de canola pour différents modèles

Modèle	Réduction des émissions
LCFS de la C.-B.	93 %
EU RED	74 %
US RFS	66 %
LCFS de Californie	47 %

Cela peut être comparé à la valeur du ACV de base de CORSIA, qui offre une réduction de 47 % des émissions de GES (en notant que les calculs CORSIA utilisaient le modèle GREET 2019). Les plus grandes réductions d'émissions se trouvent sous le LCFS de la C.-B qui utilise le modèle GHGenius basé sur une allocation de coproduits par substitution/déplacement, plutôt que par allocation d'énergie. Cela a un impact significatif concernant les cultures oléagineuses où la farine de coproduit (utilisée pour l'alimentation animale) réduit les émissions de GES au cycle de vie de la fraction d'huile de canola de la graine oléagineuse, qui est le composant converti en SAF.

104 RSB, exigences RSB pour la biomasse ligneuse, 2024.
 105 ISCC, ISCC EU 202-4 Biomasse forestière – ISCC Principes 2 – 6, 2023
 106 Susan van Dyk, du secteur aérien canadien, lance une nouvelle initiative pour accélérer la production domestique de carburants durables, GreenAir News, 2022.
 107 Obnamia et al., Regional variations in life cycle GHG emissions of canola-derived jet fuel produced in western Canada, 2020 (DOI: 10.1111/gcbb.12735)

Analyse et perspectives clés sur les normes et certifications

Les intensités carbone par défaut de CORSIA créent une solution universelle, qui présente certains avantages et limites. Les données sous-jacentes pour calculer l'intensité du carbone, telles que les sources d'électricité et de chauffage, peuvent avoir un impact significatif et les conditions locales peuvent ne pas le refléter. Même lorsque des défauts régionaux sont prévus, ils peuvent ne pas refléter les conditions réelles. Cependant, les valeurs réelles d'IC peuvent être calculées à l'aide de la méthodologie ACV CORSIA pour refléter les conditions réelles et obtenir des bénéfices si ces conditions conduisent à une intensité carbone inférieure à la valeur par défaut de l'OACI. Certains aspects peuvent être absents de la méthodologie CORSIA, comme la prise en compte des pratiques agricoles modifiées qui augmentent le carbone du sol et qui devraient être abordés au niveau de l'OACI pour mieux représenter les pratiques réelles.

La plupart du canola produit au Canada est admissible à une certification durable selon l'ISCC et pourrait être en mesure de respecter les normes de durabilité CORSIA. La majorité des terres gérées de la Couronne au Canada sont certifiées par des tiers. Cependant, ces certifications sont basées sur la production de bois d'œuvre et de pâte, et ne couvrent pas l'élimination des résidus forestiers. Il faudrait déterminer si ces normes de durabilité sont reconnues sous l'ISCC ou le RSB afin de garantir que le SAF produit à partir de ces matières premières sera un carburant admissible à CORSIA. Les producteurs de granulés de bois utilisent la certification du Programme de biomasse durable (SBP) et, comme elle est approuvée dans le cadre du RED de l'UE, elle est également reconnue sous l'ISCC et le RSB.

Les différences entre CORSIA, les méthodologies nationales et infranationales faussent le marché des SAF et créent un fardeau administratif pour de nombreuses parties de la chaîne de valeur qui doivent identifier et certifier les SAF ou qui cherchent à se conformer ou à revendiquer les avantages de l'utilisation des SAF. Il faut en apprendre davantage pour comprendre et clarifier les similitudes et différences entre les méthodologies, particulièrement pour les compagnies aériennes qui opèrent dans ces juridictions. Il faut aussi mieux comprendre et clarifier les similitudes et différences entre les méthodologies au Canada et dans d'autres juridictions, particulièrement pour les compagnies aériennes qui opèrent dans ces juridictions.



Pour soutenir un argumentaire d'affaires convaincant en faveur de l'investissement dans la production domestique de SAF, l'ACV sur les voies potentielles de SAF au Canada (par exemple, HEFA à partir de canola, GFT à partir de résidus forestiers, ATJ à partir d'éthanol à base de maïs ou de blé) pourrait être calculée et comparée entre juridictions disposant de méthodologies de ACV pour une voie de carburant qui fonctionne mieux que les valeurs par défaut grâce à l'approche de la valeur réelle. Idéalement, l'exercice serait mené pour différentes provinces, afin de tenir compte des différences géographiques clés telles que le rendement des matières premières, les sources de chauffage et d'électricité, la distance de transport jusqu'aux installations de transformation, etc. Lorsque les matières premières sont certifiées dans le cadre d'un régime de durabilité, il faut déterminer si ces programmes de certification sont reconnus sous CORSIA et répondront aux normes CORSIA. L'analyse pourrait offrir un aperçu des régions spécifiques qui pourraient atteindre l'IC le plus faible pour un parcours de matières premières et de technologie donné, permettant aux investisseurs potentiels et aux utilisateurs finaux du SAF de tirer parti de ces connaissances, particulièrement dans un contexte mondial où les exigences en durabilité pourraient devenir plus strictes avec le temps.



Résumé des principales perspectives sur le développement d'un marché SAF : scénarios et opportunités futurs

2026-2030 :

- En C.-B., la réglementation exigera l'utilisation d'au moins 1 % du carburant pour avion à partir de 2028, augmentant à 2 % en 2029 et à 3 % en 2030.
- HEFA sera la voie mondiale dominante pour la production de SAF et possède le plus grand potentiel d'installations au stade FEED au Canada. La disponibilité et la création d'une chaîne de valeur croisée pour le SAF axée sur les graisses et huiles résiduelles (légumes et oléagineux) seront nécessaires pour que cela réussisse.
- Durant cette période, les transporteurs aériens canadiens continueront probablement à chercher des occasions d'importer du SAF et de remonter des aéroports internationaux, lorsque possible. On s'attend à ce que la majorité des SAF disponibles provienne des États-Unis et de l'Asie (c'est-à-dire de Singapour et de la Chine), mais si un mécanisme international de réservation et de réclamation est mis en place, les perspectives d'acquiescer des SAF d'autres régions pourraient augmenter considérablement.
- L'évolution du paysage politique pourrait influencer la disponibilité à court terme des SAF à l'international et modifier les perspectives actuelles.
- Selon le calendrier du processus de qualification ASTM International visant à élargir les limites de mélange, le carburant d'avion co-traité pourrait être disponible d'ici la fin de la décennie. On s'attend à ce qu'en 2030, l'ASTM permette une teneur biogénique plus élevée pour le co-traitement, ce qui offrira aux transporteurs aériens des alternatives supplémentaires aux carburants à faible teneur en carbone.
- En combinaison avec les différentes occasions d'acquiescer du SAF (production domestique, importation, etc.). Le Canada pourrait avoir accès à suffisamment de carburant pour atteindre son objectif ambitieux. Cependant, si aucune action du secteur privé et/ou public n'est entreprise pour établir un marché SAF au Canada, il est probable

que la production domestique ne se concrétise pas d'ici 2030, et que le Canada continuera de compter sur l'importation marginale de volumes issus de la capacité internationale établie.

2030 et au-delà :

- Cette période sera probablement caractérisée par une croissance et une évolution notables de la production de SAF vers des voies à plus faible intensité carbone, bien que le HEFA devrait toujours dominer la production. Au cours des décennies à venir, d'autres voies commencent à émerger à l'échelle mondiale, augmentant l'offre mais parallèlement à une demande croissante.
- À mesure que cela se produit, la production de SAF via HEFA a le potentiel de se stabiliser, étant donné que les matières premières pour HEFA ont plusieurs usages alternatifs. Le Canada pourrait voir la croissance d'autres technologies telles que GFT et PTL arriver sur le marché. La demande commencera probablement à se matérialiser de façon plus constante pour ces autres voies, à mesure que les chaînes d'approvisionnement se concrétiseront et que le SAF deviendra plus compétitif en termes de coûts. ATJ/Éthanol – il pourrait y avoir des occasions d'importer du Brésil et des États-Unis.
- Le potentiel d'importation et de production domestique d'éthanol, ainsi que l'attente de viabilité commerciale dans les années 2030, permettent à la voie ATJ de contribuer à des volumes plus importants de SAF à partir de 2040. Si la production domestique via ATJ a augmenté, importer plus d'éthanol et disposer des bons cadres pour allouer l'éthanol à la production de SAF libérera des volumes considérables de SAF au-delà des prévisions.
- Le potentiel pour PtL d'apporter des réductions significatives à l'impact climatique de l'aviation continuerait d'encourager les investissements dans le développement de cette voie. Le Canada serait particulièrement bien placé pour devenir un pionnier du PtL, puisqu'il dispose d'un accès important aux énergies renouvelables (hydroélectrique, solaire et éolienne) qui peuvent être disponibles pour des projets d'hydrogène à faible émission de carbone à travers le pays.

SECTION 9

Résultats du Plan directeur : Une voie à suivre – Actions potentielles à envisager pour aider à atteindre l'objectif ambitieux de 2030 et atteindre la carboneutralité d'ici 2050

Les gouvernements et les acteurs industriels à travers le Canada ont commencé à agir pour libérer le potentiel des SAF; cependant, le rythme et l'ampleur de l'action devront s'accélérer pour atteindre l'objectif ambitieux du Canada pour 2030 et les projections des SAF pour 2050. Pour bâtir un marché des SAF au Canada, tous les niveaux de gouvernement et de l'industrie devraient travailler ensemble pour surmonter les défis fondamentaux décrits dans ce rapport.

Voici les conclusions du Plan, destinées à offrir un aperçu des actions potentielles pour assurer la disponibilité et l'accès aux SAF à court terme. Ils soulignent également la nécessité de se concentrer sur des éléments qui aideraient à aller au-delà de 2030 pour diversifier le marché canadien des SAF et étendre de nouvelles technologies, dans le but d'atteindre la carboneutralité d'ici 2050. Ces résultats ont pour but d'être considérés tant par les parties prenantes gouvernementales que non gouvernementales à travers la chaîne de valeur, ce qui aiderait à assurer une disponibilité et un accès suffisants aux SAF au Canada.

TABEAU 15 | Piliers d'actions pour aider à atteindre l'objectif ambitieux de 2030



Pilier 1 : Partenariats stratégiques

Utiliser stratégiquement les partenariats existants et nouveaux (nationaux et internationaux) pour explorer des opportunités qui soutiennent la production, l'importation et l'utilisation des SAF.

Pour aider à surmonter : coût élevé / risque d'investissement / offre limitée

- Continuer à collaborer par le biais du Groupe de travail sur le développement durable de l'aviation, à plusieurs niveaux de gouvernement, ainsi que par des parties prenantes non gouvernementales, des secteurs industriels et du public par le biais du Plan d'action climatique de l'aviation du Canada. Les membres devraient prioriser les discussions lors du déploiement, dans le but de partager les connaissances, les idées, les meilleures pratiques et les leçons apprises.
- Travailler avec tous les niveaux de gouvernement pour réfléchir à la manière dont les incitatifs existants et potentiels pourraient être équilibrés et pour éviter un désalignement des politiques entre les régions.
- Tirer parti des événements internationaux et poursuivre des initiatives qui attireront à la fois des investissements étrangers directs dans la production du SAF et accéléreront les opportunités pour les entreprises canadiennes sur les marchés mondiaux.
- Collaborer avec les aéroports, les compagnies aériennes et les fabricants d'avions, ainsi qu'avec les gouvernements et autres acteurs de la chaîne de valeur, afin d'explorer des occasions de collaboration, y compris la création de corridors d'aviation verts.



Pilier 2 : Investissement de réduction du risque

Explorer des occasions d'établir des programmes, des politiques à long terme et des modèles d'affaires pour encourager l'industrie et les gouvernements à investir dans la croissance d'un marché des SAF. Les gouvernements à tous les niveaux, ainsi que les parties prenantes de l'industrie, auront un rôle à jouer pour réduire les risques de la SAF.

Pour aider à surmonter: coût élevé / risque d'investissement / offre limitée

- Considérez des politiques à long terme qui pourraient aider à réduire les risques des investissements du secteur privé nécessaires pour établir des infrastructures de production et de distribution des SAF et créer une certitude de la demande des SAF.
- Évaluer les occasions de soutenir la production domestique, l'importation et/ou l'utilisation du SAF, spécifiquement pour aider à compenser la prime de prix du SAF.
- Trouvez des occasions de consolider la demande canadienne existante.
 - Élaborer une prévision de la demande canadienne en collaboration avec les principales associations de l'industrie et les compagnies aériennes canadiennes.



Pilier 3 : Construire des chaînes d'approvisionnement et établir des infrastructures de soutien

Étudier des options pour accélérer le développement des chaînes d'approvisionnement régionales, y compris pour les matières premières à faible émission de carbone, afin de débloquer les voies futures du SAF nécessaires au-delà de 2030 et d'assurer la préparation et la capacité à gérer et mélanger les volumes de SAF produits au pays ou importés.

Pour aider à surmonter : Risque d'investissement / offre limitée

- Développer une série de projets en continu comprenant des projets pilotes, des démonstrations et des premiers projets commerciaux afin d'identifier où l'infrastructure est nécessaire à mesure que le marché évolue.
- Développer des études régionales de faisabilité sur les infrastructures et la chaîne d'approvisionnement ainsi que des plans d'activation (y compris les types de matières premières, l'emplacement des installations locales de production de SAF avec des matières premières disponibles, les emplacements pour recevoir, mélanger et intégrer le SAF dans la chaîne d'approvisionnement en carburant conventionnel, etc.).
 - Évaluer les opportunités dans les aéroports à trafic élevé (par exemple, Vancouver, Toronto, Calgary, Montréal, Edmonton) pour établir des chaînes d'approvisionnement régionales pilotes de SAF.
 - Explorez les partenariats public-privé pour construire des installations de mélange.
- Les parties prenantes régionales pourraient mener des stratégies axées sur l'action pour identifier et surmonter les obstacles au déblocage des chaînes d'approvisionnement régionales de matières premières jugées à fort potentiel pour le Canada (par exemple, l'agriculture et les résidus forestiers), en mettant l'accent sur la logistique de collecte et de livraison.



Pilier 4 : Codes et normes

Envisagez de mettre à jour les codes existants — et en développer de nouveaux — pour permettre et accélérer l'adoption des SAF et éliminer les obstacles au déploiement, tant au pays qu'à l'international.

Pour aider à surmonter : Risque d'investissement / offre limitée

- Effectuer une évaluation des lacunes des spécifications pertinentes du carburant afin de confirmer qu'il existe des lignes directrices claires pour les normes de stockage, de manutention et de distribution des SAF.
- Examinez les mesures pour soutenir les organisations souhaitant contribuer à l'expansion des limites de co-traitement et des matières premières approuvées d'ASTM International pour les SAF.
- Par l'entremise de l'OACI et d'autres forums internationaux, continuer de défendre la durabilité et l'intensité carbone du cycle de vie des matières premières canadiennes.



Pilier 5 : Accélérer le développement technologique et l'innovation

Explorer les opportunités de R&D supplémentaires, développer les priorités de recherche et assurer la collaboration entre les parties prenantes nationales et internationales afin que le Canada conserve son avantage concurrentiel et son leadership mondial.

Pour aider à surmonter : Risque d'investissement / offre limitée

- Continuer à soutenir la recherche et le développement afin de permettre le développement des voies existantes et nouvelles de la SAF, tant au niveau national qu'avec des partenaires internationaux.
- Explorer les possibilités de soutien via le processus ASTM International visant à augmenter les taux de mélange du SAF pour atteindre 100 %, lorsque possible.
- Examiner les mesures pour réduire les risques des premières installations de production, soutenir la commercialisation de nouvelles technologies et comprendre les besoins futurs en infrastructure.



Pilier 6 : Comptabilité des émissions et comptabilité et réclamation

Envisager de participer au développement d'un mécanisme de réservation et de réclamation national et/ou international, reconnu par le gouvernement et les partenaires internationaux, afin d'accroître davantage la demande et l'accès équitable aux SAF.

Pour aider à surmonter : coût élevé / risque d'investissement / offre limitée

- Effectuer des analyses comparatives supplémentaires afin de comprendre et de clarifier les similitudes et différences entre les méthodologies de comptabilisation des émissions et potentiellement simplifier l'utilisation de différentes méthodologies.
- Compiler des études d'évaluation du cycle de vie des voies anticipées du SAF canadien sous différents régimes réglementaires afin d'aider le Canada à mieux tirer parti de ses avantages pour soutenir la production de SAF à faible intensité carbone, notamment en identifiant les zones du cycle de vie du carburant ayant une empreinte élevée en GES et pouvant être améliorées.
- Explorer un cadre et des directives cohérents pour l'utilisation des systèmes de réservation et de réclamation au Canada pour les vols nationaux et internationaux, en soulignant la nécessité de sa reconnaissance selon des normes mondiales comme le Protocole des GES.
 - Il est important de clarifier l'interaction entre les politiques internationales, nationales et provinciales pertinentes pour l'achat, le mélange et l'utilisation des SAF afin d'identifier comment les attributs environnementaux des SAF peuvent être revendiqués et attribués aux vols domestiques et internationaux tout en évitant le double comptage.
 - Réfléchir à la meilleure façon de permettre aux utilisateurs finaux (par exemple, des organisations) d'acheter des attributs ou certificats environnementaux de SAF et d'aider à développer le marché du SAF.



Pilier 7 : Éducation et sensibilisation

Promouvoir et s'assurer que les individus, les organisations, les gouvernements et les communautés soient conscients des opportunités et des avantages des SAF pour l'économie et l'environnement canadiens.

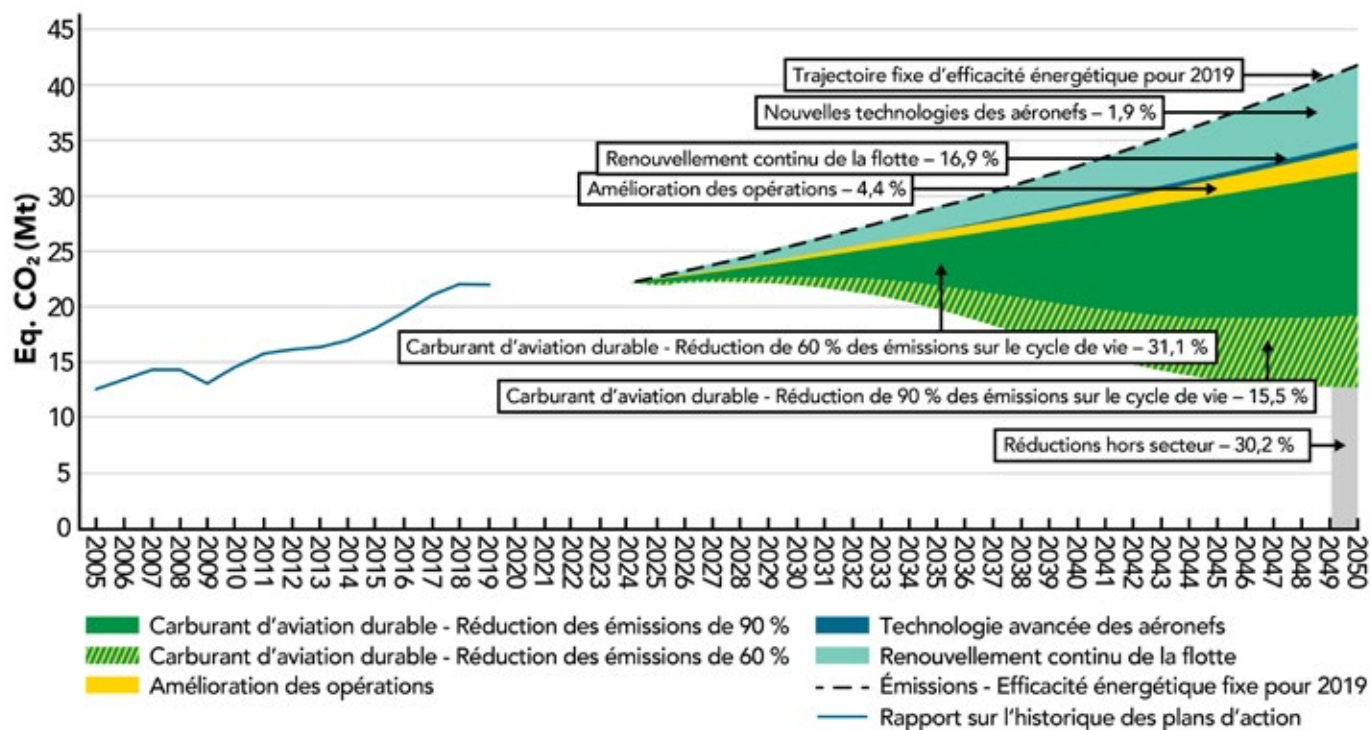
Pour aider à surmonter : coût élevé / risque d'investissement / offre limitée

- Saisir des occasions d'éduquer les passagers et les partenaires d'affaires sur les avantages de l'utilisation des SAF, tant sur le plan environnemental qu'économique.
- Développer des calculateurs de coûts accessibles au public pour évaluer le coût des SAF et son impact sur les coûts des services d'aviation.
- Continuer à permettre aux entreprises et aux clients de transport de marchandises de contribuer au paiement de la prime du SAF grâce à des programmes d'adhésion volontaire.
- Continuer à publier des études et à mettre en lumière les efforts actuels et futurs pour faire avancer les SAF au Canada.

ANNEXES

Annexe 1 :

Prévisions des émissions des avions canadiens pour 2050 - Une vision vers la neutralité carbone



Source : Plan d'action climatique de l'aviation du Canada (2022-2030)

Annexe 2 :

Cadre de scénario de production maximale SAF (Deloitte)

Le scénario de production maximale de SAF repose exclusivement sur la disponibilité de matières premières et le niveau d'opérationnalité technologique chaque voie. Les informations ayant contribué à l'élaboration du scénario sont présentées à la figure 12 ci-dessous. Les taux de conversion de l'OACI, de Concawe et de Deloitte concernant le rendement par matière première (figurant dans le tableau 16 ci-dessous) ont été utilisés pour déterminer le volume de SAF dans le scénario de production maximale.

FIGURE 12 | Intrants et extrants du cadre de scénario de production maximale SAF

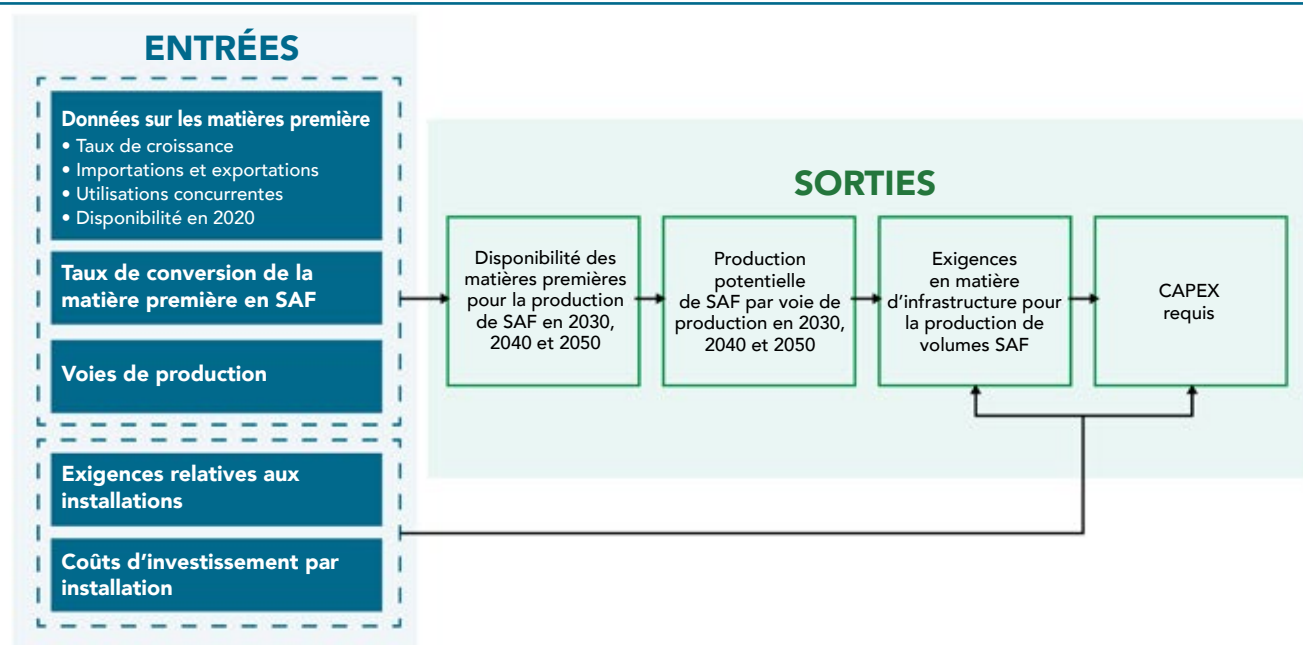


TABLEAU 16 | Rendement total par matière première et technologie¹⁰⁸

Matières premières	Technologie	Rendement (distillat/matière première)
Huile de canola	HEFA	83 % ¹⁰⁹
Huile de soya	HEFA	83 % ¹¹⁰
FOGs	HEFA	71 % ¹¹¹
Résidus agricoles	GFT	8 % ¹¹²
Résidus forestiers	GFT	14 % ¹¹³

¹⁰⁸ Analyse Deloitte

¹⁰⁹ Règle générale de la SAF

¹¹⁰ Règle générale de la SAF

¹¹¹ Analyse Deloitte

¹¹² Règle générale de la SAF

¹¹³ Règle générale de la SAF

Matières premières	Technologie	Rendement (distillat/matière première)
Déchets municipaux	GFT	23 % ¹¹⁴
Éthanol	ATJ	60 % ¹¹⁵
Hydrogène	PLT	184 % ¹¹⁶

Pour appuyer cette analyse simplifiée, les taux de croissance des catégories de matières premières ont été appliqués aux volumes réels de 2020 afin d'identifier les volumes pour 2030, 2040 et 2050. Ces volumes ont ensuite été ajustés pour tenir compte des flux commerciaux courants (exportation et importation) et des usages concurrents, ce qui a permis d'atteindre un volume maximal pouvant être utilisé pour la production de SAF. Dans certains cas, des proxys ou des substituts ont été utilisés en raison de limitations de données, particulièrement pour les matières premières non basées sur les cultures. Pour projeter les taux de croissance des matières premières pour 2030, 2040 et 2050, un multiplicateur sur les tendances de disponibilité des matières premières et la préparation technologique a été ajouté. Le tableau 17 présente les taux de croissance utilisés :

TABLEAU 17 | Taux de croissance des matières premières pour les projections du volume de SAF

Voie	Matières premières	Indicateur indirect ou substitut	Taux de croissance annuel 2020-2030 (%) de la production domestique de matières premières
HEFA	Huile de canola	N/A	3,3 % ¹¹⁷
	Huile de soya	N/A	0,4 % ¹¹⁸
	Autres FOG	Graisses animales Huile de cuisson usagée	1,1 % ¹¹⁹
GFT	Déchets solides municipaux (DSM)	N/A	1,1 % ¹²⁰
	Biomasse forestière	Bois d'œuvre	2,0 % ¹²¹
	Résidus agricoles	Production agricole	2,9 % ¹²²
ATJ	Céréales de maïs	N/A	0,4 % ¹²³
	Éthanol	N/A	2,8 % ¹²⁴
PtL	Hydrogène	N/A	0 % ¹²⁵

114 Analyse Deloitte

115 Règle générale de la SAF

116 Concawe

117 Perspectives à moyen terme d'Agri Canada, 2023

118 Perspectives à moyen terme d'Agri Canada, 2030

119 Taux de croissance démographique

120 Taux de croissance démographique

121 Ressources naturelles Canada, 2024

122 Analyse Deloitte

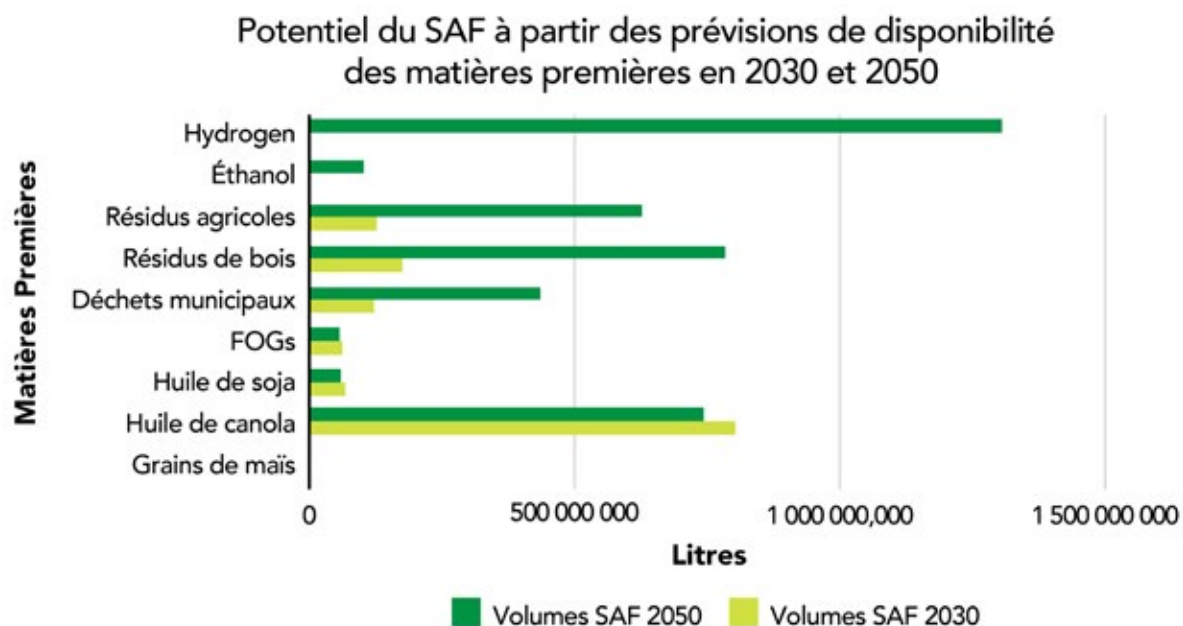
123 Perspectives à moyen terme d'Agri Canada, 2023

124 Perspectives à moyen terme d'Agri Canada, 2023

125 Analyse Deloitte

Annexe 3 :

Disponibilité maximale des matières premières pour la production de SAF en 2030 et 2050 (basée uniquement sur le scénario de production maximale de SAF)



Source : Deloitte Research

Annexe 4 :

Aperçu comptable CORSIA et principes de durabilité CORSIA

Le système de surveillance, de déclaration et de vérification (MRV) CORSIA est chargé de recueillir chaque année des informations sur les émissions internationales de CO₂ du secteur de l'aviation et de comparer les émissions avec les émissions de référence. Pour chaque vol, la consommation de carburant est surveillée, les émissions de CO₂ sont calculées, et la déclaration des émissions de CO₂ est effectuée entre les opérateurs d'avions, les États et l'OACI. L'outil d'estimation et de déclaration du CO₂ (CERT) de CORSIA est un outil de l'OACI destiné à aider les opérateurs d'avions à estimer et à déclarer leurs émissions internationales d'aviation, en partant de l'hypothèse que tout le carburant utilisé est du carburant conventionnel.

Selon CORSIA, un exploitant d'avion peut revendiquer la réduction de ses exigences de compensation de CO₂ avec des carburants admissibles à CORSIA (CEF). À la fin de chaque période de conformité CORSIA, l'État déduira les réductions d'émissions vérifiées de l'utilisation du CEF des exigences annuelles totales de compensation pour la période de trois ans afin de calculer les exigences finales de compensation totale de CO₂ de l'opérateur (en tonnes) qui doivent être satisfaites par l'achat et l'annulation des compensations.

Les principes de durabilité de CORSIA sont les suivants :
Le SAF reconnu sous CORSIA devrait générer des émissions de carbone plus faibles pour l'ensemble de leur cycle de vie.

1. Le SAF reconnu sous CORSIA ne doit pas être fabriqué à partir de biomasse provenant de systèmes terrestres/aquatiques présentant un stock élevé de carbone biogénique.
2. Les réductions d'émissions attribuées au SAF reconnus sous CORSIA devraient être permanentes.
3. La production de SAF reconnus sous CORSIA devrait maintenir ou améliorer la qualité et la disponibilité de l'eau.
4. La production de SAF reconnus sous CORSIA devrait maintenir ou améliorer la santé des sols.
5. La production de SAF reconnus sous CORSIA devrait minimiser les effets négatifs sur la qualité de l'air.
6. La production de SAF reconnus sous CORSIA doit maintenir la biodiversité, la valeur de conservation et les services écosystémiques.
7. La production de SAF reconnus sous CORSIA devrait promouvoir une gestion responsable des déchets et l'utilisation des produits chimiques.
8. La production de SAF reconnus sous CORSIA doit respecter les droits humains et des travailleurs.
9. La production de SAF reconnus sous CORSIA doit respecter les droits fonciers et d'utilisation des terres, y compris les droits autochtones et/ou coutumiers.
10. La production de SAF reconnus sous CORSIA doit respecter les droits d'utilisation de l'eau formels ou coutumiers antérieurs.
11. La production de SAF reconnus sous CORSIA devrait contribuer au développement social et économique dans les régions pauvres.
12. La production de SAF reconnus sous CORSIA devrait promouvoir la sécurité alimentaire dans les régions en situation d'insécurité alimentaire.

Annexe 5 :

Comparaison des méthodologies ACV de l'OACI et GREET pour la comptabilisation du carbone lié au SAF en utilisant la voie éthanol du maïs vers jet comme exemple

Étape du cycle de vie de l'éthanol vers jet	Source de données/information pour la méthodologie AC DOE Argonne GREET (mars 2023)	Source de données/information pour la méthodologie ACA de l'OACI CORSIA (juin 2019)
1. Évaluation du cycle de vie de base des émissions de GES Selon l'OACI, les émissions de GES « de base » du cycle de vie (parfois appelées émissions « directes » ou « attributionnelles ») incluent les émissions liées à « l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement de la production et de l'utilisation du SAF ». L'OACI affirme que son analyse des émissions du cycle de vie principale inclut toutes les émissions liées à : • Culture de matières premières. • Récolte, collecte et récupération des matières premières. • Transformation et extraction des matières premières. • Transport des matières premières vers les installations de production de carburant. • Processus de conversion des matières premières en carburant. • Transport et distribution de carburant; et • Combustion du carburant dans un moteur d'avion.	Le modèle GREET Argonne du DOE est mis à jour chaque année pour refléter les changements et améliorations dans les activités liées aux émissions de base. Le dernier modèle DOE Argonne GREET a été lancé en mars 2023 et utilise une base de données composée principalement de données sur les cultures et la production de carburants de l'an 2022.	La voie d'émissions par défaut du cycle de vie CORSIA de l'OACI pour l'éthanol et le carburant d'avion des grains de maïs repose sur deux sources pour son estimation des « émissions du cycle de vie de base ». L'OACI fait la moyenne des estimations des « émissions du cycle de vie de base » à partir de 1) un article de 2014 de Staples et al., et 2) la trajectoire modélisée par le Centre conjoint de recherche (JRC) de l'Union européenne. 1. L'article de Staples et al. utilisait la version de 2012 du modèle DOE Argonne GREET, qui s'appuyait sur une base de données des données de traitement des matières premières et du carburant de 2008 à 2011. 2. Le JRC s'est appuyé sur un article de 2017 d'Edwards et al., qui utilise diverses sources de données de 2006 à 2012 pour les facteurs de production d'éthanol de maïs en Europe (hors États-Unis).
2. Changements d'utilisation des terres Les modèles économiques sont utilisés pour simuler d'éventuels « changements directs et indirects » futurs (considérés ensemble comme un changement d'utilisation des terres induit ou ILUC) qui pourraient hypothétiquement être le résultat d'une demande accrue pour les biocarburants provenant de cultures. Ces modèles génèrent des résultats (c'est-à-dire des estimations de la superficie convertie) basés sur des scénarios théoriques d'expansion des biocarburants, ainsi que sur des hypothèses sur les prix futurs des cultures, les rendements, les taux de conversion des biocarburants, les réactions au niveau de la demande et d'autres facteurs.	Grâce au module CCLUB, le modèle GREET Argonne du DOE est intégré et relié au modèle GTAP-BIO de l'Université Purdue (un modèle calculable d'équilibre général, ou CTE) afin d'estimer les changements potentiels d'utilisation des sols issus de divers scénarios d'expansion des biocarburants (« chocs »). La version actuelle de GREET est liée à la dernière version de GTAP-BIO.	La méthode par défaut du cycle de vie des émissions CORSIA pour les émissions CIUT est un processus en deux étapes où le changement d'utilisation des sols est d'abord estimé, pour ensuite être converti en émissions CIUTILUC. Pour estimer l'évolution de l'utilisation des sols, CORSIA de l'OACI s'appuie sur deux sources liées à l'expansion de l'éthanol de maïs : 1) GTAP-BIO et 2) GLOBIOM, un modèle économique européen. 1. GTAP-BIO dans l'OACI CORSIA utilise une base de données mondiale de 2011 pour les données sur la couverture des terres et l'économie. 2. GLOBIOM utilise un ensemble de données mondiales sur la couverture des sols datant de 2000.

Étape du cycle de vie de l'éthanol vers jet	Source de données/information pour la méthodologie AC DOE Argonne GREET (mars 2023)	Source de données/information pour la méthodologie ACA de l'OACI CORSIA (juin 2019)
3. Émissions liées aux changements d'utilisation des terres Après que des modèles économiques ont été utilisés pour estimer les changements potentiels d'utilisation des terres issus de divers scénarios d'expansion des biocarburants, des « facteurs d'émission » sont attribués aux différents types de terres qui risquent d'être convertis.	Le modèle DOE Argonne GREET s'appuie principalement sur le module Carbon Calculator for Land Use Change from Biofuel Production (CCLUB) pour attribuer des facteurs d'émission aux changements d'utilisation des sols estimés par le GTAP. Le module CCLUB a été développé par des scientifiques de l'Université Northwestern, du laboratoire national d'Argonne et du système de l'Université de l'Illinois. La dernière mise à jour du modèle CCLUB date d'octobre 2021. CCLUB s'inspire du modèle CENTURY de l'Université d'État du Colorado. Le modèle GREET permet aussi aux utilisateurs d'utiliser plutôt les facteurs d'émission de l'AEZ-EF développés par U.C. Berkeley et CARB en 2014 au lieu de CCLUB.	La méthode CORSIA de l'OACI pour les émissions CIUT utilise les facteurs d'émission de changement d'utilisation des sols provenant de deux sources différentes : 1) les facteurs d'émission du modèle « Facteur d'émissions de la zone agroécologique » (AEZ-EF) sont appliqués aux résultats de changement d'utilisation des sols du modèle GTAP-BIO, et 2) les facteurs d'émission du modèle GLOBIOM sont appliqués aux résultats de changement d'utilisation des sols issus du modèle GLOBIOM. Le modèle AEZ EF a été développé par U.C. Berkeley et CARB en 2014 et repose sur des données sur les émissions de carbone provenant de divers types de terres publiées entre 2006 et 2014. Le modèle AEZ-EF n'a pas été mis à jour depuis 2014.
4. Horizon temporel Après que les émissions totales de changement d'utilisation des sols ont été estimées aux étapes 2 et 3, elles sont amorties sur un « horizon temporel » pour établir une moyenne annuelle.	Le cadre GREET-GTAP-CCLUB utilise un horizon temporel de 30 ans, conforme au travail de l'EPA, du CARB, et d'autres organisations aux États-Unis. Le GIEC utilise généralement un horizon temporel de 100 ans pour la comptabilisation des émissions de GES.	La méthode OACI CORSIA pour les émissions CIUT utilise un horizon temporel de 25 ans, ce qui concentre les émissions dans un délai plus court, entraînant des estimations annuelles plus élevées. Les valeurs d'émissions par défaut publiées par l'OACI sont déterminées par deux méthodes : la première méthode est identique à l'approche des émissions du cycle de vie de base et prend le point médian des résultats des deux modèles CIUT (après l'amortissement de l'étape 4) lorsque la différence atteint jusqu'à 10 % de la base fossile (c'est-à-dire 8,9 gCO₂e/MJ). Lorsque la différence entre les deux modèles CIUT dépasse 8,9 gCO₂e/MJ, la valeur d'émission par défaut de l'CIUT est prise de la valeur inférieure plus un facteur d'ajustement de 4,45 gCO₂e/MJ.

Tableau adapté de Renewable Fuels Association (2023) et inclut des modifications spécifiques à l'OACI de Transports Canada pour une meilleure clarté.

Annexe 6 :

Étude de cas : Mélanger des SAF pur à un aéroport ou près d'un aéroport

Installations de mélange dans ou près des aéroports

Voici un résumé d'une étude de 2024, dirigée par FSM Management Group, qui explore l'option de développer des infrastructures de mélange de carburants aux aéroports ou à proximité afin de faciliter l'utilisation de SAF pur. Trouver des emplacements appropriés pour construire des installations de mélange de SAF pourrait s'avérer difficile. Les aéroports à fort trafic disposant d'espace adjacent pourraient offrir un emplacement approprié qui a l'avantage de minimiser les coûts de transport du carburant.

Actuellement, les lignes directrices de manutention des SAF empêchent le mélange des SAF dans un système de carburant aéroportuaire; ce qui signifie que, pour faciliter le mélange dans les aéroports, il faudrait construire une installation de mélange distincte pour les SAF. À court terme, des équipements temporaires ou plus petits pourraient être utilisés pour gérer le mélange de SAF, comme le transbordement de camions ou de trains ou la réaffectation des infrastructures de carburant existantes. Une autre option serait de mettre en place des systèmes de réservoirs autonomes à petite échelle et de les intégrer aux chaînes d'approvisionnement en carburant d'avion, tandis que de plus grandes installations de mélange de SAF seraient installées pour réagir au développement du SAF sur le marché. Idéalement, l'installation serait conçue pour s'adapter à l'évolution des normes de qualité et de maniabilité, ainsi qu'à être facilement intégrée dans l'ensemble des systèmes de carburant de l'aéroport. Pour s'assurer que différents acheteurs et utilisateurs finaux de carburant puissent accéder à l'installation (facilitant ainsi l'utilisation du SAF au Canada), l'industrie et le gouvernement pourraient collaborer pour identifier des options innovantes de propriété et de financement.

À plus long terme, alors que le secteur de l'aviation devrait évoluer vers une utilisation à 100 % de mélanges de SAF, de telles installations pourraient être conçues pour être réutilisées ou intégrées au système de carburant de l'aéroport.

Exigences d'infrastructure pour le mélange de SAF

L'estimation pour une installation de mélange de SAF comprend tout l'équipement et l'infrastructure nécessaires à l'exploitation sécuritaire du mélange de SAF, incluant :

- Un système de carburant (réservoirs de stockage, installations de déchargement et de chargement, pompes, filtres, confinement secondaire, capacité de mélange),
- Travaux civils (c'est-à-dire le système d'eau et d'eaux usées) et les besoins d'espace approximatifs (c'est-à-dire le terrain).
- Terrain, acquis soit par location, soit par achat.

À mesure que le marché évolue, des options de mélange à court terme pourraient être mises en place, telles que la réutilisation de l'infrastructure de stockage de carburant inutilisée, l'utilisation d'opérations de transbordement et l'ajout de réservoirs plus petits dans les systèmes de stockage existants pour gérer le SAF mélangé. À moyen terme, des études de faisabilité et de contrôle de qualité devraient être menées afin d'améliorer l'efficacité de la manipulation des SAF, de réduire les problèmes de responsabilité et de lancer des études de plan de développement pour obtenir des terrains et un financement approprié. Des facteurs spécifiques au site devront également être pris en compte, tels que la disponibilité des terrains, la responsabilité opérationnelle, l'amélioration de l'accès à l'infrastructure de carburant et la propriété des installations potentielles.

Estimations des coûts du mélange des infrastructures pour les grands aéroports

Le rapport du groupe FSM Management a évalué deux scénarios pour une installation de mélange isolée des SAF pour chaque aéroport de l'étude :

- Un scénario de base où l'installation est située près du système de carburant de l'aéroport mais isolée, reçoit le SBC et le carburant d'avion conventionnel via un camion-citerne, peut gérer deux (2) SBC différents. Le mélange de SAF, une fois certifié, est livré au système de carburant de l'aéroport via un camion-citerne.
- Un scénario alternatif, où l'installation de SAF est connectée au système de carburant de l'aéroport via un pipeline de courte distance pour la réception du carburant d'avion dans l'installation de SAF et le transfert du mélange de SAF certifié vers le système de carburant de l'aéroport.

Selon les estimations faites à date, la gamme de coûts potentiels pour l'installation de base serait d'entre 17,4 \$ et 72,2 millions \$, et l'installation pour le scénario alternatif irait de 15,2 \$ à 46,5 millions \$. Pour les grands aéroports, il y avait un avantage financier significatif lié au scénario alternatif en raison de l'infrastructure de transfert plus efficace. Une contingence de 30 % a été prévue dans le budget, compte tenu du niveau élevé d'incertitude entourant la disponibilité des terrains et d'autres travaux civils qui pourraient être nécessaires. L'augmentation de l'estimation des coûts est en grande partie due à des contrôles de qualité stricts. Par exemple, connecter l'installation de mélange de SAF au système principal de carburant de l'aéroport via un pipeline élimine le besoin de réservoirs, ce qui réduit les coûts d'infrastructure et élimine aussi les dépenses liées à l'entretien et à l'exploitation de ces réservoirs.

Une installation de mélange pourrait être développée au Canada en aussi peu que deux ans. Les critères pour sélectionner le meilleur emplacement pour recevoir et/ou mélanger le SAF incluent la quantité de SAF requise, l'emplacement des installations de production du SAF et l'espace pour le mélange et le stockage des infrastructures. Des racks de déchargement de chargement, des réservoirs de stockage, un système de mélange, des connexions de pipelines, une installation de test et des bureaux administratifs seront nécessaires pour soutenir l'installation de mélange, bien qu'il puisse y avoir des occasions de tirer parti de l'infrastructure pétrolière existante.

Deloitte.

À propos de Deloitte

Deloitte, l'une des principales firmes canadiennes de services professionnels, offre des services d'audit, de fiscalité, de consultation et de conseil financier. Deloitte LLP, une société en commandite à responsabilité limitée de l'Ontario, est la firme membre canadienne de Deloitte Touche Tohmatsu Limited.

Deloitte désigne une ou plusieurs entreprises de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, une société privée britannique à responsabilité limitée par garantie, ainsi que son réseau de sociétés membres, chacune étant une entité légalement distincte et indépendante. Veuillez consulter www.deloitte.com/about pour une description détaillée de la structure juridique de Deloitte Touche Tohmatsu Limited et de ses cabinets membres.

Les informations contenues ici ne remplacent pas un avis professionnel compétent.

© Deloitte LLP et entités affiliées.