

Partie 1

L'UE ayant fixé ses quotas de SAF, il faut désormais financer l'offre si l'Europe veut en profiter sur le plan industriel

Le règlement 2023/2405 « ReFuelEU Aviation » fixe une trajectoire ambitieuse pour l'intégration des carburants d'aviation durables (CAD, ou SAF en anglais), mais la montée en charge dépend de contraintes concrètes : disponibilité des intrants, surcoût par rapport au kérosène, ou Jet A1, le carburant actuel d'origine fossile, et capacité industrielle. En termes de besoins, la question clé devient la mobilisation du capital privé pour passer à l'échelle et construire une offre européenne robuste et produite localement.

La réglementation **ReFuelEU Aviation**, entrée en vigueur le 1^{er} mars, fixe une trajectoire contraignante pour l'intégration des SAF dans l'offre des carburants disponibles dans les aéroports de l'UE : **2% en 2025, 6% en 2030, 70% en 2050**, avec une composante eSAF (carburant synthétique issu d'électricité durable) progressive. Cette trajectoire a une vertu : elle crée une demande. Elle ne garantit pas, en revanche, la construction des capacités de production nécessaires sur le sol européen, ni le passage à l'échelle au rythme attendu.

À l'heure où le Sustainable Transport Investment Plan, ou STIP, annoncé par la Commission Européenne il y a quelques mois prévoit une enveloppe de **2,9 milliards d'euros** consacrée aux carburants durables destinés à l'aérien et au maritime, l'accélération des SAF en Europe ne repose probablement plus sur l'augmentation des soutiens budgétaires publics. L'enjeu principal consiste désormais à **déverrouiller l'investissement privé** dans les capacités industrielles, car c'est lui qui conditionne la vitesse et l'ampleur du passage à l'échelle. Autrement dit, l'objectif est posé : la question est de rendre le secteur **finançable**.

1) La dimension technique n'est plus limitante, même si les filières doivent poursuivre leur maturation

Le débat public aborde encore fréquemment les SAF comme un enjeu technologique. Or, sur plusieurs points, la filière a franchi un cap.

Du côté de la production, les procédés de fabrication du **"neat SAF"** (carburant durable avant mélange) sont désormais bien identifiés. On compte **huit filières homologuées**, s'appuyant sur plusieurs procédés et intrants, et offrant des niveaux de performance environnementale variables selon les routes technologiques. Certaines configurations permettent d'atteindre des réductions d'émissions très élevées sur le cycle de vie, notamment pour les carburants de synthèse (eSAF), à condition de disposer d'une électricité bas carbone et de sources de CO₂ appropriées.

	SAF : 6 grands procédés pour 8 filières homologuées					E-SAF : en cours d'homologation	Co-processed
	HEFA-SPK	SIP	CHJ	ATJ-SPK	FT-SPK	Ptl / E-fuels	Co-processed SAF
Niveau de maturité							
Intrants	Huiles usagées, graisses animales, huiles végétales	Sucres fermentés (canne, betterave)	Huiles et graisses	Éthanol, isobutanol (biomasse, bioéthanol)	Déchets agricoles / forestiers, résidus, CO + H ₂	H ₂ vert + CO ₂ capté (industriel ou DAC)	Huiles végétales + pétrole brut
Procédés	Hydrotraitement d'huiles et graisses pour obtenir un kérosène paraffinique	Fermentation de sucres pour produire des iso-paraffines, ensuite raffinées en kérosène	Hydrothermolyse catalytique : décomposition d'huiles à haute température	Conversion d'alcools (éthanol, isobutanol) en hydrocarbures liquides	Gazéification de biomasse puis synthèse Fischer-Tropsch pour obtenir un carburant liquide	Hydrogène vert et CO ₂ convertis d'abord en méthanol, puis en kérosène de synthèse	Co-raffinage simultané de matières renouvelables avec du pétrole dans les raffineries existantes
Taux de blend max	50%	10%	50%	50%	50%	50%	Incrément 5-10% post production
Réductions émissions	60 à 80 %	c.60%	70 à 80 %	60 à 70 %	90 à 95 %	90 à 95 %	0-20 %
Fourchette de prix	1,2 k – 1,8 k \$/t x2 – x3 Jet A1	> 2,0 k \$/t x3 Jet A1	1,5 k – 1,8 k \$/t x2 – x3 Jet A1	2,2 k – 3,0 k \$/t x3 – x4 Jet A1	2,4 k – 3,5 k \$/t x3,5 – x5 Jet A1	5,5 k – 6,0 k \$/t x8 – x9 Jet A1	n.a.

Source : Interviews experts, IATA, Frontier Economics, PMP Strategy

Du côté de l'usage, les SAF se distinguent par leur caractère **"drop-in"** : ils sont conçus pour répliquer les caractéristiques du Jet A1. Les SAF actuellement certifiés sont autorisés jusqu'à **50% de mélange** avec du kérosène fossile. Les enjeux résiduels portent surtout sur la validation complète, dans la durée, de certains paramètres (notamment la question des aromatiques et de la compatibilité matériaux/joints sur certaines flottes), plutôt que sur une incompatibilité structurelle.

Sur le plan opérationnel, des plateformes aéroportuaires ont démontré la faisabilité d'un approvisionnement régulier. L'aéroport d'**Oslo** a initié l'intégration des SAF dès **2016**, et des hubs comme LAX à **Los Angeles** ou l'aéroport de **San Francisco** illustrent que le SAF peut être injecté et distribué sans investissements majeurs dans les infrastructures existantes.

Il serait toutefois imprudent d'en conclure que "tout est réglé". La filière reste contrainte par des enjeux économiques majeurs qui limitent largement le financement des capacités de production européennes.

2) Une demande en SAF créée par ReFuelEU mais freinée par son coût de production, et donc son prix

Selon les filières et les géographies, le **neat SAF** se vend aujourd'hui entre **2x et 10x** le prix du kérosène (hors certificats carbone), soit environ **1 200 à 6 000 \$/t** :

- La filière **HEFASPK** (Hydroprocessed Esters & Fatty Acid), filière la plus mature issue qui s'appuie sur les huiles usagées notamment, se situe dans la fourchette basse : **x2 à x5** selon le lieu de production et les aides nationales.
- La filière **ATJ-SPK** (Alcohol-to-jet), autre filière en cours de maturation qui s'appuie sur la production d'alcool issus de la biomasse, se situe typiquement autour de **x3 à x4**,
- Les **e-fuels**, carburants de synthèse et potentiellement neutres en carbone si issus d'une énergie durablement produite, présentent des prix d'environ **x10** par rapport au kérosène traditionnel.

À moyen terme, après maturation et montée en cadence, un palier autour de **x2 à x3** est souvent évoqué pour une partie des volumes, ce qui demeure un surcoût significatif. Ce différentiel est d'autant plus sensible que l'économie des compagnies aériennes est structurellement contrainte, avec des **marges typiquement comprises entre 6 et 9%**.

Le carburant aujourd'hui représente en moyenne **30% des OPEX** d'une compagnie. L'incorporation de **10%** de SAF à un prix moyen de **x3** se traduit donc par l'effacement d'au moins les **deux tiers** de la marge si le surcoût n'est pas répercuté sur le client final, et une **baisse nette de compétitivité** si elle n'est pas accompagnée de **pénalités financières du même ordre de grandeur associées aux manquements** d'éventuelles compagnies aériennes.

La question "qui paie ?" ne peut donc pas être éludée. Elle renvoie à la fois à l'acceptabilité (prix du billet), à la compétitivité et aux mécanismes permettant de partager le surcoût entre acteurs (compagnies, clients corporate, outils carbone, dispositifs publics). Elle est d'autant plus critique que les filières les plus matures, et les moins chères, sont aussi celles qui disposent des intrants les plus limités, ce qui oblige à développer en parallèle les autres filières.

3) Les intrants des différentes filières SAF, une contrainte structurelle et concurrentielle

Les filières aujourd'hui les plus matures, en particulier **HEFASPK (Hydroprocessed Esters & Fatty Acid)** et **CHJ (Catalytic Hydrothermolysis)**, reposent sur des intrants dont la disponibilité est limitée : huiles usagées, graisses, certains lipides. Ces ressources sont à la fois rares, exposées à des risques de volatilité et de fraude sur l'origine, et en concurrence avec d'autres marchés (notamment le biodiesel routier et certaines filières maritimes).

Même dans l'hypothèse d'une mobilisation maximale du gisement des "déchets gras collectables", les **SAF issus de ces graisses couvriraient difficilement davantage que 3 à 4% de la demande mondiale de kérosène durable à l'horizon 2050, 9 ou 10% dans le cas d'un scénario haut**. En effet, IATA anticipe une demande mondiale de SAF en 2050 d'environ 500 Mt/an, quand les volumes maximum d'huile de cuisson usagée (UCO) collectables sont aujourd'hui estimés à environ 60 Mt par Global Data, soit le double de ce qui devrait être collecté en 2030 selon S&P.

La compétition d'usage observée à date avec la production de biocarburants routiers et maritimes laisse à penser que le secteur aérien pourrait probablement en capter un tiers, sur la base d'hypothèses conservatrices. Avec un rendement massique de 75%, cela reviendrait à produire 15 à 20Mt de SAF par an, soit entre 3 et 4% de la demande estimée. De la même manière, la valorisation des déchets ménagers par d'autres filières se retrouve en concurrence avec d'autres usages existants, tels que la production de chaleur.

Derrière ces estimations, l'enjeu n'est pas de savoir si la filière pourra couvrir 5, 6 ou 10% des besoins attendus de 2050, mais de rappeler que la filière n'a pas le choix : il est impératif d'industrialiser les filières déjà matures de manière à accélérer la production à court et moyen termes, et en même temps investir à plus long terme dans celles qui le sont moins (Fischer-Tropsch-SPK, Alcohol-to-Jet-SPK, Power-to-Liquid/e-fuel), faute de quoi elle se heurtera rapidement à un plafond de volume.

4) Un investissement à accélérer dans les capacités de production

À mi-2025, la capacité mondiale de SAF était d'environ **5,6 Mt/an**, soit **1 à 2%** de la consommation mondiale de kérosène. En Europe, la capacité se situait autour de **1,4 Mt/an**, soit environ **2,5%** de la consommation européenne, encore largement adossée à des filières limitées en intrant.

Dans le même temps, la trajectoire réglementaire européenne est ambitieuse : **2% en 2025, 6% en 2030, 70% en 2050**. L'écart entre capacité locale et trajectoire réglementaire souligne le besoin de financer et construire de nouvelles unités sur le territoire européen, sous peine de dépendre durablement d'importations.

Or les projets SAF sont longs et capitalistiques. Il faut souvent **plus de 6 ans** pour construire une unité de production. Selon les filières, une unité de production de 100kt/an, c'est-à-dire un site de taille industrielle de taille moyenne aujourd'hui, nécessite un **CAPEX entre 150 M\$** (HEFA-SPK) **et plus d'1 Md\$** (PtF/e-fuel). La complexité peut être encore amplifiée par le manque de maturité des chaînes de valeurs amont (production d'hydrogène vert renouvelable, capture de carbone, etc.).

Dans ces conditions, les montants à mobiliser dépassent largement l'échelle de subventions ponctuelles et même des capacités d'investissement des pouvoirs publics uniquement. La filière a besoin de capitaux privés. À titre d'ordre de grandeur, **plus de 20 Md€** seraient nécessaires pour financer les capacités manquantes pour remplir le mandat 2030 sans dépendre d'importations. En fonction de l'ambition que se fixe l'Union Européenne en termes d'autoproduction, le besoin de financement augmenterait significativement après 2030, à mesure que les quotas d'intégration se renforcent.

Conclusion

L'Europe a fixé une trajectoire SAF ambitieuse et cohérente avec ses objectifs climatiques. Mais la réussite dépend désormais moins d'une promesse de demande que de la capacité à faire émerger une offre industrielle, financée et construite à temps. Les contraintes d'intrants, de prix et de capacité ne sont pas des détails : ce sont les déterminants de la trajectoire réelle.

Le cap à franchir est donc financier : rendre les projets finançables, faire baisser le coût du capital, sécuriser la construction d'unités, et organiser un partage du surcoût compatible avec l'économie du transport aérien. La suite logique consiste à préciser comment, concrètement, rendre cette filière "bancable" et quelles conditions de stabilité peuvent déclencher l'investissement privé à grande échelle.