

**Les SAF
(Sustainable
Aviation Fuels) :
une brique
indispensable de
la réduction de
l'impact
environnemental
de l'aviation**



A hard-to-abate sector, linked to air travel specificities

- An industrie with already tangible decarbonation results
- An international industry, with emissions mainly linked to long range travels
- An industry with long cycles
- An industry driven by safety
- An industry with one main enemy : weight!
- An industry whose impact on global warming is very complex

CO2 emissions per seat kilometre ▼ 80% since first jet aircraft in the 1950s

Travel of more than 1500 km represent 25% of flights, but 70+% of global aviation CO2 emissions

15 years of development / certification of new technologies, Aircraft life duration > 20 years

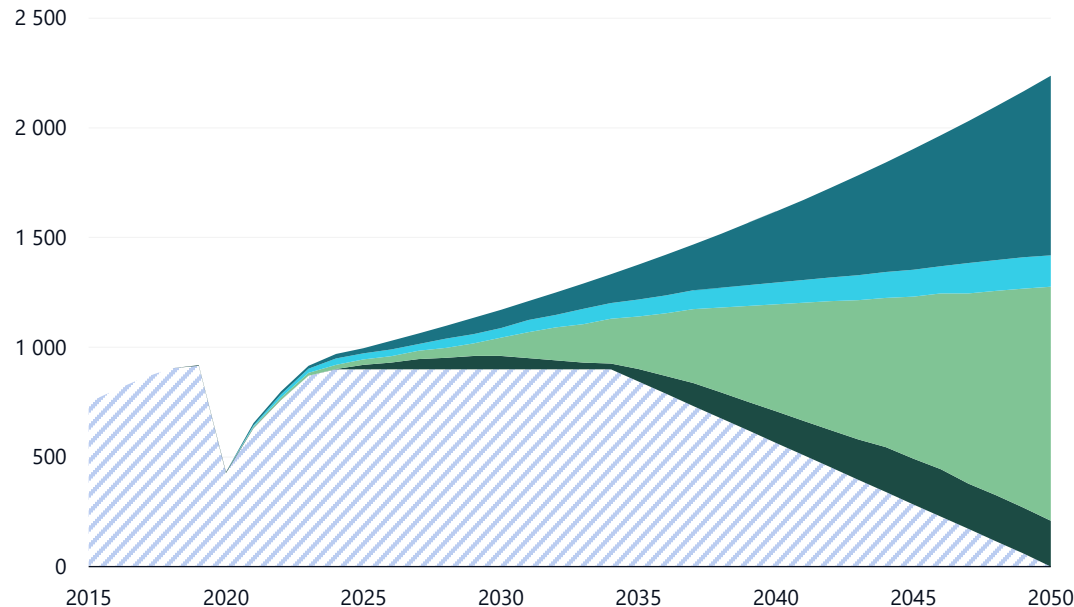
Environmental footprint reduction is Nr1 priority... without any compromise with flight safety

Any gain in weight will be key for fuel consumption. On the contrary, any technology leading to increased weight has to be carefully assessed

Any decarbonization technology has to take into account both CO₂ and non-CO₂ impacts

Driving innovation to decarbonize aviation

GHG emissions from commercial aviation (MtCO₂e)



Safran active on levers to address nearly 90 % of CO₂ reduction targets

35 - 40 % Prepare disruptive technology for next-gen engine and aircraft

5 - 10 %

Accelerate the uptake of sustainable aviation fuel (SAF):

~50 %

- Technically already available
- Only option for widebody

5 - 10 %

Resulting emissions – net zero by 2050

Sustainable aviation fuels

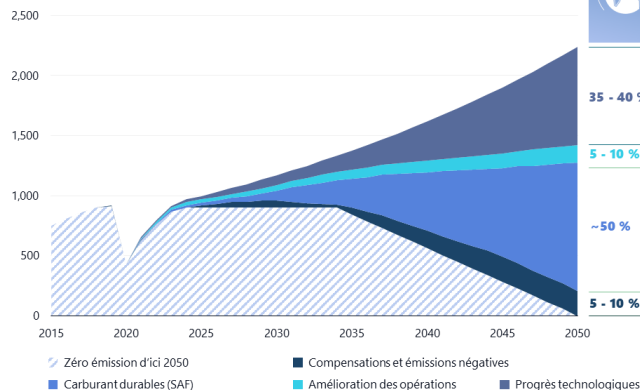
Offsets and negative emissions

Operations improvement

Technological progress

Une stratégie de décarbonation basée sur 3 piliers indissociables

Emissions de GES de l'aviation commerciale (MtCO₂e)



Safran présente sur des leviers représentant 90 % des objectifs de réduction des émissions de CO₂

Proposer les meilleurs produits

35 - 40 %
Préparer les technologies disruptives pour les prochaines générations de moteurs et d'avions

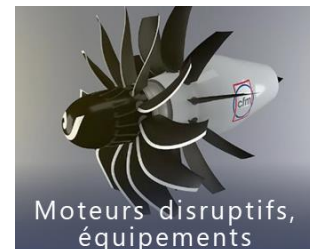
5 - 10 %

Accélérer l'utilisation des carburants durables (SAF) :

- ~50 %
- Solution déjà disponible
- La seule option pour décarboner le long-courrier

5 - 10 %

■ Priorité numéro 1 : l'efficacité énergétique de la flotte



■ Priorité numéro 1(!) : Le développement des énergies bas carbone

Biomasse



Electricité bas carbone



Règle : privilégier la solution la plus efficace énergétiquement

Retour à la définition : qu'est ce qu'un SAF ?

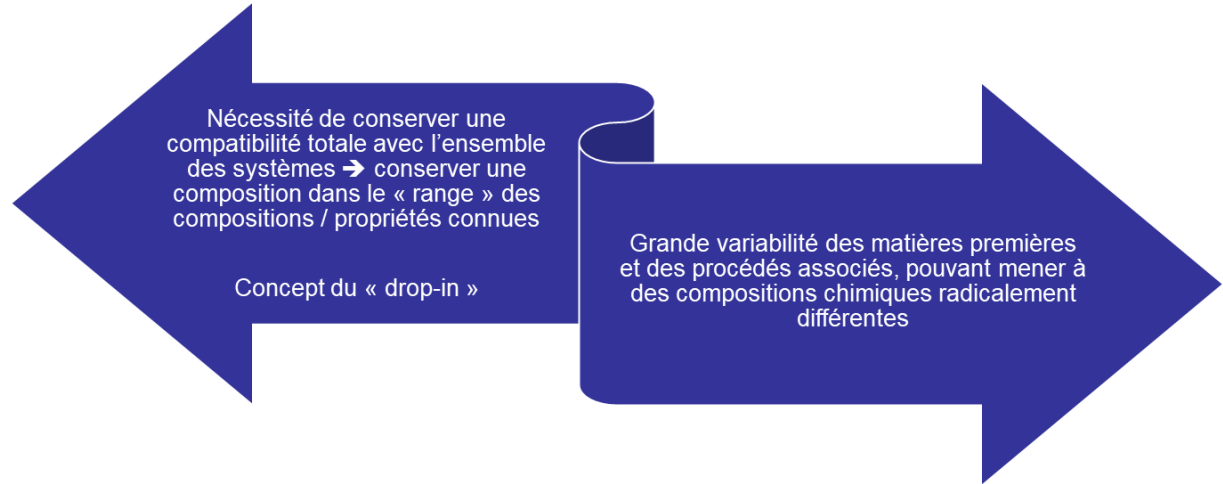
- Les Carburants d'Aviation Durables (CAD, ou SAF – Sustainable Aviation Fuels) sont des carburants **adaptés aux usages aériens**, produits à partir de **matières premières renouvelables** et présentant un **bénéfice environnemental avéré**

- [illegible]

Retour à la définition : qu'est ce qu'un SAF ?

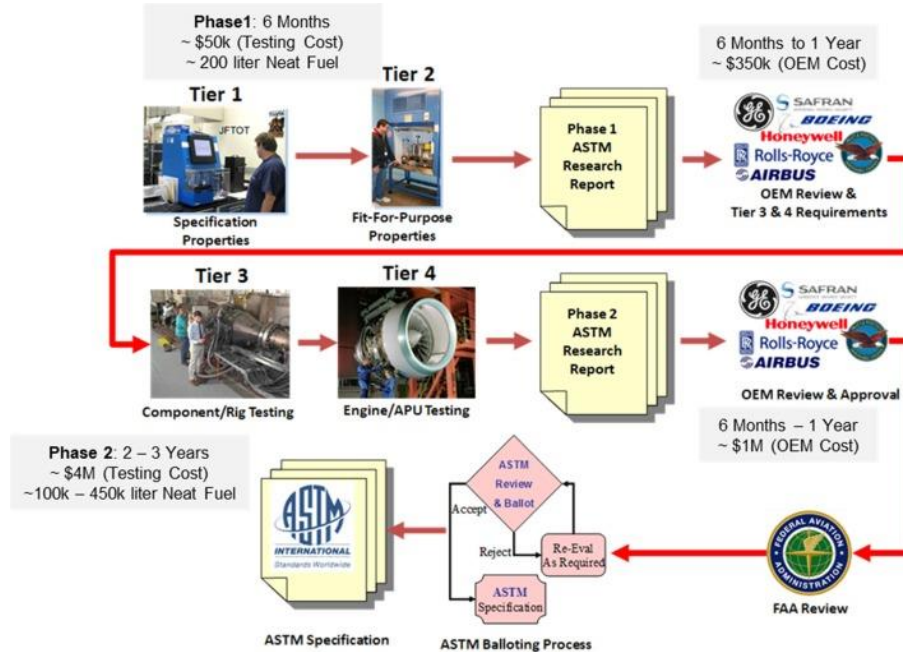
- Les Carburants d'Aviation Durables (CAD, ou SAF – Sustainable Aviation Fuels) sont des carburants **adaptés aux usages aériens**, produits à partir de **matières premières renouvelables** et présentant un **bénéfice environnemental avéré**

Une approche « schizophrénique » : comment réconcilier variabilité et besoin de stabilité ?



Retour à la définition : qu'est ce qu'un SAF ?

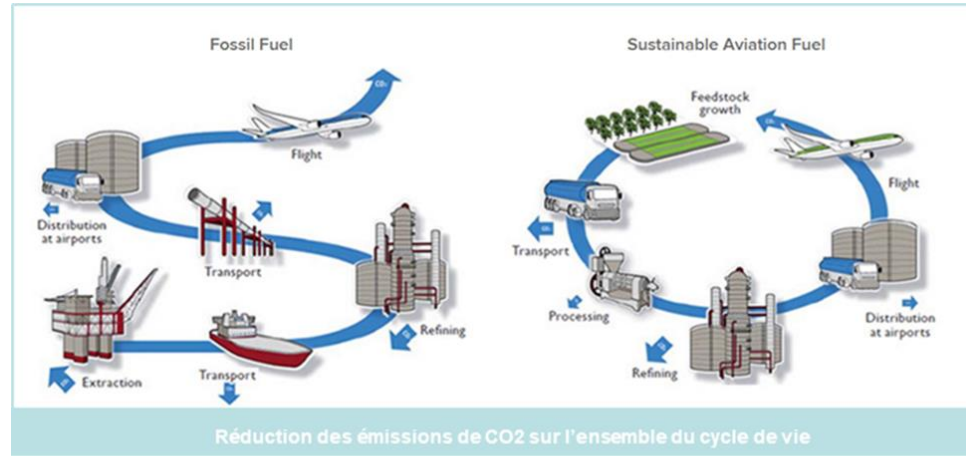
- Les Carburants d'Aviation Durables (CAD, ou SAF – Sustainable Aviation Fuels) sont des carburants **adaptés aux usages aériens**, produits à partir de **matières premières renouvelables** et présentant un **bénéfice environnemental avéré**



Une qualification ASTM permettant d'assurer la sécurité des vols...
mais en aucun cas l'impact environnemental

Retour à la définition : qu'est ce qu'un SAF ?

- Les Carburants d'Aviation Durables (CAD, ou SAF – Sustainable Aviation Fuels) sont des carburants **adaptés aux usages aériens**, produits à partir de **matières premières renouvelables** et présentant un **bénéfice environnemental avéré**

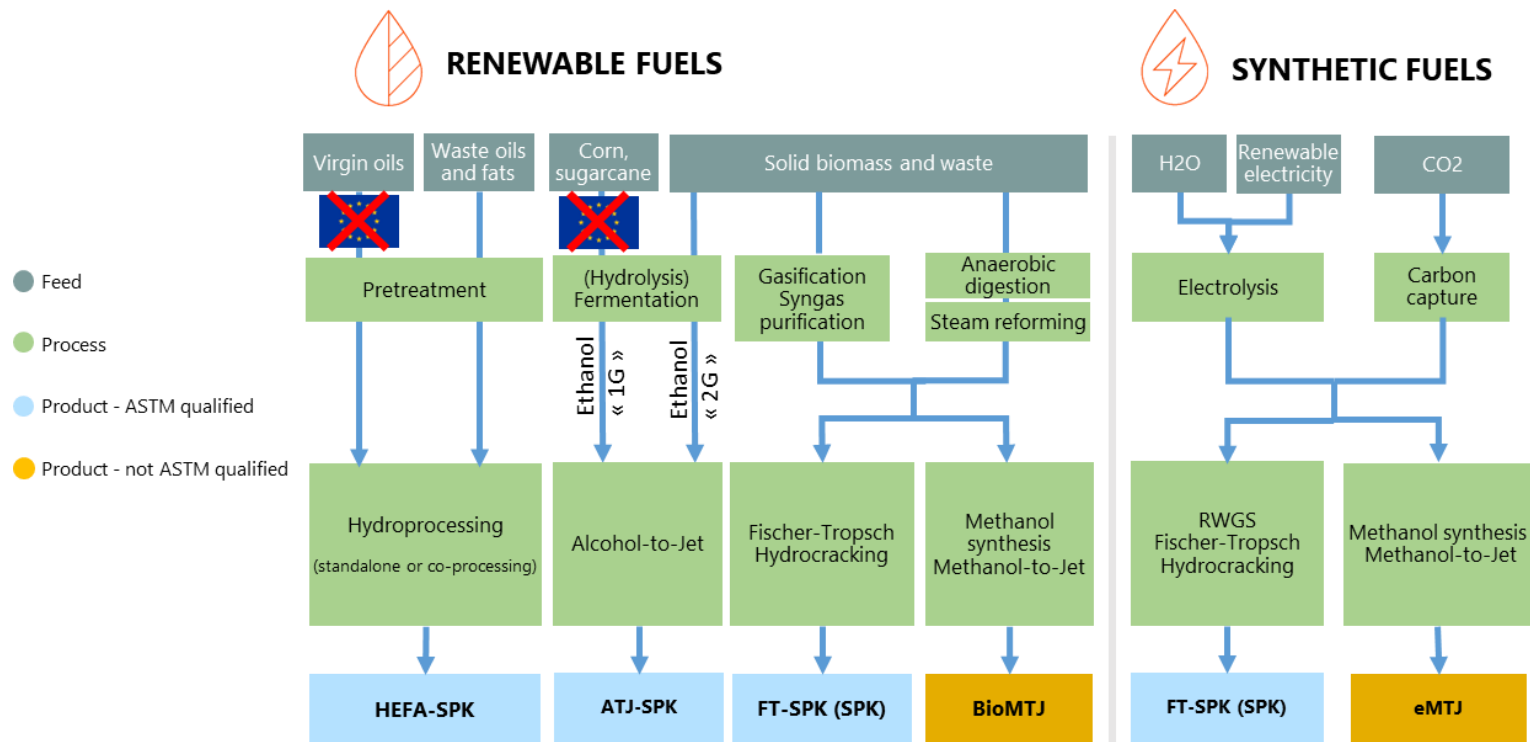


Impact sur les émissions polluantes



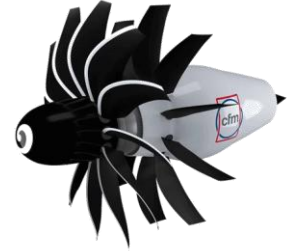
Impact sur les trainées de condensation (effets hors CO2)

Les principales filières de production



A roadmap relying on 3 pillars

Pillar 1: These energy carriers will remain limited in availability and at a high cost → improving the energy efficiency of aircraft remains the priority



Pillar 2: Without a massive and immediate deployment of SAF, the achievement of aviation's environmental objectives seems compromised. BioSAFs are a fleet-compatible solution that is available immediately and needed in the long term. They must therefore be developed on a massive scale.

Pillar 3: the biomass resource is limited and subject to significant competition. BioSAF alone will probably not cover all the needs of the aviation industry (unless there are structuring political decisions). **The development of solutions based on low-carbon electricity is therefore necessary, not in competition but in total complementarity with bioSAF.**

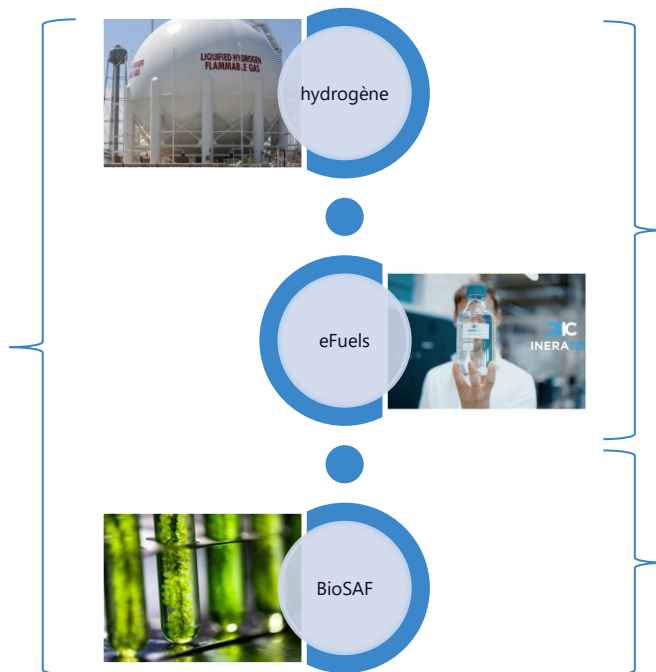


Safran roadmap figures

- **Global need of ~400 – 500 Mt in 2050**

- **Main levers :**

- **Fleet efficiency** (i.e. New aircrafts fuel consumption, EIS dates, Fleet penetration...
 - **Traffic growth assumptions**



- **Directly linked to low carbon electricity (and CO₂) availability**
- **Main levers:**
 - Massively increase low carbon electricity availability
 - Energetic efficiency of the whole chain
 - Strong competition between usages → Work on the global future energy landscape
- **Maximum production potential ~200 Mt ?**
- **Main levers:**
 - Increase biomass mobilization
 - Long term availability of biomass (enlargement of feedstock resources, qualification of new pathways...)
 - Production yield increase (and choice of most efficient processes)
 - Usage competition
 - **Sustainability criteria**

Un scénario soumis à des questionnements multiples

Feuille de route globale

- Quelle place de chaque voie dans la trajectoire globale de l'aviation (bioSAF, eSAF, électrique, hydrogène...)?
- Quelle marché pour quel vecteur énergétique ?

Marché

- Quels mécanismes pour développer le marché des SAF ?
- Comment assurer la cohérence internationale dans ces mécanismes ?

Disponibilité des ressources

- Quelle disponibilité de la matière première (biomasse, électricité bas carbone) ?
- Quelle concurrence en termes d'usages ?
- Quelles décisions politiques vis-à-vis de potentiels arbitrages ?



Disponibilité des produits

- Quel(s) procédé(s) de production dans le futur ?
- Quels investissements nécessaires ?
- Quels acteurs (historiques ou nouveaux entrants) ?

Compatibilité avec les technologies actuelles et futures

- Comment assurer le maintien d'un niveau de sécurité optimal des vols ?
- Quelle qualité carburant dans le futur ?
Quelle définition pour le 100%SAF ?

Impact environnemental

- Quel bilan environnemental réel pour ces carburants ?
- Quel impact potentiel de la prise en compte des effets hors-CO₂ ?

Mais des certitudes sur lesquelles s'appuyer

Certitude numéro 1 : Ces vecteurs énergétiques resteront limités en disponibilité et à un coût élevé → l'amélioration de l'efficacité énergétique des aéronefs reste la priorité



Certitude numéro 2 : Sans un déploiement massif et immédiat des SAF, l'atteinte des objectifs environnementaux de l'aviation semble compromis. Les bioSAF constituent une solution compatible avec les flottes, disponible immédiatement et nécessaire à long terme. **Ils doivent donc être développés de façon massive.**

Certitude numéro 3 : la ressource biomasse est limitée et soumise à une concurrence importante. Les BioSAF seuls ne couvriront sans doute pas l'ensemble des besoins de l'aérien (à moins de décisions politiques structurantes). **Le développement de solutions sur la base d'électricité bas carbone est donc nécessaire**, non pas en concurrence mais en totale complémentarité avec les bioSAF.



SAF : a compulsory brick in the decarbonization trajectory of aviation

C2 Confidential

(Bio)SAF are the immediate and long term solution for aviation

BUT

Limited feedstock availability in longer term (biomass)

Consequence :

Need for energy diversification and specialisation



No other solution for medium / long range aircrafts



Propose ultra efficient technologies, able to reduce fuel demand and price impact



In longer term, choices will have to be made in terms of preferential affectation of the feedstock



Ready ! Safe ! Efficient !



Extend the panel of biomass and increase process efficiency



Hydrogen-based technologies to be developed as an additional solution (not a replacement!)



Compatible ! Already certified, and **compatible with all aircrafts** up to 50%, with a target of 100% in 2025. Compatible with all aircrafts, all airports, all parts of the world

Les 3 enjeux majeurs des SAF



Création d'un marché (offre / demande)

- Mise en place de mécanismes de soutien
- Investissements massifs dans la production



Assurer la durabilité

- Mise en place de critères de durabilité pour toutes les filières
- Qualification des gains environnementaux (y compris non-CO2)



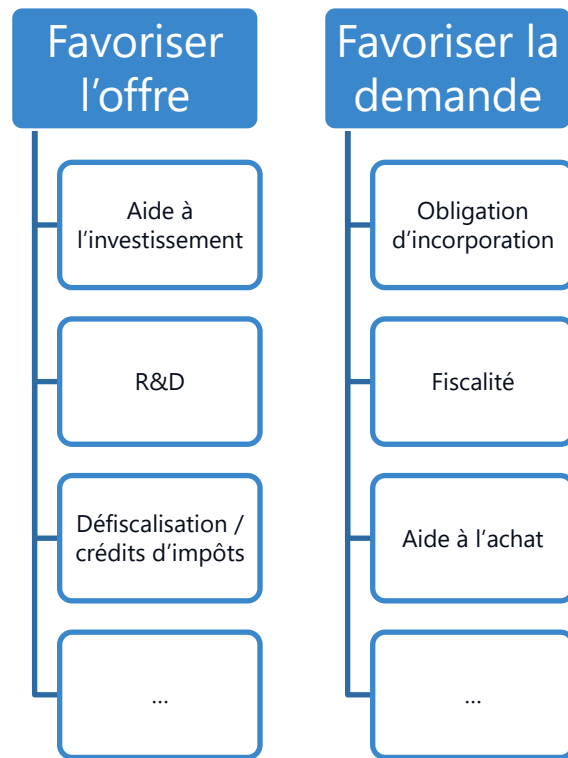
Assurer le maintien d'un niveau de sécurité optimal des vols

- Compatibilité des matériels jusqu'à 100% de SAF



La création d'un marché SAF : l'enjeu majeur actuel

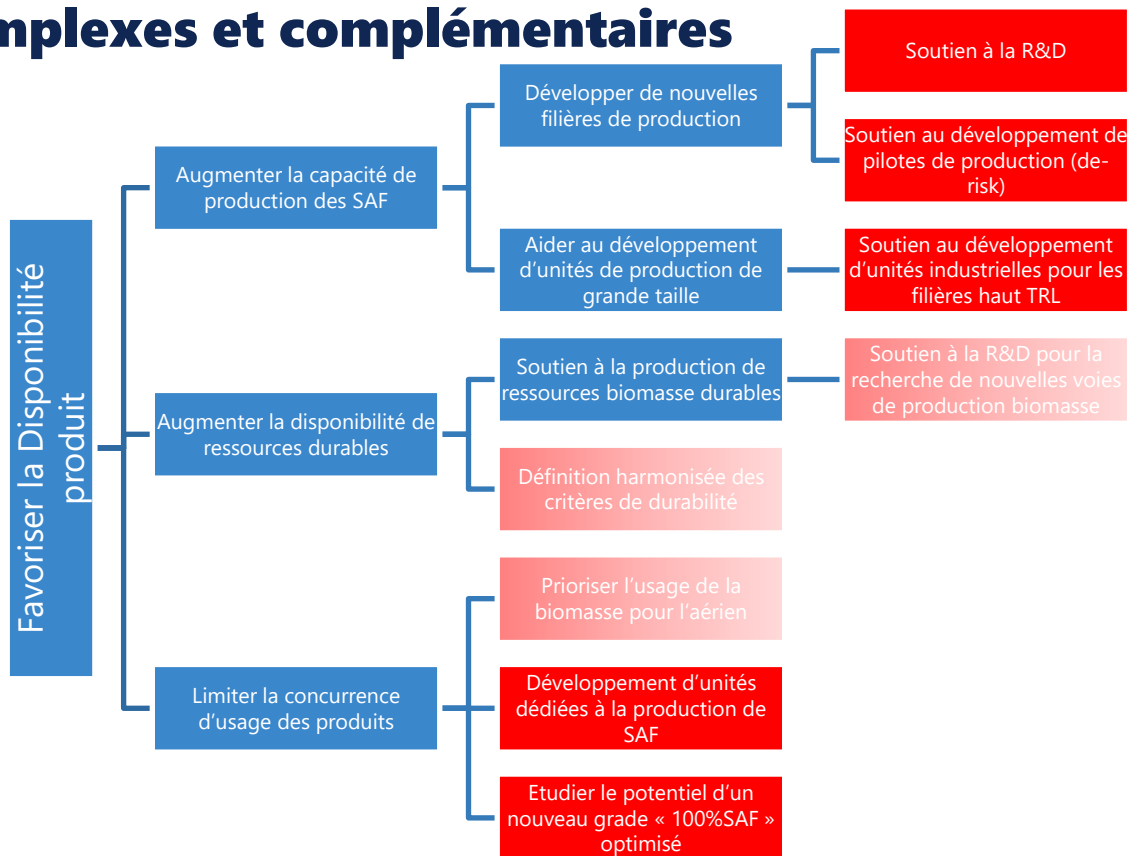
- La création d'un marché nécessite la création d'une demande ET d'une offre
- Sans un soutien fort des pouvoirs publics, il est peu probable de voir se développer une demande volontaire forte, et peu probable de voir se réaliser les investissements massifs nécessaires
- Les mécanismes de soutien sont multiples et complémentaires



Ces mécanismes sont complexes et complémentaires

2 (+1) axes de travail complémentaires :

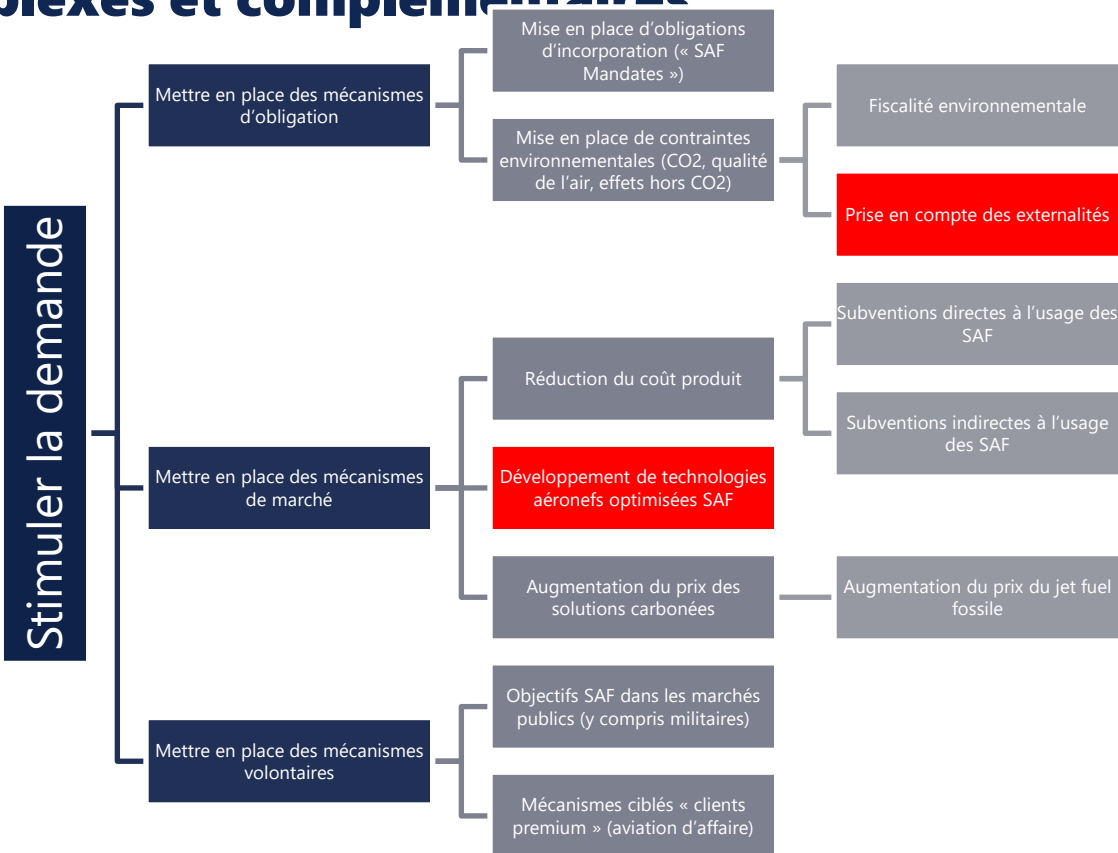
- Stimuler l'offre (disponibilité produit)
- Stimuler la demande
- (et permettre une adéquation entre l'offre et la demande)



Ces mécanismes sont complexes et complémentaires

2 (+1) axes de travail complémentaires :

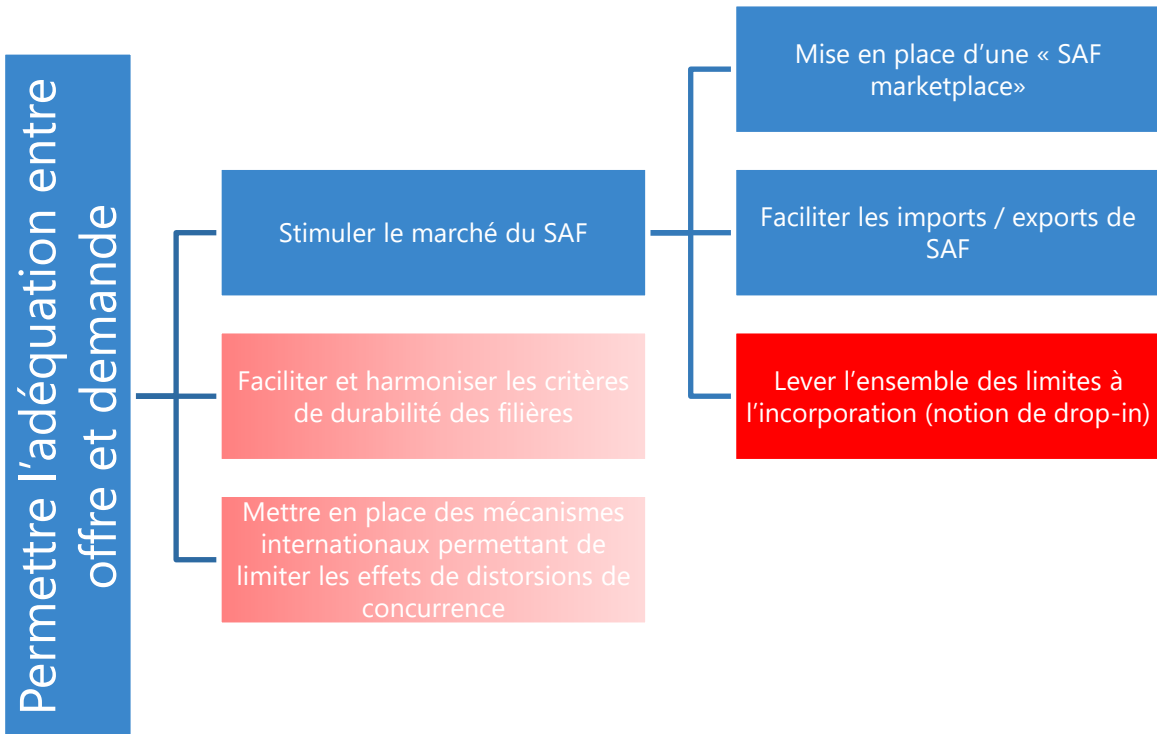
- Stimuler l'offre (disponibilité produit)
- Stimuler la demande
- (et permettre une adéquation entre l'offre et la demande)



Ces mécanismes sont complexes et complémentaires

2 (+1) axes de travail complémentaires :

- Stimuler l'offre (disponibilité produit)
- Stimuler la demande
- (et permettre une adéquation entre l'offre et la demande)



Safran Holistic Approach of SAF



Validate

Validate the full compatibility of SAF with all Safran products.



Assess

Assess the global potential of SAF (environmental, including non-CO2 effect, operational, economical...)



Develop

Propose technologies fully compatible with SAF (up to 100%) and study the global SAF/aircraft optimization



Demonstrate

Demonstrate, through ground or flight tests, the potential of SAF



Support

Support, through global initiatives and offtakes, the development of SAF



Advocate

Advocate for SAF crucial interest for aviation and support global partnerships dedicated to SAF massive deployment



A global strategy to support SAF global ramp-up (selected examples)



Supporting the development of production units

- investment in the German INERATEC PtL production technology (and other to come !)



SAF long term trial ADAC (Germany)



First helicopter flight with SAF, Australia



First 100%SAF commercial flight, United Airlines

Partnering with customers



Supporting international SAF development

- SBRC Khalifa University
- SAF@India: assessing the potential of SAF in India (Airbus, Safran, Axens, AdP/GMR)

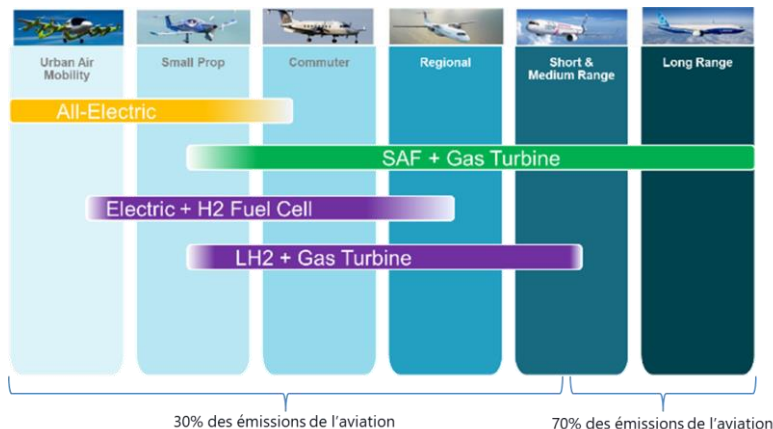
- European Low Carbon Fuel Alliance



Lead by example : use of SAF in Safran activities

20+% SAF in all fuels used in Safran engine reception tests

Conclusions



- L'industrie aéronautique s'est engagée à atteindre la neutralité carbone en 2050. Afin d'atteindre cet objectif, une diversification des sources énergétiques est à attendre, mais une certitude demeure : le déploiement **immédiat** et **massif** de SAF (Sustainable Aviation Fuels) est obligatoire
- L'incorporation actuelle de SAF est limitée à 50 % mais l'industrie aéronautique s'est fixé un objectif de compatibilité à 100% SAF d'ici 203, **avec pour priorité la définition d'une qualité produit permettant de faciliter la production.**
- La priorité actuelle reste la création d'un **marché stable et pérenne des SAF**, en prenant en compte la complémentarité des filières et la nécessité de mettre en place des mécanismes permettant à l'ensemble des filières de se développer.
- Les liens forts entre producteurs/énergéticiens et OEMs/utilisateurs finaux sont nécessaires pour permettre ce développement. Safran a notamment bâti un réseau de partenariats stratégiques autour de cette thématique (CEA, EDF, TTE...)

POWERED BY TRUST

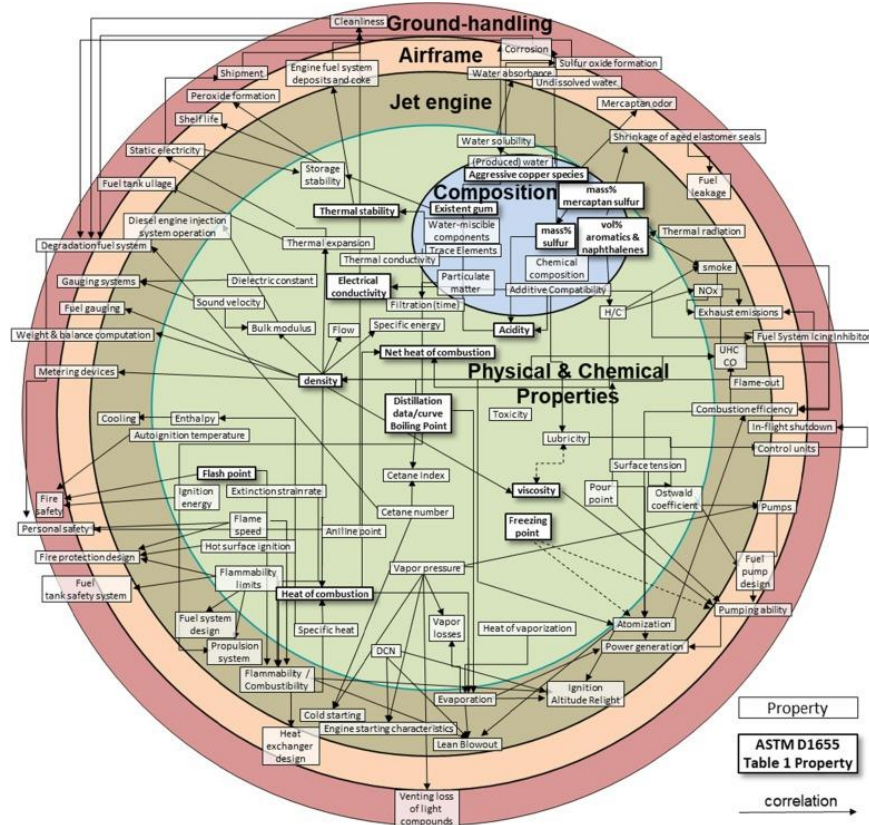
11 pathways currently certified, up to 50% blending ratio

- Current approach is based on the « drop-in » concept :
 - « strictly no impact on aircraft safety and operation, as well as on logistical aspects »
- Net zero emission level for aviation will require to remove this blending limit to go to 100%SAF compatibility, with a key question : **drop-in or not drop-in ?**

FUEL TYPE	AVIATION IMPACT	EXPECTED BENEFITS	QUESTIONS/REMARKS
Equivalent to Jet A1 / "drop-in" (ASTM D1655/D7566) Some pathways can be raised to 100%, if they are blended with (potential TBD) synthetic aromatics.	No impact - to be approved, fuel must be compatible with all aircraft currently in service and tomorrow's fleet	Significant reduction in CO₂ emissions Benefit for climate Reduction in non-CO₂ emissions linked to the chemical composition, low aromatics, low sulfur - magnitude TBD	- Forecasted ASTM clearance 2025? - Mixability with conventional fuels to be analyzed for systems & equipment
"non drop-in" <i>New fuel specification</i> Definition of a new fuel grade chosen in order to maximise the impact of 100%SAF (environment, production potential, availability, cost...)	Change to aircraft specification - new certification activity required. Some aircraft & engine modifications may be needed according to the magnitude of properties changes Fuel supply & airport operation implications to be assessed.	Significant reduction in CO₂ emissions Benefit for climate Significant reduction in non-CO₂ emissions <i>Contrails, particulates</i> Benefit for climate & air quality Maximize the production potential via innovative formulations / production routes (potentially disruptive aircraft technologies to be developed / certified)	Today no specification 100% <i>neat</i> SAF 2 solutions currently discussed : Jet X 0 aromatics jet fuel grade « high availability » non drop-in grade

Un choix complexe

- Les propriétés carburant sont critiques pour un grand nombre de fonctions de l'aéronef
- Ces propriétés sont largement intercorrélées
 - Il ne s'agit pas uniquement d'un problème de compatibilité élastomères !
- Ces propriétés doivent parfois faire l'objet de compromis
 - Autoinflammation : combustion vs sécurité feu
 - Aromatiques : émissions vs compatibilité matériaux vs stabilité de combustion vs...



Source : DLR, EU Jetscreen project