



**MINISTÈRE
DES ARMÉES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Information technique sur les biocarburants aéronautiques

IP Romain PÔNE – CDT Nicolas JEULAND

SEA/CEPIA

15 décembre 2020

Ordre du jour

- Les enjeux des armées
- Le carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique
- Un carburant sûr et maîtrisé
- Efficacité opérationnelle et énergétique

Les enjeux des armées

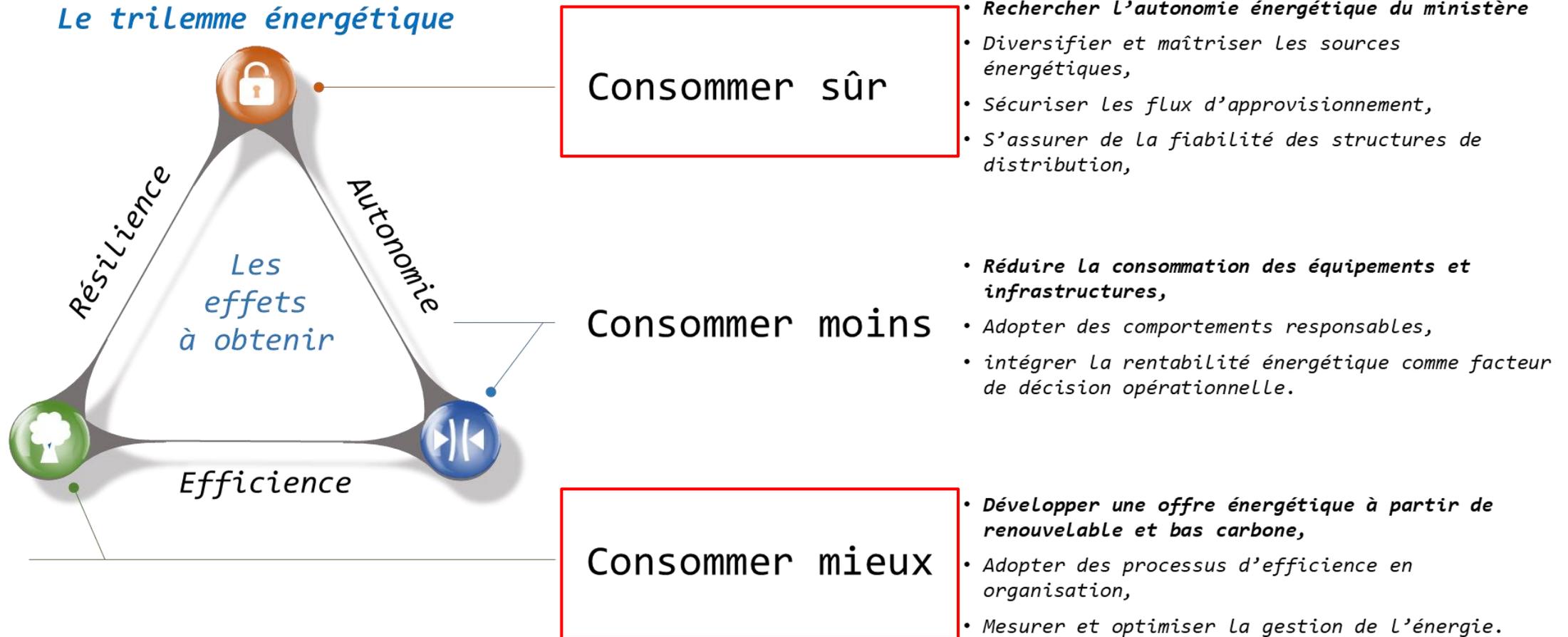
- Stratégie énergétique de Défense
 - Présentée par M^{me} la Ministre le 25 septembre 2020 au CSLSEA.
 - «Le MINARM s'engage sur la trajectoire nationale¹ de décarbonation en assurant une consommation **minimale** de « biojet », et se prépare à rejoindre la neutralité carbone en 2050, pour le secteur aérien ».
 - Feuille de route MINARM en cours de définition.
 - Dès 2021, la consommation du territoire national comprendra 0,5% de biocarburant aéronautique.

 **Faire de la transition énergétique un atout opérationnel.**

(1) 2% en 2025, 5% en 2030, 50% en 2050

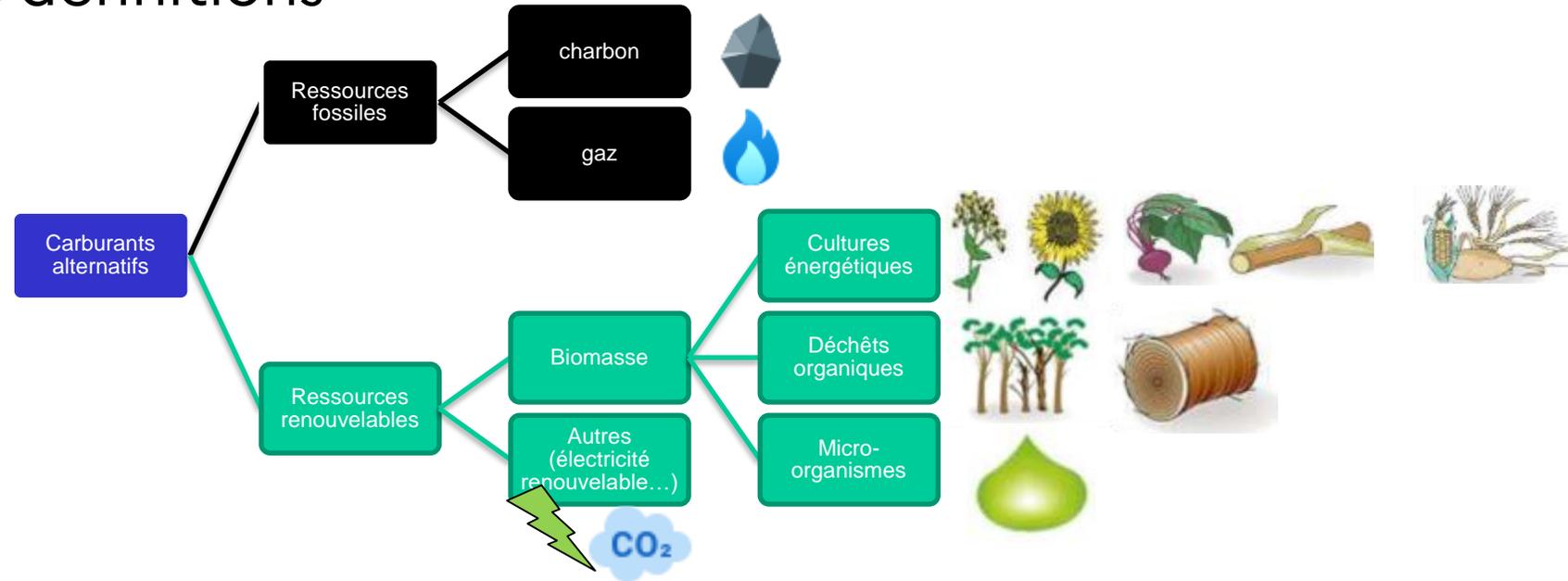
Les enjeux des armées

- Le biocarburant aéronautique participe au trilemme énergétique :



Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

- Quelques définitions



- Un peu d'histoire...

- Allemagne années 1920 : mise au point du procédé Fischer-Tropsch. 
- États-Unis d'Amérique en 1945 : récupération du savoir-faire et du personnel.
- Afrique du Sud années 1960-1990 : évolutions du procédé Fischer-Tropsch. 

Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

- Tout a recommencé en 2005

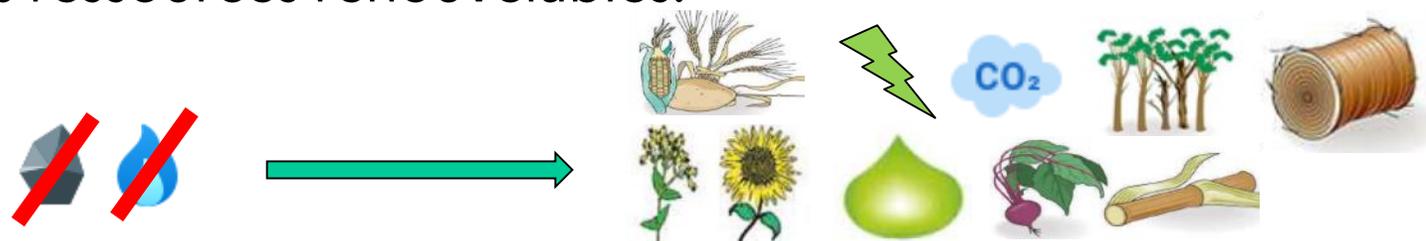
- Energy Policy Act 2005 (EPAAct-2005) : point de départ d'une politique énergétique américaine ambitieuse. 

Lancement des processus de certification civile.

- Forte implication de l'US DoD, objectif de l'époque :

- 2011 : certification de l'ensemble des flottes USAF pour l'utilisation des carburéacteurs contenant du carburéacteur synthétique (50/50) ;
- 2016 : 50 % de la consommation domestique sera du carburéacteur synthétique.

- Arrivée de l'administration Obama : mise au ban des matières premières fossiles et promotion des ressources renouvelables.



Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

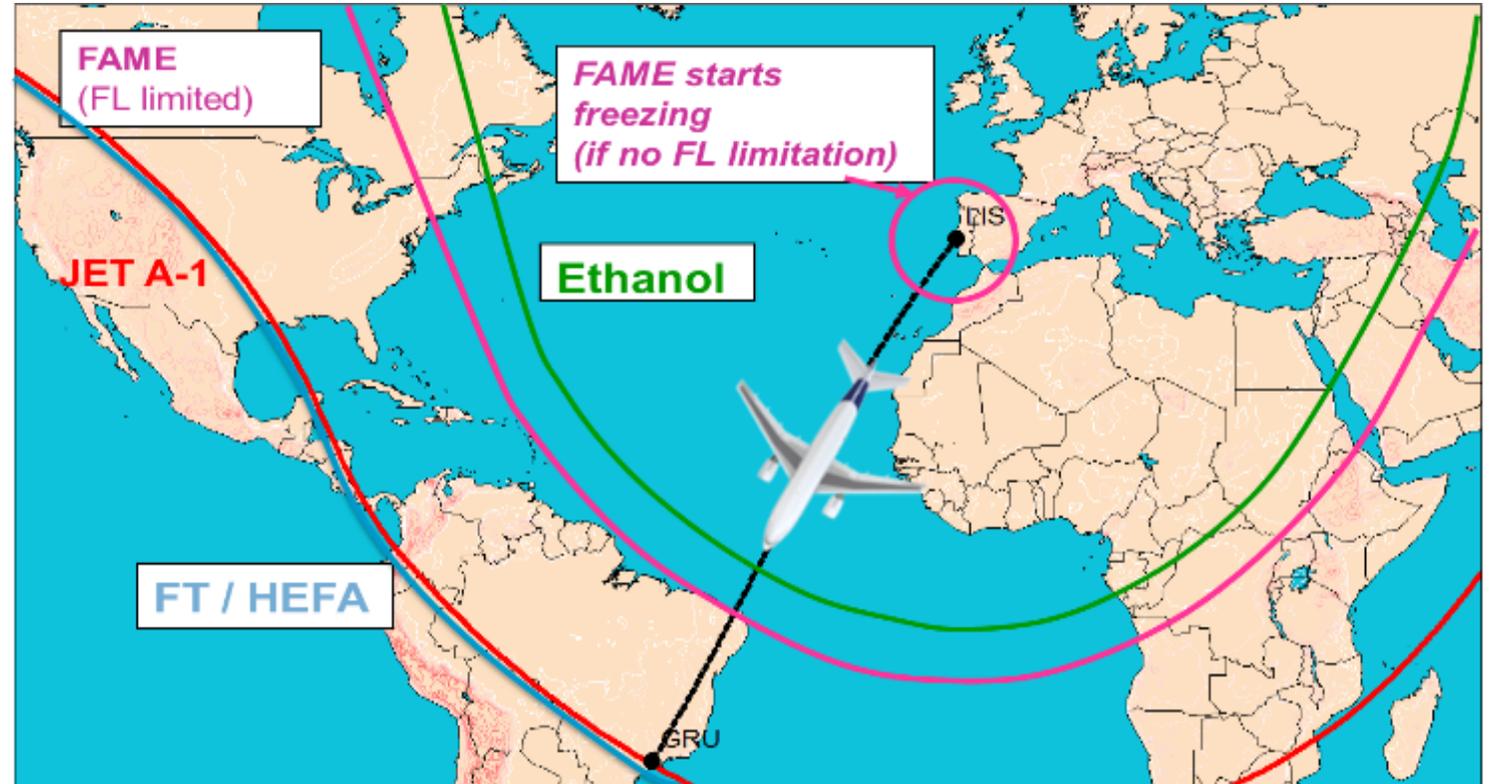
Concept retenu : carburants « Drop-In »

- Le carburant contenant du biocarburant aéronautique doit :
 - Être conforme à la spécification du carburéacteur d'origine fossile.
 - Être directement substituable au carburant d'origine fossile sans modification :
 - des aéronefs ;
 - des moteurs ;
 - du domaine de vol ;
 - de la maintenance des aéronefs ;
 - des modes d'usage de l'aéronef et notamment de la sécurité des vols ;
 - des installations de distribution.

Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

Première conséquence du concept de « drop-in » : les filières de carburants alternatifs développées pour le transport terrestre (éthanol, biodiesel) **NE SONT PAS compatibles** avec un usage aéronautique

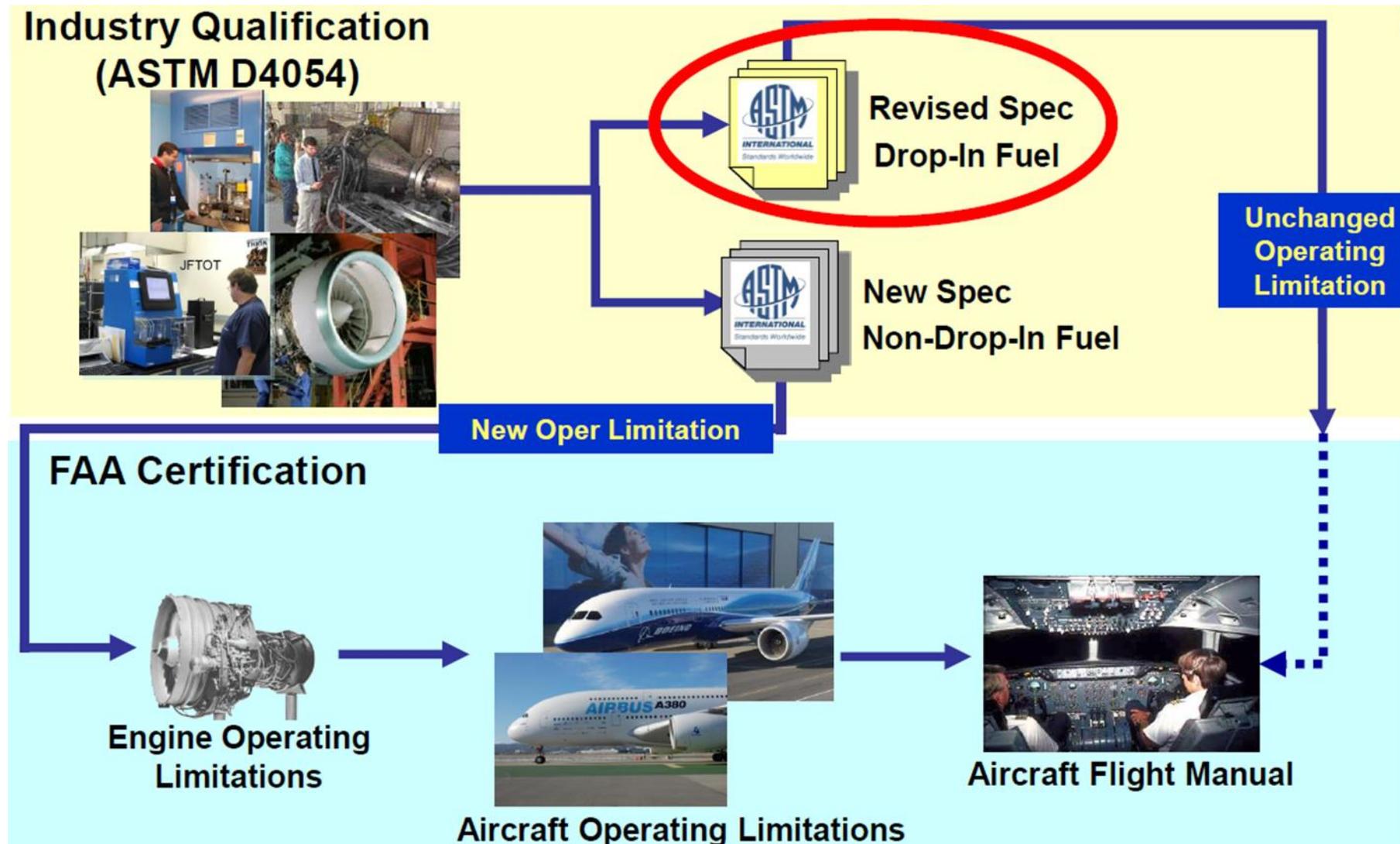
- Alcools (éthanol / méthanol) :
Faible contenu énergétique
Compatibilité avec matériels (joints, métaux...)
- Biodiesel / EMAG :
Faible contenu énergétique
Propriétés à froid à améliorer
Stabilité à l'oxydation faible



(GRU) Guarulhos Intl, Sao Paulo, SP, BR

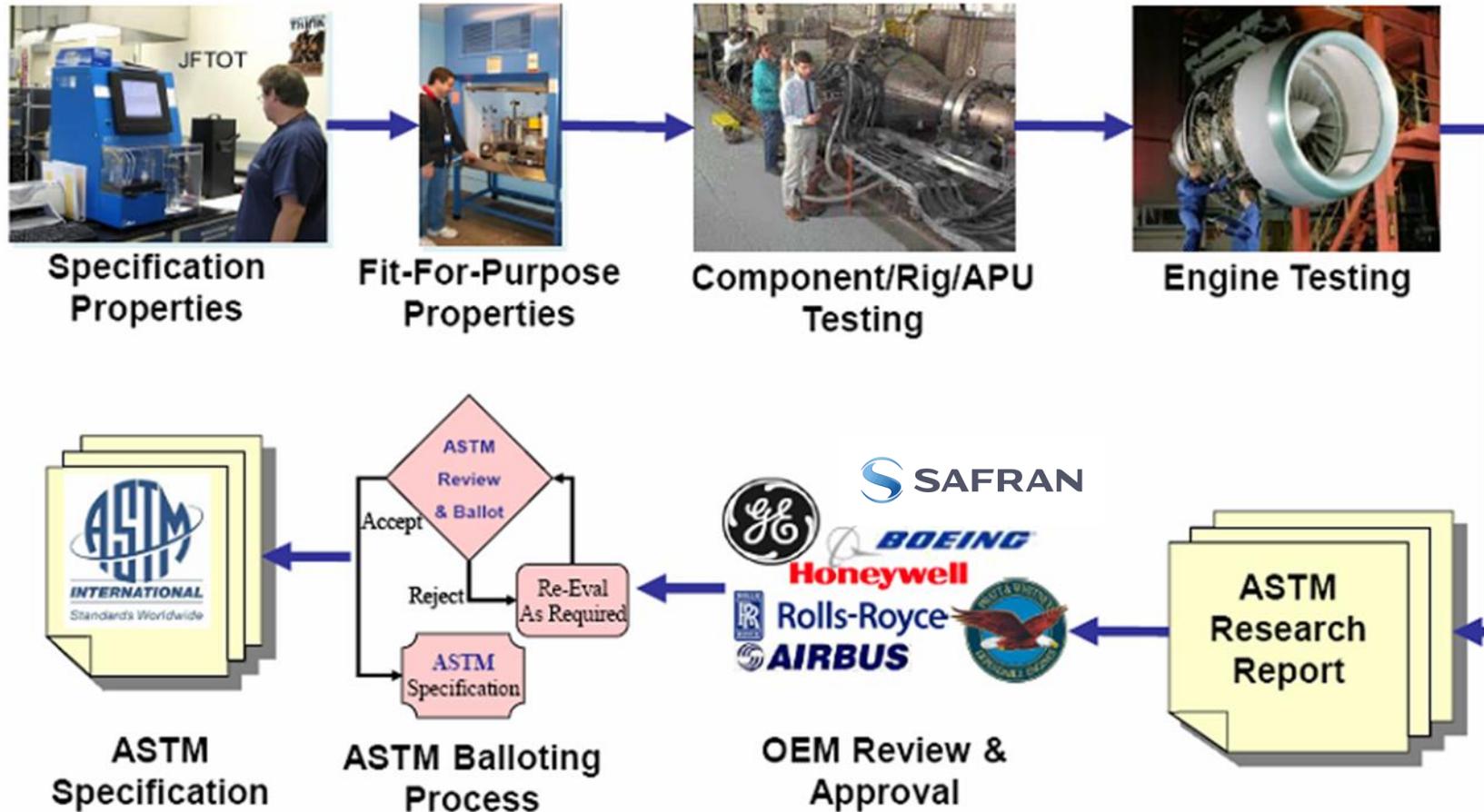
Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

Le concept du « Drop-In »



Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

La certification d'un carburant (ASTM D4054) :



Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

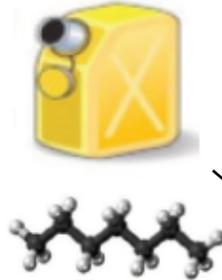
Les spécifications ASTM (civiles) en vigueur

- ASTM D1655 : spécification du carburéacteur ;
- ASTM D7566 : spécification des carburants synthétiques pouvant être mélangés au carburéacteur et spécification de ces mélanges ;
- Mention réciproque entre les spécifications ASTM D1655 et ASTM D7566.

Un carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique, conforme à l'ASTM D7566, doit être considéré comme du Jet A1.

Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

=
carburéacteur d'origine fossile + biocarburant aéronautique



Unique filière de carburant
d'origine fossile



Nombreuses filières de carburants synthétiques
issus de ressources multiples :
huiles usagées, biomasse, déchets...



Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

Spécification ASTM D7566

(Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons)

Filière	N° d'annexe ASTM D7566	% vol max. d'incorporation autorisé	Année d'intégration
 FT-SPK ¹	1	50	2009
 HEFA ²	2	50	2011
 SIP ³	3	10	2014
 SPK/A ⁴	4	50	2015
 ATJ-SPK ⁵	5	50	2016
 CHJ ⁶	6	50	2019
 HC-HEFA SPK ⁷	7	10	2020

¹ Fischer-Tropsch hydroprocessed Synthesized Paraffinic Kerosine.

² Synthesized paraffinic kerosine from Hydroprocessed Esters and Fatty Acids.

³ Synthesized Iso-Paraffins from hydroprocessed fermented sugars.

⁴ Fischer-Tropsch Synthesized Paraffinic Kerosine plus Aromatics, dénommés synthesized kerosine with aromatics derived by alkylation of light aromatics from non-petroleum sources.

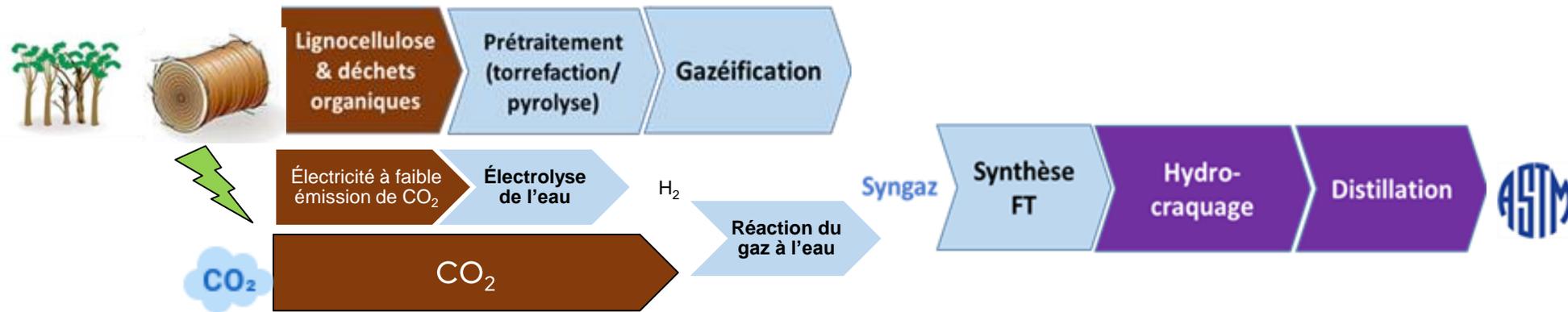
⁵ Alcohol-To-Jet Synthetic Paraffinic Kerosene.

⁶ Catalytic Hydrothermolysis Jet.

⁷ Synthesized paraffinic kerosine from Hydroprocessed Hydrocarbons, Esters and Fatty Acids

Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

Les filières certifiées :
FT – SPK (A1) et SPK/A (A4)



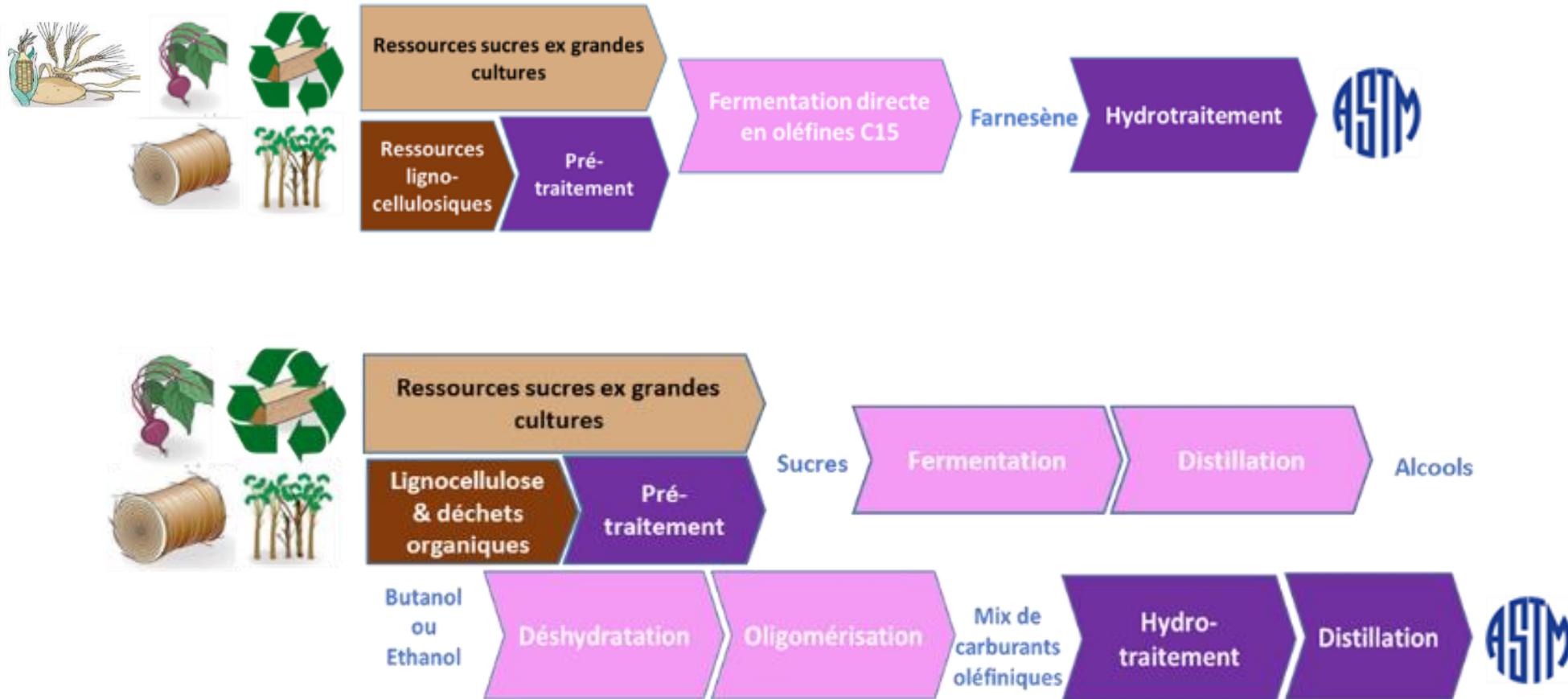
Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

Les filières certifiées :
HEFA (A2) et HC-HEFA (A7)



Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

Les filières certifiées : SIP (A3) et ATJ-SPK (A5)



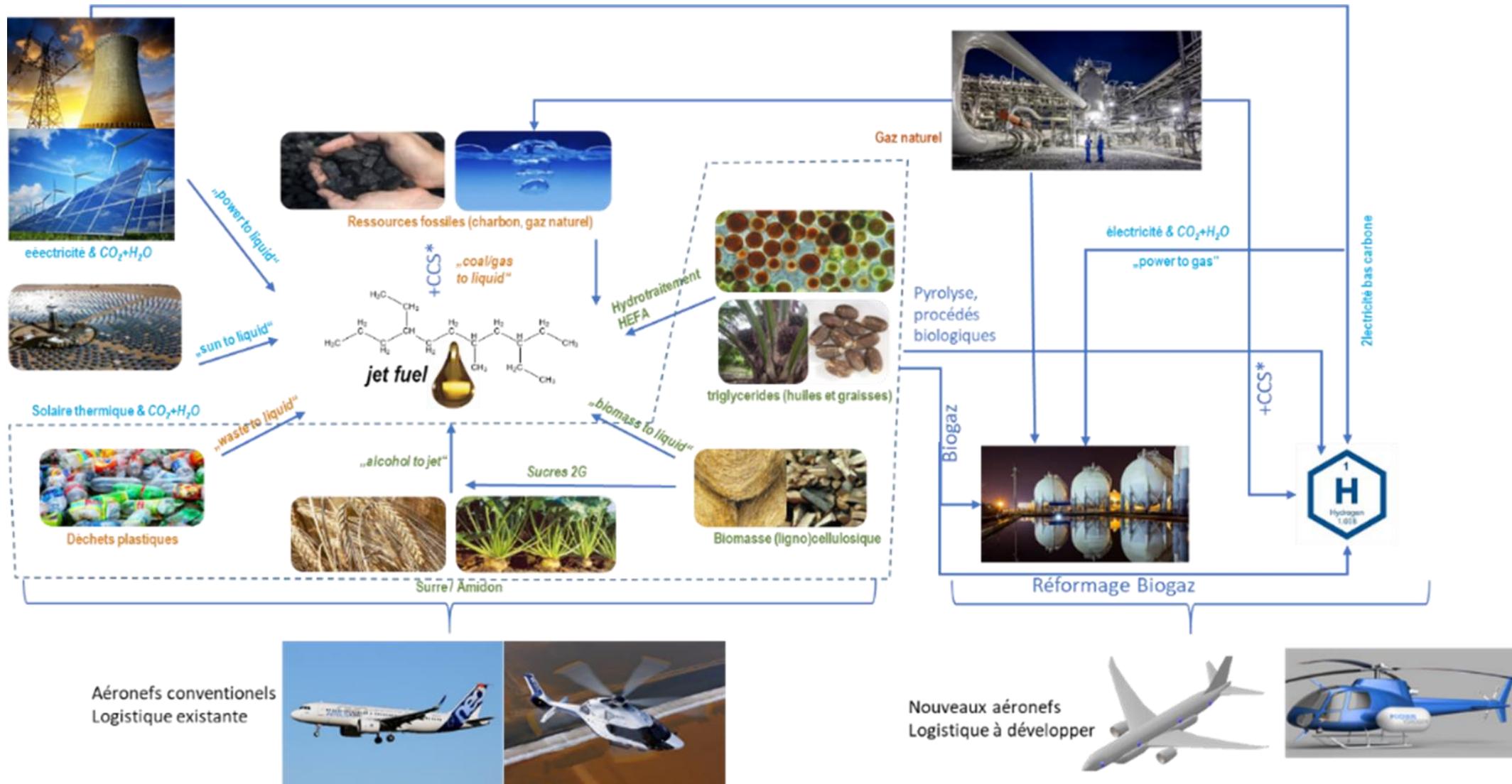
Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

Les filières certifiées :
CHJ (A6)



Carburéacteur contenant du biocarburant aéronautique

L'avenir



*CCS : Carbon Capture and Storage (capture et stockage du carbone)

Un carburant sûr et maîtrisé

- Certifié par l'ASTM *international*



- Autorisé par l'autorité technique



- Déjà utilisé par les armées alliées



- Contrôlé par le SEA



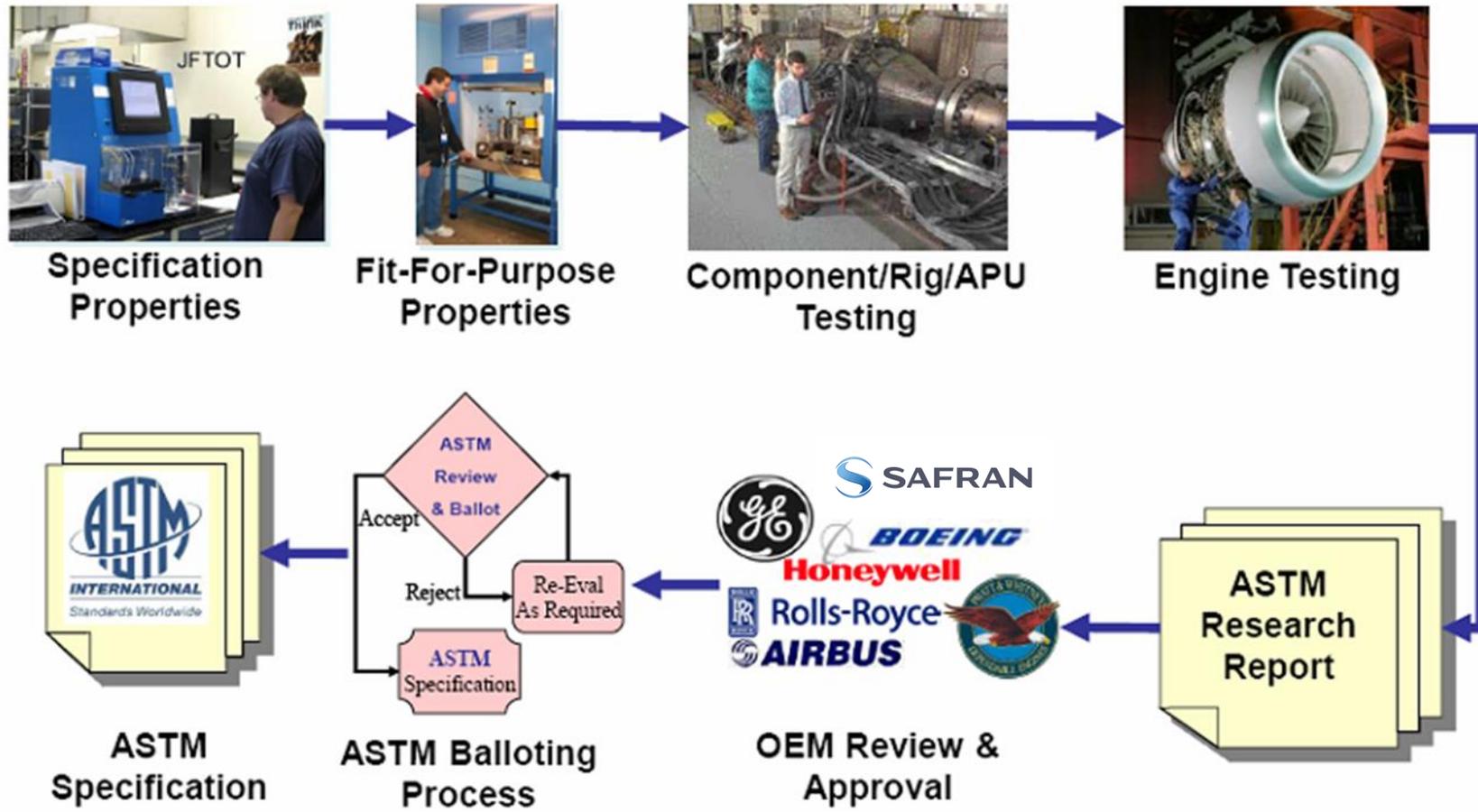
- Compatible avec la politique du carburant unique



Un carburant sûr et maîtrisé

Certification civile par l'ASTM *international*

- Selon l'ASTM D4054



Un carburant sûr et maîtrisé

Autorisation militaire par la DGA, autorité technique

Un carburant certifié par la procédure civile ASTM **n'est pas** de facto certifié pour un usage militaire.

Un avion militaire est caractérisé par :

- des technologies moteur spécifiques ;
- des usages spécifiques ;
- des architectures spécifiques ;
- des qualités carburant spécifiques (F-44 notamment).

Un carburant sûr et maîtrisé

Autorisation militaire par la DGA, autorité technique

- Processus
 - Réalisation d'un essai de levée de risque sur M 88 Rafale en juin 2011.
 - Élaboration d'une démarche générique de qualification d'un nouveau carburant aéronautique (DGA / ONERA / SEA) de 2008 à 2012.
 - Sollicitations des industriels.
- Autorisation d'emploi pour tous les aéronefs de l'état émise par la note n° DGA01D18031326/DT/ST/IP/ASA du 12 juin 2018.
- Modification des spécifications DCSEA 134 et 144 (2019).
- Vol du 14 juillet 2020.

Un carburant sûr et maîtrisé

Utilisation par nos alliés

- États-Unis d'Amérique
- Hollande
- Suède...



Un carburant sûr et maîtrisé

Contrôle qualité par le SEA

Selon la spécification de référence



Selon l'ASTM D7566



Selon l'ASTM D7566 ou DCSEA 134



Un carburant sûr et maîtrisé

Un carburant compatible avec la politique du carburant unique

Une étude est actuellement en cours afin de s'assurer de la totale compatibilité des filières certifiées avec la politique de carburant unique.

Les conséquences potentielles de cette étude sont :

- l'adaptation de la teneur en additif S-1750 pour un usage terrestre, voire un changement d'additif ;
- l'adaptation du taux d'incorporation voire l'exclusion de certaines filières.

Efficacité opérationnelle et énergétique

Amélioration du MCO



Encrassement
moindre des ailettes
des turbines, et des
buses d'injection.

Interopérabilité



Opérations
interalliées
notamment

Furtivité



Réduction des suies
et de la signature
infrarouge.

Performances



Possibilité
d'optimisation
du pouvoir
énergétique.

Efficacité opérationnelle et énergétique

- **Amélioration du MCO**
 - **Un carburant ayant une stabilité à l'oxydation thermique renforcée**



Efficacité opérationnelle et énergétique

- **Interopérabilité**
 - Utilisé et autorisé notamment par les États-Unis d'Amérique



Efficacité opérationnelle et énergétique

- **Furtivité**

- Diminution de la signature IR et des suies produites par la combustion

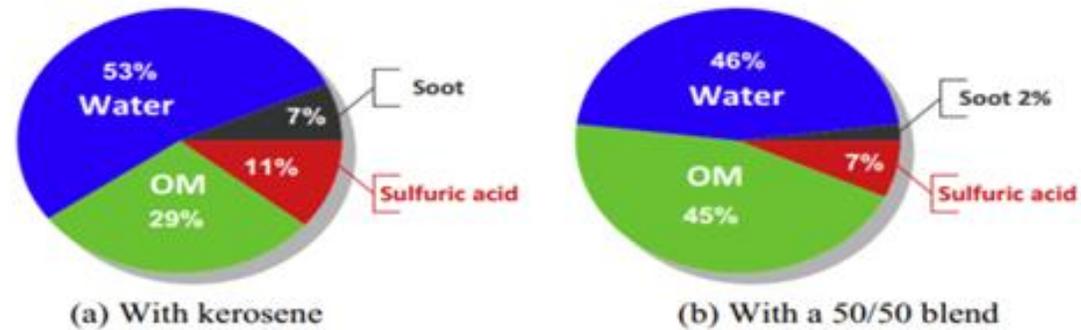
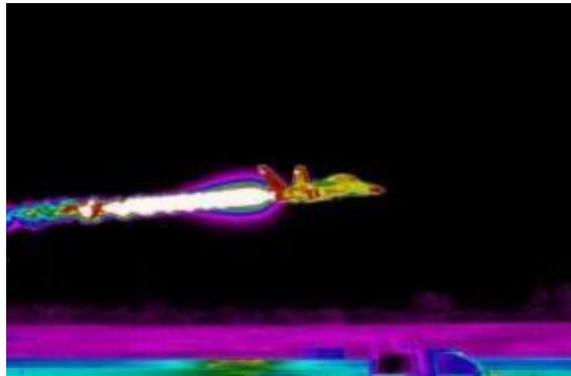


Fig. 4. Mean volume composition of mixed soot in plumes 250 m (1 s) behind the aircraft.

Efficacité opérationnelle et énergétique

- **Performances**

- Les propriétés spécifiques des biocarburants aéronautiques peuvent amener à une optimisation des conditions d'emploi des avions (autonomie, consommation...)



Conclusion

- Un carburéacteur qui répond aux :
 - enjeux des armées ;
 - exigences des armées.
- Un carburéacteur maîtrisé.
- Un carburéacteur qui propose des avantages opérationnels certains, sans modification :
 - des aéronefs ;
 - des installations ;
 - des procédures d'exploitation.

Questions ?