

LES CONSEQUENCES DE LA CRISE MULTIFORME SUR LES AVIONS DE DEMAIN

LES 3 CHOCS SIMULTANES : de mars 2019 à aujourd'hui

MAX + COVID + ECOLOGIE = PRISE DE CONSCIENCE DE LA JEUNESSE & ENJEU de COMPETITION POLITIQUE

CRISE MULTIFORME:

- Technologique
- Conceptuelle
- Réglementaire, certification, taxes punitives
- Sanitaire
- Financière
- Energétique
- Ecologique et politique
- Industrielle
- Sociétale, profil des passagers aériens

CONSIDERATIONS ENERGETIQUES

biocarburants
climatique
réchauffement
énergétique éthanol
H₂ SAF Hybride
serre effet transition
décarbonation

Besoin « d'Énergie propulsive » :

Énergie « froide »

Énergie chaude : la combustion est une oxydation continue ou « explosive »

Distinction entre sources et vecteurs d'énergie

Les premiers composants organiques de la couche terrestre : C,H,O,N

Dissociation et Combinaison de ces éléments par électrolyse, oxydation ou chaleur

Autres sources « naturelles » d'énergie:

- cinétique : éolien, marée motrice, hydrolienne
- potentielle : hydraulique : barrage, pelton
- Isotopique /nucléaire
- photonique : solaire
- thermique : solaire, géothermie

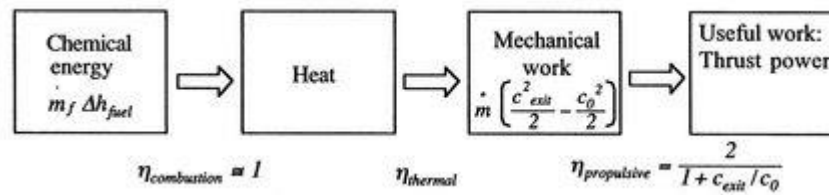
Toutes ces sources alimentant un unique vecteur difficilement stockable : électrique

ENERGIES UTILISABLES AUJOUR'HUI

En sources :

Carburants dits fossiles

La combustion d'1 litre de kérosène libère 2,52 kg de CO₂ , auxquels il faut ajouter 0,52 kg pour l'extraction, le transport et le raffinage, soit un facteur d'émission total de 3,04 kg de CO₂ par litre de kérosène (ou 3,81 kg de CO₂ par kg de kérosène)



Biocarburants

En vecteurs :



Electricité

POUR DEMAIN et APRES DEMAIN

En sources

Biocarburants, cf annexe

biocarburants de synthèse ,e-carburants , cf annexe

Les e-carburants, ou électrofuels, sont des carburants synthétiques produits à partir d'électricité issue de sources durables et de monoxyde ou dioxyde de carbone puisé dans l'air. Ce processus aboutit à la fabrication de méthanol, de e-kérosène et de LNG (gaz naturel liquéfié).

En vecteurs :

Electricité (production, stockage, masse des batteries, logistique, rendement global...)

H2 (*) (production, stockage, logistique cryogénique, risque, rendement global...)

Quid des émissions gazeuses ?

CO₂, Nox, H₂O (voile contribuant massivement à l'effet de serre), Condensation/ *chemical trails*

Equation économique des énergies de substitution ??? (Coûts réels, Taxation punitive, incentive...)

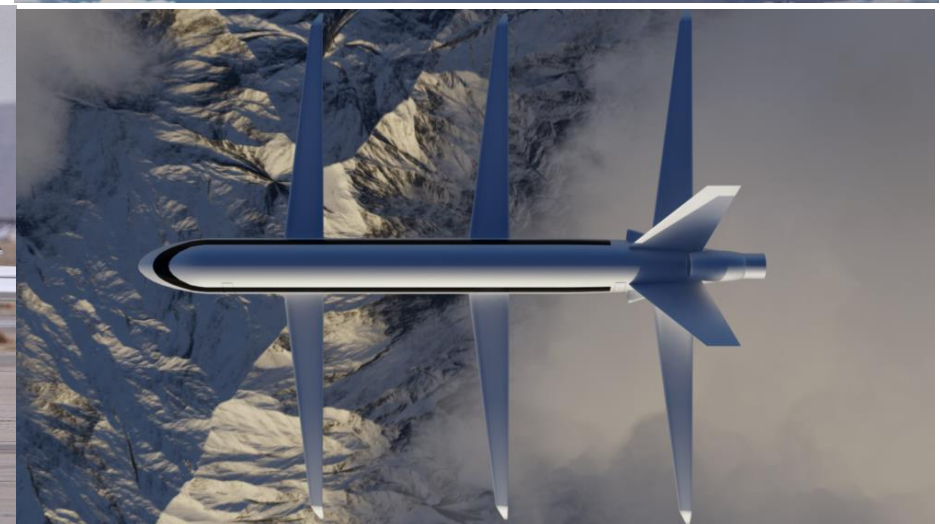
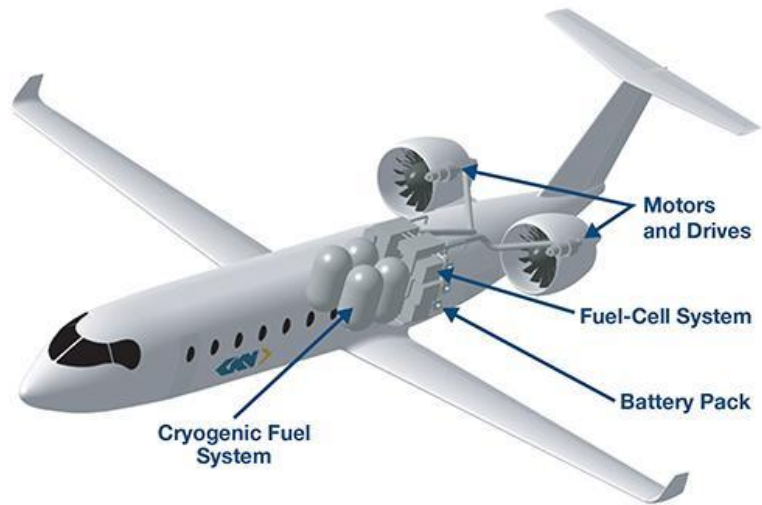
(*) Des sources primaires d'hydrogène existent et sont actuellement inexploitées (Bourakébougou au Mali)

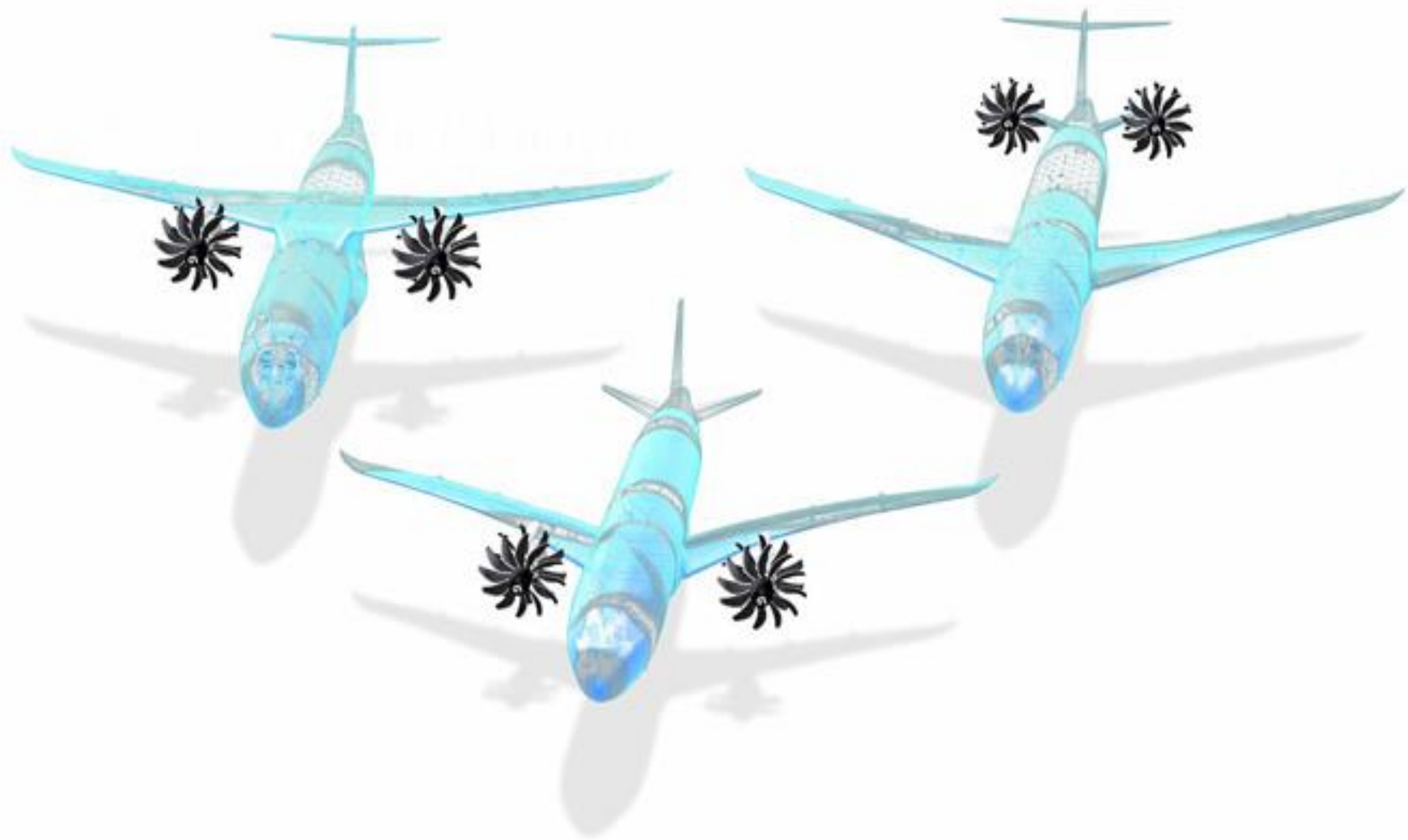


AGATAF Nice Octobre 2021 PIERRE VELLAY

LES AXES DE PROGRES POUR LES AVIONS







CFM concept rendering - not representative of any defined future aircraft configuration

L'équation de Bréguet toujours d'actualité :

Comment agir synergétiquement sur

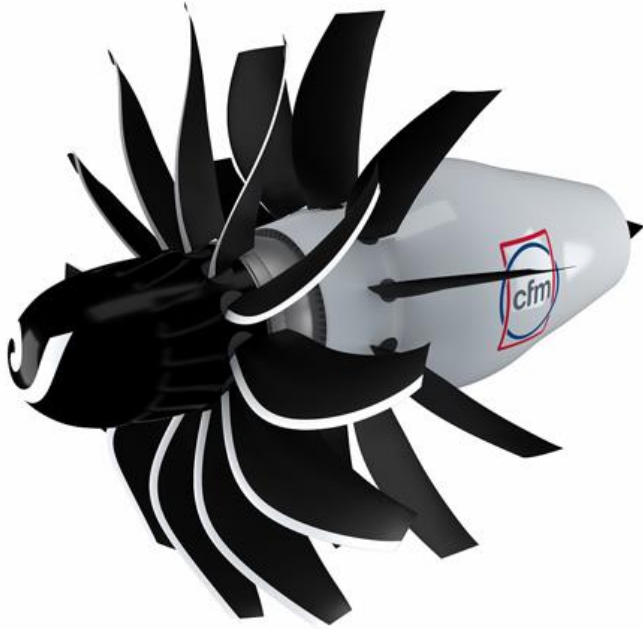
- La masse
- La traînée
- La consommation spécifique

pour un optimum de charge payante pour une mission donnée, avec un coût complet d'exploitation cohérent avec les revenus

sans augmenter les contraintes d'exploitation, telles que la compatibilité aéroportuaire et la logistique.

en compensant le surcoût technologique par la baisse des coûts d'entretien (fiabilité et process) et les économies d'énergies

POUR LES MOTEURS



Moteur RISE : Revolutionary Innovation for Sustainable Engine cf annexe

Nombreuses options architecturales: direct drive, gear box, open fan mono-étage, mono redressé, contra-rotatif , caréné, hybrides électriques

Remarque : évolution continue du taux de dilution

POUR « LA PERIPHERIE »

Moyens sol et infrastructures aéroportuaires, acheminement des passagers, du fret, maintenance et entretien

Informatique : consommation « explosive »

Internet a une empreinte énergétique double de celle du transport aérien et estimée à 18% en 2030

Mutation du big data vers le « smart data »

Les modes d'exploitation, taxiing, profils de vols

Optimisation des routes aériennes avec la possibilité de connexion du FMS (Flight Management System) avec les systèmes de gestion de trafic aérien (projet Thalès)

LA CIBLE : LES AVIONS REGIONAUX ET MOYENS-COURRIERS

- LONGS COURRIERS HORS DEBAT -pour le moment (777-9, A350,787)



Les engagements de IATA, neutralité carbone en 2050

La neutralité carbone est un raccourcissement du cycle entre la production des biocarburants, l'émission de CO2 et son absorption par les plantes (dont celles contribuant à leur élaboration), et les océans. Ne pas oublier une solution omise, à savoir **le labourage raisonné** (Cf annexe)

Cohérence entre calendrier politique affiché et chronologie des étapes de progrès techniques conjoints énergétiques et industriels ????

POUR LE FUTUR PROCHE :

QUESTIONS AUX AVIONNEURS et aux MOTORISTES :

QUELS CRITERES, rayon d'action, capacité, section, motorisation, énergies, géométrie, matériaux,...

Rappel de la définition du « bon avion » : Agrégation synergétique et synchrone des technologies et énergies nouvelles validées

QUEL CALENDRIER, QUELS ACTEURS, QUELS PRODUITS ?

QUESTIONS POUR LES INVESTISSEURS, COMPAGNIES, BANQUES ET LOUEURS :

QUELS CHOIX et ENGAGEMENTS, QUELLE POLITIQUE DE FLOTTE, face au manque de visibilité des programmes à lancer et l'observation mutuelle des avionneurs

- Protection des actifs actuels
- Identification des besoins futurs proactivement avec les constructeurs
- Comment gérer la transition entre produits actuels et produits futurs disruptifs (acquisitions et exploitation opérationnelle et commerciale)

CONCLUSION PROVISOIRE

Les progrès conceptuels, technologiques, énergétiques et architecturaux, devront au moins compenser le rendement propulsif altéré des solutions SAF ou alternatives.

Le concept des décarbonations brute et nette du transport aérien doit être crédible avec une chronique réaliste des étapes, et proportionné avec les efforts des autres secteurs entropiques .

Les compagnies exploitantes DOIVENT être impliqués dans la stratégie produit des avionneurs et des motoristes. Le cahier des charges imposé politiquement doit être associé à une expression de besoins conjointe et coordonnée des exploitants.

Les programmes futurs d'avions ne pourront être que « disruptifs » par rapport aux produits actuels pour satisfaire la liste des exigences exogènes et endogènes, ce qui nécessitera une préparation fine de cette autre forme de transition générationnelle entre flottes/familles avions (solution de continuité, perte de communalité, formation et qualifications, énergies, logistiques, règlements...)

Toutes ces solutions énergétiques seront subordonnées à la satisfaction de la demande massive croissante d'électricité que les énergies dites renouvelables ne pourront satisfaire seules.

Annexes

Biocarburants : définitions

- a) **'bioéthanol'**: éthanol produit à partir de biomasse et/ou de la partie biodégradable des déchets et destiné à être utilisé comme biocarburant ;
- b) **'biodiesel'**: ester méthylique produit à partir d'huile végétale ou animale, de qualité diesel et destiné à être utilisé comme biocarburant ;
- c) **'biogaz'**: gaz carburant produit à partir de la biomasse et/ou de la partie biodégradable des déchets, qui peut être purifié pour atteindre la qualité du gaz naturel et destiné à être utilisé comme biocarburant, ou du gaz ex-bois ;
- d) **'biométhanol'**: méthanol produit à partir de la biomasse et destiné à être utilisé comme biocarburant ;
- e) **'biodiméthyléther'**: diméthyléther produit à partir de la biomasse et destiné à être utilisé comme biocarburant ;
- f) **'bio-ETBE (éthyl-tertio-butyl-éther)'**: ETBE produit sur la base de bioéthanol. Le pourcentage en volume de bio-ETBE considéré comme biocarburant est de 47 % ;
- g) **'bio-MTBE (méthyl-tertio-butyl-éther)'**: MTBE produit sur la base de biométhanol. Le pourcentage en volume de bio-MTBE considéré comme biocarburant est de 36 % ;
- h) **'biocarburants de synthèse'**: hydrocarbures de synthèse ou mélanges d'hydrocarbures de synthèse, produits à partir de biomasse ;
- i) **'biohydrogène'**: hydrogène produit à partir de la biomasse et/ou de la partie biodégradable des déchets et destiné à être utilisé comme biocarburant ;
- j) **'huile végétale pure'**: huile produite à partir de plantes oléagineuses (trituration, extraction par un autre procédé), brute ou raffinée mais chimiquement non modifiée, si compatible avec les types de moteurs envisagés et les règlements sur les émissions correspondants.



Carburants « synthétiques » pour l'aéronautique - Trois procédés connus de fabrication -

- **Procédé BERGIUS (hydrogénation catalytique)**
 - hydrogène + charbon + huile lourde (issue du procédé), 400-450°C, 200-250 bar
 - huile lourde (réutilisée)
 - huiles moyenne et légère : essence par hydrogénation catalytique
- **Procédé FISCHER-TROPSCH (F.T.)**
 - oxygène ou air + charbon ou GNL ou biomasse (+ eau) : gaz de synthèse (syngas)
 - CTL (Coal To Liquid) : $C + H_2O \rightarrow H_2 + CO$
 - GTL (Gas To Liquid) : $CH_4 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow 2H_2 + CO$
 - BTL (Biomass To Liquid) : gasification
 - fabrication de paraffines par catalyse à partir du gaz de synthèse
 - $(2n+1) H_2 + nCO \rightarrow C_nH_{2n+2} + nH_2O$
 - raffinage des paraffines
- **Procédé KARRICK**
 - Carbonisation à basse température (LTC) en l'absence d'air d'une matière hydrocarbonée (charbon, lignite, schiste) pour en extraire des huiles et des gaz

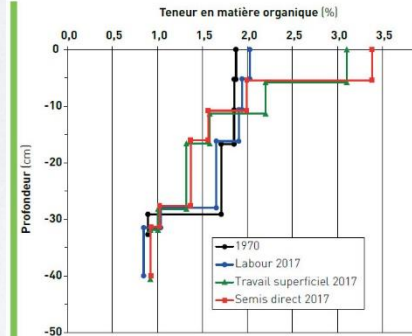
En 1944, l'Allemagne a produit 6,5 millions de tonnes de carburant synthétique (1 tonne de carburant pour 4 à 5 tonnes de houille) dans douze usines BERGIUS et huit usines FISCHER-TROPSCH

3 février 2008

	Densité	T _F (°C)	T _E (°C)	PCI (MJ/kg)	PCI (MJ/l)
Jet A1	0,800 (moyenne)	< - 47	> 170	42,80	34,24
Ethanol	0,789	-117	78,5	28,87	22,78
n-Propanol	0,803	- 126,5	97,4	30,68	24,64
Isopropanol	0,786	- 89,5	82,4	30,45	23,93
n-Butanol	0,810	- 89,5	117,2	33,08	26,79
Tertiobutanol	0,789	-	82,3	32,59	25,71
Isobutanol	0,802	- 108	108	32,96	26,43
n-Pentanol	0,814	- 79	137,3	34,73	28,27

Propriétés physiques des premiers alcools

MATIÈRE ORGANIQUE : le Labour en homogénéise la teneur sur la couche travaillée



Les écarts de teneurs en matière organique sont tous statistiquement significatifs, sauf entre les horizons 28 et 32 cm.

Distribution de la matière organique selon la profondeur en fonction du mode de travail du sol, observée en 1970 et en 2017. Les anciens labours ont été réalisés jusqu'à 28 cm, et les plus récents à 21 cm. Le travail superficiel a été réalisé à 10 cm au début de l'essai, et seulement à 5 cm plus récemment.



CFM RISE PROGRAM



REVOLUTIONARY INNOVATION FOR SUSTAINABLE ENGINES

TARGETING MORE THAN **20%** LOWER CO₂ EMISSIONS

Advancing **open fan**
architectures

Advanced materials

100% SAF,
hydrogen capability



Step change in
propulsive efficiency

Hybrid-electric

Build on
proven technologies

Technology Maturation

Ground & flight tests

EIS by the mid-2030s

