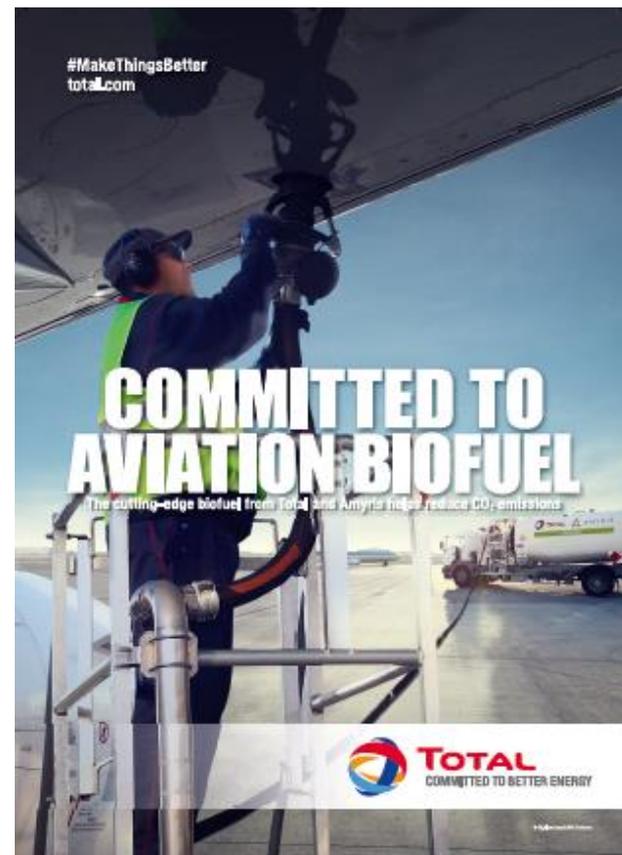


## TRANSPORT AÉRIEN RESPONSABLE & FUTURS CARBURANTS AVIATION DURABLES & RENOUVELABLES

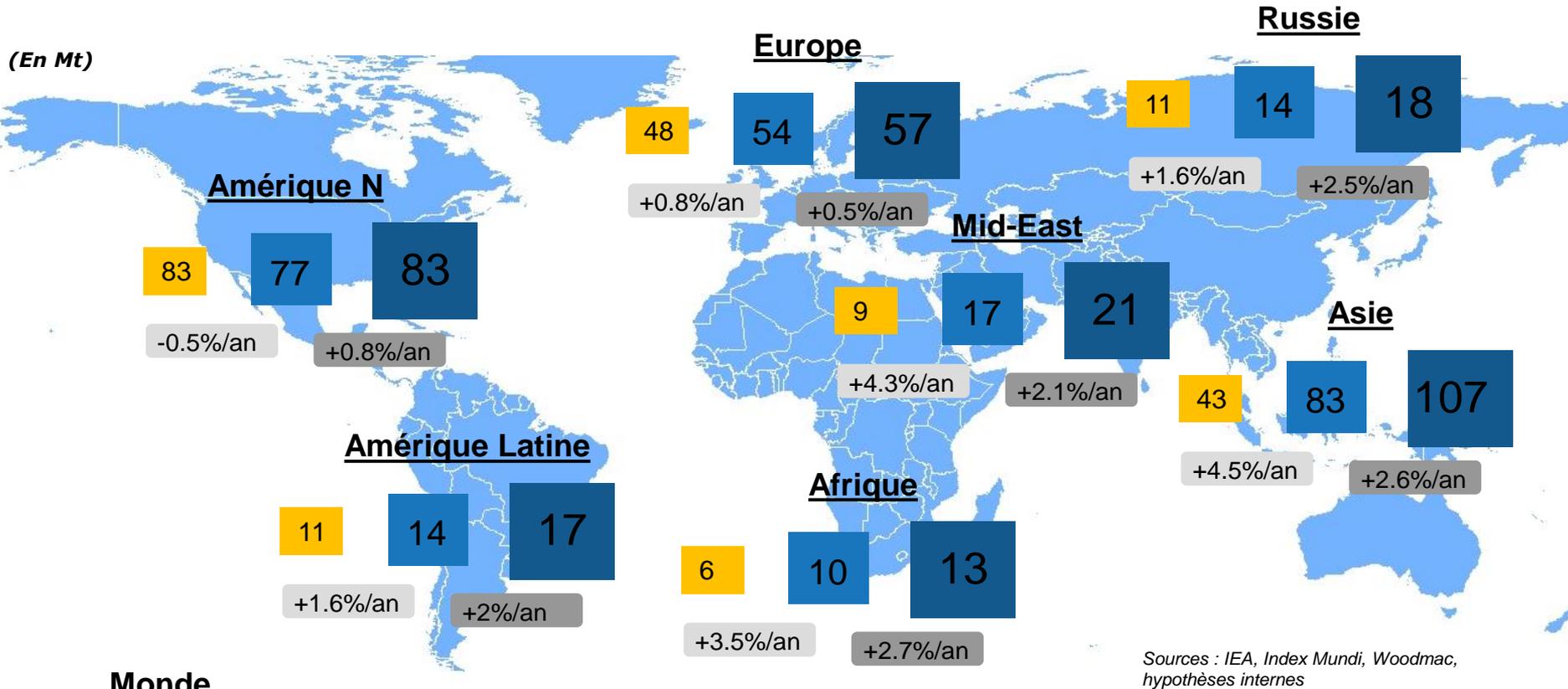
### PERSPECTIVES ET DÉFIS

ASPRM, séminaire Bioénergies, 11 Octobre 2018



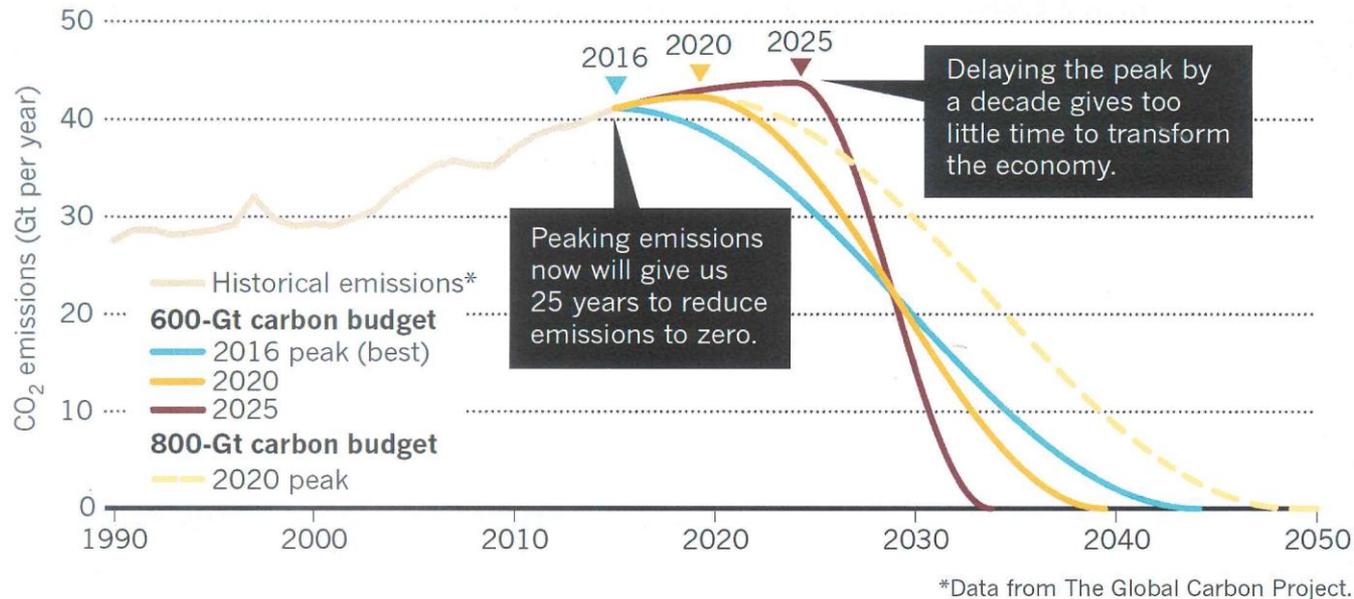
# TRANSPORT AÉRIEN MONDIAL : CROISSANCE RÉSILIENTE, FORTE ET CONTINUE, DOUBLEMENT DU TRAFIC EN 15 ANS, TIRÉ PAR L'ASIE

(En Mt)



1. Malgré les progrès en efficacité du transport aérien, la demande en carburant aviation augmente en continu: 1,5 % / an en moyenne jusqu'en 2030
2. Le carburant aviation est un produit de commodité mondialisé, pas taxé à l'international

# CROISSANCE = ÉNERGIE = ÉMISSIONS DE CO2 FACE AU DÉFI CLIMATIQUE : TOUS LES SECTEURS DOIVENT S'ENGAGER A RÉDUIRE LEURS ÉMISSIONS DE CO2

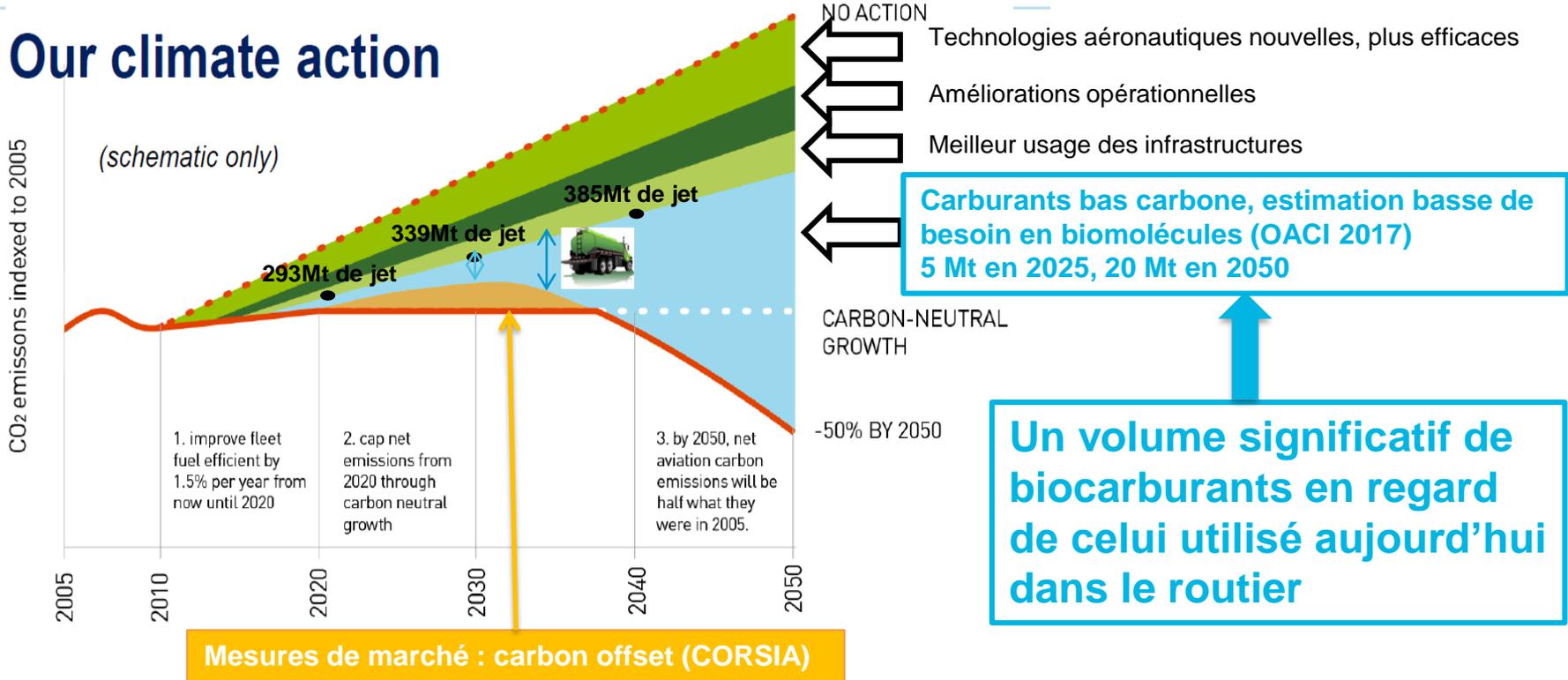


Source: Figueres et al, *Nature* June 2017

# EN QUÊTE DE CROISSANCE DURABLE, LE TRANSPORT AÉRIEN S'EST FIXÉ DES OBJECTIFS AMBITIEUX SUR LES ÉMISSIONS DE CO2

- 2020 : Stabilisation des émissions de CO2 (Carbon Neutral Growth)
- 2050 : Réduction absolue des émissions de CO2 de 50 % par rapport à 2005

## Our climate action



*Les technologies d'aéronefs en place imposent de facto l'usage de biocarburants (biojet) dans l'horizon de temps considéré : à partir de quand ?*

# A PARTIR DE 2020 : DES MESURES DE MARCHÉ POUR STABILISER LES ÉMISSIONS DE CO2 DES VOLS INTERNATIONAUX AU NIVEAU DE 2020



ICAO

ENVIRONMENT

ICAO SEMINAR ON  
ALTERNATIVE FUELS 2017

ICAO Headquarters, Montréal, 8-9 February 2017



## The Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIIA)



Coût de la tonne de CO2 évitée: autour de 10-20 €

*La compensation carbone, et le marché du carbone (ETS en Europe), est l'outil principal dans la prochaine décennie pour contenir les émissions de CO2 du transport aérien international au niveau de 2020, dans la mesure où les « offsets » existent et apportent les garanties robustes de durabilité*

# 2020-2030 : LA CONSÉQUENCE POUR LE DÉVELOPPEMENT DU BIOJET



ICAO

ENVIRONMENT

ICAO SEMINAR ON  
ALTERNATIVE FUELS 2017  
ICAO Headquarters, Montréal, 8-9 February 2017

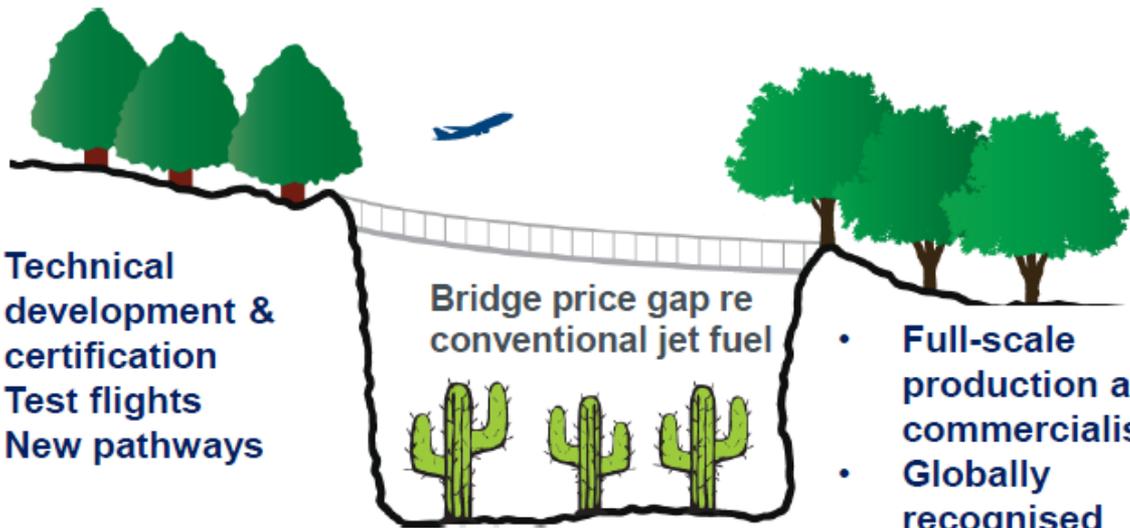


## Sustainable Alternative Jet Fuel - Challenges

Avant  
2020



- Technical development & certification
- Test flights
- New pathways



*"The Valley of Death"*

- Full-scale production and commercialisation
- Globally recognised sustainability

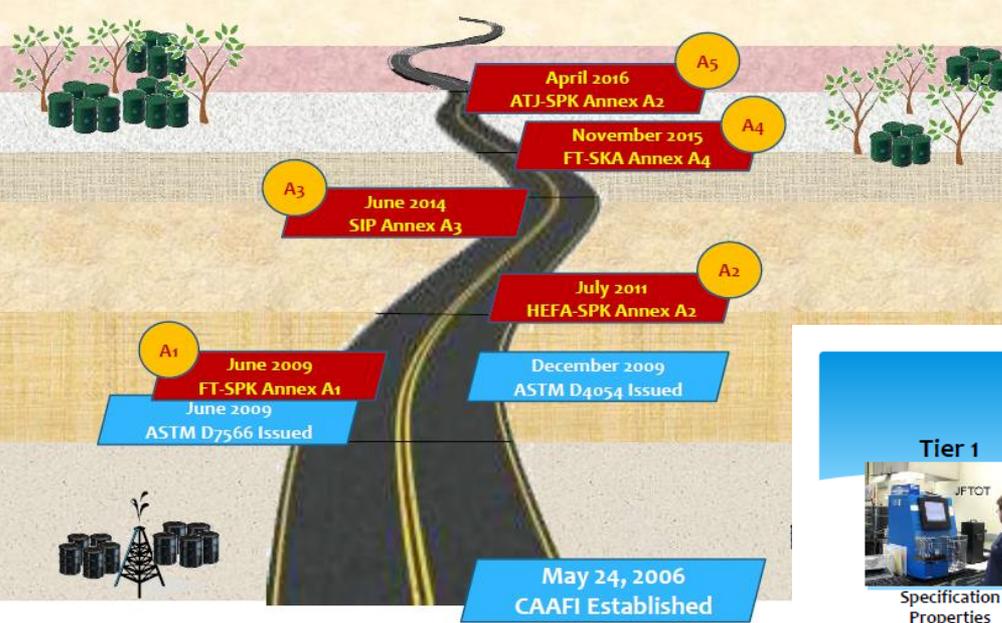
Après  
2030 ?



*Coût de la tonne de CO2 évitée par le biojet : plusieurs centaines d'€ > l'utilisation de biojet se limite aujourd'hui à des programmes de démonstration technique ou à des investissements stratégiques de compagnies aériennes pionnières, sauf si des réglementations « locales » apparaissent*

# FONDAMENTAUX DU BIOJET : SÛR ET DURABLE (1)

## A Decade of Alternative Jet Fuel

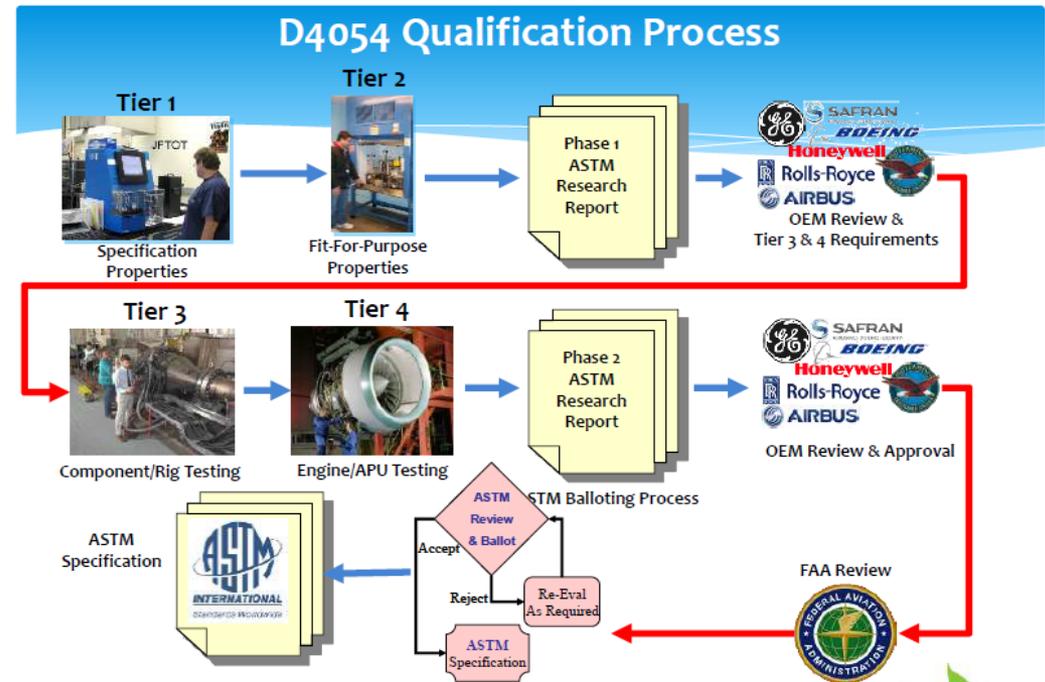


May 3, 2016

3

ASTM : un processus de certification long et coûteux, surtout pour des technologies émergentes, souvent portées par des start-ups

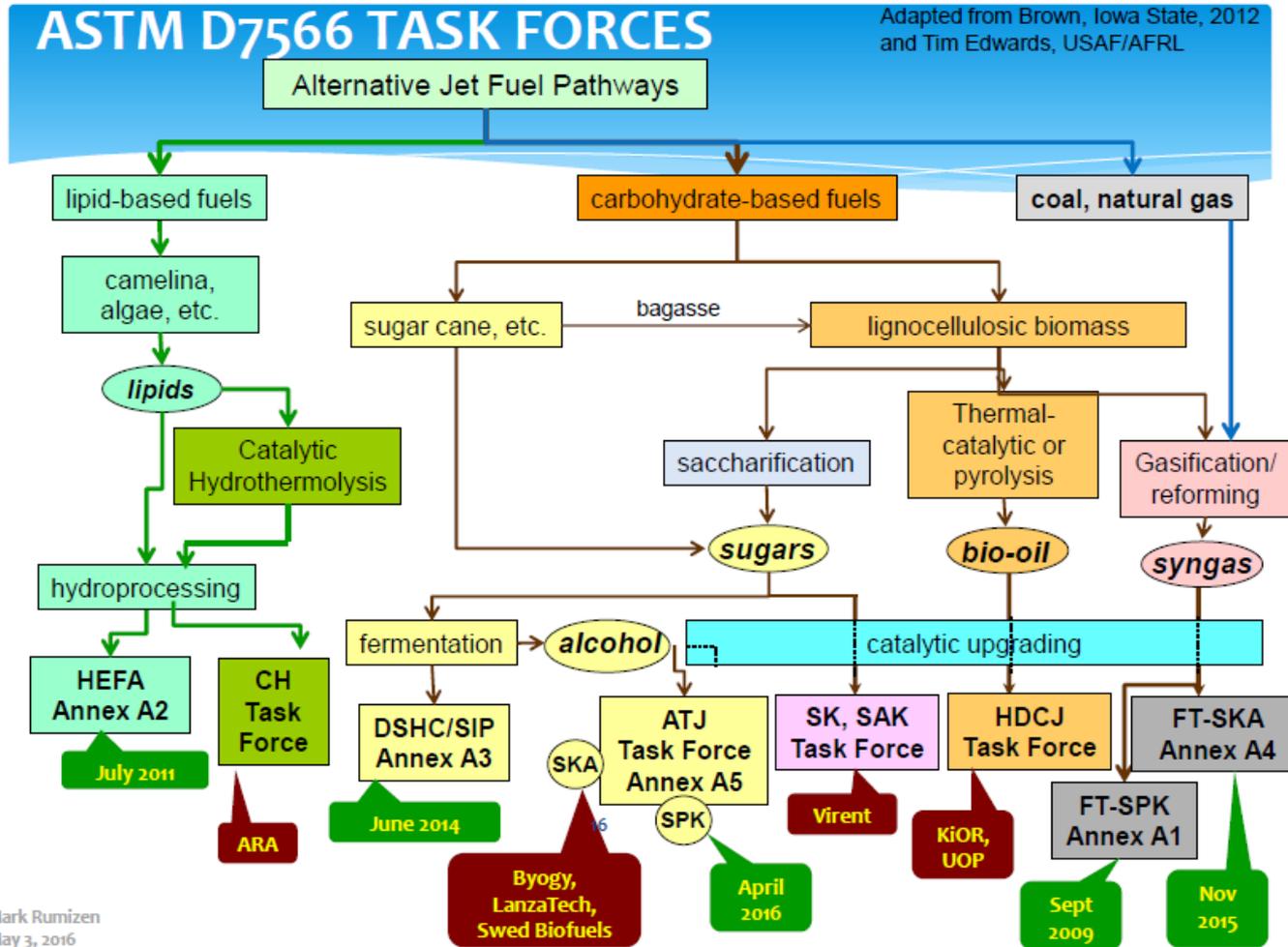
Certification ASTM International : Biojet (D7566) = Jet A1/A (D1655)  
5 filières certifiées depuis 2009, à partir de biomasse, sucres et lipides, produisant des biocarburants liquides *fongibles* avec le carburant fossile



Mark Rumizen  
May 3, 2016



# FONDAMENTAUX DU BIOJET : SÛR ET DURABLE (2)

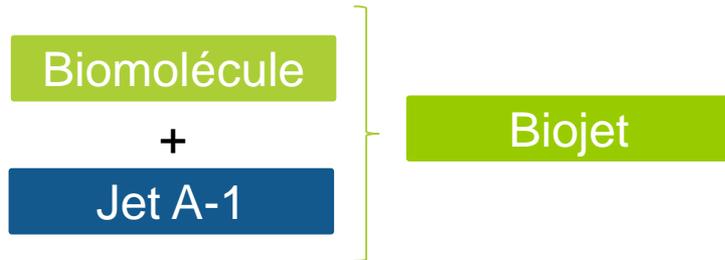


*Nombreuses filières en cours de certification ASTM: maturité faible + exigences de durabilité (matières premières) + viabilité économique non avérée = arrivée sur le marché incertaine et lointaine*

# LES DÉFIS DU BIOJET : DISPONIBLE EN VOLUME & ÉCONOMIQUE

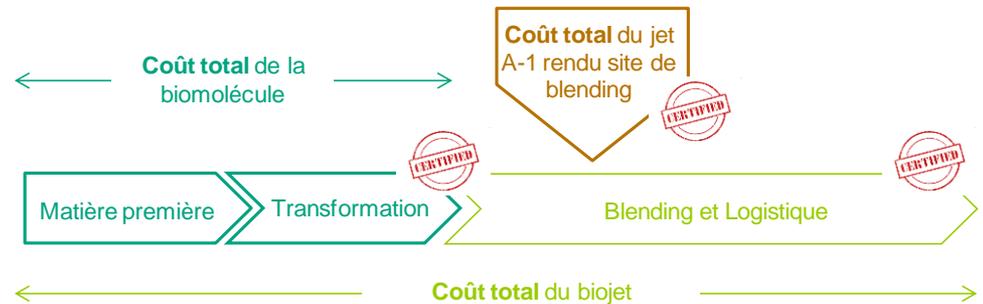
## 1. LA LOGISTIQUE

### Le coût de la biomolécule



*La biomolécule peut être issue des différentes filières certifiées ASTM*

### Le surcoût logistique



*L'incorporation de la biomolécule implique :*

*la certification du mélange*

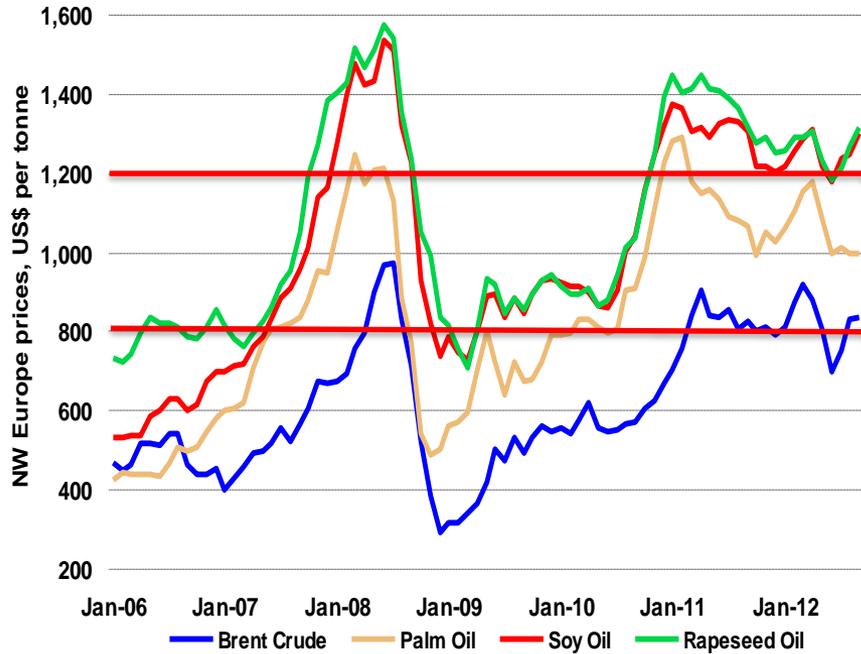
*un site de mélange, hors de l'aéroport en Europe (différence avec les US)*

*Tant que les volumes de biojet seront modestes, la logistique restera spécifique et ne bénéficiera pas des économies d'échelle de la logistique massive actuelle du carburant aviation : l'objectif à terme est bien la banalisation complète du biojet (techniquement, ASTM, biojet = jet)*

# LES DÉFIS DU BIOJET : DISPONIBLE EN VOLUME & ÉCONOMIQUE

## 2. LE (SUR)COÛT : FONDAMENTAUX (1)

La biomasse est chère par rapport au pétrole, même aux rendements théoriques



Prix du pétrole brut > prix du jet :  
**50 \$/b (373 \$/t) > 450 \$/t ; 80 \$/b (596 \$/t) > 800 \$/t**

Prix des lipides > biojet, 86 % rendement (max) :  
**800 \$/t > 930 \$/t ; 1200 \$/t > 1400 \$/t**

Prix du sucre > biojet, 27 % rendement (max) :  
**264 \$/t > 978 \$/t ; 522 \$/t > 1933 \$/t**

### Sugar Price / Consumption



Source : LMC

matières premières disponibles en volume (commodités)

Huiles  
Sucres

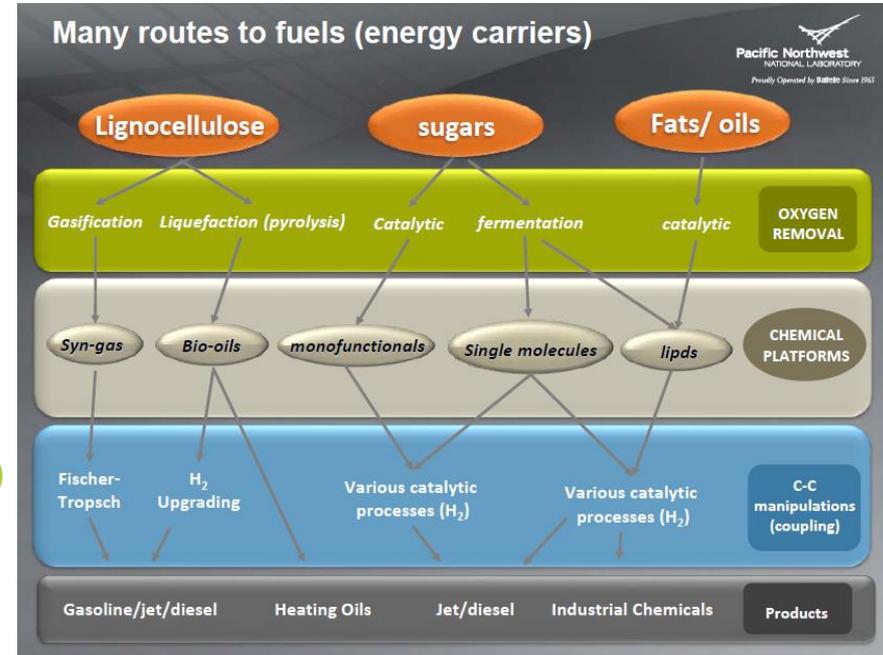
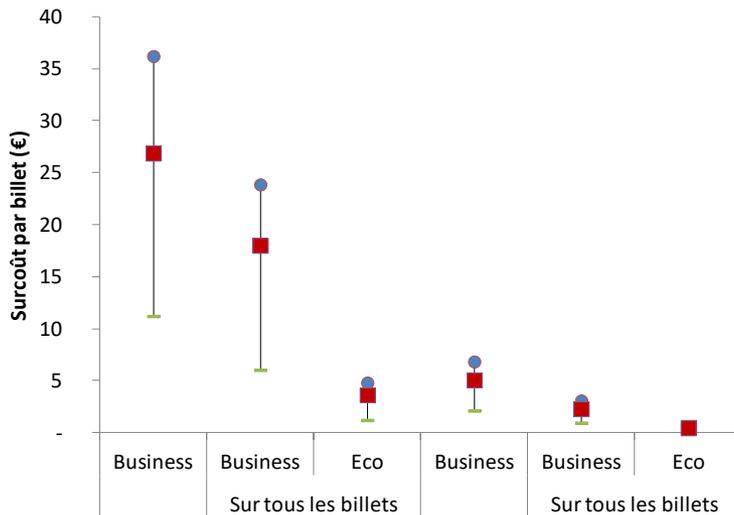
# LES DÉFIS DU BIOJET : DISPONIBLE EN VOLUME & ÉCONOMIQUE

## 2. LE (SUR)COÛT : FONDAMENTAUX (2)

2. Transformation : complexe, CAPEX élevés/faible maturité technologique sur base déchets/résidus  
> Risque investissement

3. Le biojet est doublement pénalisé par rapport au biodiesel :

- spécification plus sévère
- pas de réglementation incitative (routier)



*Coût du biojet : 2-3 fois prix du fossile minimum (HEFA sur huile végétale)*

*<<< impact sur le prix du billet d'avion reste néanmoins modeste*

# LES DÉFIS DU BIOJET : DISPONIBLE EN VOLUME & ÉCONOMIQUE

## 2. LE (SUR)COÛT : PERSPECTIVES

- Réglementations locales assurant un *level playing field* avec le biodiesel, mais même les perspectives de biocarburants routiers restent toutefois modestes à moyen/long terme (5-10 % ?)
  
- La parité avec le fossile est-elle possible ?
  - remontée du prix du pétrole ?
  - taxes carbone élevées sur les produits énergétiques fossiles ?
  - déconnection des prix de la biomasse et des prix fossiles = dynamiques locales, portées par l'indépendance énergétique, le développement économique
  
- Chaque filière de biojet a ses propres défis :
  - gazéification-synthèse de biomasse : Capex élevés (1G\$ pour taille commerciale)
  - hydrogénation de lipides : conflits d'usage (alimentaire, biodiesel) et disponibilité vs durabilité
  - voies à partir de sucres : rendement faible, maturité des technologies de production de sucres cellulosiques

# BIOJET : EN CONCLUSION, DÉCOLLAGE OU ATTERRISSAGE ?



Salon du Bourget 2013 : Airbus, Air France, Safran, Total s'unissent pour un vol de démonstration avec biojet entre Toulouse et Paris