

9^e

JOURNÉES NATIONALES

DE L'INGÉNIEUR

Colloque National : 4 MARS 2022

Évènement inaugural des JNi 2022
De 13h à 16h / 100 % digital

La chaîne de valeur de l'hydrogène

#JNi2022

Inscription sur :

4MARS.IESF.FR



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



Le Transport aérien et l'hydrogène : 2022-2050, le champ des possibles

Xavier Bouis



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



#JNi2021



9^e

JOURNÉES NATIONALES

DE L'INGÉNIEUR

Colloque National : 4 MARS 2022

Évènement inaugural des JNI 2022
De 13h à 16h / 100 % digital

La chaîne de valeur de l'hydrogène

#JNI2022

Inscription sur :

4MARS.IESF.FR



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



WORLD
ENGINEERING
DAY
FOR SUSTAINABLE
DEVELOPMENT



L'hydrogène, c'est « un peu » encombrant Comprimer (700 bar) ou liquéfier (-253°C)

Pour deux ou trois pleins
d'hydrogène, le volume
d'un Zeppelin ?



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE





Airbus First? Tu-155 First Experimental Hydrogen Aircraft

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ САМОЛЕТ ТУ-155

Tu-155 was the first experimental aircraft in the world operating on hydrogen.

First flight was on 15 April 1988.

○ Hydrogen blow-off



<https://web.archive.org/web/20120213180146/http://www.tupolev.ru/English/Picture.asp?PubID=1788>

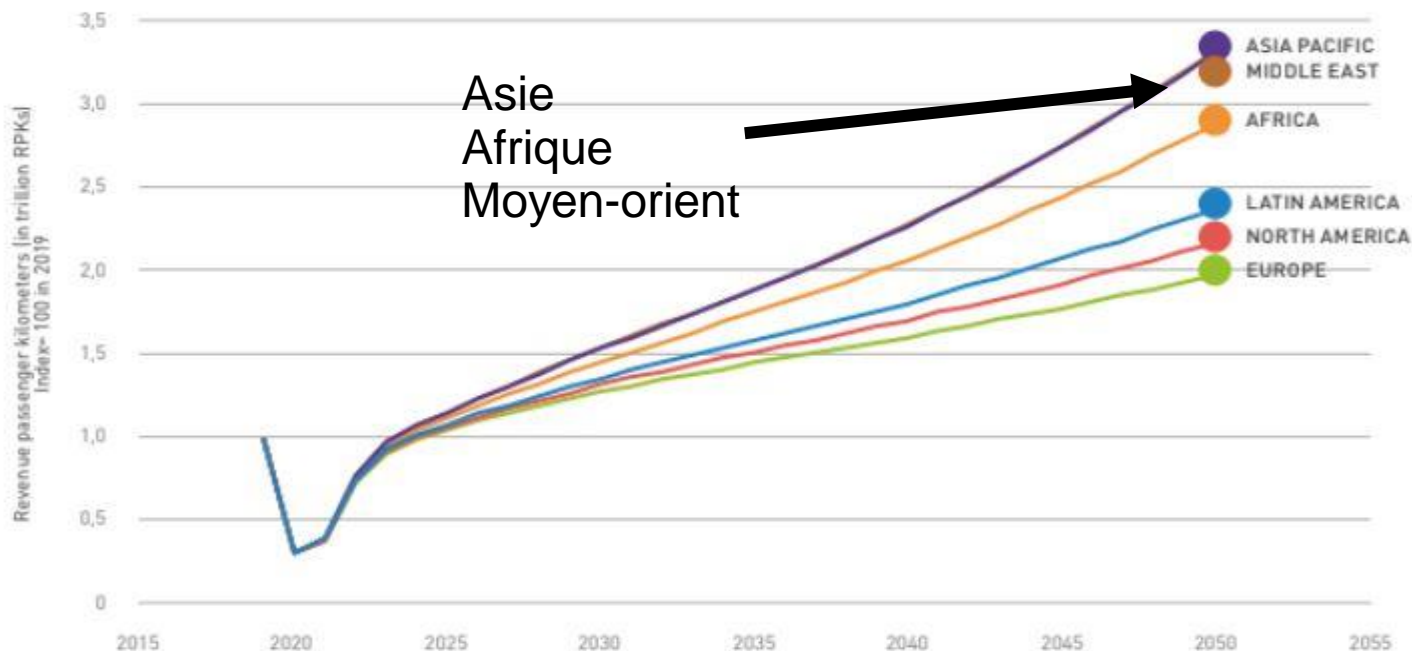




Prévisions de croissance de trafic par continent ATAG (Air Transport Action Group)

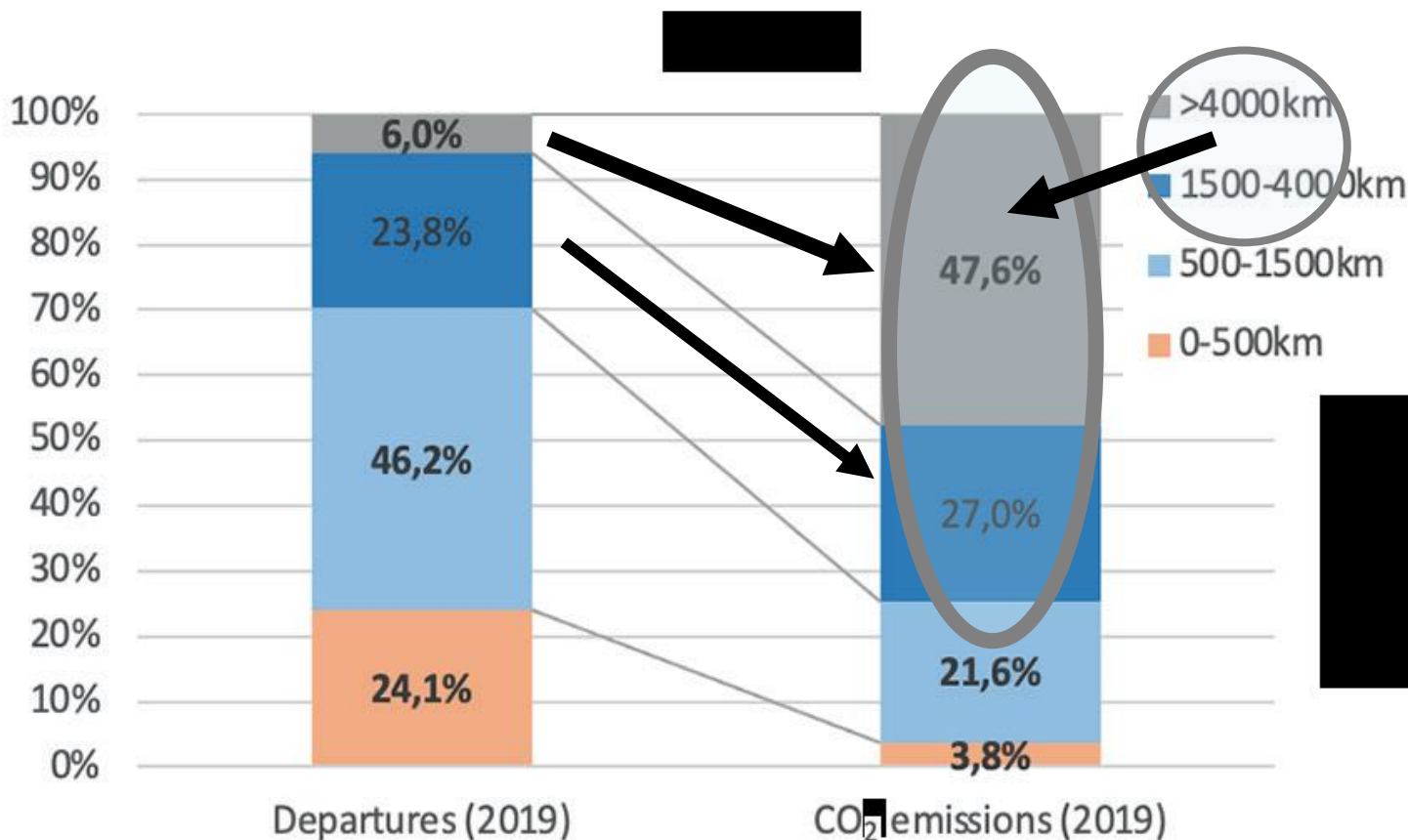
Regional RPK forecasts 2019 – 2050 [index 2019, pre-Covid-19]³³

Taking the central scenario, this graph shows which regions will demonstrate the most growth over the timeframe. Interpolated and extrapolated from regional shares in 2019 and 2039.





Statistiques Eurocontrol 75% émissions : vols >1500 km Mais 70% des vols font moins de 1500 km

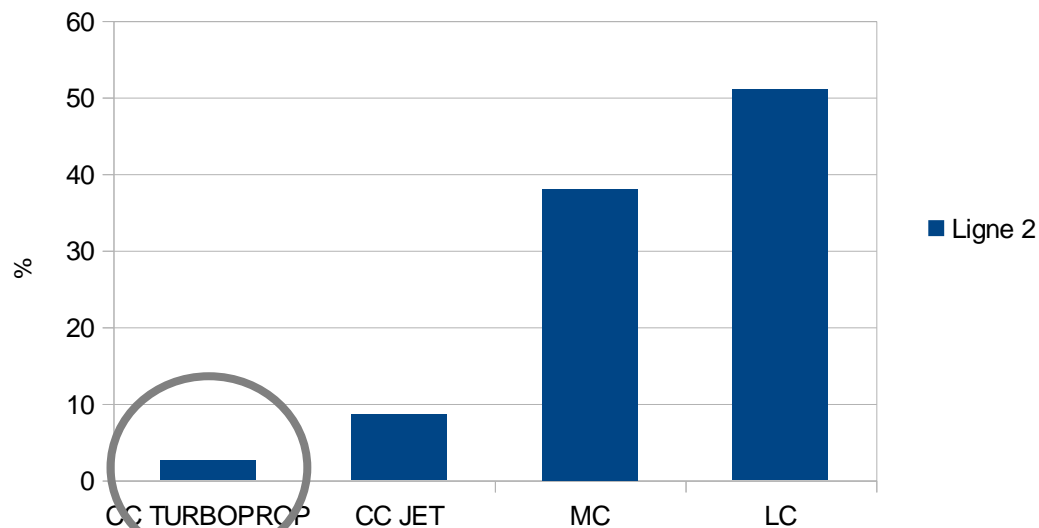




Quelles familles d'avions consomment le gros du kérosène ?

Seulement 2,6% pour les court-courriers à turbopropulseurs ! Mais plus de 50% pour les longs courriers ! (chiffres 2015)

Consommation par types d'appareils 2015



Court courrier turboprop

28/02/2022





Consommation par passager (litres/100 km) et influence de la densification de cabine

3

A350-900 AIR FRANCE: C. Occ:0.875, 25% cargo

2,8

2,6

2,4

2,2

2

1,8

1,6

0

5000

10000

15000

20000

Rayon d'action (km)

- A320neo 186pax
- A350-900 / TRENTXWB AIRFRANCE
- A350-900 / TRENTXWB, 324pax
- Consommation par Pax A320néo 177pax



9^e

JOURNÉES NATIONALES

DE L'INGÉNIEUR

Colloque National : 4 MARS 2022

Évènement inaugural des JNi 2022
De 13h à 16h / 100 % digital

La chaîne de valeur de l'hydrogène

#JNi2022

Inscription sur :

4MARS.IESF.FR



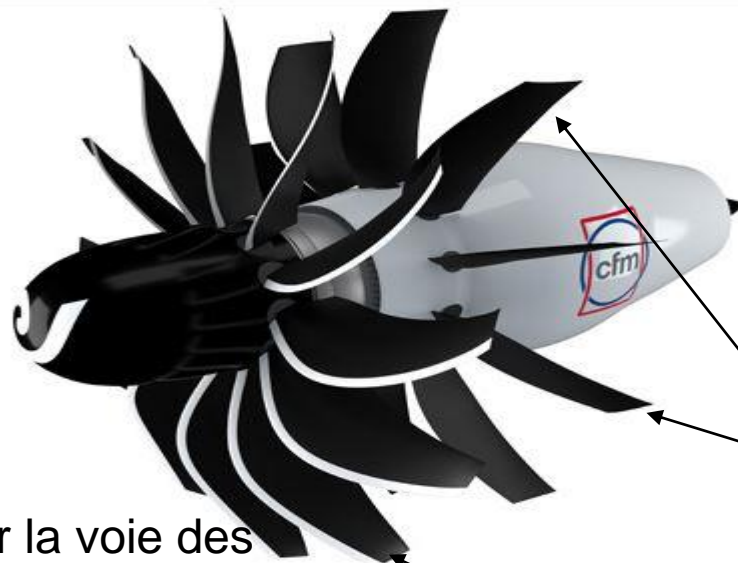
IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



WORLD
ENGINEERING
DAY

Projet CFM (SAFRAN+GE) moteur à soufflante non carénée

« RISE »



Aubages redresseurs

Fan non caréné

Atout maître sur la voie des
1,5 litres/100 pkt !



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



#JNi2021



Parmi 200, quelques projets présentés à l'EASA...



Revue globale des projets existants : plus 200 projets présentés à l'EASA

Airbus City e-VTOL H



MTOM kg:	2200
OWE kg:	1400 (0,64)
Batteries kg:	550
P/L kg:	250
V km/h :	120
D km	30
EV :	stationnaire (Z=5 m)
Status :	abandonné

Beta Alia250 C e-VTOL A
Escalable (bi-pales)

3175
953 (0,3)
1543
680
268
370
mission LR avion (pilote)
- pas de transition démontrée
en développement

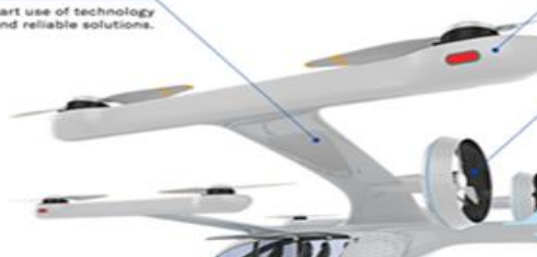
AAE CAC Thème III - Présentation ADB

Joby/Toyota Joby S4 e-VTOL A
Convertible (vectored thrust)

2177
958 (0,44)
838
381
322
241
mission LR avion (non pilote)
-avec transition
en certification

26.11.2021

4

SIMPLE & INTUITIVE
Smart use of technology
and reliable solutions.

9^e

JOURNÉES NATIONALES

DE L'INGÉNIEUR

Colloque National : 4 MARS 2022

Évènement inaugural des JNI 2022
De 13h à 16h / 100 % digital

La chaîne de valeur de l'hydrogène

#JNI2022

Inscription sur :

4MARS.IESF.FR



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



WORLD
ENGINEERING
DAY

L'avion électrique certifié



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



#JNI2021

9^e

JOURNÉES NATIONALES

DE L'INGÉNIEUR

Colloque National : 4 MARS 2022

Évènement inaugural des JNi 2022
De 13h à 16h / 100 % digital

La chaîne de valeur de l'hydrogène

#JNi2022

Inscription sur :

4MARS.IESF.FR



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



WORLD
ENGINEERING
DAY



Concept court courrier à hydrogène liquide : image Universal Hydrogen

« capsules de LH2 » échangées à l'escale, pas de stockage prolongé,
PAC, moteurs électriques, puissance modérée, vol régional



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



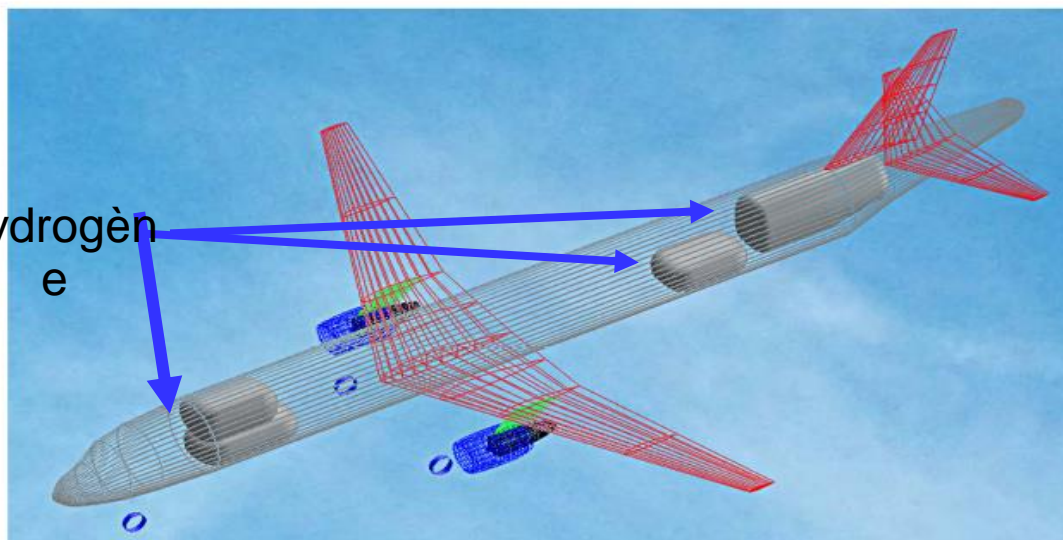
#JNi2021





Schéma pour ordres de grandeur à partir de l'existant

Hydrogen Storage in the Fuselage (Front and Rear)

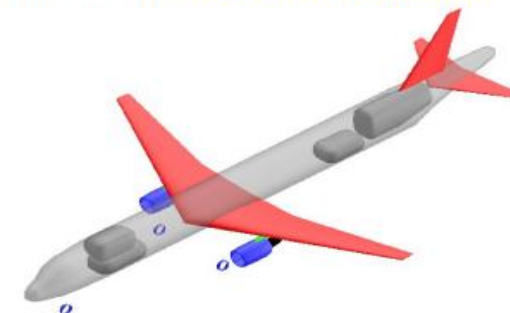


Distribution of the tank in the front and in the back to **balance CG**.

Two tanks forward and two tanks aft. Assume no double **tank failure** or aircraft robust against CG shift.

Use of some portion of the front and aft **cabin**.

Use of an even bigger portion of front and aft **cargo compartment**.



9^e

JOURNÉES NATIONALES

DE L'INGÉNIEUR

Colloque National : 4 MARS 2022

Évènement inaugural des JNi 2022
De 13h à 16h / 100 % digital

La chaîne de valeur de l'hydrogène

#JNi2022

Inscription sur :

4MARS.IESF.FR



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



WORLD
ENGINEERING
DAY

CONCEPT AILE VOLANTE

Maquette ONERA, années 2000



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE



#JNi2021



9^e

JOURNÉES NATIONALES

DE L'INGÉNIEUR

Colloque National : 4 MARS 2022

Évènement inaugural des JNi 2022
De 13h à 16h / 100 % digital

La chaîne de valeur de l'hydrogène

#JNi2022

Inscription sur :

4MARS.IESF.FR

Transport aérien LH2 ?

Pas seulement un problème d'avion !

Et l'expérience du spatial n'est pas immédiatement transposable

- **Techno avion** : réservoirs cryo, systèmes H2, nouvelle géométrie avion ?...
- **Design to safety** : moins d'une panne par milliard d'heures de vol des grands sous-systèmes (H2!)
- **Certification** EASA, FAA...domaines nouveaux...
- **Techno aéroports** : GH2->LH2, avitaillement...
- **Mondialisation** : investissements (concertés?)



IESF
SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DE FRANCE

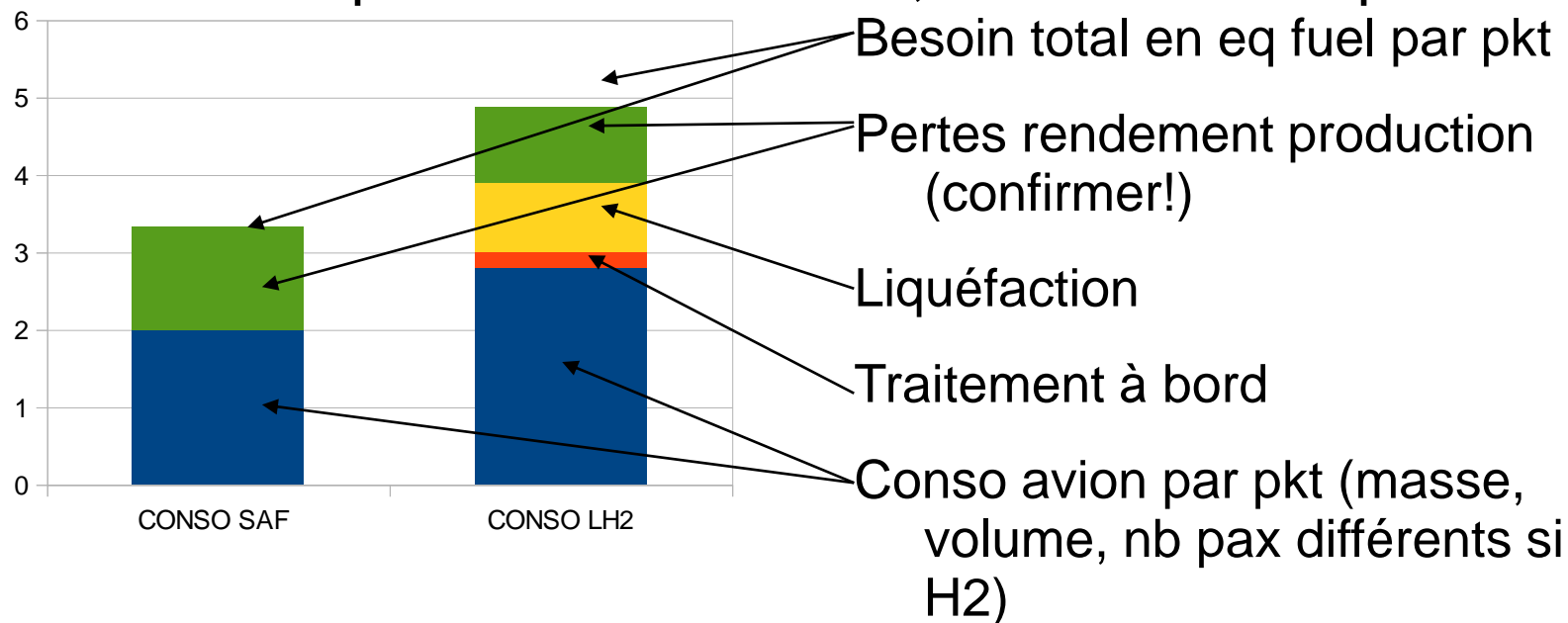


#JNi2021





Besoin énergie primaire pour un moyen courrier ordres de
grandeur **SAF vs LH2** :
base 2 litres/100 km/pax+ masses réservoirs **optimistes** !
à réduire quand on atteindra 1,5 litres/100 km/pax...





À retenir ...

- Le transport aérien est **mondial**, les solutions doivent l'être aussi
- Les « **SAF** » seront l'outil principal de sa « défossilisation » d'ici 2050
- Des écosystèmes régionaux à l'hydrogène sont envisageables ; pour aller plus loin, réponse dans quelques années....
- Des niches techniques pour l'aviation légère et le vol local apparaissent (électricité et hydrogène)
- La production d'hydrogène aéronautique sera dominée par les besoins des SAF (qqs Mt/an)

