



UNIVERSITÉ D'ARTOIS



Maîtrise Énergétique des Entraînements Électriques



Laboratoire Systèmes Electrotechniques
et Environnement

Avion du futur : L'avion plus électrique

Révolution des systèmes énergétiques à bord des avions, qui verra le remplacement des énergies hydraulique et pneumatique par l'électricité.

Gabriel VÉLU

Professeur des Universités

Chef du projet HTMW CleanSky

Marché à venir

- 30 à 35000 avions de ligne à construire d'ici 2030. (soit environs 2000/an)
- Principalement pour le marché de l'Asie.
- Vers des avions : -moins énergivores et moins impactants pour l'environnement.



Réponse en Europe : Le projet CLEAN SKY porte l'objectif de réduire de 25% les rejets de CO₂ d'ici 2020

Objectifs et Principes

- Objectifs :
 - Baisse du coût global de possession d'un avion,
 - Meilleure efficacité propulsive
 - Moindre impact sur l'environnement.
- Actions :

Remplacer les vecteurs énergétiques (fluides hydrauliques et air comprimé) par le courant électrique.

➔ Conséquences :

 - diminution significative de la consommation en carburant. (réduction des masses embarqués (plusieurs 100kg, rendement plus élevés >90%)
 - étudier la façon de monter les actionneurs électriques, les protéger, les surveiller au cours de leur vie.
- Exemples actuels :

A320 Néo et Boeing 787 Dreamliner



787 DreamLiner

Envergure : 60 m

Poids à vide : 110t

Nombre de places : 250 max

Coût unitaire : 177 M€

Puissance électrique : 1000 kW

Tension 540 V DC

A320 Néo

Envergure : 34 m

Poids à vide : 42,4t

Nombre de places : 180 max

Coût unitaire : 78 M€

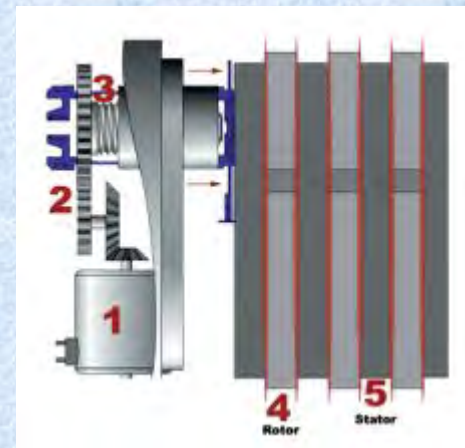
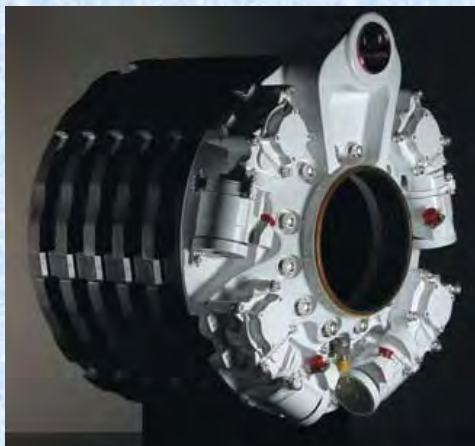
Puissance électrique : 600 kW

(8 voitures de 100cv)



Equipements Electriques Novateurs

Freins électriques (à la place des freins hydrauliques)
Réduction du poids
Augmentation de l'efficacité



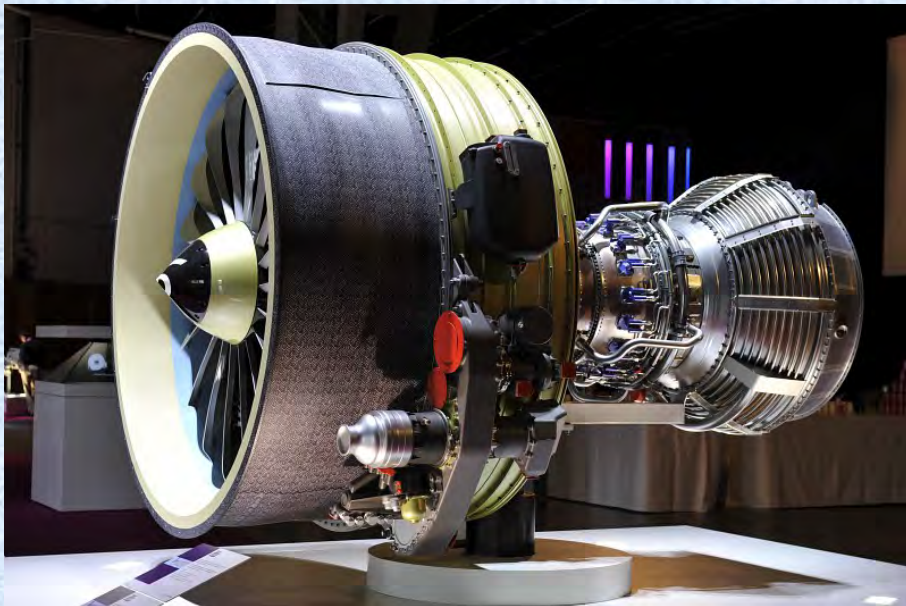
« Green Taxi » (moteurs électriques dans les roues pour les déplacements des avions au sol)
Puissance visée 150 kW pour une vitesse 35 km/h
Forte économie de carburant (jusqu'à 15% selon les vols et les aéroports)
Meilleure autonomie au sol



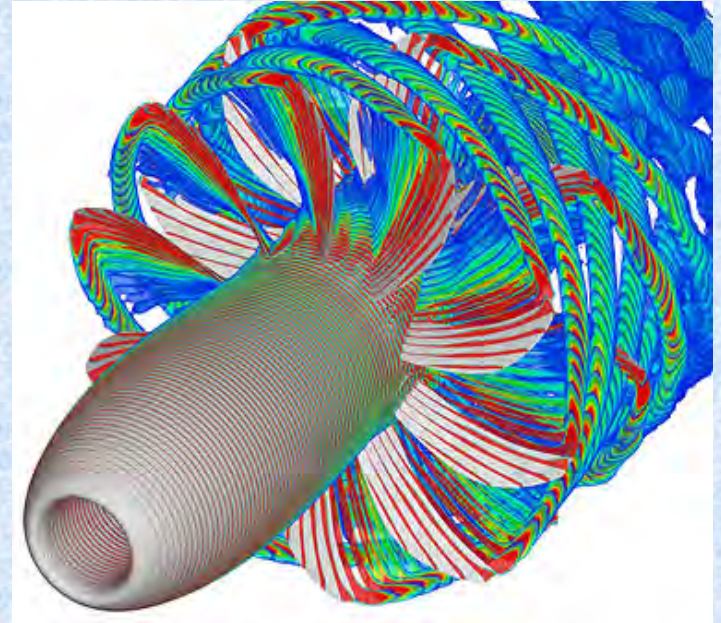
Nouvelle problématique : produire suffisamment d'électricité à bord

- Actuellement les équipements électriques sont alimentés par APU (Auxiliary Power Unit)
 - Soit un « groupe électrogène positionné dans la queue du fuselage (mauvais rendement mais indépendant)
 - Soit une prise d'énergie mécanique sur l'arbre des réacteurs pour alimenter la « Banane »
- Avenir : « open rotor » avec 25% de gain d'efficacité mais dans ce cas impossible de mettre les auxiliaires en périphérie.
- Mettre « l'alternateur » au cœur de la turbine en zone chaude (>300°C sujet du projet Cleansky HTMW).
- **Prochaine génération d'appareils : l'ensemble des fonctions pourraient être assurées en mode électrique (hors propulsion) Aujourd'hui, 15 % des besoins en énergie sont électriques.**

Exemple de réacteurs avec leurs équipements externes



Exemple d'un « Open rotor »



Aviation légère

- La propulsion électrique s'attaque à l'aviation légère 100% électrique (même la propulsion est électrique) sur batterie.
- possible pour de petits avions (15 à 50cv) avec de faibles autonomies (quelques heures)
- avion-concept électrique e-Genius (biplace)
- envergure : 17 m
- Poids maxi au décollage : 950 kg (à vide 180kg)
- moteur électrique de 100 kW
- Diamètre d'hélice : 2.20 m
- Autonomie 2H00 (320km)



Avions de tourisme électriques

ELECTRA F-WMDJ (25cv)
1^{er} vol mondial a propulsion
électrique (2007)



ELECTRAVIA : Avion de voltige (100cv)
Moteur 35 kg batteries 55kg, autonomie 35 min



Cri Cri MC 15 E (4*7,5cv)
30 minutes à 110 km/h



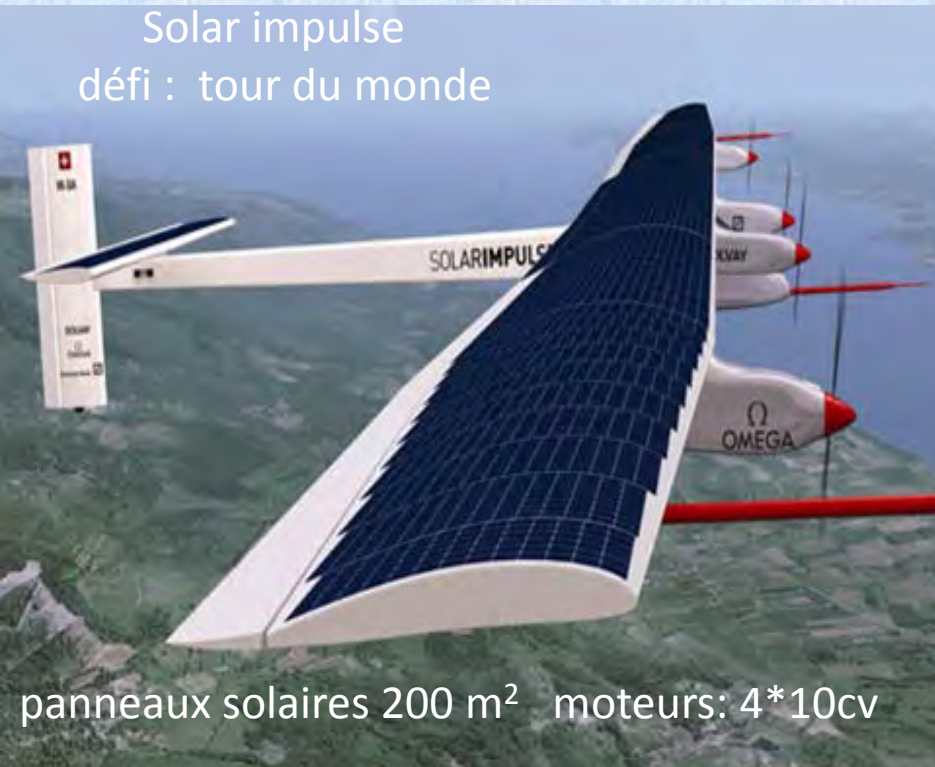
Le plus rapide au monde : 283 km/h

YUNEEC : E430 (54 CV) autonomie
2h00 en version standard



Avions « Solaires »

Solar impulse
défi : tour du monde



panneaux solaires 200 m² moteurs: 4*10cv

Hélios : record d'altitude (32km)

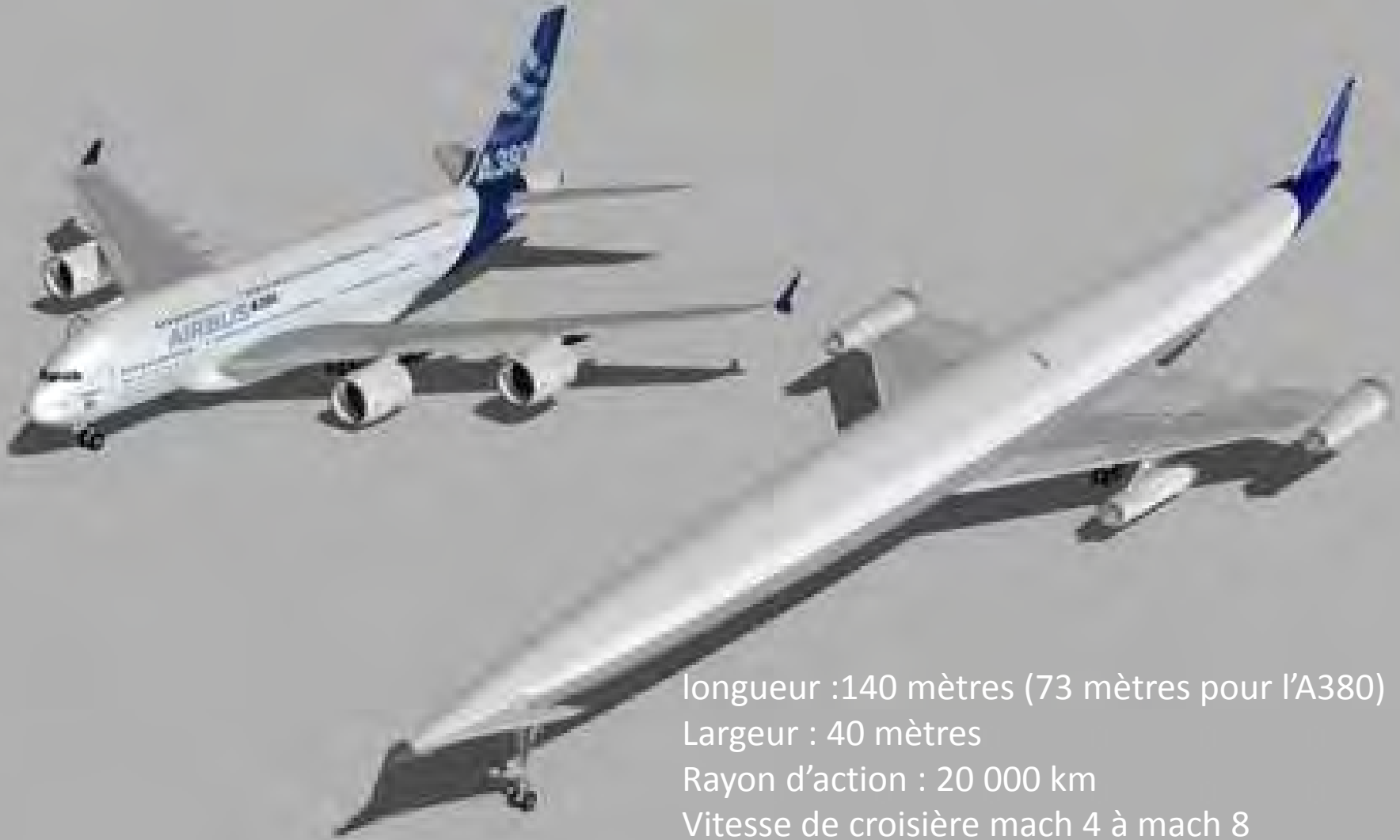


180 m² panneaux solaire (35 kWc)
14 moteurs électriques (50 cv)

Poids :1600kg , envergure de 63,40 m

Capable de stocker assez d'électricité pendant la journée pour faire tourner les 4 moteurs électriques durant les phases sans soleil. (accumulateurs 400 kg)

Zehst (Zero Emission High Speed Transport)



longueur :140 mètres (73 mètres pour l'A380)

Largeur : 40 mètres

Rayon d'action : 20 000 km

Vitesse de croisière mach 4 à mach 8

Capacité : 300 places

Avion hypersonique : A2

Projet d' EADS : avion hypersonique permettant de relier Paris à Tokyo en 2h30 volant dans la stratosphère : le Zehst (Zero Emission High Speed Transport)
cet avion-fusée vole au-dessus de l'atmosphère.

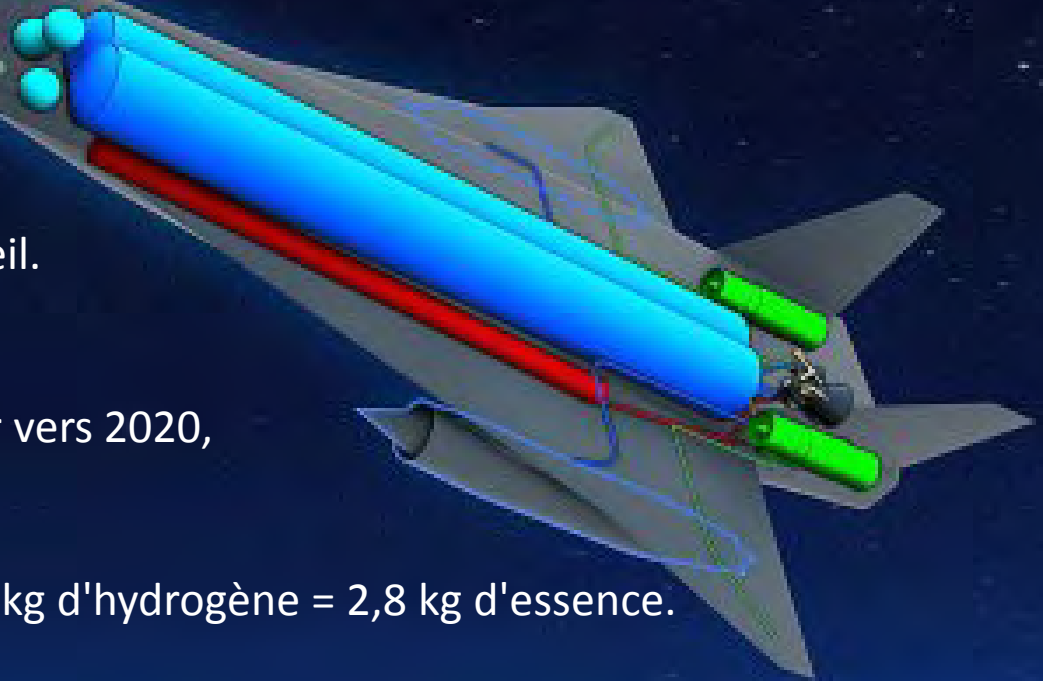
- 1) Décollage avec des moteurs classiques.
- 2) Mise en marche des « moteurs-fusées » fonctionnant à l'hydrogène et à l'oxygène et monte ensuite jusqu'à 32 km d'altitude.

3) Pour l'atterrissage, le pilote coupe les moteurs-fusées, amorce sa descente en planeur avant de se poser avec les moteurs classiques de l'appareil.

Capacité de 50 à 100 personnes,
Calendrier : un premier démonstrateur vers 2020,
pour une mise en service vers 2050.

Energie contenue dans l'hydrogène: 1 kg d'hydrogène = 2,8 kg d'essence.
Le + fort ratio énergie/masse

Mais 1 litre d'essence = 4,6 litres H₂ (700 bars)



Merci de votre attention

En savoir plus :

www.univ-artois.fr

www.lsee.fr

www.pole-medee.com

www.cleansky.eu

