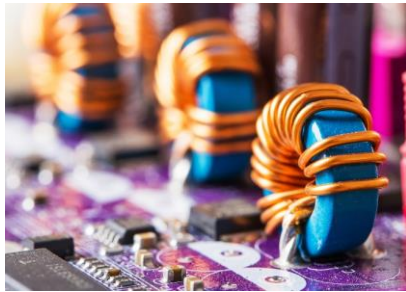




L'électronique de puissance pour la mobilité électrique



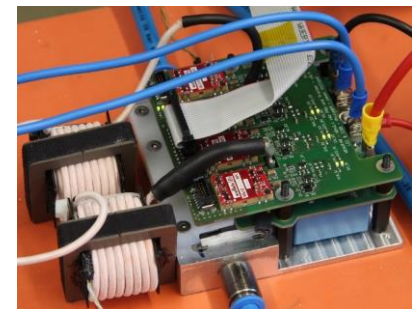
Adrien Voldoire



*Maitre de conférence
CentraleSupélec – Laboratoire GeePs
adrien.voldoire@centralesupelec.fr*



*Colloque Alain Bouyssy
16 décembre 2021*





■ Présentation

Classes préparatoires
Lycée Michelet
Vanves (92)

Diplôme d'ingénieur
Grenoble INP - ENSE³
Grenoble (38)

Doctorat
G2Elab - Safran Tech
Grenoble (38)

Post-Doctorat
Institut Fraunhofer IISB
Université de Nuremberg
Erlangen (Allemagne)



■ Recrutement en tant que Maître de conférence

- Chercheur au laboratoire GeePs, pôle Energie
- Enseignement à CentraleSupélec
- Arrivée le 1^{er} septembre 2021

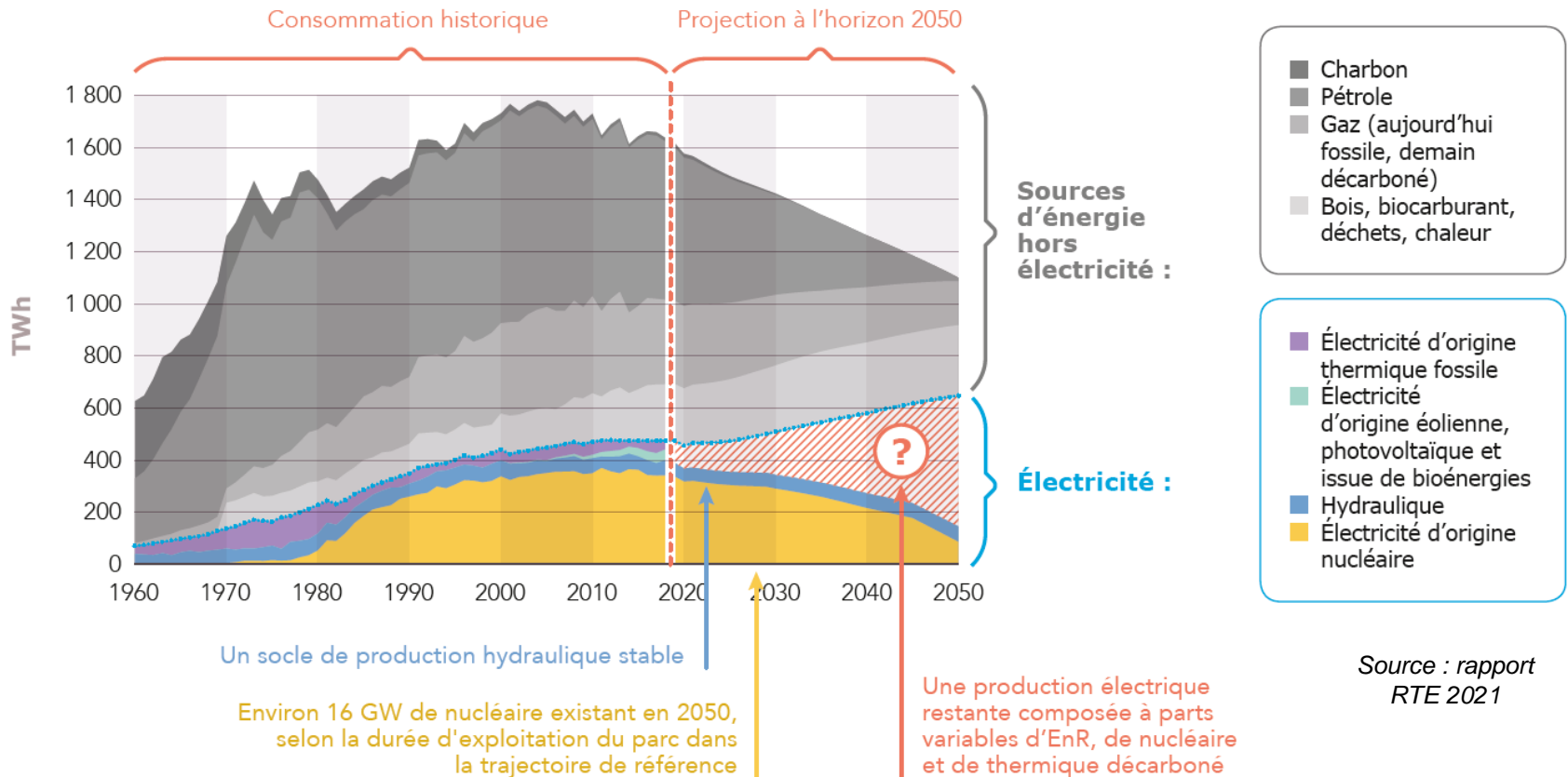


Éléments de contexte



Contexte : Sortir des énergies fossiles

- Energie bas-carbone
- Efficacité énergétique



Source : rapport RTE 2021

Consommation totale d'énergie en France : actuelle et prévisionnelle

Colloque Bouyssi 16-12-2021



Un exemple : la voiture électrique

- Solution bas-carbone sous condition :
 - du mix électrique de production
 - du système de stockage



1 CHARGING STATION

2 CHARGING CABLE

3 ELECTRIC MACHINE & POWER ELECTRONICS

4 HIGH VOLTAGE LI-ION BATTERY

5 JUNCTION BOX

6 POWER ELECTRONICS BLOC

7 ELECTRIC MOTOR & REDUCER



Renault Zoé ~ 60 kW



Tesla model S ~ 300 kW

Circuit de charge et de traction de la Zoé



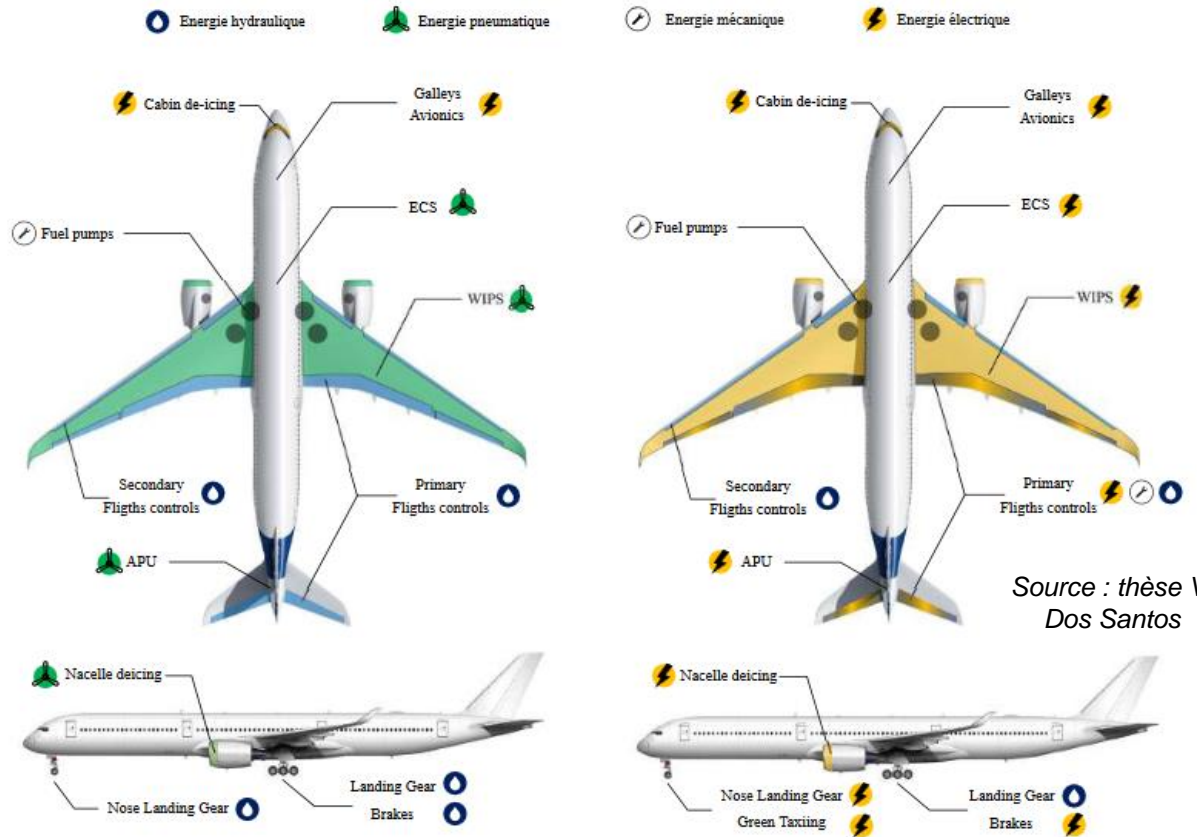
Un exemple : L'avion plus électrique

- Réduire les émissions de CO₂ de **75%** d'ici 2050.
- More Electrical Aircraft

Fluidique



Electrique



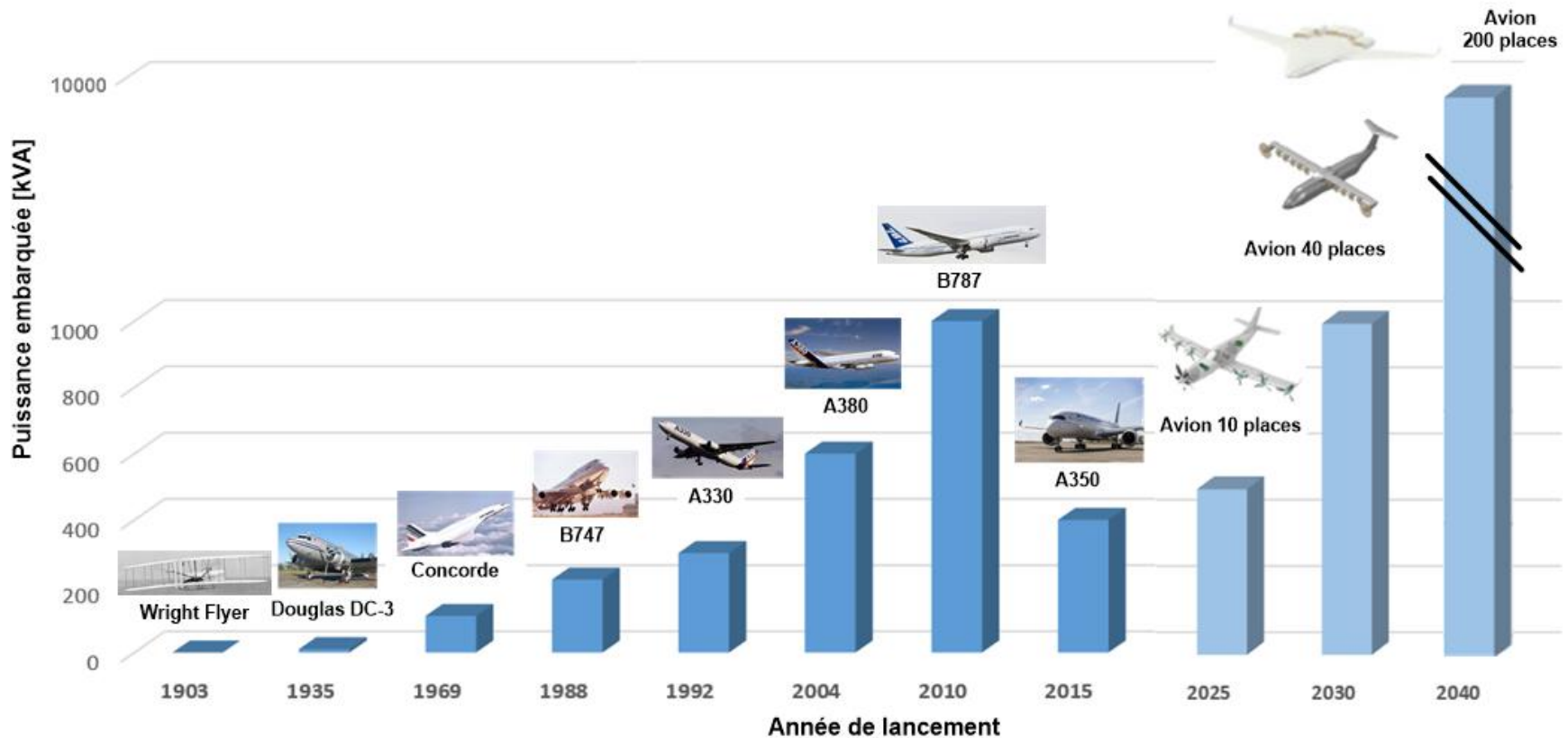
Source : thèse V. Dos Santos

Les différents vecteurs d'énergies dans un avion traditionnel et plus électrique



Un exemple : L'avion plus électrique

- Envisager l'avion à propulsion plus électrique

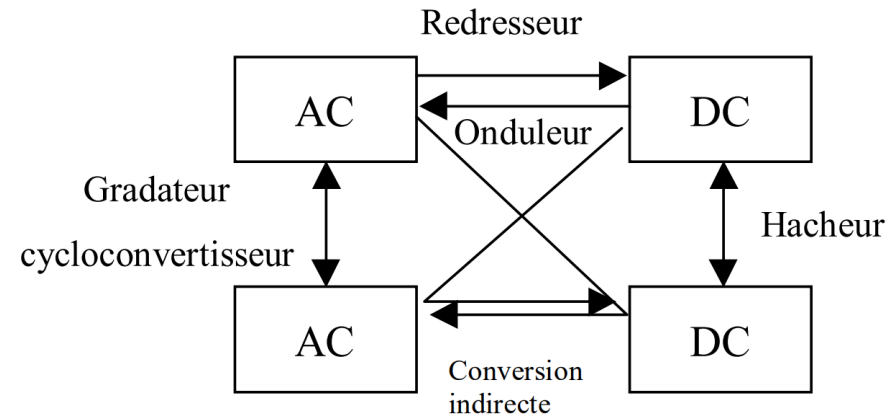


Evolution de la puissance embarquée dans les aéronefs



L'électronique de puissance

- Permet de modifier la forme de la tension
- Permet de modifier les niveaux de tension
- Permet de modifier la fréquence (vitesse)
- Découpage haute fréquence
- Rendement proche de 100%



Les différentes fonctions de l'électronique de puissance

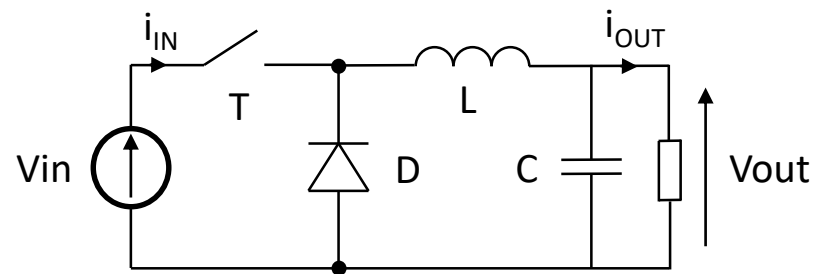


Schéma de principe du hacheur série

L'électronique de puissance

Des compétences pluridisciplinaires :

Interrupteur **1**

Composant magnétique **2**

Condensateur **3**

Refroidisseur **4**

Commande **5**

Mécanique **6**

Structure de conversion

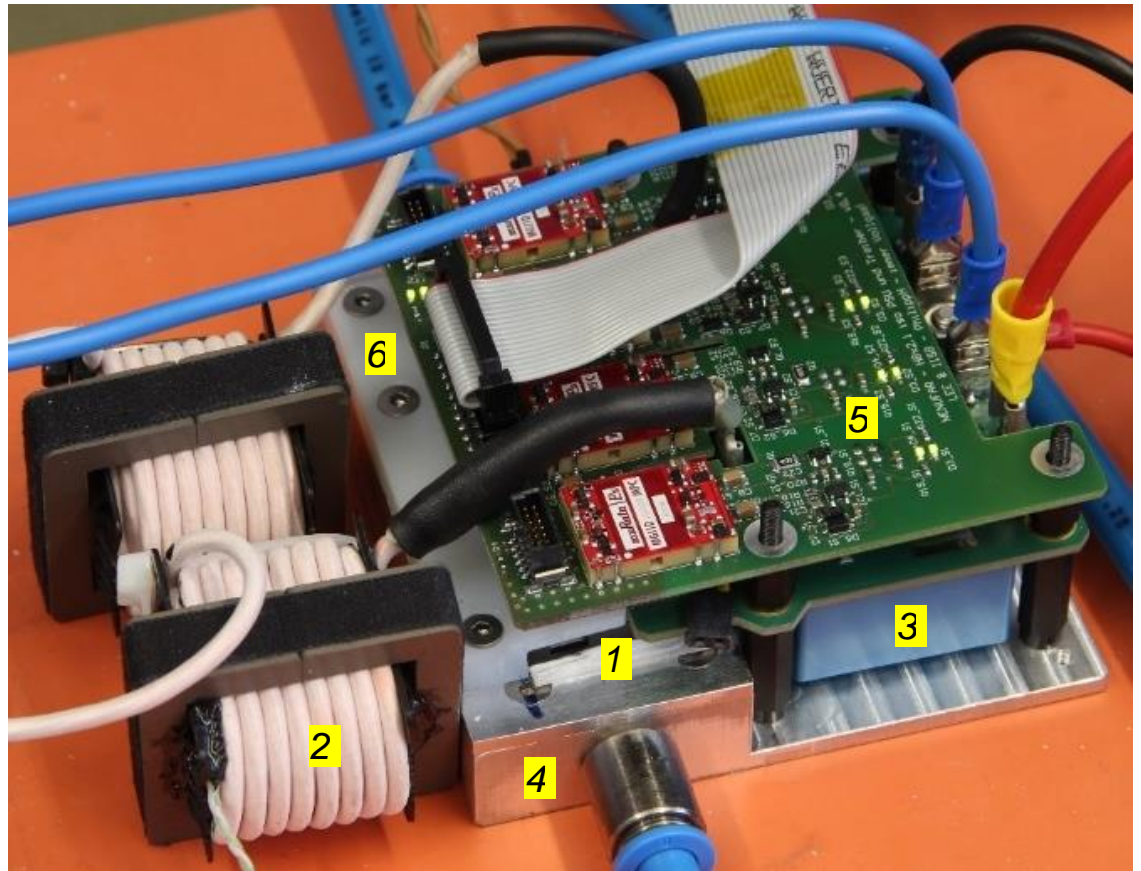
Normes de filtrage

Packaging

Rendement

Coût

etc...



Convertisseur DC/DC 6kW (Fraunhofer IISB)

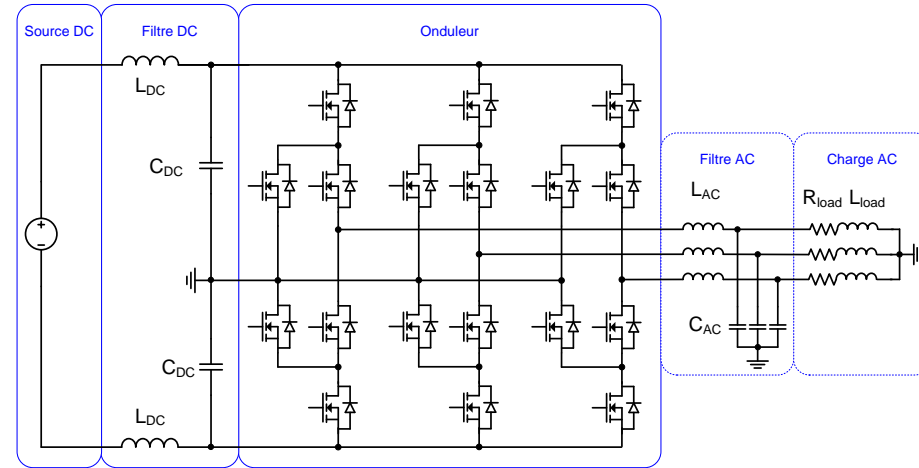


Activités de recherche associées

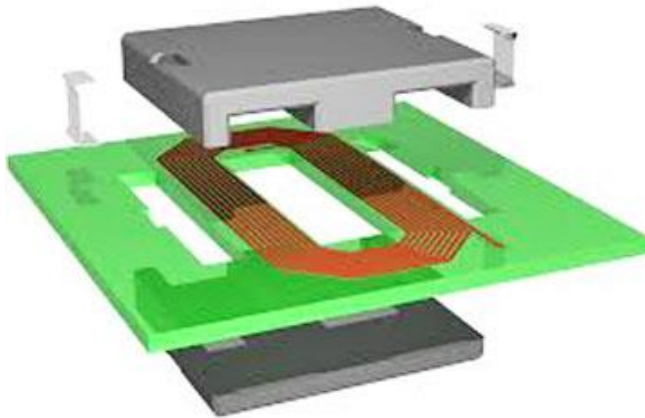


Améliorer l'efficacité des systèmes

- De meilleures structures de conversion
 - Structures résonantes
 - Structures entrelacées et multiniveaux
- De meilleures composants de puissances
 - Composants haute fréquence
 - Coupleurs magnétiques (nanocristallin)
 - Transistor grand-gap



Convertisseur ANPC



Transformateur planar pour la haute fréquence



A droite, coupleur magnétique nanocristallin plus léger et avec moins de perte



Des progrès méthodologiques

- Développement d'**outil d'optimisation** adaptés à la discipline
- **Optimisation globale** : prendre en compte un maximum d'interactions
- Problème avec beaucoup de **contraintes**
- Etude de différents **algorithmes**

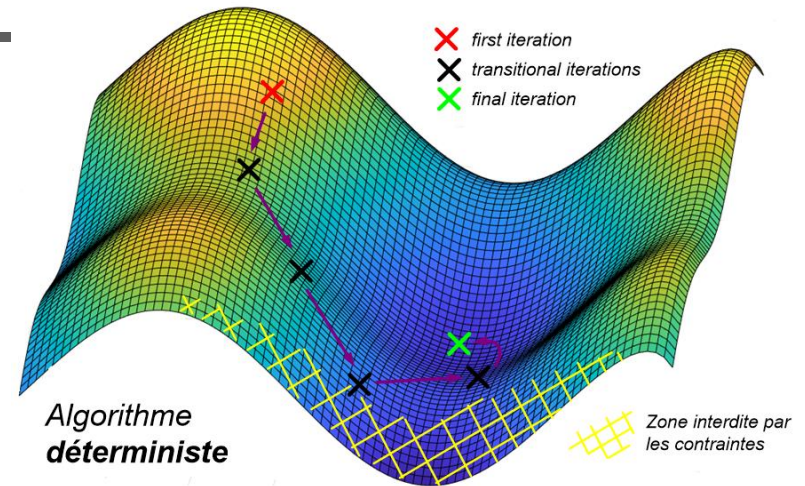
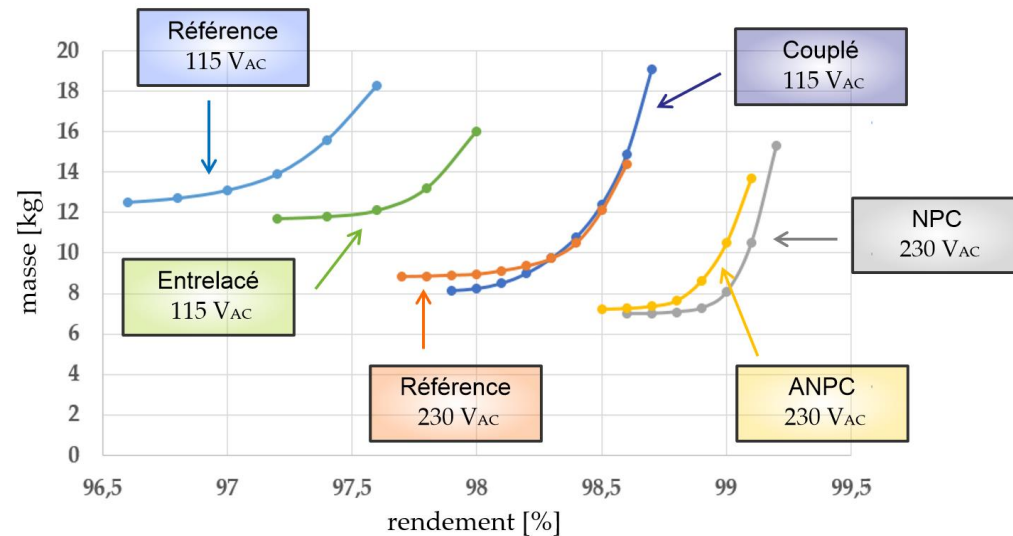


Illustration de l'algorithme SQP

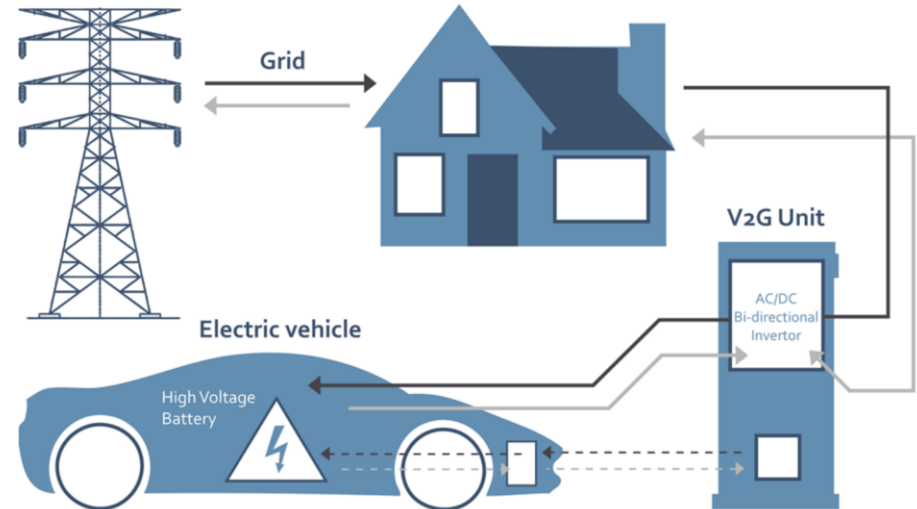


Fronts de Pareto masse-rendement pour plusieurs structures de conversion



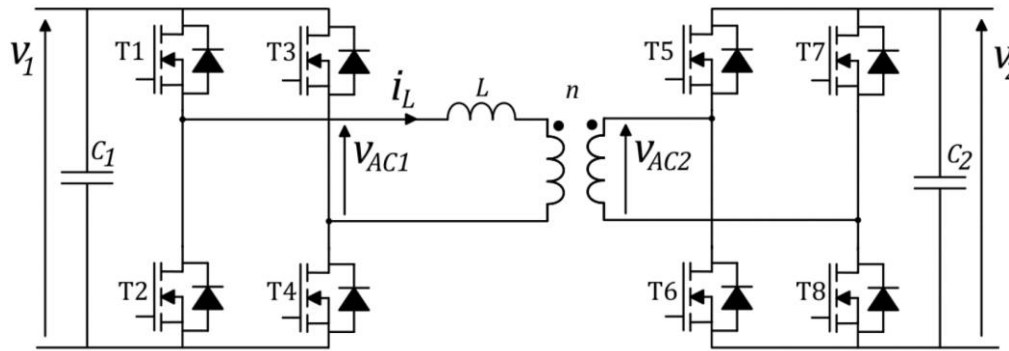
Vehicle to Grid (V2G)

- Ajuster la charge de la batterie aux besoins du réseau
 - Mettre en pause la charge
 - Stocker de l'énergie issue du renouvelable
 - Renvoyer l'énergie au réseau
- Nécessite des convertisseurs bidirectionnels en courant



Source : thèse N. Bhowmick

Connexion au réseau d'une voiture électrique

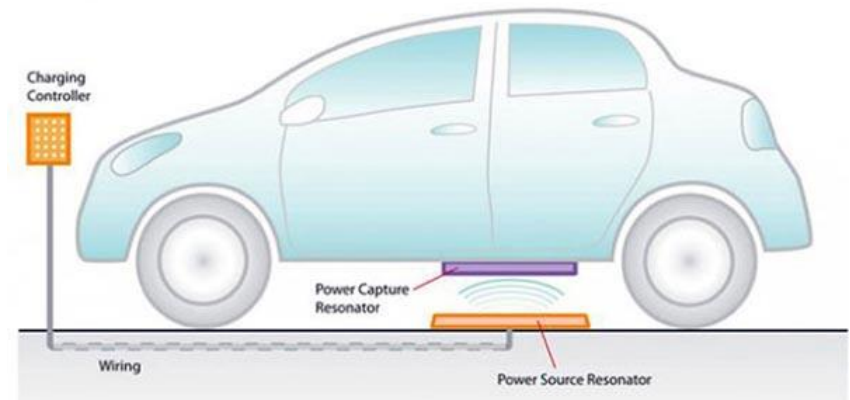


Convertisseur bidirectionnel : le Dual Active Bridge (DAB)



Recharge par induction des véhicules électriques

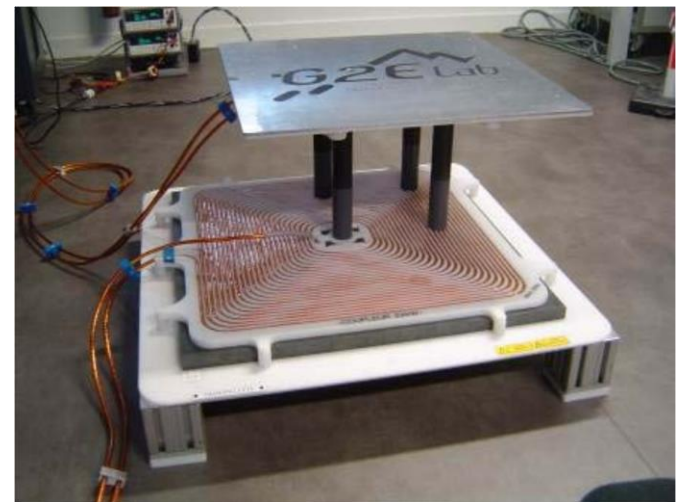
- Défi : Conserver un haut rendement en transférant l'énergie dans l'air
- Solutions : matériaux magnétiques, bobinages avancés, convertisseurs



Principe de la recharge par induction



Recharge dynamique des véhicules (Renault)



Coupleur Electro-magnétique 22kW (G2Elab)



Colloque Bouyssi 16-12-2021

