



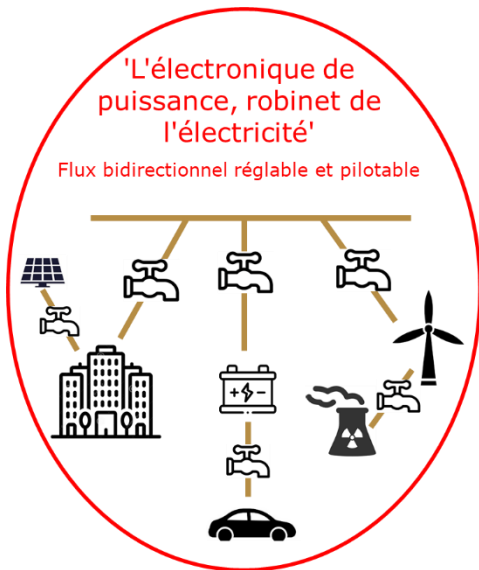
Le CDP Power Alps

Présenté par
Jean-Luc SCHANEN



Electronique de Puissance

Technologie clé de la décarbonation :



70% de l'électricité passe par un convertisseur statique

B. K. Bose, "Global Energy Scenario and Impact of Power Electronics in 21st Century," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 60, no. 7, pp. 2638-2651, July 2013, doi: 10.1109/TIE.2012.2203771.



ENR



Chauffage (PàC)



Datacenter



Transport

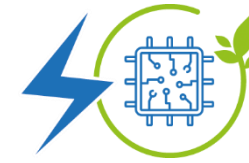


HVDC

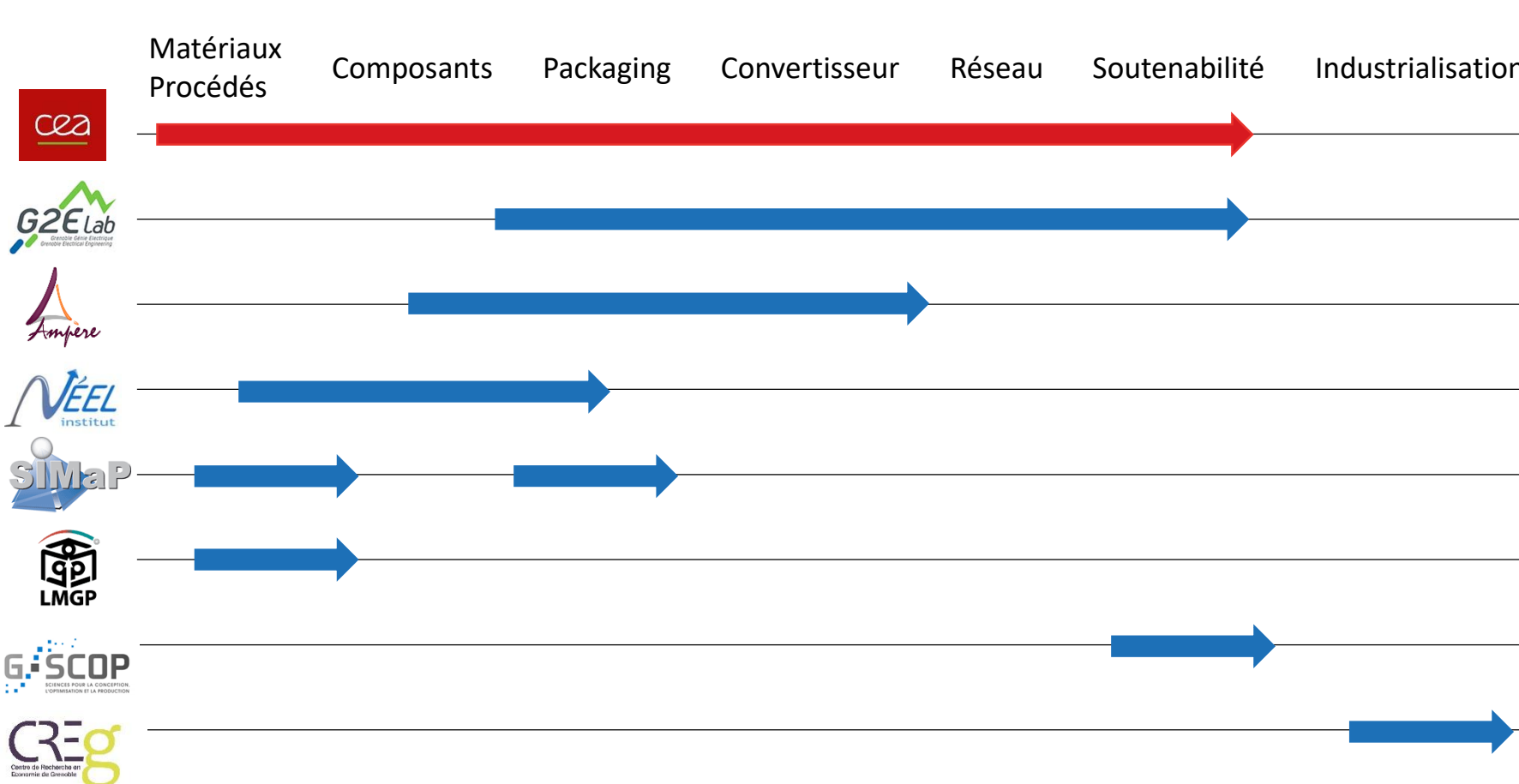
Enjeux :

- ▶ Améliorer les performances
(coût, rendement, densité de puissance, sûreté de fonctionnement, durabilité)
- ▶ Limiter les transferts d'impacts environnementaux
- ▶ Analyser le volet industrialisation (souveraineté)

L'électronique de Puissance sur le site Grenoblois



PowerAlps
Université Grenoble Alpes



UGA
COLLÈGE
DOCTORAL

Formation

Recherche

Innovation

AURA
1^{ère} région industrielle de France

Ambition de PowerAlps



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

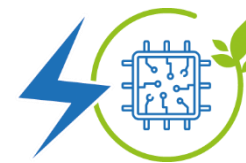
L'électronique de puissance technologie clé de la décarbonation de l'électricité

- ▶ Structuration des acteurs du site dans le domaine de l'Electronique de Puissance
 - **Création d'une communauté scientifique interdisciplinaire abordant l'EP sous toutes ses facettes**
- ▶ Constitution d'un Advisory Board mixant industriels, institutionnels nationaux et internationaux
- ▶ Complémentaire de programmes existants (PEPR, ANR, Industriels, ...).

Le CDP s'est donc concentré sur

- **Initier/renforcer de nouveaux axes de recherche dans le domaine, créer de nouvelles synergies**
 - Ruptures technologiques à fort potentiel
 - Intégrer une approche d'écoconception
 - Analyser le volet industrialisation
- **Dégager des feuilles de route scientifiques du site**
- **Augmenter le rayonnement national et international du site Grenoblois**

Thématiques de PowerAlps



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

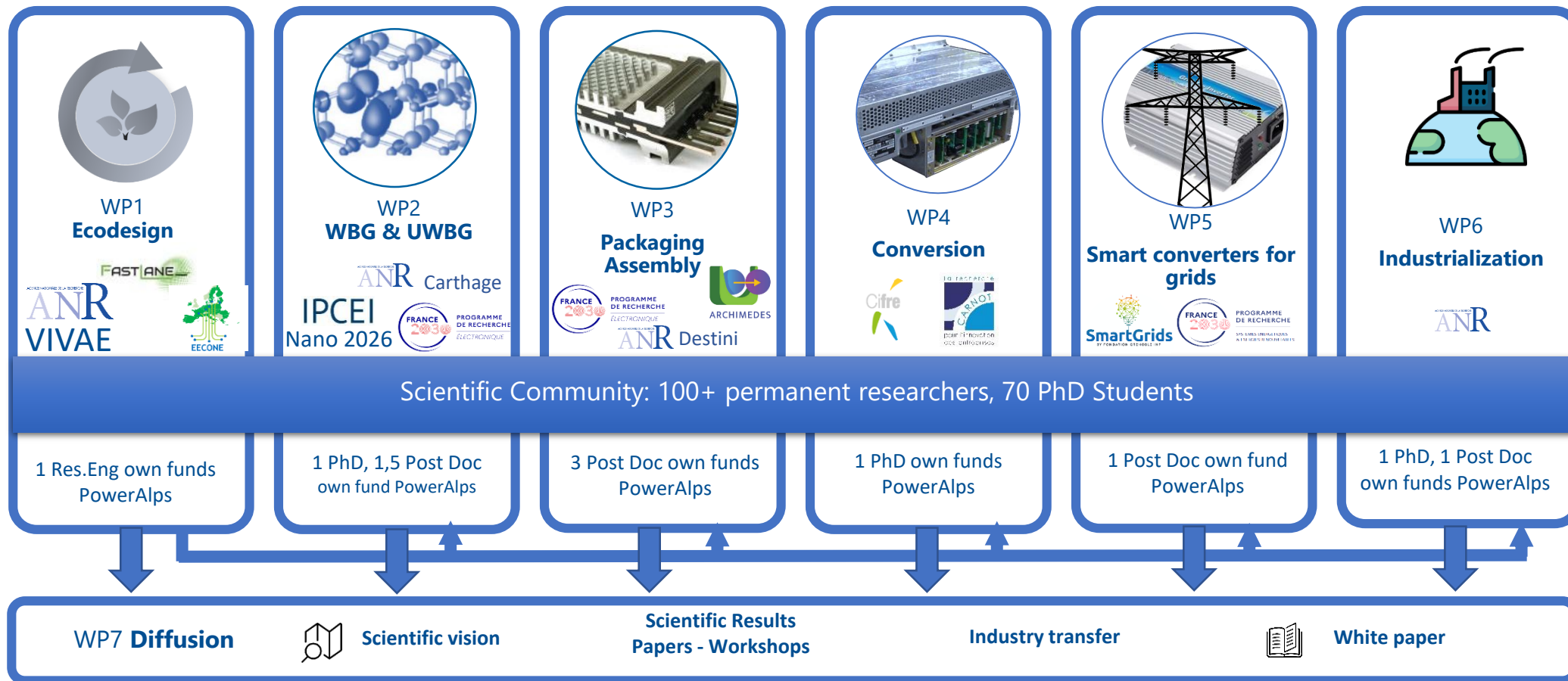
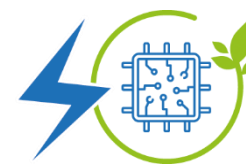
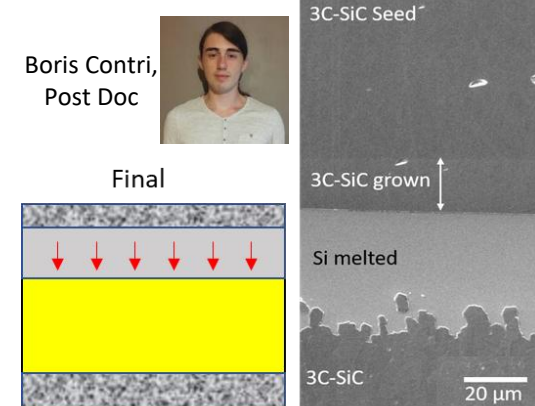


Illustration : WP2 (Semiconducteurs WBG&UWBG)



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

- Etude de matériaux WBG & UWBG (successeurs du Silicium pour la puissance)
 - SiC, matériau et composants matures : réduction coût → Etude Si-SC. Génération matériau très haute qualité démontrée (méthode Traveling Solvent TSM)
 - Ga₂O₃, matériau émergent : développer une filière française → Génération couche Ga₂O₃ sur saphir à l'aide d'un procédé PLI-MOCVD (moins impact environnemental que MOCVD)
 - Position Paper: UWBG material for Power Electronics : Prendre en compte les aspects ressources, procédés et technologies dans l'évaluation du potentiel des nouveaux semiconducteurs



	Diamant	Ga ₂ O ₃	AlN	4H-SiC	3C-SiC	GaN
Ressources						
Substrat						
Epitaxie						
Epitaxie localisée						
Implantation						
Temp. Usage						
Gravure Sèche						
Thermique						



Ilyass Jellal,
Post Doc



Marielena
Velasco-Enriquez
PhD Student

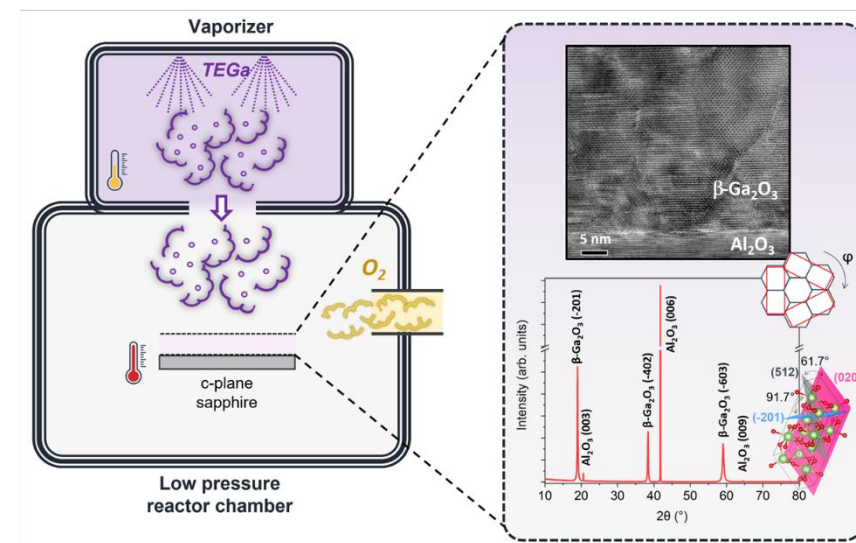


Illustration : WP3 (Packaging)



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

► Moyens technologiques mis en œuvre pour pouvoir utiliser les composants semi-conducteur

- Connectiques électriques, attaches de puces
- Isolation électrique
- Refroidissement
- Fiabilité, durée de vie
- Impact environnemental

Travail spécifique financé
par PowerAlps (Post Docs)

► Production d'un document de vision globale

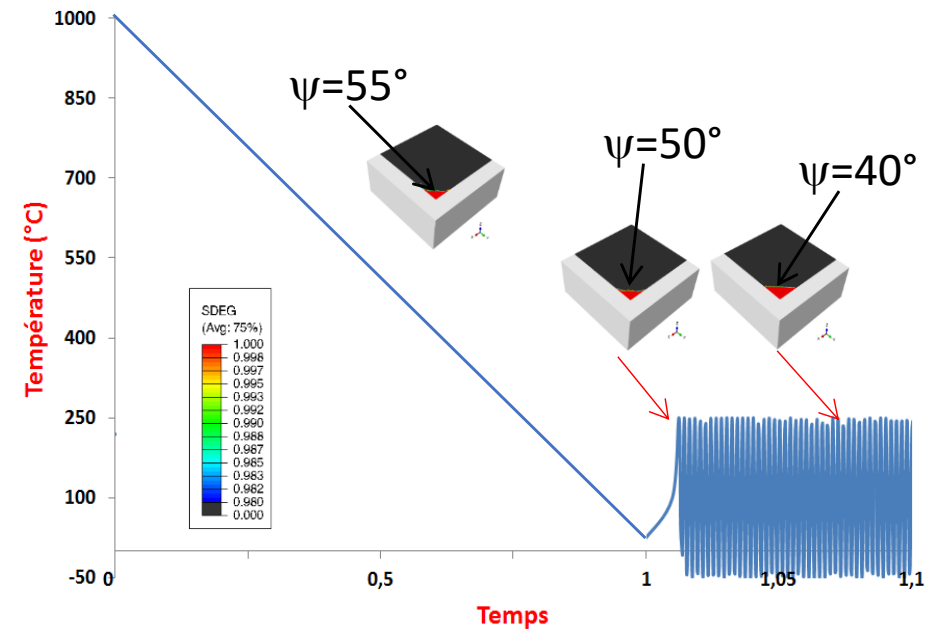
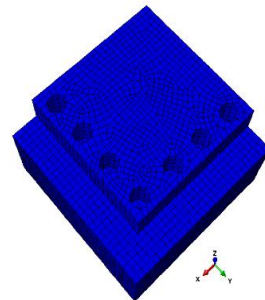
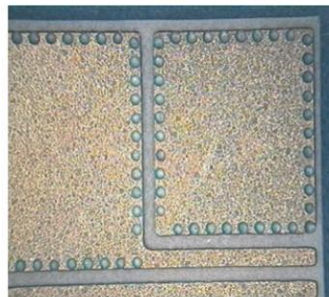
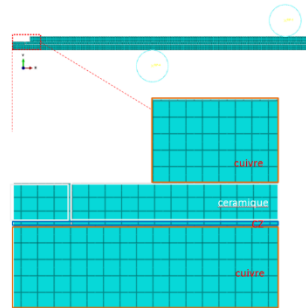
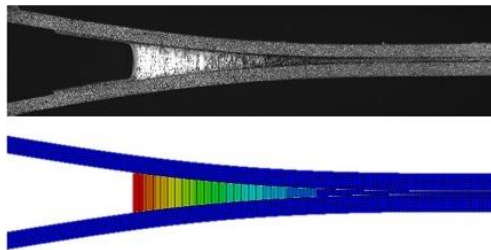
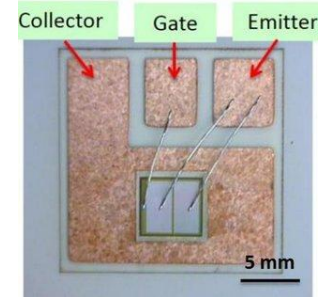
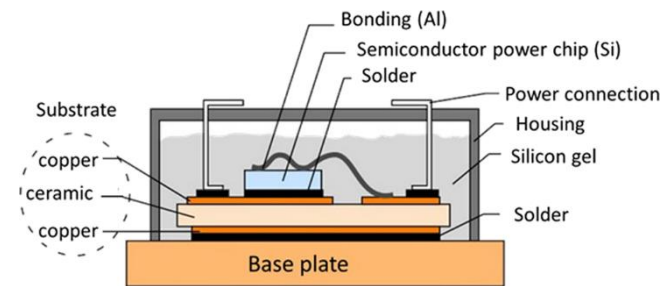
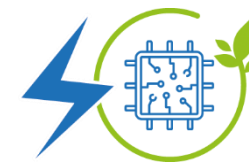


Illustration : WP4 (Convertisseur)



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

► L'électronique de puissance aux fréquences VHF

■ Nombreux intérêts :

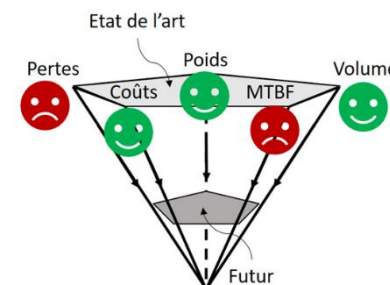
- peu de pertes SC
- fonctionnalisation des éléments parasites
- suppression des matériaux magnétiques
- dynamique élevée

■ Challenges :

- Pertes conducteurs
- Sensibilité au point de fonctionnement
- Contraintes sur les SC
- Méthodologie de dimensionnement

■ Développement d'un savoir-faire

- Technique de l'ingénieurs
- Sessions spéciales de conférence
- Article de synthèse



Objectifs de l'électronique de puissance [1]



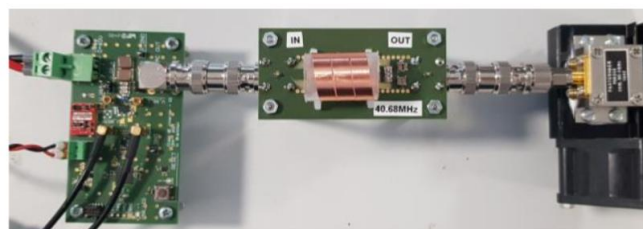
Groupe de travail VHF (G2ELab, CEA, Ampere)



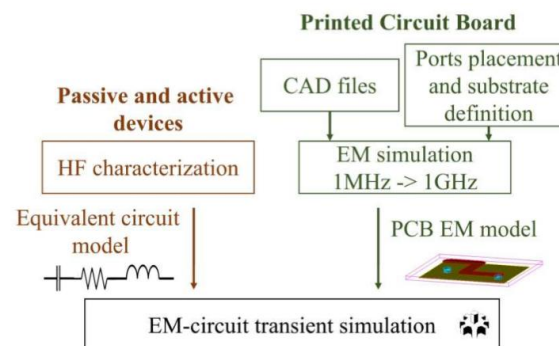
2 doctorants Ampere, 1 Doctorant CEA
1 Doctorant PowerAlps
12 C/EC permanents



Ansly Jugoo - Doctorant

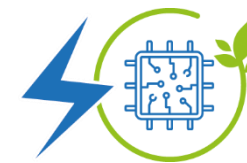


Onduleur de classe DE 40,68 MHz 34 W



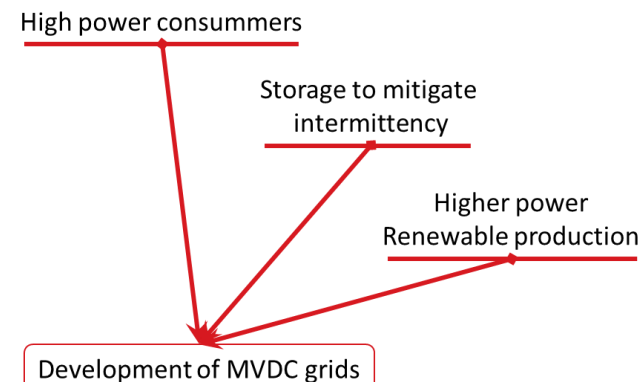
Méthodologie de caractérisation et modélisation EM/circuit

Illustration : WP5 (EP pour les Réseaux)



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

- Focus sur les réseaux moyenne tension (MVDC)
 - Futur rôle déterminant avec l'électrification croissante
 - Au carrefour d'intervenants multiples
 - Gestionnaires de distribution
 - Producteurs
 - Consommateurs
 - ...
 - Nécessité de développement garantissant :
 - Fiabilité
 - Sécurité
 - Coût
 - Soutenabilité
 - Article de synthèse
 - Espace de discussion entre expertises
"Power Electronics" – "Power System"



Karim Fellah,
Post Doc



P.E. systems should transition from
"grid support" to "essential to its operation"

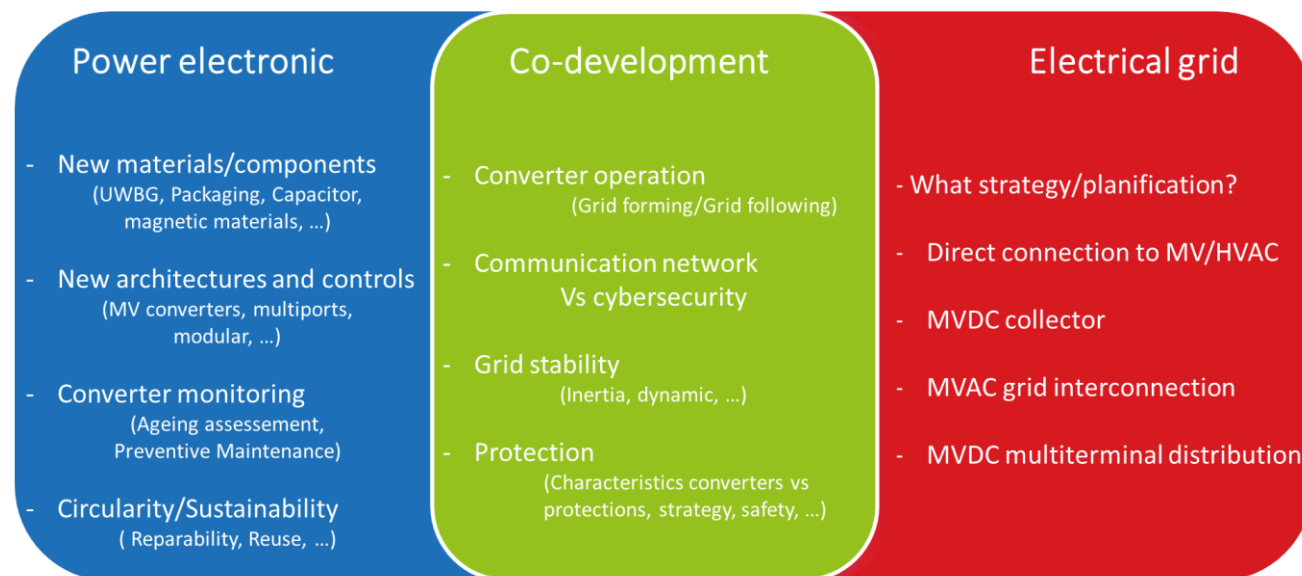


Illustration : WP1 (Soutenabilité)



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

► Croissance exponentielle de l'EP vs limites planétaires

■ Durabilité faible :

- Somme des capitaux naturels et manufacturés doit augmenter
- Capitaux interchangeables
- Solutionnisme technologique

■ Durabilité forte :

- Capitaux naturels maintenus en état
- Capitaux non interchangeables
- Pas de solutionnisme technologique

► Les conditions d'une soutenabilité forte en EP

■ Approche Ethnographique :

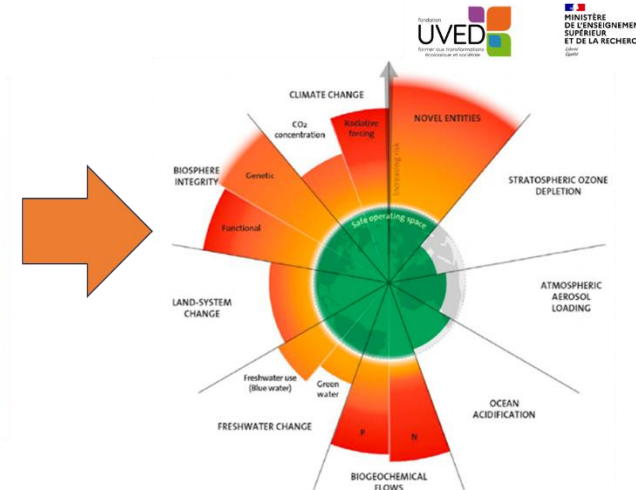
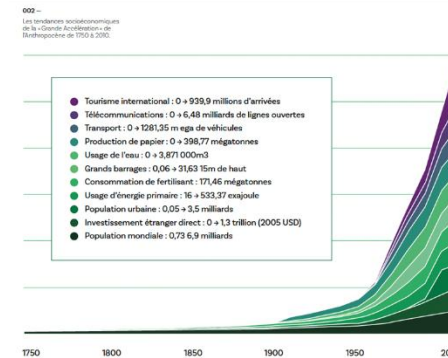
- Démarche de terrain : comprendre le fonctionnement des chercheurs en EP (démarche ethnographique)
- Quels outils pour la **prise en compte des concepts des limites planétaires dans les pratiques des chercheurs en EP ?**



Silvio Clément,
Ingénieur de Recherche

Quelques résultats d'analyse :

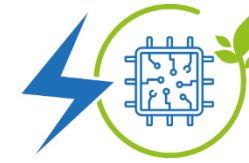
- Des représentations plurielles de la soutenabilité
- Prise de conscience récente (2018 + COVID)
- Forte occurrence de l'économie circulaire et de l'ACV
- Analyses sociotechniques : brique technologique, objets intermédiaires, permaingénierie, Lock-in et dépendance au sentier,



Méthode :

- Terrains : G2Elab, CEA-LETI, AMPERE
- Participation à la vie de l'équipe EP du G2Elab
- 33 entretiens libres et semi-directifs
- Chercheurs et ingénieurs
- Entretiens libres : prise de contact (pas d'enregistrement + prise de note)
- Entretiens semi-directifs : enregistrés + retranscription (50 minutes -> 1h30)

Illustration : WP6 (Industrialisation)

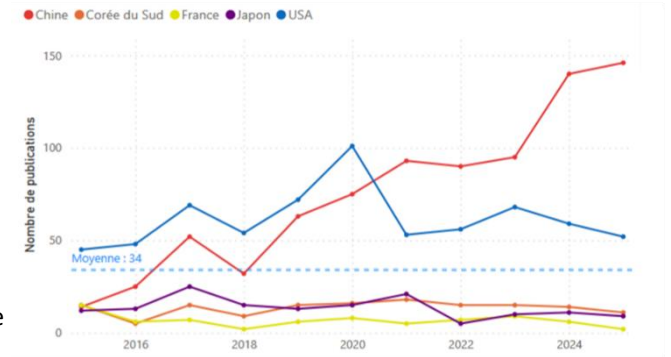


PowerAlps
Université Grenoble Alpes

- Place de l'industrie française de l'EP dans une concurrence mondiale
 - Thèse : "Performances économiques et politiques industrielles en Chine : le cas de l'électronique de puissance"
 - Livre Blanc pour l'industrialisation en France

Question : comment les acteurs de l'EP utilisent et perçoivent les aides pour déployer leurs stratégies de R&D et d'industrialisation ?

Nombre de publications sur le GaN appartenant au top 10% des journaux les plus cités



Kouassi N'Goran
Post Doctorant



Hugo Girousse
Doctorant

La Chine couvre toute la chaîne de valeur : matériaux, dispositifs, packaging, systèmes. Elle est désormais un acteur complet en EP

Entreprises (24)

BioLogic	Infineon
Lancey Energie	Renault
Diamfab	Stellantis
Soitec	Vitesco
STMicroelectronics	Safran
CEFEM	Murata
Exxelia	Sirea
Mersen	General Electric
Schneider	NXP
Alstom	Gtisoft
Valeo	Sirepe
Enedis	Microsemi

Institutionnels (9)

BPI France
CEA
DGE
ECPE
IRT Nanoelec
IRT ST Exupéry
ITE supergrid
PFA (plateforme automobile)
Tenerrdis

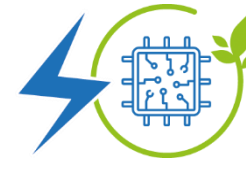


1. Méthodes

2. Résultats

3. Préconisations

Conclusion 1/2



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

- ▶ Electronique de Puissance: science pluridisciplinaire: procédé-composant-packaging-convertisseur-système. Rajout des dimensions soutenabilité et écosystème industriel
- ▶ Impact très positif sur le rayonnement de l'UGA
 - ▶ Organisation d'évènements à tout niveau (local, national, international)
 - ▶ Advisory Board mixant industriels, institutionnels nationaux et internationaux
- ▶ Un bilan très positif en terme de collaborations internes:
 - ▶ Soutenabilité: GSCOP-G2ELAB-CEA + terrain d'interviews large + extension LIDILEM
 - ▶ Matériaux Semiconducteur: LMGP-SIMAP-NEEL-CEA
 - ▶ Packaging: SIMAP-G2ELAB-CEA-AMPERE
 - ▶ Convertisseur: AMPERE-CEA-G2ELAB
 - ▶ Réseau: Collaborations internes G2ELab – Lien National DC Architect (PEPR TASE)+ Industriels
 - ▶ Ecosystème Industriel: CREG+Tous
 - ▶ De fortes dynamiques sur des sujets émergents (soutenabilité, VHF, écosystème industriel)
- ▶ Freins:
 - ▶ Connaissance du domaine longue à acquérir pour les "nouveaux entrants"
 - ▶ Constantes de temps différentes entre disciplines (procédés, matériaux vs convertisseur)
 - ▶ Faible disponibilité de certains chercheurs déjà fortement sollicités (matériaux, packaging, réseau...)

Conclusion 2/2



PowerAlps
Université Grenoble Alpes

- ▶ Vers un PowerAlps #2
 - ▶ Une équipe qui a appris à se connaître
 - ▶ Des projets initiés ou en maturation:
 - DC Architect (PEPR TASE), en partie inspiré par les acteurs de PowerAlps
 - Projet FORESEE (conséquence changement climatique) – CREG: écosystème industriel et décarbonation de l'économie.
 - GdR OLBIA sur les matériaux UWBG, rôle clé d'acteurs grenoblois (LMGP-NEEL)
 - MSCA PEACE (Circularité en EP)
 - Extension à d'autres laboratoires SHS (Mobilité légère, approche territoriale)
 - Structuration nationale via PNR Electronique de Puissance (Agences ASIC et APED)
 - ▶ Une demande de CDP 2 pour aider à consolider la structuration locale, et monter à l'échelle
- ▶ PowerAlps souhaite contribuer à **structurer la voix française** de l'EP
 - ▶ Espace de rencontre des parties prenantes académiques, industrielles, institutionnelles
 - ▶ Analyses et études pour le secteur, élaboration de stratégies nationales
 - ▶ Relai d'une parole unique de l'EP auprès des décideurs
- ▶ Une fédération d'acteurs locaux forts, pour une vision Nationale et Européenne de l'Electronique de Puissance
 - ▶ Réunir les initiatives (PowerAps, Power'Occ, ...), en inciter d'autres
 - ▶ Assurer des liens internationaux stratégiques (ECPE, A*Star, ...)