



ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

WEBINAR DE RESTITUTION 2021/02/05

LE PRECOMPETITIF ET LES FILIERES

**GILLES LE CALVEZ
DR ADJOINT DU PGM EDP PFA**

GILLES.LE-CALVEZ@VALEO.COM

AGENDA

- Rappel sur le Programme Electronique de Puissance
- L'Eco-Système Académique impliqué
- Le Champ d'Activités de Recherche présenté, Les Moyens disponibles
- Des Propositions de Projets à fédérer
- Prochaines Etapes
- Questions / Réponses

PFA / CSF Electronique ont lancé un programme ambitieux

GROUPE RENAULT



PSA
GROUPE



Electronique de Puissance :
Un Consensus des Parties Prenantes
pour une
très belle Opportunité Française à saisir



L'Électronique de puissance est un enjeu majeur

- L'électronique de puissance est un **champ de valeur structurant** (entre 300 et 1000€ par voiture)
➔ il est **essentiel d'être au top** sur ces systèmes
- Secteur en pleine mutation : **volume x 7 et mutation technologique Wide Band Gap d'ici 2030**
➔ c'est **maintenant** qu'il faut prendre les bons aiguillages
- La **France dispose de bons atouts** (acteurs industriels, labos de recherche) déjà **mobilisés**.



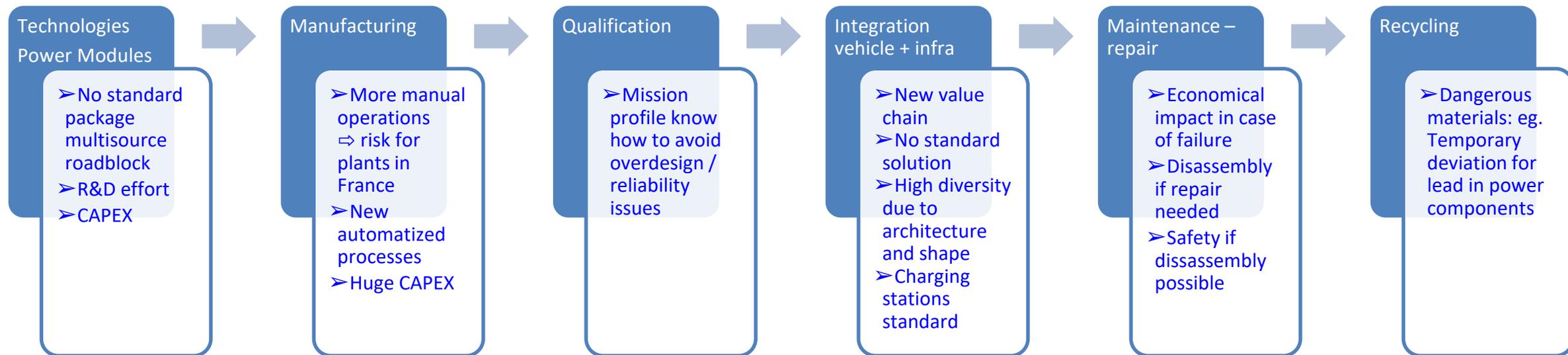
Le plan de relance est l'opportunité pour localiser en France

La double rupture, Marché et Technologie bouscule la chaîne de valeur des systèmes et de leurs composants ...

		Raw Material	Automotive supplier panel	Production capacity	Muti-sources	Qualification
Semiconductors	Si incl. IGBT				Diversity of packaging	Quality sensitive
	SiC	Cost	Improving Driven by start-up	Capex Yield improving Limited	No standard packages & gate drivers diversity	AECQ standards not fully relevant Reliability unknown
	GaN	Silicon	Usual supplier late	Process sensitive		
Package	Power Module		Limited	Capex	No standard	No standard for WBG
Passive	Coil / transformer		Technical challenges for HF (materials, processes) → cost impact			Extended mission profile
	Capacitor					Extended mission profile



... qui nécessite un plan pré-compétitif ambitieux et structuré...

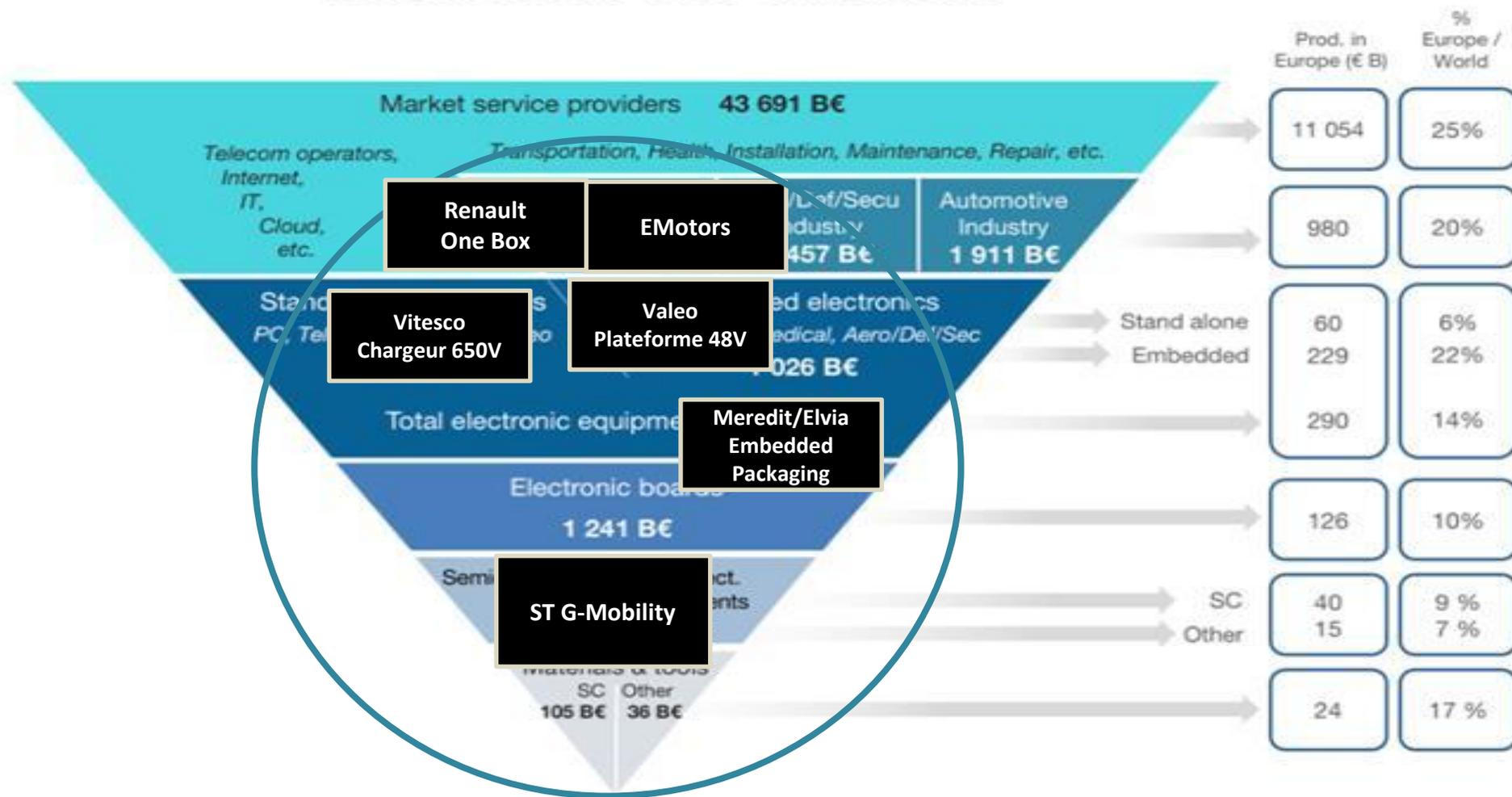


.De nombreux facteurs clé pour réussir l'intégration de l'électronique de puissance dans l'automobile
Et le renforcement des compétences en est la fondation.

**Programme de Travail stratégique commun
 CSF Automobile & CSF Électronique
 Nécessaire à la compétitivité et à la sécurisation des approvisionnements**

... pour une chaîne de valeur complète et compétitive en France, des composants à l'assemblage

World Electronic Value Chain in 2018



Source : DECISION Etudes & Conseil (Emerging Technologies in Electronic Components and Systems - Opportunities Ahead / DG CONNECT, 2019)

11/02/2021

L'ambition du programme est de viser l'excellence

➤ Excellence des produits :

- gagner plus de 30% en compacité
- gagner plus de 3 points en rendement
- Simplifier les systèmes : refroidissement par convection, par exemple
- Réaliser le ratio valeur/coût le meilleur du marché

➤ Excellence des process :

- Conception modulaire et standardisée pour minimiser les tickets d'entrée
- Process de fabrication compétitifs en France
- Qualité irréprochable
- Cycle de vie optimal pour minimiser l'impact environnemental

L'ambition est d'avoir toutes les raisons de localiser en France



	Société	Localisation
1	ST	Tours, Crolles, Grenoble
2	Soitec	Bernin
3	AVX	Dijon
4	TDK	Grenoble (Tronics)
5	Murata IPS	Caen
6	SRT-Microcéramique	Vendôme
7	Groupe Cimulec	Ennery, Toulouse, Saclay
8	GTID Protecno	Brest
9	Radiall + Raydiall	Voreppe/Voiron
10	APTIV	Epernon
11	Axon'cable	Montmirail
12	Mersen Idealec	Pontarlier
13	Mersen Eldré	Verrieres-en-Anjou
14	Teledyne Lecroy	Courtaboeuf
15	Inventec (groupe Dehon)	Vincennes
16	Acome	Romagny, Paris
17	EFI-AUTOMOTIVE	Miribel
18	Actia	Toulouse
19	Marelli	Châtellerault
20	AVL	Croissy
21	Elvia PCB	Bree
22	Thalès	Saclay, Elancourt, Vélizy, Etreilles
23	Vitesco Technologies	Toulouse, Foix, Bouspens, Cergy
24	Valeo	Créteil, Etaples, l'Isle-d'Abeau, Sainte-Florine, Sablé-sur-Sarthe

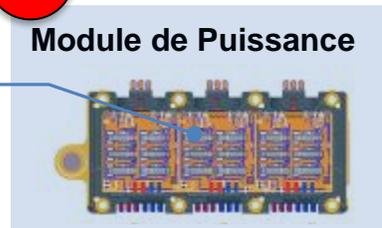
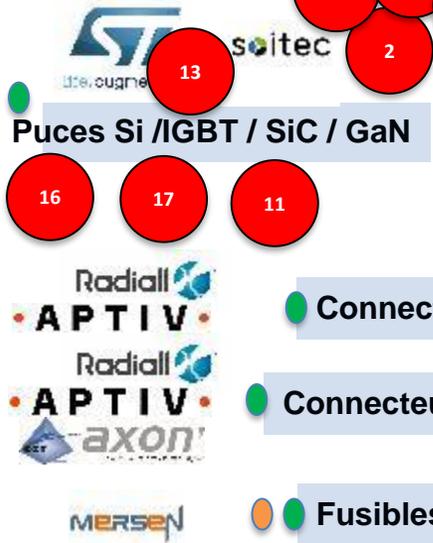
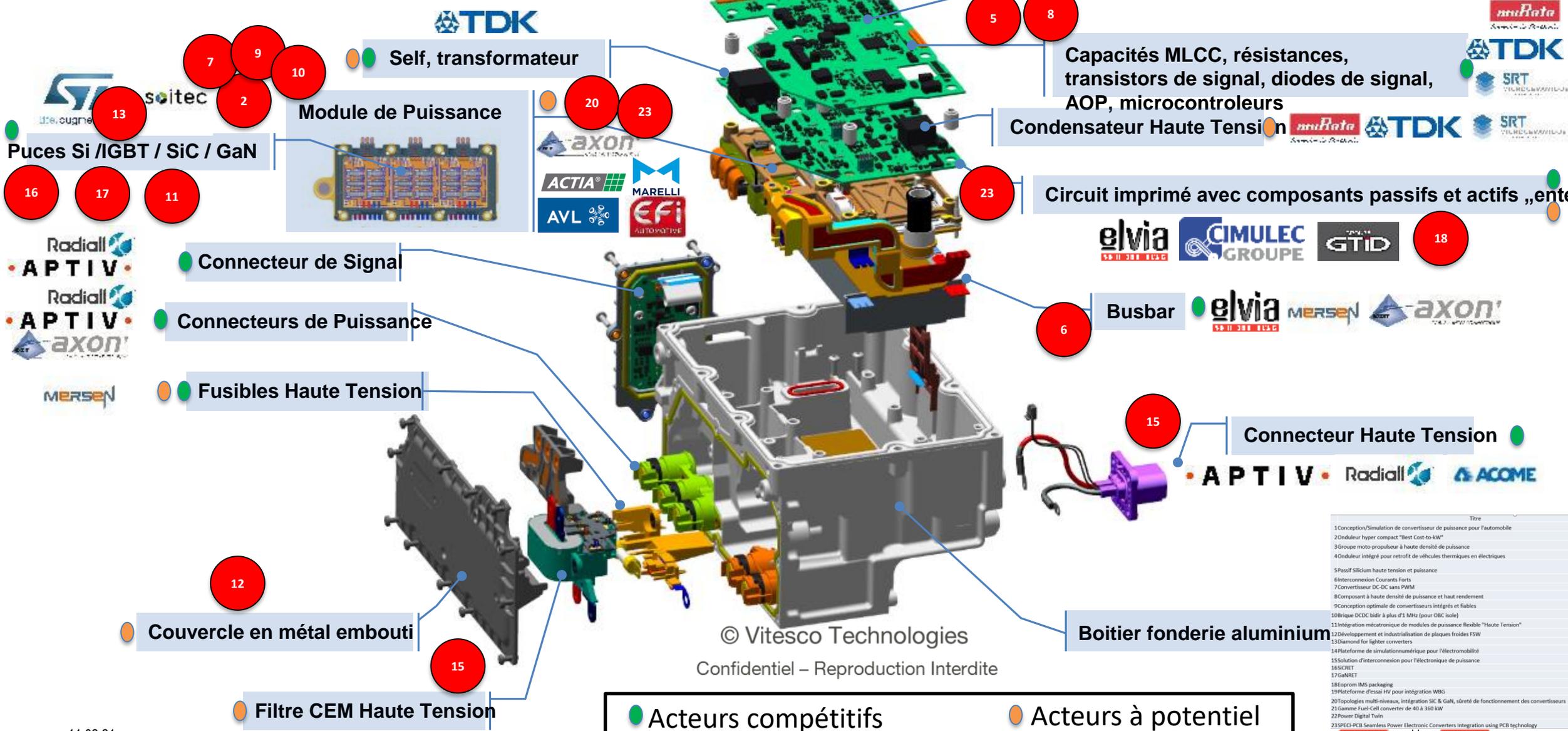


Des Projets à vocation industrielle déjà évalués

Numéro	Titre	Porteur
1	Conception/Simulation de convertisseur de puissance pour l'automobile	Powerforge
2	Onduleur hyper compact "Best Cost-to-kW"	Apsi3D
3	Groupe moto-propulseur à haute densité de puissance	CEA
4	Onduleur intégré pour retrofit de véhicules thermiques en électriques	Punch Powertrain
5	Passif Silicium haute tension et puissance	Murata
6	Interconnexion Courants Forts	Elvia
7	Convertisseur DC-DC sans PWM	IVSQ - ISTY
8	Composant à haute densité de puissance et haut rendement	Cefem
9	Conception optimale de convertisseurs intégrés et fiables	SATIE
10	Brique DCDC bidir à plus d'1 MHz (pour OBC isole)	Axid
11	Intégration mécatronique de modules de puissance flexible "Haute Tension"	Efi
12	Développement et industrialisation de plaques froides FSW	Temisth
13	Diamond for lighter converters	Diamfab
14	Plateforme de simulation numérique pour l'électromobilité	SHERPA Engineering
15	Solution d'interconnexion pour l'électronique de puissance	INVENTEC
16	SiCRET	IRT St Exupery
17	GaNRET	ITE VEDECOM
18	Eoprom IMS packaging	MCVE Technologie
19	Plateforme d'essai HV pour intégration WBG	SEMA
20	Topologies multi-niveaux, intégration SiC & GaN, sûreté de fonctionnement des convertisseurs	LAPLACE (Team Static Converters)
21	Gamme Fuel-Cell converter de 40 à 360 kW	SYMBIO
22	Power Digital Twin	CENTUM ADENEO
23	SPECI-PCB Seamless Power Electronic Converters Integration using PCB technology	Ampère

Produit Electronique de Puissance Automobile

Vue Eclatée



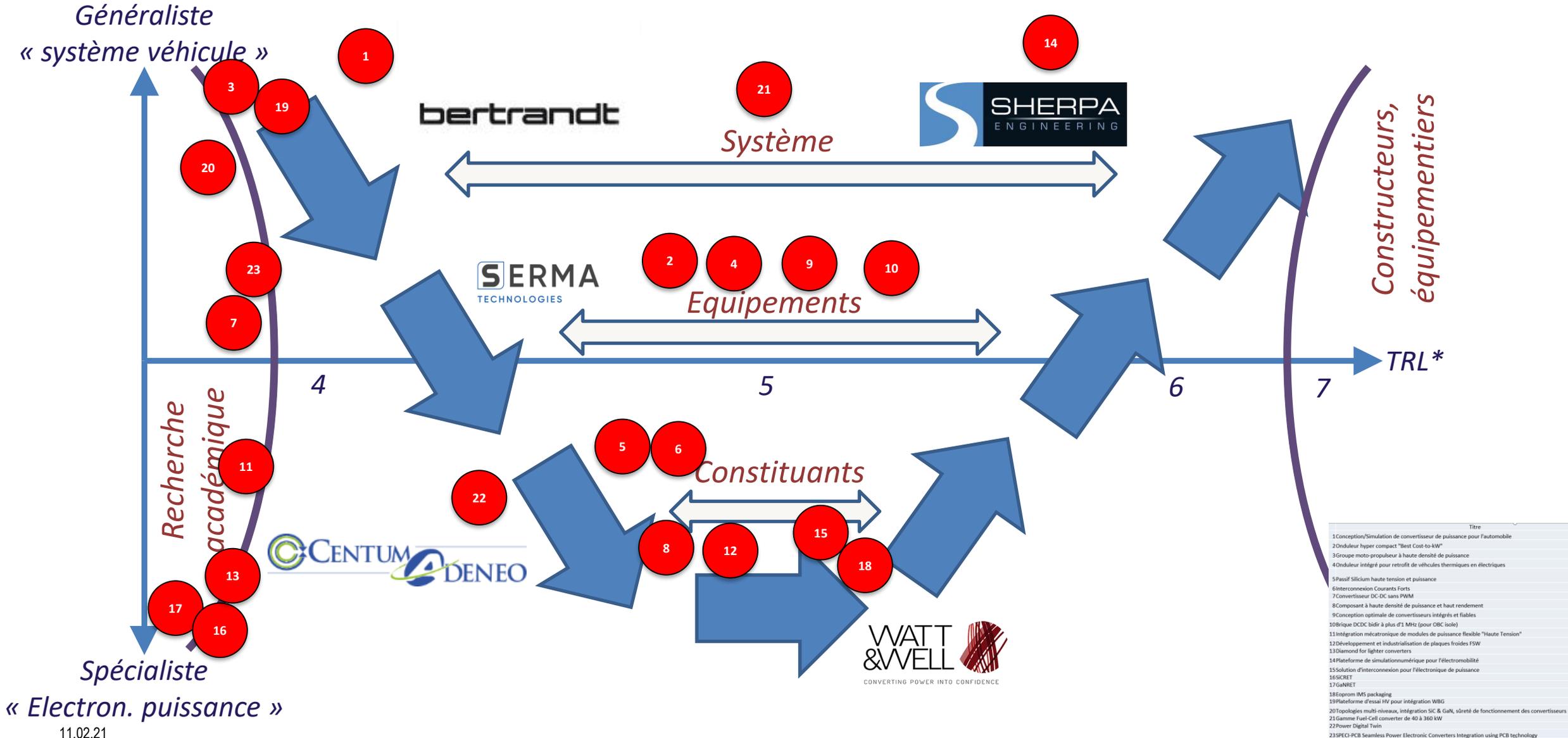
© Vitesco Technologies

Confidentiel – Reproduction Interdite

Titre
1 Conception/Simulation de convertisseur de puissance pour l'automobile
2 Onduleur hyper compact "Best Cost-to-kWh"
3 Groupe moto-propulseur à haute densité de puissance
4 Onduleur intégré pour retrofit de véhicules thermiques en électriques
5 Passif Silicium haute tension et puissance
6 Interconnexion Courants Forts
7 Convertisseur DC-DC sans PWM
8 Composant à haute densité de puissance et haut rendement
9 Conception optimale de convertisseurs intégrés et fiables
10 Bridge DCDC bidir à plus d'1 MHz (pour OBC isolé)
11 Intégration mécatronique de modules de puissance flexible "Haute Tension"
12 Développement et industrialisation de plaques froides FSW
13 Diamond for lighter converters
14 Plateforme de simulation numérique pour l'électromobilité
15 Solution d'interconnexion pour l'électronique de puissance
16 SECRET
17 GaNRET
18 Eprom IMS packaging
19 Plateforme d'essai HV pour intégration WBG
20 Topologies multi-niveaux, intégration SiC & GaN, sûreté de fonctionnement des convertisseurs
21 Gamme Fuel-Cell converter de 40 à 360 kW
22 Power Digital Twin
23 SPEC-PCB Seamless Power Electronic Converters Integration using PCB technology

Produit Electronique de Puissance Automobile

Ecosystème de R&D

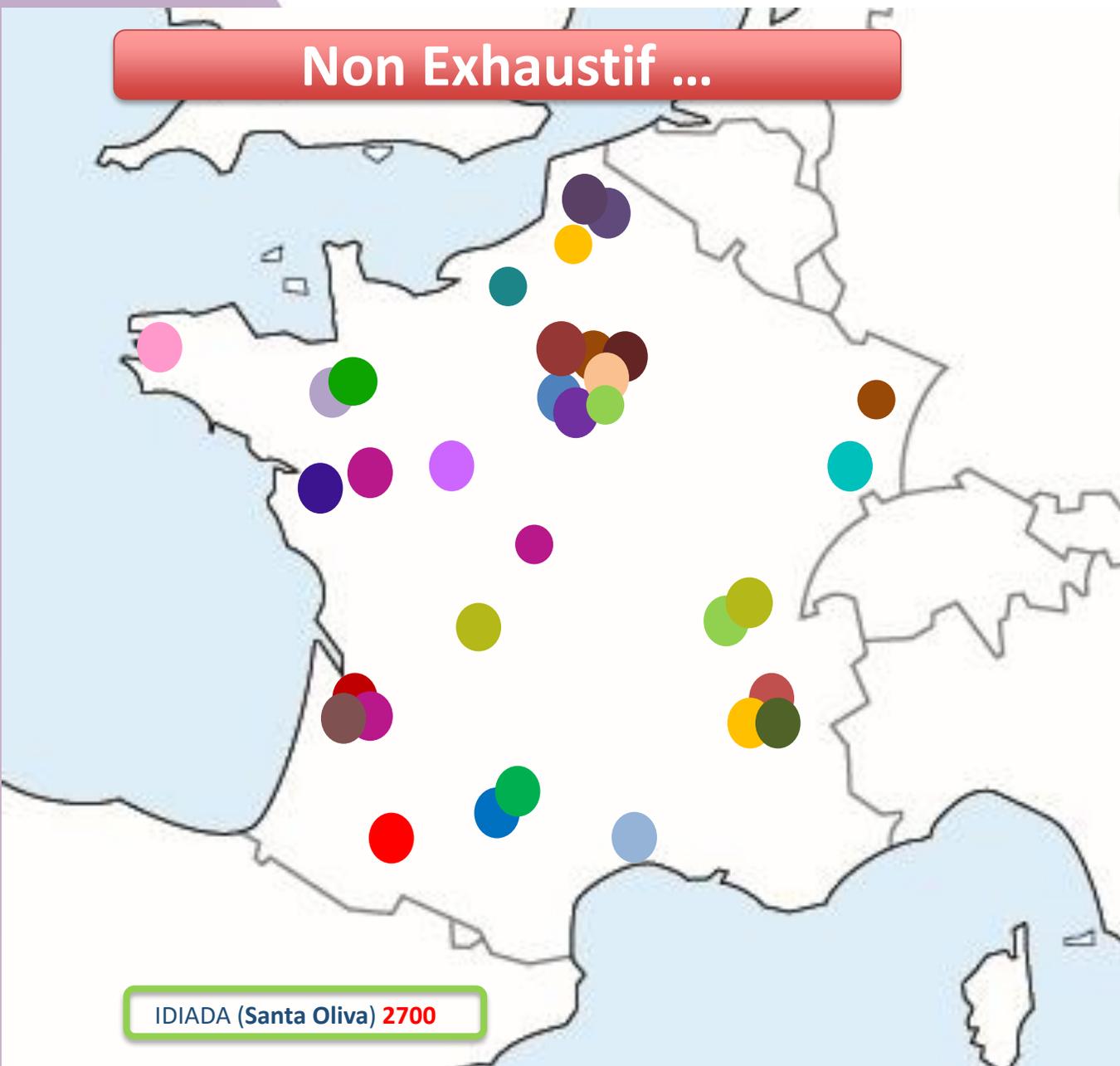


Titre
1 Conception/Simulation de convertisseur de puissance pour l'automobile
2 Onduleur hyper compact "Best Cost-to-kWh"
3 Groupe moto-propulseur à haute densité de puissance
4 Onduleur intégré pour retrofit de véhicules thermiques en électriques
5 Passif Silicium haute tension et puissance
6 Interconnexion Courants Forts
7 Convertisseur DC-DC sans PWM
8 Composant à haute densité de puissance et haut rendement
9 Conception optimale de convertisseurs intégrés et fiables
10 Bridge DCDC bidir à plus d'1 MHz (pour OBC isole)
11 Intégration micromécanique de modules de puissance flexible "Haute Tension"
12 Développement et industrialisation de plaques froides FSW
13 Diamond for lighter converters
14 Plateforme de simulation numérique pour l'électromobilité
15 Solution d'interconnexion pour l'électronique de puissance
16 SICRET
17 GaN-RET
18 Epiatom IMS packaging
19 Plateforme d'essai HV pour intégration WBG
20 Topologies multi-niveaux, intégration SiC & GaN, sûreté de fonctionnement des convertisseurs
21 Gamme Fuel-Cell convertor de 40 à 360 kW
22 Power Digital Twin
23 SPEC-PCB Seamless Power Electronic Converters Integration using PCB technology

AGENDA

- Rappel sur le Programme Electronique de Puissance
- L'Eco-Système Académique impliqué
- Le Champ d'Activités de Recherche présenté, Les Moyens disponibles
- Des Propositions de Projets à fédérer
- Prochaines Etapes
- Questions / Réponses

Non Exhaustif ...



- CEA Leti (Grenoble) 1900
- SATIE (Saclay) 190
- Université Gustave Eiffel / IFSTTAR (Versailles) 20
- INSA (Lyon) 30
- IREPA Laser (Illkirch) 48
- Institut Polytechnique G2Elab (Grenoble) 270
- IRT Saint-Exupéry (Toulouse) 209
- Primes (Tarbes) 56
- FAVI (Hallencourt) 300
- University of Bordeaux (Bordeaux) 350
- L2EP (HEI, Centrale Lille, Arts et Métiers) (Lille) 107 dont 15 EdP
- Certem+ (Tours) 106
- LAAS (LAPLACE) (Toulouse) 632
- FEMTO-ST (Belfort) 750 dont 100 Nano
- IFPEN (Rueil-Malmaison) 1622
- ENSEA (Cergy) /
- GEEPS (Paris) 82
- Institut VEDECOM (Paris) 175
- Ampère (Lyon) 89
- IMS (Bordeaux) 350
- ICAM (Réseau) 28 Génie élec
- 3DPHI (Réseau) 300
- Grenoble INP (Grenoble)
- IEMN (Lille) 227
- IETR (Rennes) 380
- ESTACA/S2ET (Paris) 31
- IES (Montpellier) +/-50
- ENSEIRB (IMS) (Talence) 350
- ENSIL (XLIM) (Limoges) 440
- ESEO (AGE ERIS) (Angers) 63
- IMT ATLANTIQUE (LS2N) (Brest) 290
- IREENA (Nantes) 41
- SUPELEC (Cesson-Sévigné) 1100
- IRSEEM/ESIGELEC (Rouen) 17
- PASCAL (Clermont-Ferrand) 382

IDIADA (Santa Oliva) 2700

AGENDA

- Rappel sur le Programme Electronique de Puissance
- L'Eco-Système Académique impliqué
- Le Champ d'Activités de Recherche présenté, Les Moyens disponibles
- Des Propositions de Projets à fédérer
- Prochaines Etapes
- Questions / Réponses

GRAND FORMAT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

Composants Grand Gap (SiC, GaN)

Défis à relever

1. Capacité de production
2. Définition de modèles de simulation fiables
3. Multisourcing : Diversité des packages, compatibilité des modes de commande...
4. Fiabilité, connaissance des modes de défaillance
5. Concevoir les composants GAN pour l'Automobile : 1200V, Bidirectionnels, Normally OFF et les packaging associés

Actions

1. Actions en cours chez STm et autres fournisseurs
2. définir des standard type JEDEC
3. Lister les programmes d'évaluation tel que Sictet de l'IRT St Exupery et y participer activement, Programme en cours Renault / Thales sur le SiC en V2G
4. Actions en cours chez STm et autres fournisseurs

Acteurs

1. Fournisseurs semiconducteurs
2. Organismes de standardization (JEDEC...) fournisseurs de semiconducteurs, autres acteurs de la filière électronique
3. Equipementiers, fournisseurs de semiconducteurs, Labos d'essais
4. Fournisseurs semiconducteurs

Extension Europe

1. Obligatoire
2. Obligatoire
3. Obligatoire
4. Obligatoire
5. Obligatoire

GRAND FORMAT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

Composants primaires (actifs, passifs, connecteurs, interconnexions, circuits imprimés...)

Défis à relever

1. Relocaliser la supply chain en France et Europe
2. Favoriser l'innovation et introduire les ruptures technologiques

Actions

1. Effectuer la cartographie de l'existant, avec R&D et capacité de production, identifier les manques et construire dossier pour investissement industriel
2. lancer des projets challenges laboratoires / industriels sur des sujets ciblés

Acteurs

1. Le CSF électronique + syndicats/groupements/..., Industries de pointe de petits volumes
2. Constructeurs Auto, équipementiers, fournisseurs de composants, laboratoires et écoles, Industries Aeronautique et Militaires

Extension Europe

1. Dans un second temps, nécessaire pour assurer le capacitaire et le multi-source
2. A decider en fonction de la complexité!

GRAND FORMAT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

MODULES DE PUISSANCE

Défis à relever

1. Pas de standard pour les modules de puissance
 - fonctionnel
 - Caractéristiques performances et dimensions
 - qualification

Actions

1. Lancer une action forte pour pousser un standard à minima Européen et Automobile
 - Définir une topologie standard pour chaque fonction (DC/DC, Chargeur, Onduleur)
 - Définir des caractéristiques standards (courant/tension, interface de commande, brochage, dimensions)
 - Définir un standard de qualification inspire de ce qui se fait pour les composants de puissance unitaires

Acteurs

1. Prescripteurs : CSF Electronique + SIA + VDA + Gesamtmetall
 - Acteurs : fournisseurs de modules de puissance
 - ZVEI ?
 - Renault + PSA???
 - Industries de petite série high tech : Thales...

Extension Europe

1. Indispensable

GRAND FORMAT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

PRODUIT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE MADE IN FRANCE

Défis à relever

1. Développer la compétence de conception en électronique de puissance des PME et Rang1 et 2 (notamment cooling et EMC)
2. Investissements pour transformer des usines fabriquant des produits pour véhicules thermiques vers des produits d'électronique de puissance
3. Garder la compétitivité de la production en France en réduisant les coûts de main d'oeuvre
 - a) Technologie autorisant le placement automatique
 - a) Robotisation
4. Réutilisation des produits Automobiles dans les Bormes de charges

Actions

1. Formations dédiés électroniques de puissance et grands projets de développement d'électronique de puissance en France
2. Projets PPP avec avance remboursable, prêt à taux zero,...
3. Projets challenge
4. Liaison Industries Automobiles et industriels des infrastructures comme SCHNEIDER

Acteurs

1. Enseignement universitaire, PME, Rang 1 et 2, Renault
2. Constructeurs, Équipementiers, fournisseurs de rang 2
3. Constructeurs, équipementiers, fournisseurs de rang 2
4. Renault/PSA + Schneider...

Extension Europe

1. Sans Objet
2. Sans Objet
3. Sans Objet
4. Sans objet

GRAND FORMAT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

Qualification des produits d'électronique de puissance

Défis à relever

1. Investissements dans les moyens de qualification
2. Connaissance des profils de mission réels

Actions

1. Construire la cartographie des moyens existants ;
 - avance remboursable, prêt à taux zero,...
2. Collecte et analyse data sur flottes existantes

Acteurs

1. Constructeurs, équipementiers, sociétés d'ingénierie, Labo, Société high tech type Aero et militaire
2. Constructeurs avec support des équipementiers

Extension Europe

1. Non prioritaire, besoin de localisation en France
2. Dans le cas de programmes Européens

GRAND FORMAT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

Intégration véhicule

Défis à relever

1. Absence de standard, grande diversité de contenu et de forme d'un constructeur à un autre, diversité des solutions d'hybridation
2. Connexion avec les industriels des bornes de recharge pour standardiser certains modules

Actions

1. Projet commun Renault / PSA de spécifications communes (tensions, puissances, etc...)
1. Architecture modulaire autorisant la flexibilité dans l'implémentation
2. Définition avec ces industriels des modules potentiellement communs

Acteurs

1. Renault et PSA
1. Equipementiers avec support des constructeurs
2. Cosntructeurs, équipementiers auto et industriels infrastructures de recharge

Extension Europe

1. Le projet pourrait également être partagé entre constructeurs Français et Allemands (ex Renault-Daimler ou PSA-BMW)
2. Idem
3. idem

GRAND FORMAT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

Maintenance et Réparation

Défis à relever

1. Besoin en formation des réseaux d'entretiens (constructeurs et indépendants)
2. Permettre le reconditionnement de produits électroniques automobiles à l'échelle industrielle avec un niveau de qualité, fiabilité et sécurité (haute tension) équivalent au neuf

Actions

1. Développer les réseaux de formation
2. Prendre en compte réparabilité dans les contraintes de conception

Acteurs

1. Constructeurs, équipementiers, sociétés d'ingénierie
2. Equipementiers

Extension Europe

1. Possible
2. Selon politique constructeurs

GRAND FORMAT ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

PROPOSITION DE PLAN D'ACTION

Recyclage fin de vie

Défis à relever

1. impact écologique et économique de la fin de vie
2. Valoriser ces déchets (ex métaux précieux)

Actions

1. Adresser le sujet à l'ADEME et le soutenir techniquement
2. Identifier si une nouvelle filière souhaite se mettre en place (modèle Apple)

Acteurs

1. ADEME + constructeurs et équipementiers
2. Équipementiers, acteurs spécialisés

Extension Europe

1. Réglementation européenne?
2. ?

Thématiques couvertes par les activités de Recherche

Laboratoire	Composants Grand Gap (SiC, GaN)				Composants Primaires		Modules de puissance			Produit électronique Made in France					Qualification des produits d'électronique de puissance		Intégration véhicule			Maintenance et Réparation		Recyclage fin de vie		
	Capacité de production	Définition de modèles de simulation fiables	Multisourcing	Fiabilité, connaissance des modes de défaillance	Concevoir les composants GaN pour l'automobile	Relocaliser la supply chain en France et Europe	Favoriser l'innovation et introduire les ruptures technologiques	topologie standard pour chaque fonction	Caractéristiques standards (I/V, interface de commande, ...)	Standard de qualification	Développer compétence de conception EdP des PME	Investissements pour passer des produits pour véhicules thermiques à EdP	Placement automatique	Robotisation	Réutilisation de produits embarqués dans les bornes de charge	investissements dans les moyens de qualification	Connaissance des profils de mission réels	spécifications communes OEMs	Architecture modulaire	Définition de modules communs	Besoin en formation des réseaux d'entretien	Permettre le reconditionnement	Impact économique	Valoriser les déchets
CEA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2EP					1		1	1																
CERTEM					1		1								1									
PRIMES					1		1		1						1									
IFPEN								1										1	1	1				
3DPHI										1			1											
LGP-ENIT				1			1		1						1			1						
G2ELAB					1		1	1	1	1	1				1			1					1	1
VEDECOM					1		1			1					1									
Institut PASCAL							1		1	1	1													
ESTACA									1									1						
IEMN - L2EP			1		1		1								1				1					
SATIE			1		1		1		1		1				1			1	1	1				1
FAVI							1												1	1				
IREPA LASER							1						1		1									
LAAS - CNRS			1		1			1		1	1													
LAPLACE			1				1		1		1									1				
SEMA (LAPLACE - NXP)					1		1	1		1					1					1				
IDIADA							1	1							1									0
IRT Saint Exupéry			1		1		1	1	1	1	1				1					1				1
FEMTO-ST			1							1					1									
Total	0	8	0	9	5	0	15	7	9	5	10	0	2	3	1	13	0	3	6	8	0	0	4	1

Des Moyens multiples, Des Investissements conséquents ..

Suffisamment connus ?

L'OFFRE CEA TECH GRAND GAP

► Environ 150 chercheurs répartis sur les sites de Grenoble, Chambéry (INES) et Labège

100 M€ Investis

Caractérisation électrique, test industriel et packaging (GaN, SiC, Si)



- Caractérisation électrothermique: $V_d(f(T, V_g, T_j)) - 25 \rightarrow 185^\circ\text{C}$, 400A-600ps
- Tests de fiabilité avec des cycles thermiques (acquisition en temps réel des données)



- Robustesse des modules ePCB jusqu'à 1100 cycles TCT [-40/125] °C avec une variation de température de 3°C/min



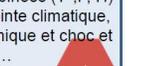
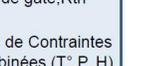
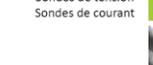
- Caractérisation électrothermique: $V_d(f(V_g, T_j))$
- Tests de fiabilité avec des cycles de puissance (acquisition en temps réel des données)



- Essais accélérés de durée de vie sous contraintes des modules MOSFET



ATELIER CHARGE INDUCTIVE

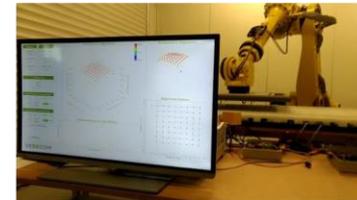


Analysateur de puissance
12 voies de tension
12 voies de courant
+ sondes 85kHz

Alim. bidirectionnel
2x64kW = 128kW
Simulation de la batterie

Oscilloscopes
Sondes de tension
Sondes de courant

Sondes CM



ATELIER DE PROTOTYPAGE MACHINES ÉLECTRIQUES



MOYENS : Plateforme PRIMES

6 M€ Investis

SALLE BLANCHE

- Traitement Plasma
- Station Nanofrittage
- Brasage Laser
- Câblage Bonding
- Robots dispensing...
- Fours de refusion...

250 m² - iso5/iso7

Test en commutation de composants

- Sources - Charges
- Sondes, oscilloscopes
- Analyseur de composants I/V : 10kV / 1500A C/V: 3kV
- Centrale air pulsé
- Centrale Dspace
- ...

Primes

- Chambre semi-anéchoïque
- Analyseur d'Impédance
- Analyseur de réseaux
- Analyseur de spectre...



- Microtomographe RX3D
- Microscope numérique
- Microscope optique
- Microscope acoustique

FIABILITE



- 3 voies de test
- Courant max : 1500 A
- Mesures : V_{ce} , ΔT_j , T_{jmax} , T_{jmin} , ΔP , $\Delta T_j/\Delta P$, signaux de gate, R_{th}



- Banc de Contraintes Combinées (T°, P, H)
- Enceinte climatique, thermique et choc et VRT...



Moyens disponibles (investissements réalisés)

La plateforme de micro/nanotechnologies

- 2500 m² avec 1500 m² de salle blanche
- 180-200 utilisateurs réguliers
- 140 projets par an
- 1,2 M€ de budget opérationnel moyen
- 35 M€ d'équipements
- Équipe technique de 35-40 ingénieurs et techniciens



Membre des réseaux national et inter-régional

La plateforme PROFIF

Platform of Reliability tOOLs for Failure analysis dedicated to wide bandgap devices

2 M€ d'équipements nouveaux dès 2021

Partenaires industriels : Exagan, Vitesco, Thales Alenia Space, Sphera, IRT Saint-Exupéry

À venir dans les prochains mois :

Station de test semi-automatique instrumentée 3 kV

Station de test sous vide instrumentée 10 kV

Banc de caractérisation "very fast TLP" commercial

La plateforme de conception

- Outils disponibles :
- COMSOL, ORCAD (conception systèmes)
 - CADENCE, ADS, HFSS, COVENTOR, COMSOL, SILVACO, SENTAURUS (conception micro et nanosystèmes)
 - SILVACO, SENTAURUS (process technologique)

La plateforme de caractérisation

7 M€ d'équipements partagés sur 1200 m² d'installation

- > Caractérisation pluridisciplinaire : biologie, micro-ondes, optique, micro and nanosystèmes, gestion de l'énergie
- > Utilisation ouverte aux extérieurs

Station de test semi-automatique sur wafer

$I_{DC} = 10 \text{ A pulsed}$, 1 A DC, $V_{DC} = 1 \text{ kV}$, $T^{\circ}\text{max} = 225^\circ\text{C}$

Station de mesure du R_{on} dynamique

(Tension max de stress = 1000 V, t_{ST} mesure = 100 ns après la commutation)

Caractérisation faible courant sur wafer

$I_{DC} = 1 \text{ A}$, $V_{DC} = \pm 200 \text{ V}$, $T^{\circ}\text{max} = 300^\circ\text{C}$

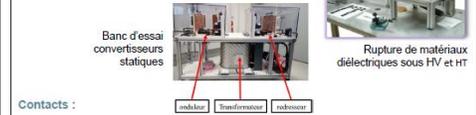
Effet Hall (T° de 30 à 500 K, champ magnétique = 0,3 T, sur échantillons (max. wafer size = 2*2 mm²))

Caractérisation d'impédance, thermographie IR, ESD sur wafer, Scan champ proche, Banc de test de convertisseur DC/DC, DLTS, etc.

Fiche d'Identité (Spécifique EdP)

Moyens disponibles (investissements réalisés) : ~ 1,2 M€

- Banc de mesure de potentiel de surface (3kVDC, 20kV AC-DC)
- Banc mesure 4 points faible résistivité
- Banc spectroscopie diélectrique large bande (1kHz-10MHz, -150°C à 400°C)
- Banc mesure résistivité volume et surface ASTM D-257 (1kV, 25°C)
- Banc de vieillissement/durée de vie des systèmes d'isolation sous contraintes MLI (dv/dt > 10kV/µsec) et thermiques (< 200°C)
- Banc de test modulaire sous impulsions "choc de foudre" (ondes 8/20µs, 10/350µs et 10/1000µs)
- Banc de mesure de diffusivité thermique Laser Flash (LFA) + DSC (25°C - 500°C)
- Banc de mesure de décharges partielles (15kV, 15kVA, < 1pC)
- Banc de rupture diélectriques solides, haute température (25°C - 250°C, 300kV DC, 100kV AC)
- Générateur impulsions haute tension (1.7kV, 50A)
- Station sous pointes haute tension haute température sous vide (40kV DC, 340°C, 1e-5 mbar) et Station sous pointe Cascade Microtech
- Alimentations - Caméras thermiques - analyseurs d'impédance - Oscilloscopes - Sondes
- ...



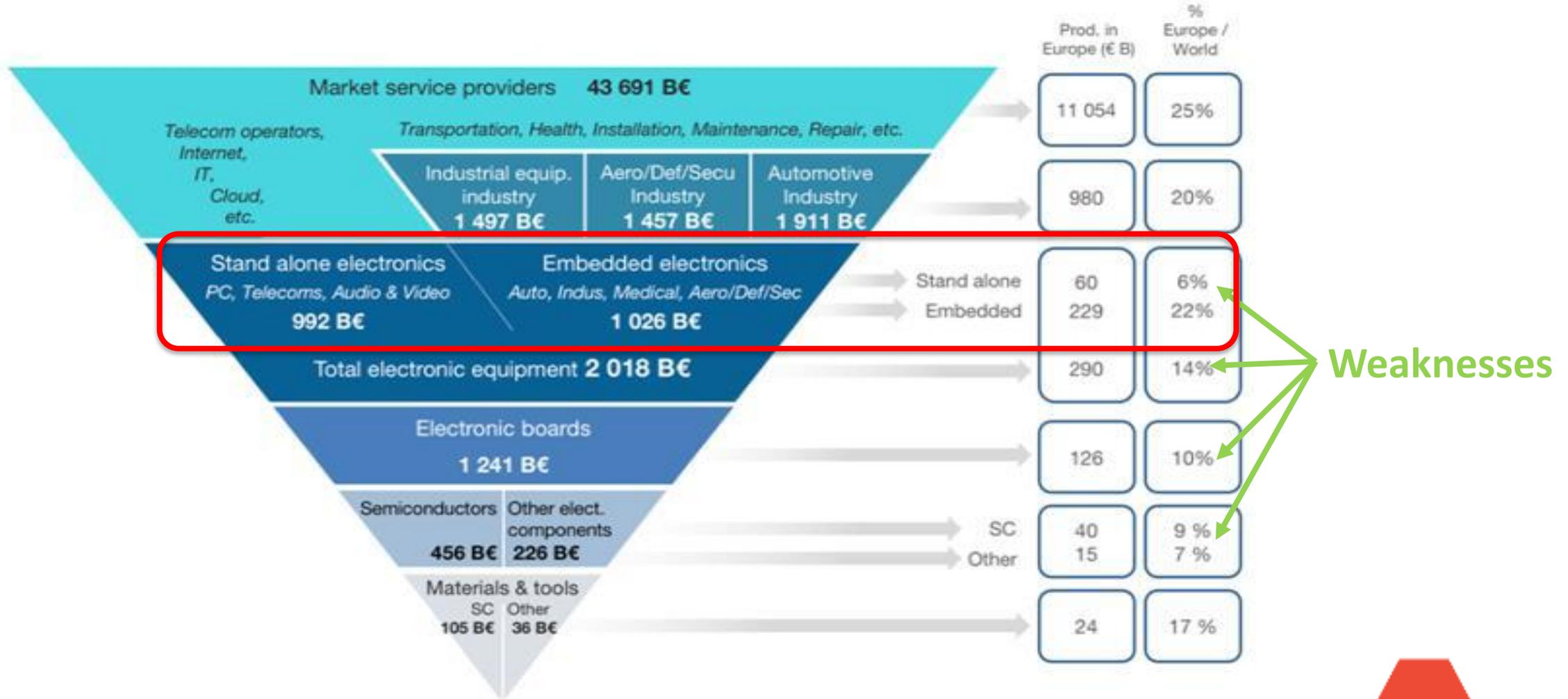
Contacts : nicolas.rouger@laplace.univ-tlse.fr, marie-laure.localelli@laplace.univ-tlse.fr, vincent.bley@laplace.univ-tlse.fr

AGENDA

- Rappel sur le Programme Electronique de Puissance
- L'Eco-Système Académique impliqué
- Le Champ d'Activités de Recherche présenté, Les Moyens disponibles
- **Des Propositions de Projets à fédérer**
- Prochaines Etapes
- Questions / Réponses

Les Projets : Couverture de la Chaîne de Valeur

World Electronic Value Chain in 2018



Source : DECISION Etudes & Conseil (Emerging Technologies in Electronic Components and Systems - Opportunities Ahead / DG CONNECT, 2019)

Première suite logique de projet

Couverture de la « chaîne de valeur »:

Matériaux SC	Matériaux Autres	Outils	Semi- conducteurs	Autres composants électroniques	Cartes électroniques	Electronique Embarquée	Electronique non Embarquée	Industrie automobile	Industrie aéronautique / défense	Industrie équipements électroniques	Télécom, IT et Autres
4	6	16	7	3	17	22	4	16	0	2	1

« Consolidation : de projets entre eux



- **G2ELAB** « Méthodes et outils d'analyse CEM système pour véhicule » / **IEMN L2EP** « Prise en compte des aspects HF et CEM dans la conception de convertisseurs à base de composants grand gap »
- **VEDECOM** « GaNRET / **IEMN L2EP** « Caractérisation et modélisation de composants GaN »
- **VEDECOM** « HP-ECIMS » / **SEMA** « Intégration 3D de composants actifs et passifs EdP »
- **LAAS CNRS** « Intégration de fonctions de puissance grand gap (GaN, SiC) et Si / **LAPLACE** « Topologies multi-niveaux, intégration SiC & GaN, sdf des convertisseurs »
- **LAAS CNRS** « Robustesse et fiabilité de modules de puissance innovants (GaN, SiC et Si) / **IRT St EXUPERY** « Module SiC fiable et performant »



Projet 1	Du matériau au module fiable
Projet 2	Outils et moyens de développement / test
Projet 3	Conception des fonctions et convertisseurs
Projet 4	Soutenabilité / LCA

Première suite logique de projet

- **VEDECOM** « GaNRET »
- **IEMN** « Caractérisation et Modélisation de composants GaN »
- **SEMA** « intégration 3D de composants actifs et passifs EdP »
- **IRT Saint Exupéry** « SiCRET »
- **VEDECOM** « HP-ECIMS »
- **VEDECOM** « Microcollecteur de chaleur à micro-piliers »
- **LAAS-CNRS** « Robustesse et fiabilité de modules de puissance innovants (GaN, SiC et Si)
- **IRT Saint Exupéry** « Module SiC fiable et performant »

Projet 1	Du matériau au module fiable
Projet 2	Outils et moyens de développement / test
Projet 3	Conception des fonctions et convertisseurs
Projet 4	Soutenabilité / LCA

Deuxième suite logique de projet

Projet 1	Du matériau au module fiable
Projet 2	Outils et moyens de développement / test
Projet 3	Conception des fonctions et convertisseurs
Projet 4	Soutenabilité / LCA

- **IEMN L2EP** « Prise en compte des aspects HF et CEM dans la conception de convertisseurs à base de composants grand gap »
- **G2ELAB** « Méthodes et outils d'analyse CEM système pour véhicule »
- **SEMA** « Matériaux et systèmes d'isolation pour l'électronique de puissance »
- **IDIADA** « High Fidelity electric modelling and testing »
- **FEMTO-ST** « Modélisation EdP et simulation temps réel sur FPGA »
- **IDIADA** « Qualification of vehicle technologies and propulsion solutions »

Troisième suite logique de projet

Projet 1	Du matériau au module fiable
Projet 2	Outils et moyens de développement / test
Projet 3	Conception des fonctions et convertisseurs
Projet 4	Soutenabilité / LCA

- **LAAS CNRS** « Intégration de fonctions de puissance grand gap (GaN, SiC) et Si »
- **LAPLACE** « Topologies multi-niveaux, intégration SiC & GaN, sûreté de fonctionnement des convertisseurs »
- **IRT Saint Exupéry** « Driver pour SiC/GaN pour faibles pertes/protection et health monitoring »
- **FEMTO-ST** « Convertisseurs DC/DC à fonctionnalités avancées »
- **SATIE** « Conception optimale de convertisseurs intégrés et fiables »

Quatrième suite logique de projet

Projet 1	Du matériau au module fiable
Projet 2	Outils et moyens de développement / test
Projet 3	Conception des fonctions et convertisseurs
Projet 4	Soutenabilité / LCA

- **G2ELAB** « Electronique de puissance circulaire pour une mobilité soutenable »
- **SATIE** « Soutenabilité des chaînes de traction électrique »

Synthèse des thématiques couvertes par les labos / moyens

Composants Grand Gap (SiC, GaN)					Composants Primaires		Modules de puissance			Produit électronique Made in France				Qualification des produits d'électronique de puissance		Intégration véhicule			Maintenance et Réparation		Recyclage fin de vie		
Capacité de production	Définition de modèles de simulation fiables	Multisourcing	Fiabilité, connaissance des modes de défaillance	Concevoir les composants GaN pour l'automobile	Relocaliser la supply chain en France et Europe	Favoriser l'innovation et introduire les ruptures technologiques	topologie standard pour chaque fonction	Caractéristiques standards (I/V, interface de commande, ...)	Standard de qualification	Développer compétence de conception EDP des PME	Investissements pour passer des produits pour véhicules thermiques à EDP	Placement automatique	Robotisation	Réutilisation de produits embarqués dans les bornes de charge	investissements dans les moyens de qualification	Connaissance des profils de mission réels	spécifications communes OEMs	Architecture modulaire	Définition de modules communs	Besoin en formation des réseaux d'entretien	Permettre le reconditionnement	Impact écologique et économique	Valoriser les déchets
1	22	0	19	4	0	6	2	6	1	7	0	1	1	2	15	4	4	1	1	0	0	0	0

Critères « Filières »

Matériaux SC	Matériaux Autres	Outils	Semi-conducteurs	Autres composants électroniques	Cartes électroniques	Electronique Embarquée	Electronique non Embarquée	Industrie automobile	Industrie aéronautique / défense	Industrie équipements électroniques	Télécom, IT et Autres	COMPACTE : Réduction de x% (à considérer: le facteur de forme)	RENDEMENT : Amélioration de x% (à discuter avec les experts)	COÛT : Amélioration de x% (Attention: niveau système à considérer)	REFROIDISSEMENT : Limiter / se passer de refroidissement liquide	STANDARDISATION : Favoriser l'émergence et l'utilisation de standards (y compris hors automobile)	COMPETITIVITE FILIERE et Localisation Nationale
14	13	98	22	9	21	18	7	9	0	0	0	7	3	27	3	24	25

Critères « Académiques »

Matériaux SC	Matériaux Autres	Outils	Semi-conducteurs	Autres composants électroniques	Cartes électroniques	Electronique Embarquée	Electronique non Embarquée	Industrie automobile	Industrie aéronautique / défense	Industrie équipements électroniques	Télécom, IT et Autres	PROCESS : Aspect lié à la capacité à optimiser les opérations de fabrication	SYSTEME : Capacité à optimiser l'ensemble, malgré un possible surcoût local	ANALYSE CYCLE DE VIE : Prise en compte de l'ensemble du cycle de vie	INTEGRATION MECATRONIQUE : Capacité d'optimiser la compacité, les connexions, la gestion thermique	STANDARDISATION : Favoriser l'émergence et l'utilisation de standards (y compris hors automobile)	COMPETITIVITE NATIONALE	Autres
14	13	98	22	9	21	18	7	9	0	0	0	13	14	0	18	5	9	74

AGENDA

- Rappel sur le Programme Electronique de Puissance
- L'Eco-Système Académique impliqué
- Le Champ d'Activités de Recherche présenté, Les Moyens disponibles
- Des Propositions de Projets à fédérer
- **Prochaines Etapes**
- Questions / Réponses

Les prochaines étapes ...

- **Compléter la cartographie établie à ce jour : Expression des « absents » ...**
- **Etude des synergies / collaborations par les porteurs de propositions de projets**
- **Propositions complémentaires sur les thématiques à renforcer**
- **Lien avec les pouvoirs publics** sur le soutien à l'initiative (France d'abord puis Europe)
 - **UNE DEMARCHE STRUCTUREE INDISPENSABLE :**
 - Nous assurer en tant que Filières de couvrir les besoins de l'Industrie
 - Pousser les synergies des meilleurs acteurs pour assurer du bon usage des fonds publics
 - Identifier les besoins complémentaires par rapport aux actions déjà engagées
 - Exposer la nécessité de soutien complémentaire → FINANCEMENTS (DGE, ...)

AGENDA

- Rappel sur le Programme Electronique de Puissance
- L'Eco-Système Académique impliqué
- Le Champ d'Activités de Recherche présenté, Les Moyens disponibles
- Des Propositions de Projets à fédérer
- Prochaines Etapes
- Questions / Réponses