



life.augmented



EXAGAN

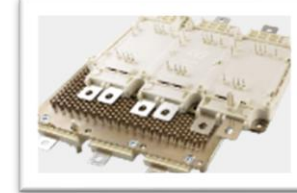
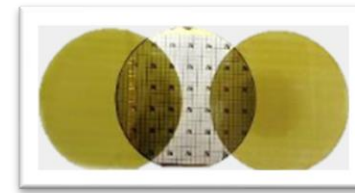
Accelerate Power Transition

# PowerGaN G-Mobility

Frédéric DUPONT



# WBG (GaN/SiC) et Power Packaging



## Description / périmètre technique :

Développement de semiconducteurs GaN, leur packaging et leurs applications

## Produits / technologies / solutions :

Semiconducteurs pour Chargeur, DC/DC et Inverter pour voitures hybrides et électriques  
Augmentation du rendement, nouvelles architectures, packaging, refroidissement

## Principales difficultés / challenges :

Maturité de la technologie, épitaxie, fiabilité, test avant assemblage (KGD), gestion thermique

## Principaux livrables & niveau de maturité visé (TRL)

Mise à disposition de composants WBG (GaN ou SiC en fonction de l'avancement du projet) sous NDA

## Partenaires recherchés :

Actuel:

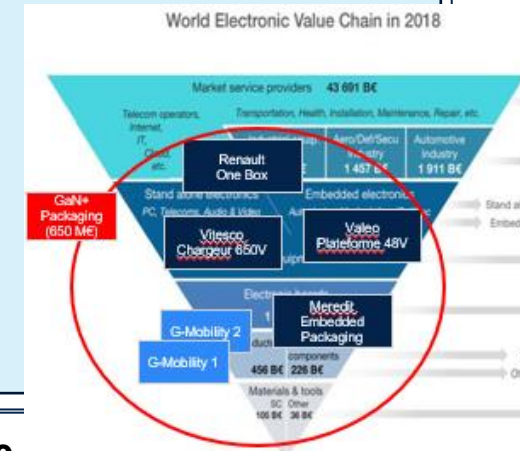
STMicroelectronics, EXAGAN, CEA

Lien avec projets de

Renault, Vitesco, Valeo

Possible Partners

Packaging avancé  
Utilisateurs finaux  
Etudes fiabilité  
Validation  
Simulation



Démarrage projet : 09/2020

Durée projet : 48 à 60 mois

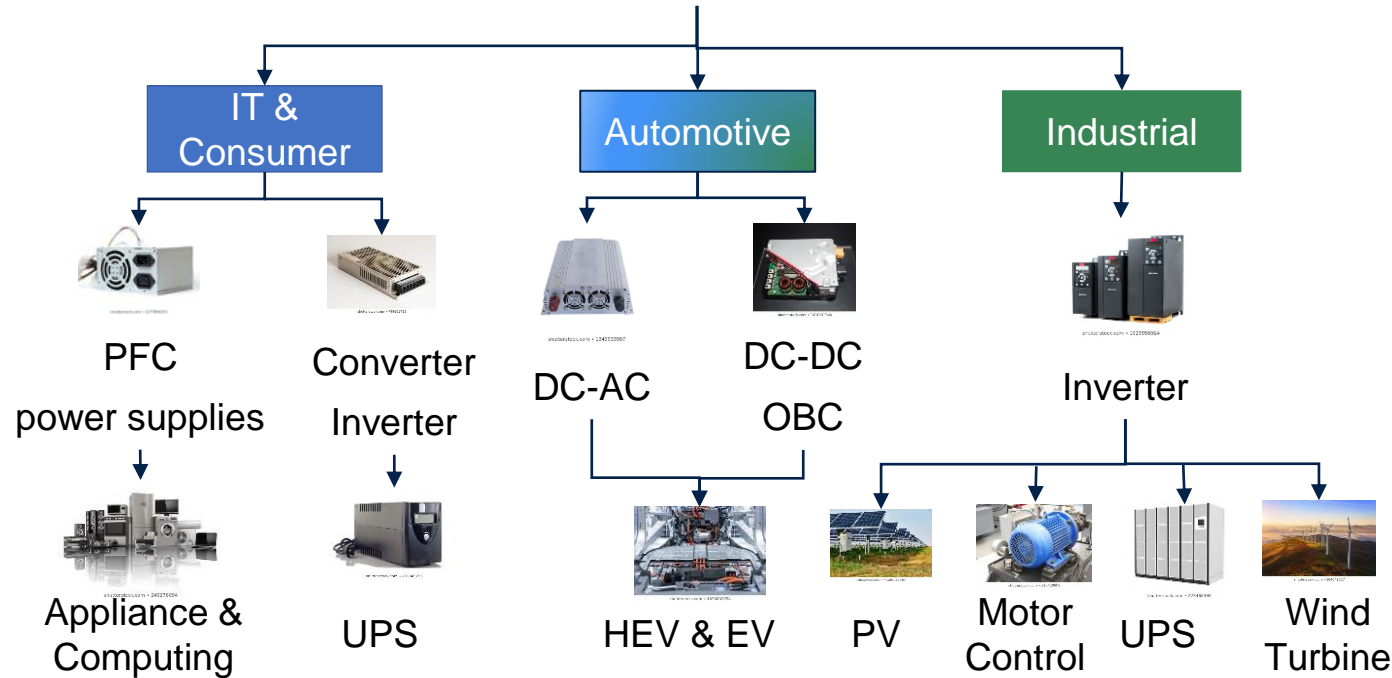
Budget projet : tbd en fonction du périmètre

Thèmes	COMPACTE : Réduction de 40% (à considérer: le facteur de forme)	RENDEMENT : Amélioration de x% (à discuter avec les experts)	COÛT : Amélioration de 20% (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)	Autres	Compétitivité Filière et Localisation Nationale
WBG semiconducteurs	Base pour réduction des systèmes ~43%	Augmentation du rendement entre 3 et 10 % en fonction du système	Système: potentiel de réduction en fonction de la taille réduite	Température d'opération élevée en fonction du matériel jusqu'à 300 °C	Développement d'une technologie clé pour la mobilité électrique		Production GaN à Tours Potentiel packaging en France



# Wide Band Gap in power electronics by applications

## SiC and GaN in Power Electronics



GaN

GaN & SiC

SiC



Both exhibit higher critical field allowing them to be operated at higher voltages



GaN has higher electron mobility and saturation velocity than SiC, making it more suitable for higher frequency operation



SiC has better thermal conductivity than GaN. Therefore, SiC devices can handle higher temperatures more safely



Both allow significant power density increase



GaN requires adequate and specific gate drivers



## Higher efficiency



Reduced power losses, reduced power consumption, exceeding the most stringent energy requirements

Greener World

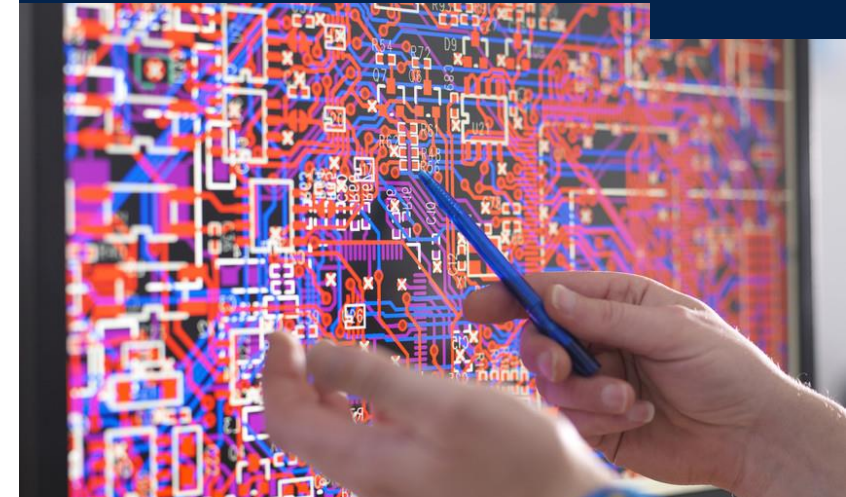
## Higher power density



Higher switching speed to reduce systems size and cost

Smaller Products

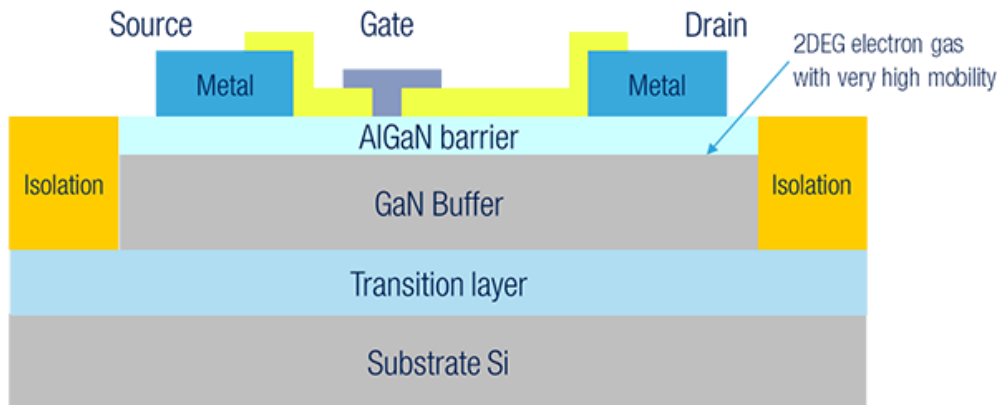
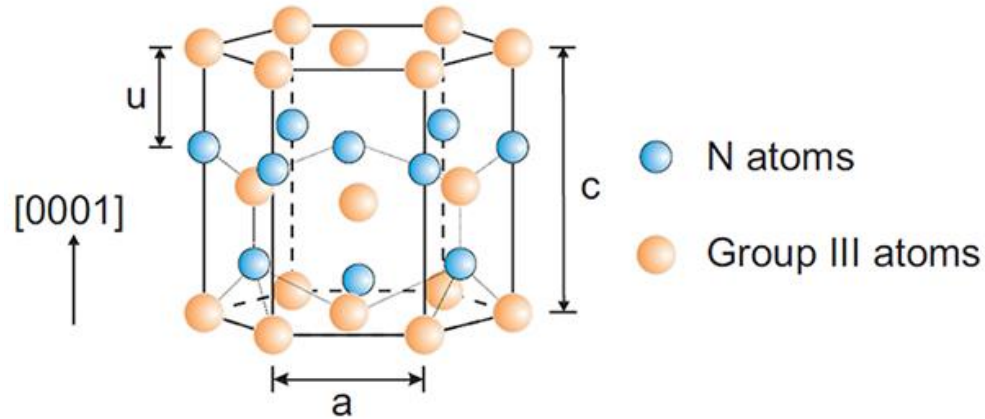
## Reinventing power



Intrinsic properties of GaN will push for new system design opportunities

Smarter Design



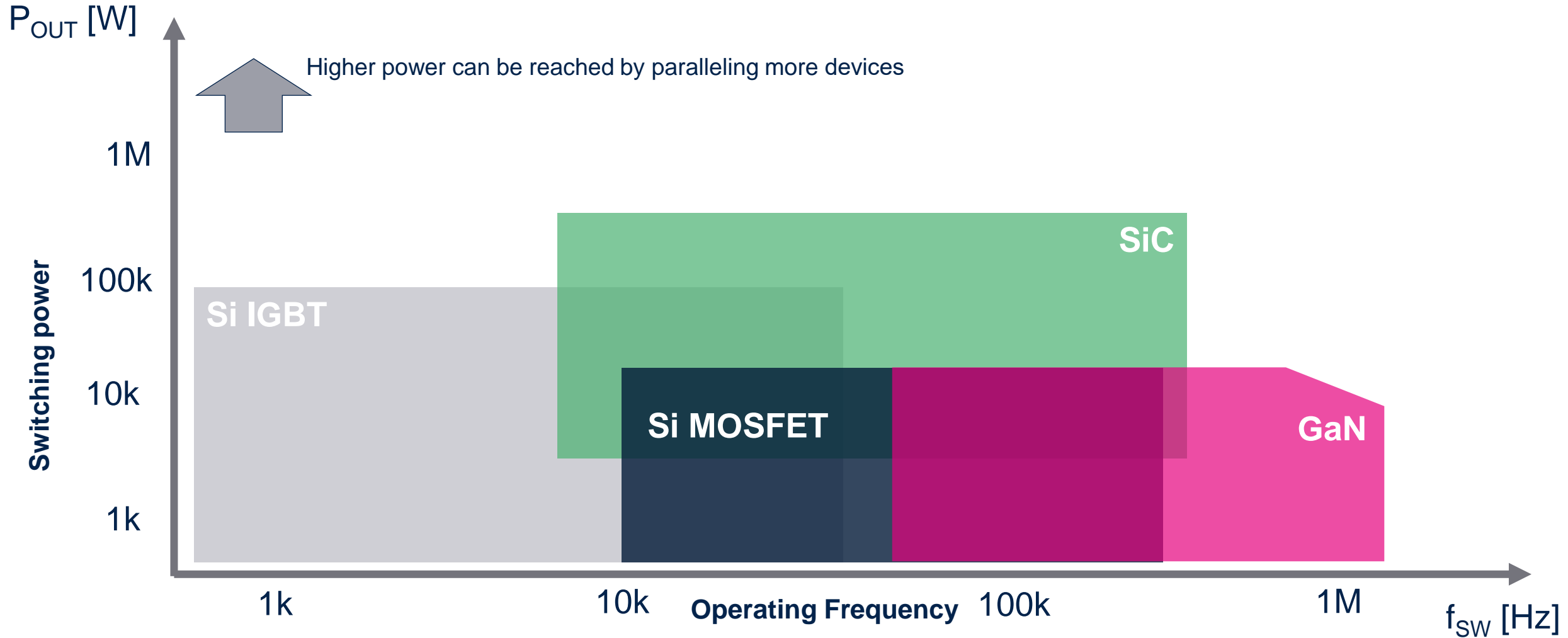


Property	Si (111)	GaAs	SiC	GaN
$E_g$ (eV) - band gap	1.1	1.43	2.86	3.39
$E_c$ (MV/cm) - critical electric field	0.3	0.45	2.0	3.33
$\epsilon_r$ - dielectric constant	11.9	13.1	9.8	9
$\mu_n$ (cm <sup>2</sup> /Vs) – electron mobility	1350	8500	650	1700
$v_s$ (10 <sup>7</sup> cm/s) – electron saturation velocity	1	2	2	2.5
Melting point (K)	1415	1238	2827	2791
$k$ (W/cm K) - thermal conductivity	1.3	0.46	4.9	1.3

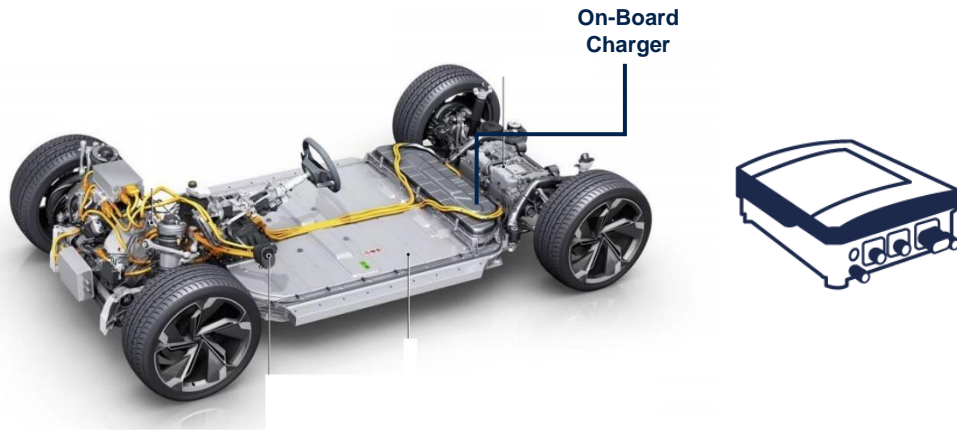
GaN HEMTs (High Electron Mobility Transistors) represent a major step forward in power electronics providing high-frequency operation, with increased efficiency and higher power density compared to silicon based transistors.



# Silicon & wide-bandgap power devices positioning



## OBC



❑ Better figure of merit ( $R_{DS} \times Q_g$ ) vs silicon technology



Reduced conduction losses

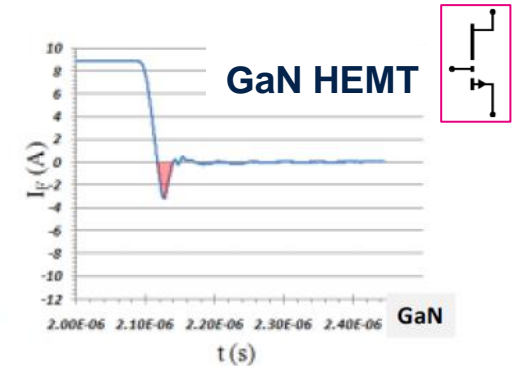
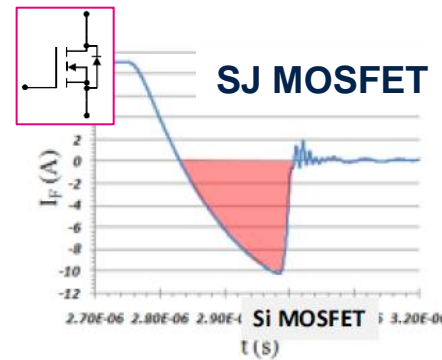
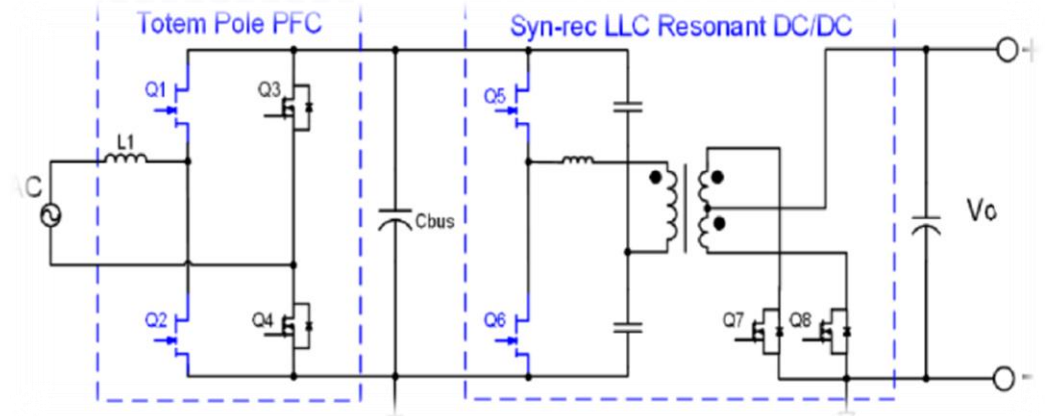
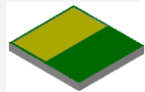
❑ Negligible capacitances  $C_{xx}$

❑ No recovery charge  $Q_{rr}$



❑ Excellent efficiency in hard switching - high frequency topologies  
 ❑ Reduced power losses and passive devices size

❑ Parasitic free package technology





# GaN 650 V product families

ST and Exagan are developing GaN solutions aiming at enabling energy efficiency increase in any electrical converter application

**G-FET™**: GaN made simple



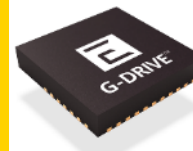
Very fast, ultra-low  $Q_{rr}$ , **robust GaN cascode FET with standard silicon gate-drive** for a wide range of power

**G-HEMT™**: GaN made powerful



Ultra-fast, **zero  $Q_{rr}$  e-mode HEMT**, easily parallelable, well suited for **very high frequency and power applications**

**G-DRIVE™**: GaN made smarter



Ultra-fast GaN switch with **embedded silicon digital gate drive and smart features, easy to use**



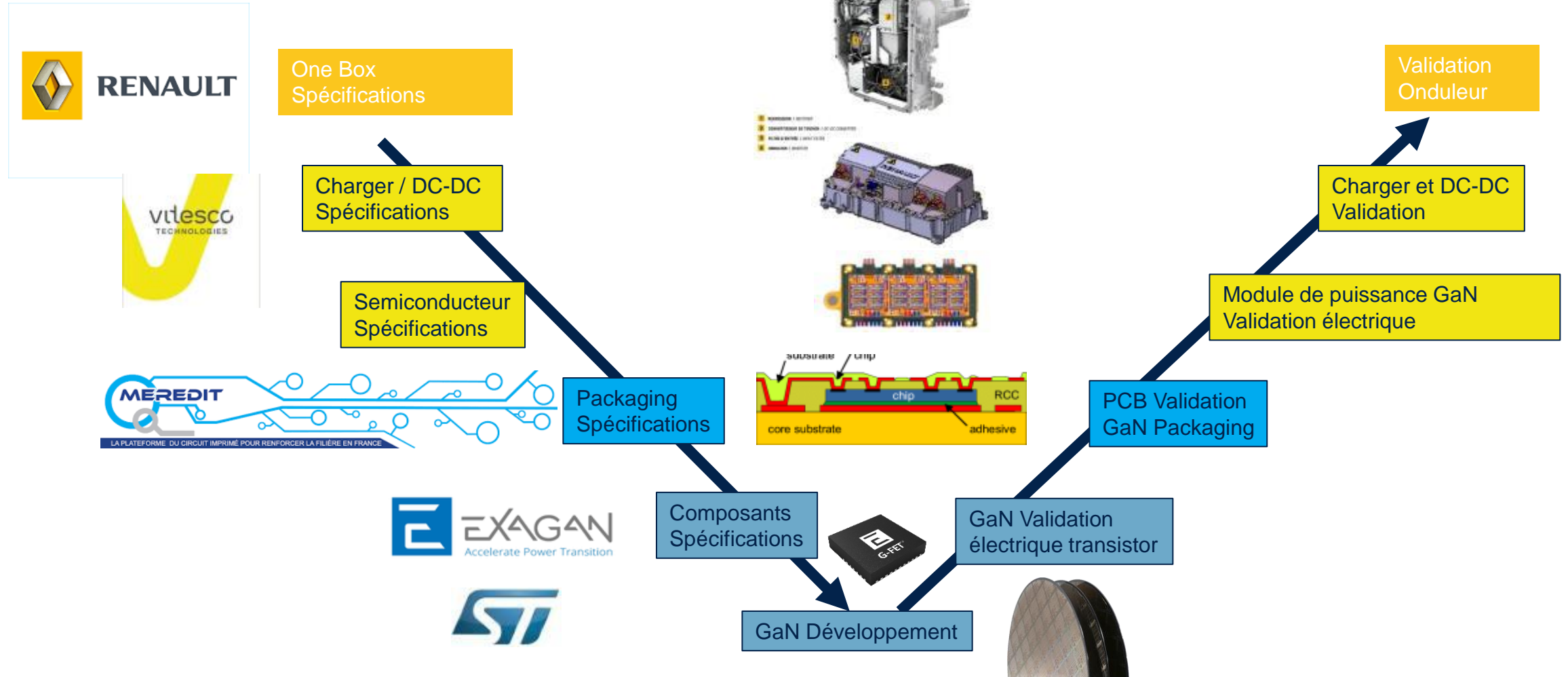


# G-Mobility: Objectifs techniques du projet

**Mettre en place une filière industrielle GaN en France pour l'Automobile**

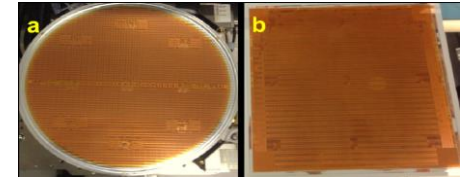
- 
- A close-up photograph of a white electric vehicle charging cable plugged into a charging station. The background shows a blurred silver car wheel.
- Développer des nouvelles générations technologiques de solutions GaN adaptées aux performances et exigences automobiles HEV / EV :
    - Technologie GaN
    - Méthodes de test optimisés (fiabilisation du GaN AECQ101)
    - Technologies d'assemblage adaptées aux commutations rapides
  - Démonstrateurs GaN pour les « projets partenaires » du PFA

# G-Mobility: Cycle développement



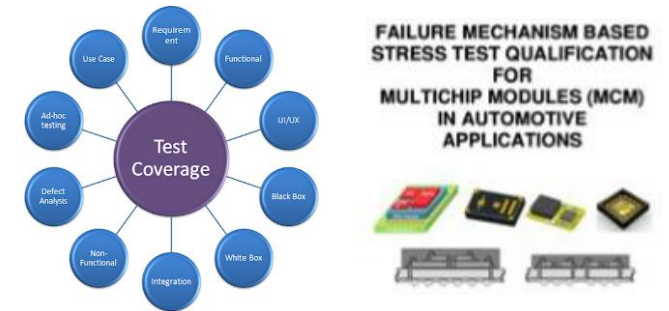
# G-Mobility: Axes de développement & collaboration

- Lot 1: Technologie GaN Automobile (650 V - 900V)
  - Briques technologiques à base de matériaux grand gap GaN, adaptées aux besoins des applications de l'électrification automobile



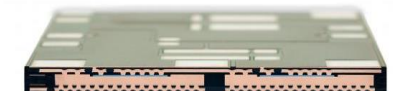
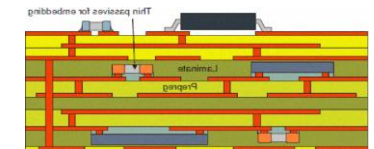
## Matériau, procédé de fabrication GaN

- Lot 2: Test et Fiabilité GaN (Composant/Application)
  - Moyens et méthodes de tests des puces et solutions GaN intégrées en regards des exigences des applications de l'électrification automobile



## Test, fiabilité, application, validation

- Lot 3: Intégration packaging
  - Briques technologiques d'assemblage miniaturisé nécessaires à l'intégration des puces et solutions modulaires GaN, plateforme d'intégration de type PCB de puissance pour les futures applications de l'électrification des futures véhicules Automobile.



## Packaging, fréquence, dissipation



# Conclusion

- Le projet G-Mobility a pour objectif d'établir le GaN dans l'automobile, avec une filière de production en France, et d'accélérer l'innovation liée aux semiconducteurs Grands Gaps dans la filière automobile.
- Les démonstrateurs développés en GaN et les produits disponibles de ST en SiC pourront alimenter les projets partenaires.
- Contact projets GaN: [frederic.dupont@exagan.com](mailto:frederic.dupont@exagan.com)



# Thank you

© STMicroelectronics - All rights reserved.

ST logo is a trademark or a registered trademark of STMicroelectronics International NV or its affiliates in the EU and/or other countries.

For additional information about ST trademarks, please refer to [www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks).

All other product or service names are the property of their respective owners.

Copyright ST-Exagan – Electronique de puissance (PFA & filière électronique) 3



life.augmented