QUELS MATÉRIAUX POUR LES VÉHICULES DE DEMAIN ?

Virginie HUGUON - Maître Expert Carrosserie - Groupe PSA
Jean-Claude LE FLOUR - Expert Leader Métaux et Process - Groupe Renault

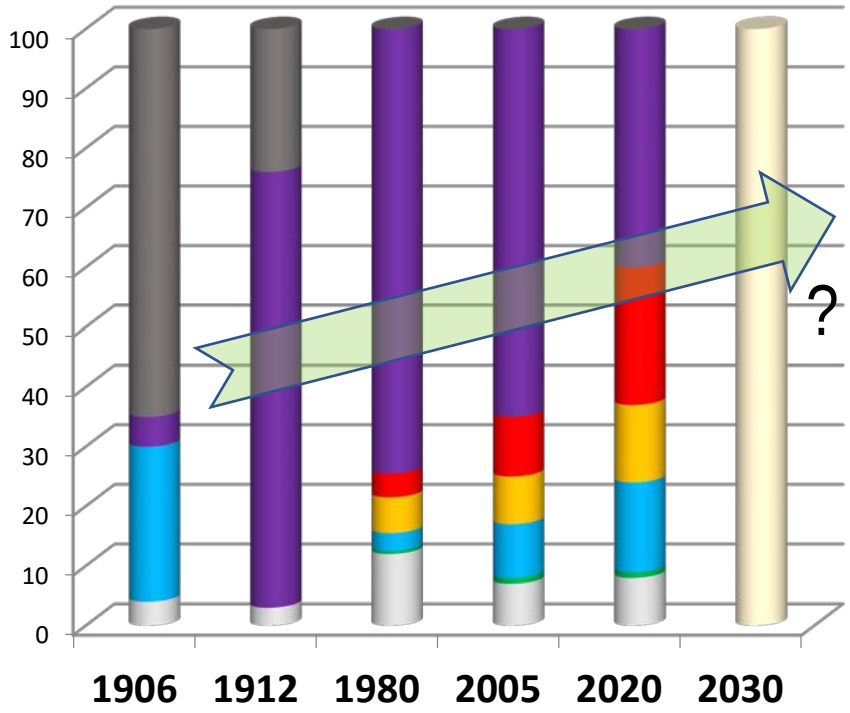
11 Décembre 2018

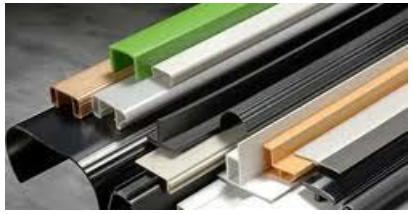
SOMMAIRE

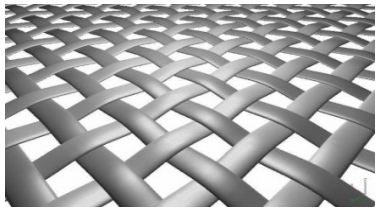
- Contexte Matériaux
- Contexte Auto
- Quelles incidences matériaux ?
  - L’allègement
  - L’électrification
  - Les polymères pour les voitures CASE (Connected, Autonomed, Shared and Electrified)
- Conclusions

LE CONTEXTE MATERIAUX

RAPPEL HISTORIQUE





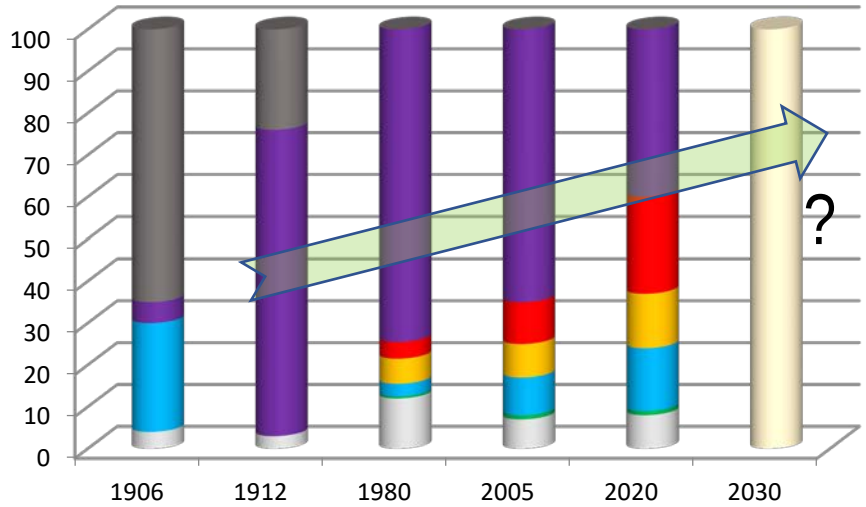


PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

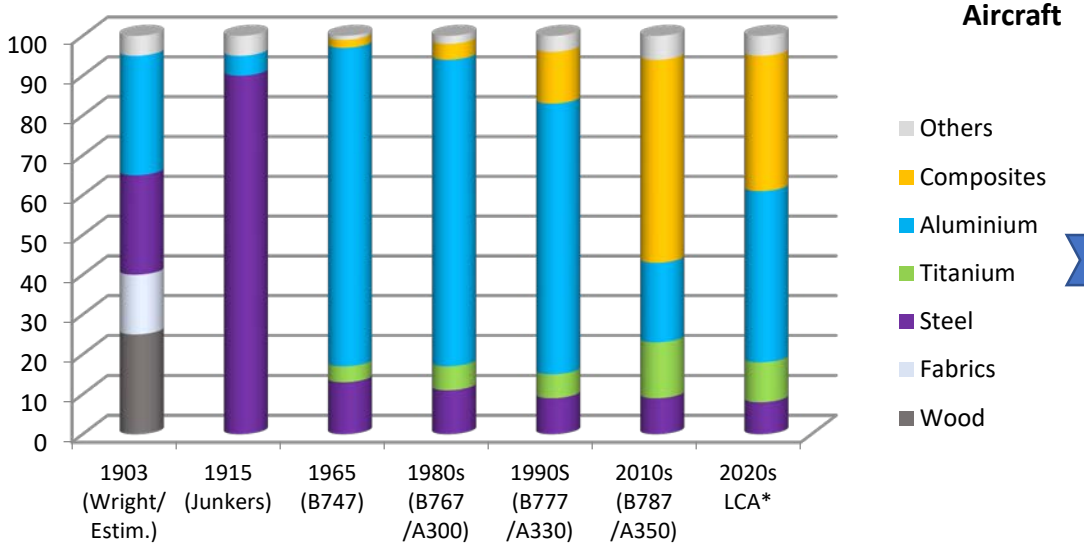
AUTOMOBILE VS AÉRONAUTIQUE

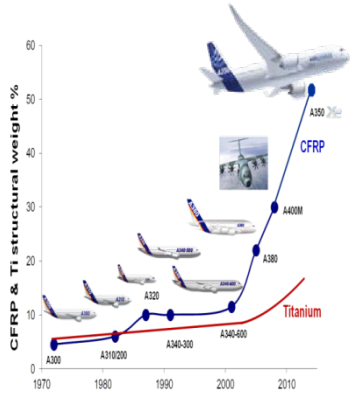
Automobile



Is the automotive lightweight design will follow the aircraft evolution?

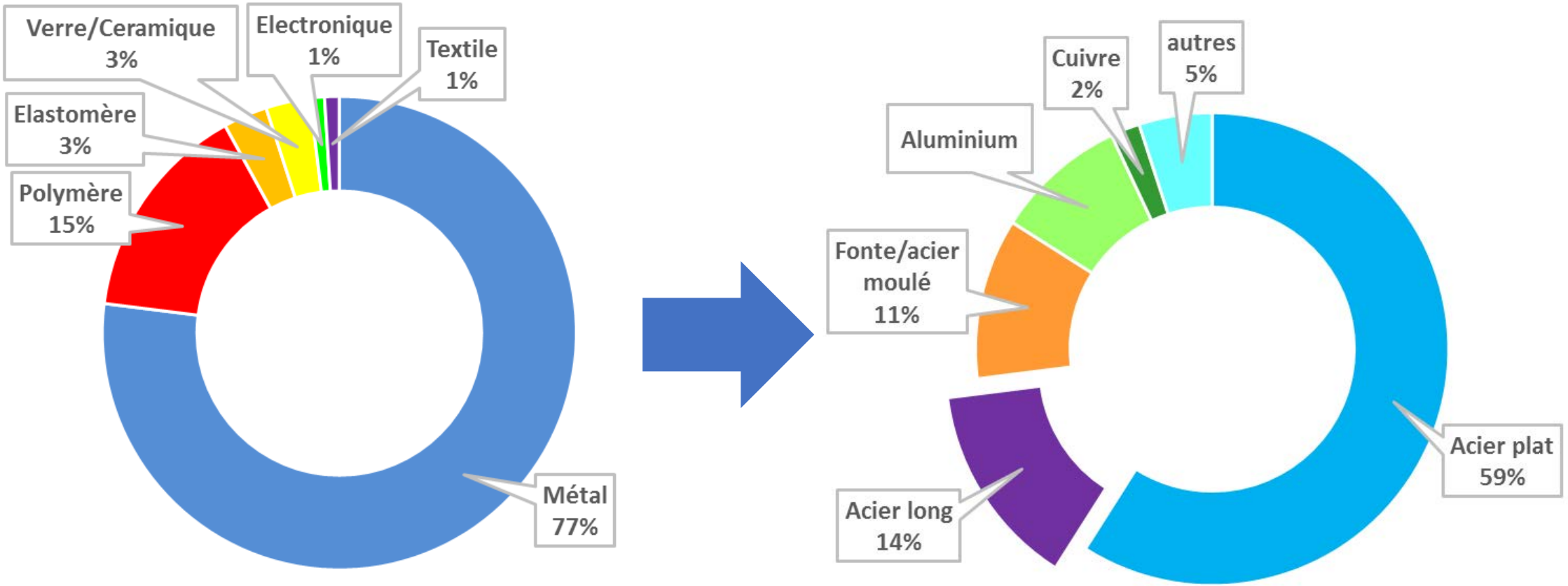
Aéronautique





RÉPARTITION MASSIQUE DES MATÉRIAUX

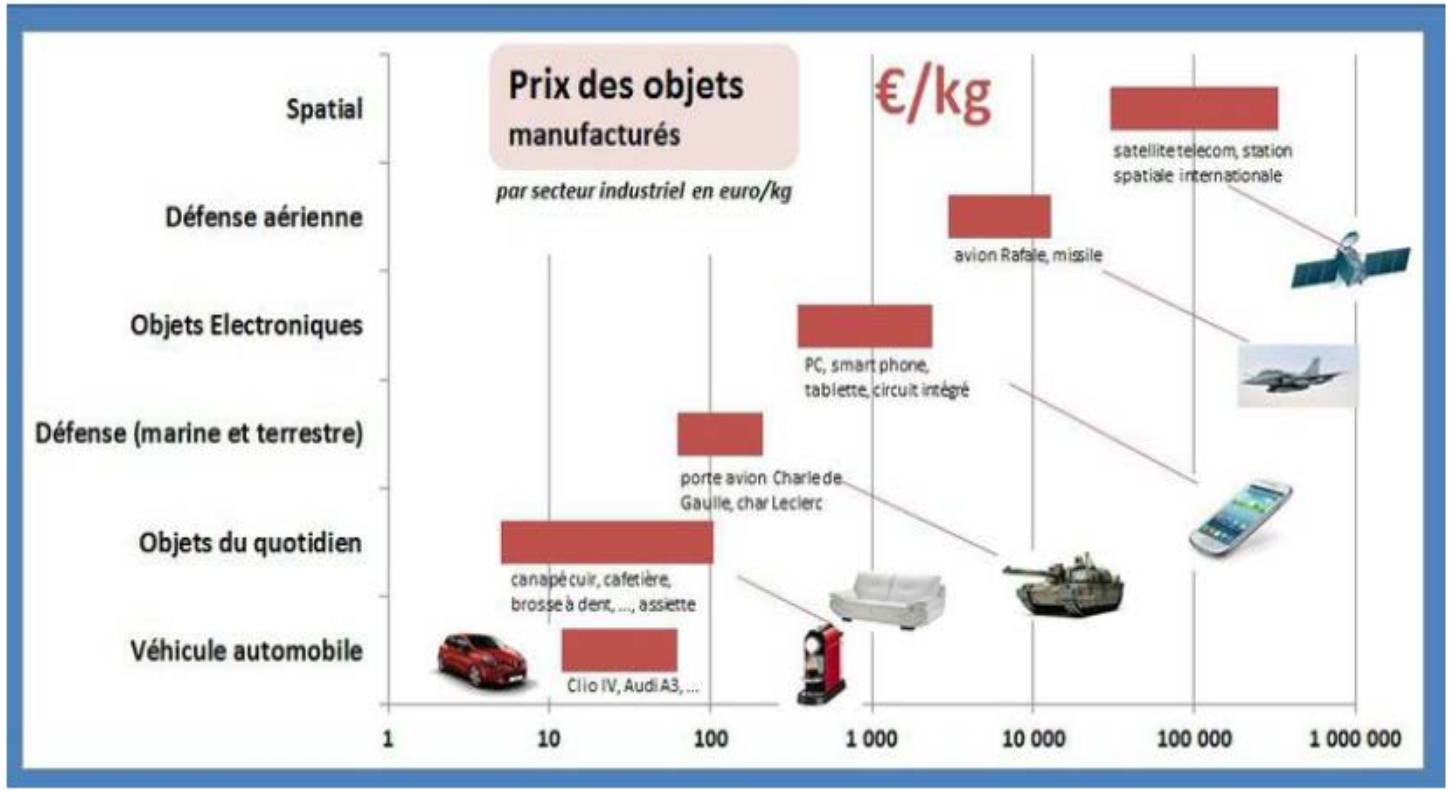
La répartition des matériaux (en masse) dans un véhicule automobile (valeurs moyennées)



PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LE « TERRAIN DE JEU » ÉCONOMIQUE DES MATÉRIAUX



➢ **Prix des matériaux d'un véhicule : entre 0,5 et 5 € /kg**

Spatial	Pas de limite
Aéronautique spécifique (hélicoptères)	10 à 5000€ / kg
Aéronautique de série	5 à 500€ / kg
Automobiles de luxe ou sport	2 à 100€ / kg*
Automobiles de grandes série	1 à 5€ / kg*

* Sauf métaux précieux pour catalyseurs

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LE CONTEXTE AUTOMOBILE

CONTEXTE AUTOMOBILE : UN MONDE EN ÉVOLUTION

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS DE L'AUTOMOBILE

Le véhicule du futur sera électrique, connecté et autonome…

Autonome

En 2035, 24% des vehicules vendus seront des véhicules autonomes be self-driving cars

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

Electrique

50% des vehicles vendus en 2030 seront des BEV ou PHEV

Connecté

67 millions de véhicules connectés en 2030

CONTEXTE AUTOMOBILE : LES ATTENTES CLIENTS

Air Quality

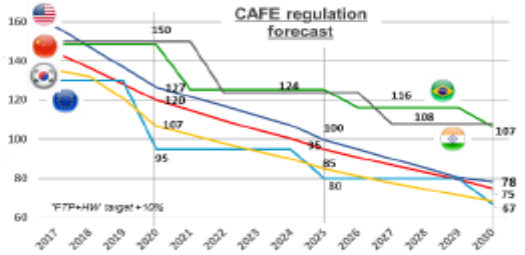
'Dieselgate'
Euro7
RDE

City Access Restriction

All Diesel ban anounced 2024 / 2025 Athens, Rome, Paris, Madrid, Mexico
EV > PHEV > HEV & gas > gasoline > Diesel
All ICE ban 2030 / 2040 UK, France?

CO_2

COP21 roadmap to limit 2°C global avg temperature by 2100
30% CO2 reduction between 2020 and 2030



Marché

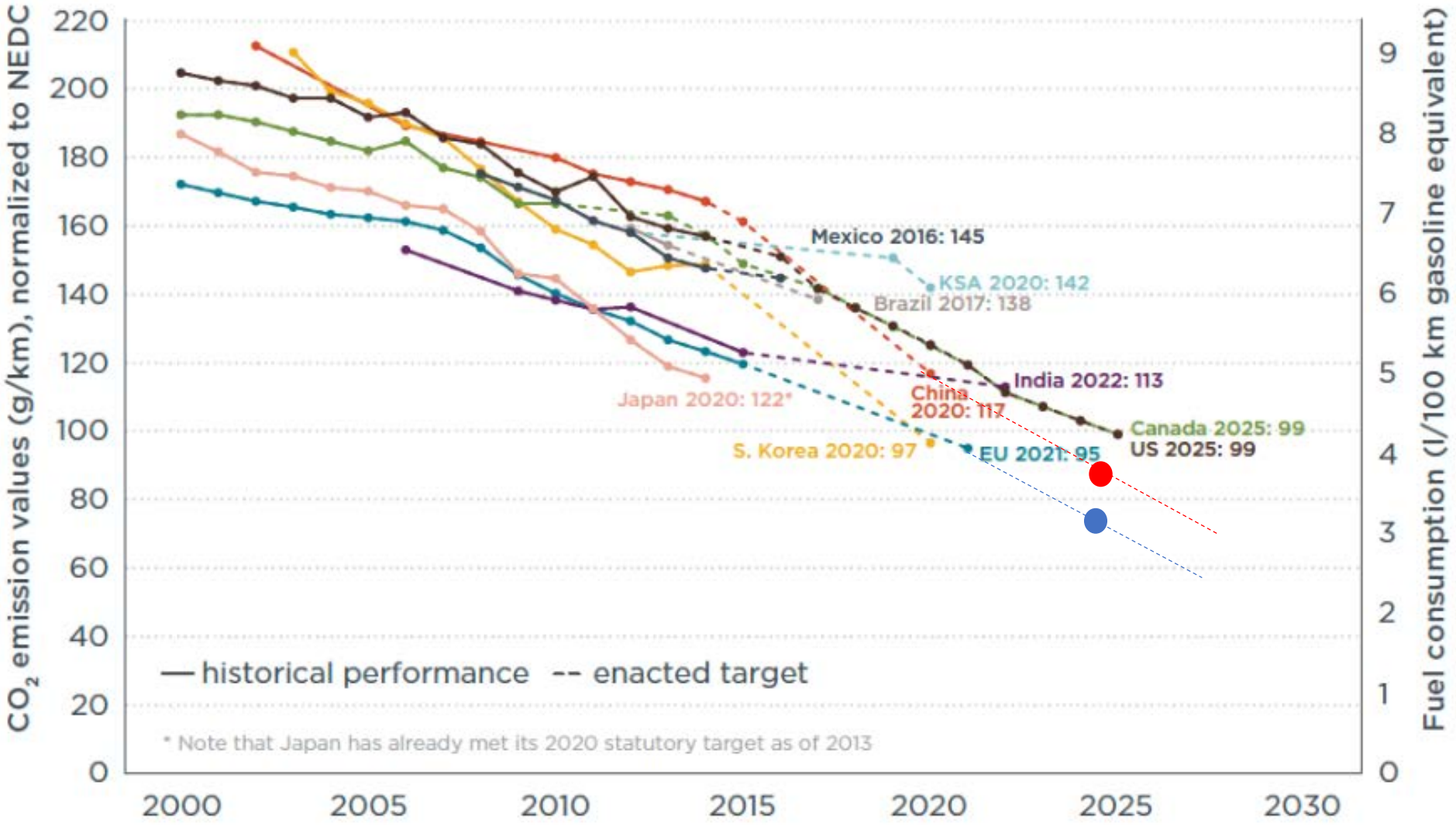
66% de la population dans des villes en 2050 vs 54% en 2015

Des produits et services personnalisés , interconnectés..

Autopartage

…

LES CONTRAINTES RÈGLEMENTAIRES CO2



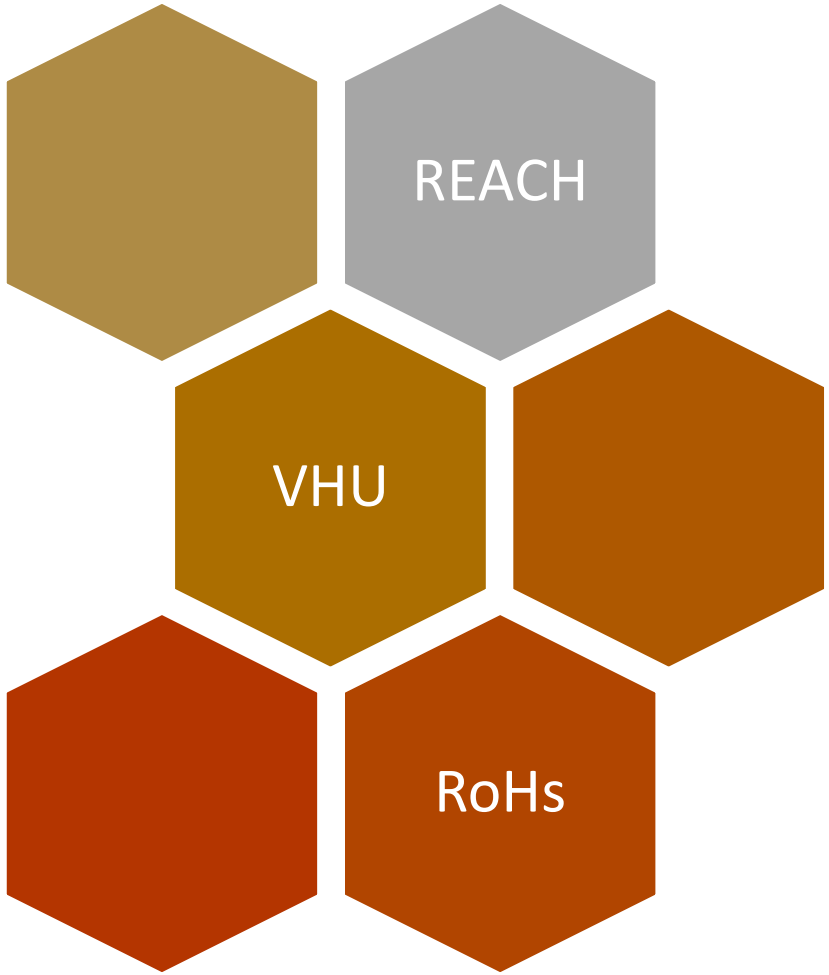
LES CONTRAINTES RÈGLEMENTAIRES SUBSTANCES

→ Des matériaux qui répondent aux réglementations REACH et Véhicules hors d'usage

SANS substances soumises à autorisation

- Une gestion active des interdictions et exemptions

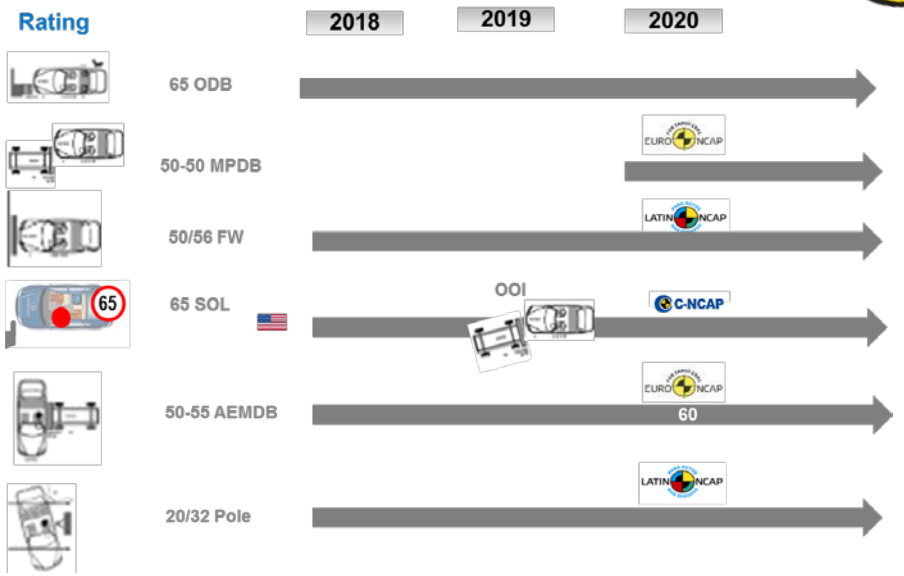
NON SEULEMENT POUR LES MATIERES MAIS AUSSI POUR LES PROCEDES



LES CONTRAINTES RÈGLEMENTAIRES SECURITE

NORME ISO 26262
Sécurité fonctionnelle
électronique automobile

Main crash rating evolution

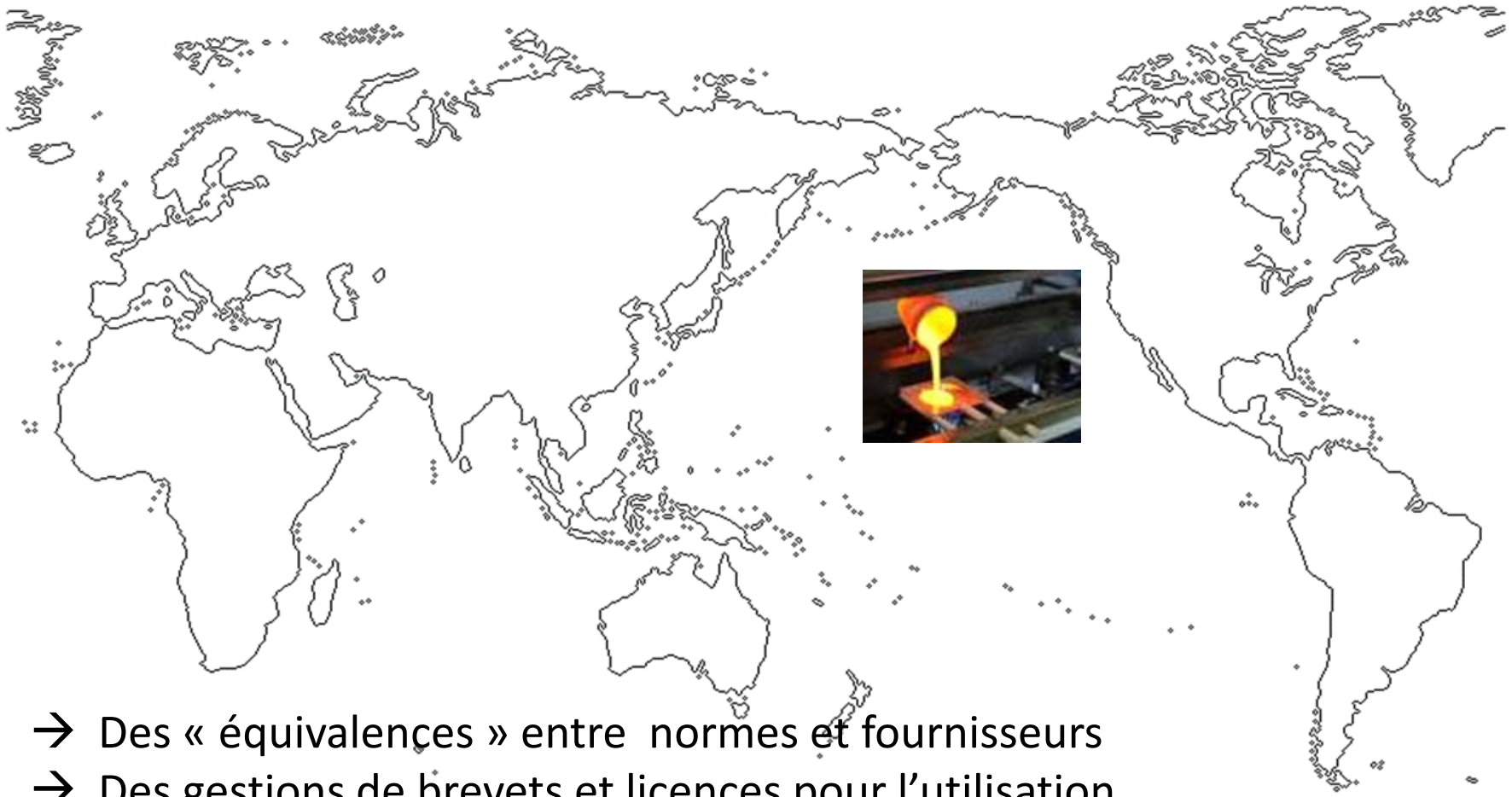


→ Une augmentation de la masse des véhicules ??

LA GLOBALISATION

→ Des matières disponibles « worldwide »

- mêmes spécifications
- même qualité



→ Des « équivalences » entre normes et fournisseurs

→ Des gestions de brevets et licences pour l'utilisation

Quelles réponses Matériaux/Procédés ?

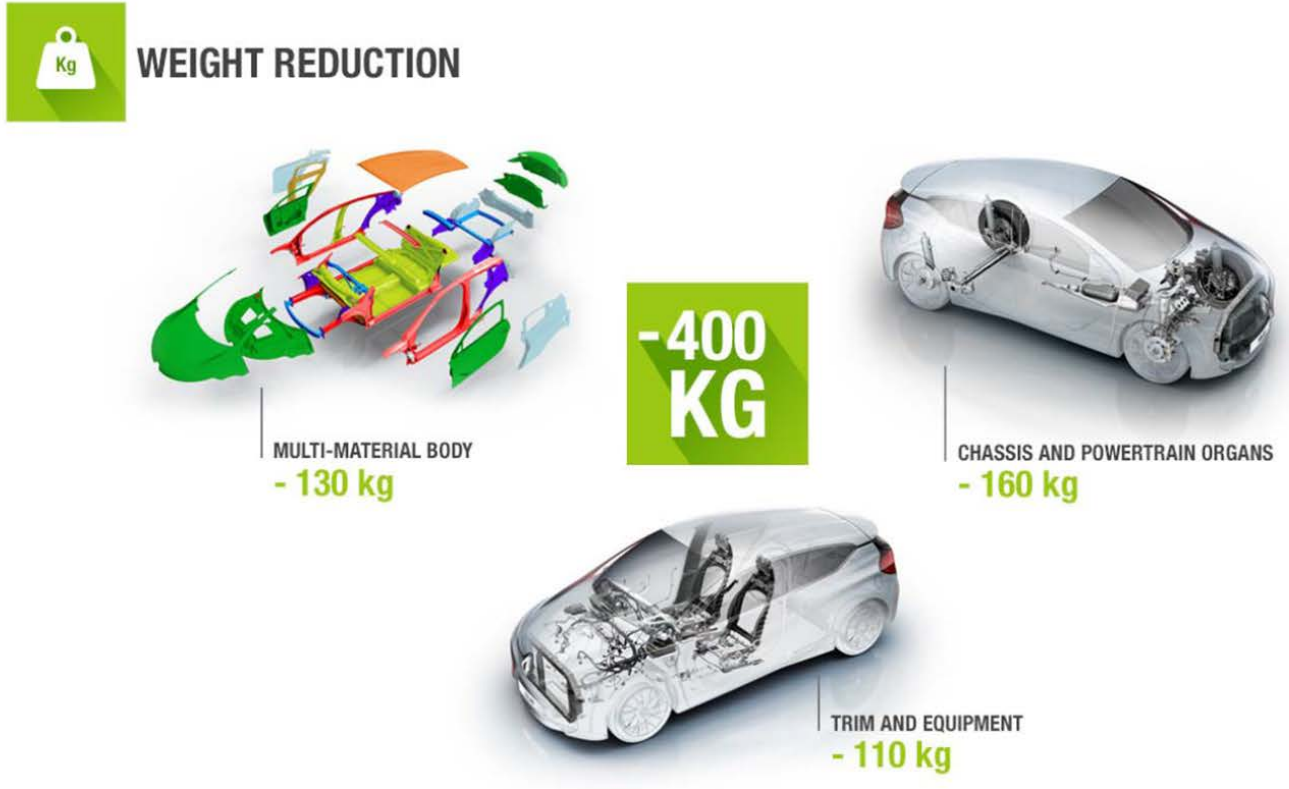
PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

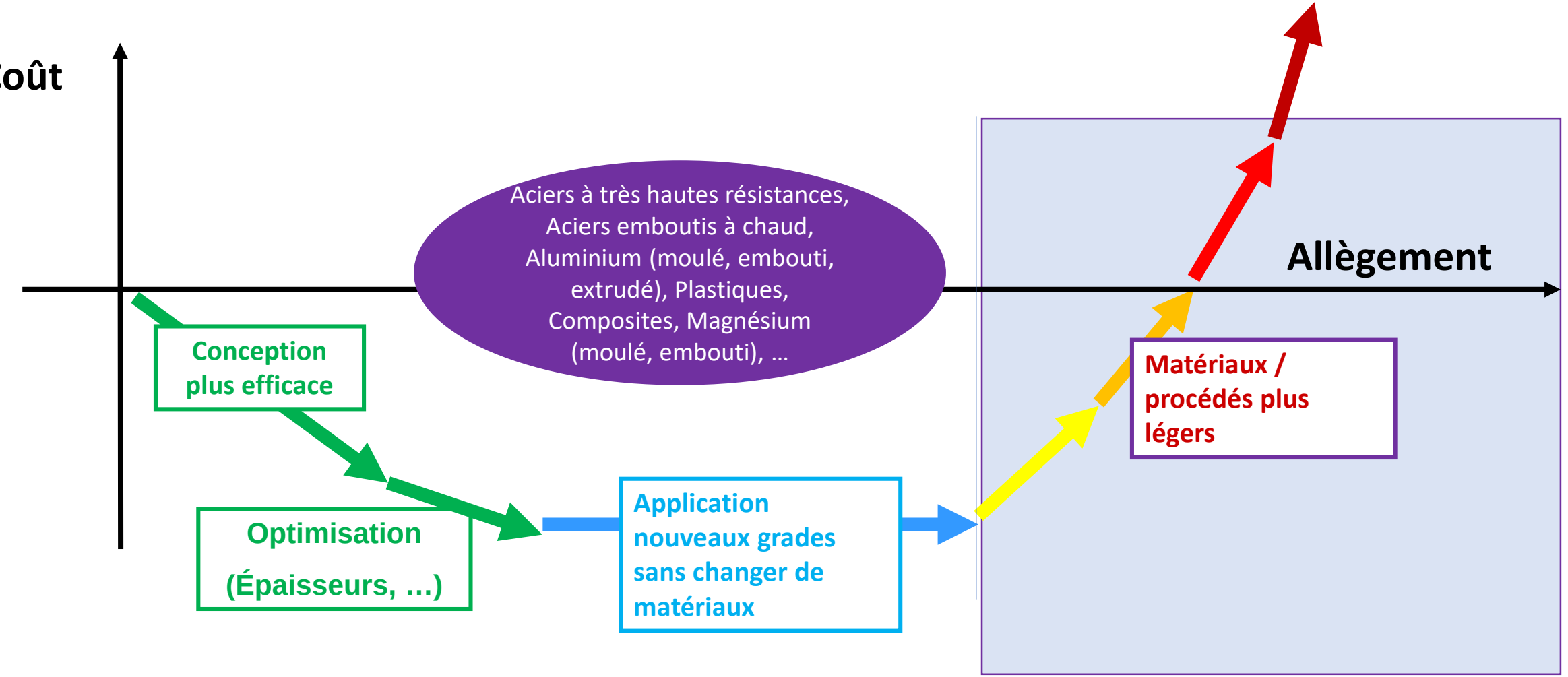
L’ALLÈGEMENT : SOLUTIONS D’AUJOURD’HUI ET DE DEMAIN

Allègement

LA VOITURE LÉGÈRE
F L
LICENCE SEREX
12 H. P. 4 Cyl. — 7.200 francs le Châssis.
Demandez le Catalogue descriptif A. 4.
H. DE LA FRESNAYE & Cie
CONSTRUCTEURS 15, RUE DU DÉBARCADÈRE — PARIS
ATELIERS: 102, RUE DANTON — LEVALLOIS-PERRET.


Kg
WEIGHT REDUCTION
MULTI-MATERIAL BODY
- 130 kg
-400 KG
CHASSIS AND POWERTRAIN ORGANS
- 160 kg
TRIM AND EQUIPMENT
- 110 kg

PRINCIPE DU CHOIX DES SOLUTIONS D'ALLÈGEMENT

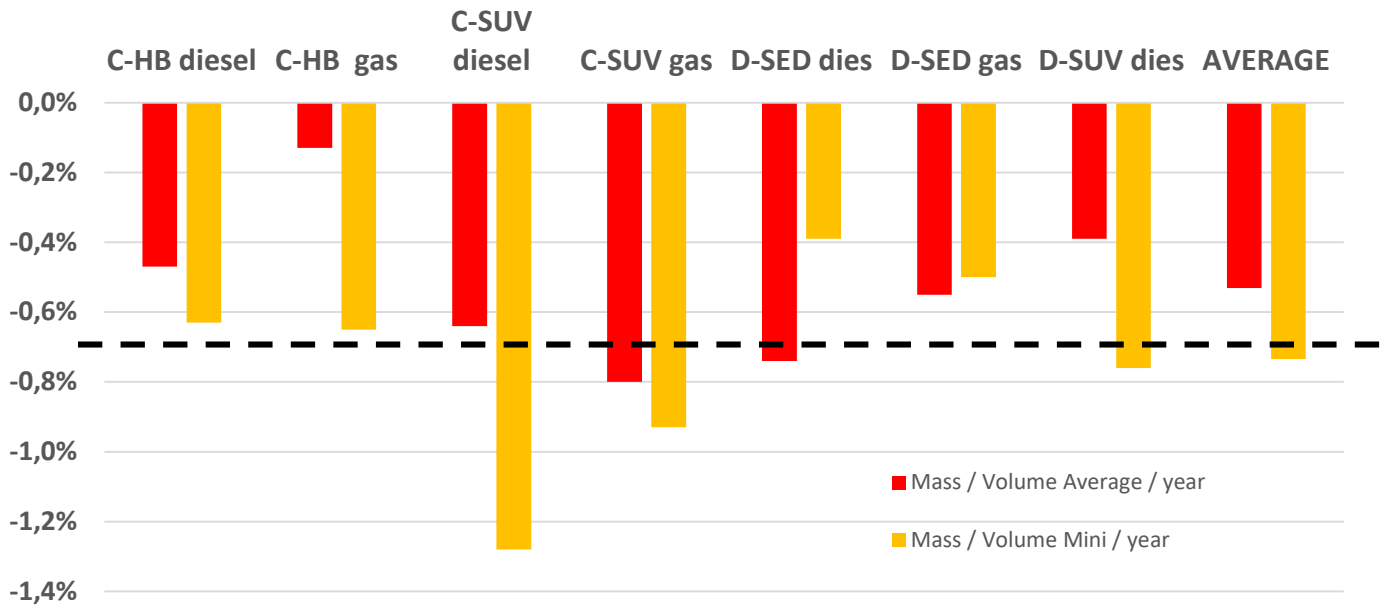


PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

ANALYSE MARCHÉ EUROPÉEN

Evolution masse des véhicules Gamme C&D 2012-2017



- Base = Masse déclarée pour certification
- Nota : nombreux nouveaux modèles C SUV sur la période

ALLÈGEMENT ET EV ?

- Contribution à l'accélération et à l'autonomie

		Vehicle Weight Reduction			
		-300kg	-200kg	-100kg	0kg
Acceleration	0-100 km/h		14.4%	4.8%	
			7,1 s	7,5 s	7,9 s	8,3 s
Autonomy	WLTP		9.0%	3.0%	
			485 km	471 km	453 km	440 km
	SubUrban		15.4%	5.2%	
			441 km	426 km	402 km	382 km

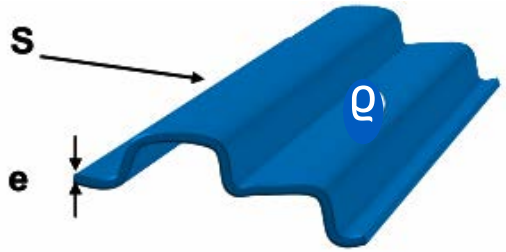
PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES MATÉRIAUX POUR L'ALLÈGEMENT

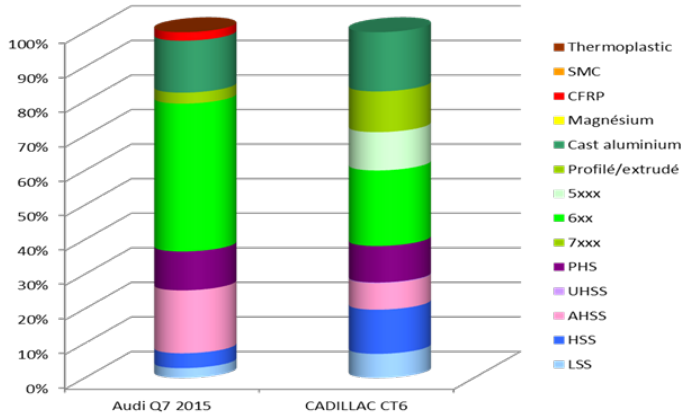
- 3 voies majeures:
  - Réduction des épaisseurs
  - Réduction de la densité (ϱ)
  - Réduction surface(S)

Masse = e.S.ϱ



- 4 Familles de matériaux
  - Les aciers à très haute résistance
  - Les alus (et magnesium)
  - Les Polymères pour pièces "semi-structurales"
  - Les Composites pour pieces structurales

  - + solutions hybrides pour renforcements locaux
    ex : acier /composite

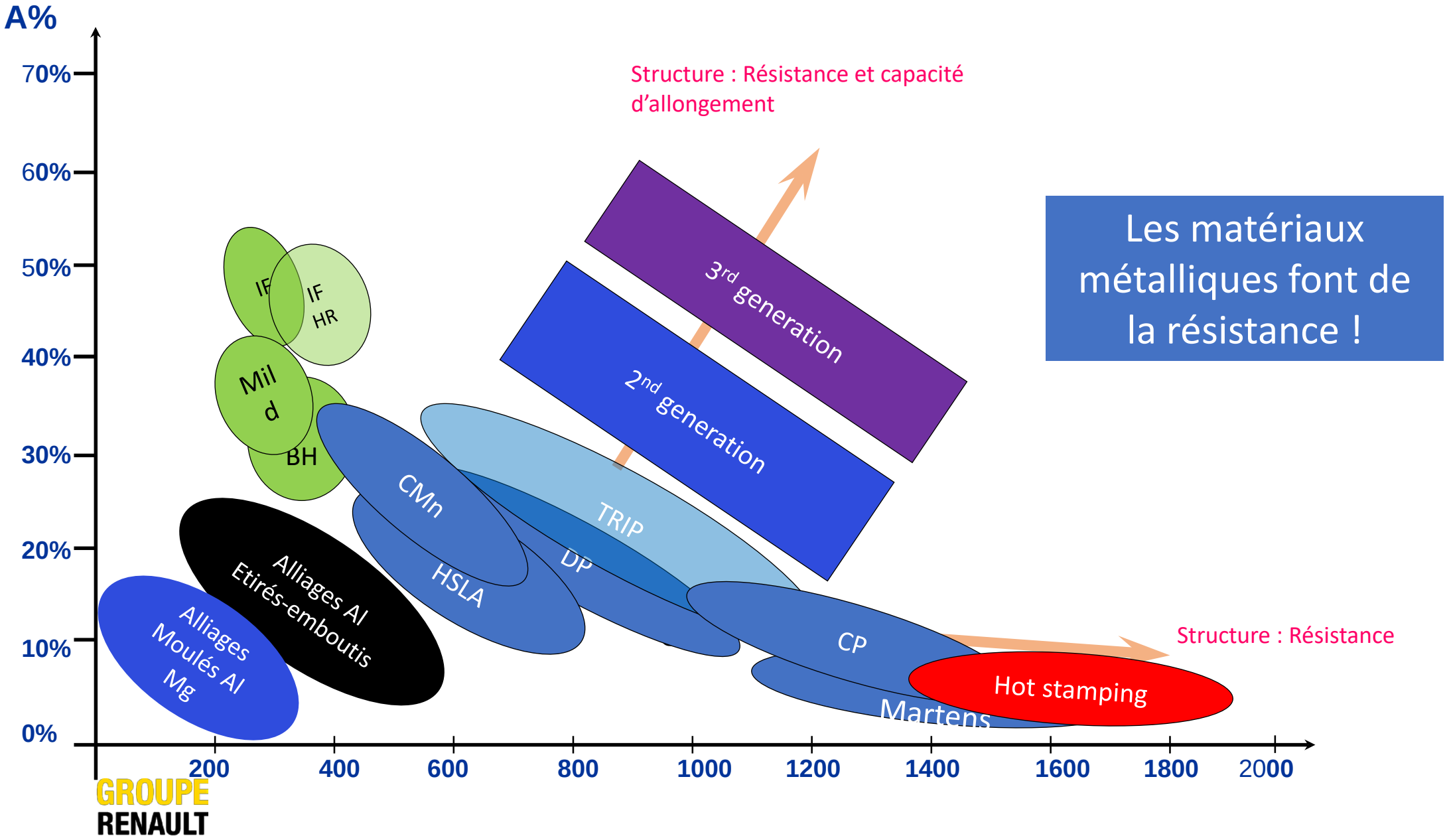


PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES MATÉRIAUX MÉTALLIQUES

LES MATÉRIAUX DE LA CAISSE

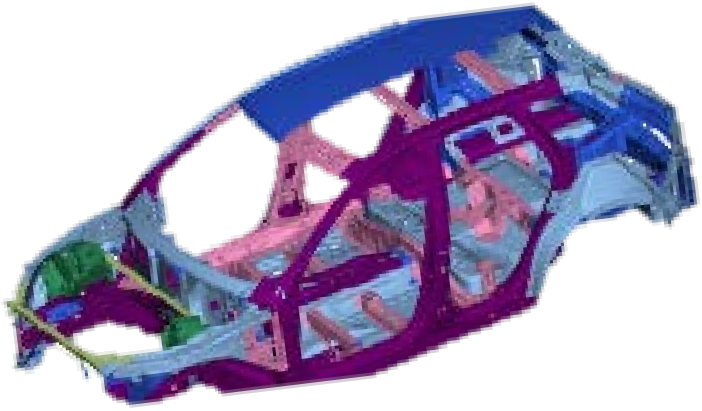


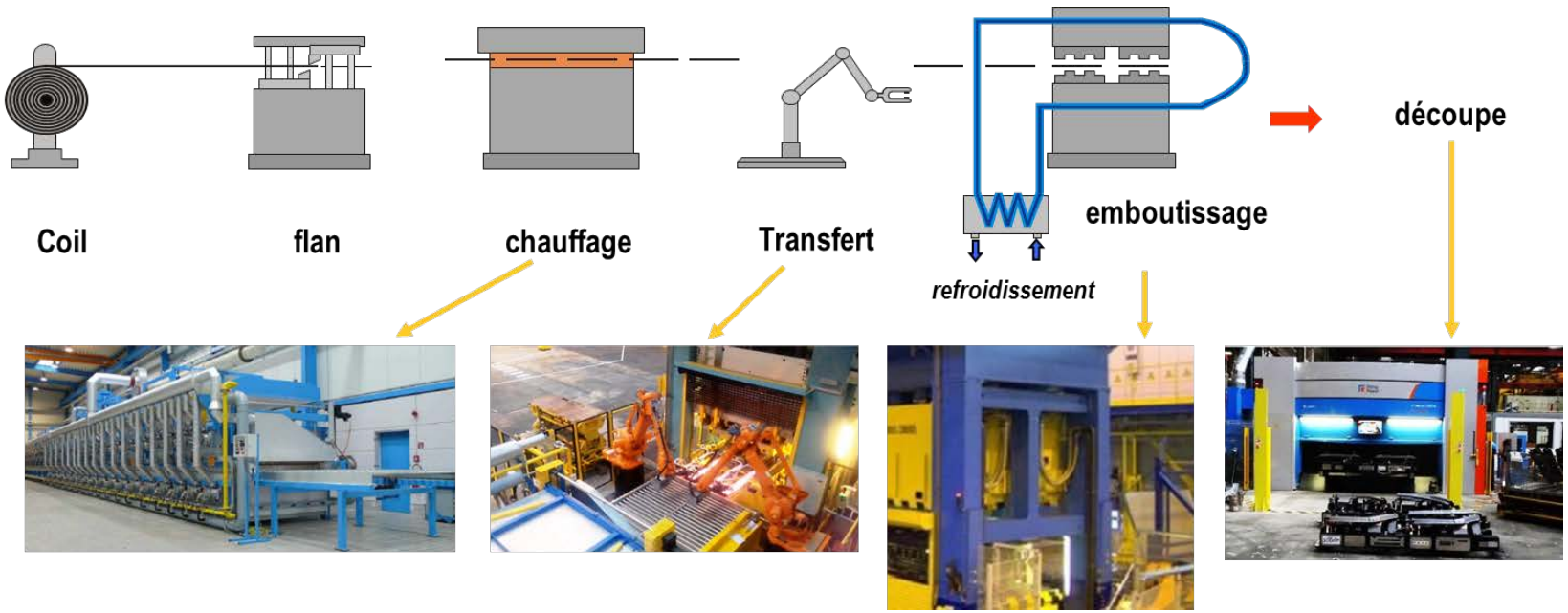
Les matériaux métalliques font de la résistance !

GROUPE RENAULT

PSA GROUPE

L’ EMBOUTISSAGE À CHAUD





PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES ALLIAGES D'ALUMINIUM

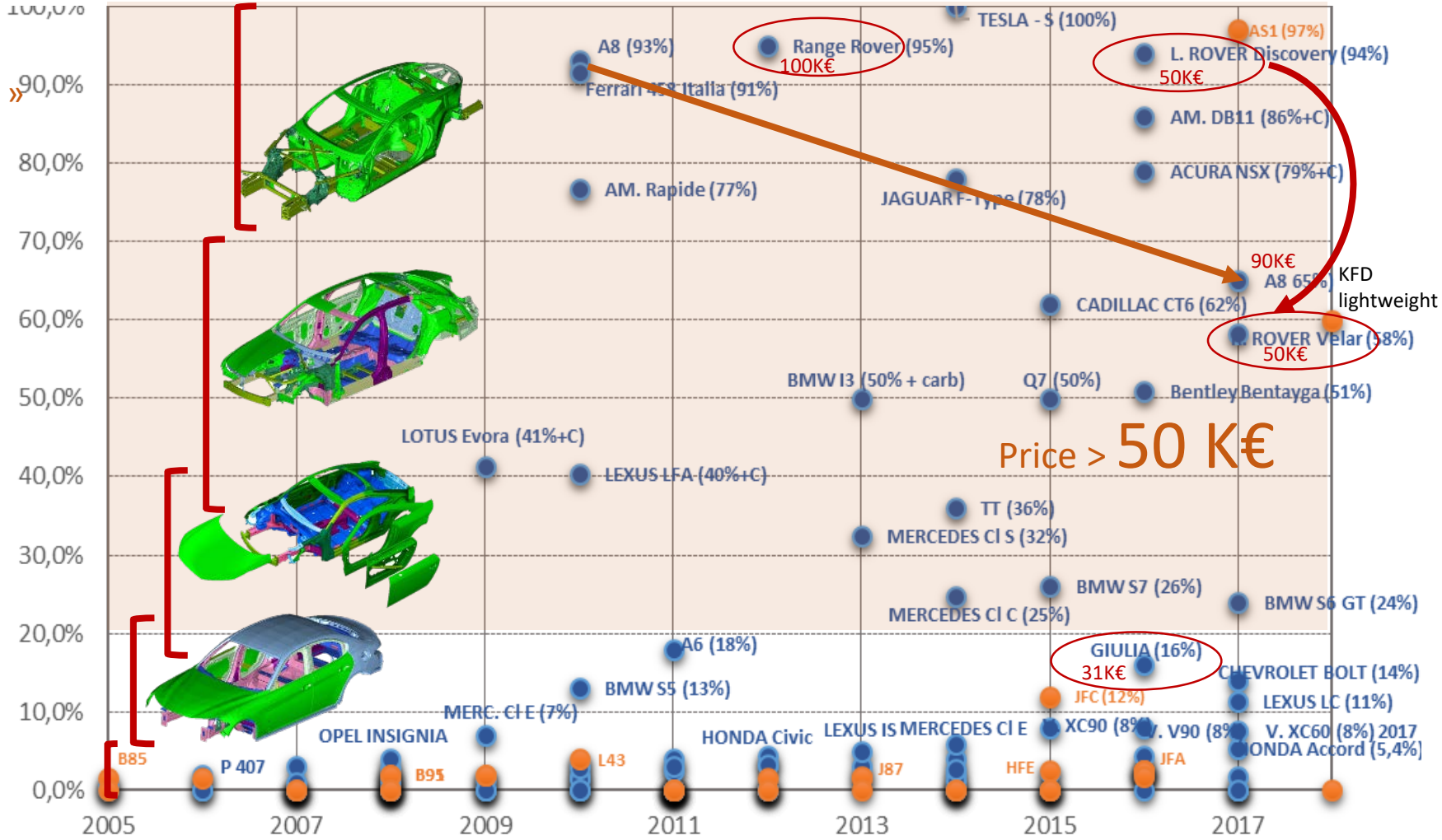
Structure « Full alu »

Ouvrants
+ structure hybride

Ouvrants
Coté de caisse

Ouvrants

Application
« ponctuelle »

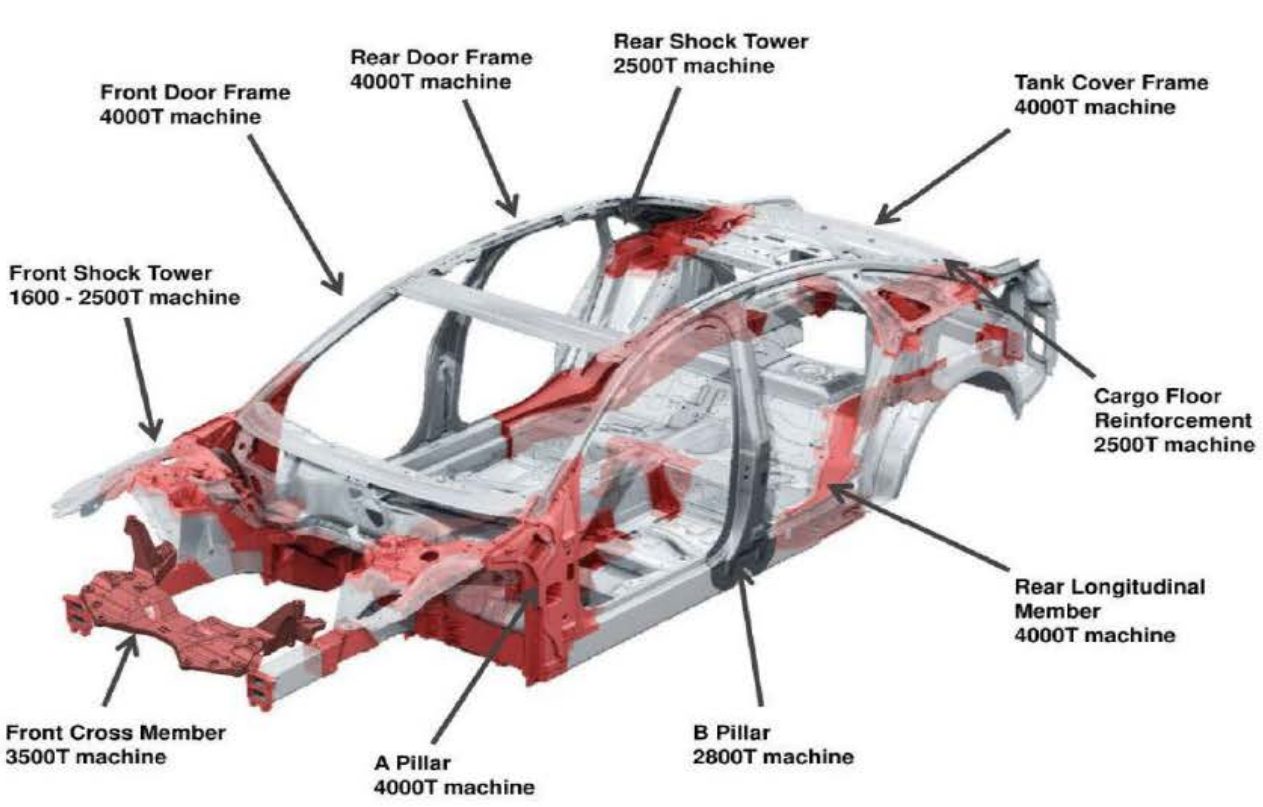


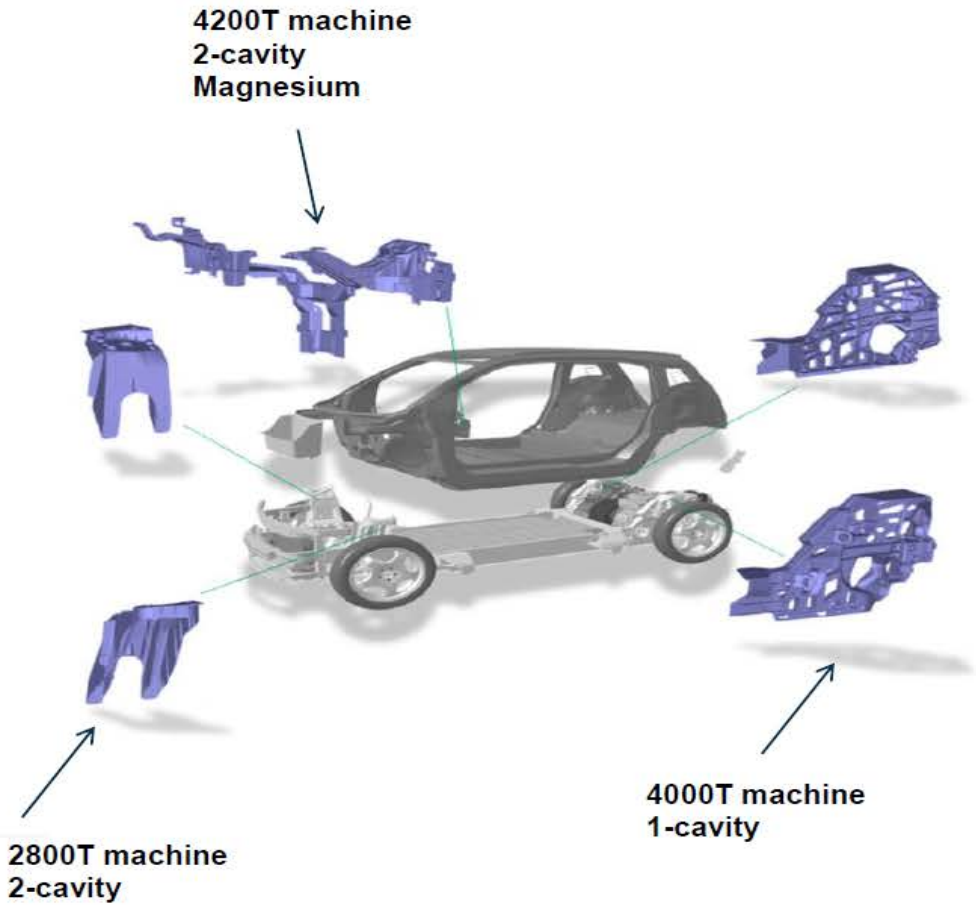
Alliages 5XXX et 6XXX pour emboutissage (extrusion)
Technologies d'assemblage : clinchage , rivetage , soudage…

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES NOUVEAUX TERRITOIRES DE LA FONDERIE





Mais liaisons pièces moulées/Toles (acier ou alu) spécifiques …

ET LE MAGNESIUM ?

✓ Tôles

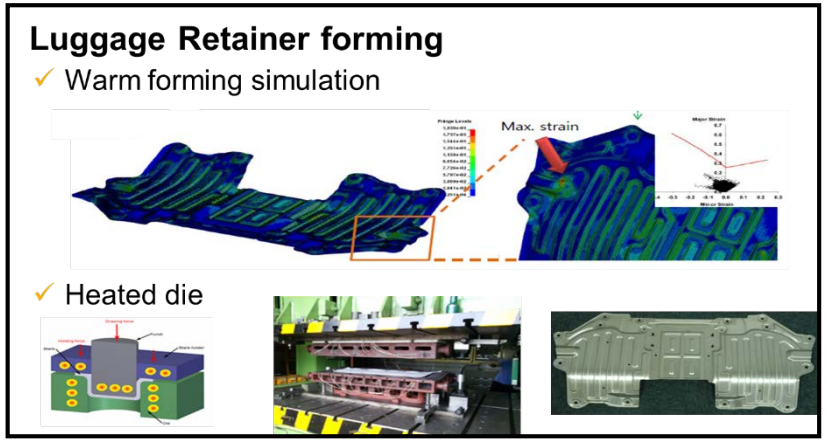
Ex : Renault Samsung Motor SM7 (TALISMAN)

Mg AlZn31(1,5 mm) ald acier doux (0,9 mm)

➔gain masse : 50%

✓ Protection: Cataphorèse

✓ Assemblage: visage



✓ Fonderie

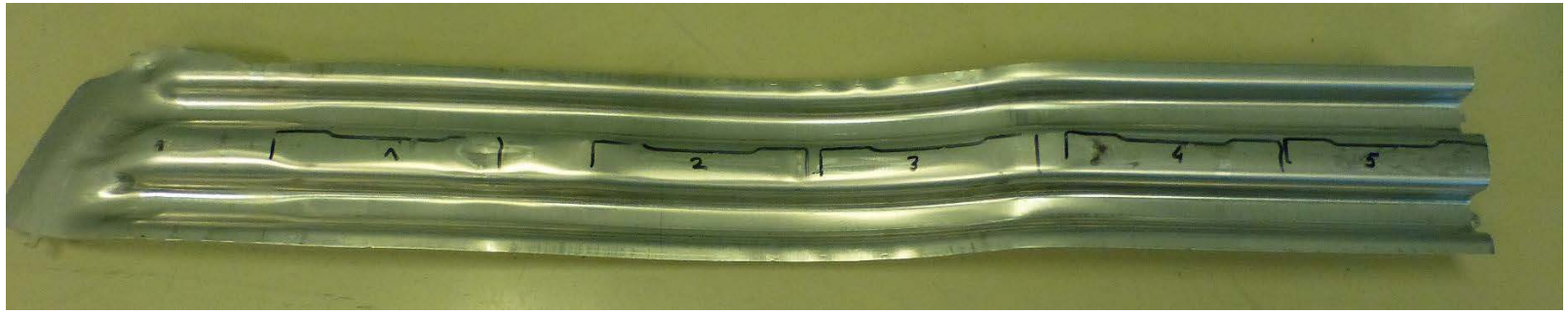
PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

DES INNOVATIONS À VENIR

- **Emboutissage à chaud /tiède pour Alu Famille 7xxx**

EX : renfort anti intrusion



- **Fabrication additive « métal »**

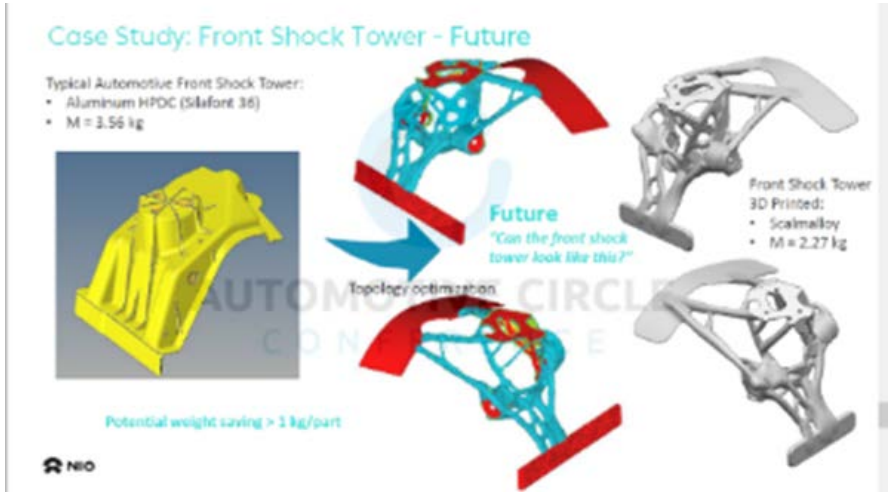
De nombreuses technologies en développement

- **Optimisation topologique**

-> pièces « non faisables » par autres technos

- **Intégration de fonctions**

-> limitation du nombre de pièces/assemblés



PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES MATÉRIAUX POLYMÈRES ET COMPOSITES

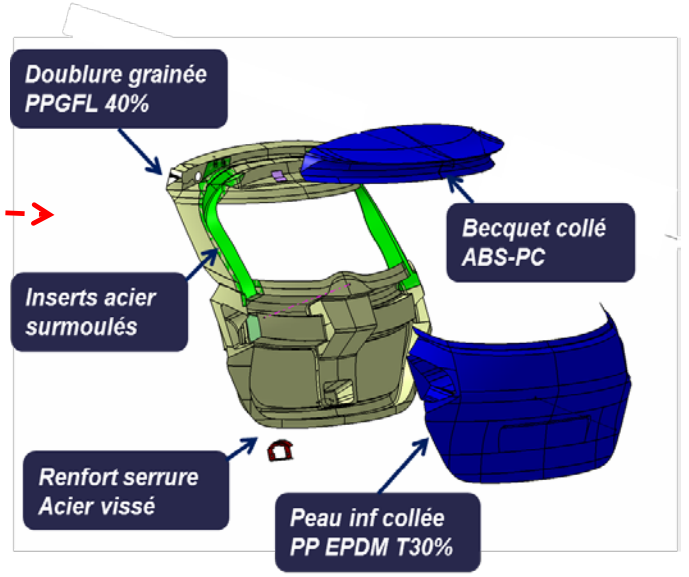
LES DERNIÈRES SOLUTIONS COMPOSITES

Hood

- Weight savings : - 3,7 Kg

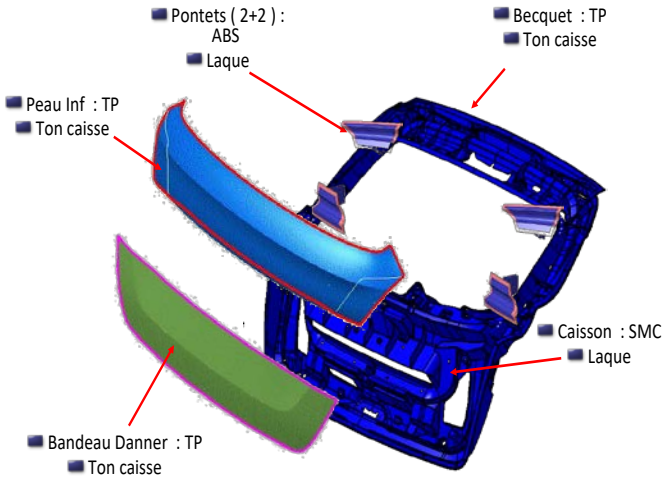
Tailgate

TP/TP/Acier on 308



25 % weight reduction

Doors



Tailgate CITROEN C4 PICASSO

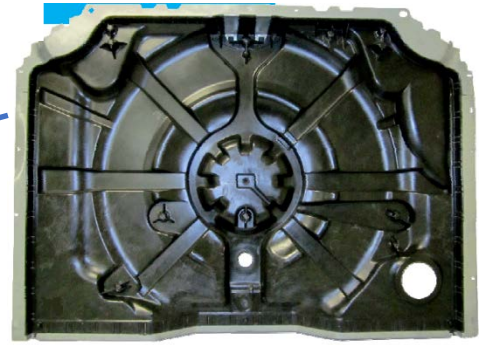
30 % weight reduction

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES COMPOSITES STRUCTURAUX

- Solution composites ou hybrides sur le plancher de charge (soudées sur insert métallique au ferrage ou collées au montage)



40% weight saving

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

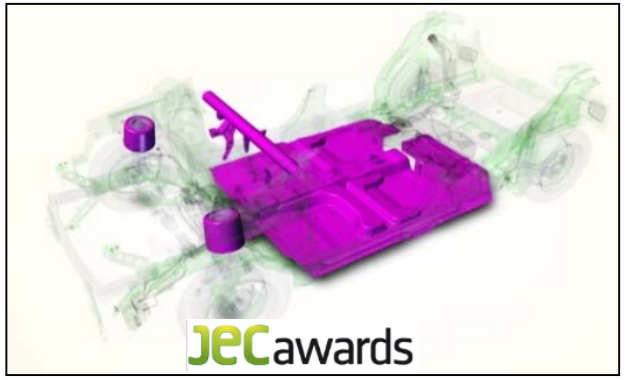
DES SOLUTIONS STRUCTURANTES EN CONTINUITE

ETUDES COMPOSITE

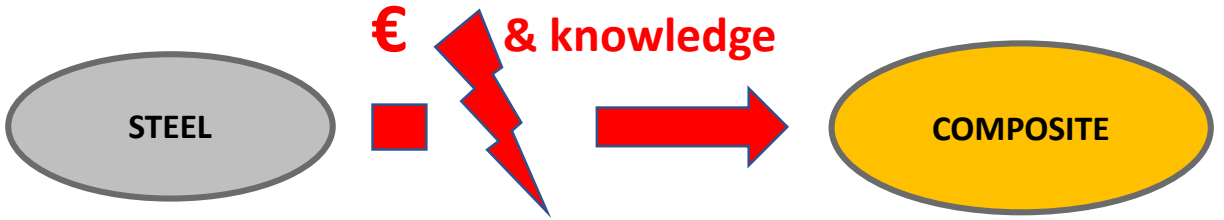
Ressorts suspension

Armatures sièges

Pièces strucurales
Plancher SMC



Triangle

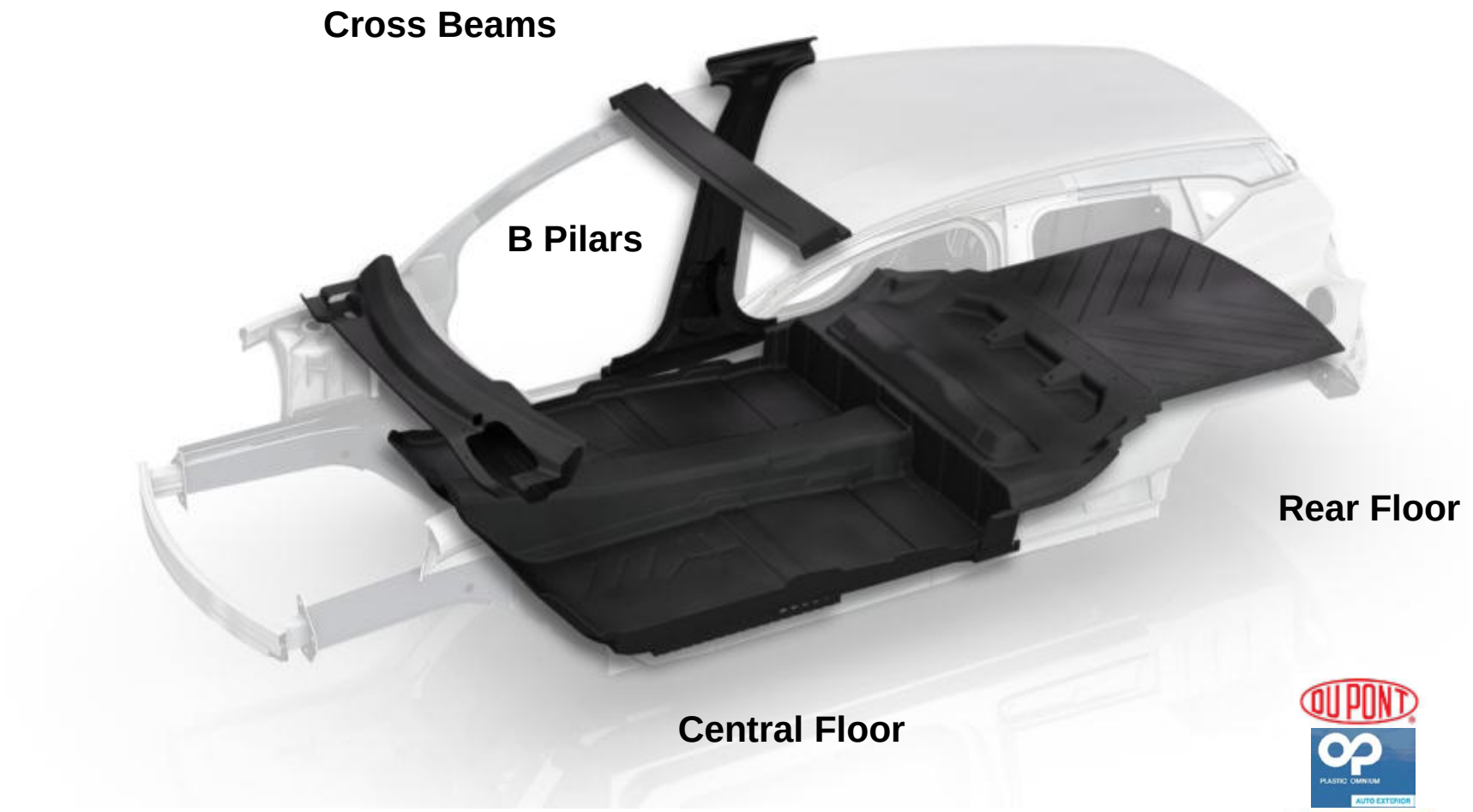


Composites sur la caisse en blanc : tout parait possible mais rien n'est encore rentable
Il faut concevoir en composite et pas en copiant les conceptions acier

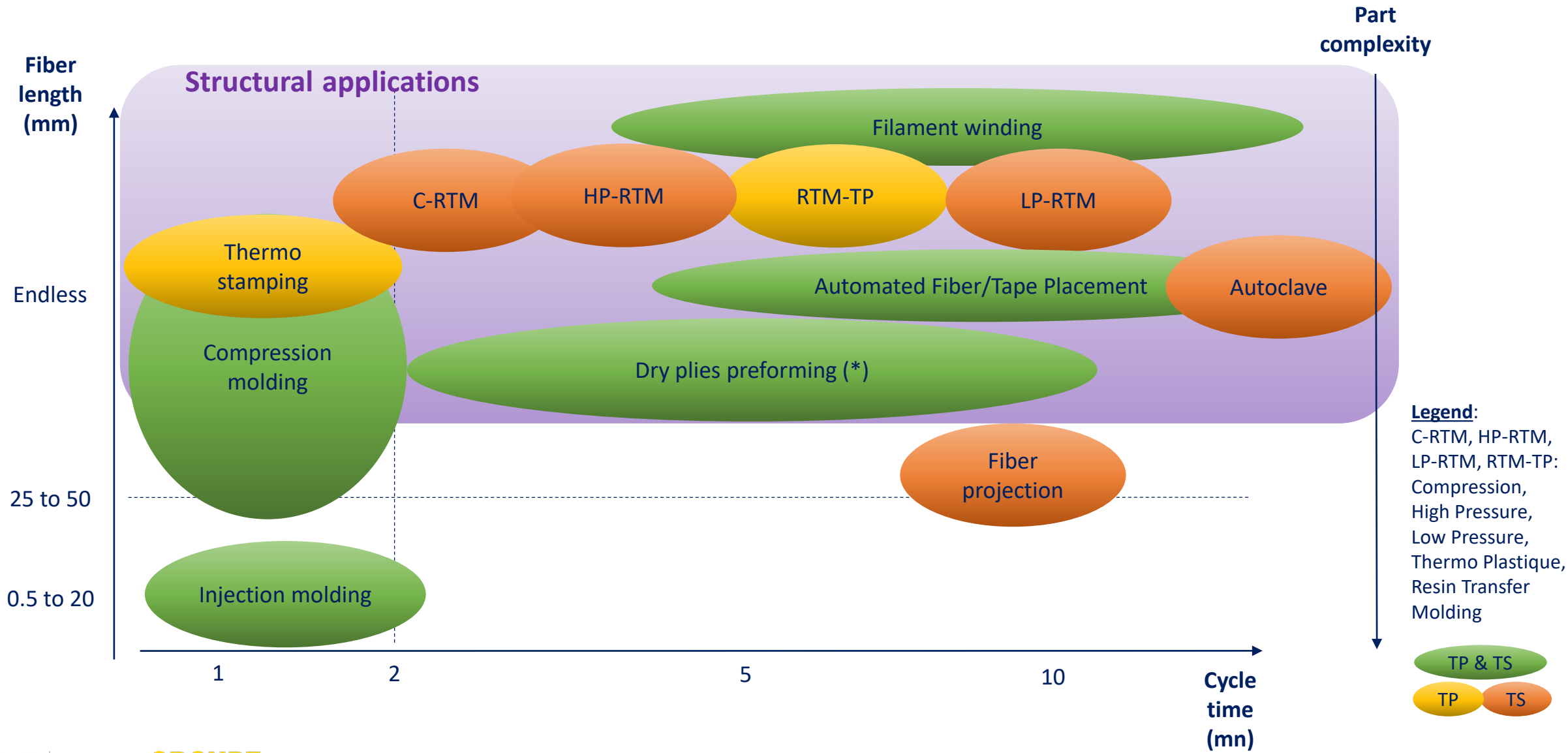
PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

… ET EN RUPTURE



TECHNOLOGIES COMPOSITES

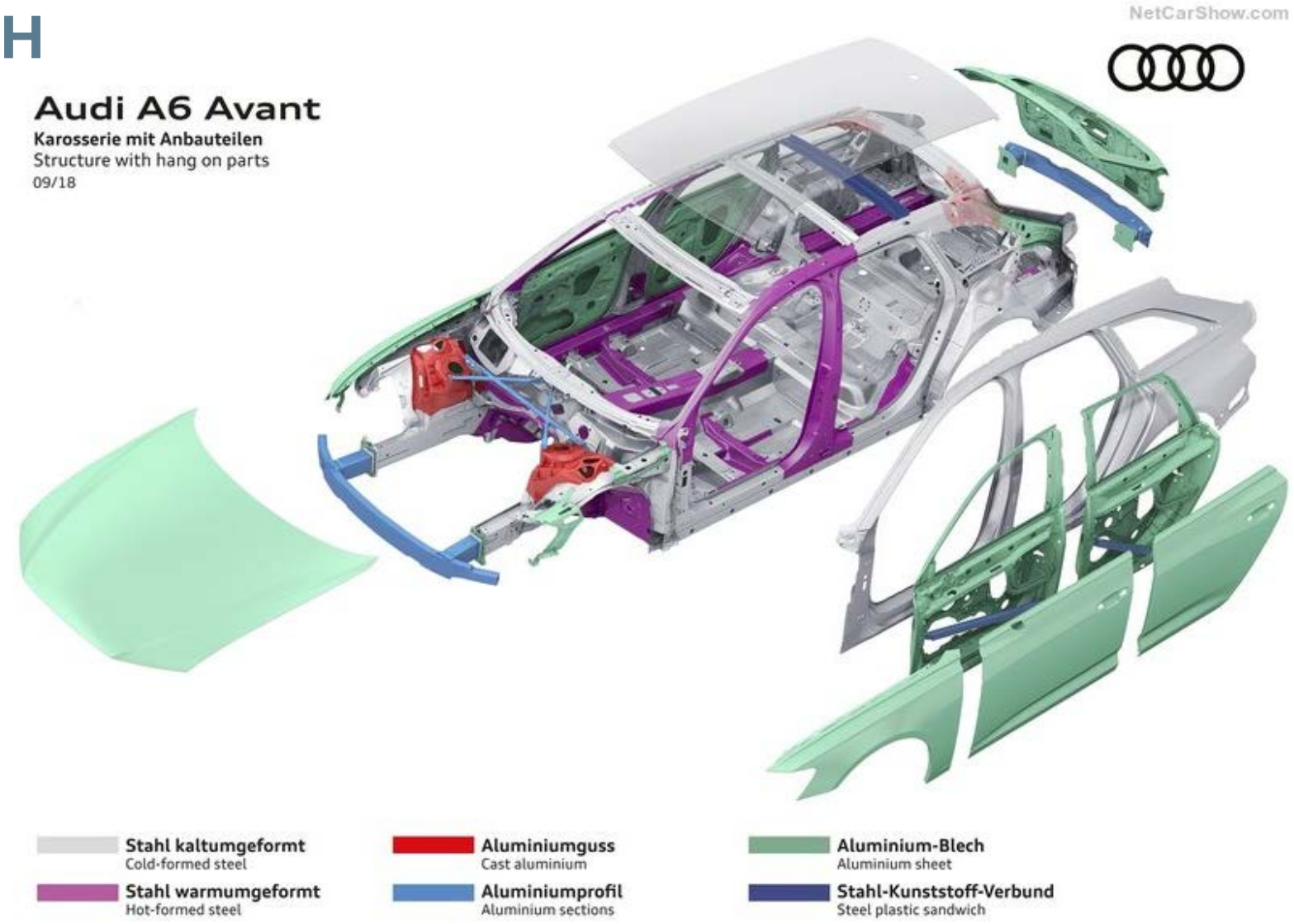


PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES ENJEUX DU MULTIMATÉRIAUX

L’APPLICATION DU MULTIMATÉRIAUX DANS LE BENCH



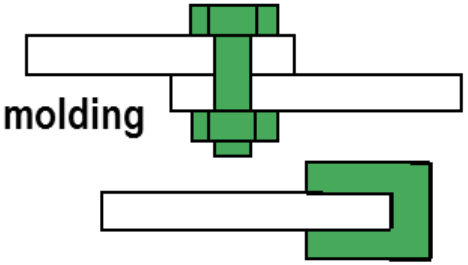
PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES TECHNOLOGIES D'ASSEMBLAGES : DE NOMBREUX CHALLENGES

Mechanical

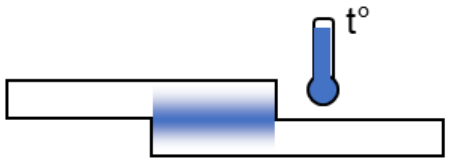
Mechanical fixing systems



Over molding

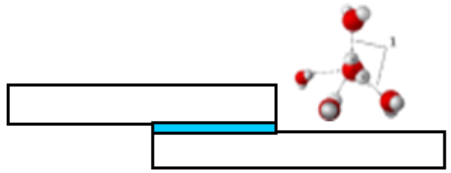
Thermal

Different welding technologies



Chemical

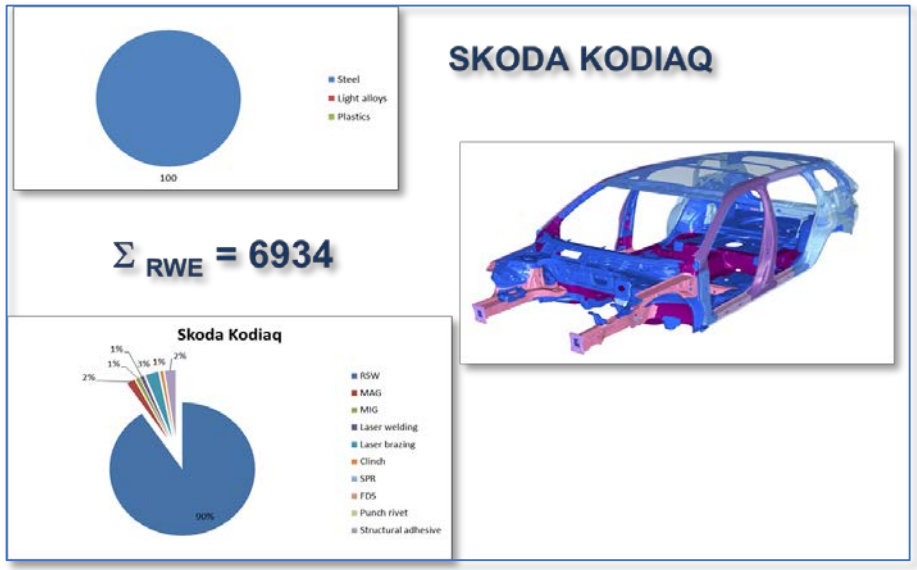
Gluing

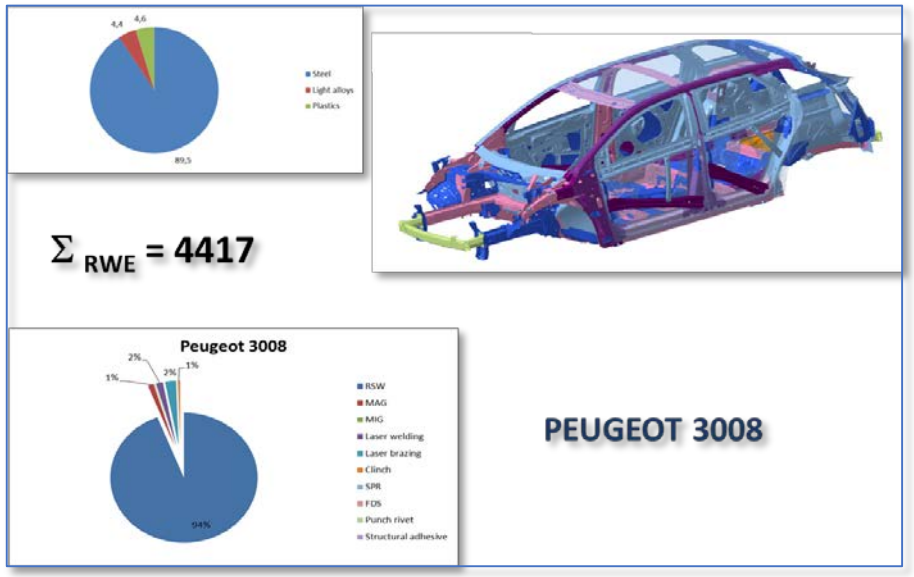


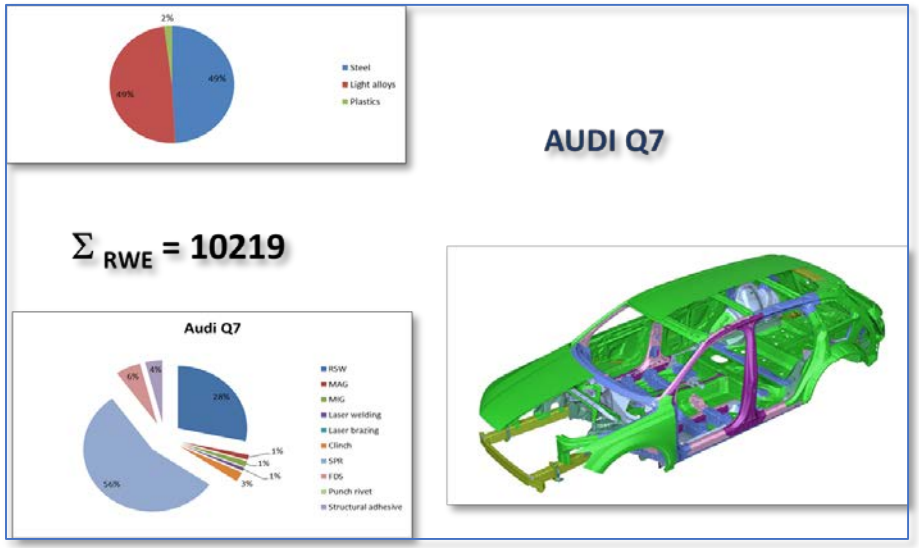
PSA GROUPE

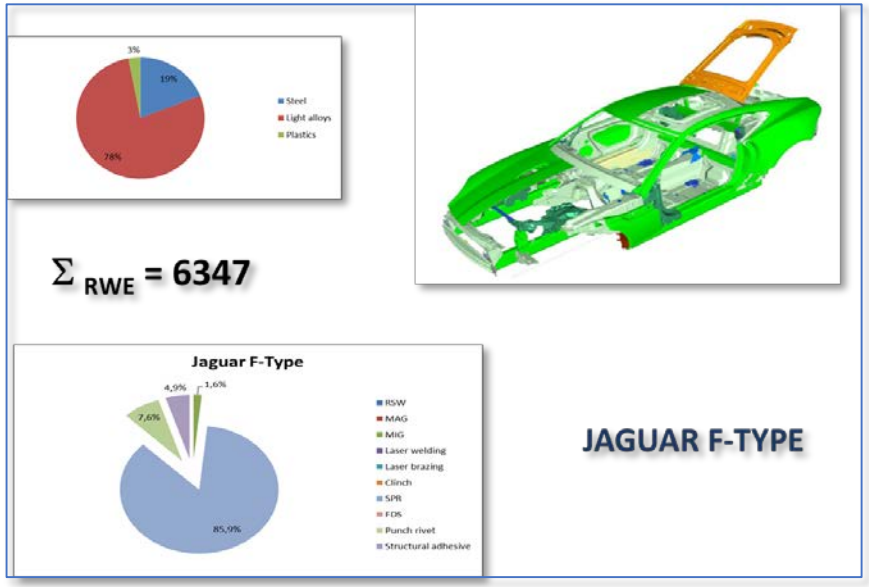
GROUPE RENAULT

BENCHMARK ASSEMBLAGE









PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

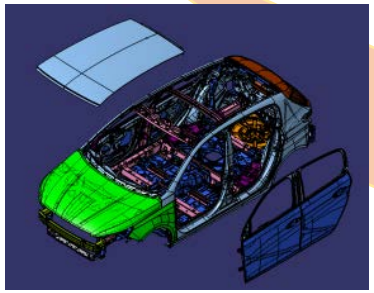
ROAD MAP CAISSE EN BLANC MULTIMATÉRIAUX

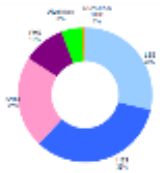
2018 — 2020 — 2025 — time

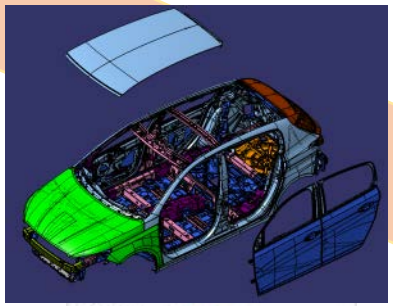
Steel

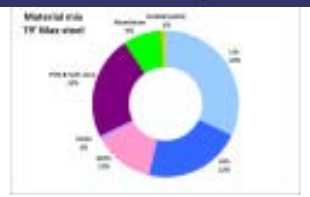
Aluminium

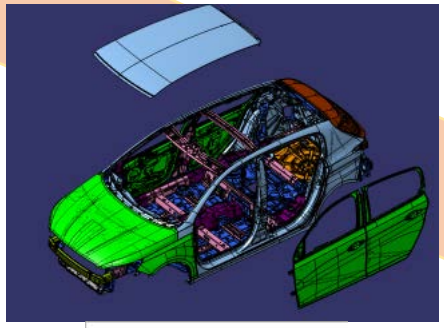
Composites >> CFRP?

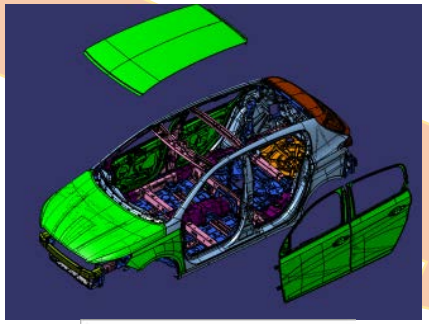


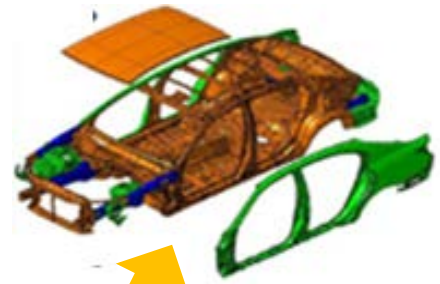












?

?

Light weight

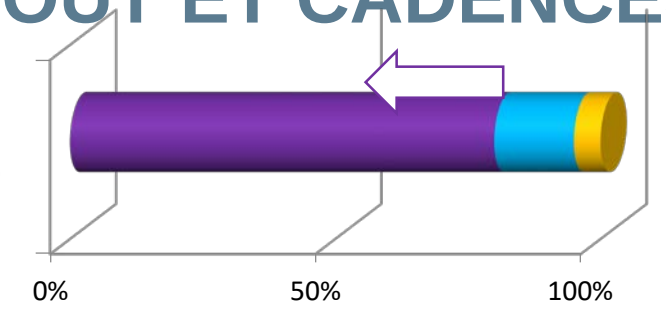
Low strength steels
High strength steels
Advanced high strength steels
Ultra HSS and PHS
Aluminium
CFRP

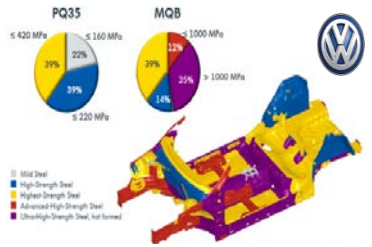
PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

TENDANCES ROAD MAP 2030 CAISSE EN BLANC : UNE LOGIOUE COUT ET CADENCES

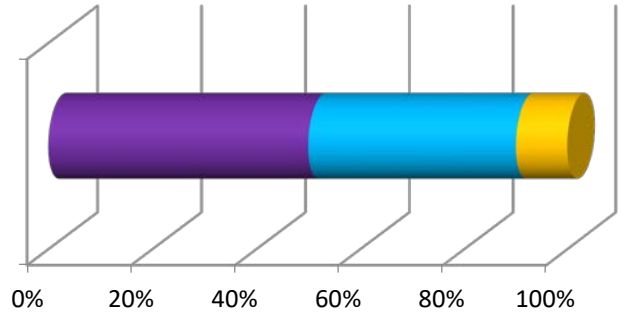
LARGE SCALE PRODUCTION

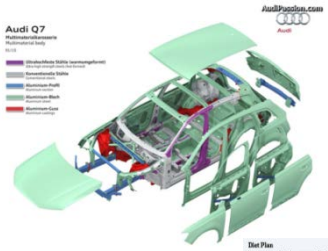


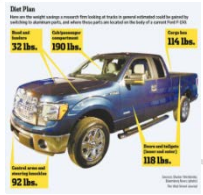


VW MQB, PSA EMP2, Renault, GM, TMC, ...

MEDIUM SCALE, PREMIUM CARS (& some US)

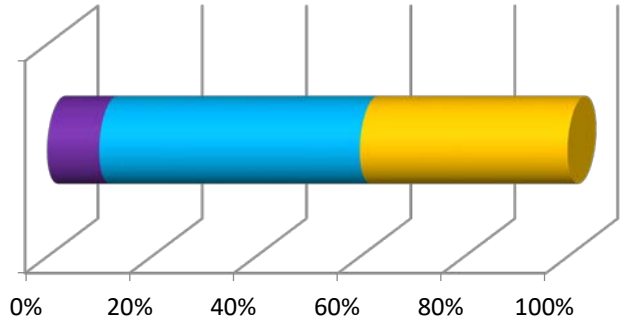






AUDI, JLR, ...
US FORD F150

SPORTS, LUXURY & ELECTRIC CARS



low rate of production and expensive cars Lamborghini, Mc Laren, BMW I3/I8,

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

ÉLECTRIFICATION

MATÉRIAUX POUR L'ÉLECTRIFICATION POUR QUELLES BRIQUES TECHNOLOGIQUES ?

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS DE L'AUTOMOBILE

GMP électrique

- Performance
- Concept de moteur à bas coût
- Allègement

Cablage et connectique

- Réduction des coûts
- Allègement

Electronique-Cartes et composants

- Fiabilité et durée de vie
- Gestion des substances NGO
- Gestion des obsolescences

Electronique de puissance

- Maîtrise de la fiabilité
- Réduction des coûts
- Allègements

Capteurs-ADAS

- Fiabilité et durée de vie
- Gestion des substances NGO
- Gestion des obsolescences
- Intégration mécatronique

Batteries avancées Li-Ion

- Réduction des coûts
- Maîtrise de la Sécurité
- Performance

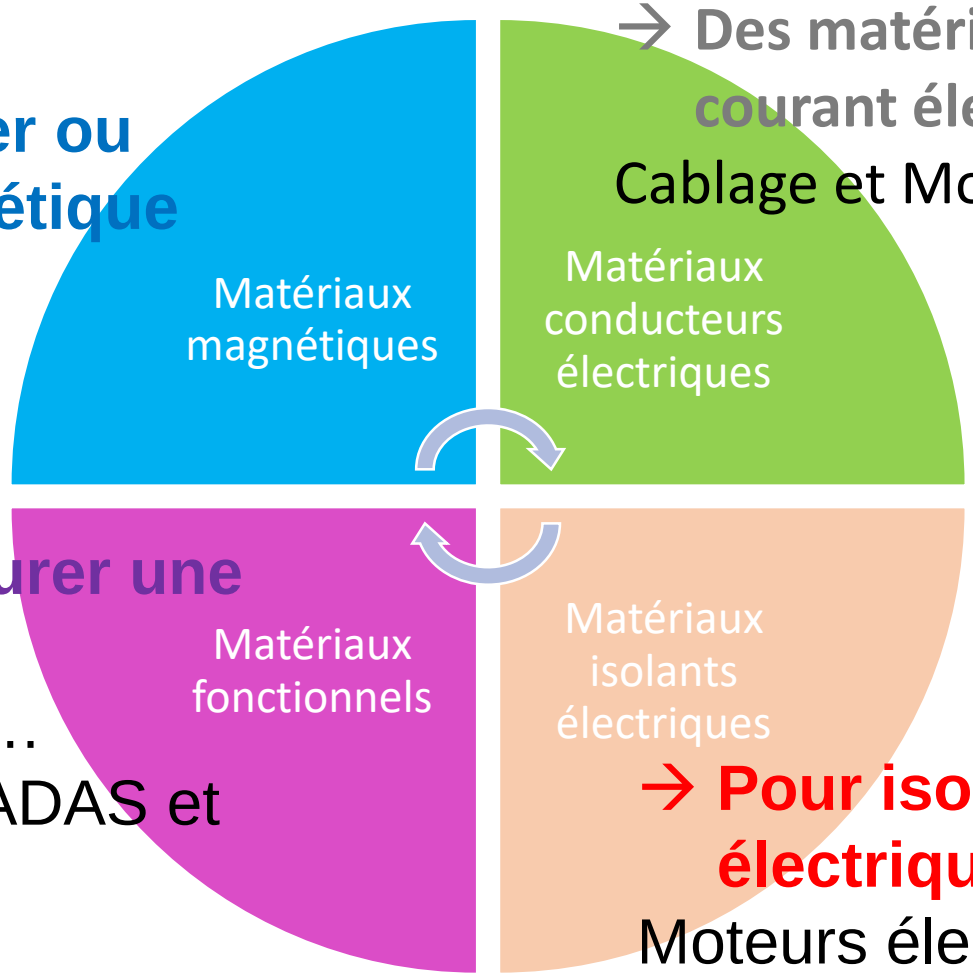
PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

QUELS MATÉRIAUX POUR L'ÉLECTRIFICATION ?

→ Des matériaux pour créer ou canaliser l'induction magnétique
Moteurs électriques

→ Des matériaux pour assurer une fonction spécifique
Électrochimique, thermique …
Composants électroniques, ADAS et batteries



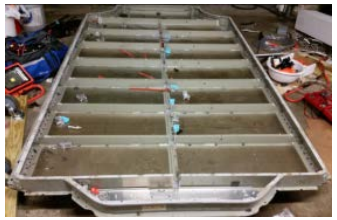
→ Des matériaux pour véhiculer le courant électrique
Cablage et Moteurs électriques

→ Pour isoler les conducteurs électriques
Moteurs électriques et cablage

DES CONTRAINTES ARCHITECTURALES SPÉCIFIQUES

BMW I3

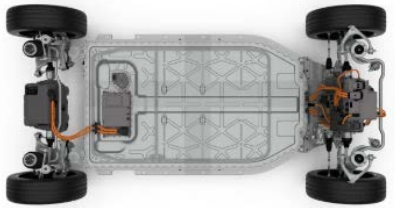
TESLA S



eGOLF

ZOE

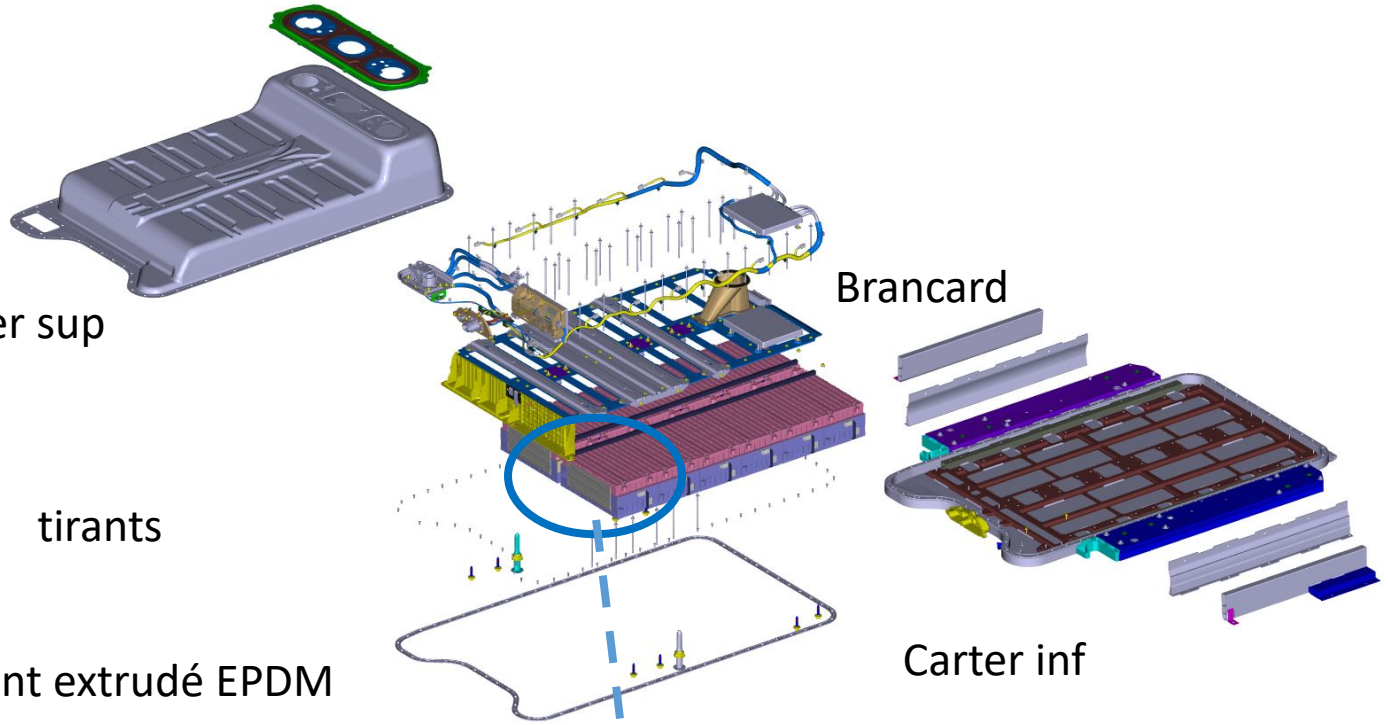
I Pace



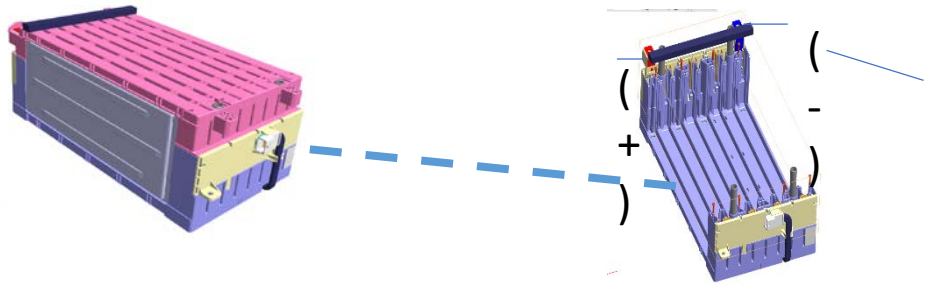
PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LA BATTERIE DE TRACTION



- Bac batterie
- Système de refroidissement
- Electronique
- Cellules
- Liaisons électriques
- Liaisons mécaniques



Busbar : cuivre nickelé

Protection (Alu)
Plastique injecté
Connectique

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LE BAC BATTERIE

CARTER SUPERIEUR

NISSAN Leaf	MITSUBISHI i-Miev	RENAULT Zoe	TESLA Model S	DENZA EV Executive	BMW i3	VW Up - eUp	KIA Soul	CHEVROLET Spark EV	VW e-Golf	TESLA Model X	CHEVROLET BOLT	NISSAN Leaf	GEELY Emgrand EV300	ROEWE RX5 EV400	Hyundai Kona EV	TESLA Model 3	JAGUAR I-Pace	AUDI e-Tron	Mercedes EQC	VW ID
2011		2013		2014					2015	2016	2017				2018				2019	2019
STEEL	Plastic (PP GF30)	STEEL	STEEL	STEEL ?	ALU	UP GF27 - DD40 With alu sheet	STEEL	Plastic	UP GF27 - DD40 With alu sheet	STEEL + ALU	Plastic (UP GF45)	STEEL	Plastic	STEEL ?	STEEL ?	STEEL + ALU	STEEL ?	STEEL ?	STEEL + ALU ?	STEEL ?

CARTERINFERIEUR

NISSAN Leaf	MITSUBISHI i-Miev	RENAULT Zoe	TESLA Model S	DENZA EV Executive	BMW i3	VW Up - eUp	KIA Soul	CHEVROLET Spark EV	VW e-Golf	TESLA Model X	CHEVROLET BOLT	NISSAN Leaf	GEELY Emgrand EV300	ROEWE RX5 EV400	Hyundai Kona EV	TESLA Model 3	JAGUAR I-Pace	AUDI e-Tron	Mercedes EQC	VW ID
2011		2013		2014					2015	2016	2017				2018				2019	2019
STEEL	Plastic (PP GF40)	ALU	ALU	ALU	ALU	STEEL	Steel	Pre-Preg and STEEL	STEEL	ALU	STEEL	STEEL	ALU	ALU	ALU ?	ALU	ALU	ALU	ALU	ALU

NISSAN LEAF 2011

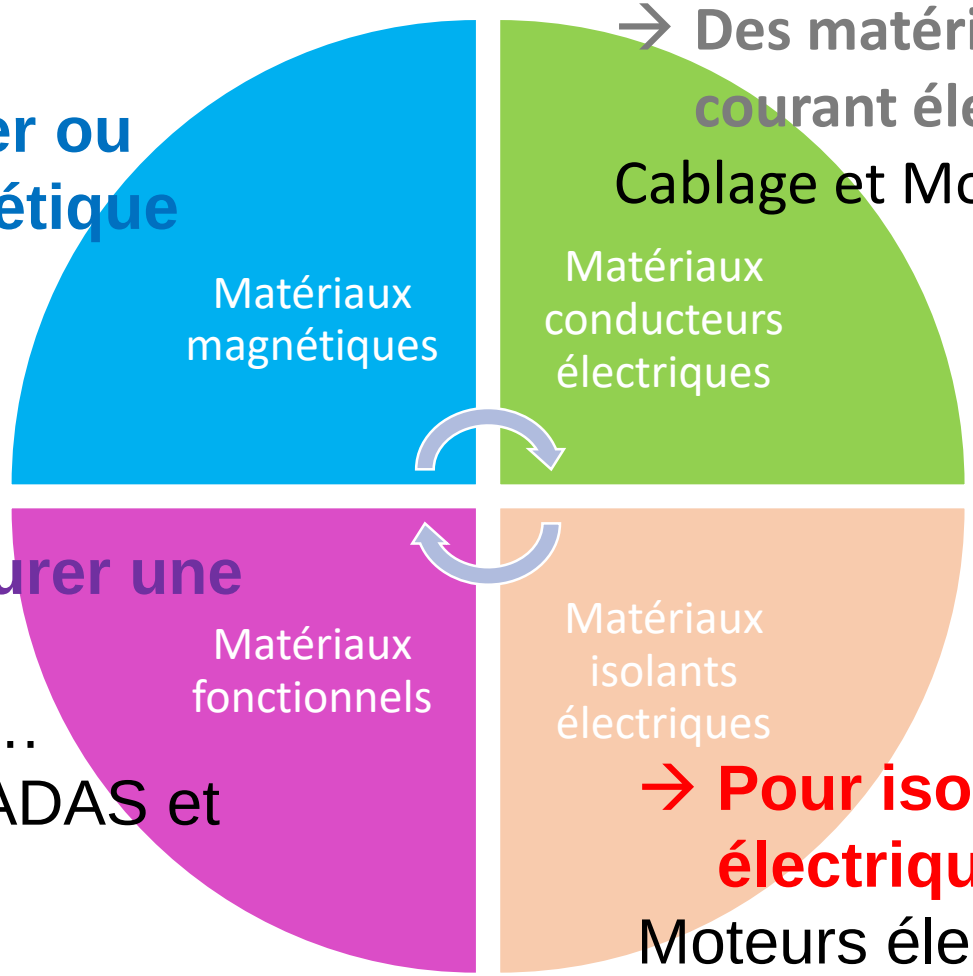
NISSAN LEAF II 2017

Réduction du nombre de pièces

QUELS MATÉRIAUX POUR L'ÉLECTRIFICATION ?

→ Des matériaux pour créer ou canaliser l'induction magnétique
Moteurs électriques

→ Des matériaux pour assurer une fonction spécifique
Électrochimique, thermique …
Composants électroniques, ADAS et batteries



→ Des matériaux pour véhiculer le courant électrique
Cablage et Moteurs électriques

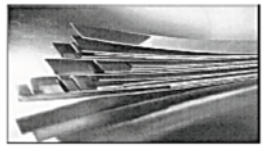
→ Pour isoler les conducteurs électriques
Moteurs électriques et cablage

LES MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

2 familles suivant technologies

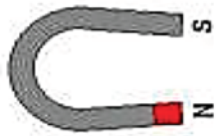
matériaux magn. doux

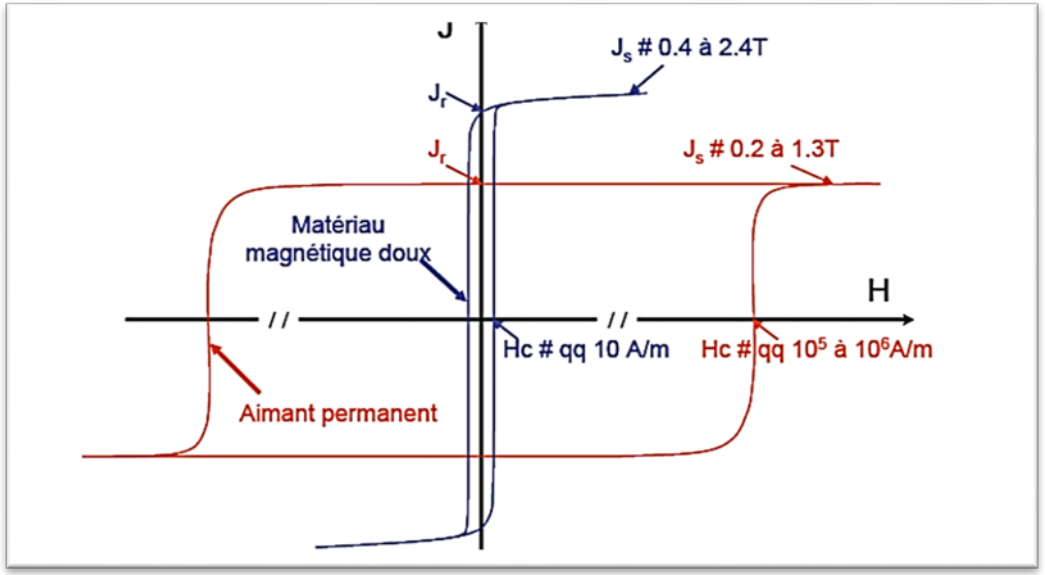
- T_C élevé
- J_s élevé
- H_c faible
- μ élevé
- pertes faibles



aimants permanents

- T_C élevé
- J_s élevé
- H_{cJ} et H_{cB} élevés
- $(BH)_{max}$ élevé
- pertes faibles





Aciers électriques Fer-Si

Aimants permanents FeNdB

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

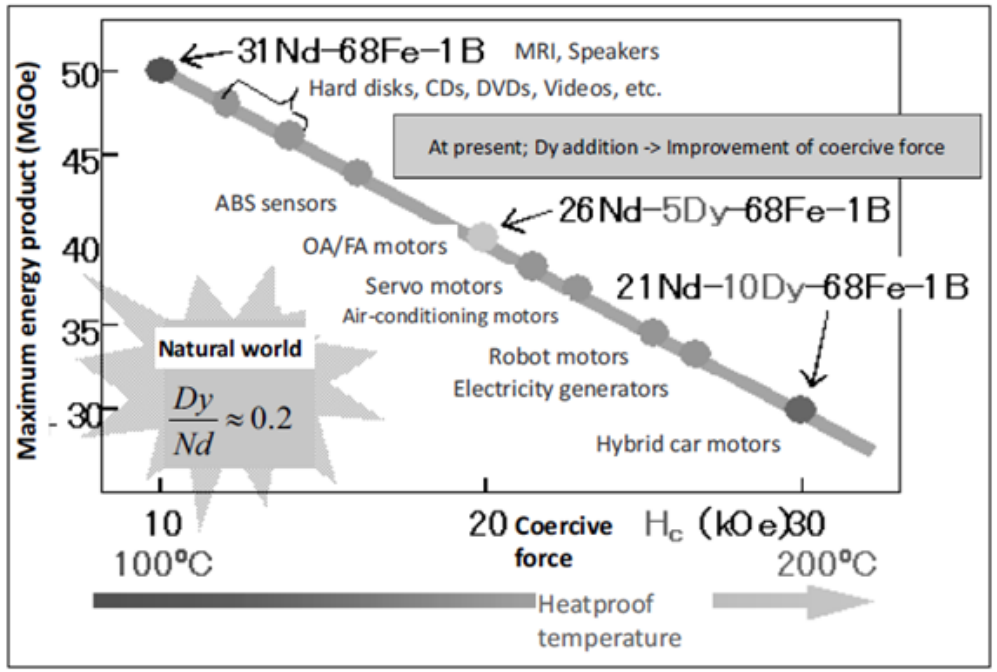
Aciers électriques Fer-Si

- **Réduction des pertes fer et Performance**
- **Choix des grades très liés aux technologies adoptées**

Aimants permanents

Alliage de base : Fe14Nd2B

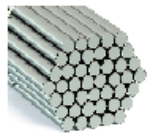
➢**ENJEU : Réduction des couts et maîtrise de l'approvisionnement (Terres rares)**

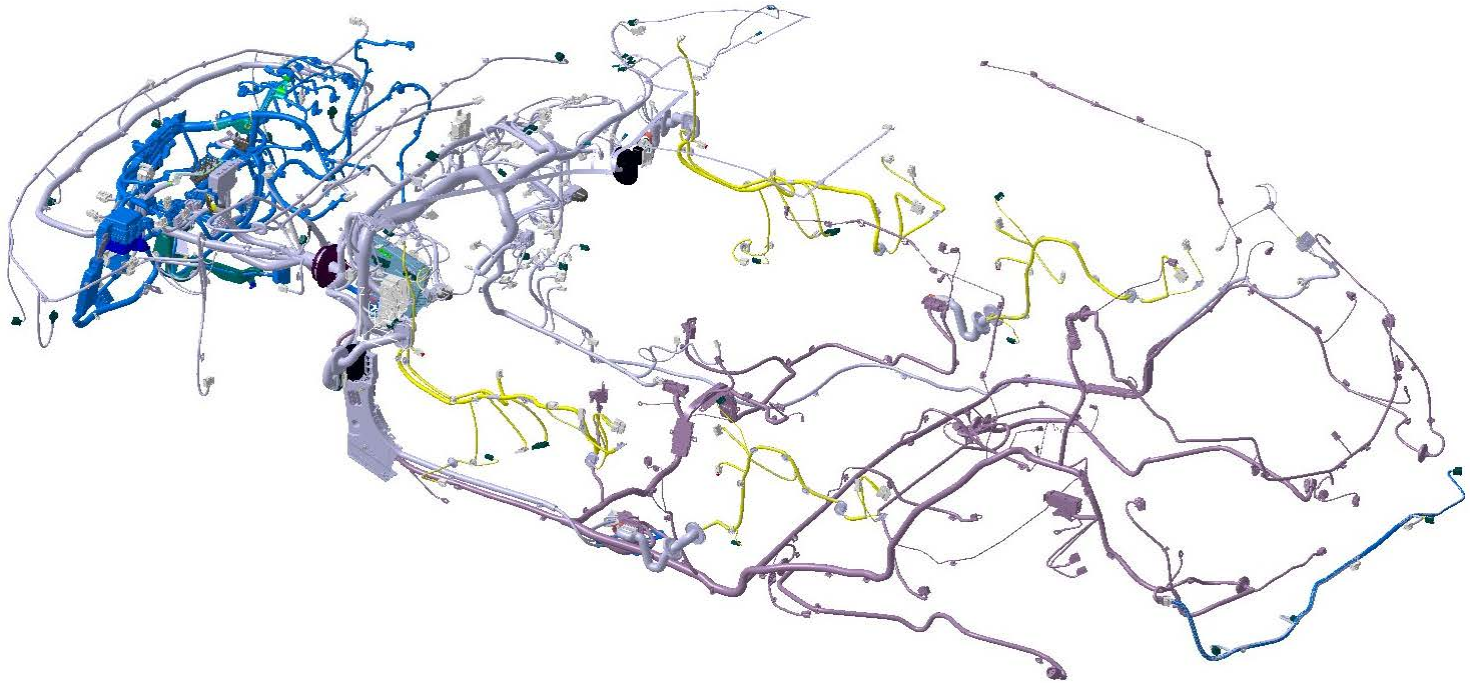


PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

LES MATÉRIAUX « CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES »

Conducteurs électriques		
Argent	Cuivre	Or
	 Aluminium	



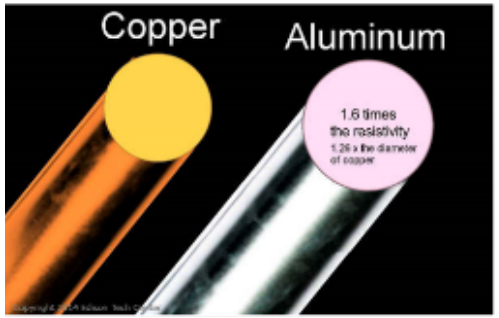
Par véhicule :
Environ qq Km de cables électriques et environ 15 kg de cable en cuivre

Entre 150 et 250 connecteurs - 25% sont identifiés comme « immobilisant »
Environ 2000 points de connexions dans un véhicule

PSA GROUPE

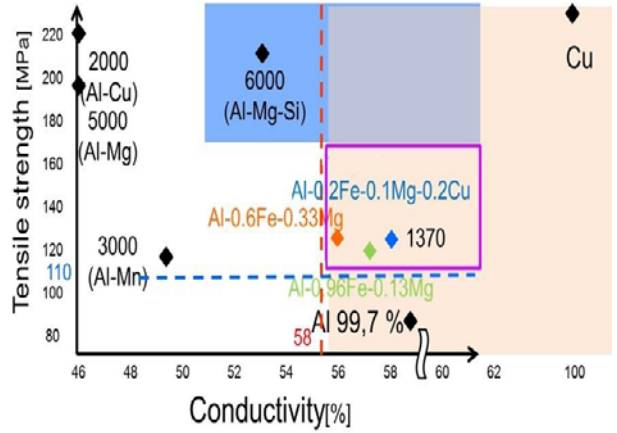
GROUPE RENAULT

LES MATÉRIAUX « CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES » INTRODUCTION DE L'ALUMINIUM ?



	Volume	Weight	Assembly
Copper	1	1	
Aluminum S > 2,5 ²	x 1,6	x 0,5	US welding
Aluminum S< 2,5 ²			New serration and pre-crimping

- Choix de l'alliage
- Validation de la fonction dans un environnement auto



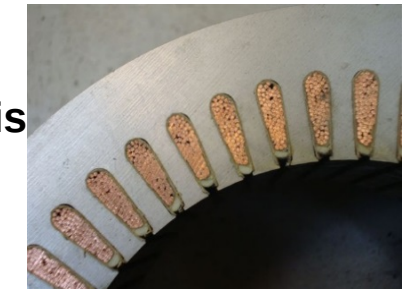
LES MATÉRIAUX « ISOLANTS ÉLECTRIQUES »

Isolants électriques		
Verre	Bois	Air
Papier	Tissu	Plastique

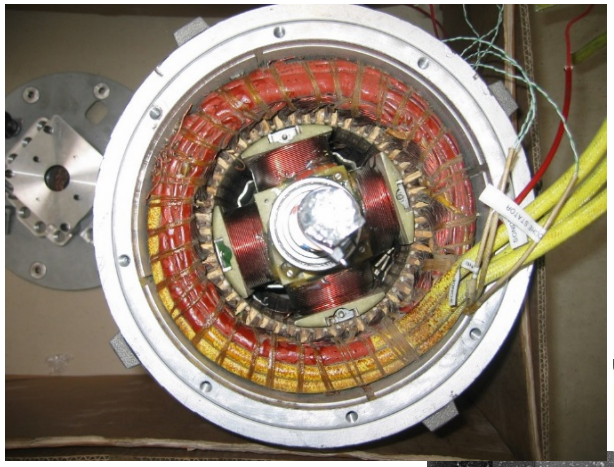
Souvent des « composites » multicouches

Localisation dans le moteur électrique

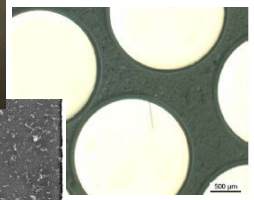
- **Isolants de fermeture d'encoche**



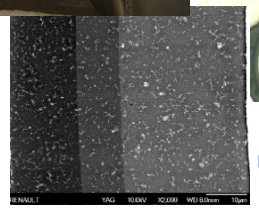
- **Résine imprégnation**
- **Vernis**



- **Isolants d'encoches**



- **Isolants de têtes de bobines**



- **Email des fils**

LES POLYMERES POUR LA VOITURE CONNECTÉE, AUTONOME, PARTAGÉE (ET ÉLECTRIQUE)

LES POLYMERES POUR LA VOITURE AUTONOME ET CONNECTÉE

Intégration de fonctions pour éviter l'effet cockpit

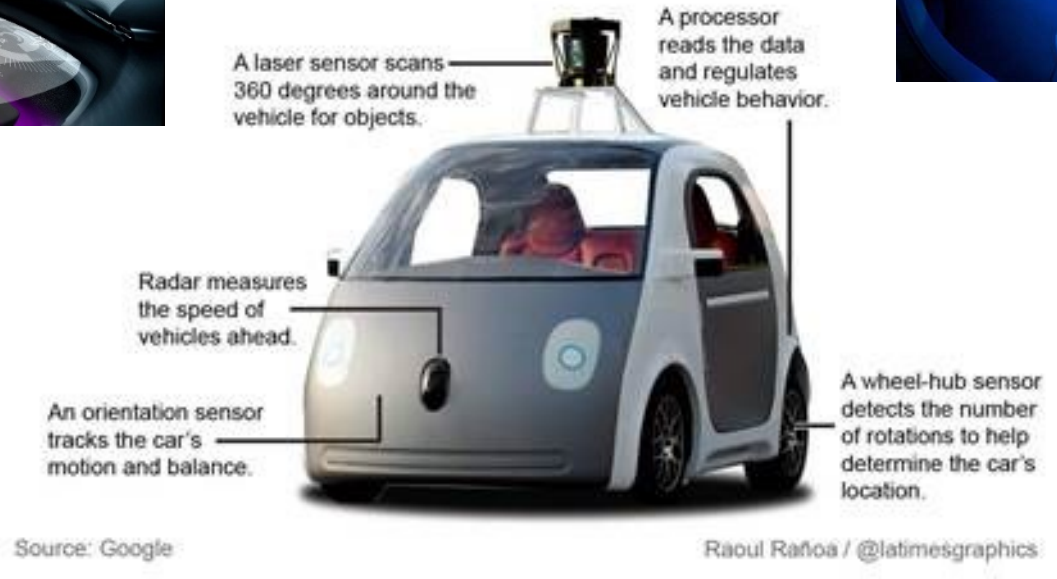
➡ Support caméra avec un grade peinture polyethyrimide pour stabilité thermique

Surfaces active et haptiques, aucun compromis sur la sécurité

➡ COE, touchscreen

Eclairage intérieur en mode autonome, transmission lumineuse

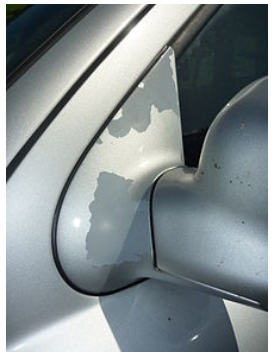
➡ Halo PC transmission lumineuse



Intégration parfaite des radars et lidars, traitement du signal et des ondes

LES POLYMERES POUR LE CAR SHARING

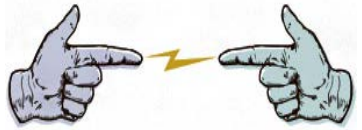
Pas de compromis sur le vieillissement



Anti-bacterien

Antistatique

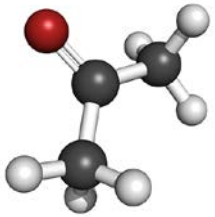
➡ MasterBatch et teinté masse pour ébénisteries hautes



Autocicatrisant

Sans COV

➡ Volet SMC VOC free



Hypoallergénique

Anti-rayures

Sans odeur ni desodorisants

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

ROADMAP MATIÈRES PLASTIQUES 2030: 3 THÈMES PRINCIPAUX

Environnement

- Matériaux Verts (recyclés, naturels, …) et leur backup matière primaire
- Fibres naturelles visibles (attractivité, design, …)
- Innocuité (odeur, fogging) et réglementations (COV, substances, Reach)

Modularité Technico économique

- Interchangeabilité des matières / Sécurisation / Capacitaire
- Globalisation, approche Monde
- Economies techniques

Prestations Performance Pièces

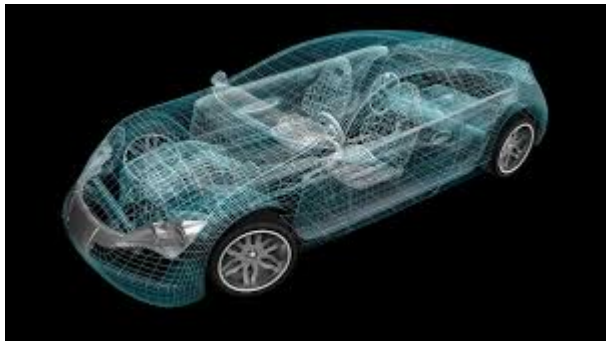
- Allègement (approche matières & procédés) à coût maîtrisé
- Durabilité / Qualité à l'usage
- Qualité perçue à neuf: Faible Coefficient de dilatation thermique, faible retrait, …

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

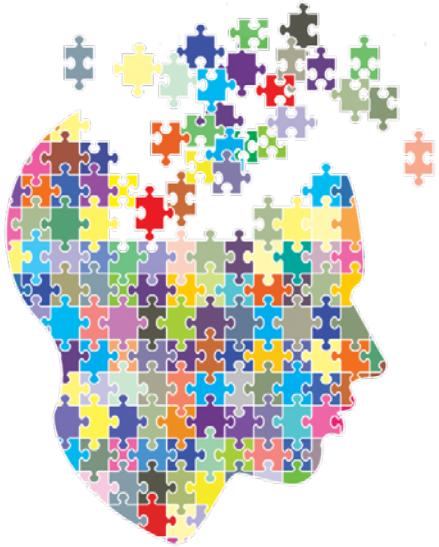
CONCLUSIONS

- Poursuivre les évolutions en cours sur l'acier et l'aluminium
- Ruptures à mettre en place dans les composites grâce à nos rang 1 (PO, Faurecia, ….)
- L'enrichissement des solutions numériques (produit, process, assemblages) au service de nos conceptions et leur intégration le plus en amont possible dans nos développements



- Des « constantes » automobiles sur les enjeux économiques associés
- Des enjeux environnementaux pris en compte dans les conceptions d'aujourd'hui et de demain (yc après vente et recyclage)

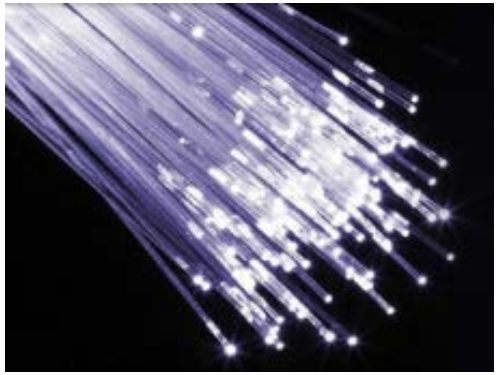
DES ENJEUX COMPÉTENCES ET FORMATION



Les progrès ne pourront être réalisés que par un investissement important de la filière dans la formation dans le domaine des matériaux et de leurs procédés

Les besoins sont clairement identifiés à ce jour

Modélisation et simulation numérique



Produit et process

Ruptures technologiques

PSA GROUPE

GROUPE RENAULT

MOVING FORWARD TOGETHER*

*PROGRESSONS ENSEMBLE

Virginie HUGUON

virginie.huguon@mpsa.com

Jean Claude LE FLOUR

jean-claude.le-flour@renault.com

Société des Ingénieurs de l'Automobile
79, rue Jean-Jacques Rousseau • 92158 Suresnes Cedex • France