

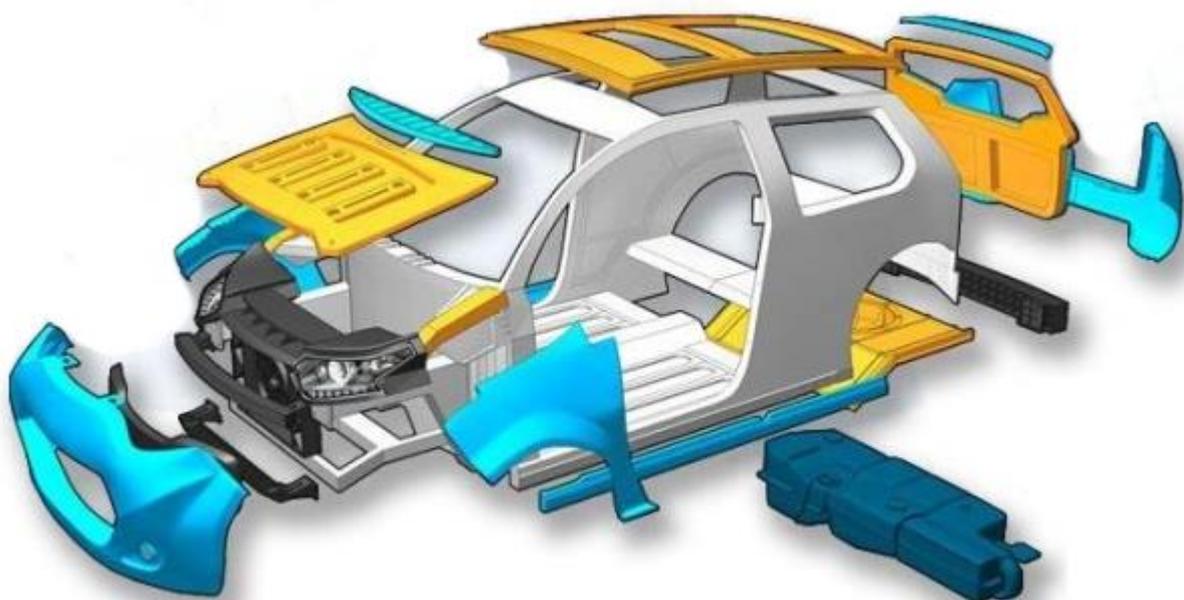
# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL RÉPARATION DES CARROSSERIES

Classe de première

Document Professeur

SAVOIRS ASSOCIÉS DÉVELOPPÉS

## S2.1.2 – Les matériaux composites



Source : Plastic Omnium

**Savoirs  
Associés**

S3 LA RÉPARATION EN CARROSSERIE  
S2.1 LES MATÉRIAUX UTILISÉS EN CARROSSERIE  
S2.1.2 LES COMPOSITES

**Tâche T2.7 Réparer les éléments en matériaux composites**

**Objectif :** Être capable d'identifier les matériaux composites d'un élément endommagé afin de mettre en œuvre une réparation adaptée et préconisée par le constructeur automobile sans dépasser les limites de la réparation.

NOM : .....

DATE : .....

PRÉNOM : .....

ANNÉE SCOLAIRE : 20... – 20...

**I Mise en situation :**

Votre chef d'atelier vous demande de prendre en charge le véhicule Volkswagen Golf 7.

L'expert à mentionné sur le rapport d'expertise la réparation du bouclier arrière.

Votre travail consiste à éliminer les rayures profondes et à réparer la cassure.

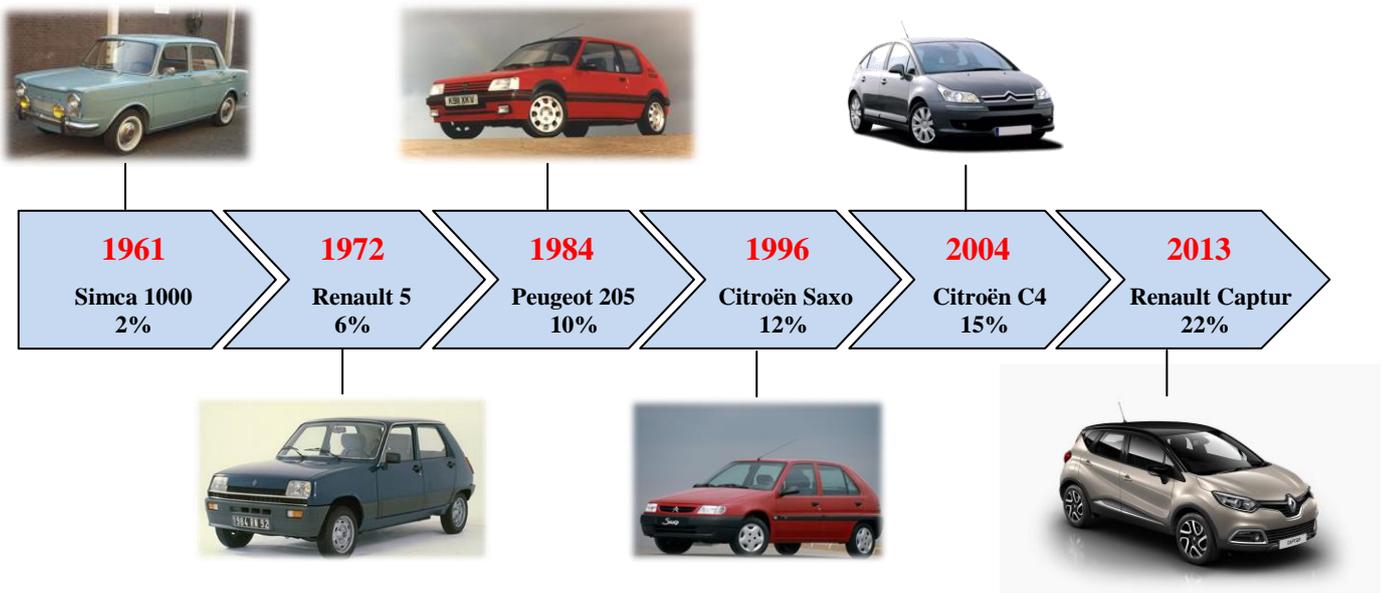


Vue ¾ arrière droit

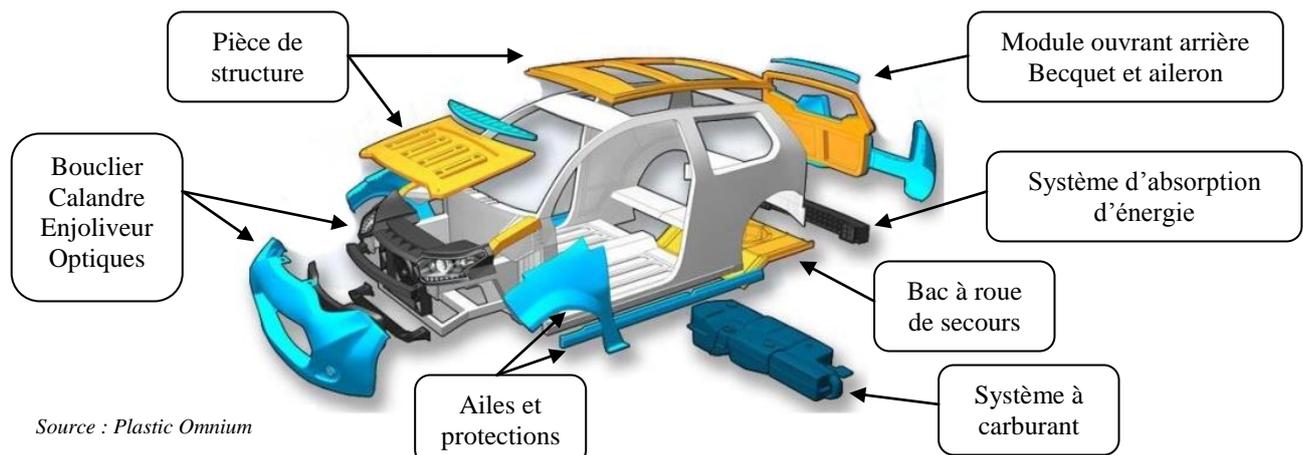
**II Pourquoi le bouclier arrière est en matière plastique ?**

L'industrie automobile est continuellement à la recherche de nouvelles matières pour répondre au contexte économique et à la mondialisation.

Les matières plastiques sont apparues dans les années 60. Les industriels ont commencé à utiliser cette matière pour fabriquer de petites pièces d'habitacle. Le développement des matières plastique a pris son envol dans les années 80 et les applications les plus spectaculaires ont débuté avec la carrosserie.



De nos jours, la quantité de plastique utilisée dans une automobile a dépassé les 20 % de son poids total.



Chaque jours dans le monde, près de 300 000 boucliers partent à la décharge. D'un point de vue écologique, des nouvelles directives Européennes sur les VHU (Véhicules Hors d'Usage) poussent à la réutilisation et au recyclage des pièces, d'où l'intérêt pour la réparation.

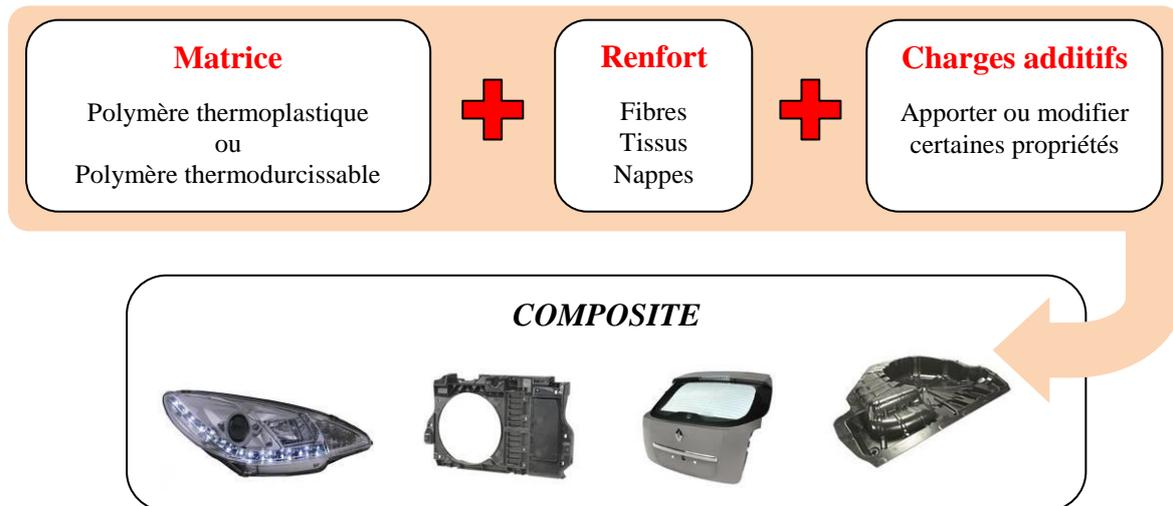
### III Quels sont les avantages de cette matière ?

Les avantages de cette matière sont nombreux :

- ✓ Alléger le véhicule.
- ✓ Résister à la corrosion.
- ✓ Résister aux petits chocs.
- ✓ Améliorer l'isolation phonique.
- ✓ Améliorer l'aérodynamisme par une plus grande liberté de style.
- ✓ Réparation possible avec peu de moyens.

### IV De quoi est composé un matériau en composite ?

Un matériau composite est constitué de deux ou plusieurs matériaux dont les propriétés individuelles se combinent pour former un matériau hétérogène ayant des performances globales fortement améliorées.



☞ La matrice peut être :

- un polymère thermoplastique (TP) est au départ sous la forme de granulés, de poudre ou de plaque avant d'être chauffées pour la transformation finale.
- Un polymère thermodurcissable (TD) se présente sous la forme d'un liquide visqueux (résine) ou de poudre.

☞ Le renfort est constitué de fibres tissés ou non. Ils améliorent les caractéristiques mécaniques de rigidité. La nature de ces fibres peut être du verre, du carbone, de l'aramide ou de fibres naturelles (lin, chanvre, sisal).

☞ Les additifs ou les charges sont ajoutés sont nécessaires pour permettent d'abaisser le coût de revient du matériau (ex : talc, silice, coton, ...). Selon l'additif, certaines propriétés mécaniques ou spécifiques sont améliorées (Tenue à la chaleur, tenue aux chocs, ...).

Ils permettent également de modifier l'aspect ou les caractéristiques de la matière à laquelle ils sont ajoutés : Pigments de coloration, agents anti-UV, isolation thermique ou acoustique, ...

## V Quelles sont les grandes familles des composites ?

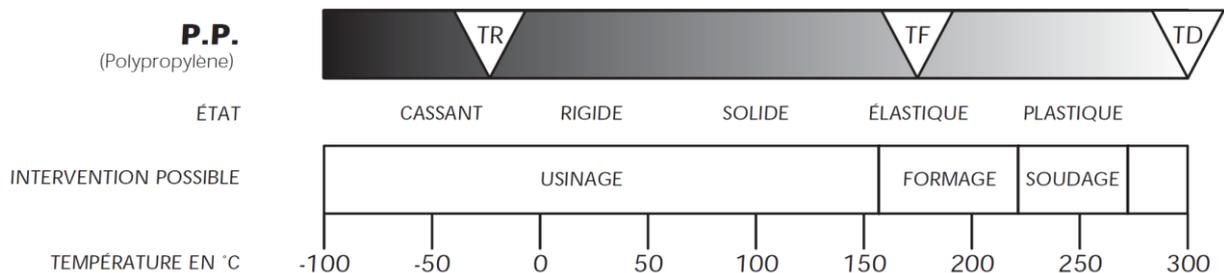
### ➤ Les thermoplastiques :

Les thermoplastiques sont constitués de macromolécules linéaires qui peuvent glisser les unes par rapport aux autres sous l'effet de la chaleur, ou de fortes contraintes.

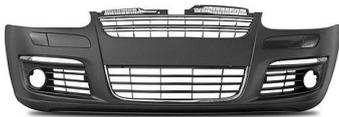
Ils se ramollissent sous l'effet de la chaleur et deviennent malléables à chaud. Lors du refroidissement, la matière plastique durcit et se fige permettant ainsi de conserver sa forme. Cette transformation est totalement réversible si la quantité des éléments d'addition n'est pas trop importante.

**Par conséquent cette matière est recyclage.**

Exemple : le polypropylène



Ils se trouvent partiellement ou en totalité dans la fabrication de nombreuses pièces :



*Les boucliers*



*Les rétroviseurs*



*L'habitacle intérieur*



*Pièces mécaniques*

### ➤ Les thermodurcissables :

Les thermodurcissables sont constitués de réseaux macromoléculaires tridimensionnels, où des pontages entre chaînes empêchent tout glissement.

Les thermodurcissables sont obtenus par l'action d'un durcisseur qui entraîne une **polymérisation** sous l'action de la chaleur, le réseau renforce ses liaisons et se rigidifie, ils ne sont donc ni fusibles ni réversibles.

Sous de trop fortes températures, le thermodurcissable se dégrade (carbonisation).

**Par conséquent cette matière n'est pas recyclage.**

Cette matière est de moins en moins utilisée en automobile, sauf pour :

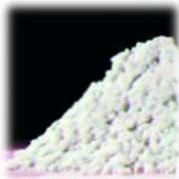
- **Le tuning, les camping-cars** pour la facilité de réalisation de petite série de pièces et de son coût de mise en œuvre très faible.
- **La compétition automobile** pour la rigidité et la légèreté que peuvent offrir des éléments en carbone, kevlar, avec une résine époxy.



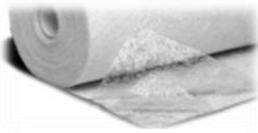
Les différents renforts des thermodurcissables:



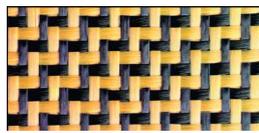
Fils coupés



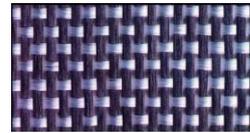
Fibre broyée



Mat de verre



Carbone + kevlar



Carbone + kevlar



Fibre de verre

Les Tissus tressés :

## VI Comment reconnaît-on un thermoplastique ou un thermodurcissable ?

Toute pièce automobile de plus de 50 grammes est identifiée par son sigle :

☞ Pour les thermoplastiques :

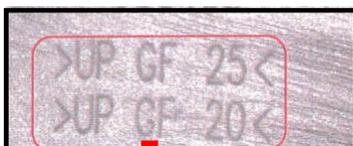
Enjoliveur de roue  
TOYOTA YARIS



**Polyamide**  
+  
**Agent de charge**

Désignation	Sigle
Acrylonitrile - Butadiène - Styrène	<b>ABS</b>
Éthylène - Propylène, Diène, Méthylène	<b>EPDM</b>
Polyamide	<b>PA</b>
Polyéthylène	<b>PE</b>
Poly-éthylène (2/3 de PP + 1/3 de PE)	<b>P/E</b>
Polypropylène	<b>PP</b>
Polycarbonate	<b>PC</b>
Noryl® (Polyphénilène Ether + PA)	<b>PPE+PA6.6</b>

☞ Pour les thermodurcissables :



**Résine polyester**  
+  
**Agents de charge**



Aile arrière Peugeot 807

Désignation	Sigle
Résine polyester	<b>UP</b>
Résine époxy	<b>EP</b>
Résine polyuréthane	<b>PUR</b>
Résine phénol-formaldéhyde	<b>PF</b>
Résine vinylester	<b>VE</b>

Tableau des principaux des agents de charges :

<i>Nature du renfort</i>	<i>Code</i>	<i>Forme du renfort</i>	<i>Code</i>
Bore	B	Bille	B
Carbone	C	Morceau	C
Verre	G	Poussière	D
Carbonate de calcium	K	Fibre	F
Cellulose	L	Poudre	G
Minéral	M	Fibre courte	H
Mica	P	Tissus	K
Silice	Q	Lamelle	L
Aramide	R	Mat	M
Synthétique	S	Feuille	P
Talc	T	Paillette	S
Divers	X	Plaque	V

Source : GNFA

Exercice :

Vous devez réparer le bouclier arrière de la Golf 7 présentant le sigle suivant : >PP- TD40< :

En vous aidant des tableaux ci-dessus, veuillez donner la composition de ce composite :

La matrice est du Polypropylène chargé à 40% de poussières de talc.

## VII Comment se répare un composite ?

### ➤ La réparation des thermoplastiques:

Le thermoplastique peut se réparer selon 5 méthodes différentes :

#### 1) Le collage :

Ce procédé de réparation convient à tous les types de matières plastiques. **Son principe est d'emprisonner les extrémités du plastique dans la colle (effet rivet).** Un renfort fibreux est emprisonné dans la colle, coté intérieur de l'élément, pour renforcer la réparation.

Il existe 2 types de colle : - colle à base de résine polyuréthane.  
- colle à base de résine époxy.



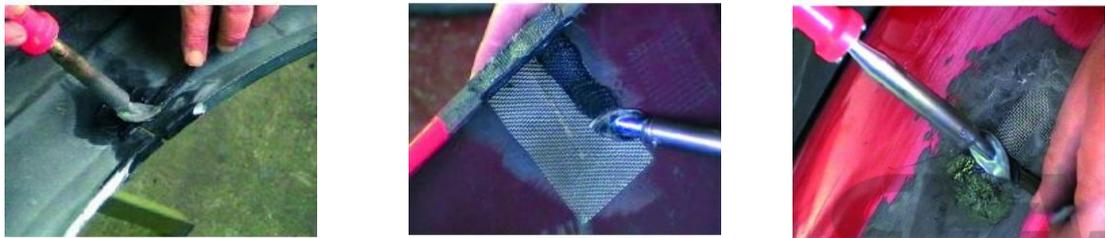
**2) Le soudage :**

Ce procédé de réparation permet d'ajouter de la matière plastique à chaud au cœur d'une cassure. Son exécution demande :

- De vérifier la soudabilité du plastique à réparer (moins de 7% d'agents de charge).
- D'utiliser un matériel spécifique et des baguettes même nature que l'élément.
- Une excellente maîtrise du matériel.

**3) Le thermobrasage :**

La réparation se réalise en noyant une grille inox dans l'épaisseur de l'élément en plastique à l'aide d'un fer à souder muni d'une panne spécifique. Ensuite, le grillage inox est recouvert de plastique fondue, baguette en polypropylène.

**4) L'agrafage à chaud :**

Il suffit de positionner l'agrafe adéquate sur l'électrode du système chauffant. Lorsque celle-ci est chaude, il suffit de la faire pénétrer dans l'épaisseur de la matière plastique à l'endroit de la cassure. Ce procédé permet de créer une armature résistante sur la partie soudée.



5) Le thermoformage :

Le thermoformage permet de redresser une partie enfoncée en ramollissant le plastique. Dès que la température de ramollissement du plastique est atteinte, il faut effectuer une pression dans le sens inverse à la déformation puis refroidir la zone redressé pour qu'elle se fige.

➤ La réparation des thermodurcissables:

Le thermodurcissable peut se réparer selon 3 méthodes différentes :

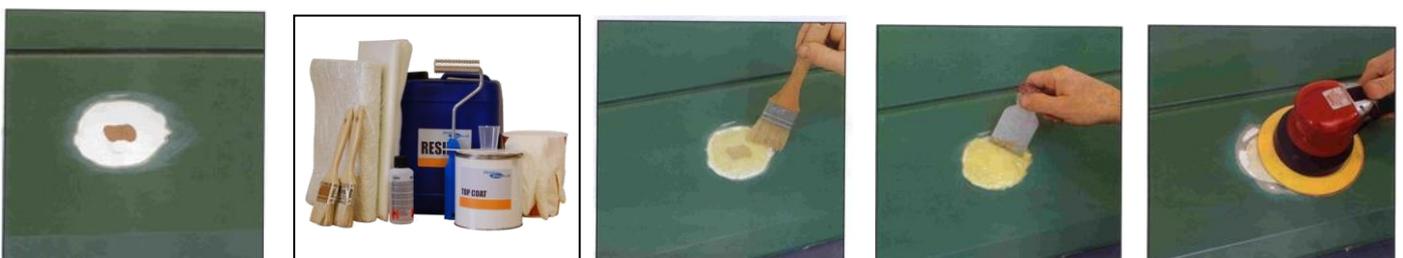
1) Les dommages légers :

La réparation consiste à combler l'épaisseur de gelcoat retiré lors du dommage. La partie en fibre de verre ne doit pas être détériorée. Cette réparation peut être réalisée à l'aide d'une colle bi-composant spécialement adapté au thermodurcissable ou avec un mastic chargé en fibre de verre.

Colle Bi-composant  
pour les thermodurcissables

2) Les cassures et les perforations :

Cette réparation se réalise à l'aide de tissus de renfort imprégnés de résine polyester. Ces tissus de renforts sont mis en place coté intérieur de l'élément pour rigidifier la partie endommagée et ainsi obstruer la perforation. Sur la face extérieure, une petite quantité de résine polyester mélangé à des copeaux de fibre de verre est déposé et égalisé sur la surface. Après séchage les opérations de finition peuvent commencer.



3) Les panneaux sandwich : (Camping-car, remorque ou camion frigorifique)

La peau extérieure et l'isolant endommagé doit être retiré et remplacé. Un nouvel isolant (mousse polyuréthane extrudé pour cet exemple) doit être taillé et fibré pour garantir la bonne isolation du panneau sandwich. Après séchage des tissus de renfort, les opérations de finition peuvent commencer.

**Cette réparation nécessite de contacter le constructeur du véhicule pour connaître la méthodologie et les produits de réparation préconisés par le fabricant.**

Exercice :

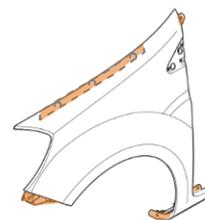
Le bouclier arrière de la Golf 7 est en matière thermoplastique. Quelle est votre choix de la méthode de réparation pour la cassure ?

Mon choix se porte sur la réparation de la cassure par collage puisque ce thermoplastique ne peut pas se souder (40% de poussières de talc).

VIII Quelles sont les limites de la réparation ?☞ Les thermoplastiques :

Les constructeurs n'imposent aucunes limites dimensionnelles à la réparation des matières thermoplastique. Par contre, **il préconise le remplacement et non à la réparation des éléments absorbants de chocs, pour une question de sécurité.**

Seul le constructeur Renault préconise une limite de réparation sur les supports de fixation masqués de l'extérieur et localiser dans une zone rigide sur les éléments en Noryl.

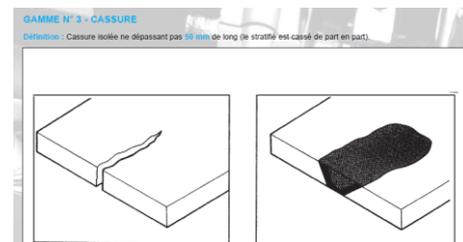


Zone de réparation  
Renault Clio III

☞ Les thermodurcissables :

Les méthodes de réparation établies par les constructeurs ne mentionnent aucune limite pour la réparation d'un trou, d'une fissure ou d'une cassure.

Seul la marque Renault impose des limites à la réparation des cassures et des trous pour les panneaux de carrosserie et impose le choix des produits à utiliser.



Extrait de la R.T.C. Renault Espace III

☞ Les éléments en carbone apparent :

La réparation des éléments en carbone est possible dans la condition de connaître les méthodes de fabrication d'origine de la pièce. De plus, **la réparation sera visible puisque cette matière est recouvert de produits transparent laissant apparaître le tissage du carbone.**



Pièce carbone réparée  
Lycée Gaston BARRÉ RD

## IX Quelles sont les évolutions techniques ?

Les constructeurs automobile axe le progrès sur l'intégration du composite dans les structures des véhicules et l'utilisation des bio-composites.

### ➤ Les structures :

#### Alfa romeo C4 : 100% composite !

Grâce à l'utilisation de fibres de carbone pour le châssis et de fibres de carbone et fibres de verre pour la carrosserie, la C4 ne pèse que 895 kg.



*Structure carbone Alfa Roméo C4*



*Alfa Roméo C4*

#### Nouvelle BMW Série 7 : l'alliance de l'acier, du carbone et de l'aluminium !

Une grande partie de la structure supérieure est en fibre de carbone, la matière légère participe à l'abaissement du centre de gravité. Les panneaux en fibres de carbone sont liés à l'acier dans les montants de pare-brise, ainsi que dans le tunnel central, ajoutant rigidité et résistance. Les portes, ainsi qu'une partie de la structure comme les longerons avant et arrière, sont en aluminium.



*BMW série 7*



*Renfort carbone montant de pare-brise*



*Traverse carbone de pavillon*

### ➤ Les bio-composites

L'apparition des fibres végétales (coton, lin, ...) dans les applications composites révolutionne peu à peu le paysage industriel, notamment dans l'automobile. Les bio composites envahissent peu à peu l'espace confort de nos véhicules à l'image de Mercedes qui équipe déjà ses Class A, M et R d'éléments en fibre naturelle comme les garnitures de porte ou les capots de roue de secours.



*Mercedes Class-M*



*Bac de roue de secours*



*Panneau de porte Mercedes*