



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.**

# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

## RÉPARATION DES CARROSSERIES

Session : 2019

### E.1 - ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Sous-épreuve E11

UNITÉ CERTIFICATIVE U11

### Analyse d'un système technique

Durée : 3 heures

Coef. : 2

## DOSSIER RÉPONSES

### DOSSIER COMPLET À REMETTRE EN FIN D'ÉPREUVE

Le dossier SUJET ne portera pas l'identité du candidat.

Les feuilles seront classées et agrafées à l'intérieur d'une copie double d'examen.

Ce dossier comprend 15 pages numérotées de DR 1/15 à DR 15/15.

#### Document et matériel :

- aucun document autorisé,
- l'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

|  |                |                 |           |
|--|----------------|-----------------|-----------|
| Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries                                   | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | DR        |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 1/15 |

**MISE EN SITUATION :**

Un véhicule VW Transporter T5 California est à remettre en état suite à la chute d'une branche d'arbre sur le toit alors que celui-ci était ouvert.

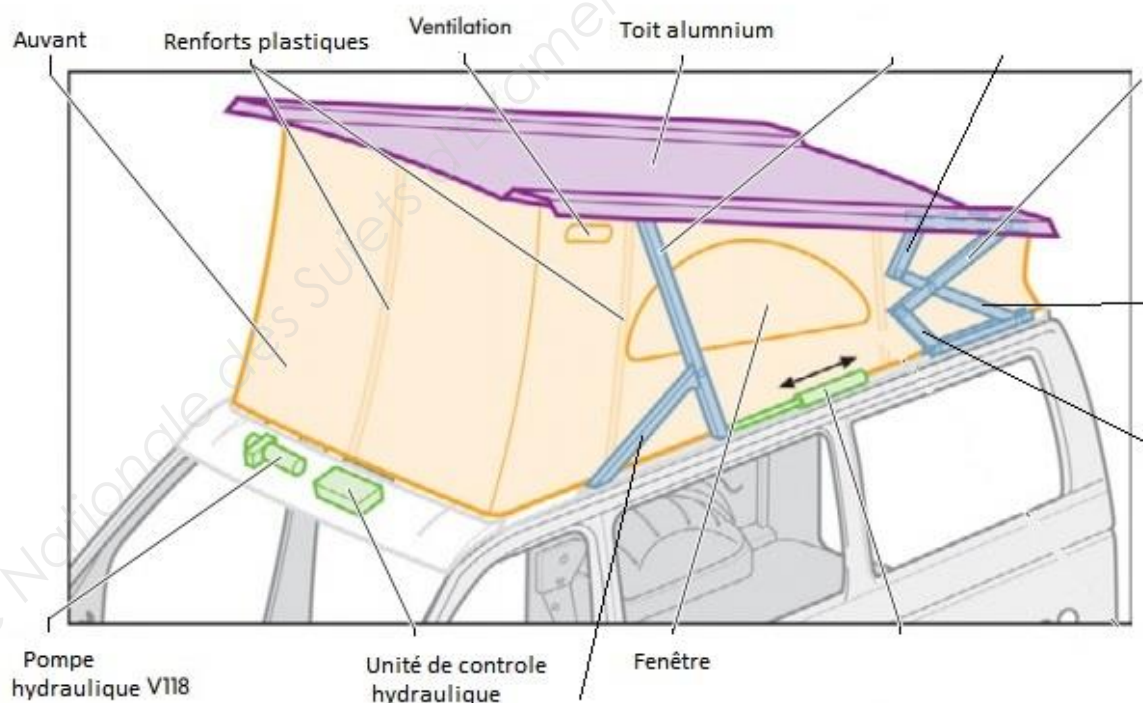
Le Transporter T5 California possède un toit escamotable mécanisé.

Le client explique avoir réussi à fermer le toit mais le mécanisme a fait un bruit anormal, il n'a plus manœuvré le toit depuis. Ayant constaté des rayures sur le toit, il fait appel à un professionnel pour réparer le toit et son mécanisme.

Vous devez donc, au préalable, procéder à l'analyse structurelle et fonctionnelle du système du mécanisme de toit, afin de vous préparer à réaliser une réparation et une remise en conformité de ce sous-ensemble dans les règles de l'art.

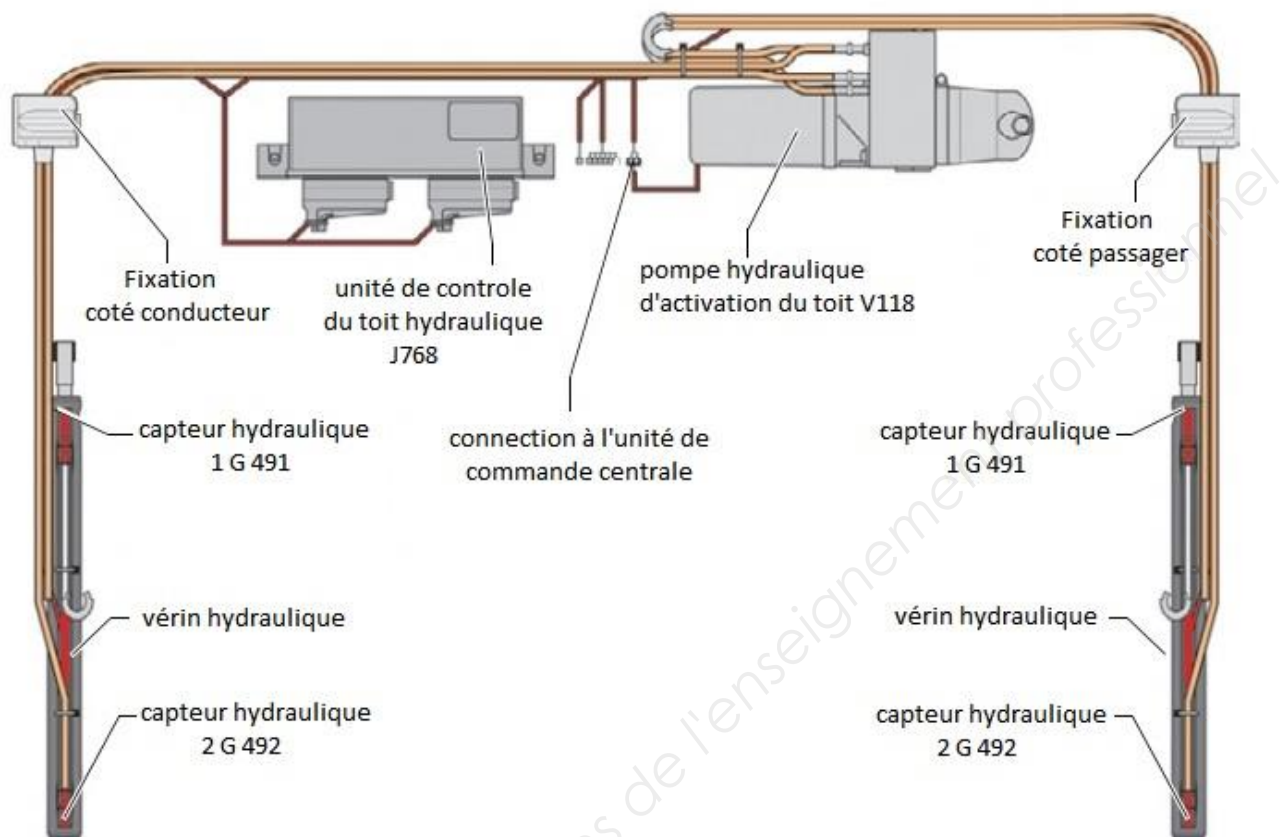
**1. ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE :****/41 pts****1.1 Étude du mécanisme de toit.**

Repérer, avant de réaliser l'intervention, les pièces et les sous-ensembles constituant le mécanisme de toit, sur les vues éclatées ci-dessous du système étudié (utiliser le dossier technique page DT 8/8).

**1.1.1 Compléter les désignations manquantes sur la représentation ci-dessous.****/3 pts**

|  |                |                 |           |
|--|----------------|-----------------|-----------|
| <b>Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries</b>                            | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | <b>DR</b> |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 2/15 |

1.1.2 En vous aidant du schéma ci-dessous représentant le système de commande du toit du transporter T5 California :



Préciser le type de commande utilisée. Entourer la bonne réponse.

/2 pts

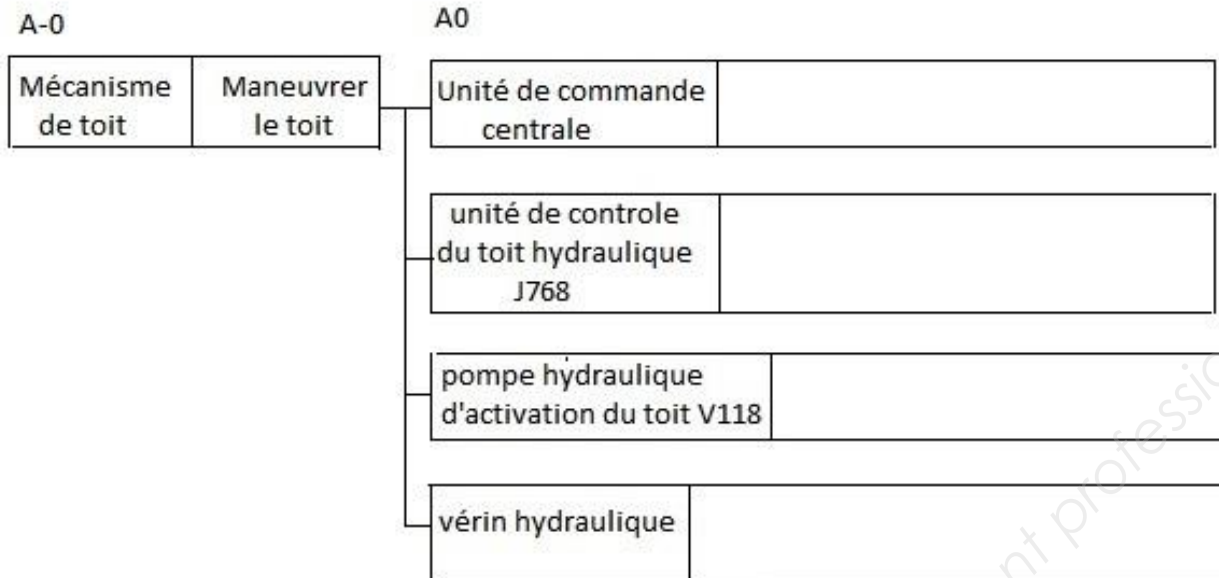
|                     |                     |                   |
|---------------------|---------------------|-------------------|
| Électro-pneumatique | Électro-hydraulique | Électro-mécanique |
|---------------------|---------------------|-------------------|

Compléter le diagramme FAST du système de commande (DR4/15) avec les propositions suivantes :

/4 pts

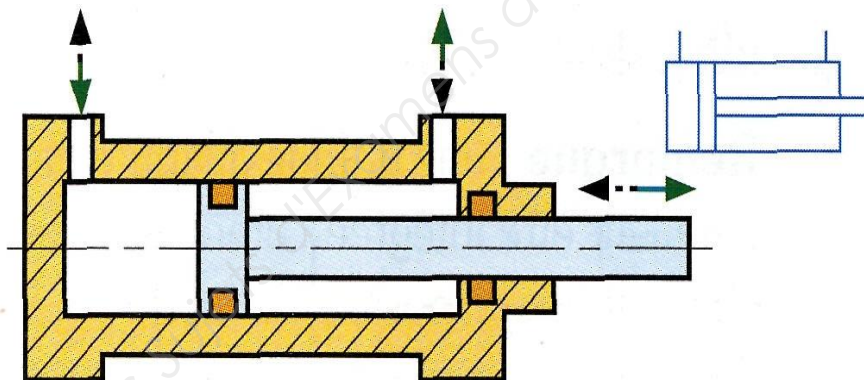
- Transformer l'énergie électrique en énergie hydraulique.
- Transformer l'énergie hydraulique en mouvement de translation.
- Commander la pompe hydraulique.
- Apporter l'information d'ouverture / de fermeture du toit.

|  |                |                 |           |
|--|----------------|-----------------|-----------|
| <b>Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries</b>                            | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | <b>DR</b> |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 3/15 |



1.1.3 En vous aidant du schéma ci-dessous, indiquer de quel type de vérin il s'agit. Entourer la bonne réponse. /2 pts

|              |              |         |
|--------------|--------------|---------|
| Simple effet | Double effet | Rotatif |
|--------------|--------------|---------|



1.1.4 Pour quelle raison technique ce type de vérin a-t-il été utilisé pour manœuvrer le toit ? /2 pts

.....

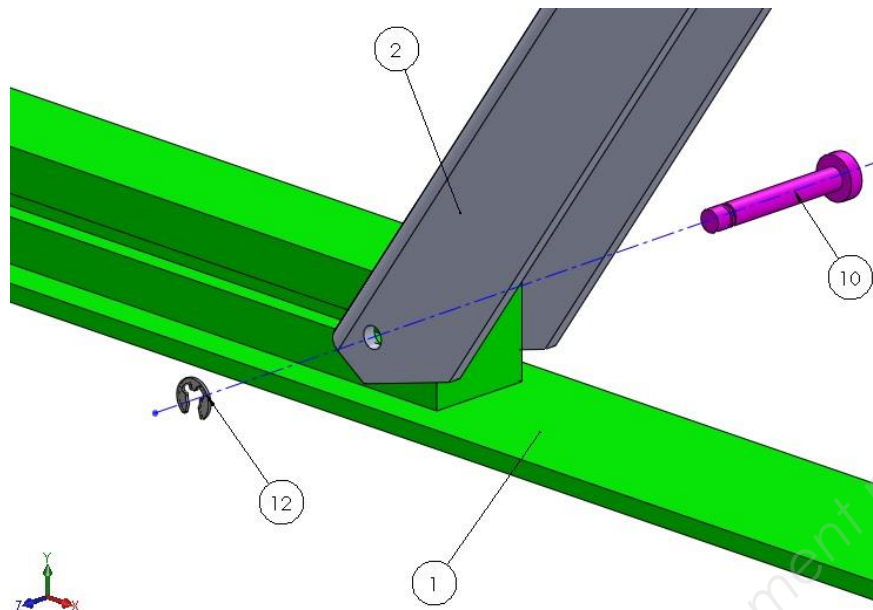
1.1.5 Étanchéité. /2 pts

Que pourrait-on observer en cas de défaillance du joint à lèvres assurant l'étanchéité entre la tige du vérin et le corps du vérin ? Entourer la bonne réponse.

- Le toit ne se déplie pas.
- Le toit se déplie mais fait des bruits anormaux.
- Le toit se déplie mais des traces d'huile apparaissent sur la toile du toit.
- Le toit se déplie très doucement et s'arrête à mi-course.

|  |                |                 |           |
|--|----------------|-----------------|-----------|
| Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries                                   | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | DR        |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 4/15 |

**1.2 Analyse de la liaison « bras motorisé- rail de toit »** (utiliser le dossier technique).



**1.2.1** Entourer les caractéristiques de la liaison mécanique existant entre le bras motorisé (2) et le rail de toit (1). **/3 pts**

|           |           |                |
|-----------|-----------|----------------|
| complète  | rigide    | démontable     |
| partielle | élastique | non-démontable |

**1.2.2** Indiquer la fonction de l'anneau élastique (12). Entourer la bonne réponse. **/1 pt**

|  |  |                                   |                 |
|--|--|-----------------------------------|-----------------|
| Éviter les vibrations du bras motorisé | Permettre la rotation du bras motorisé | Bloquer en translation l'axe (10) | Aucune fonction |
|--|--|-----------------------------------|-----------------|

**1.2.3** Préciser à quel type de montage appartient l'anneau élastique (12). Entourer la bonne réponse. **/1 pt**

|                |               |
|----------------|---------------|
| Montage radial | Montage Axial |
|----------------|---------------|

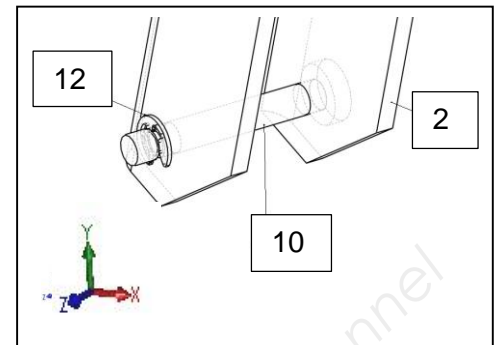
**1.2.4** La liaison entre le bras motorisé (2) et le rail de toit (1) est complexe car elle est réalisée par l'ensemble axe (10) et anneau élastique (12) et permet des mouvements correspondants à l'association de deux liaisons. Une étude de cette double liaison est réalisée par décomposition de celle-ci en deux étapes :

**Étape 1 :** Liaisons bras motorisé 2 et (axe 10 + anneau 12).

Compléter le tableau des mobilités de cette liaison.  
(0 : mouvement impossible, 1 : mouvement possible)

| Tx | Ty | Tz | Rx | Ry | Rz |
|----|----|----|----|----|----|
|    |    |    |    |    |    |

/2 pts



Indiquer ci-dessous la caractéristique de cette liaison entourer la bonne réponse. /2 pts

|                        |               |               |                   |
|------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| Pivot glissant d'axe Z | Pivot d'axe X | Pivot d'axe Z | Glissière d'axe X |
|------------------------|---------------|---------------|-------------------|

**Étape 2 :** Liaisons Rail de toit 1 et (axe 10 + anneau 12).

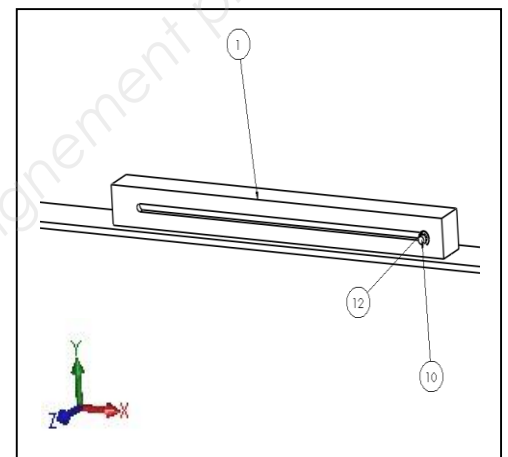
Compléter le tableau des mobilités de cette liaison. /2 pts  
(0 : mouvement impossible, 1 : mouvement possible)

| Tx | Ty | Tz | Rx | Ry | Rz |
|----|----|----|----|----|----|
|    |    |    |    |    | X  |

**Attention on ne tient pas compte de Rz**

Indiquer ci-dessous la caractéristique de cette liaison. Entourer la bonne réponse. /2 pts

|                        |               |               |                   |
|------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| Pivot glissant d'axe Z | Pivot d'axe X | Pivot d'axe Z | Glissière d'axe X |
|------------------------|---------------|---------------|-------------------|



Indiquer les mouvements possibles par la liaison totale entre le bras motorisé 2 et le rail de toit 1 en complétant le tableau des mobilités suivant : /1 pt

(0 : mouvement impossible, 1 : mouvement possible)

| Tx | Ty | Tz | Rx | Ry | Rz |
|----|----|----|----|----|----|
|    |    |    |    |    |    |



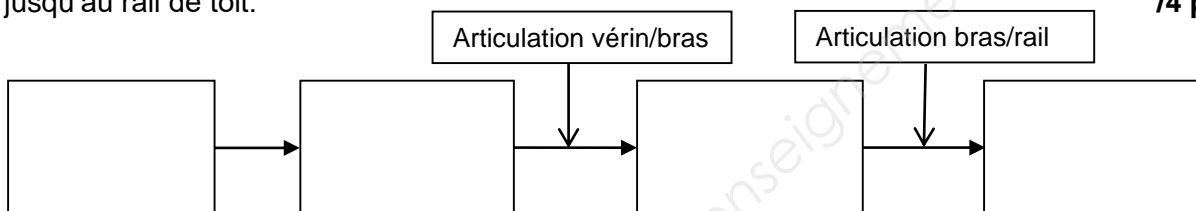
### 1.3 Vérification de la transmission du mouvement

Afin de diagnostiquer l'origine du dysfonctionnement observé par le client (bruit anormal lors de la fermeture du toit) à l'aide du DT 4/8 et DT8/8, étudier la chaîne d'information et d'énergie du système :

- 1.3.1 Inscrire la désignation des pièces permettant la chaîne d'information depuis l'unité de commande centrale jusqu'à la pompe hydraulique. **/3 pts**



- 1.3.2 Inscrire la désignation des pièces permettant la chaîne d'énergie depuis la pompe hydraulique jusqu'au rail de toit. **/4 pts**



- 1.3.3 Quel élément mécanique du système étudié peut être à l'origine du bruit anormal décrit par le client ? **/2 pts**

.....

### 1.4 Vérification des dimensions du mécanisme de toit

- 1.4.1 Après avoir ouvert le toit du transporteur California, vous réalisez une série de mesures et vous les comparez aux valeurs du constructeur (voir DT page 2). Compléter les informations manquantes dans le tableau suivant et indiquer si celles-ci sont conformes ou non. **/2 pts**

| Hauteur entre le toit du véhicule et le toit escamotable | Valeur mesurée | Valeur constructeur | Conforme/ Non conforme |
|--|----------------|---------------------|------------------------|
| À l'avant du véhicule                                    | 910 mm         |                     |                        |
| À l'arrière du véhicule                                  | 320 mm         |                     |                        |

- 1.4.2 À partir des contrôles relevés effectués, définir le mécanisme à l'origine du dysfonctionnement ; cocher la bonne réponse. **/1 pt**

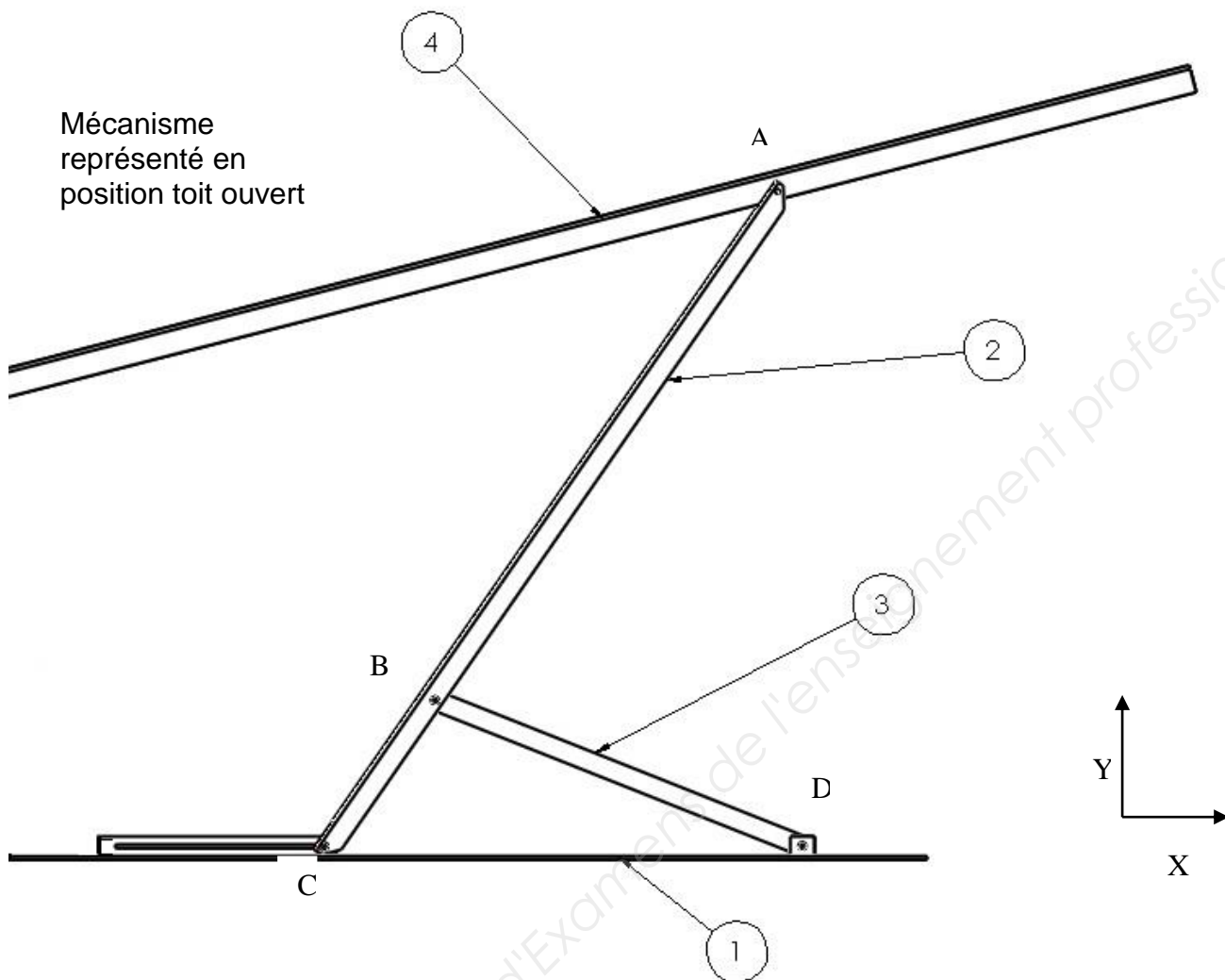
- Pantographe avant  
 Pantographe arrière

|  |                |                 |           |
|--|----------------|-----------------|-----------|
| <b>Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries</b>                            | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | <b>DR</b> |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 7/15 |



2. ÉTUDE CINÉMATIQUE :

/27pts



2.1 Décrire le mouvement des pièces constitutives du mécanisme de toit ouvrant suivantes : /6 pts

- Mvt de la Bielle 3 / Rail inférieur 1 : .....
- Mvt du Bras motorisé 2 / Bielle 3 : .....
- Mvt du rail de toit 4 / Bras motorisé 2 : .....

|  |                |                 |           |
|--|----------------|-----------------|-----------|
| Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries                                   | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | DR        |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 8/15 |

**2.2** Donner la nature des trajectoires suivantes : **/3 pts**

Trajectoire du point C 2/1 : .....

Trajectoire du point B 3/1 : .....

Trajectoire du point B 2/4 : .....

Tracer et identifier les trois trajectoires précédentes sur la figure de la page 8/15 du DR. **/3 pts**

**2.3** En position toit fermé, le mécanisme se trouve dans une position où les points B, C et D se trouvent alignés.

Tracer les points B' et C' qui correspondent à la position des points B et C en position fermé, sur la figure de la page 8/15 du DR. **/2 pts**

**2.4** Calcul des vitesses :

**2.4.1** En sachant que le toit met 3 secondes à se fermer et que la tige du vérin parcourt dans le même temps 265 mm, calculer la vitesse du point **C** du bras motorisé 2 par rapport au rail inférieur 1. **/2 pts**

$V_{C\ 2/1} = \dots\dots\dots$

$V_C = \dots\dots\dots$  m/s

Pour la suite de l'étude, on considérera que  $V_C = 0,09$  m/s.

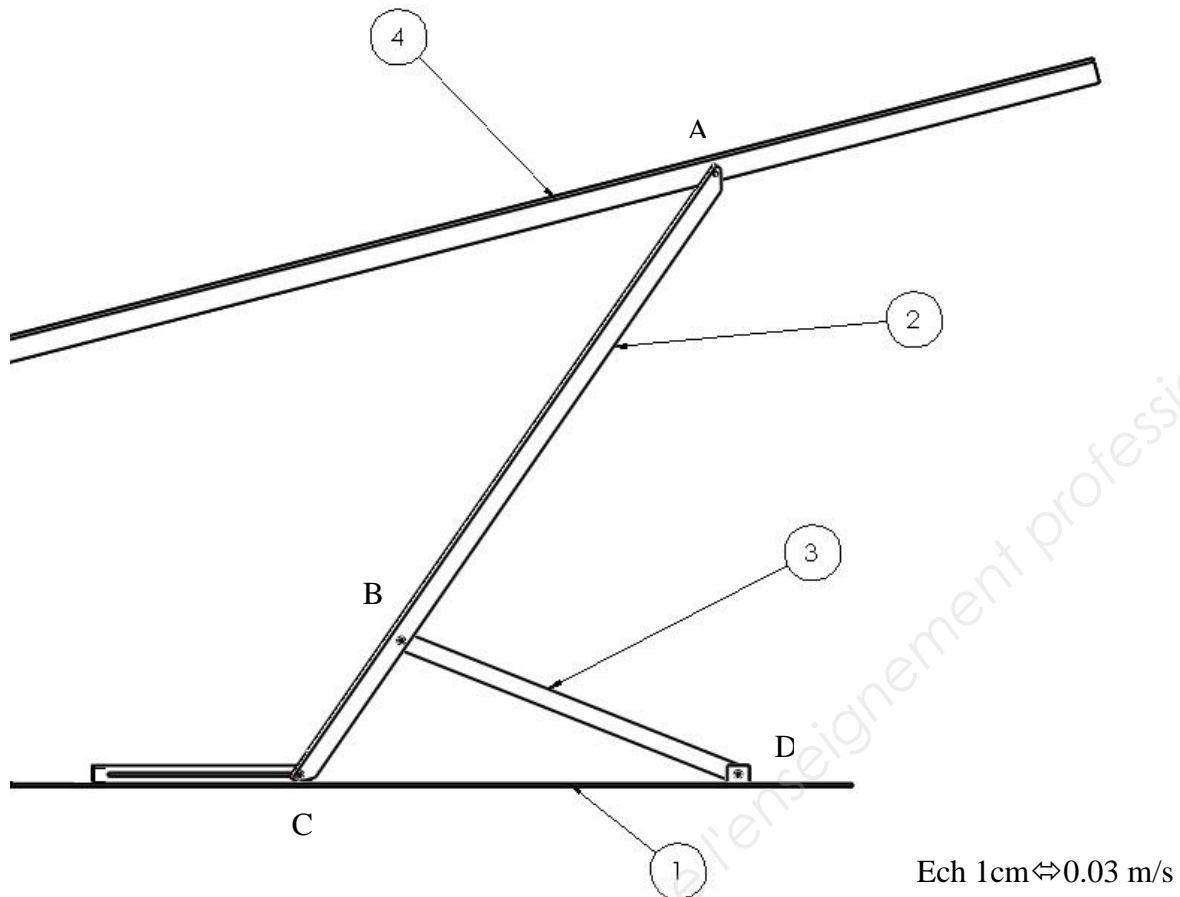
**2.4.2** Tracer le vecteur  $\vec{V}_{C\ 2/1}$  sur la figure de la page 10/15 du DR. **/2 pts**

**2.4.3** Tracer la direction du vecteur vitesse du point **B** de la biellette 3 par rapport au rail inférieur 1 sur la figure de la page 10/15 du DR. **/2 pts**

**2.4.4** Écrire la relation entre  $V_{B\ 3/1}$  et  $V_{B\ 2/1}$ . **/1 pts**

.....

|  |                |                 |           |
|--|----------------|-----------------|-----------|
| <b>Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries</b>                            | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | <b>DR</b> |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 9/15 |



**2.4.5** Déterminer graphiquement la valeur de  $\mathbf{VB} \ 2/1$  à l'aide du théorème de l'équi-projectivité des vitesses. **/4 pts**

Longueur du vecteur sur la représentation simplifiée = ..... cm

$$\vec{V}_B = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

**2.4.6** Pour la suite de l'étude, on considérera que  $\mathbf{VB} = 0,08 \text{ m/s}$ . **/1 pts**

Connaissant la longueur de la bielle 3 (500 mm), calculer la vitesse de rotation au point D (à l'aide du DT 7/8).

$$\omega_{3/1} = \dots\dots\dots \text{ rad/s}$$

**2.4.7** L'articulation au point D (qui présente des traces d'usure) permet une vitesse de rotation de 0.10 rad/s, Indiquer si cette articulation peut être à l'origine du dysfonctionnement observé (entourer la bonne réponse) : **/1 pts**

Articulation à l'origine du dysfonctionnement

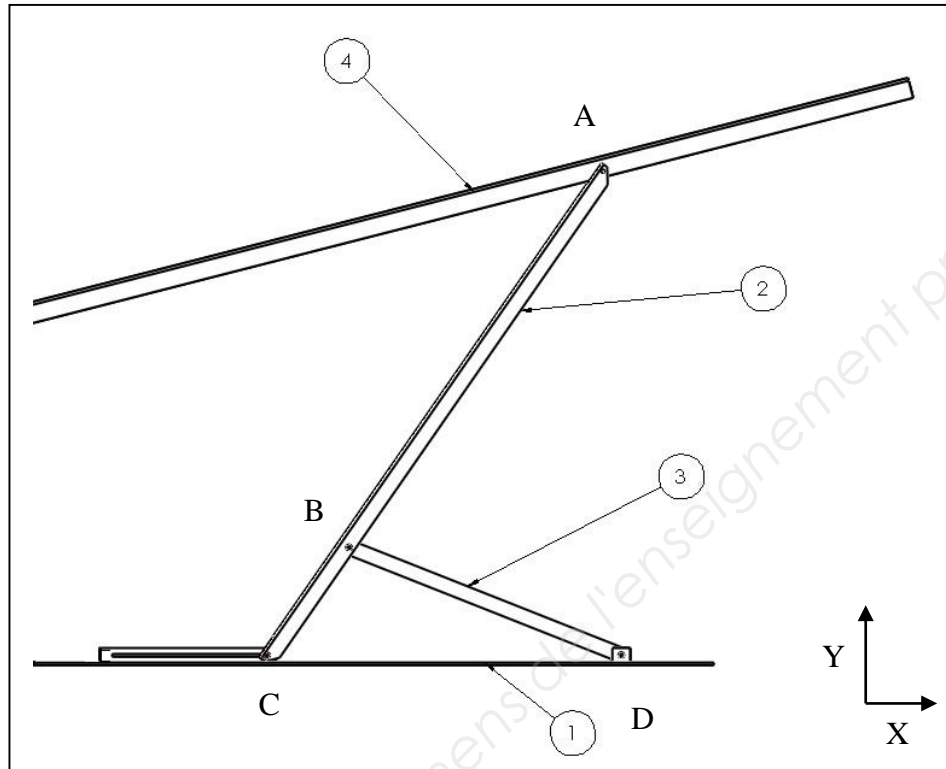
Articulation conforme aux spécifications

|  |                |                 |            |
|--|----------------|-----------------|------------|
| <b>Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries</b>                            | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | <b>DR</b>  |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 10/15 |

**3. ÉTUDE STATIQUE :****/18pts**

Le constructeur indique que le toit peut supporter une surcharge de 50 kg. On cherche à vérifier les efforts supportés par les liaisons du bras motorisé dans ce cas de figure.

Pour cela, la bielle du pantographe avant est isolée dans un premier temps, le bras motorisé ensuite. On supposera connue l'action mécanique en A.

**Hypothèses :**

Le calcul se fait dans le plan O,X,Y.

Le système est en équilibre, les solides sont indéformables.

Le poids des pièces est négligé.

Le point A est le centre de la liaison entre les pièces 4 et 2.

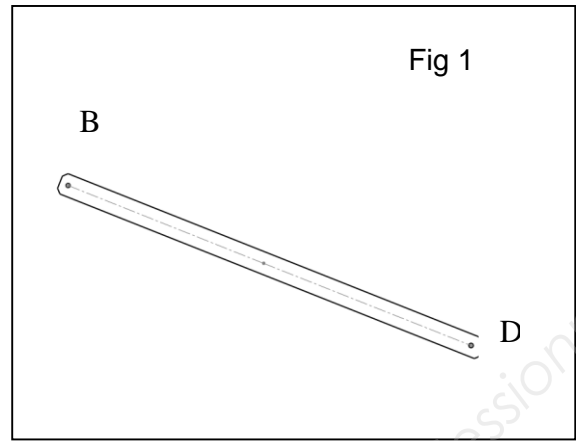
Le point B est le centre de la liaison entre les pièces 3 et 2.

Le point C est le centre de la liaison entre les pièces 1 et 2.

Le point D est le centre de la liaison entre les pièces 1 et 3.

|  |                |                 |            |
|--|----------------|-----------------|------------|
| <b>Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries</b>                            | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | <b>DR</b>  |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 11/15 |

3.1 Isolement de la bielle 3 :



3.1.1 Faire le bilan des actions mécaniques exercées sur la bielle 3. Mettre un ? pour les valeurs inconnues à ce moment de l'étude. /3pts

|  | Point d'application | Droite d'action | Sens | Intensité (N) |
|--|---------------------|-----------------|------|---------------|
|  | B                   |                 |      |               |
|  | D                   |                 |      |               |

3.1.2 Tracer, sur la figure 1, la droite d'action des 2 actions mécaniques qui s'exercent sur la bielle 3. /2pts

3.2 Isolement du bras motorisé 2 :

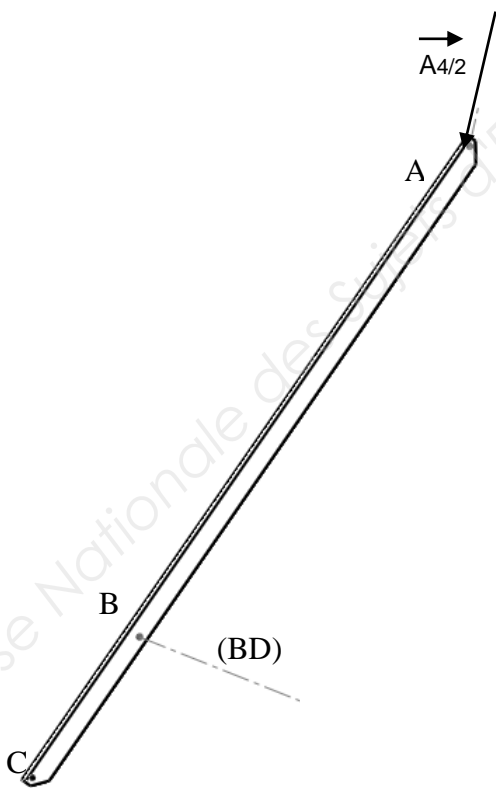
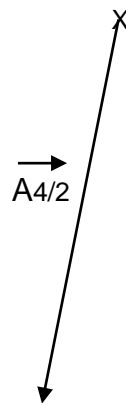


Fig 2

Départ du dynamique




Échelle 1cm → 200 N

|  |                |                 |            |
|--|----------------|-----------------|------------|
| Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries                                   | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | DR         |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 12/15 |

3.2.1 Faire le bilan des actions mécaniques exercées sur le bras motorisé 2. /3 pts

Mettre un ? pour les valeurs inconnues à ce moment de l'étude.

|                              | Point d'application | Droite d'action | Sens  | Intensité (N) |
|------------------------------|---------------------|-----------------|---|---------------|
| $\overrightarrow{A} \ 4 / 2$ | A                   | /               |  | 1000 N        |
| $\overrightarrow{B} \ 3 / 2$ | B                   |                 |   |               |
| $\overrightarrow{C} \ 1 / 2$ | C                   |                 |   |               |

3.2.2 Écrire le principe fondamental de la statique appliquée au bras motorisé 2. /2 pts

1 solide soumis à .....

.....

3.2.3 Déterminer sur la figure 2 (DR 12/15), au moyen de la méthode graphique, les 3 actions inconnues qui s'exercent sur le bras motorisé 2, et compléter le bilan suivant : /6 pts

Intensité de B3/2 : .....N

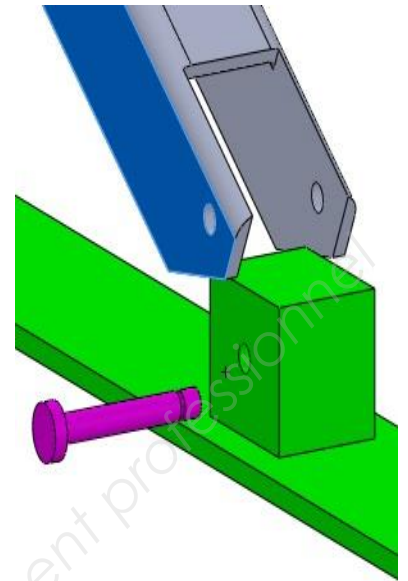
Intensité de C1/2 : .....N

3.2.4 Quel est donc le point le plus sollicité du bras motorisé 2 ? /2pts

Point : .....

#### 4. RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX : /14pts

L'étude statique a permis de déterminer les efforts sur chaque articulation du bras motorisé. L'étude porte sur la vérification du diamètre de l'axe de l'articulation la plus sollicitée.



4.1 Donner le type de sollicitation auquel est soumis cet axe. /2 pts

Sollicitation : .....

4.2 Donner le nombre de sections cisailées : ..... /2 pts

4.3 L'axe d'un diamètre de 5 mm est en acier doux ayant un Re de 165 MPa. La force maximum s'appliquant sur une charnière est de 420 N, on prendra un coefficient de sécurité de 5 (utiliser le dossier technique page DT 7/8).  
On va par l'étude suivante vérifier la résistance de l'axe de diamètre 5 mm.

*Pour répondre aux 5 questions ci-dessous, utiliser le dossier technique page DT 7/8.*

4.3.1 Calculer la limite élastique au cisaillement Reg : /2pts

.....  
.....

Reg = ..... MPa

4.3.2 Calculer la limite pratique au cisaillement Rpg : /2pts

.....  
.....

Rpg = ..... MPa

4.3.3 Calculer la section de l'axe en mm<sup>2</sup> : /2pts

.....  
.....

Section = ..... mm<sup>2</sup>

|   |                |                 |            |
|---|----------------|-----------------|------------|
| <b>Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries</b> | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | <b>DR</b>  |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique                    | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 14/15 |
| E11 – U11 : Analyse d'un système technique                    |                |                 |            |



**4.3.4** Calculer la contrainte de cisaillement  $\tau$  en MPa :

**/2pts**

.....  
 .....

$\tau =$  ..... MPa

**4.3.5** Énoncer la condition de résistance et expliquer si le diamètre de l'axe convient :

**/2pts**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

|  |                |                 |            |
|--|----------------|-----------------|------------|
| <b>Baccalauréat Professionnel Réparation des carrosseries</b>                            | 1906-REP ST 11 | Session 2019    | <b>DR</b>  |
| E1 : Épreuve scientifique et technologique<br>E11 – U11 : Analyse d'un système technique | Durée : 3 h    | Coefficient : 2 | Page 15/15 |