Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro CAV, veuillez visiter :
bacprocav.fr/annales-sujets-et-corriges

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

CONSTRUCTION DES CARROSSERIES

Session : **2023**

E.1- ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Sous-épreuve E11 **UNITE CERTIFICATIVE U11**

Analyse d'un système technique

Durée : 3 h **Coef. : 2**

DOSSIER CORRIGÉ

Ce dossier CORRIGÉ comprend 24 pages numérotées de DC 1/24 à DC 24/24

CORRIGÉ

1 – Mise en situation :

Vous travaillez chez un carrossier constructeur dans un atelier équipant des poids lourds pour les travaux publics et la manutention.

2 – Problématique :

On vous demande d'assurer la mise en place d'une barre anti-encastrement (BAE) sur un véhicule venant d'être équipé d'un bras hydraulique (Ampliroll) et d'une benne amovible. Le véhicule est un châssis porteur DAF CF410 FAT MX11.

- Vous déterminerez la charge utile, la position du centre de gravité du véhicule à vide et les poids sur l'avant et l'arrière pour une charge maximale.
- Vous étudierez l'installation de cette BAE en respectant les normes de sécurité.
- Vous validerez les demandes du cahier des charges.

Ampliroll



BAE



CORRIGÉ

3 – Questionnaire :

Partie 1 : Étude statique

Cette étude a pour but la vérification de la répartition du poids au niveau des essieux lorsque le véhicule est chargé.

Détermination de la charge utile CU du véhicule, ***exprimer*** *les masses en tonnes* ***T*** *:*

1.1 – En vous aidant du dossier technique, **relever** le PTAC de ce véhicule.

PTAC = 26 T

1.2 – D'après le dossier technique, **relever** la masse du châssis de ce véhicule :

P Châssis = 8,67 T

1.3 – Calculer la masse totale des équipements de ce véhicule à l'aide du dossier technique.

P équipements = 2,35 + 2,32 + 0,097 + 0,5 = 5,267 T

1.4 – Calculer le poids à vide PV du véhicule. Il correspond au masse du châssis + la masse de tous les équipements ajoutés par le carrossier constructeur.

PV = P Châssis + P équipements

PV = 8,67 + 5,267

PV = 13,937 T

1.5 – Calculer la charge utile CU du véhicule.

CU = 26 – 13,937

CU = 12,063 T

1.6 – Cette CU satisfait-elle le cahier des charges ? **Justifier** votre réponse.

Oui car elle est supérieure à 10 tonnes

CORRIGÉ

Détermination de la position du centre de gravité du véhicule à vide :

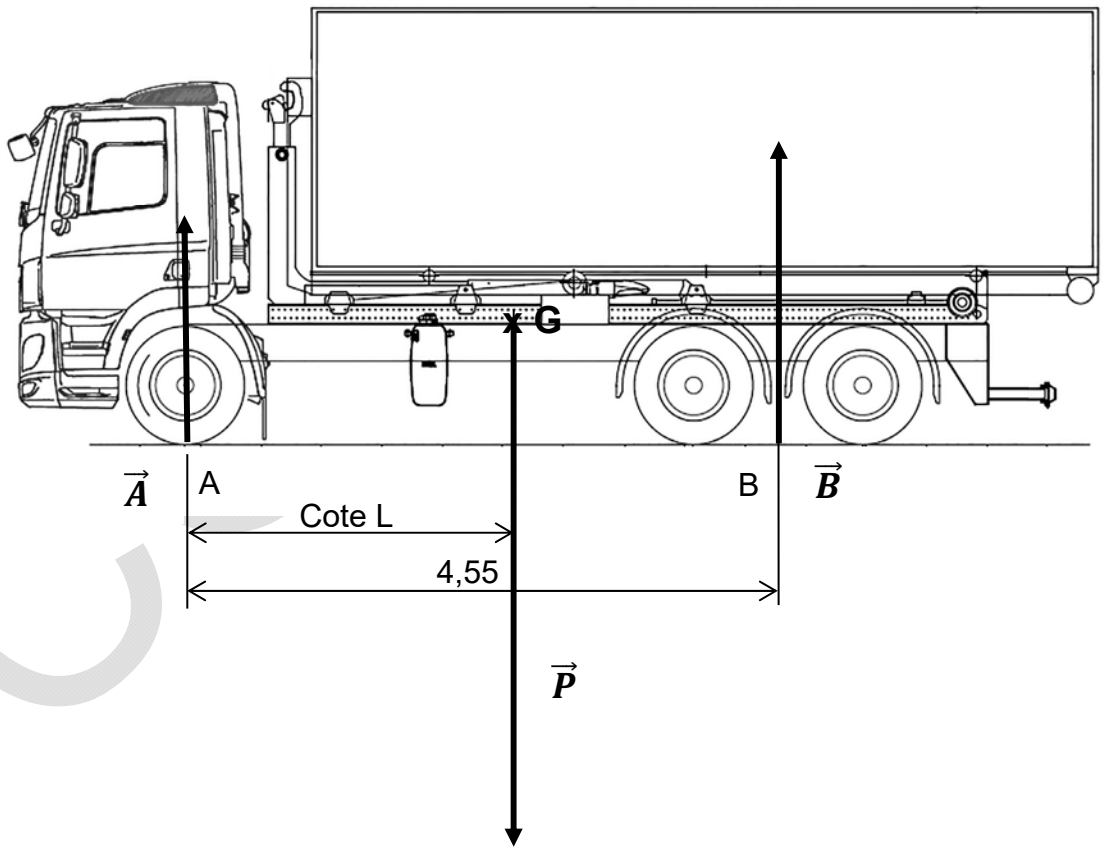
Pour cette question, prendre PV = 14 T, ainsi pour la suite du questionnaire le poids à vide du véhicule exprimé en Newton est défini par : $\|\vec{P}\|$ = 140 000 N

Données : Après une pesée du véhicule, on obtient :

- *poids sur l'avant (au point A) 60 000 N*
- *poids sur l'arrière (au point B) 80 000 N*

1.7 – Modéliser les actions mécaniques sur le système matériel isolé {camion + équipements} sur la figure ci-dessous. **Utiliser** l'échelle des forces : **1 cm pour 20 000 N.**

- le poids au point G : $\vec{P}$
- la réaction du sol sur l'avant au point A : $\vec{A}$
- la réaction du sol sur l'arrière au point B : $\vec{B}$



1.8 – Réaliser le bilan des actions mécaniques extérieures.

Actions mécaniques	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité en N
$\vec{P}$	**G**	**verticale**	↓	**140 000**
$\vec{A}$	**A**	**verticale**	↑	**60 000**
$\vec{B}$	**B**	**verticale**	↑	**80 000**

1.9 – Donner les conditions d'équilibre issues du Principe Fondamental de la Statique du camion sachant qu'il est soumis à trois forces parallèles.

1. **La somme des vecteurs force est égale à zéro.**

   $\sum \overrightarrow{Fext.} = 0$

2. **La somme des moments des forces en un point est égale à zéro.**

   $M_{pt}\overrightarrow{Fext.} = 0$

1.10 – Donner l'expression du moment au point A du poids $\vec{P}$ en utilisant « Cote L » comme longueur.

$M_A\vec{P}$ = **- « cote L » x 140 000**

1.11 – Calculer le moment au point A de la réaction du sol sur l'arrière $\vec{B}$.

$M_A\vec{B}$ = **4,55 x 80 000** = **364 000** N.m

1.12 – Calculer la Cote L en faisant la somme (∑) des moments des forces ext. au point A.

$\sum M_A\overrightarrow{Fext.} = M_A\vec{A} + M_A\vec{P} + M_A\vec{B} = \vec{0}$ **0 - « cote L » x 140 000 + 364 000 = 0**

« cote L » = 364 000 / 140 000

Cote L = **2,6** m

CORRIGÉ

Détermination des charges sur les roues avant et arrière lorsque le véhicule est chargé à son maximum de capacité (PTAC = 26 T).

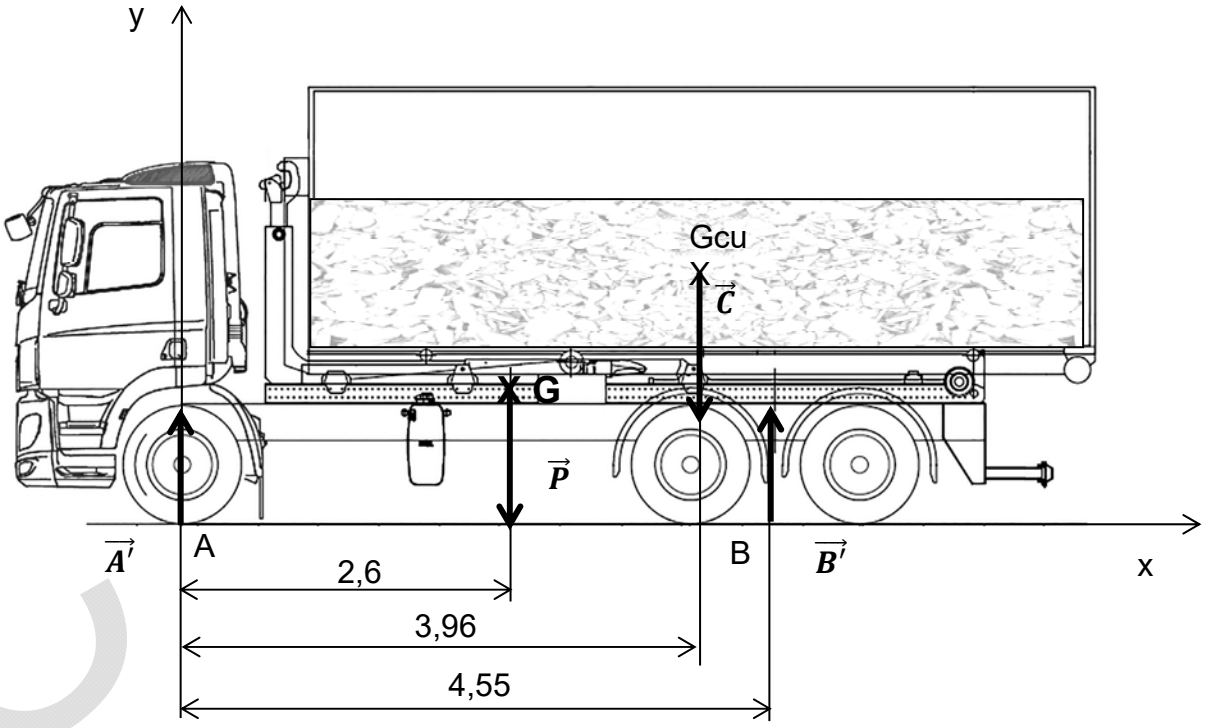
La valeur de ces charges est importante car elle ne doit pas dépasser un certain seuil défini par le fabricant du véhicule.

Dans votre atelier vous ne pouvez pas remplir la benne pour exécuter une pesée. Les calculs étant plus complexes, vous allez utiliser un logiciel de statique pour déterminer ces charges.

Données :

- *Le poids à vide du véhicule est $\|\vec{P}\|$ = 140 000 N*
- *La charge utile (uniformément répartie) est $\|\vec{C}\|$ = 120 000 N*
- *la réaction du sol sur l'avant au point A : $\vec{A'}$*
- *la réaction du sol sur l'arrière au point B : $\vec{B'}$*

On isole le camion chargé.



1.13 – Renseigner les différents champs de la copie écran du logiciel de statique, **mettre** un « ? » si l'information n'est pas connue. Le poids à vide est donné en exemple.

Action mécanique : $\vec{P}$	*Projection sur x de la force :* …**0**…..
	Projection sur y de la force : …**140 000**……..

Point d'application : …***G***…	Coordonnées du point d'application dans le repère (Axy)			
	X	…**2,6**….	Y	… **?**…. m

Action mécanique : $\overrightarrow{A'}$	*Projection sur x de la force :* ……**0**…..
	Projection sur y de la force : …… **?**……..

Point d'application : …***A***…	Coordonnées du point d'application dans le repère (Axy)			
	X	…**0**…. m	Y	…**0**…. m

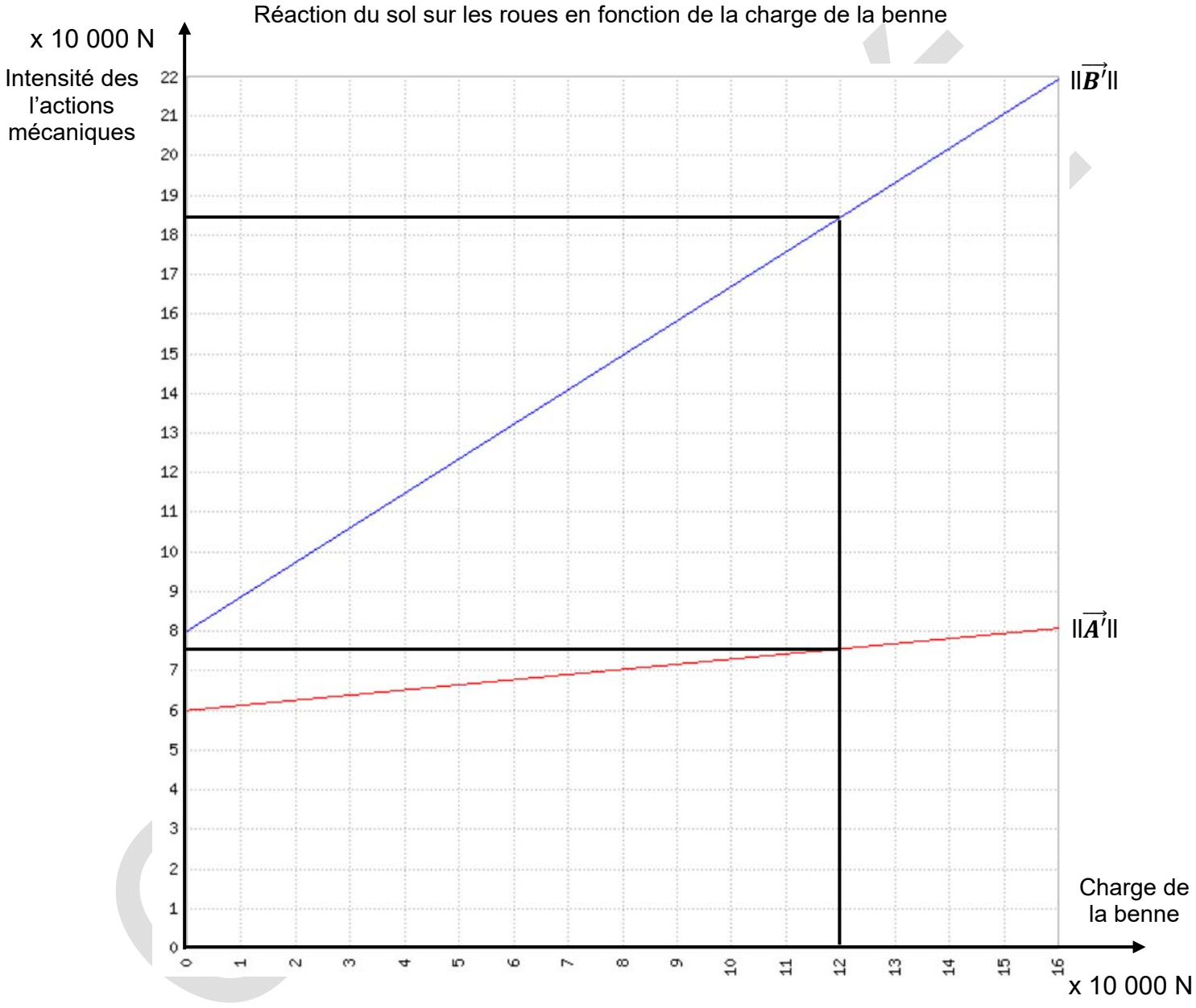
Action mécanique : $\vec{C}$	*Projection sur x de la force :* …**0**…..
	Projection sur y de la force : **120 000**

Point d'application : ***Gcu***…	Coordonnées du point d'application dans le repère (Axy)			
	X	**3,96** m	Y	… **?**…. m

Action mécanique : $\overrightarrow{B'}$	*Projection sur x de la force :* ……**0**…..
	Projection sur y de la force : …… **?**…..

Point d'application : …***B***…	Coordonnées du point d'application dans le repère (Axy)			
	X	**4,55**. m	Y	…**0**…. m

1.14 – Les résultats de l'analyse vous sont donnés sous forme d'un graphique montrant l'évolution des charges $\overrightarrow{A'}$ et $\overrightarrow{B'}$ en fonction de la charge de la benne (Variation de $\vec{C}$). **Relever** les valeurs des intensités des actions mécaniques $\overrightarrow{A'}$ et $\overrightarrow{B'}$ pour une charge maximum égale à la charge utile.



$\|\overrightarrow{A'}\|$ = ____**75 000**____ N $\|\overrightarrow{B'}\|$ = ____**185 000**____ N

1.15 – Relever sur le document constructeur les valeurs en kg du « poids mini et maxi » au sol du camion en tenant compte de l'indice des pneumatiques (voir DT pages 2 / 10 et 3 / 10).

	mini	MAXI
Avant	4000	8000
Arrière	3600	21000

1.16 – Convertir ces valeurs en Newton.

Rappel de la formule P = m x g prendre g = 10 $m.s^{-2}$

	mini	MAXI
Avant	40000	80000
Arrière	36000	210000

1.17 – Vérifier la compatibilité des charges $\overrightarrow{A'}$ et $\overrightarrow{B'}$ en les comparant aux valeurs données par le constructeur.

Av 40 000 ≤ 75 000 ≤ 80 000

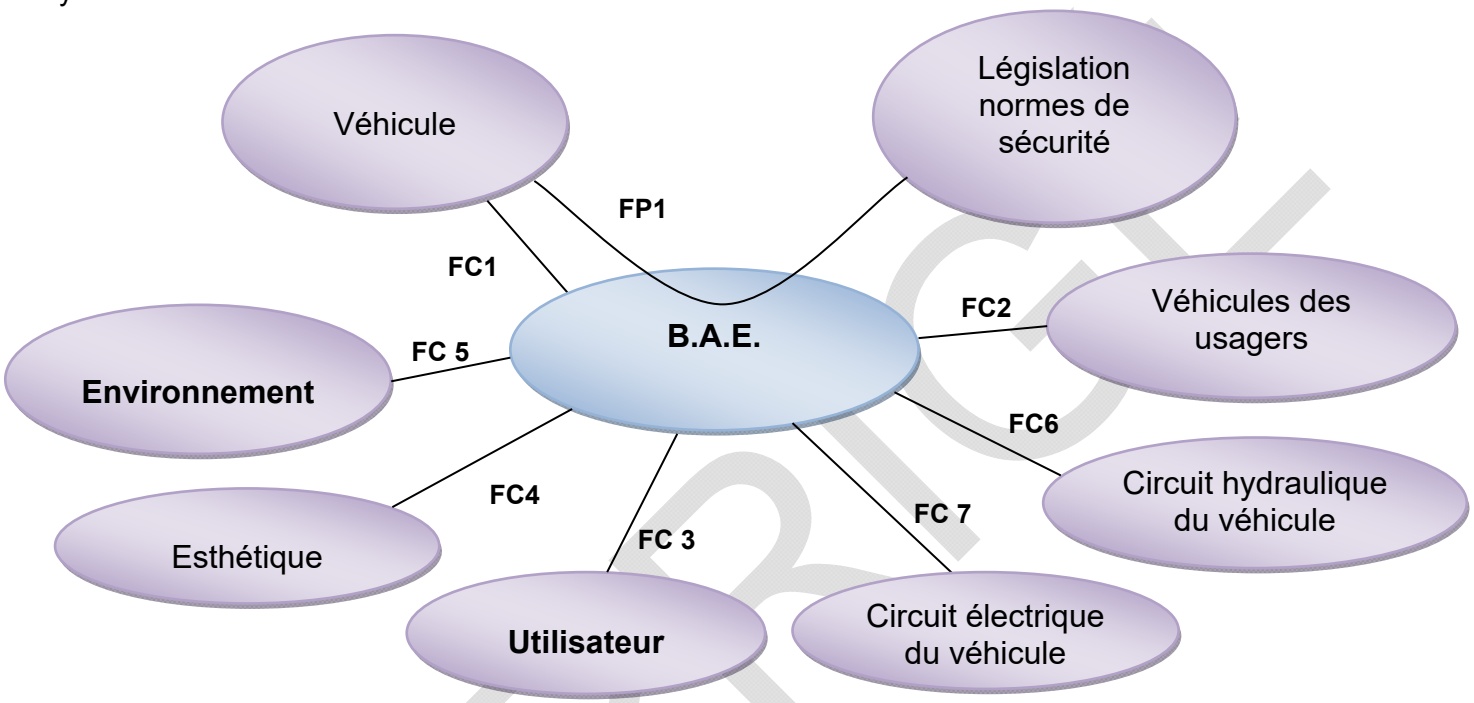
Ar 36 000 ≤ 185 000 ≤ 210 000

CORRIGÉ

<u>Partie 2</u> : Étude technologique de la barre anti-encastrement

Avant d'installer cette BAE, il est important de connaitre le produit et de comprendre son fonctionnement.

2.1 – Compléter le diagramme des inter-acteurs (diagramme pieuvre) et le tableau des fonctions du système :



Fonctions principales :

FP1 : Permettre au véhicule d'être en conformité.

Fonctions contraintes :

FC 1 : S'adapter au châssis du véhicule.

FC 2 : Assurer la sécurité des usagers en cas de collision avec le véhicule.

FC 3 : Être commandée à distance par l'utilisateur.

FC 4 : Être esthétique.

FC 5 : Résister à l'environnement.

FC 6 : Être connectée au circuit hydraulique du véhicule.

FC 7 : **Être connectée au circuit électrique du véhicule.**

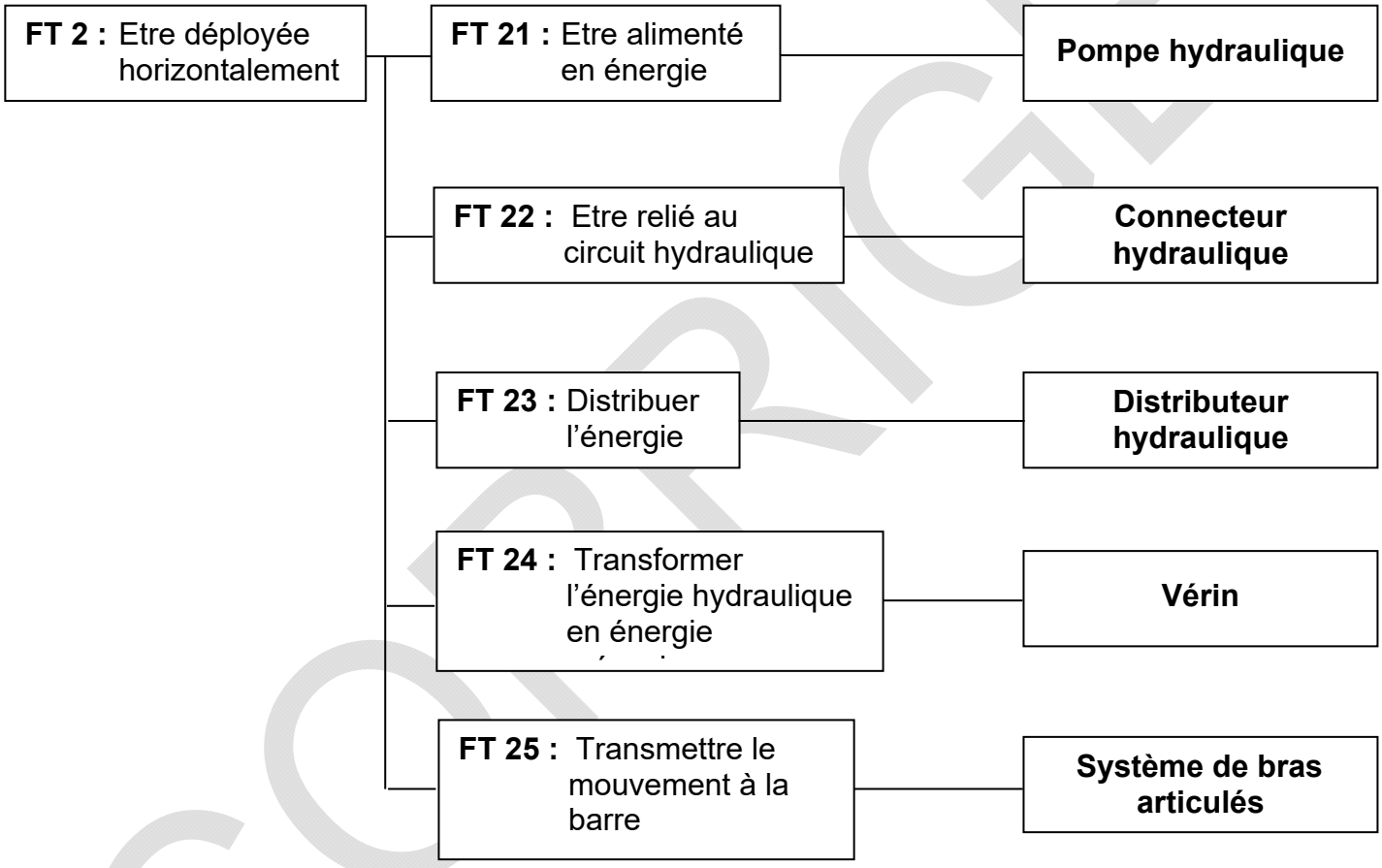
CORRIGÉ

2.2 – L'étude de la fonction principale débouche sur la recherche de solutions techniques relatives à la fonction technique suivante :

- FT2 Etre déployée horizontalement

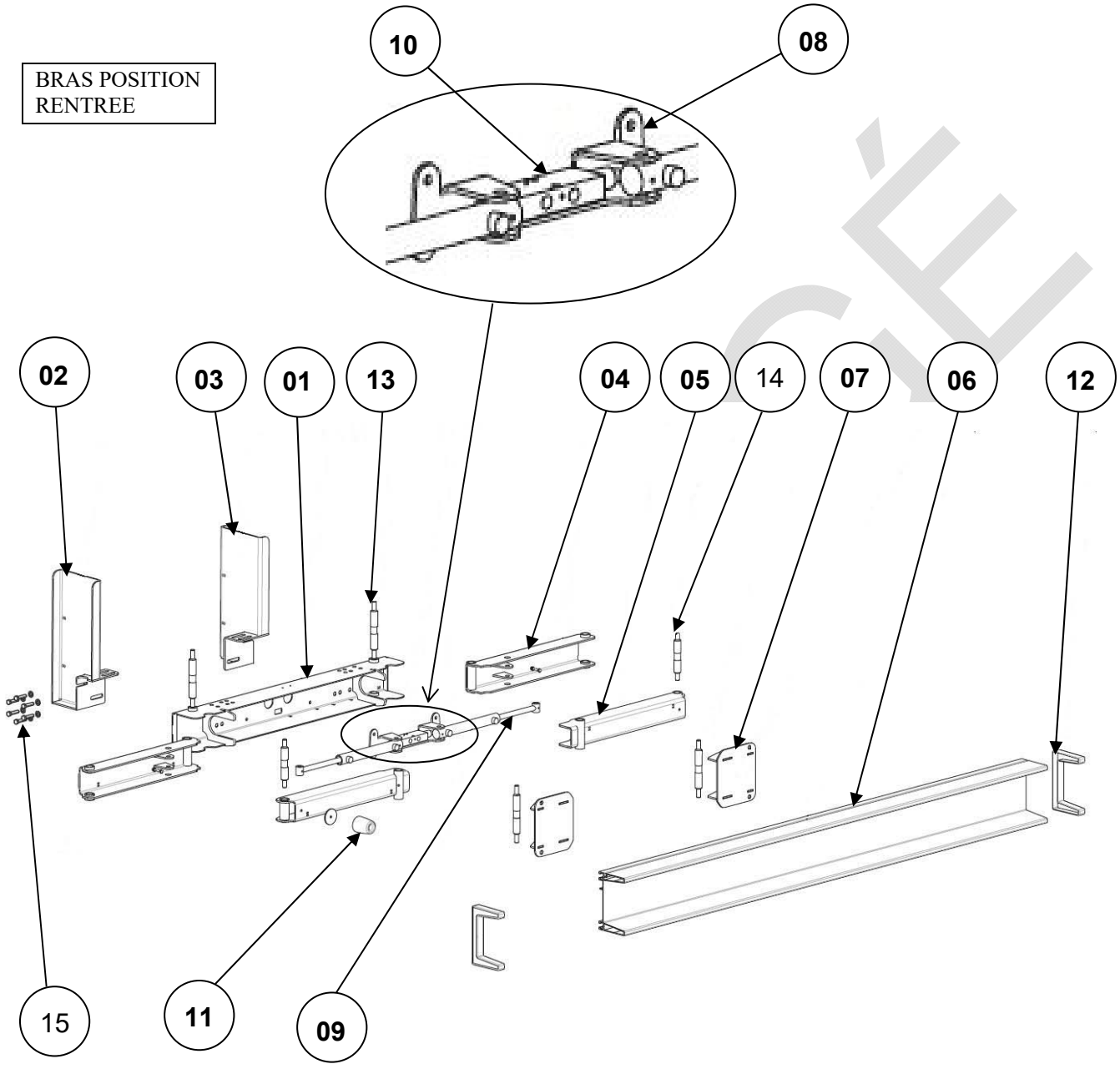
Compléter l'extrait du diagramme FAST en utilisant les solutions suivantes :

Distributeur hydraulique, Système de bras articulés, Connecteur hydraulique, Vérin, Pompe hydraulique.



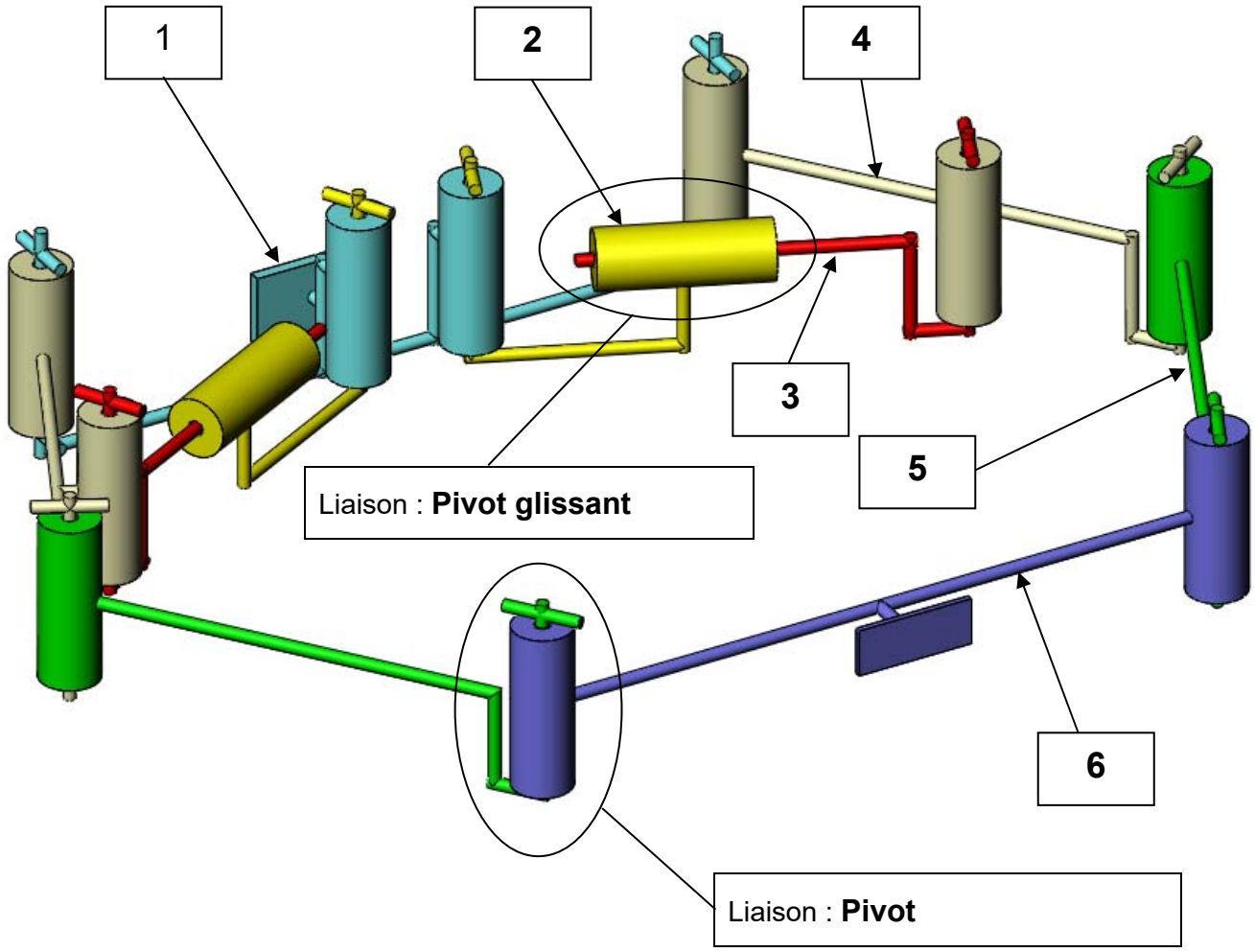
CORRIGÉ

2.3 – En vous aidant du dessin d'ensemble de la BAE (voir DT page 7/10) et de sa nomenclature (voir DT page 8/10), **identifier** les repères des pièces constitutives de l'éclaté de la BAE.



2.4 – À l'aide dessin d'ensemble de la BAE (DT 7/10), du schéma cinématique (DT 8/10) et du tableau suivant, **repérer** la référence des sous-ensembles cinématiques (1, 2..) sur le schéma cinématique spatial. **Indiquer** le nom des deux liaisons entourées parmi les termes suivants : ***Glissière, Pivot, Hélicoïdale, Pivot glissant.***

Réf. SE	Désignation du SE	Réf. SE	Désignation du SE
1	Ensemble fixe	**4**	Bras interne
2	Corps du vérin	**5**	Bras externe
3	Tige du vérin	**6**	Barre porte feux



<u>Partie 3</u> : Étude cinématique de la barre anti-encastrement

Vous devez réaliser cette étude cinématique afin de valider le cahier des charges en déterminant la position de réglage du limiteur de débit du circuit hydraulique de la BAE et en calculant son temps de déploiement. La BAE ayant un plan de symètrie, l'étude est réalisée sur la partie droite du système. Pour une bonne clarté des documents :

- *Soigner les tracés.*
- *Faire les constructions au crayon.*
- *Tracer les vecteurs au stylo.*

3.1 – Définir les mouvements des sous-ensembles cinématiques par rapport au camion à l'aide du schéma cinématique de la page suivante. ***(Mouvement plan, Rotation, Translation)***

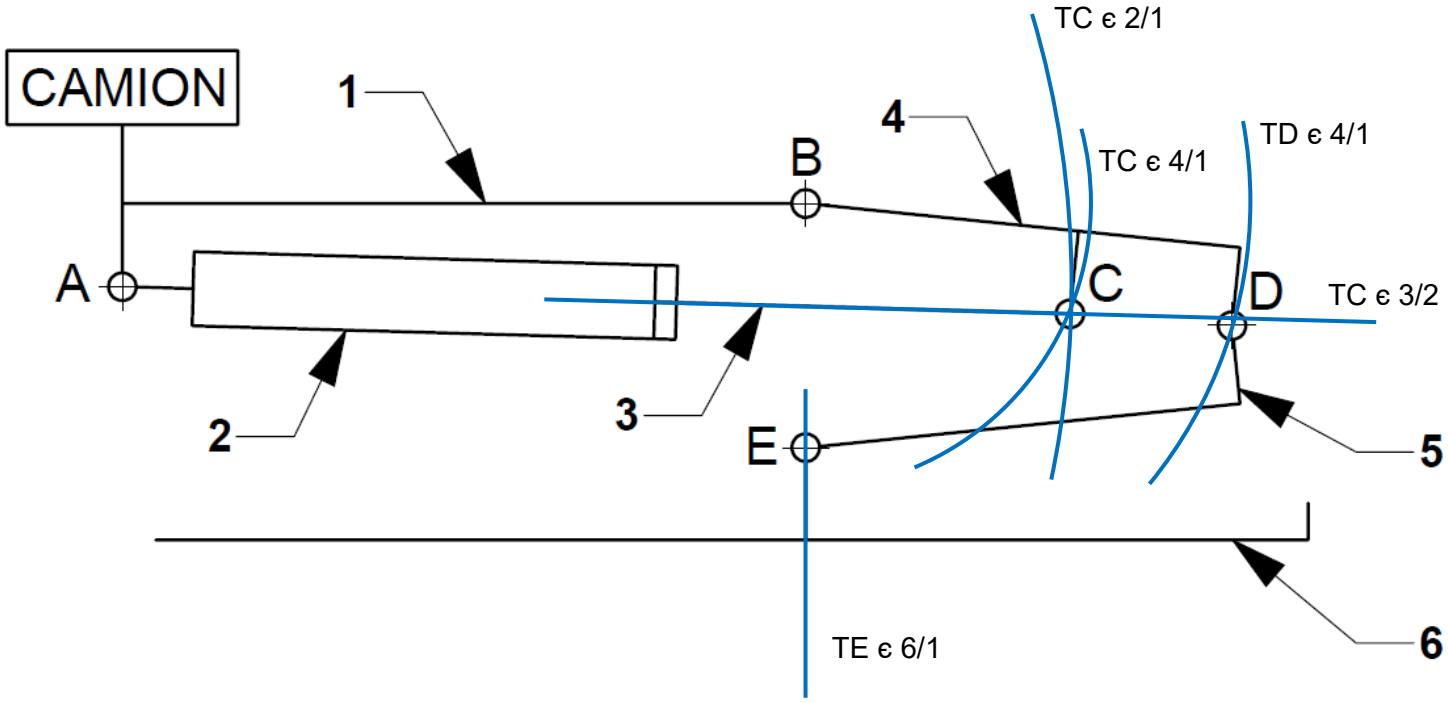
SE	Mouvement – centre / droite
2 / 1	**Rotation de centre A**
4 / 1	**Rotation de centre B**
3 / 2	**Translation de droite (AC)**
5 / 1	**Mouvement plan**
6 / 1	**Translation de droite (BE)**

3.2 – Définir les trajectoires des points. Voir le schéma cinématique de la page suivante:

- TC ϵ 4/1: **<u>Cercle de centre B et de rayon BC</u>**
- TC ϵ 3/2: **<u>Droite (AC)</u>**
- TC ϵ 2/1: **<u>Cercle de centre A et de rayon AC</u>**
- TD ϵ 4/1: **<u>Cercle de centre B et de rayon BD</u>**
- TE ϵ 6/1: **<u>Droite (BE)</u>**

CORRIGÉ

3.3 – Tracer et **nommer** les trajectoires sur le schéma cinématique ci-dessous :



3.4 – D'après le cahier des charges (voir DT page 2/10), **donner** la vitesse maximale de la barre repérée 6. Cette vitesse définira pour l'étude le vecteur vitesse $\overrightarrow{VE6/1}$.

$\|\overrightarrow{VE6/1}\|$ = ___1___ m/s

3.5 – Comparer $\overrightarrow{VE6/1}$ et $\overrightarrow{VE5/1}$ d'après la composition des vitesses au point E suivante ?

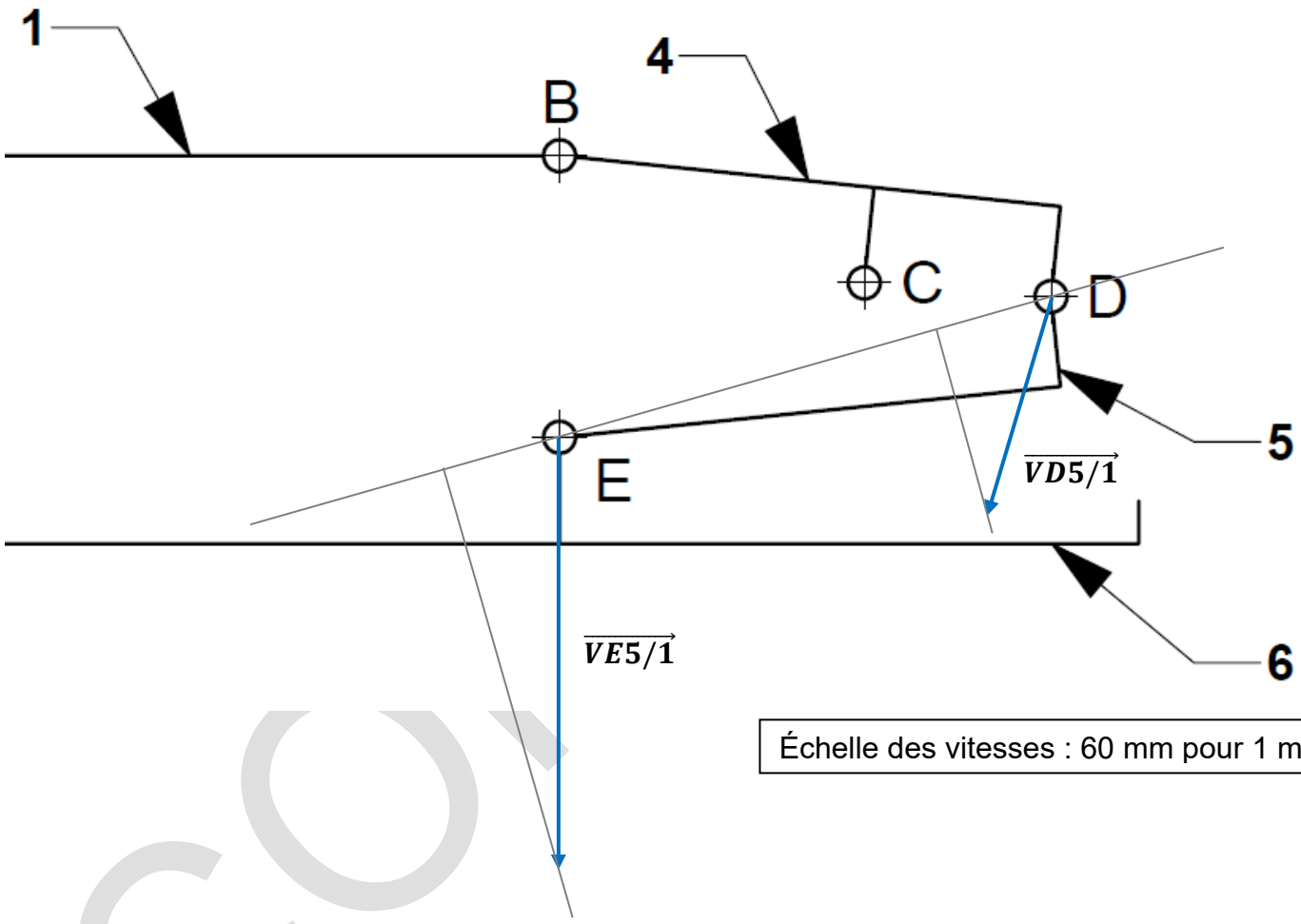
$\overrightarrow{VE6/1} = \overrightarrow{VE6/5} + \overrightarrow{VE5/1}$ avec $\|\overrightarrow{VE6/5}\| = 0$, E centre de liaison de 6/5.

__**Ils sont égaux**__

3.6 – Tracer et **nommer** le vecteur vitesse $\overrightarrow{VE5/1}$ sur le schéma cinématique partiel ci-dessous.

3.7 – Déterminer graphiquement $\overrightarrow{VD5/1}$ par la méthode de l'équiprojectivité.

$\|\overrightarrow{VD5/1}\|$ = **_0,53__** m/s

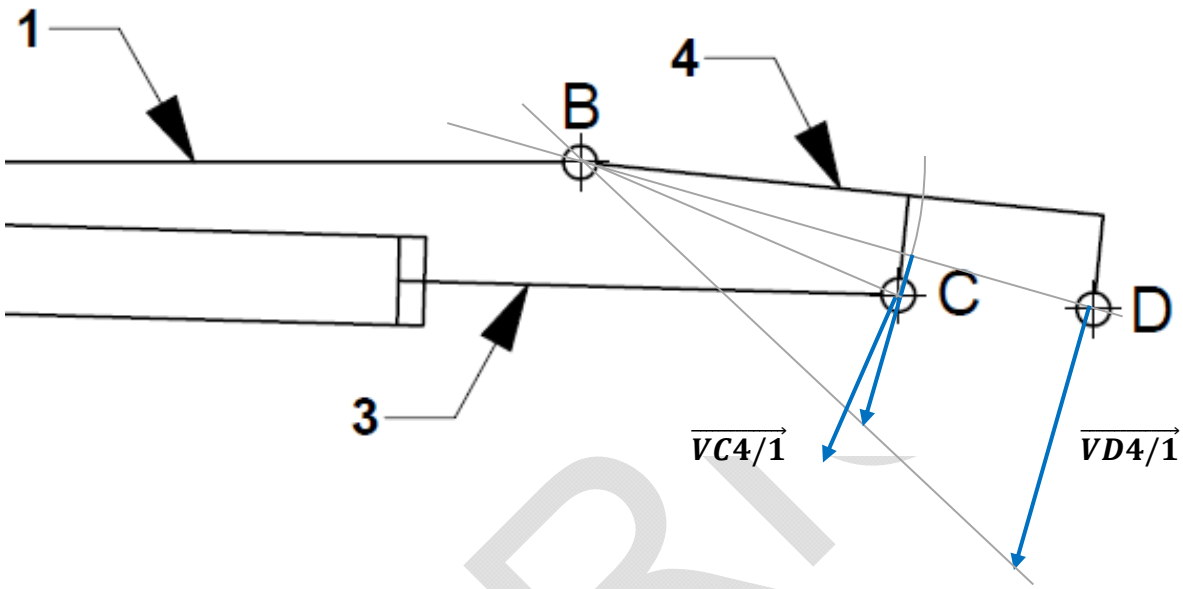


3.8 – Comparer $\overrightarrow{VD4/1}$ et $\overrightarrow{VD5/1}$. **Justifier** votre réponse.

Ils sont égaux car d'après la composition des vitesses au point D, $\overrightarrow{VD5/1} = \overrightarrow{VD5/4} + \overrightarrow{VD4/1}$

avec $\overrightarrow{VD5/4} = 0$

3.9 – Pour la question suivante on prendra ll$\overrightarrow{VD4/1}$ll = **0,6** m/s. Sur le schéma cinématique partiel ci-dessous **tracer** et **nommer** $\overrightarrow{VD4/1}$**.**



Échelle des vitesses : 60 mm pour 1 m/s

3.10 – Déterminer graphiquement $\overrightarrow{VC4/1}$ par la méthode du champs des vecteurs vitesse.

ll$\overrightarrow{VC4/1}$ll = ___**0,38**___ m/s

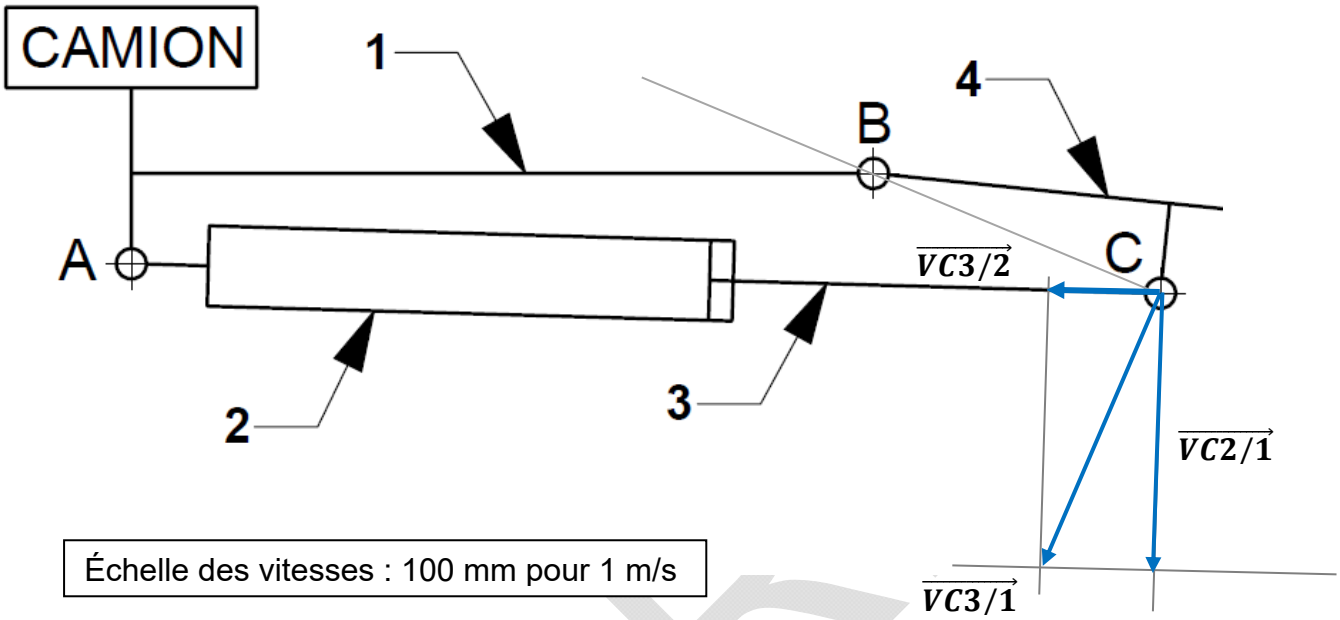
3.11 – Comparer $\overrightarrow{VC4/1}$ et $\overrightarrow{VC3/1}$. **Justifier** votre réponse.

Ils sont égaux car d'après la composition des vitesses au point C, $\overrightarrow{VC3/1}$ = $\overrightarrow{VC3/4}$ + $\overrightarrow{VC4/1}$

avec $\overrightarrow{VC3/4}$ = 0

CORRIGÉ

3.12 – Pour la question suivante on prendra ll$\overrightarrow{VC3/1}$ll = **0,4** m/s. Sur le schéma cinématique partiel ci-dessous **tracer** et **nommer** $\overrightarrow{VC3/1}$.



3.13 – La loi de composition des vitesses au point C est la suivante :

$$\overrightarrow{VC3/1} = \overrightarrow{VC3/2} + \overrightarrow{VC2/1}$$

Connaissant $\overrightarrow{VC3/1}$ et les trajectoires de $\overrightarrow{VC3/2}$ et de $\overrightarrow{VC2/1}$, **déterminer** graphiquement la vitesse de **rentrée** de tige du vérin $\overrightarrow{VC3/2}$. C'est la vitesse maximale de rentrée de tige du vérin pour respecter le cahier des charges.

ll$\overrightarrow{VC3/2}$ll = ___**0,15**___ m/s

CORR

3.14 – D'après les dimensions du vérin précisées dans la nomenclature (voir DT page 8/10), **calculer** le débit de remplissage maximum en L/min pour respecter la vitesse de <u>rentrée de tige</u> en utilisant la formule donnée. **Voir** le dossier technique page 9/10. Pour cette question prendre $\|\overrightarrow{VC3/2}\|$ = **0,16 m/s**

Q (L/min) = 6 x V (m/s) x S (cm²)

Calculer S en cm² :

π R² - π r² = π (R² - r²)

π (23² - 7,5²) = 1485 mm²

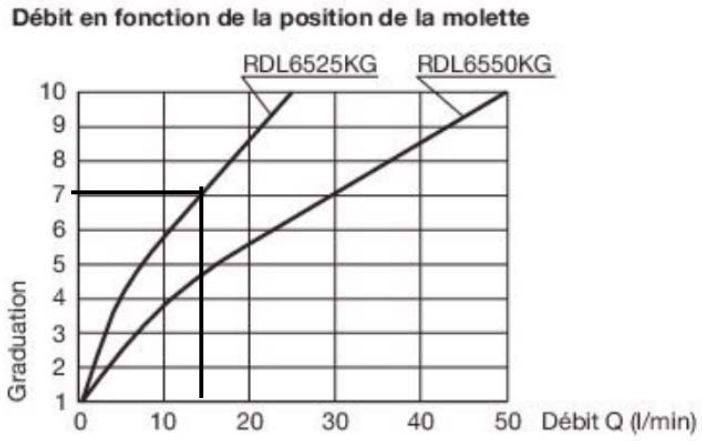
Soit 14,85 cm²

Calculer Q en L/min :

Q = 6 x 0,16 x 14,85 = 14,35

Q = **_14,35__** L/min

3.15 – À l'aide du graphique de réglage du limiteur de débit (voir la nomenclature page 8/10), **donner** la graduation de la molette de réglage pour que la vitesse de la barre ne dépasse pas 1m/s.



Graduation : ___**7**___

3.16 – D'après les caractéristiques du vérin précisées dans la nomenclature (voir DT page 8/10), **calculer** son temps de remplissage en utilisant la formule donnée. Pour cette question prendre Q = 0,25 L/s.

T (s) = Cylindrée (dm^3) / Q (L/s)

Cylindrée (dm^3) = course (dm) x surface (dm^2)

Cylindrée = course x surface = 2,4 x (π R² - π r²) = 2,4 x π (0,23² - 0,075²) = 2,4 x 0,1485 = 0,356 dm^3

T = 0,356 / 0,25 = 1,424

T = 1,4 s

3.17 – Cette valeur respecte-t-elle le cahier des charges (DT page 2/10) ? **Justifier** votre réponse.

Oui, car elle est inférieure à 3 secondes

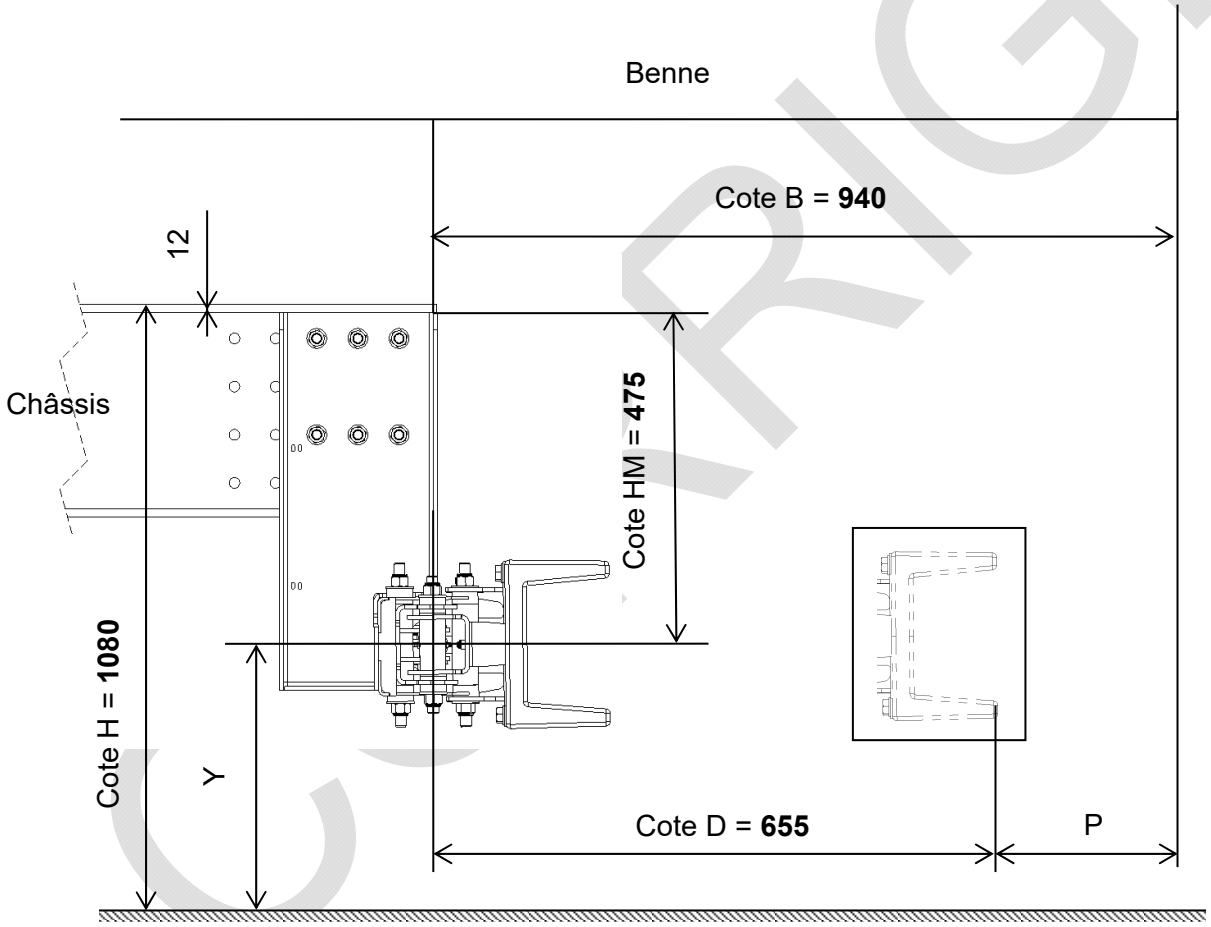
CORRIGÉ

<u>Partie 4</u> : Etude du montage de la B.A.E.

Vous devez réaliser l'assemblage de la BAE avec le châssis du véhicule, voir le plan d'installation ci-dessous. Vous devez vérifier la conformité du montage.

Données : Le bord des platines de la BAE est aligné verticalement avec le bord du châssis.

4.1 – À l'aide des différents documents techniques, **renseigner** en mm sur la figure ci-dessous les cotes H hauteur du châssis en charge (voir DT page 3/10), HM hauteur médiane de la BAE (voir dessin d'ensemble de la BAE), D dimension de déploiement de la BAE (voir DT page 5/10) et B longueur de dépassement de la benne (voir DT page 6/10).



CORRIGÉ

4.2 – D'après les document du fabricant de la BAE (voir DT page 5/10), **donner** les valeurs maxi des cotes « Y » et « P » ?

Y maxi = **600 mm**

P maxi = **345 mm**

4.3 – Calculer les cotes Y (hauteur du plan médian de la barre par rapport au sol) et P (écart admissible entre la barre déployée et la fin de la benne).

Y = 1080 – 12 - 475

Y = 593 mm

P= 940 - 655

P = 285 mm

4.4 – Comparer les cotes « Y » et « P » avec les maxi du fabricant de la BAE (voir DT page 5/10). **Conclure** sur la validation des cotes « Y » et « P ».

Y (593) est inférieur à Y maxi (600) et P (285) est inférieur à P maxi (345)

Les cotes calculées respectent les cotes maxi du fabricant.

CORRIGÉ

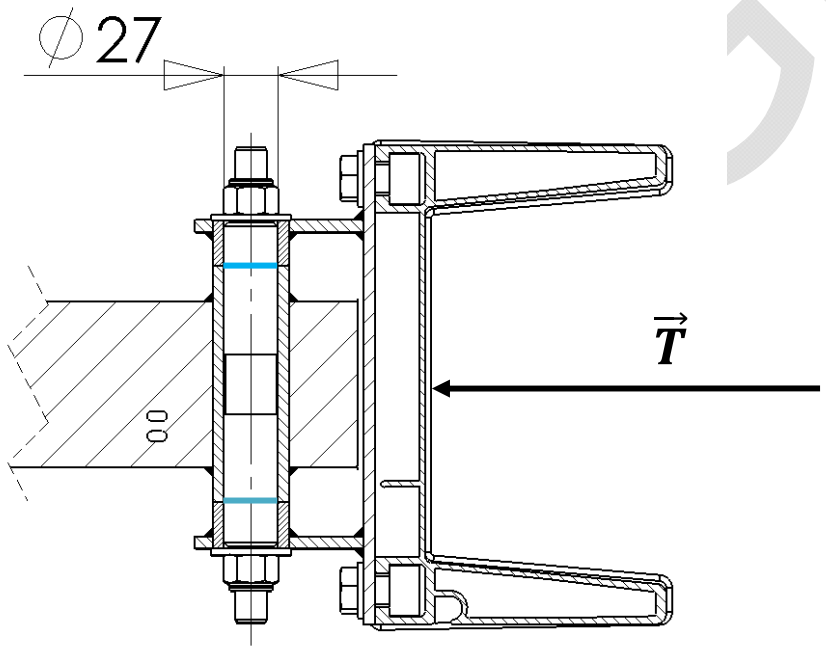
<u>Partie 5</u> : Étude de l'axe de liaison bras externe/barre

Lors de la visite de révision du véhicule on constate une détérioration de l'axe de liaison bras externe/barre. Le fabricant de la BAE est en rupture de stock. Vous faites appel à un sous traitant pour réaliser un nouvel axe.

Vous devez déterminer le matériau de fabrication de cet axe afin de satisfaire la norme de résistance des BAE.

Données : Les BAE doivent résister à un effort $\|\vec{T}\|$ = 50 000 N (pour un axe)

Le coefficient de sécurité est k = 10



5.1 – Sur le dessin, **tracer** en bleu la (les) section(s) cisaillée(s) de l'axe.

5.2 – Calculer en mm² la (les) section(s) cisaillée(s) de l'axe. **Arrondir** à l'unité.

Pour une section : π R² = π x 13,5² = 572,5

Pour deux sections : 572,5 x 2 = 1145

S = 1145 mm²

5.3 – Donner la condition de résistance de l'axe. **Consulter** le formulaire RDM du dossier technique page 10/10.

T / S ≤ Rpg = Reg / k

5.4 – Calculer la limite au glissement Reg.

Reg = T x k / S = 50 000 x 10 / 1145 = 436,7 MPa

5.5 – Calculer la limite élastique Re.

Reg = 0,5 x Re Re = Reg / 0.5 Re = 436,7 / 0.5 = 873.4 MPa

5.6 – Choisir un matériau vérifiant cette limite élastique dans la liste fournie par le sous-traitant.

Types	Matériaux	Re (MPa)	Rr (MPa)
Aciers d'usage général	S 235	235	340
Aciers de construction mécanique	E 335	335	570
Aciers pour traitements thermiques	C 25	285 à 370	460 à 690
Aciers faiblement alliés	13 Ni Cr 14	650 à 800	800 à 1450
Aciers faiblement alliés	36 Ni Cr Mo 16	900 à 1250	1000 à 1750
Acier inoxydable	X 2 Cr Ni 19.11	185	440 à 640

Matériaux choisi : **36 Ni Cr Mo 16**

5.7 – Décoder la désignation de ce matériau à l'aide du dossier technique page 9/10.

C'est un acier faiblement allié à 0,36 % de carbone, 4 % de nickel, moins de 1 % de chrome et de molybdène.

CORRIGÉ

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.