

ÉQUIPEMENTS DE VOITURES : CINÉMATIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

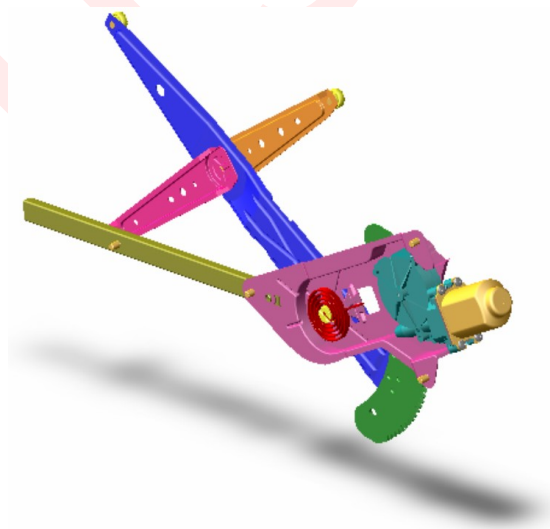
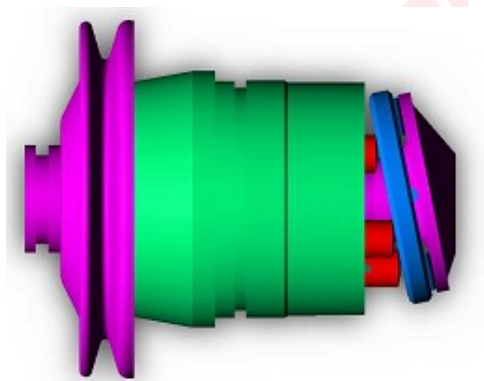
Durée : 1 h 30.

Calculatrice autorisée.

Aucun document autorisé.

SOMMAIRE

TRAVAIL DEMANDÉ.....	2
1 - Pompe à cinq pistons Citroën.....	2
2 - Lève-vitre électrique Arvin Meritor.....	3
DOCUMENTS TECHNIQUES.....	8
DT1 Schéma cinématique du lève-vitre électrique.....	8
DT2 Éclaté du lève-vitre.....	9
DT3 Nomenclature du lève-vitre.....	10
DOCUMENTS RÉPONSES (À REMETTRE AVEC VOTRE COPIE).....	11
DR1 Graphe des liaisons de la pompe à cinq pistons.....	11
DR2 Mouvements dans les liaisons aux points A et B.....	11
DR3 Graphe des liaisons du lève-vitre électrique.....	12
DR4 Couple en sortie du moto-réducteur.....	12



TRAVAIL DEMANDÉ

**Ce sujet comporte 2 parties indépendantes
que vous traiterez dans l'ordre de votre choix.**

**La clarté des raisonnements et la justification des résultats
interviennent pour une part importante de l'évaluation.**

1 - POMPE À CINQ PISTONS CITROËN

L'étude porte sur une pompe à cinq pistons dont on donne trois représentations cinématiques simplifiées, où un seul piston est représenté.

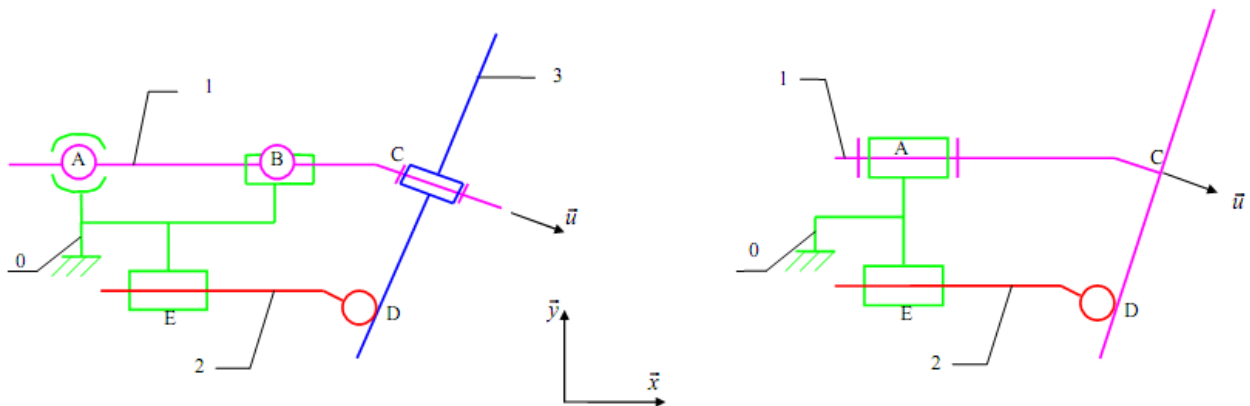


Schéma cinématique d'architecture plan

Schéma cinématique minimal plan

0
corps

1
arbre

2
piston

3
plateau

On s'intéresse d'abord au *schéma cinématique d'architecture plan*, où sont symbolisées les liaisons réelles.

Question 1.1

DR1

Complétez le graphe des liaisons en précisant pour chacune d'elles :

- son nom,
- son centre (point),
- son axe s'il y a lieu.

Question 1.2

DR2

Complétez les deux premiers tableaux en précisant pour chacune des liaisons aux points A et B les mouvements de translation et de rotations permis.

Question 1.3

DR2

Complétez le troisième tableau en précisant les mouvements de translation et de rotation permis de l'arbre par rapport au corps, en tenant compte de l'association des deux liaisons en A et B. Justifiez sur votre copie.

Concluez sur la liaison représentée au point A dans le *schéma cinématique minimal plan*.

L'alignement des deux liaisons en A et B sur l'axe $\vec{x}$ permet la rotation autour de l'axe $\vec{x}$ mais

Baccalauréat STI2D	Enseignements technologiques transversaux	Corrigé
Équipements de voitures : cinématique et énergétique		Page 2 / 12

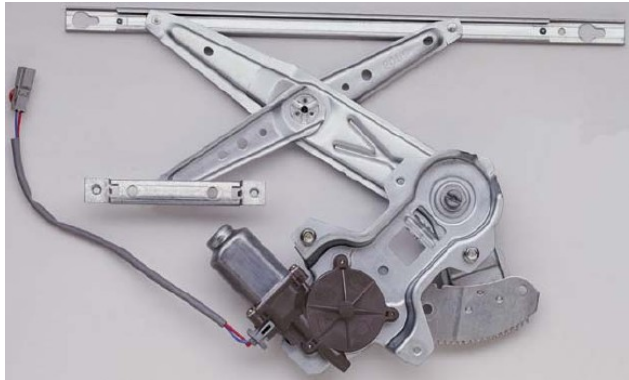
empêche les rotations autour des axes $\vec{y}$ et $\vec{z}$.

La liaison rotule en A empêche la translation suivant l'axe $\vec{x}$.

Pour l'ensemble des deux liaisons, il ne reste donc plus que la rotation autour de $\vec{x}$. D'où la représentation sur le *schéma cinématique minimal plan* sous forme d'une seule liaison pivot équivalente aux deux liaisons rotule et linéaire annulaire associées.

2 - LÈVE-VITRE ÉLECTRIQUE ARVIN MERITOR

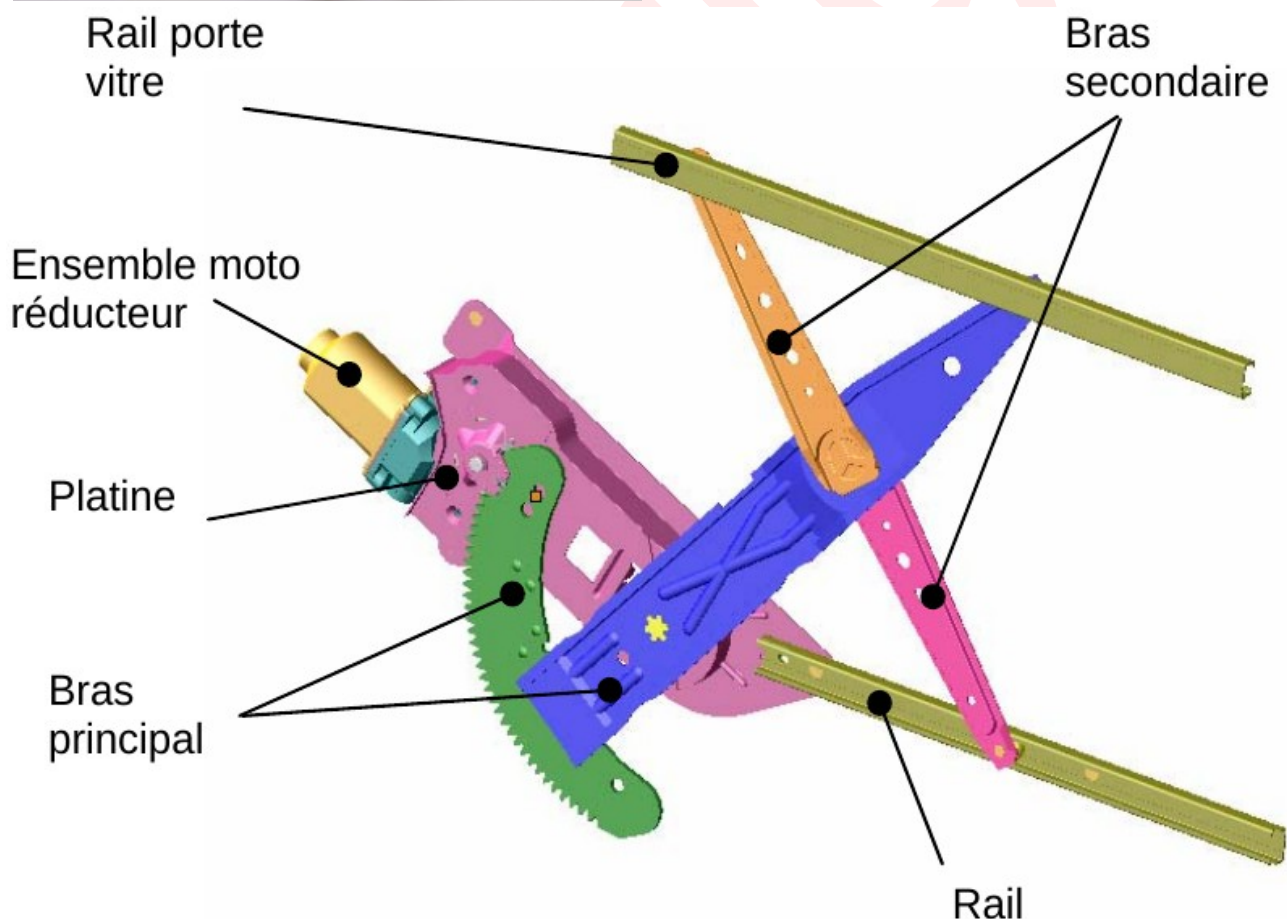
2002



Le principe de translation de la vitre est basé sur la déformation d'un rectangle.

Le mouvement est obtenu soit par un ensemble moto-réducteur actionné par un interrupteur à deux contacts (pilotage continu ou commande d'ouverture complète).

Ci-dessous, les principales pièces. La platine et le rail fixe (en bas) seront fixés à la portière.



Baccalauréat STI2D	Enseignements technologiques transversaux	Corrigé
Équipements de voitures : cinématique et énergétique		Page 3 / 12

ÉTUDE CINÉMATIQUE

Question 2.1

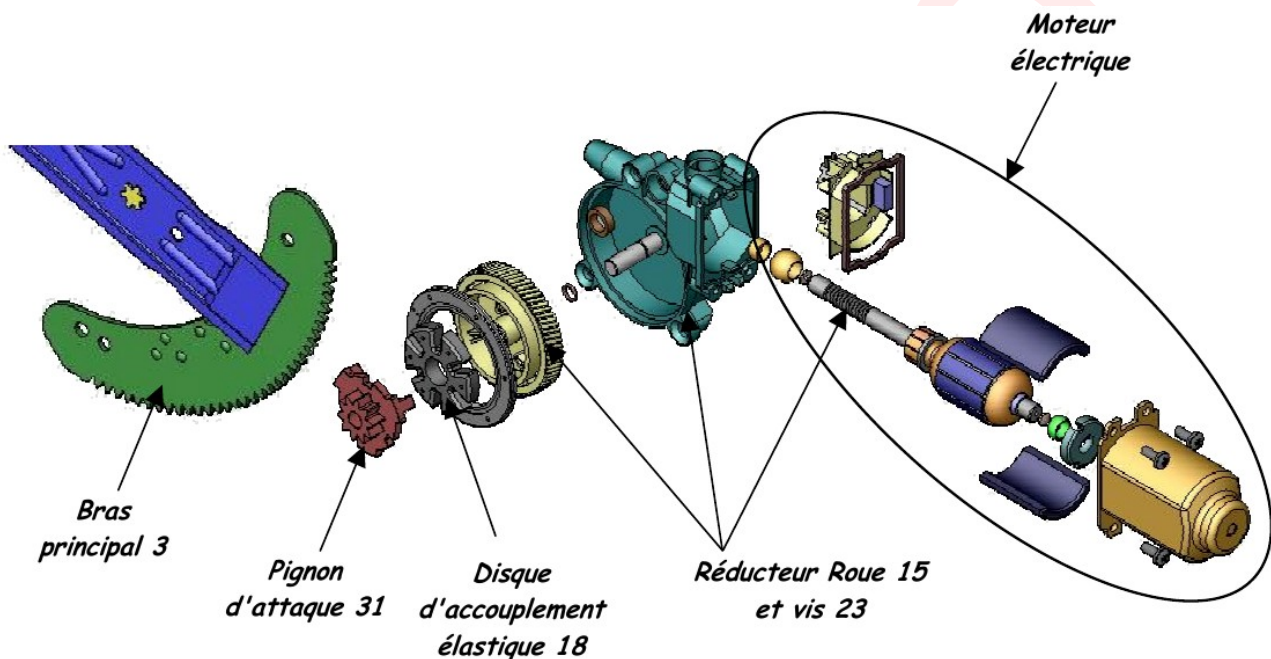
DT1
DR3

Complétez le graphe des liaisons en précisant pour chacune d'elles :

- son nom,
- son centre (point),
- son axe s'il y a lieu.

On s'intéresse maintenant à la réduction de vitesse entre le moteur et le bras principal du lève-vitre.

Le rotor du moteur (la pièce qui tourne) est muni d'une vis sans fin (23). Celle-ci entraîne la roue (15). Le pignon d'attaque (31) est solidaire de la roue (15), c'est à dire en liaison encastrement ; il entraîne le bras principal (3) muni de dents sur une partie en forme d'arc de cercle.



Question 2.2

DT2 DT3

Calculez le rapport de réduction global du système.

Une vis sans fin à n filets se traite comme une roue dentée à n dents. On considérera l'accouplement élastique sans effet.

$$r = \frac{Z_{23}}{Z_{15}} \cdot \frac{Z_{31}}{Z_3} = \frac{1}{72} \times \frac{10}{138} = 1,01 \cdot 10^{-3} \simeq \frac{1}{1000}$$

La vitesse de rotation du moteur est $N_m = 3\,000$ tr/min.

Question 2.3

Calculez la vitesse de rotation du bras principal.

Par définition, $r = \frac{N_3}{N_{23}}$, donc $N_3 = r \cdot N_{23} = \frac{1}{1000} \times 3000 = 3 \text{ tr/min}$

On cherche maintenant à calculer le nombre de tours que doit effectuer le moteur pour lever ou baisser entièrement la vitre.

Baccalauréat STI2D	Enseignements technologiques transversaux	Corrigé
Équipements de voitures : cinématique et énergétique		Page 4 / 12

Question 2.4

DT2 DT3

Calculez le nombre de tours effectués par le moteur pour un tour complet (c'est théorique) du bras principal.

Relevez l'angle sur lequel sont réparties les dents du bras principal.

Déduisez-en le nombre de tour effectués par le moteur pour lever ou baisser la vitre.

Le rapport de réduction du moto-réducteur étant de 1/1000, pour 1 tour de bras principal le moteur effectue **1 000 tr**.

Mais les dents ne sont réparties que sur **109,5 °**.

bras principal		moteur
1 tr	360 °	1000 tr
109,5 / 360 tr	109,5 °	$n = ?$

$$\frac{n}{1000} = \frac{109,5}{360} \Leftrightarrow n = 1000 \times \frac{109,5}{360} = \mathbf{304 \text{ tr}}$$

Le cahier des charges stipule concernant les vitesses de montée et descente :

vitesse minimale	vitesse maximale	différence entre montée et descente
100 mm/s	220 mm/s	30 % maximum

Question 2.5

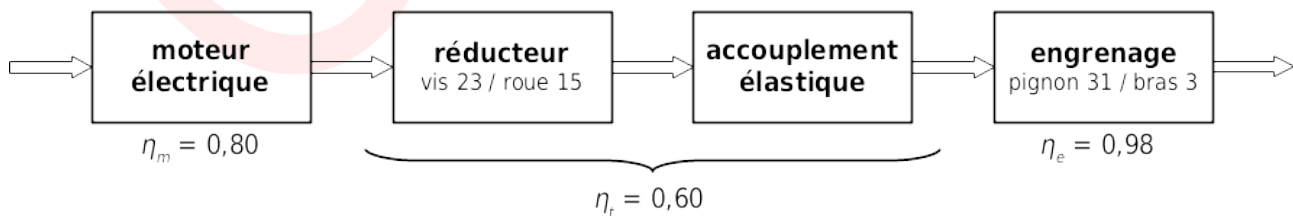
Calculez :

- la vitesse de descente si la vitesse de montée est de 100 mm/s,
- la vitesse de montée si la vitesse de descente est de 220 mm/s.

en montée	en descente
$v_m = 100 \text{ mm/s}$	$v_d = 220 \text{ mm/s}$
$v_d = 100 + 30\% = 100 \times (1 + 0,30)$ $v_d = 130 \text{ mm/s}$	$v_m = 220 - 30\% = 220 \times (1 - 0,30)$ $v_m = 154 \text{ mm/s}$

ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE

On étudie la chaîne énergétique suivante.

**Question 2.6**

Calculez le rendement global η de cette chaîne d'énergie.

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_t \cdot \eta_e = 0,80 \times 0,60 \times 0,98 = \mathbf{0,47}$$

Baccalauréat STI2D	Enseignements technologiques transversaux	Corrigé
Équipements de voitures : cinématique et énergétique		Page 5 / 12

En montée, le système doit contrer une force de 80 N pour lever la vitre à 70 mm/s.

Question 2.7 | **Calculez** la puissance à fournir à la vitre pour la lever.

$$P = F \cdot V = 80 \times 70 \cdot 10^{-3} = \mathbf{5,6 \text{ W}}$$

En tenant compte de la transmission par le bras secondaire et le rail porte-vitre, le rendement global de la chaîne d'énergie est estimé à $\eta = 44 \%$. La vitesse de rotation du moteur est $N_m = 3\,000 \text{ tr/min}$.

Question 2.8 | **Calculez** la puissance nécessaire à l'alimentation du moteur électrique, puis le couple que doit fournir le moteur électrique.

Puissance électrique

$$P_{\text{elec}} = \frac{P_{\text{vitre}}}{\eta_{\text{complet}}} = \frac{5,6}{0,44} = \mathbf{12,7 \text{ W}}$$

Couple moteur

$$P_m = C_m \cdot \omega_m \Leftrightarrow C_m = \frac{P_m}{\omega_m}$$

$$\text{Or, } \eta_m = \frac{P_m}{P_{\text{elec}}} \Leftrightarrow P_m = \eta_m \cdot P_{\text{elec}} \text{ et } \omega_m = \frac{\pi \cdot N_m}{30},$$

$$\text{donc } C_m = \frac{30 \cdot \eta_m \cdot P_{\text{elec}}}{\pi \cdot N_m} = \frac{30 \times 0,80 \times 12,7}{3000 \cdot \pi} = \mathbf{0,0323 \text{ N}\cdot\text{m}}$$

FONCTION ET PERFORMANCE DU RESSORT DE COMPENSATION

Le système de transmission intègre le ressort de compensation (9). Les courbes du DR4 montrent l'influence de ce ressort.

Question 2.9 | **Relevez** la valeur maximale du couple nécessaire en sortie du moto-réducteur avec et sans ressort de compensation. Une construction graphique simple sur le DR4 doit montrer comment vous relevez ces deux valeurs.

DR4

Baccalauréat STI2D	Enseignements technologiques transversaux	Corrigé
Équipements de voitures : cinématique et énergétique		Page 6 / 12

La vitesse de rotation du moteur est $N_m = 3\,000$ tr/min. Le ressort de compensation est intégré au système.

Question 2.10

DT2 DT3

Calculez la puissance en sortie du moto-réducteur (après accouplement élastique), le couple moteur et la puissance électrique absorbée.

Des renseignements utiles se trouvent dans cette partie 2.

Les résultats numériques suivants découlent notamment d'une lecture graphique, et sont donc approximatifs.

Puissance transmise en sortie du moto-réducteur

$$P_t = C_t \cdot \omega_t, \text{ avec}$$

- $C_t \approx 1,65 \text{ N}\cdot\text{m}$
- $\omega_t = \frac{\pi \cdot N_t}{30} \cdot \frac{Z_{23}}{Z_{15}} = \frac{3000 \cdot \pi}{30} \times \frac{1}{72} = 4,36 \text{ rad/s}$

$$\text{donc } P_t \approx 1,65 \times 4,36 \approx \mathbf{7,2 \text{ W}}$$

Couple moteur

$$\text{Par définition, } \eta_t = \frac{P_t}{P_m}$$

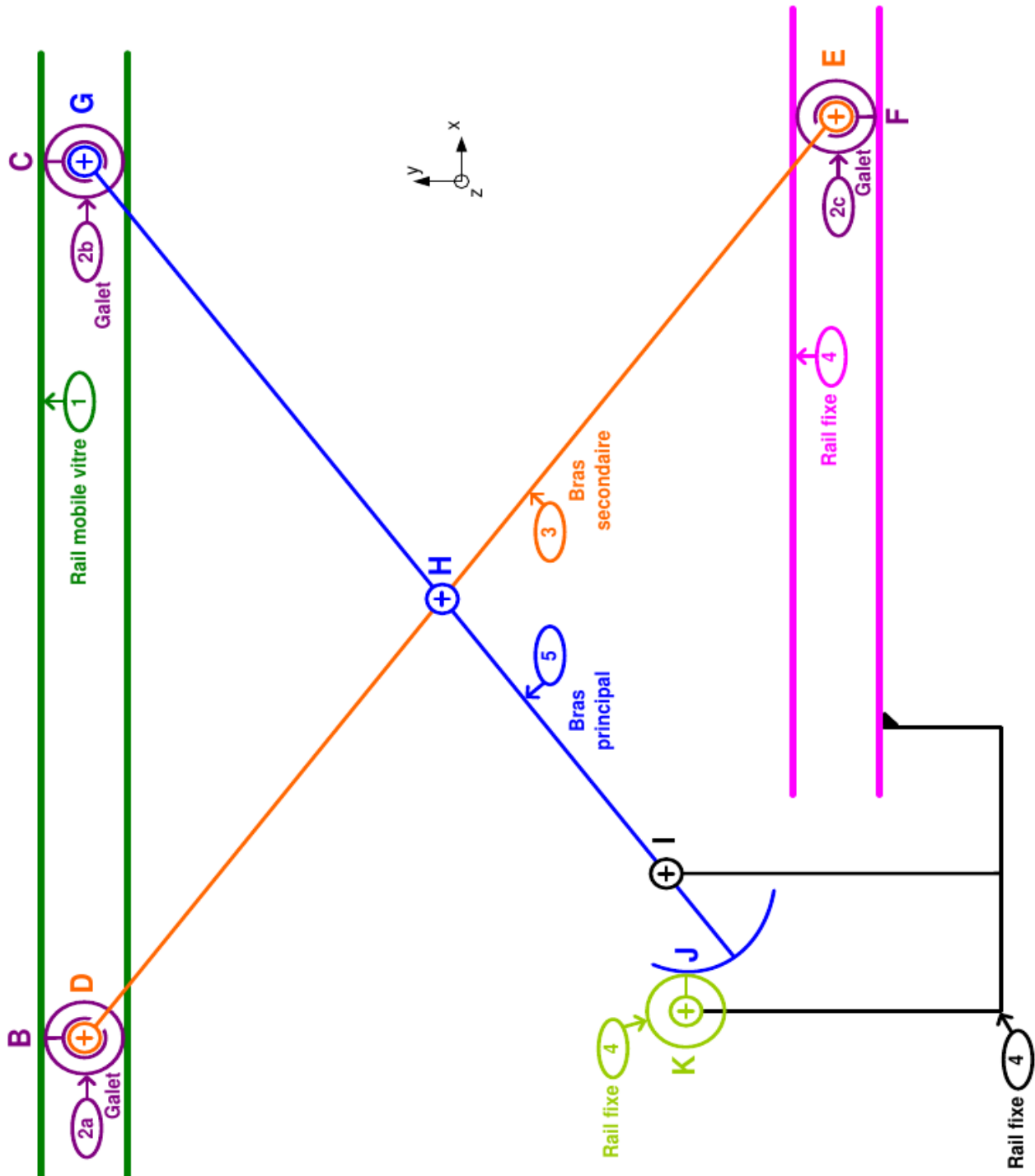
$$\text{donc } P_m = \frac{P_t}{\eta_t} \approx \frac{7,2}{0,60} \approx \mathbf{12 \text{ W}}$$

Puissance électrique absorbée

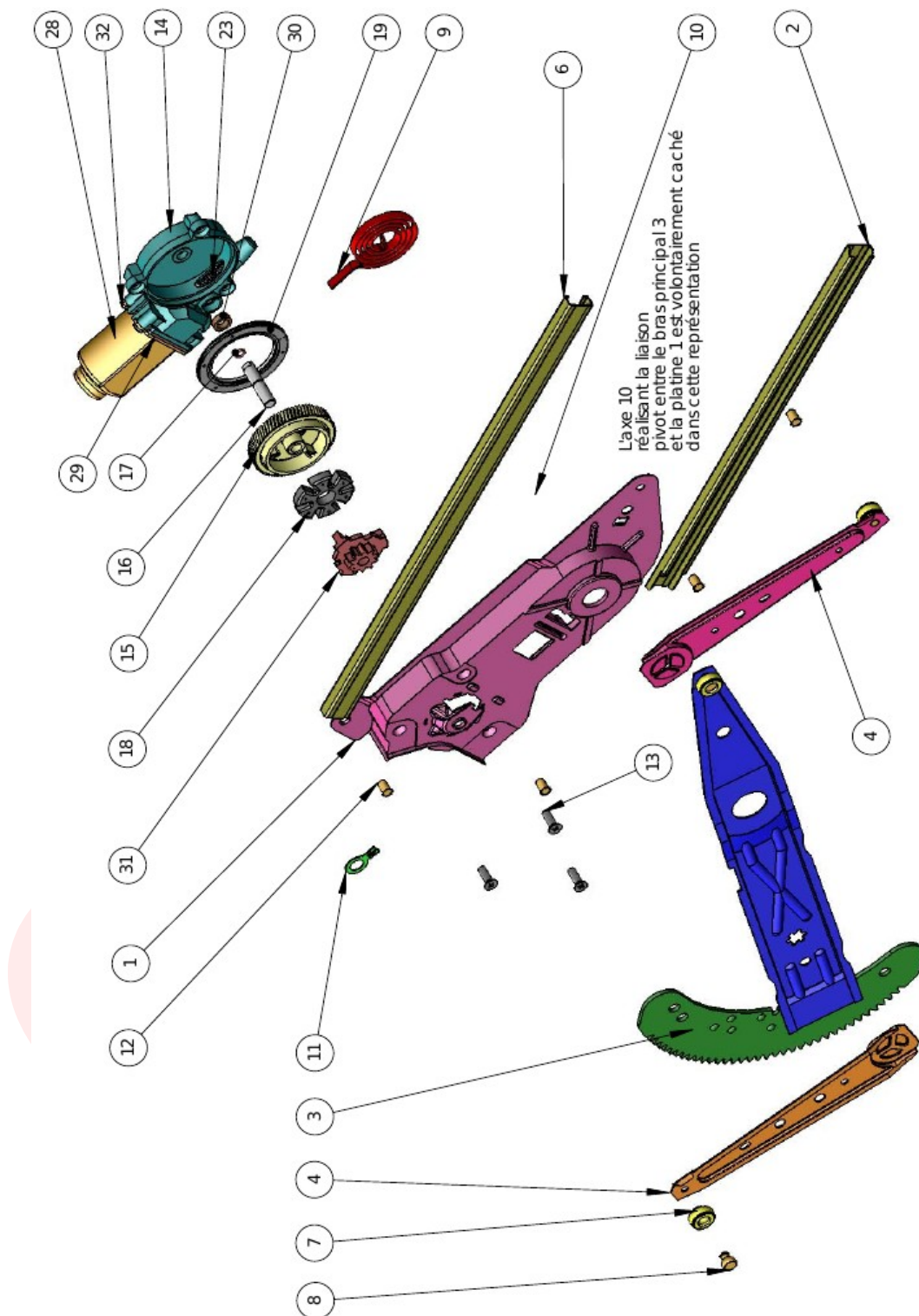
$$\text{Par définition, } \eta_m = \frac{P_m}{P_{\text{elec}}}$$

$$\text{donc } P_{\text{elec}} = \frac{P_m}{\eta_m} \approx \frac{12}{0,80} \approx \mathbf{15 \text{ W}}$$

DT1 SCHÉMA CINÉMATIQUE DU LÈVE-VITRE ÉLECTRIQUE



DT2 ÉCLATÉ DU LÈVE-VITRE



Baccalauréat STI2D	Enseignements technologiques transversaux	Corrigé
Équipements de voitures : cinématique et énergétique		Page 9 / 12

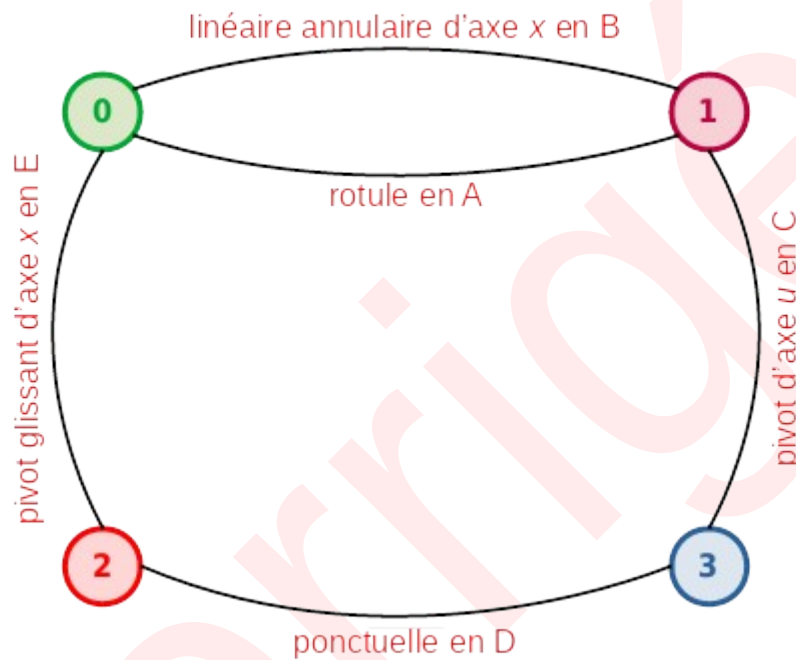
DT3 NOMENCLATURE DU LÈVE-VITRE

32	4	Vis de fixation du moteur		
31	1	Pignon d'attaque		$Z_{\text{Pignon } 31} = 10; m = 1,75 \text{ mm}$
30	1	Bouchon		Caoutchouc + papier
29	1	Joint moteur		
28	1	Carter moteur	S355	
27	1	Coussinet droit sur rotule	P1026	(Afnor FC10-72)
26	2	Butée axiale	PA6.6	
25	1	Porte rotule	PA6.6	
24	2	Stator à aimant permanent		
23	1	Rotor Vis sans fin à 1 filet		$Z_{\text{Vis } 23} = 1; \text{ pas} = 2 \text{ mm}$
22	1	Bloc d'alimentation électrique		
21	1	Coussinet sur rotule	P1026	(Afnor FC10-72)
20	1	Coussinet gauche	P1026	(Afnor FC10-72)
19	1	Joint		
18	1	Disque d'accouplement	Elastomère	
17	1	Joint torique		
16	1	Axe corps	C45	Insert (carter réducteur)
15	1	Roue	PA6.6	$Z_{\text{Roue } 15} = 72; m = 0,8 \text{ mm}; \beta = 9^\circ$
14	1	Carter réducteur	Polycarbonate	
13	3	Vis de fixation du moto réducteur		
12	4	Vis de fixation au véhicule M6		
11	1	Pièce d'appui	PA6	
10	1	Axe	S355	Serti au montage
9	1	Ressort de compensation	C70 trempé	Installé au montage
8	3	Rotule	S355	Sertie sur les bras
7	3	Galet	PA6	Polyamide
6	1	Rail mobile porte vitre	S355	
5	1	Moto réducteur		
4	1	Bras secondaire	S355	2 demi-bras soudés par points
3	1	Bras principal	S355	$Z_{\text{Bras } 3} = 42 \text{ sur } \approx 109,5^\circ$ (138 dents si la roue dentée était complète); $m = 1,75 \text{ mm}$
2	1	Rail fixe	S355	
1	1	Platine	S355	
Rep	Nb	Désignation	Matériau	Observation

NOM : _____ Prénom : _____

DOCUMENTS RÉPONSES (À REMETTRE AVEC VOTRE COPIE)

DR1 GRAPHE DES LIAISONS DE LA POMPE À CINQ PISTONS



DR2 MOUVEMENTS DANS LES LIAISONS AUX POINTS A ET B

liaison au point A

☐ Tx	☒ Rx
☐ Ty	☒ Ry
☐ Tz	☒ Rz

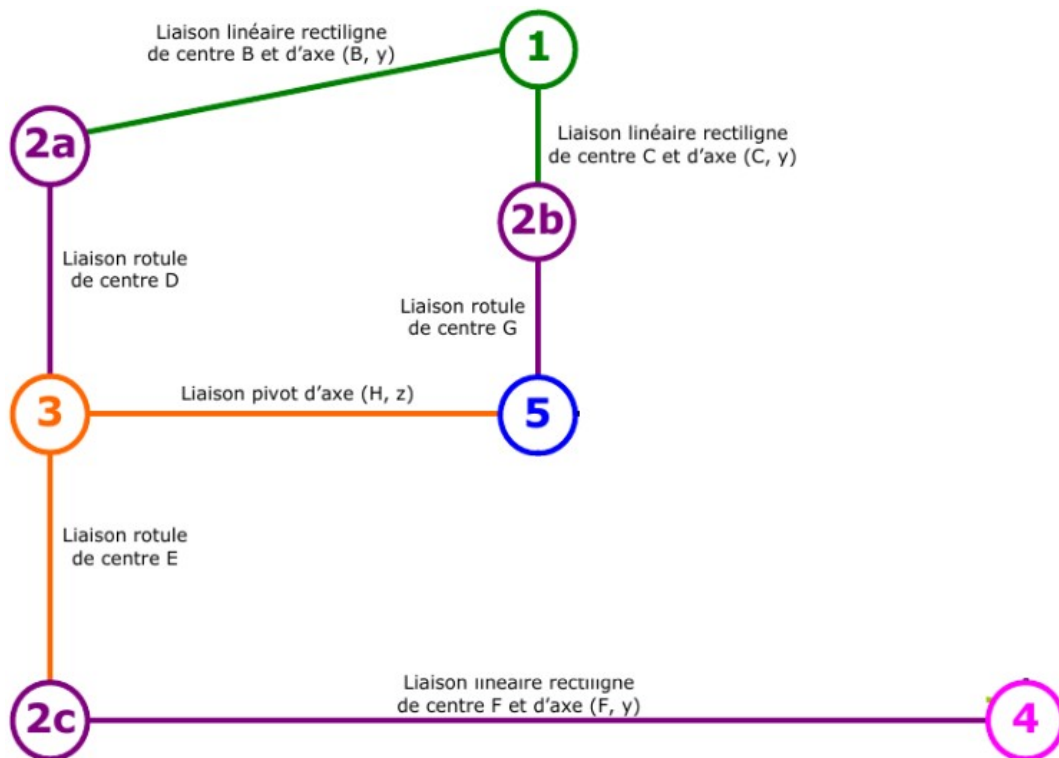
liaison au point B

☒ Tx	☒ Rx
☐ Ty	☒ Ry
☐ Tz	☒ Rz

liaison équivalente

☐ Tx	☒ Rx
☐ Ty	☐ Ry
☐ Tz	☐ Rz

DR3 GRAPHE DES LIAISONS DU LÈVE-VITRE ÉLECTRIQUE



DR4 COUPLE EN SORTIE DU MOTO-RÉDUCTEUR

