

CORRIGE

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

Etude et Définition de Produits Industriels

Epreuve E1 - Unité U 11

Etude du comportement mécanique d'un système technique

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve :

- C 12 :** Analyser un produit
- C 13 :** Analyser une pièce
- C 21 :** Organiser son travail
- C 22 :** Etudier et choisir une solution

- S 1 : Analyse fonctionnelle et structurelle
- S 2 : La compétitivité des produits industriels
- S 3 : Représentation d'un produit technique
- S 4 :** **Comportement des systèmes mécaniques – Vérification et dimensionnement**
- S 5 : Solutions constructives – Procédés – Matériaux
- S 6 : Ergonomie – Sécurité

Ce sujet comporte :

- Un dossier travail composé des documents DOC 1/12 à DOC 12/12
- Un dossier réponse composé des documents DR 1/2 et DR 2/2
- Un dossier technique composé des documents DT 1/5 à DT 5/5

Documents à rendre par le candidat :

- Un dossier travail
- Un dossier réponse

Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat, ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant

Calculatrice et documents personnels autorisés.

BAC PRO E.D.P.I.	1306-EDP ST 11	Session 2013	CORRIGE
Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 1/12

Mise en situation

Créé en 1972, le Groupe Came est présent sur le marché de l'automatisme de portails et du contrôle d'accès avec 17 filiales et plus de 350 concessionnaires agréés dans le monde entier.

D'origine italienne, ce groupe familial est devenu la référence parmi les fabricants d'automatismes pour portes et portails. Came a gagné la confiance des professionnels de l'installation et de la distribution spécialisée, grâce à la qualité de ses produits et de ses services.

Toujours attentive à la sécurité, Came conçoit des solutions globales d'automatismes à usage résidentiel, industriel et collectif. L'innovation technologique s'intègre parfaitement à tous les contextes architecturaux, en améliorant le confort et la gestion des espaces. Le groupe rassemble également le savoir-faire de spécialistes comme Urbaco leader des bornes escamotables...



DOSSIER TRAVAIL

Dans le but de valider le nouveau format de porte battante (1,20 mètre de largeur et 150 kg de masse maxi), on déterminera les caractéristiques mécaniques à travers les parties suivantes :

1. Première partie : Etude cinématique du battant en phase de fermeture. / 8

- 1.1 Identification du système d'étude dans son environnement extérieur.
- 1.2 Identification des mouvements relatifs des sous ensembles composant notre système d'étude.
- 1.3 Détermination d'une vitesse angulaire maximale pour un déplacement et un temps donné.
- 1.4 Relevé d'une vitesse angulaire maximale pour un déplacement et un temps donné.
- 1.5 Détermination d'une vitesse angulaire maximale en fonction d'un couple et d'une puissance donnée.

2. Deuxième partie : Etude statique dans les conditions limites de pincement, en phase de fermeture. / 7

- 2.1 Etude statique d'un système soumis à 2 actions mécaniques.
- 2.2 Etude statique d'un système soumis à 3 actions mécaniques.
- 2.3 Détermination d'un couple maximal admissible.

3. Troisième partie : Etude du comportement d'un solide sous charge. / 3

- 3.1 Relevé de l'effort maximal sur le bras intermédiaire.
- 3.2 Identification de la sollicitation mécanique.
- 3.3 Détermination de la contrainte tangentielle.
- 3.4 Détermination de la résistance pratique.
- 3.5 Conclusion sur la résistance de l'élément d'assemblage.

4. Quatrième partie : Validation du format proposé. / 2

- 3.6 Validation des résultats déterminés.

PREMIERE PARTIE

Validation du comportement cinématique du nouveau format en fonction du cahier des charges

0,25/0,25

Suite à une demande de clients, la société CAME élargit sa gamme d'automatisation de portes en proposant un nouveau format de porte battante, de largeur 1,20 m. et avec une charge maximale de 150 Kg.

L'objectif de cette étape est de valider le comportement cinématique de ce nouveau format en fonction des caractéristiques du système d'automatisation de portes existantes.

0,25/0,25



Figure 1

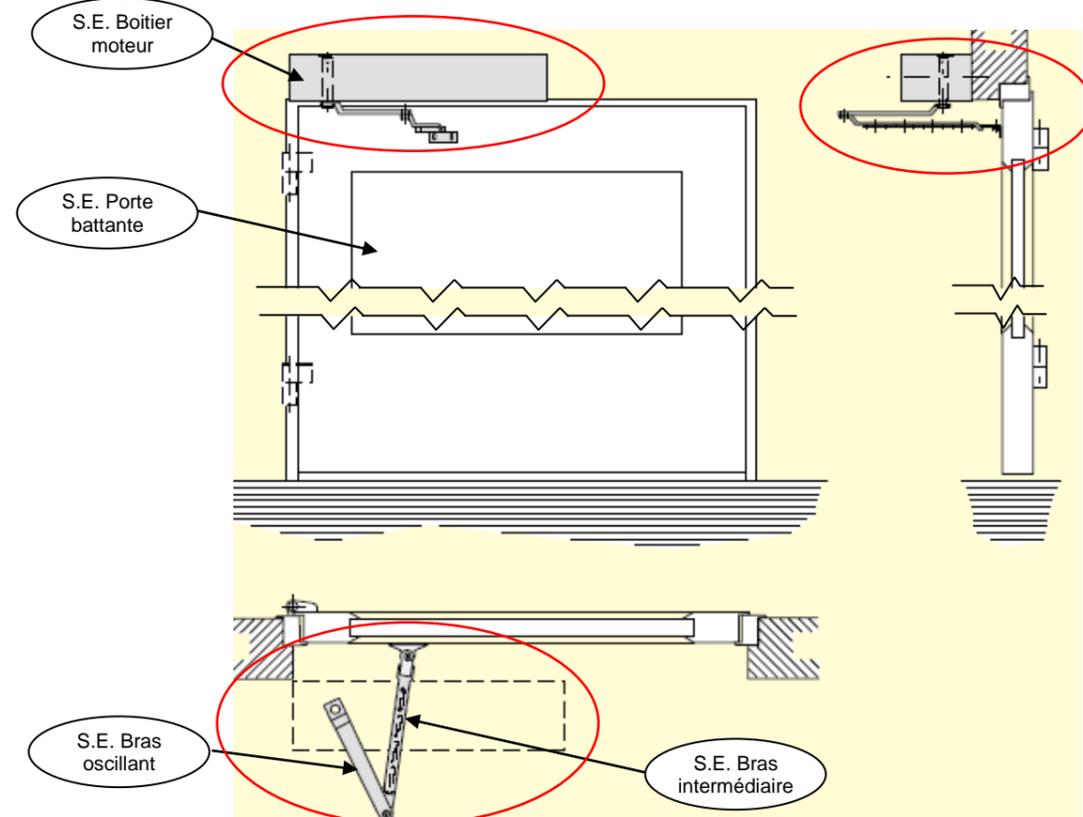


Figure 2

Localisation du système d'étude dans son environnement extérieur.

En vous aidant du dossier technique DT 1/5 à DT 3/5

1. **ENTOURER**, sur la perspective, figure 1, et les projections, figure 2, de la mise en situation, notre système d'automatisation de porte battante.

Etude de la cinématique du système d'étude.

2. Sur le schéma de principe figure 3, **REPERER** les sous ensembles ou composants nommés précédemment :

- S.E. Boitier moteur ; Repère 0
- S.E. Porte battante ; Repère 1
- S.E. Bras oscillant ; Repère 2
- S.E. Bras intermédiaire ; Repère 3

3. **IDENTIFIER**, en indiquant les axes, leurs mouvements relatifs (F pour fixe, R pour rotation et T pour translation) de ces sous ensembles ou composants.

0,5/0,5

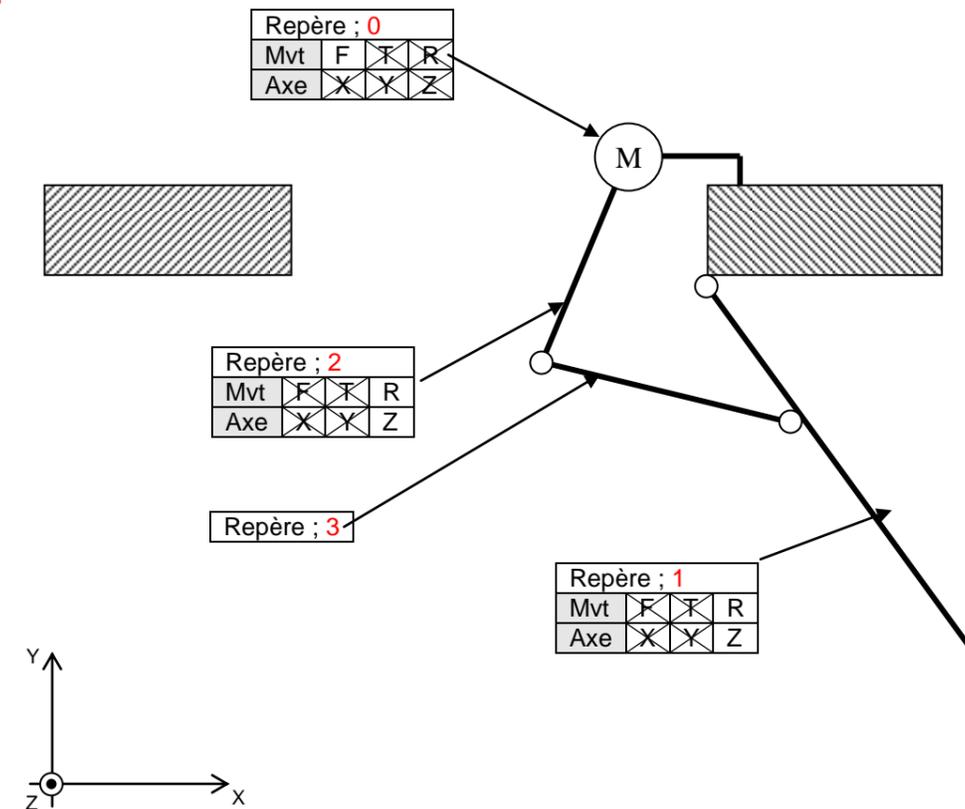


Figure 3

En vous aidant du dossier technique DT 1/5 à DT 3/5

0,5/0,5

0,25/0,25

1. **RELEVER** la plage temporelle prévue lors du fonctionnement du système d'automatisation en phase d'ouverture complète :

de 2 secondes à 5 secondes

0,5/0,5

0,25/0,25

2. **RELEVER** la valeur de l'angle d'ouverture maximal de la porte battante, en configuration cloison pleine :

Angle maximal d'ouverture :

120°

0,5/0,5

3. En considérant que le mouvement de fermeture est constant, **DETERMINER** les vitesses angulaires, du S.E. Porte battante 1 par rapport à la cloison 0, pendant un déplacement angulaire de 120° ou $\frac{2\pi}{3}$ du système d'automatisation, pendant 2 secondes :

Résultats attendus à 10⁻² près en rad.s⁻¹

0,25/0,25

$$\omega_{1/0} = (2\pi/3)/2 = 1,05 \text{ rad.s}^{-1}$$

0,5/0,5

4. Sachant que la distance EB est de 1200 mm (voir document DR 1/2), **DETERMINER** la vitesse linéaire appliquée au point B

Résultats attendus à 10⁻² près en m.s⁻¹

0,25/0,25

$$V_{B1/0} = 1,05 \cdot 1,2 = 1,26 \text{ m.s}^{-1}$$

Sur le document DR 1/2

0,5/0,5

0,25/0,25

5. **IDENTIFIER**, dans les cases correspondantes les trajectoires des points A et B ; T_{A1/0} et T_{B1/0}

0,5/0,5

6. Sachant que V_{B1/0} a pour valeur 1,25 m.s⁻¹, **TRACER** ce vecteur vitesse sur sa direction appliquée au point B (phase de fermeture), en respectant l'échelle donnée.

1 / 1

7. Par la méthode de votre choix, **DETERMINER** la norme de la vitesse V_{A1/0} et **TRACER** son vecteur vitesse sur sa direction appliquée au point A.

0,25/0,25

8. **IDENTIFIER**, dans la case correspondante, la trajectoire du point C ; T_{C2/0}

1 / 1

9. **DEFINIR** les vecteurs vitesses $\vec{V}_{A3/0}$ et $\vec{V}_{C3/0}$, par des compositions de vecteurs vitesses (à faire sur le document DR 1/2 , dans l'espace approprié)

1 / 1

10. Par la méthode graphique de « l'équiprojectivité », **DEFINIR** le vecteur V_{C2/0} et **DONNER** la valeur de sa norme sur le document DR 1/2. (Les tracés graphiques devront rester apparents)

0,5/0,5

11. Sachant que la valeur de l'entraxe OC est de 300 mm, **DETERMINER** la vitesse angulaire du S.E. Bras oscillant 2 par rapport au boîtier moteur 2 :
On prendra V_{C2/0} = 0,2 m.s⁻¹

Résultats attendus à 10⁻² près en m.s⁻¹

$$\omega_{2/0} = 0,2 / 0,3 = 0,66 \text{ rad.s}^{-1}$$

12. En vous aidant du document graphique DT 4/5, **RELEVER** la valeur maximale de la vitesse angulaire pour un temps de fermeture de 5 secondes :

a. $\omega_{2/0} = 1,44 \text{ rad.s}^{-1}$

13. Les vitesses angulaires déterminées précédemment sont les valeurs limites du déplacement dans la plage temporelle donnée. Au regard de ces résultats, **COMPLETER** le tableau ci-dessous, définissant les vitesses angulaires du motoréducteur :

	Durée d'ouverture	
	2 secondes (vitesse minimale constatée)	5 secondes (vitesse maximale constatée)
Vitesse angulaire du motoréducteur	0,06	1,44

14. En vous aidant du dossier technique DT 1/5 à DT 3/5, incluant les données du constructeur, **RELEVER** la valeur du couple maximal du motoréducteur :

Couple maxi = 40 N.m

15. En vous aidant du dossier technique DT 1/5 à DT 3/5, **RELEVER** la valeur de la puissance maximale du motoréducteur :

Puissance maxi = 138 Watts

16. **DETERMINER** la vitesse angulaire maximale du motoréducteur : (au dixième près)

a. $\omega_{2/0} = 138 / 40 = 3,45 \text{ rad.s}^{-1}$

17. En comparant le résultat obtenu pour la vitesse angulaire maximale du motoréducteur, à la question 16, avec les résultats obtenus sur les vitesses angulaires pour la plage de durée de fermeture, à la question 13, **COMPLETER** le tableau de validité donné page 12/12

DEUXIEME PARTIE

Validation du nouveau format en fonction des normes de sécurité en vigueur

0,5/0,5

Dans cette partie de l'étude, on se propose de valider le comportement de la porte, en phase de fermeture, dans la condition limite de pincement (*NE 13241-1; Effort limite = 150 Newtons*).

Hypothèses générales :

- Les solides sont indéformables
- Les liaisons sont parfaites
- La masse des sous ensembles ou composants est négligée
- La phase de pincement se situe en fermeture de porte

En vous aidant du document réponse DR 2/2

1,5 / 1,5

1. **ISOLER** le S.E. Bras intermédiaire, repère 3 :

INVENTORIER les actions mécaniques extérieures agissant sur le repère 3 :

Action de contact appliqué en A de 1 sur 3 ; $\vec{A}_{1/3}$
Action de contact appliqué en C de 2 sur 3 ; $\vec{C}_{2/3}$

En appliquant le Principe Fondamental de la Statique, **ECRIRE** l'équation des forces :

Equation des forces ; $\vec{A}_{1/3} + \vec{C}_{2/3} = \vec{0}$

TRACER, sur le document réponse DR 2/2, la direction des actions appliquées sur le repère 3

4 / 4

2. **ISOLER** le S.E. Porte battante, repère 1 :

INVENTORIER les actions mécaniques extérieures agissant sur le repère 1 :

Action de contact appliqué en A de 3 sur 1 ; $\vec{A}_{3/1}$
Action de contact appliqué en B de l'utilisateur sur 1 ; $\vec{F}_{\text{utilisateur}/1}$
Action de contact appliqué en E de 0 sur 1 ; $\vec{E}_{0/1}$

En appliquant le Principe Fondamental de la Statique, **ECRIRE** :

Equation des forces ; $\vec{A}_{3/1} + \vec{F}_{\text{utilisateur}/1} + \vec{E}_{0/1} = \vec{0}$
Equation des moments appliqués en O ; $M_O \vec{A}_{3/1} + M_O \vec{F}_{\text{utilisateur}/1} + M_O \vec{E}_{0/1} = 0$

DETERMINER, Sur le document réponse DR 2/2 et par la méthode de votre choix, les actions appliquées sur le repère 1.

3. Sur la figure 4, ci-dessous, **TRACER** le vecteur $C_{3/2}$ selon l'échelle des forces données.

Données :

1. $C_{3/2} = 1100$ Newtons
2. $OC = 300$ mm
3. $F_{\text{utilisateur}/1} = 150$ Newtons
4. Couple du motoréducteur = 40 N.m

4. **TRACER** la projection de ce vecteur sur la droite (d)

0,5/0,5

5. **DETERMINER** le couple moteur maximal, dans la position de l'étude : (au dixième près)

a. $C_{\text{moteur}} = 1014 \cdot 0,3 = 304,27$ N.m

Echelle des forces ; 10 mm = 250 N

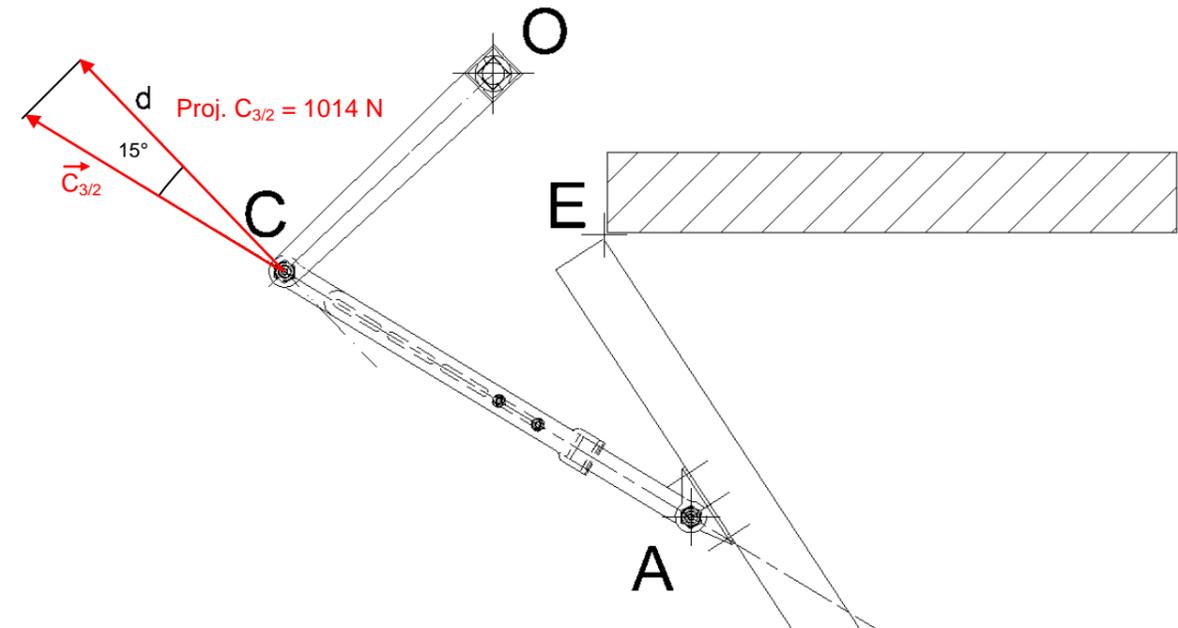
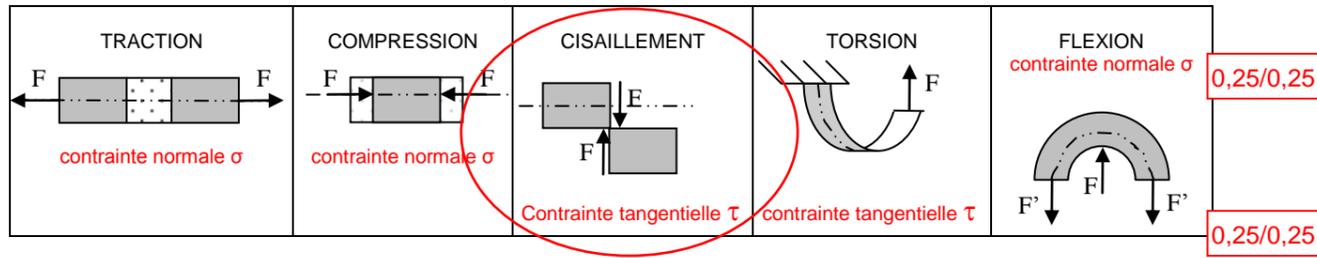


Figure 4

6. **COMPLETER**, sur la page 12/12, le tableau de validité.





TROISIEME PARTIE

Détermination du comportement d'un élément de liaison entre les sous ensemble Bras oscillant et Bras intermédiaire, sous des conditions extrêmes d'utilisation.

Etude du comportement de l'élément de liaison entre les sous ensembles Bras oscillant et Bras intermédiaire

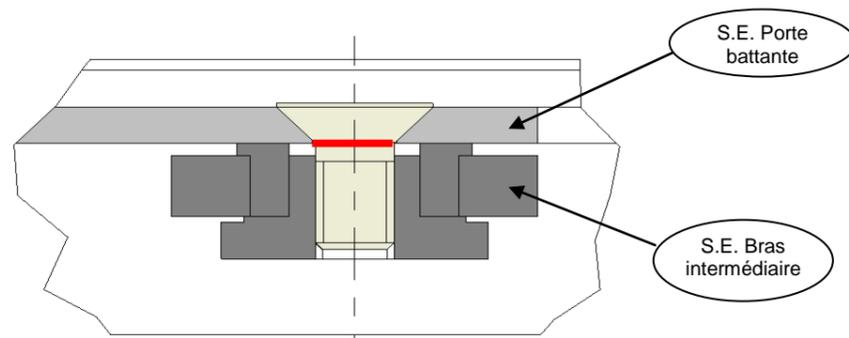
Hypothèses générales :

- Les solides sont indéformables
- La masse des sous ensembles ou composants est négligée
- Le coefficient de sécurité du système d'automatisation de porte vaut $s=5$
- La résistance élastique des vis d'assemblage est de $R_{emin} = 950 \text{ MPa}$ (acier dur)

0,25/0,25 1. En vous aidant du graphe des efforts DT 5/5, RELEVER la valeur de l'action maximale appliquée sur les vis d'assemblage : (à l'unité près)

$$F_{\text{maximale}} = 1449 \text{ N}$$

0,25/0,25 2. Sur la coupe partielle de l'articulation, ci-dessous, SURLIGNER la zone de la vis d'assemblage sollicitée sous l'action du système automatisé de porte :



0,25/0,25 3. Parmi les sollicitations exprimées ci-dessous, ENTOURER la sollicitation subie par l'articulation

Solide non sollicité

0,25/0,25

4. En vous aidant du dossier technique DT 1/5 à DT 3/5, DETERMINER le diamètre nominal des vis d'assemblage utilisées :

a. Diamètre nominal = $\text{Ø } 6 \text{ mm}$

0,25/0,25

5. ASSOCIER la forme de la section cisailée de la vis d'assemblage :

Rectangulaire Circulaire Triangulaire

0,25/0,25

6. ASSOCIER la formule à cette section cisailée :

Longueur x Largeur $\pi \text{ Rayon}^2$ Base x hauteur / 2

0,5/0,5

7. DETERMINER la valeur de cette section cisailée : (au dixième près)

Section cisailée ; $S = \pi \cdot (6/2)^2 = 28,27 \text{ mm}^2$

0,5/0,5

8. En vous aidant de la formulation ci-dessous, DETERMINER la valeur de la contrainte tangentielle :

$$\tau = \frac{T}{S} \text{ avec } T \text{ (Action résultante) et } S \text{ (section cisailée)}$$

Contrainte tangentielle ; $\tau = 1449 / 28,27 = 51,3 \text{ MPa}$

0,5/0,5

9. En vous aidant des formulations ci-dessous, DETERMINER la valeur de la résistance pratique au glissement : (au dixième près)

$$R_{pg} = \frac{R_{eg}}{s} \text{ avec } R_{eg} = 0,5R_e \text{ pour un acier doux et } R_{eg} = 0,7R_e \text{ pour un acier dur}$$

Résistance pratique au glissement ; $R_{pg} = (0,7 \cdot 950) / 5 = 133 \text{ MPa}$

10. CONCLURE sur la résistance de la vis prédéfinie en validant son choix dans le tableau de validité page 13/13.

QUATRIEME PARTIE

Validation du nouveau format en fonction des caractéristiques mécaniques des composants du système d'automatisation de porte existants.

1.5 / 1.5

COCHER la case correspondante à la réponse :

TABLEAU de VALIDATION		
CRITERE EVALUE	VALIDITE	
	Oui	Non
Vitesse angulaire admissible	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respect de la norme européenne 13241-1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Choix des vis d'assemblage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CONCLURE sur la validation du nouveau format :

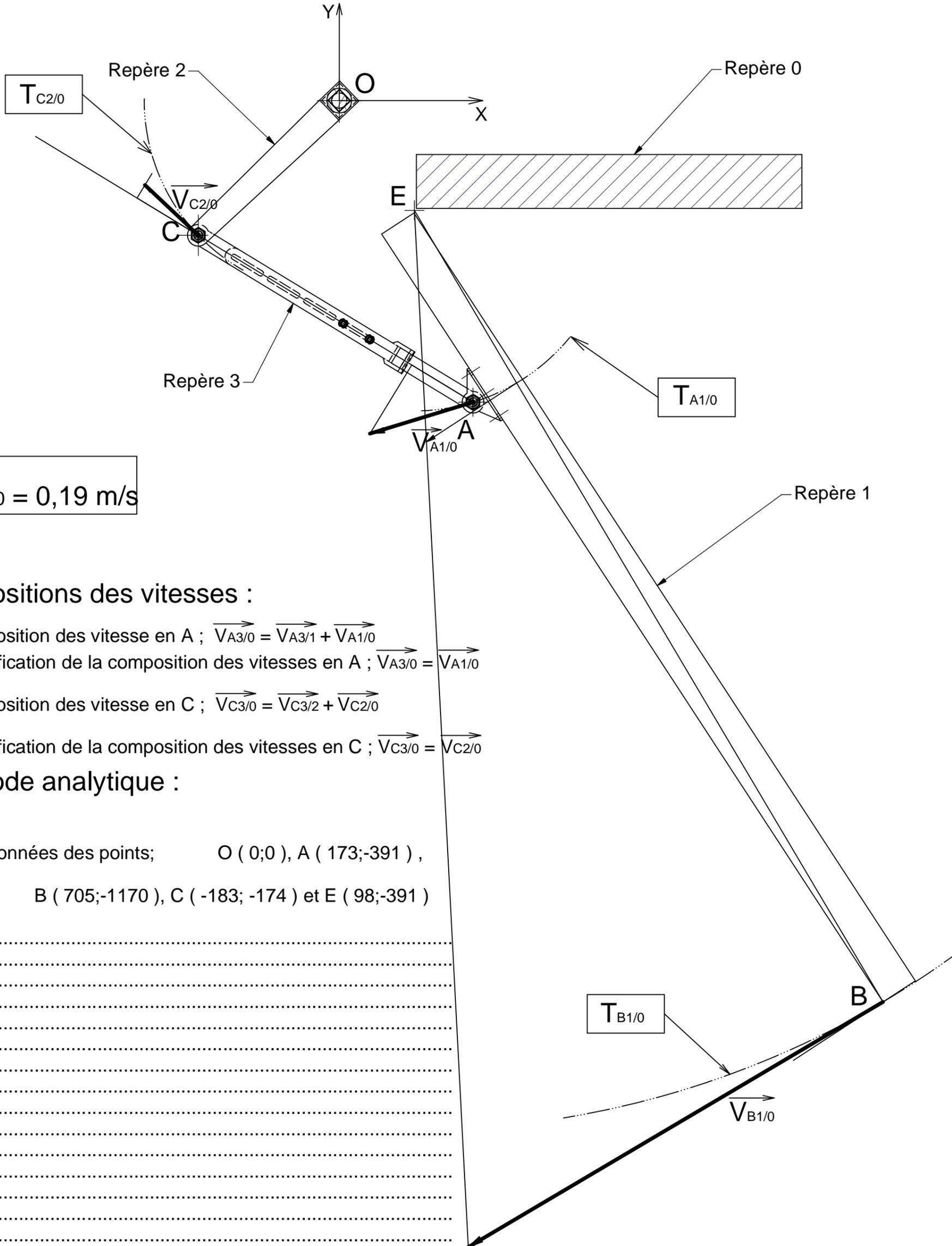
0.5 / 0.5

VALIDATION du nouveau format	<input checked="" type="checkbox"/>	
------------------------------	-------------------------------------	--

Comportement cinématique

Phase de fermeture

Echelle des vitesses; 10 mm \rightarrow 0,1 m/s



$$V_{C2/0} = 0,19 \text{ m/s}$$

Compositions des vitesses :

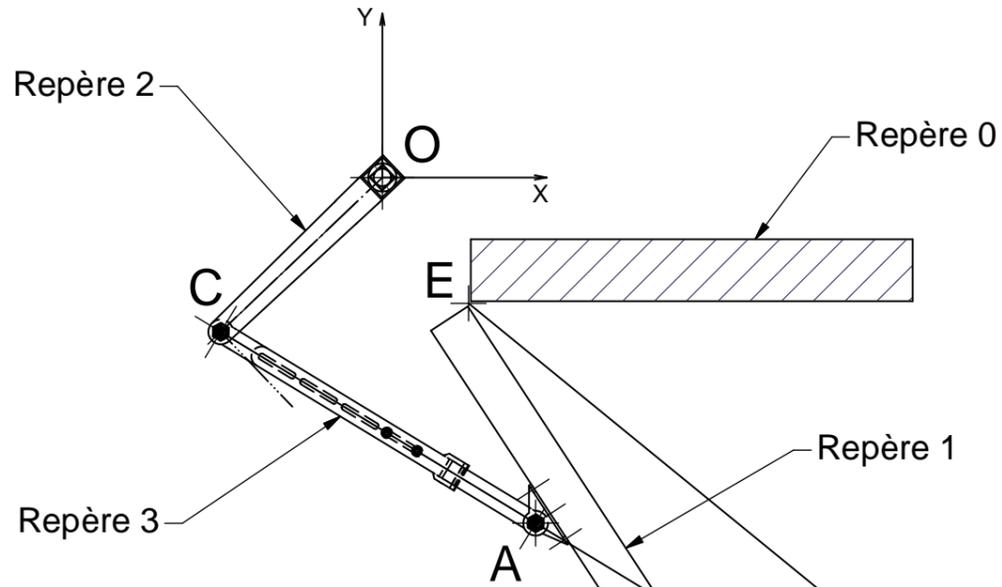
- Composition des vitesses en A ; $\vec{V}_{A3/0} = \vec{V}_{A3/1} + \vec{V}_{A1/0}$
- Simplification de la composition des vitesses en A ; $\vec{V}_{A3/0} = \vec{V}_{A1/0}$
- Composition des vitesses en C ; $\vec{V}_{C3/0} = \vec{V}_{C3/2} + \vec{V}_{C2/0}$
- Simplification de la composition des vitesses en C ; $\vec{V}_{C3/0} = \vec{V}_{C2/0}$

Méthode analytique :

Coordonnées des points; O (0;0), A (173;-391) ,
 B (705;-1170), C (-183; -174) et E (98;-391)

Comportement mécanique

Phase de fermeture pour une action de 150 N



Résolution graphique :

Tableau récapitulatif des actions extérieures au repère 1 :

Action	Pt d'appl.	Direct.	Sens	Norme
$\vec{F}_{U/1}$	B			150 N
$\vec{A}_{3/1}$	A			1032 N
$\vec{E}_{0/1}$	E			977 N

Norme des actions suivantes :

$$A_{3/1} = 1032 \text{ N}$$

$$E_{0/1} = 977 \text{ N}$$

Dynamique :

Echelle des forces; 1 mm \rightarrow 5 N

Méthode analytique :

Coordonnées des points; O (0;0), A (173;-391),
B (705;-1170), C (-183; -174) et E (98;-391)

