

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 :

- Dossier de travail page : 1/12 à 12/12
- Dossier réponse page : 1/2 à 2/2
- Dossier technique page : 1/5 à 5/5

Documents à rendre par le candidat :

- Un dossier travail
- Un dossier réponse

Calculatrice et documents personnels autorisés.

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

BAC PRO E.D.P.I.	1306-EDP ST 11	Session 2013	SUJET
U11 - Étude du comportement mécanique d'un système technique	Durée : 3 heures	Coefficient : 3	Page 1/19

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 :

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

- 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.

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

- 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 3. Troisième partie : Étude du comportement d'un solide sous charge.

- 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.

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

- 3.6 Validation des résultats déterminés.

PREMIÈRE PARTIE

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

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.

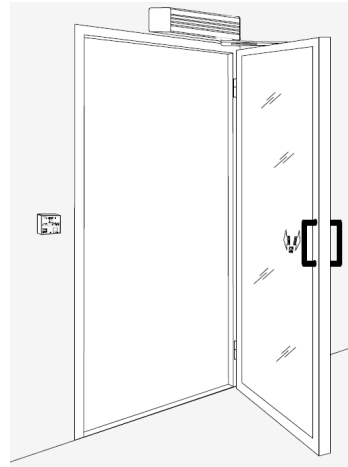


Figure 1

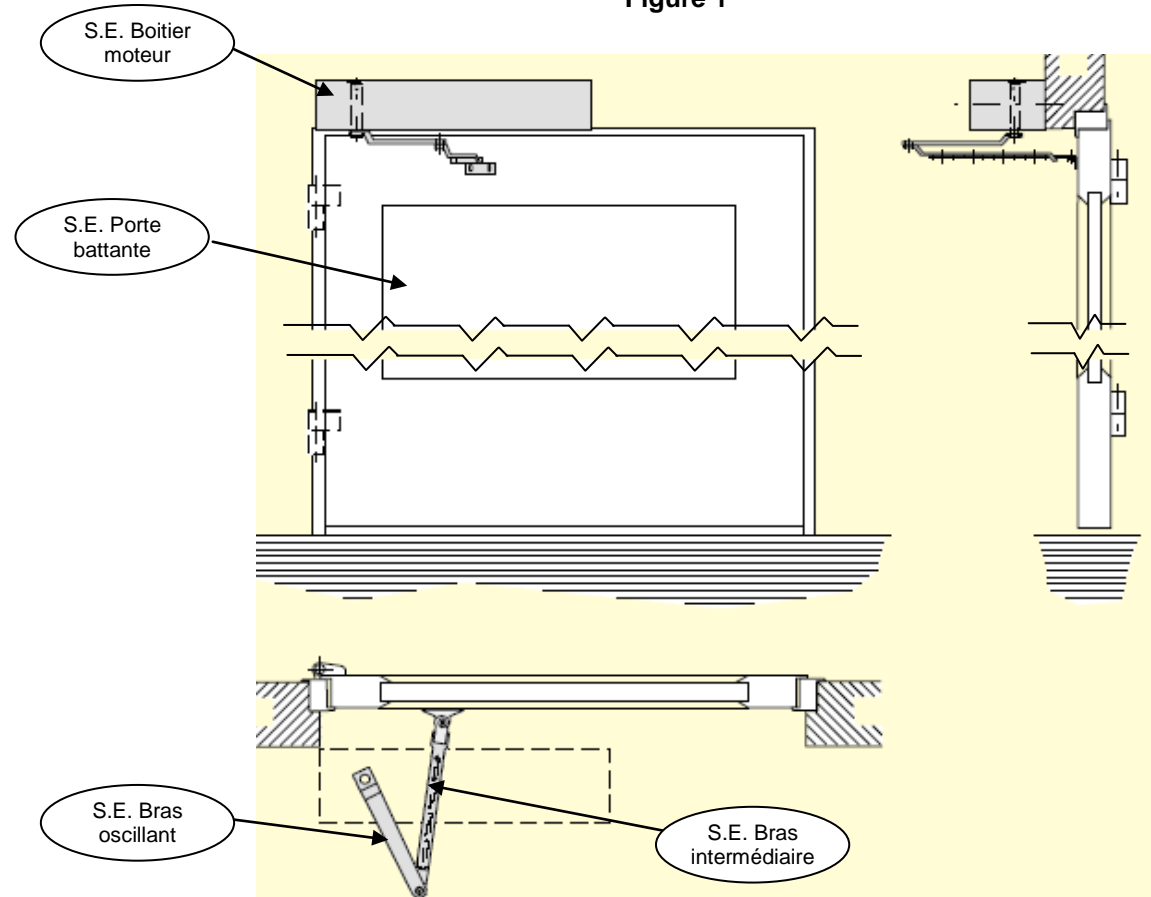


Figure 2

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.

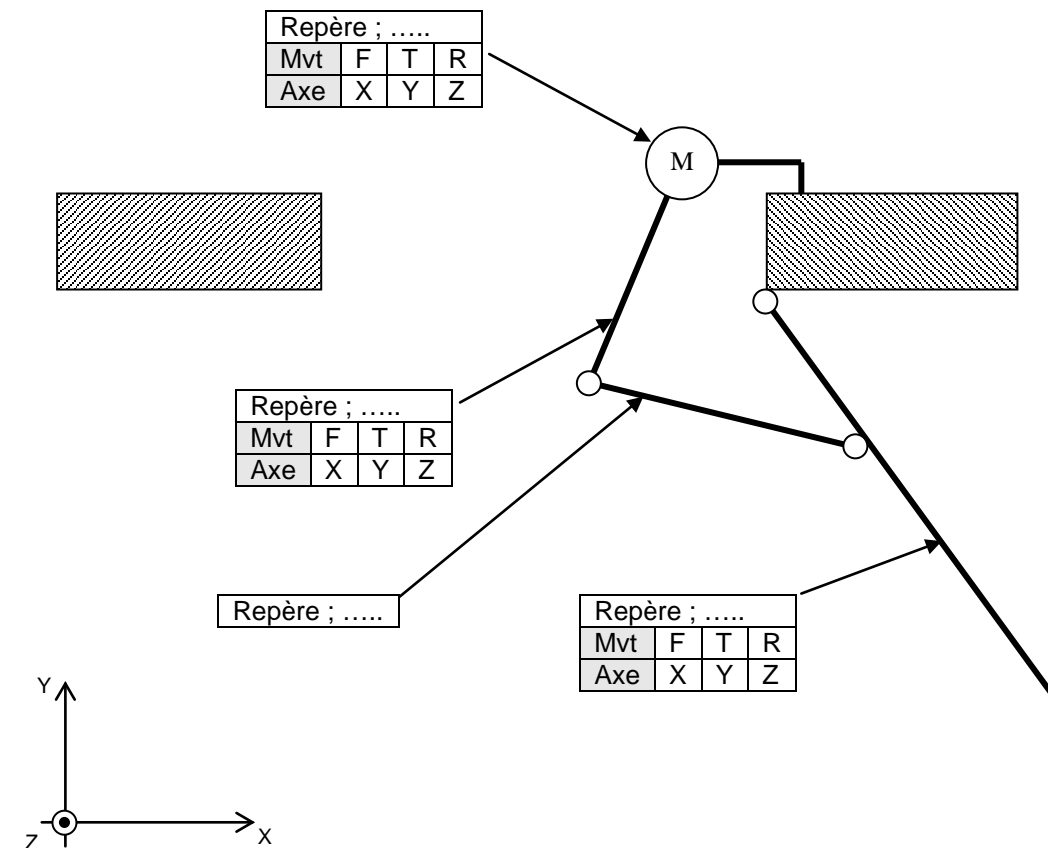


Figure 3

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

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

de secondes à secondes

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

Angle maximal d'ouverture ;

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}

$\omega_{1/0} =$

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}

$V_{B1/0} =$

Sur le document DR 1/2 :

5. **IDENTIFIER**, dans les cases correspondantes, les trajectoires des points A et B ; $T_{A1/0}$ et $T_{B1/0}$
6. Sachant que $V_{B1/0}$ a pour valeur $1,25 \text{ m.s}^{-1}$, **TRACER** ce vecteur vitesse sur sa direction appliquée au point B (phase de fermeture), en respectant l'échelle donnée.
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.
8. **IDENTIFIER**, dans la case correspondante, la trajectoire du point C ; $T_{C2/0}$
9. **DEFINIR** les vecteurs vitesses $\vec{V}_{A3/0}$ et $\vec{V}_{C3/0}$, par la méthode des compositions de vecteurs vitesses. (à faire sur le document DR 1/2 , dans l'espace approprié)
10. **DEFINIR**, Par la méthode graphique de « l'équiprojectivité », le vecteur $V_{C2/0}$ et **DONNER** la valeur de sa norme sur le document DR 1/2.
(Les tracés graphiques devront rester apparents)
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 $V_{C2/0} = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$

Résultats attendus à 10^{-2} près en m.s^{-1}

$\omega_{2/0} =$

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

$\omega_{c2/0} =$

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 <i>(vitesse minimale constatée)</i>	5 secondes <i>(vitesse maximale constatée)</i>
Vitesse angulaire du motoréducteur		

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 =

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 =

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

$\omega_{2/0\text{maxi}} =$

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

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 qui spécifie un effort limite de 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 lors de la fermeture de la porte

En vous aidant du document réponse DR 2/2 :

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

INVENTORIER les actions mécaniques extérieures agissant sur le repère 3 :

.....
.....

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

.....

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

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

INVENTORIER les actions mécaniques extérieures agissant sur le repère 1 :

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

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

L'équation des forces ;

L'équation des moments appliqués en O ;

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. $F_{utilisateur/1} = 150$ Newtons
4. Couple du motoréducteur = 40 N.m

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

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

b. $C_{moteur} =$

Echelle des forces ; 10 mm → 250 N

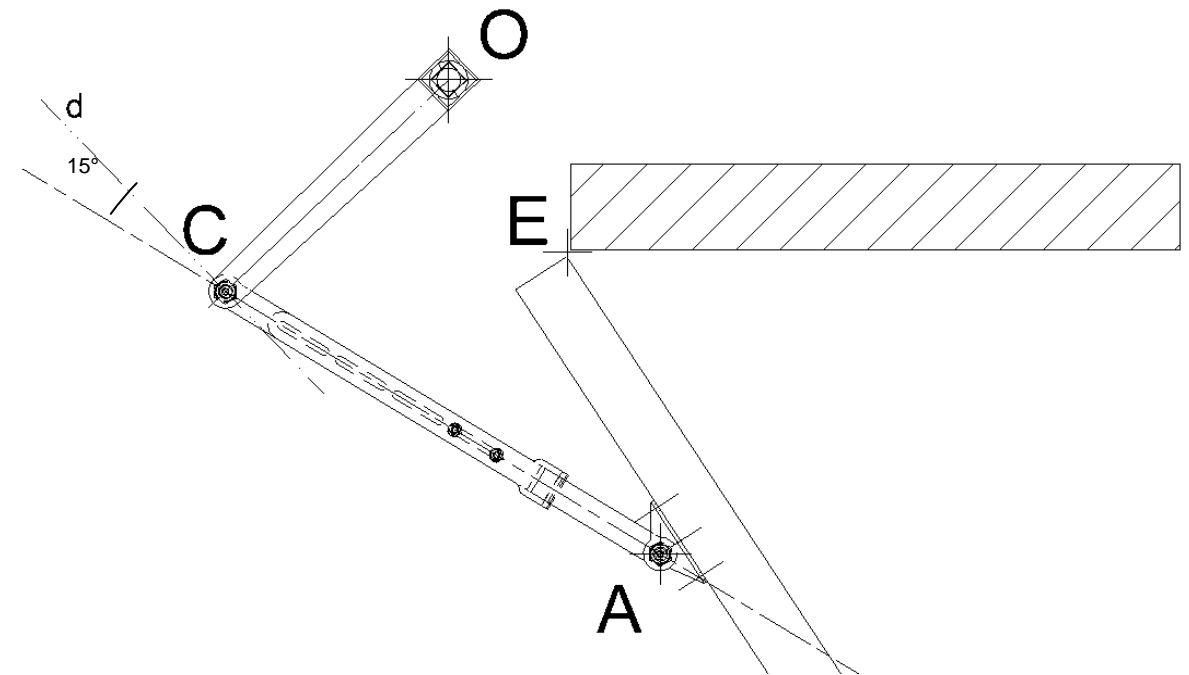


Figure 4

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

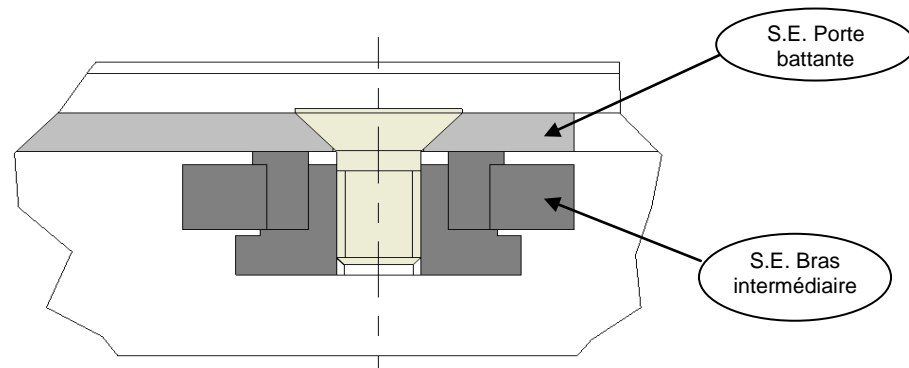
Hypothèses générales :

- 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)

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)

$F_{maximale} =$

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 :



3. Parmi les sollicitations exprimées ci-dessous, **ENTOURER** la sollicitation subit par l'articulation

Solide non sollicité

TRACTION	COMPRESSION	CISAILLEMENT	TORSION	FLEXION
F F	F F	F	F	contrainte normale σ
contrainte normale σ	contrainte normale σ	F	contrainte tangentielle τ	F' F F'
		Contrainte tangentielle τ	contrainte tangentielle τ	

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

Diamètre nominal =

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

Rectangulaire Circulaire Triangulaire

6. **ASSOCIER** la formule à cette section cisillée :

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

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

Section cisillée ; S =

8. En vous aidant de la formulation ci-dessous, **DETERMINER** la valeur de la contrainte tangentielle : (au dixième près)

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

Contrainte tangentielle ; $\tau =$

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

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

Résistance pratique au glissement ; $R_{pg} =$

10. **CONCLURE** sur la résistance de la vis prédéfinie en validant son choix dans le tableau de validité page 12/12.

QUATRIEME PARTIE

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

COCHER la case correspondante à la réponse :

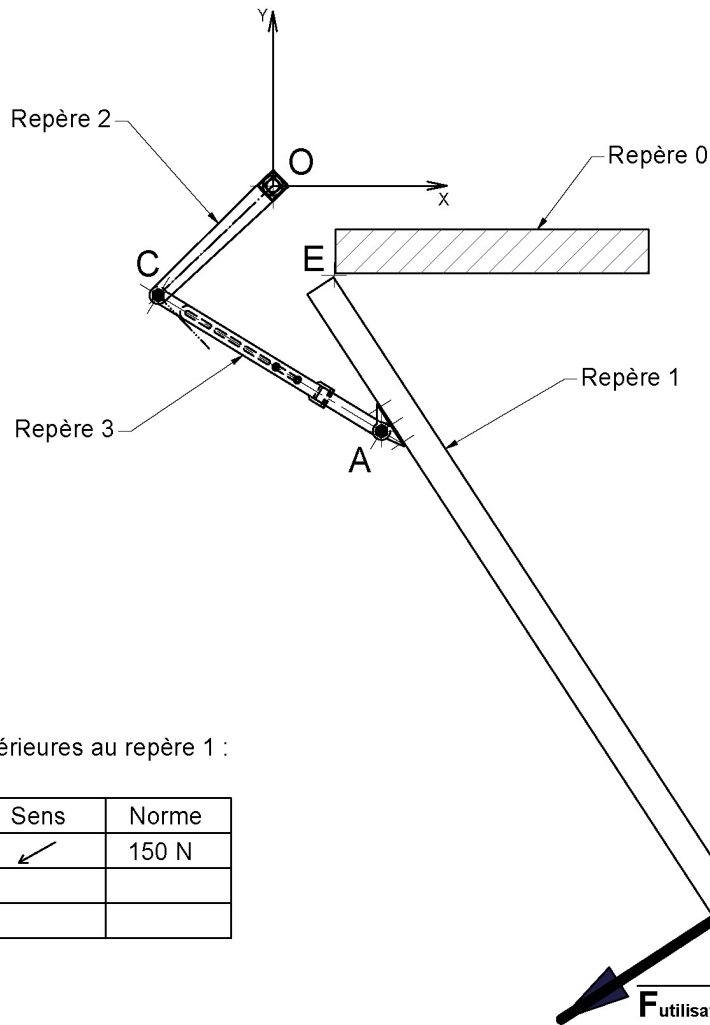
TABLEAU de VALIDATION		
CRITERE EVALUE	VALIDITE	
	Oui	Non
Vitesse angulaire admissible		
Respect de la norme européenne 13241-1		
Choix des vis d'assemblage		

CONCLURE sur la validation du nouveau format :

VALIDATION du nouveau format		
------------------------------	--	--

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
$\vec{A}_{3/1}$				
$\vec{E}_{0/1}$				

Norme des actions suivantes :

$A_{3/1} = \dots\dots\dots$ N

$E_{0/1} = \dots\dots\dots$ N

Dynamique :

Echelle des forces; 1 mm → 5 N

Méthode analytique :

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1306-EDP ST11 - SUJET

Origine
du dynamique
DR 2/2

DOSSIER TECHNIQUE

AUTOMAZIONE PER PORTE A BATTENTE
AUTOMATION FOR SWING GATES
AUTOMATION POUR PORTE A BATTANT
AUTOMATIK FÜR FLÜGELTÜREN
AUTOMATIZACIÓN PARA PUERTAS DE BATIENTE



dimensione / peso
dimensions / weights
dimensions / poids
Abmessungen / Gewicht
dimensiones / pesos

0.80 m - 250 kg

1.00 m - 200 kg

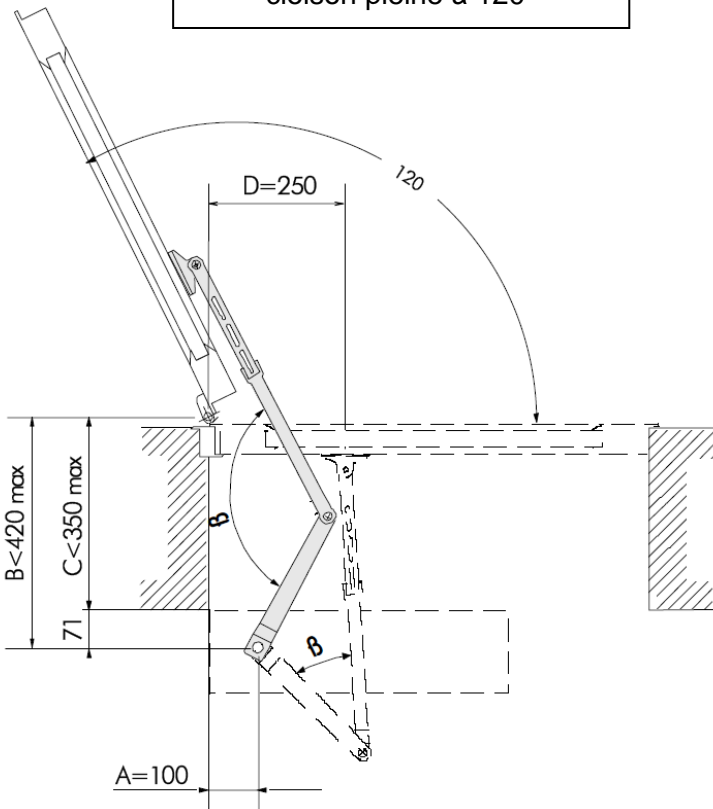
1.20 m - 150 kg

$\beta < 120^\circ$	$\beta < 180^\circ$
A = 100	A = 100
B < 420	B < 120
C < 350	C < 50
D = 250	D = 250

Le système garantit toujours une ouverture du vantail à 120° , cependant l'ouverture peut arriver jusqu'à 180° à condition que la dimension "B" soit limitée. Les dimensions "A" et "D" sont fixes. Compenser les différentes dimensions "B" en modifiant la longueur du levier de renvoi. Veiller à ce que, quand l'ouverture du vantail est à son maximum, l'angle " β " entre le bras et le levier de renvoi ne dépasse pas 120° et à ce que cet angle ne soit pas inférieur à 15° en fermeture.

Remarque: Dans les applications avec extension maximale du levier de renvoi, limiter de 30% la portée maximale. Le arrêt au sol est indispensable en ouverture maximum pour éviter que le mouvement hors course n'abîme bras et moteur.

Configuration maximale pour cloison pleine à 120°



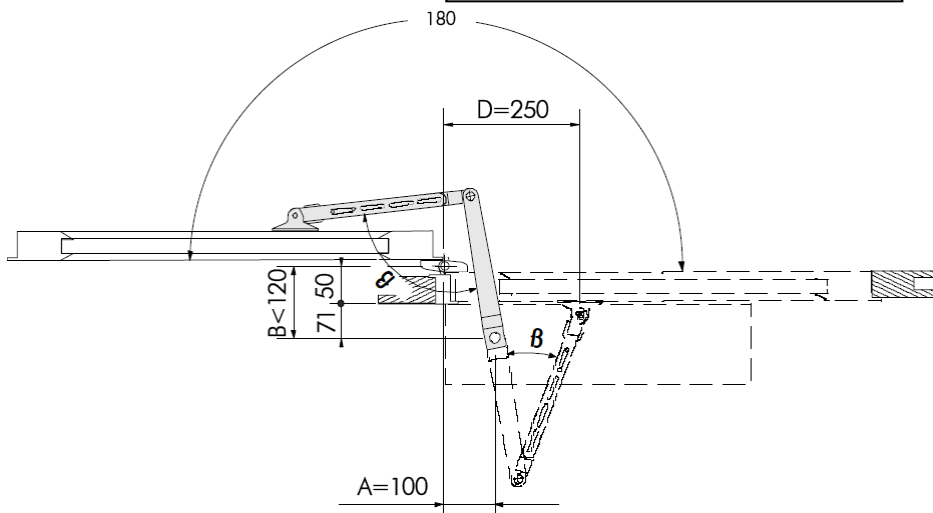
SNODO - ARTICULATION - ARTICULATION
GELENK - ARTICULACIÓN

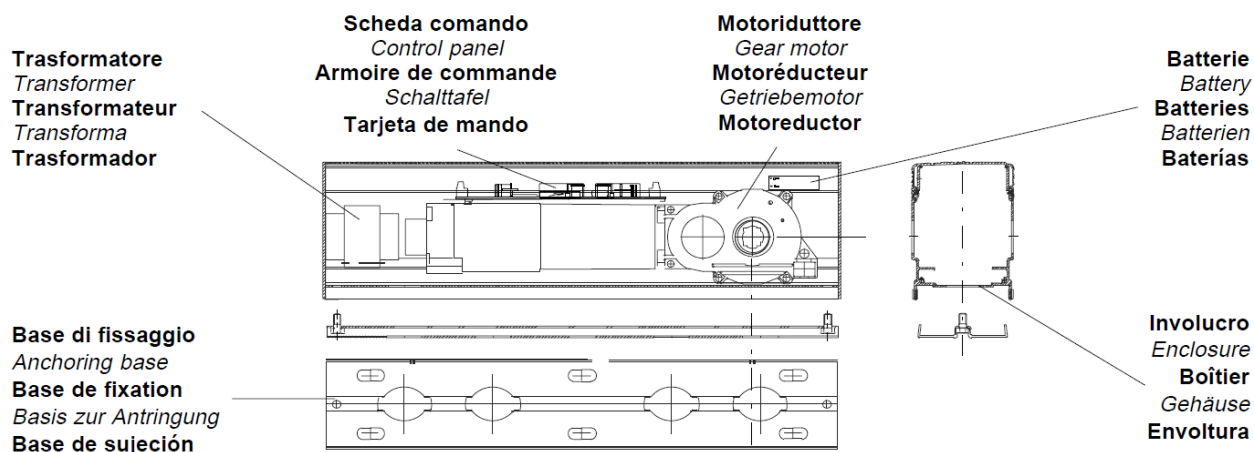
Vite M6x16
M6x16 screw
Vis M6x16
Schraube M6x16
Tornillo M6x16

Scontro acciaio
Steel pawl
Butée acier
Stahlgegenstück
Casquillo roscado de acero

Boccola ottone
Brass bush
Douille laiton
Messingbuchse
Casquillo de latón

Configuration maximale pour cloison sèche à 180°





CARACTERISTIQUES GENERALES

Description:

Système pour l'ouverture automatique d'une porte à battant avec battants jusqu'à 1,20 m.
Conçu et construit entièrement par CAME S.p.A., avec degré de protection IP40. Garantie 2 ans sauf en cas d'altération.

Modèles:

- **PB1100** Motoréducteur réversible à 24V avec armoire électrique incorporée;

Bras d'actionnement:

- **PB1001** Bras à glissière pour ouvrir en tirant;
- **PB1002** Bras articulé pour ouvrir en poussant.

Accessoires sur demande:

- **MA7034** Système anti-panique à batterie;
- **MA7041** Sélecteur des fonctions;
- **MS9502** Interrupteur à effleurement;
- **MF9011/9111** Photocellules de commande et de sécurité;
- **MR8001/8002** Radar à infrarouge;
- **MR8102/8103** Radar à micro-ondes;
- **MR8334-70-90** Capteur de sécurité à infrarouges actifs;
- **MP8030/8060** Supports sensibles.

Vérifiez que l'appareillage de commande, de sécurité et les accessoires sont des produits originaux CAME afin de garantir l'installation et d'en faciliter le montage et l'entretien.

VER.	ALIMENT.	CORRENTE MAX MOTORE	CORRENTE NOMINALE	POTENZA MAX ASSORBITA	INTERMITTENZA LAVORO	COPPIA MAX	RAPPORTO DI RIDUZIONE	TEMPO APERTURA	POTENZA MAX ACCESSORI	TEMPERATURA DI ESERCIZIO
VER.	POWER SUPPLY	MOTOR MAX CURRENT	NOMINAL CURRENT	MAX POWER CONSUMPTION	DUTY CYCLE	MAX TORQUE	REDUCTION RATIO	OPENING TIME	ACCESSORIES FOR MAXIMUM POWER	OPERATING TEMPERATURE
VER.	ALIMENT.	ABSOPTION MAXIMALE MOTEUR	ABSOPTION NOMINALE	PUISSANCE MAXIMALE ABSORBEE	INTERMITTENCE DE TRAVAIL	COUPLE MAXIMAL	RAPPORT DE REDUCTION	TEMPS D'OUVERTURE	PUISSANCE MAXIMUM ACCESSOIRES	TEMPÉRATURE DE FONCTIONNEMENT
VER.	ANSCHLÜß-SPANNUNG	MAXIMAL-STROM MOTOR	NOMINAL-STROM	POTENZA MAX ASSORBITA	EINSCHALTDAUER	HÖCHST-DREHMOMENT	UNTERSETZUNGS-VERHÄLTNIS	ÖFFNUNGSZEIT	MAXIMALE LEISTUNG ZUBEHÖR	BETRIEBS-TEMPERATUR
VER.	ALIMENT.	CORRIENTE MAXIMA MOTOR	CORRIENTE NOMINALE	POTENCIA MAX ABSORVIDA	INTERMITENCIA TRABAJO	MOTOR MAXIMO	RELACION DE REDUCCION	TIEMPO APERTURA	POTENCIA MÁXIMA ACCESORIOS	TEMPERATURA DE SERVICIO
1.0	① 230V a.c 24V a.c. 50/€	6A	(230V) 0,6A	138W	②	40 Nm	1/108	③ da 2" a 5"	④ 30W	-20°<+70°

Tableau de valeurs

	ω_c 2/0	ω_B 1/0
Temps (s)		
+0.00000E+00	+3.05310E-01	+4.18879E-01
+2.50000E-01	+3.21369E-01	+4.18879E-01
+5.00000E-01	+3.37680E-01	+4.18879E-01
+7.50000E-01	+3.54315E-01	+4.18879E-01
+1.00000E+00	+3.71386E-01	+4.18879E-01
+1.25000E+00	+3.89031E-01	+4.18879E-01
+1.50000E+00	+4.07527E-01	+4.18879E-01
+1.75000E+00	+4.27101E-01	+4.18879E-01
+2.00000E+00	+4.48151E-01	+4.18879E-01
+2.25000E+00	+4.71177E-01	+4.18879E-01
+2.50000E+00	+4.96846E-01	+4.18879E-01
+2.75000E+00	+5.26000E-01	+4.18879E-01
+3.00000E+00	+5.60067E-01	+4.18879E-01
+3.25000E+00	+6.00651E-01	+4.18879E-01
+3.50000E+00	+6.50457E-01	+4.18879E-01
+3.75000E+00	+7.13631E-01	+4.18879E-01
+4.00000E+00	+7.97174E-01	+4.18879E-01
+4.25000E+00	+9.14324E-01	+4.18879E-01
+4.50000E+00	+1.09539E+00	+4.18879E-01
+4.75000E+00	+1.43935E+00	+4.18879E-01
+5.00000E+00	+0.00000E+00	+0.00000E+00

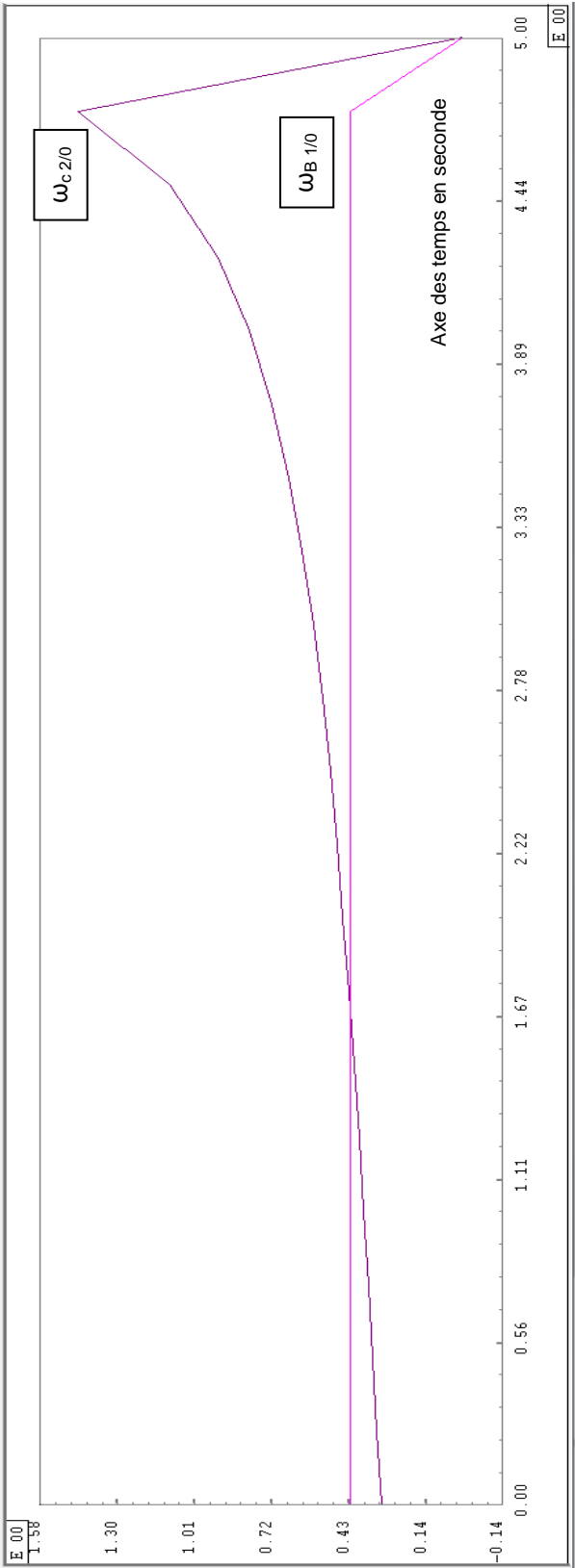


Tableau de valeurs

	Cmoteur	F articulation
Temps (s)		
+	+0.0000E+00	+1.64019E+02
+	+2.5000E-01	+1.64891E+02
+	+5.0000E-01	+1.66067E+02
+	+7.5000E-01	+1.67603E+02
+	+1.0000E+00	+1.69568E+02
+	+1.2500E+00	+1.72047E+02
+	+1.5000E+00	+1.75142E+02
+	+1.7500E+00	+1.78978E+02
+	+2.0000E+00	+1.83712E+02
+	+2.2500E+00	+1.89544E+02
+	+2.5000E+00	+1.96734E+02
+	+2.7500E+00	+2.05636E+02
+	+3.0000E+00	+2.16739E+02
+	+3.2500E+00	+2.30757E+02
+	+3.5000E+00	+2.48780E+02
+	+3.7500E+00	+2.72584E+02
+	+4.0000E+00	+3.05316E+02
+	+4.2500E+00	+3.53283E+02
+	+4.5000E+00	+4.31782E+02
+	+4.7500E+00	+5.93939E+02
+	+5.0000E+00	+1.44873E+03

