

**Baccalauréat Professionnel  
« Maintenance des Équipements Industriels »**

**ÉPREUVE E1 : Épreuve scientifique et technique**

**Sous-épreuve E11 (unité 11) :  
Analyse et exploitation de données techniques**

**SESSION 2019**

**CORRIGÉ**

|                              |                              |                        |                  |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------|
| <b>BAC PRO MEI</b>           | <b>Code : 1909-MEI ST 11</b> | <b>Session 2019</b>    | <b>Corrigé</b>   |
| <b>E1 - SOUS-ÉPREUVE E11</b> | <b>Durée : 4 h</b>           | <b>Coefficient : 3</b> | <b>DC : 1/14</b> |

# DOSSIER QUESTIONS-RÉPONSES

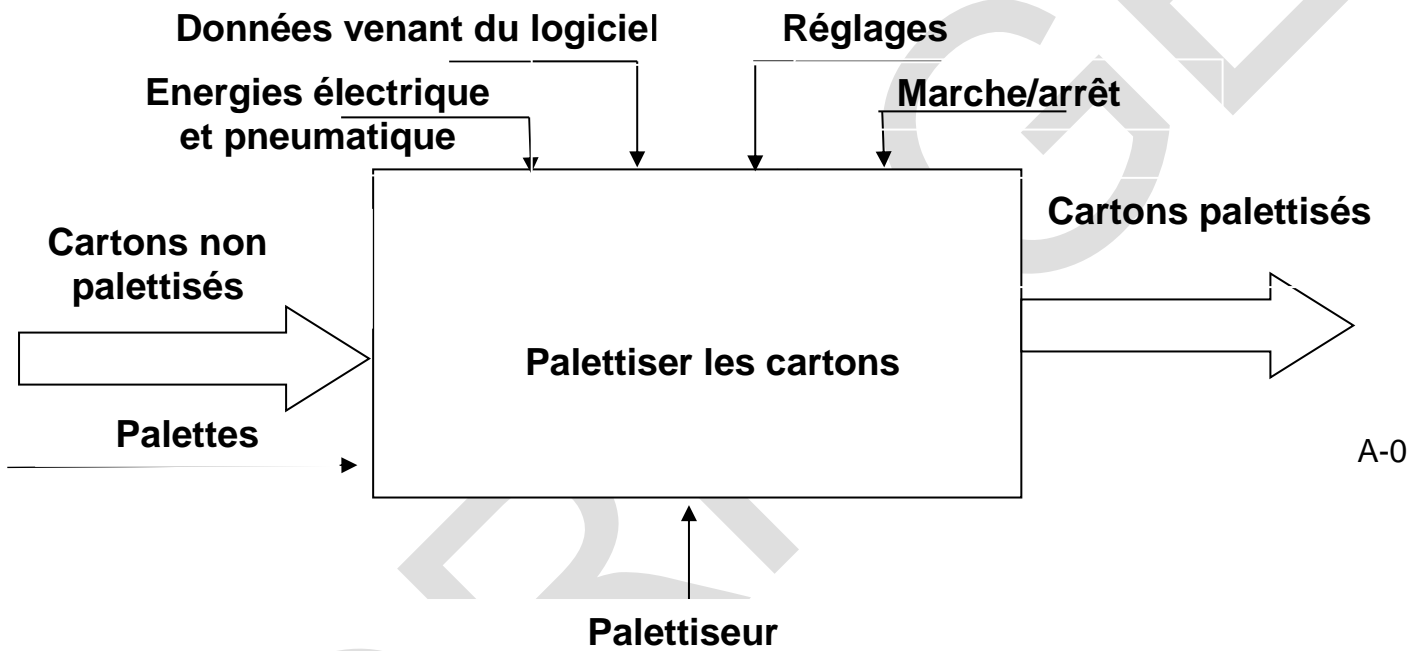
**PROBLEMATIQUE GENERALE :**

Un client désire emballer de nouveaux produits de congélation. Les cartons seront plus lourds que le standard de cette ligne de production. Ils auront également des dimensions différentes. Le service méthode vous demande l'aptitude du système à produire pour ce client.

Vous devez vérifier si le système supportera ces nouvelles contraintes.

|    |                                      |                     |                   |
|----|--------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Q1 | Analyse fonctionnelle du palettiseur | DTR 3/11, DTR 11/11 | Nbre pts : 15/200 |
|----|--------------------------------------|---------------------|-------------------|

Q1.1 **Compléter** le diagramme d'analyse fonctionnelle de niveau 0 du robot de palettisation ci-dessous :



**Données :** Cartons non palettisés, palettiseur, palettiser les cartons, palettes, cartons palettisés, énergies électrique et pneumatique, marche/arrêt, réglages, données venant du logiciel.

Q1.2 A l'aide du diagramme FAST (DTR 11/11) :

Quelle fonction de service assure ce palettiseur ?

..... **Palettiser des cartons** .....

Quelle solution technique permet de "Transformer une énergie pneumatique en énergie mécanique de translation" ?

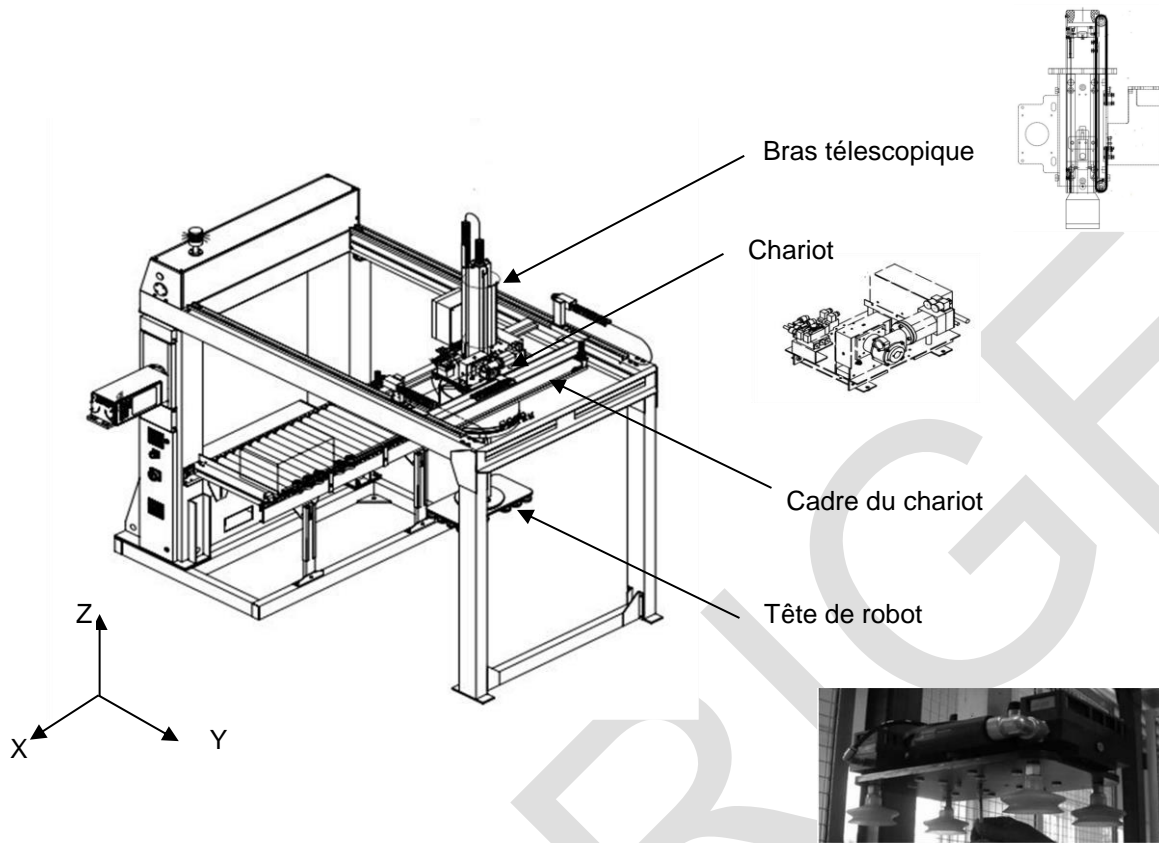
..... **Vérin pneumatique** .....

Quelle partie du palettiseur permet de saisir les cartons ?

..... **Tête de robot** .....

Q1.3 A l'aide du diagramme FAST (DQR 8/18) et de la figure ci-dessous, **cocher** les mouvements possibles des éléments du palettiseur listés ci-dessous :

|                       |                       |                 |           |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé   |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 2/14 |



| Parties du palettiseur                        | Mouvements possibles |          |          |          |    |          |
|---|----------------------|----------|----------|----------|----|----------|
|   | Translation          |          |          | Rotation |    |          |
|   | Tx                   | Ty       | Tz       | Rx       | Ry | Rz       |
| Chariot par rapport au cadre du chariot       | <b>X</b>             | <b>X</b> |          |          |    |          |
| Tête de robot par rapport au cadre du chariot |                      |          | <b>X</b> |          |    | <b>X</b> |

|                       |                       |                 |           |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé   |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 3/14 |

|    |  |                              |                     |
|----|--|------------------------------|---------------------|
| Q2 | Analyse cinématique de la tête de robot à pinces | DTR 2/11, DTR 8/11, DTR 9/11 | Nbre pts : 43,5/200 |
|----|--|------------------------------|---------------------|

Q2.1 **Compléter** les classes d'équivalence ci-dessus :

*Nota : Certains éléments apparaissent dans plusieurs classes d'équivalence (vis et éléments standardisés).*

Pièces à exclure : **{40 (x2)}**

Bâti : {SE1} = {02,03, **07(x2)**, 08 (x4),11, **12, 13 (x4),14 (x4)**, 15 (x4), 16 (x2), **17 (x4), 18 (x4), 19 (x4), 20 (x2), 21 (x4), 22 (x4)**, 24 (x2), 25 (x2), 26 (x24), 27 (x8), 28, **29, 30 (x2)**, 31 (x8), **32 (x4)**,35, 41 (x16) }

Pince gauche : {SE2} = {**01**, 03, 04, **05, 06**, 08 (x4), **09**, 10 (x4),13 (x4)  
14 (x4), 15 (x4), **23 (x2), 33 (x2)**, 34, 36 (x2)}

Pince droite : {SE3} = {**01**, 34, **33(x2)**, 36 (x2)}

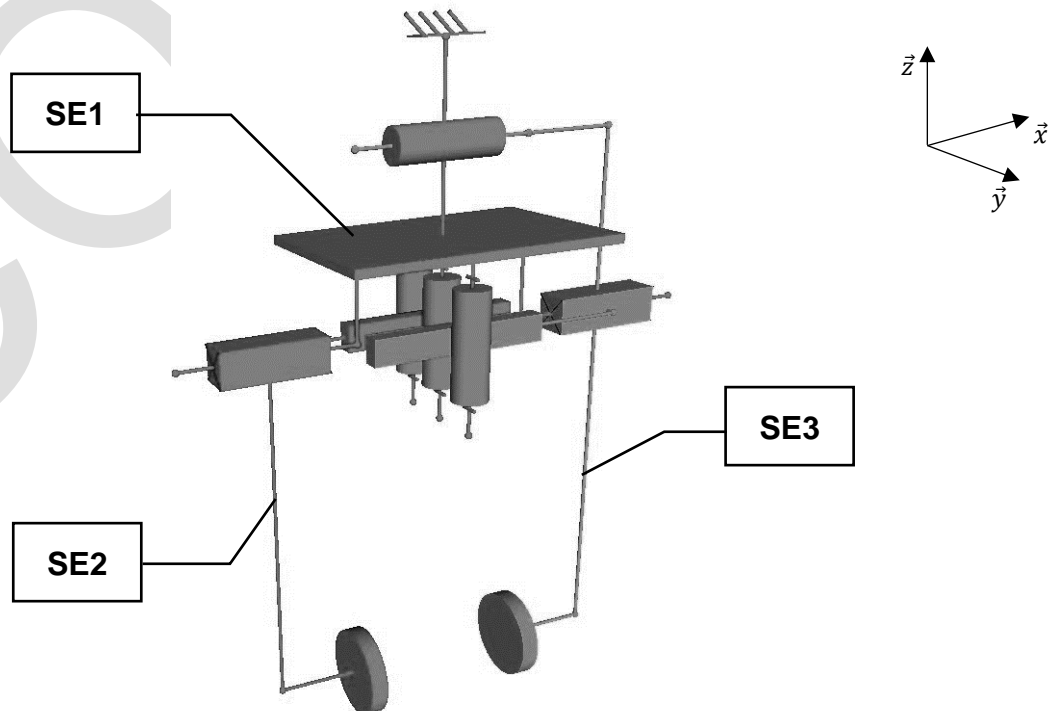
Disque : {SE4} = {8 (x5), **10 (x5)** 37, **38, 39**}

Galet pince gauche : {SE5} = {24}

Galet pince droite : {SE6} = {24}

Q2.2 **Repérer**, sur le schéma cinématique 3D ci-dessous, les différentes classes d'équivalence SE1, SE2 et SE3 :

Schéma cinématique 3D tête de robot à pinces



|                       |                       |                 |           |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé   |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 4/14 |

Q2.3 Compléter le tableau ci-dessous :

| Nom et axe de la liaison |   |
|--------------------------|---|
| Entre SE1 et SE2         | Nom de la liaison :<br><b>LIAISON GLISSIERE</b><br>Axe : <b>X</b> |
| Entre SE1 et SE3         | Nom de la liaison :<br><b>LIAISON GLISSIERE</b><br>Axe : <b>X</b> |

Q2.4 Dessiner (à l'aide du tableau des liaisons DTR 2/11) les liaisons cinématiques dans les 2 bulles ci-dessous :

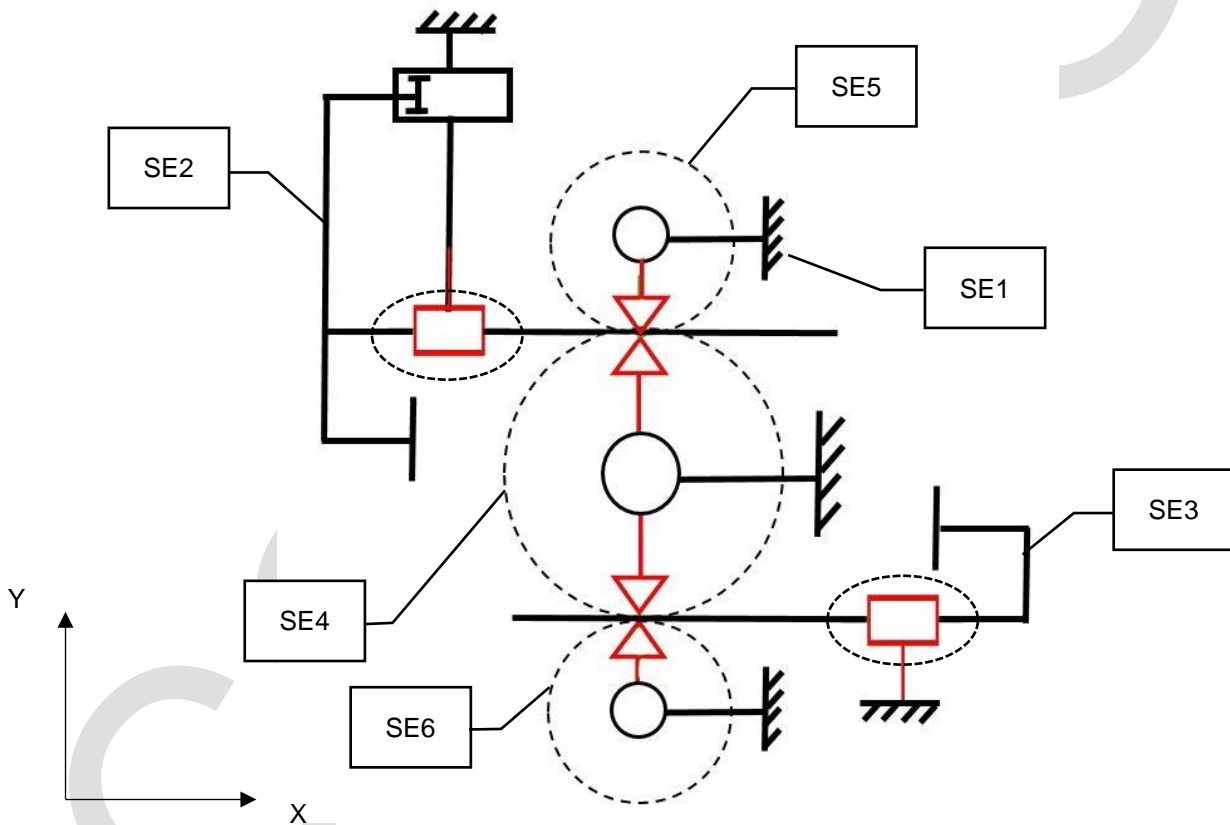


Schéma cinématique tête de robot à pinces – vue de dessus

|                       |                       |                 |           |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé   |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 5/14 |

## Problématique N°1 :

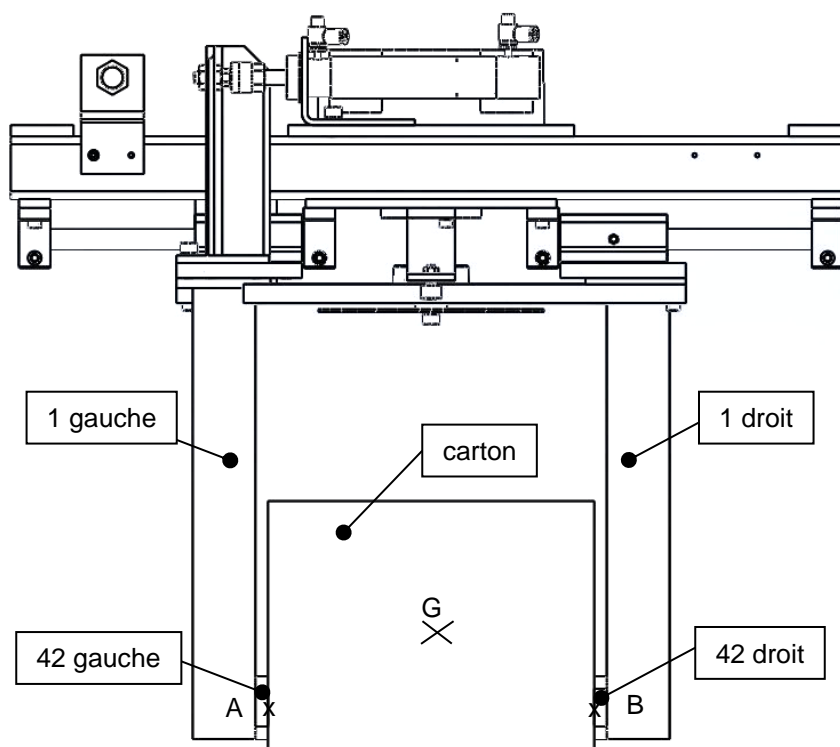
Dans le cadre de la vérification de l'aptitude du système à soulever des cartons plus lourds, on vous demande de vérifier l'effort de pincement sur les cartons pour répondre au besoin du client.

|    |                  |          |                     |
|----|------------------|----------|---------------------|
| Q3 | Analyse statique | DTR 6/11 | Nbre pts : 51,5/200 |
|----|------------------|----------|---------------------|

## Hypothèses :

On suppose :

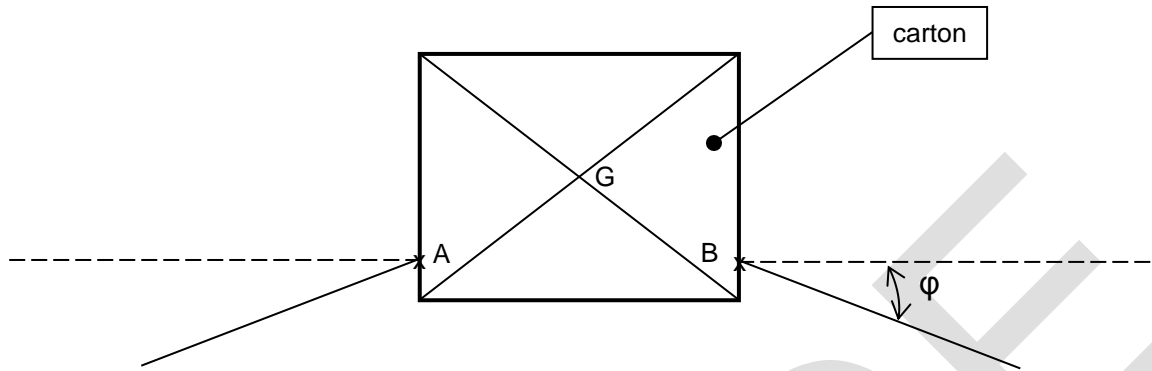
- Le problème plan.
- Les 2 bras de pinces parfaitement identiques.
- La face d'appui sur les cartons parfaitement planes.
- Le système est en équilibre.
- Le poids du carton de 15 kg s'appliquant au centre de gravité du carton de forme rectangulaire parfaite.
- Le coefficient d'adhérence carton/pince  $\mu = 0,4$  ( $\mu = \tan \varphi = T / N$ )



|                       |                       |                 |           |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé   |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 6/14 |

Q3.1 Isolement du carton.

**Compléter** le tableau bilan des forces ci-dessous.  
(Placer un ? lorsque la donnée est inconnue).



| Forces extérieures                                   | Point d'application | Droite d'action  | Sens | Intensité en N |
|--|---------------------|------------------|------|----------------|
| $\overrightarrow{\text{II A 42 gauche / carton II}}$ | <b>A</b>            |                  | ? ou | ?              |
| $\overrightarrow{\text{II B 42 droit / carton II}}$  | <b>B</b>            |                  | ? ou | ?              |
| $\overrightarrow{P_{\text{carton}}}$                 | <b>G</b>            | <b>verticale</b> |      | <b>150N</b>    |

Q3.2 Sur la figure DQR 10/18, **tracer** les directions des 3 actions :

**Résolution graphique :**

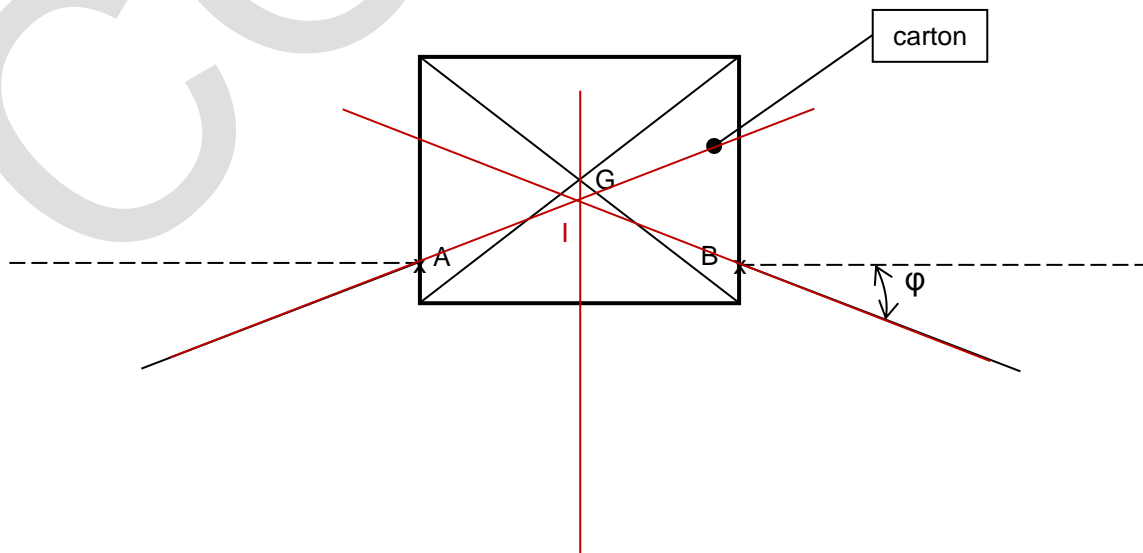
Sur la figure ci-dessous, nous allons **déterminer graphiquement** les efforts exercés sur le carton en A et en B.

On prendra  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Q3.3 **Calculer** le poids du nouveau carton à mettre en place :

$P = m \cdot g = 15 \times 9,81 = 147,15 \text{ N}$

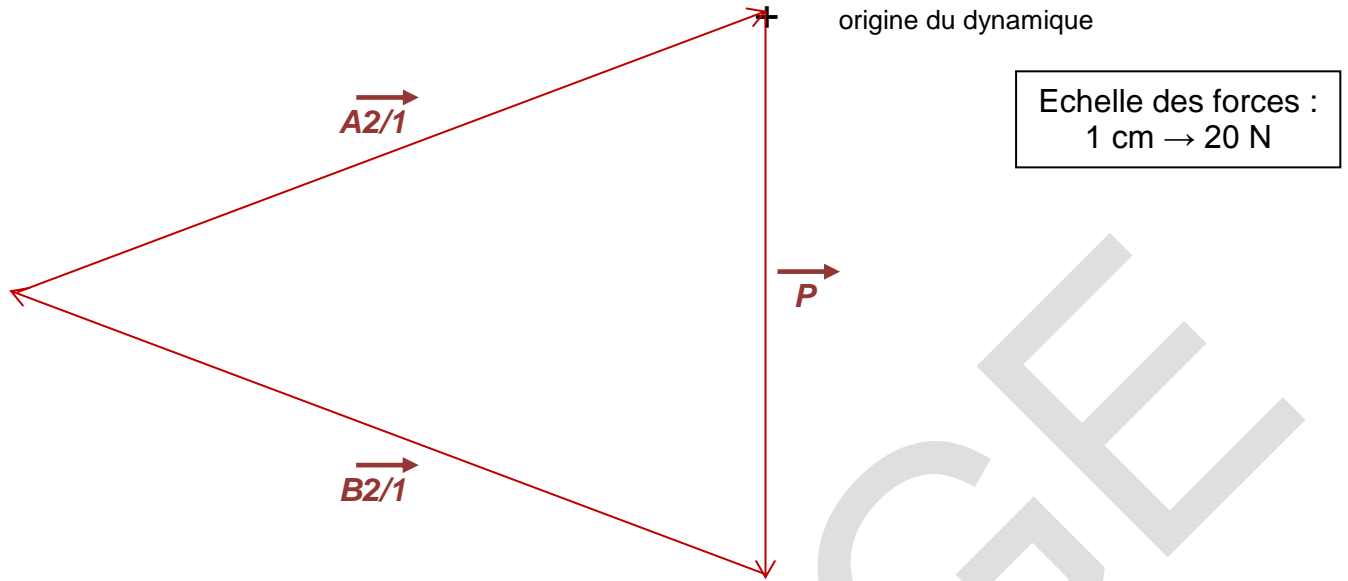
$\|\vec{P}\| = 147,15 \text{ N}$



|                              |                              |                        |                  |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------|
| <b>BAC PRO MEI</b>           | <b>Code : 1909-MEI ST 11</b> | <b>Session 2019</b>    | <b>Corrigé</b>   |
| <b>E1 - SOUS-ÉPREUVE E11</b> | <b>Durée : 4 h</b>           | <b>Coefficient : 3</b> | <b>DC : 7/14</b> |

Q3.4 Tracer le dynamique des forces.

Dynamique des forces



Q3.5 Compléter le tableau des résultats ci-dessous :

| Forces extérieures         | Intensité en N |
|----------------------------|----------------|
| II A 42 gauche / carton II | 212 (10,6cm)   |
| II B 42 droit / carton II  | 212 (10,6cm)   |

Pour la suite de l'étude, on prendra II A 42 gauche / carton II = II B 42 droit / carton II = 210N.

Q3.6 Pour rappel : le coefficient d'adhérence carton/pince  $\mu = 0,4$  ( $\mu = \tan \varphi = T / N$ )

Calculer  $\varphi$  :

$$\varphi = \tan^{-1} 0,4 = 21,80^\circ$$

Q3.7 A l'aide du DTR 6/11, calculer l'effort normal N :

$$\cos \varphi = N / F$$

$$N = \cos \varphi \times F = \cos 21,80 \times 212 = 196,84 \text{ N}$$

Q3.8 Calculer l'effort maximum  $F_v$  développé par le vérin CMK2-FA-32-100 sachant que la pression d'utilisation est de 10 bars (voir formule sur DTR 6/11) :

$$F = p.S \dots \text{application numérique : } F_v = 1 \times \pi . 32^2 / 4 = 803,84 \text{ N}$$

$$\|\vec{F}_v\| = 803,84 \text{ N}$$

Q3.9 Ce vérin conviendra-t-il pour le changement de cartons sur la ligne de palettisation ?

Argumenter votre réponse.

**Le vérin convient, les efforts sur le carton doivent être de 196,84 N au minimum et la force développée par celui-ci est de 803,84 N donc supérieure.**

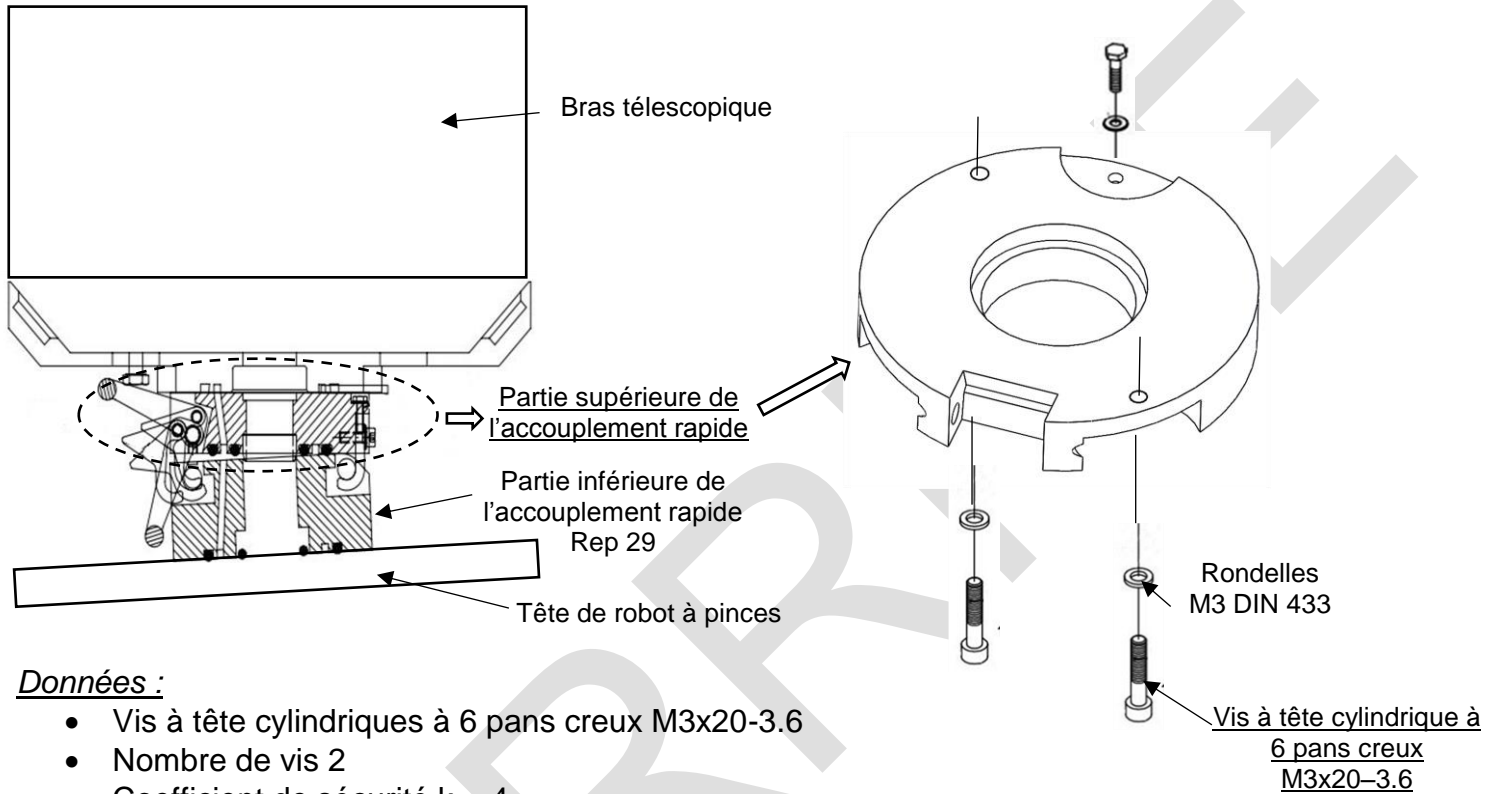
|                       |                       |                 |           |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé   |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 8/14 |



## Problématique N°2 :

La partie supérieure de l'accouplement rapide est montée sur le bras télescopique à l'aide de 2 vis à tête cylindrique à 6 pans creux M3x20-3.6 et rondelles M3 DIN 433. Lors de l'entretien hebdomadaire, le service de maintenance constate une déformation de ces vis. On vous propose d'étudier cette déformation et d'y proposer une solution.

|    |                          |                    |                   |
|----|--------------------------|--------------------|-------------------|
| Q4 | Résistance des matériaux | DTR 5/11, DTR 7/11 | Nbre pts : 45/200 |
|----|--------------------------|--------------------|-------------------|



### Données :

- Vis à tête cylindriques à 6 pans creux M3x20-3.6
- Nombre de vis 2
- Coefficient de sécurité  $k = 4$
- Masse de la tête à pinces : 20 kg
- Poids du carton : 250 N

Q4.1 Quelle contrainte subissent ces vis ? **Entourer** la bonne réponse :

Compression

Torsion

Traction

Q4.2 A partir de DTR 5/11, **donner** la valeur de la résistance de la matière constituant les vis :

**Re = 180 Mpa**

Q4.3 **Calculer** le poids du système carton + tête de robot à pinces, en déduire la valeur de la force sur chaque vis :

$$P = m \cdot g = (250 + (20 \times 9.81)) / 2 = 223,1 \text{ N}$$

**F=223,1 N**

|                       |                       |                 |           |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé   |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 9/14 |

Q4.4 A l'aide du document DTR 5/11, **donner** la formule du calcul du diamètre d3 de la vis étudiée :

$$d_3 = d - 1,2268 P$$

Q4.5 A partir du document DTR 5/11, **donner** la valeur du pas :

$$p = 0,5 \text{ mm}$$

Q4.6 **Calculer** le diamètre du noyau d3 :

$$d_3 = 3 - 1,2268 \times 0,5 = 2,3866 \text{ mm}$$

$$d_3 = 2,3866 \text{ mm}$$

Q4.7 **Calculer** l'aire de la section d'une vis sollicitée :

Rappel : aire d'un disque :  $S = \pi R^2$

$$S = \pi \times (2,3866/2)^2$$

$$S = 4,47 \text{ mm}^2$$

Q4.8 A partir du document DTR 7/11, **calculer** la contrainte  $\sigma$  dans une vis :

$$\sigma = N / S = 223,1 / 4,47 = 49,91 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = 49,91 \text{ Mpa}$$

Q4.9 A partir de DTR 7/11, **calculer** Rpe, résistance pratique d'élasticité de la matière des vis :

$$R_{pe} = R_e / k = 180 / 4$$

$$R_{pe} = 45 \text{ Mpa}$$

Q4.10 **Ecrire** la condition de résistance d'une vis :

$$\sigma > R_{pe}$$

Q4.11 La condition de résistance est-elle respectée ? **Argumenter.**

**Non car  $49,91 \text{ Mpa} < 45 \text{ Mpa}$**

Q4.12 Sinon, **proposer** une solution pour résoudre le problème.

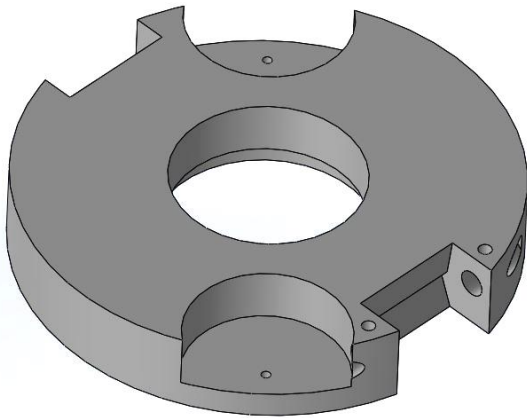
Augmenter le diamètre de la vis  
Augmenter le nombre de vis  
Changer la classe de qualité de la vis

|                       |                       |                 |            |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé    |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 10/14 |

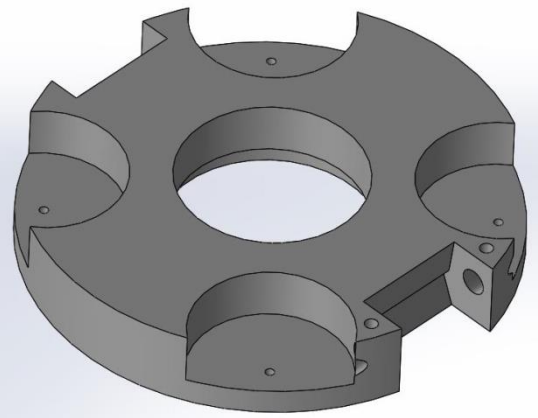
Afin d'améliorer la résistance des vis, le service de maintenance de modifier la partie supérieure de l'accouplement rapide en y ajoutant 2 trous taraudés et 2 évidements pour y introduire 2 vis à tête cylindriques à six pans creux M3x20-3.6 supplémentaires.

|    |                  |  |  |                   |
|----|------------------|--|--|-------------------|
| Q5 | Dessin technique |  |  | Nbre pts : 15/200 |
|----|------------------|--|--|-------------------|

*Vue en perspective - partie supérieure de l'accouplement rapide  
Ancienne version*



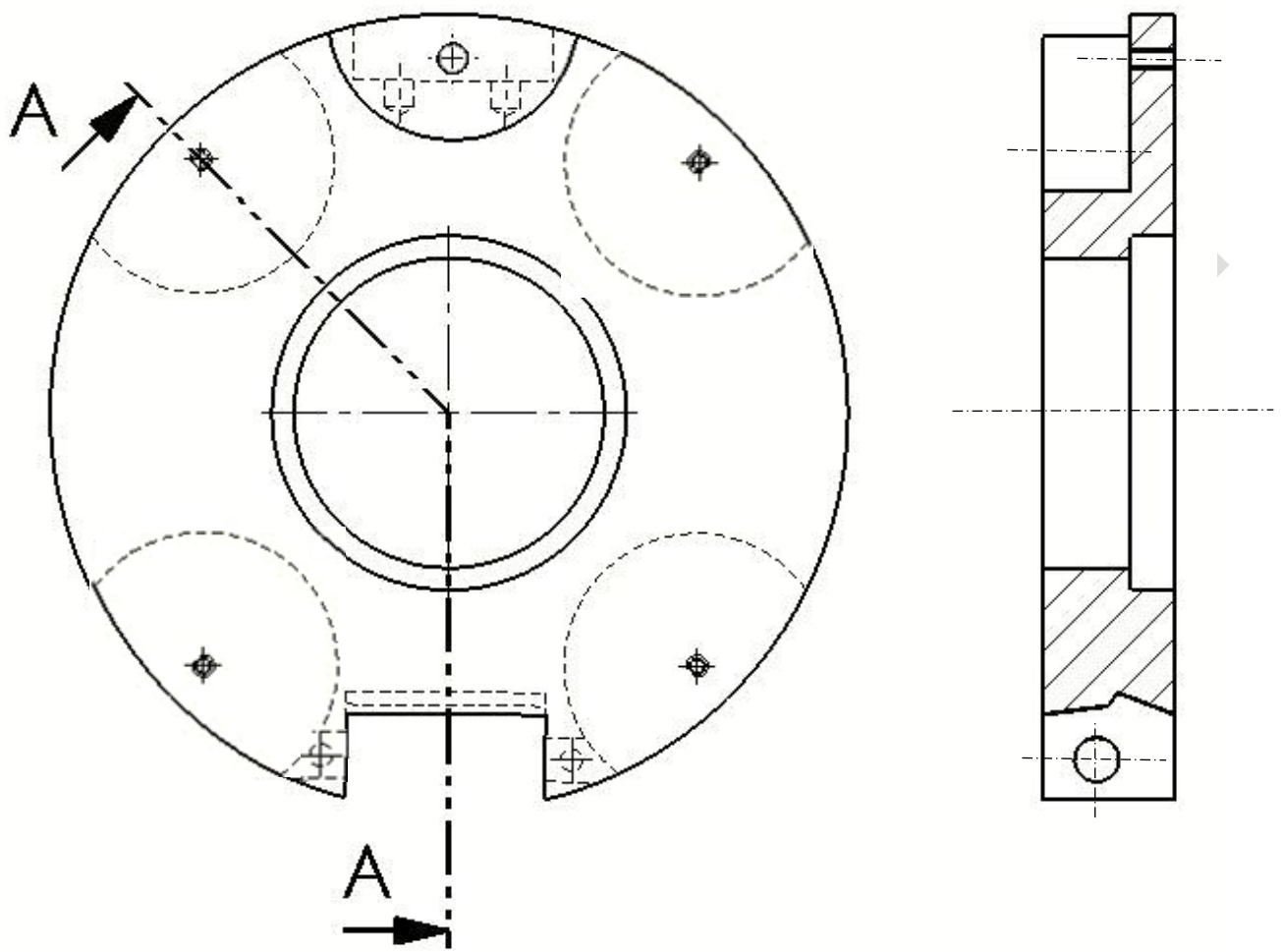
*Vue en perspective - partie supérieure de l'accouplement rapide  
Nouvelle version*



Q5.1 **Terminer** le dessin de définition Figure 1 du DQR 16/18 en complétant :

- La vue face en ajoutant 2 trous taraudés M3 débouchants + 2 évidements
- La vue de gauche en coupe A-A

|                       |                       |                 |            |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé    |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 11/14 |



*Figure 1*

|                       |                       |                 |            |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé    |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 12/14 |

### Problématique N°3 :

On souhaite vérifier la course du vérin (Référence : CMK2-C-FA-32-100) pour répondre au besoin du client qui souhaite emballer un produit de congélation de dimensions différentes. On va vérifier que l'ouverture de la pince est conforme au cahier des charges du client. Carton mini dimension : 275 mm.

Remarque : roulement sans glissement entre pinces et disque aux points C et D.

|    |                     |                     |                   |
|----|---------------------|---------------------|-------------------|
| Q6 | Analyse cinématique | DTR 4/11, DTR 10/11 | Nbre pts : 30/200 |
|----|---------------------|---------------------|-------------------|

Q6.1 A partir du document DTR 4/11, **donner** la course du vérin :

**C = 100 mm (soit 20 mm sur la figure 2)**

Q6.2 **Indiquer** la nature du mouvement de la pince droite par rapport au bâti :

**Mouvement de translation**

Q6.3 **Indiquer** la nature du mouvement du disque par rapport au bâti :

**Mouvement de rotation**

Q6.4 **Indiquer** la nature du mouvement de la pince gauche par rapport au bâti :

**Mouvement de translation**

Sur la Figure 2 DQR 18/18 :

Q6.5 **Tracer**  $T_{A \text{ Pince gauche/Bâti}}$  la trajectoire de A ∈ pince gauche/Bâti :

Q6.6 **Tracer**  $T_{B \text{ Pince droite/Bâti}}$  la trajectoire de B ∈ pince droite/Bâti :

Q6.7 **Tracer** A' la nouvelle position du point A pince fermée :

Q6.8 **Tracer** B' la nouvelle position du point B pince fermée :

Q6.9 **Mesurer** la taille des cartons les plus petits que l'on puisse saisir :

**D = 230 mm (46 mm mesuré)**

Q6.10 **Conclure et justifier** si l'ouverture de la pince est conforme au cahier des charges :

**L'ouverture est conforme au cahier des charges car la taille minimum des cartons que peut attraper la pince est de 230 mm.**

|                       |                       |                 |            |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé    |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 13/14 |

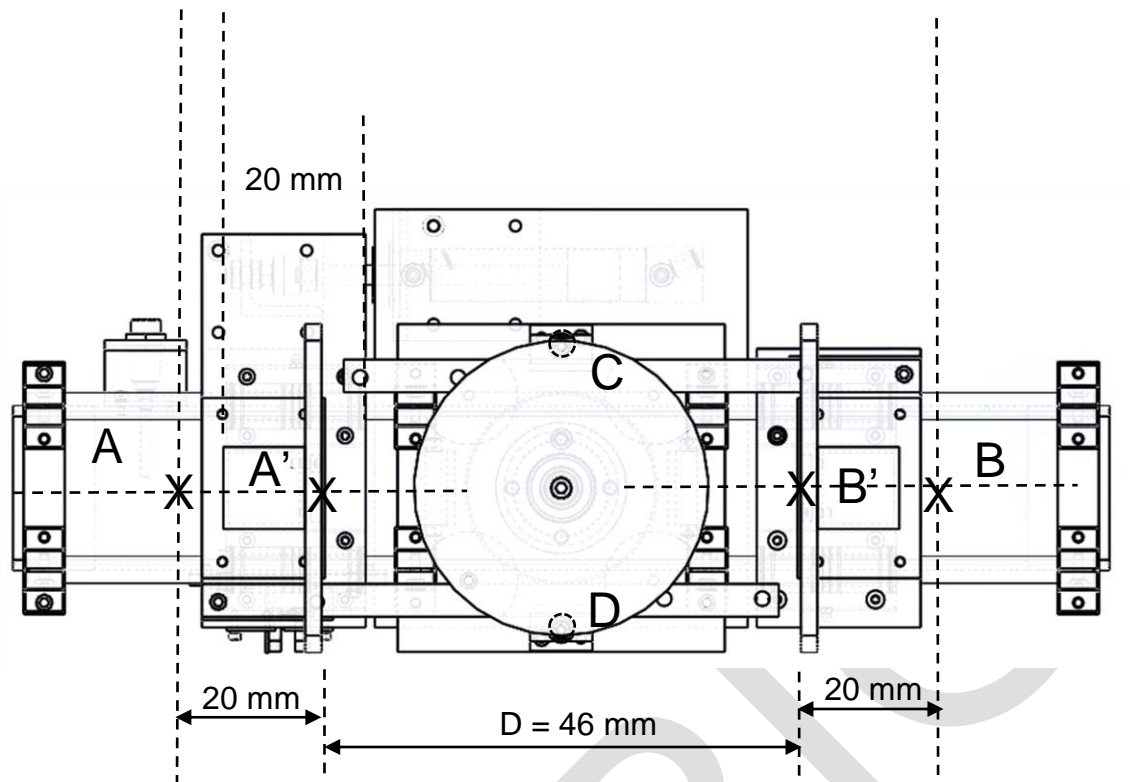


Figure 2  
Pince ouverte  
(Tête de robot en vue de dessous)

Echelle : 1/5

|                       |                       |                 |            |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------|
| BAC PRO MEI           | Code : 1909-MEI ST 11 | Session 2019    | Corrigé    |
| E1 - SOUS-ÉPREUVE E11 | Durée : 4 h           | Coefficient : 3 | DC : 14/14 |