



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

## Maintenance des Equipements Industriels

### Épreuve : E1- Épreuve Scientifique et Technique

Sous-épreuve E11 (unité11): Analyse et exploitation de données techniques

**Durée : 4 heures**  
**Coefficient : 3**

Cette sous-épreuve a pour support un bien ou un sous-système industriel pluritechnologique et son environnement, caractérisés par une problématique de maintenance.

Elle permet de vérifier que le candidat a acquis tout ou partie des compétences suivantes :

- Analyser le fonctionnement et l'organisation d'un système.
- Analyser les solutions mécaniques réalisant les fonctions opératives.

Les supports retenus sont liés à la spécificité maintenance des équipements industriels

**Ce sujet comporte : 20. pages**

- Dossier Présentation (DP).....feuilles 1/3 à 3/3
- Dossier Technique (DT) .....feuilles 1/6 à 6/6
- Dossier Questions Réponses (DQR) (à rendre par le candidat) feuilles 1/11 à 11/11

**Le Dossier Questions Réponses (DQR) est à rendre impérativement, même s'il n'a pas été complété par le candidat. Il ne portera pas l'identité du candidat. Il sera agrafé à une copie d'examen par le surveillant.**

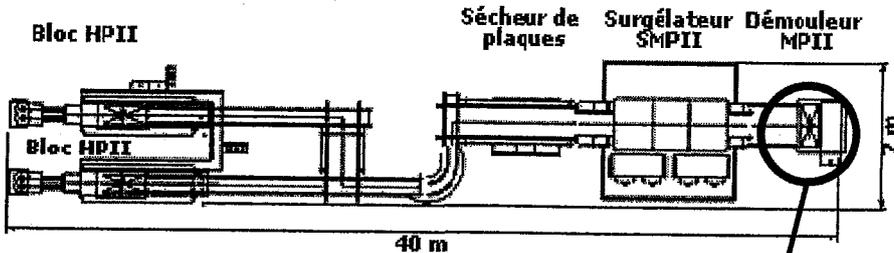
**Matériel autorisé :**

- Aide-mémoire du dessinateur
- Matériel de dessin technique
- Calculatrice scientifique de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire.  
(circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999 ; B.O.E.N. n° 42)

## INTRODUCTION

Une boulangerie industrielle a peu à peu diversifié ses process de fabrication qui permettent aujourd'hui à ses machines de fabriquer jusqu'à 3 tonnes de produits par heure : Baguettes, petits pains, .....

### Exemple d'une chaîne de production de précuit surgelé



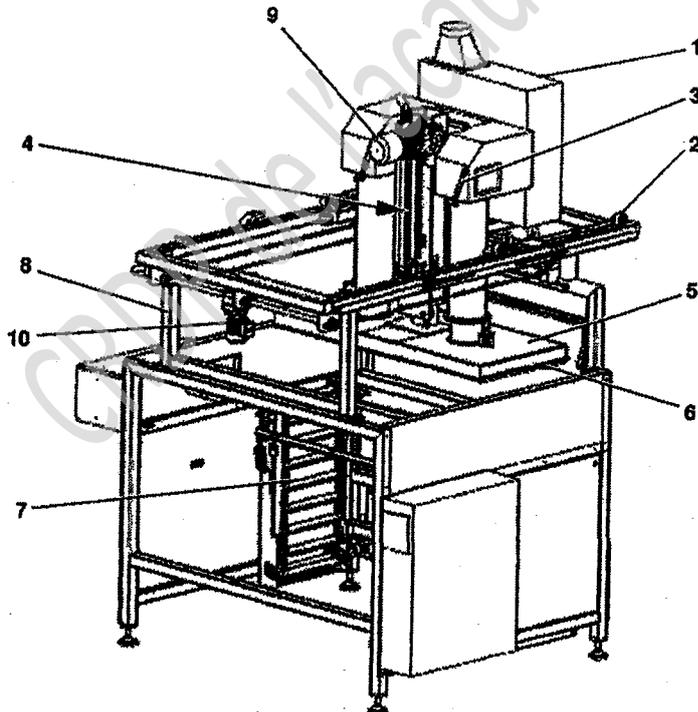
Jusqu'à 7 500 baguettes  
ou 40 000 petits pains  
par heure.

*( Document constructeur )*

## PRESENTATION DE LA MACHINE

Ces différents produits sont placés sur des plaques de cuisson. L'étude portera sur une partie du DEMOULEUR PAR ASPIRATION MP-II sur descenseur situé à l'extrémité de cette chaîne. Cette partie sera le descenseur.

## ELÉMENTS DU DÉMOULEUR PAR ASPIRATION MP II

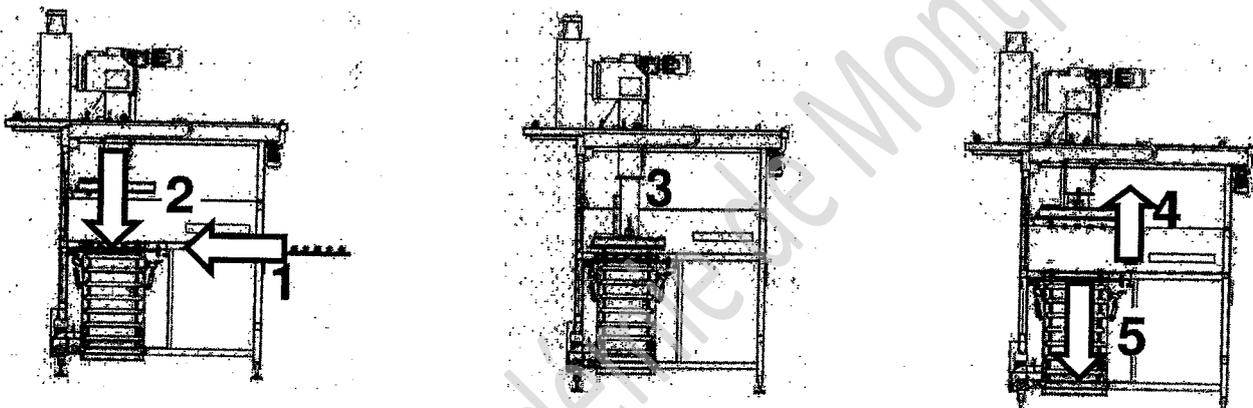


*( Document constructeur )*

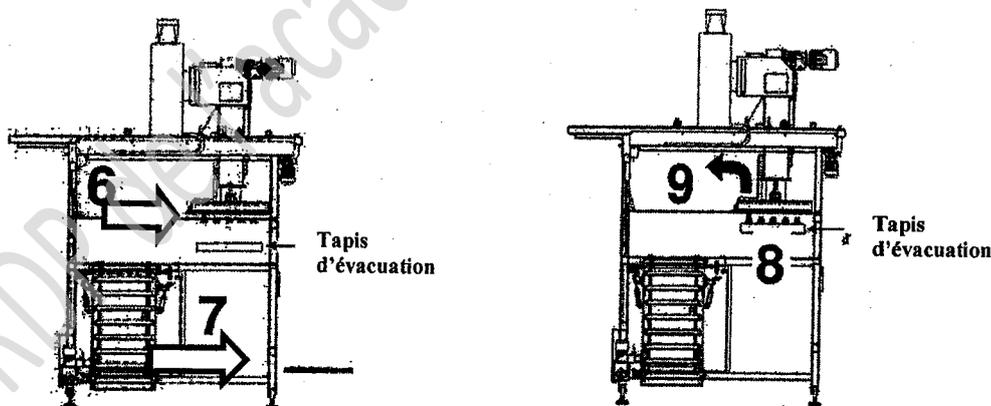
- 1- Ventilateur de mise en dépression
- 2- Chariot de transfert horizontal
- 3- Vérins pneumatiques d'actionnement des clapets de mise en dépression
- 4- Guidage de transfert vertical
- 5- Caisson d'aspiration mobile
- 6- Ventouses et leur support
- 7- Descenseur
- 8- Châssis fixe
- 9- Motoréducteur de transfert vertical
- 10- Motoréducteur de transfert horizontal

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

1. La plaque est poussée par le vérin pneumatique du convoyeur en position de démoulage sur les glissières du descenseur de plaques. Les barres de blocage se lèvent et assurent le maintien de la plaque pendant la phase de démoulage.
2. Le caisson d'aspiration descend pour appliquer les ventouses d'aspiration sur les produits à prélever.
3. Le caisson est mis en dépression grâce à l'actionnement pneumatique des clapets de mise en dépression.
4. Les produits sont retirés de la plaque de cuisson.
5. La plaque de cuisson descend d'un cran dans le descenseur.
6. Les produits sont transportés au-dessus du tapis d'évacuation.
7. Les plaques de cuisson seront évacuées sur le retour convoyage.
8. Les produits sont déposés sur le tapis d'évacuation.
9. Le caisson d'aspiration revient en position initiale.



*(Document constructeur)*



## CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

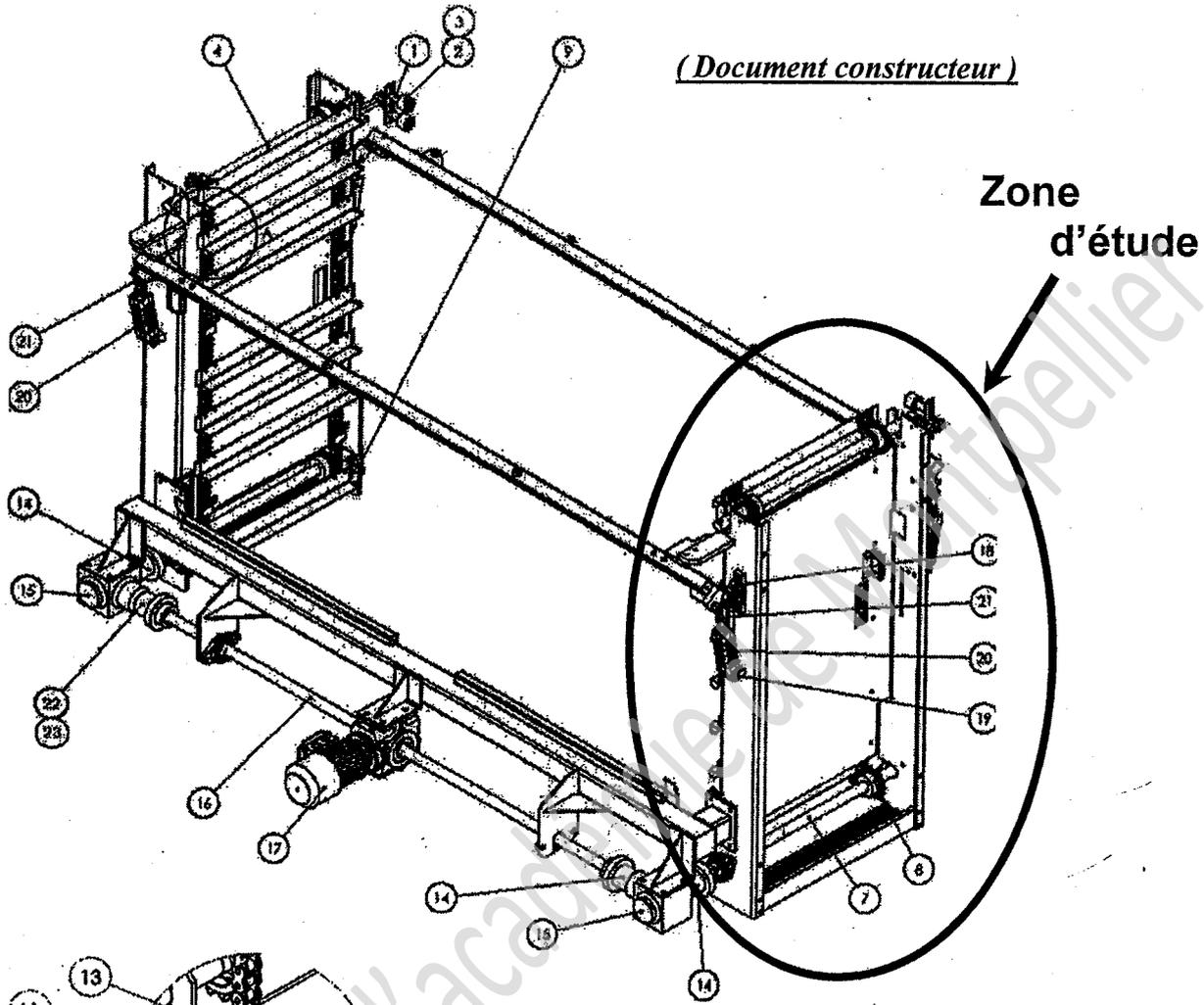
### AVANT TOUTE MISE EN ROUTE

Les conditions suivantes doivent être impérativement réunies pour le bon fonctionnement du démouleur sur descenseur :

1. Passage aisé des plaques sur le convoyeur retour.
2. Glissières de descenseur 2 mm en dessous du niveau du convoyeur d'entrée.
3. Courses horizontale et verticale du caisson d'aspiration réglées.

## MECANIQUE DESCENSEUR DE PLAQUE – QI080325

(Document constructeur)



| Pos. | Référence | Qté  | Un | Désignation                    |
|------|-----------|------|----|--------------------------------|
| 1    | QI030200  | 2    | UN | AXE GALET                      |
| 2    | 41202     | 4    | UN | ROULEMENT 12/28 L= 8.0 1 BILLE |
| 3    | QI030199  | 2    | UN | GALET                          |
| 4    | QI030078  | 2    | UN | ARBRE TENDEUR                  |
| 5    | QI030080  | 4    | UN | PIGNON DE RENVOI               |
| 6    | 41206     | 8    | UN | ROULEMENT 30/56 L=13.0 1 BILLE |
| 7    | QI030077  | 2    | UN | ARBRE MOTEUR                   |
| 8    | 31834     | 4    | UN | PIGNON BEA S P19.0 14Z A30     |
| 9    | 41557     | 6    | UN | PALIER DIAM 30 PCFT 30         |
| 10   | QF060098  | 34   | UN | GUIDE CADRE                    |
| 11   | QF080996  | 4    | UN | CHAINE D'ENTRAINEMENT DESC.    |
| 12   | 33105     | 68   | UN | ATTACHE RAPIDE PAS 19.05       |
| 13   | 33002     | 9,08 | m  | CHAINE PAS 19.05 SIMPLE        |
| 14   | QF030023  | 3    | UN | ACCOUPEMENT ELASTIQUE SPIDEX   |
| 15   | 31551     | 2    | UN | RENGOI D'ANGLE 2 SORTIES Ø 25  |
| 16   | QI030079  | 1    | UN | ARBRE D'ENTRAINEMENT           |
| 17   | 76719     | 1    | UN | MOTORED SA47DR63L4 BMHR 20T/M  |
| 18   | 41453     | 4    | UN | PALIER DIAM 20 PASE 20         |
| 19   | 45738     | 4    | UN | BRIDE ORIENTABLE SNCB - 32     |
| 20   | 45363     | 4    | UN | VERIN DNC 32 - 50 PPV-A        |
| 21   | 45072     | 4    | UN | CHAPE DE TIGE SGS M10 X 1.25   |
| 22   | QI030180  | 1    | UN | ACCOUPEMENT SPIDEX             |
| 23   | 31680     | 1    | UN | MOYEU SIT LOCK 8 - 30 X 41     |

|    |                             |          |
|----|-----------------------------|----------|
| E1 | DOSSIER QUESTIONS- REPONSES | DQR 1/11 |
|----|-----------------------------|----------|

**Problématique de départ.**

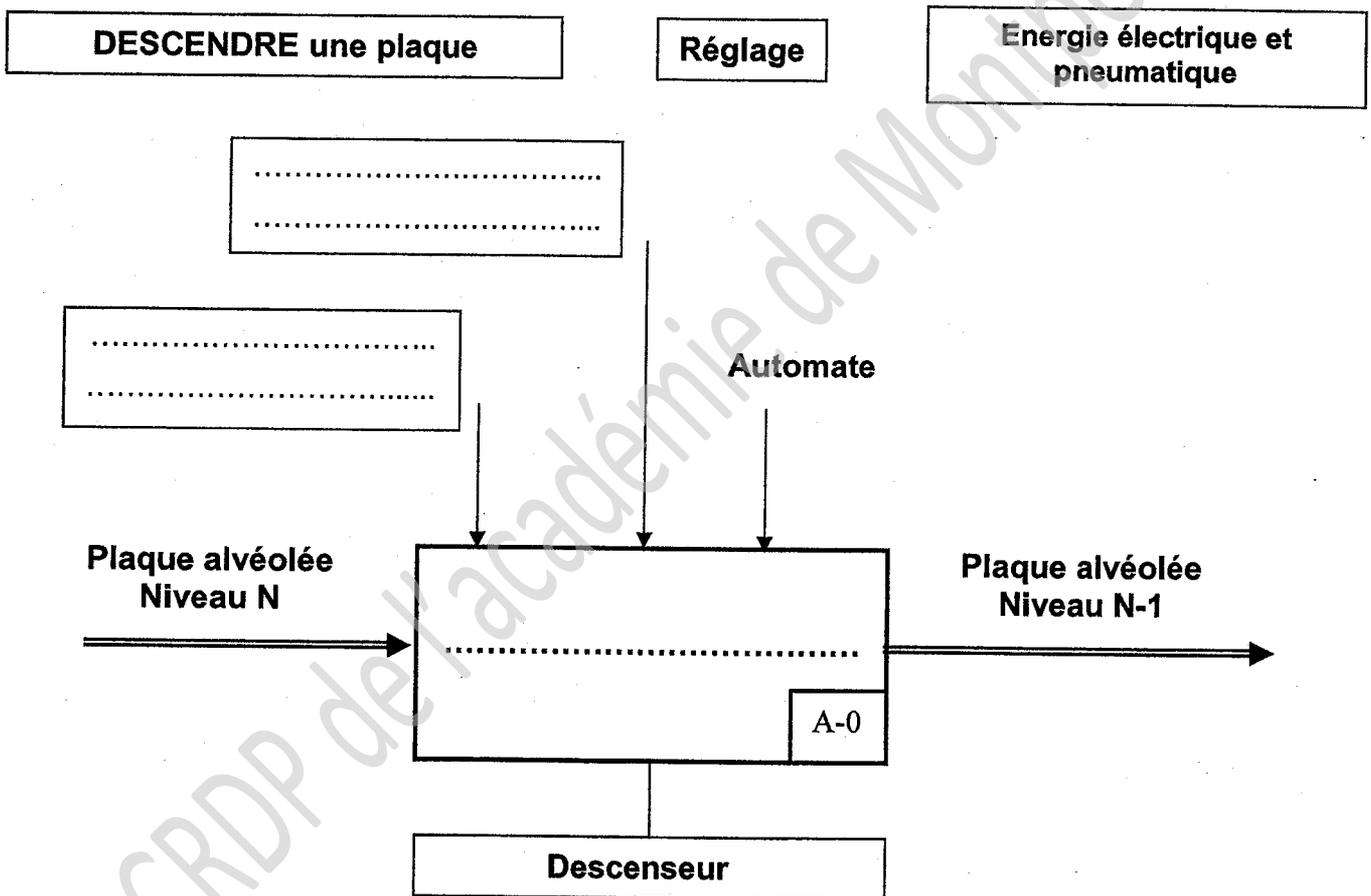
Suite à un dysfonctionnement du descenseur de plaques de cuisson, le service maintenance constate une usure prématurée des chaînes.

On demande à ce service de diagnostiquer les causes de cette usure.

Dans une première partie, vous allez faire l'étude du fonctionnement du système et vérifier les caractéristiques d'une chaîne.

|    |                                 |              |                |
|----|---------------------------------|--------------|----------------|
| Q1 | Définir la frontière de l'étude | DP 1/3 à 3/3 | Nbre pts : /12 |
|----|---------------------------------|--------------|----------------|

**Q1.1 :** Compléter l'actigramme de niveau A-0 du système en utilisant les données encadrées ci-dessous.



**Q1.2 :** A partir de l'actigramme on demande :

Identifier la matière d'œuvre : .....

Identifier la valeur ajoutée : .....

Identifier le nom du système : .....

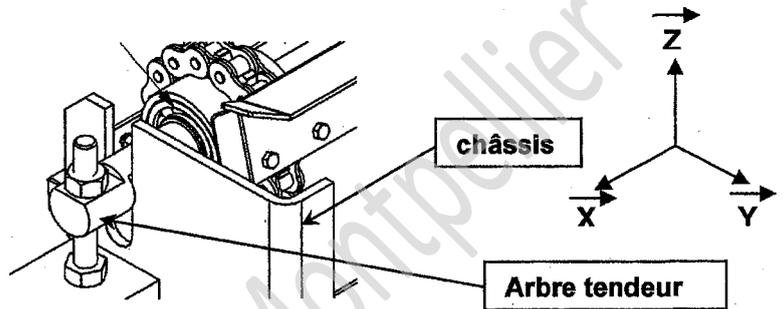
|    |                             |          |
|----|-----------------------------|----------|
| E1 | DOSSIER QUESTIONS- REPONSES | DQR 2/11 |
|----|-----------------------------|----------|

|    |  |              |                |
|----|--|--------------|----------------|
| Q2 | Analyser la nature et les caractéristiques des liaisons mécaniques du montant droit du descenseur. | DT 1/6 à 4/6 | Nbr. pts : /30 |
|----|--|--------------|----------------|

**Q2.1 : Nature et caractéristiques de la liaison arbre tendeur/châssis en phase de réglage.**

Q2.1.1. Dédurre la nature du mouvement et la liaison entre l'arbre tendeur et le châssis en complétant le tableau ci-dessous (mouvement possible : inscrire 1, pas de mouvement : inscrire 0)

| Mouvement arbre tendeur / Châssis |     |     |          |     |     |
|-----------------------------------|-----|-----|----------|-----|-----|
| Translation                       |     |     | Rotation |     |     |
| Tx                                | Ty  | Tz  | Rx       | Ry  | Rz  |
| ...                               | ... | ... | ...      | ... | ... |
| Liaison :                         |     |     |          |     |     |



Q2.1.2 Caractériser la liaison entre l'arbre tendeur et le châssis en entourant les bonnes réponses.

|  |            |           |           |              |
|--|------------|-----------|-----------|--------------|
| Liaison entre arbre tendeur et châssis | Permanente | Rigide    | Adhérence | Réglable     |
|  | Démontable | Élastique | Obstacle  | Non Réglable |

Nota : Pour la suite de l'étude, cet ensemble fera partie du bâti durant le fonctionnement.

**Q2.2 : Rechercher les classes d'équivalences.**

E1 : { 26 , ..... }

E2 : { 13, 14, 24 , ..... }

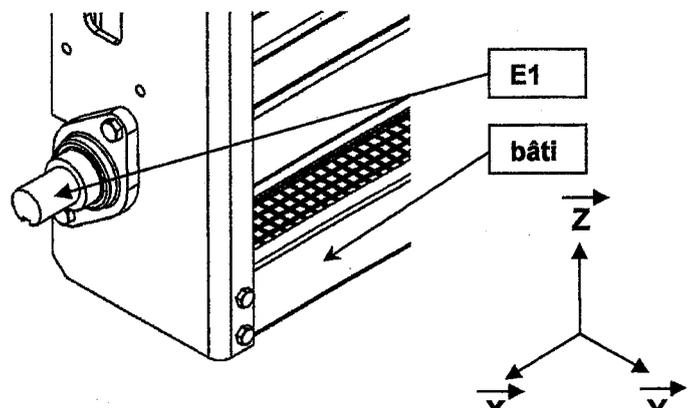
E3 : { 8 }

Bâti : { 1, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 27 }

**Q2.3 : Rechercher la nature et les caractéristiques des liaisons.**

Dédurre la nature du mouvement et la liaison entre E1 et le BÂTI en complétant le tableau ci-dessous (mouvement possible : inscrire 1, pas de mouvement : inscrire 0)

| Mouvement E1 / BÂTI |       |       |          |       |       |
|---------------------|-------|-------|----------|-------|-------|
| Translation         |       |       | Rotation |       |       |
| Tx                  | Ty    | Tz    | Rx       | Ry    | Rz    |
| .....               | ..... | ..... | .....    | ..... | ..... |
| Liaison L1 :        |       |       |          |       |       |



E1

DOSSIER QUESTIONS- REPONSES

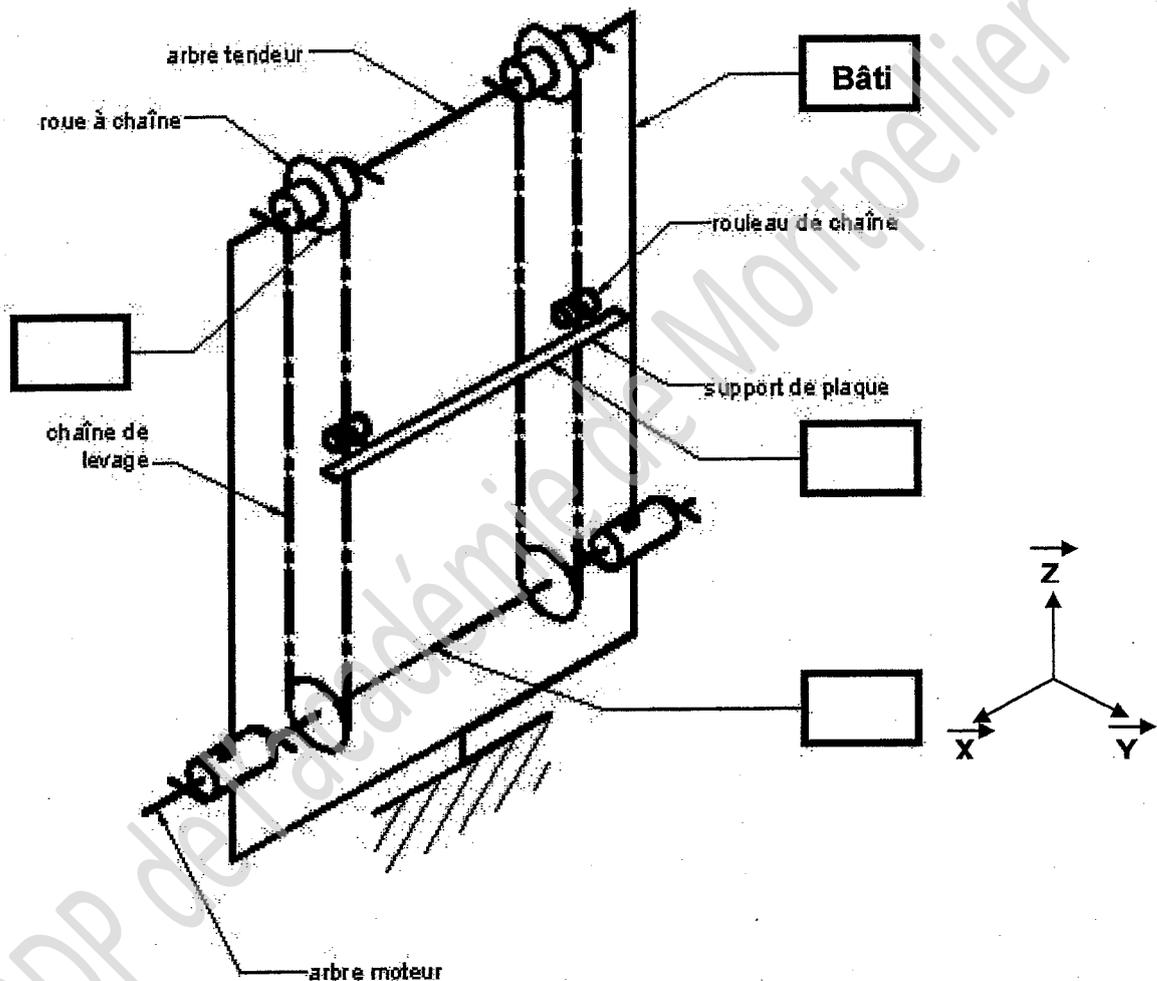
DQR 3/11

**Q2.4 : Compléter un schéma cinématique.**

Q2.4.1 Ecrire dans les cases, les différentes classes d'équivalence.

Q2.4.2 Repérer à l'aide d'une bulle  la liaison L1.

Schéma du montant droit du descenseur



|    |  |                        |                |
|----|--|------------------------|----------------|
| Q3 | Vérifier le dimensionnement d'une chaîne en fonction de sa vitesse linéaire. | DP3/3, DT 3/6 et DT6/6 | Nbr. pts : /20 |
|----|--|------------------------|----------------|

**Q3.1 : Vérification de la vitesse linéaire de la chaîne.**Q3.1.1 : Calculer la fréquence de rotation d'un pignon moteur 3.

n = .....

**Données :**

n moteur motoréducteur : 1500 tr/min  
 Rapport de réduction : 1 /75  
 Nombre dents pignon : 14  
 Rapport de réduction renvoi d'angle : 1/1

|    |                             |          |
|----|-----------------------------|----------|
| E1 | DOSSIER QUESTIONS- REPONSES | DQR 4/11 |
|----|-----------------------------|----------|

Q3.1.2 : Calculer la vitesse linéaire d'une chaîne 13 ( pas = 19.05 , voir DP3/3 ) .

V = .....

Q3.1.3 : Vérifier le résultat de la vitesse calculée par rapport au tableau fourni et donner une conclusion.

|                              |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| V calculée < V linéaire maxi | V calculée = V linéaire maxi | V calculée > V linéaire maxi |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|

Entourer la bonne réponse.

Conclusion : .....

.....

|    |   |               |                |
|----|---|---------------|----------------|
| Q4 | Vérifier les efforts exercés sur la chaîne. | DT 4/6 et 6/6 | Nbre pts : /12 |
|----|---|---------------|----------------|

Q4.1 : Calculer l'effort utile F1.

F1 = .....

**Données :**

C = 30 N.m

dp = 93 mm

v = 0,1 m/s

p = 1,5 daN

Q4.2 : Calculer l'effort F2 du à la force centrifuge.

F2 = .....

Q4.3 : Calculer l'effort total. ( charge de rupture )

F = .....

Q4.4 : Vérifier le résultat obtenu par rapport à la valeur indiquée dans le guide du dessinateur industriel (Chap. Chaînes de transmission) et donner une conclusion.

|                               |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F calculé < charge de rupture | F calculé = charge de rupture | F calculé > charge de rupture |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

Entourer la bonne réponse.

Conclusion : .....

.....

|    |                             |          |
|----|-----------------------------|----------|
| E1 | DOSSIER QUESTIONS- REPONSES | DQR 5/11 |
|----|-----------------------------|----------|

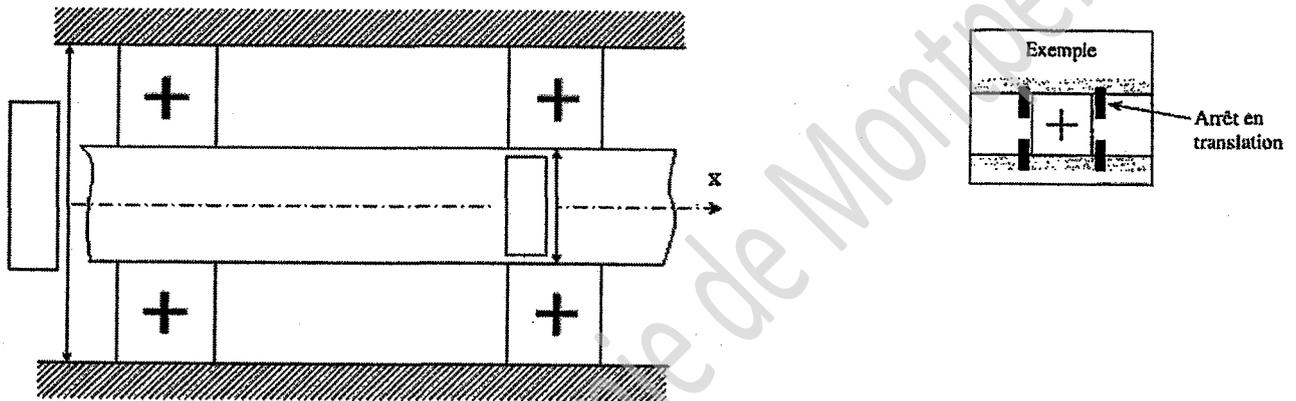
La chaîne étant dimensionnée correctement, l'usure prématurée provient d'un mauvais alignement des pignons ( les opérations de réglage de la tension des chaînes ne sont pas toujours identiques d'un côté et de l'autre ).

Afin de remédier à ce problème, on prévoit le remplacement des roulements à une rangée de billes par des roulements à rotule.

Dans un premier temps, vous allez étudier le montage existant.

|    |                                     |              |                |
|----|-------------------------------------|--------------|----------------|
| Q5 | Vérifier le montage des roulements. | DT 2/6 à 5/6 | Nbre pts : /35 |
|----|-------------------------------------|--------------|----------------|

**Q5.1 Schématiser les arrêts en translation des bagues de roulements.**



**Q5.2 Indiquer la ou les solutions technologiques retenues pour les arrêts en translation :**

- sur l'arbre : .....
- sur l'alésage : .....

**Q5.3 Indiquer les types d'ajustement préconisés.**

Q5.3.1 Entourer les réponses justes dans le tableau ci-dessous.

|                                 |             |                 |
|---------------------------------|-------------|-----------------|
| Arbre tendeur $\varnothing 30$  | Fixe/Charge | Tournant/Charge |
| Alésage pignon $\varnothing 55$ | Fixe/Charge | Tournant/Charge |

Q5.3.2 Entourer les réponses justes dans le tableau ci-dessous.

|                              |               |                 |
|------------------------------|---------------|-----------------|
| Bague extérieure de <u>9</u> | Montée serrée | Montée avec jeu |
| Bague intérieure de <u>9</u> | Montée serrée | Montée avec jeu |

Q5.3.3 Rechercher à l'aide du GDI, les cotes tolérancées des portées de roulements et les reporter sur le croquis ci-dessus.

**Q5.4 Donner le nom et le symbole du modèle de liaison associé au guidage.**

|             |           |
|-------------|-----------|
| Nom : ..... | Symbole : |
|-------------|-----------|

|    |                                    |          |
|----|------------------------------------|----------|
| E1 | <b>DOSSIER QUESTIONS- REPONSES</b> | DQR 6/11 |
|----|------------------------------------|----------|

**Q5.5 : Etablir la gamme de démontage permettant d'extraire les roulements.**

**Préciser le (où les) repère(s) des pièces concernées par chaque étape, l'outillage à utiliser et les précautions nécessaires.**

|  | Etape | Opération  | Outillage        |
|--|-------|--|------------------|
| <b>Détendre la chaîne</b>                      | 1     | .....<br>.....   | .....            |
|  | 2     | Agir sur la vis <b>11</b> de façon à déplacer l'axe tendeur vers le bas. | Clé plate        |
| <b>Démonter la chaîne</b>                      | 3     | Suspendre la chaîne <b>13</b> par l'intermédiaire de crochets.           | Outil spécifique |
|  | 4     | .....<br>.....   | .....            |
|  | 5     | .....<br>.....   | .....            |
| <b>Démonter le sous-ensemble arbre tendeur</b> | 6     | .....<br>.....   | .....            |
| <b>Démonter le pignon et le roulement</b>      | 7     | .....<br>.....   | .....            |
|  | 8     | .....  | .....            |
|  | 9     | .....  | .....            |
| <b>Extraire le roulement</b>                   | 10    | .....<br>.....   | .....            |

|    |                             |          |
|----|-----------------------------|----------|
| E1 | DOSSIER QUESTIONS- REPONSES | DQR 7/11 |
|----|-----------------------------|----------|

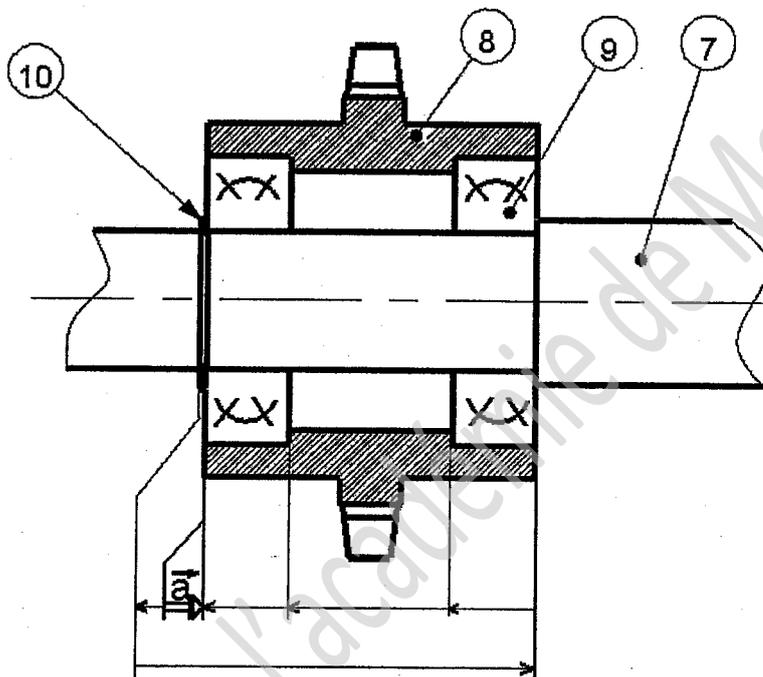
Le remplacement des roulements existants par des roulements à rotule, implique :

- une modification de l'arbre tendeur.
- l'emploi de vis à tête hexagonale ISO 4014 - M10 x 80 – 8- 8.

Vous allez rechercher les cotes fonctionnelles relatives au nouveau montage.

|    |  |        |                |
|----|--|--------|----------------|
| Q6 | Analyser les conditions de fonctionnement. | DT 3/6 | Nbre pts : /30 |
|----|--|--------|----------------|

Q6.1 : Compléter la chaîne de cotes en désignant les cotes fonctionnelles qui définissent le jeu Ja .



|       |                        |
|-------|------------------------|
|       | +0.5                   |
| Ja =  | 0                      |
| a8 =  | 29 <sup>0</sup> -0.1   |
| a9 =  | 15 <sup>0</sup> -0.12  |
| a10 = | 1.2 <sup>0</sup> -0.06 |

Q6.2 : Ecrire l'équation de projection.

Ja = .....

Q6.3 : Ecrire les équations de Ja maxi et Ja mini.

Ja maxi = .....

Ja mini = .....

Q6.4 : Calculer les valeurs de a7 maxi et mini .

A7 maxi = .....

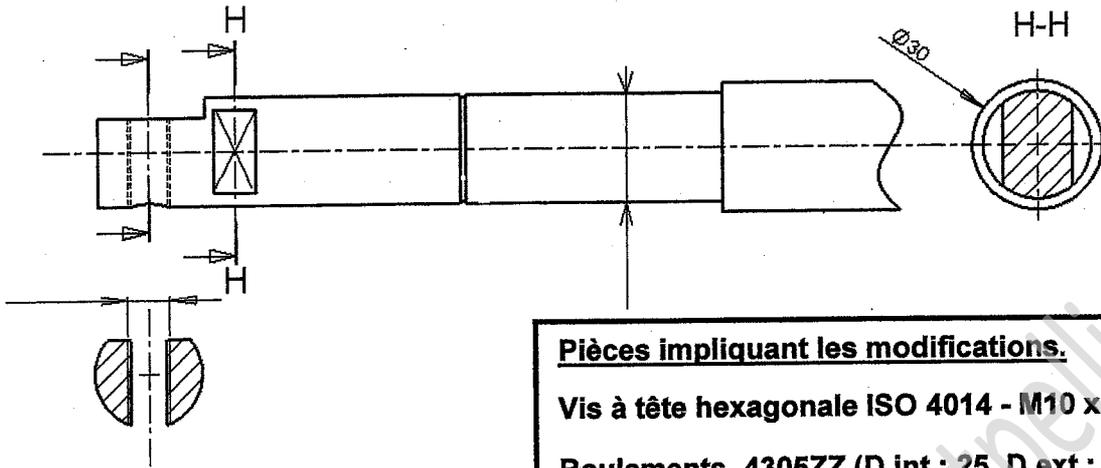
.....

A7 mini = .....

.....

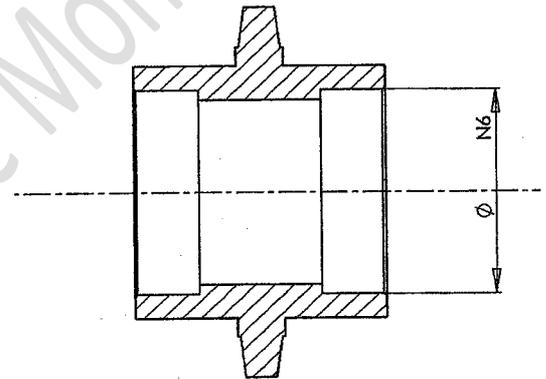
|    |                             |          |
|----|-----------------------------|----------|
| E1 | DOSSIER QUESTIONS- REPONSES | DQR 8/11 |
|----|-----------------------------|----------|

**Q6.5 : Compléter la cotation de l'arbre épaulé modifié.**



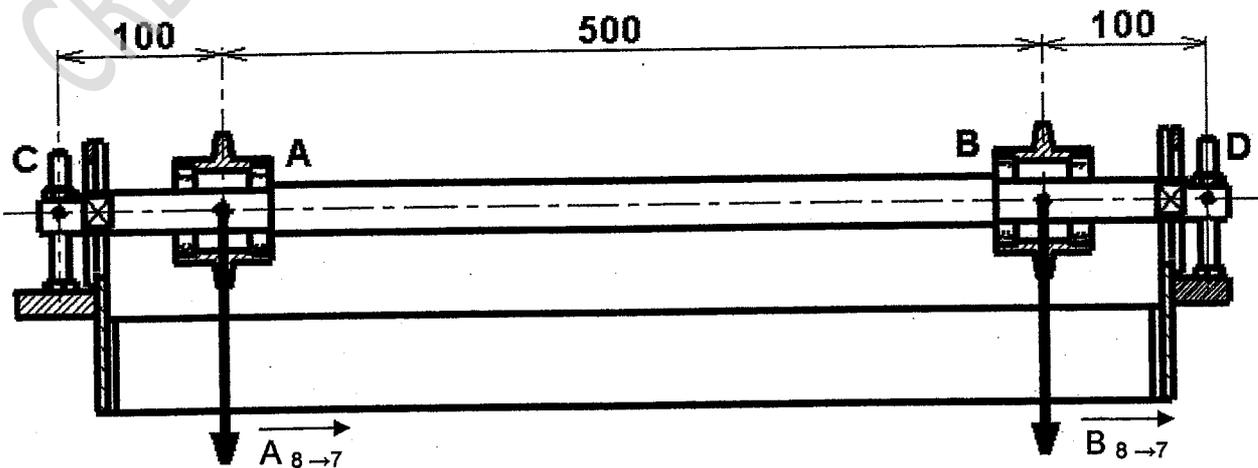
**Pièces impliquant les modifications.**  
 Vis à tête hexagonale ISO 4014 - M10 x 80 – 8-8  
 Roulements 4305ZZ (D int.: 25, D ext.: 52, ép.: 15 )

**Q6.6 : Compléter la cotation du pignon modifié et repasser en rouge les surfaces en contact avec les bagues extérieures des roulements.**



Le diamètre de la vis de réglage de la tension des chaînes a été réduit, vous allez vérifier les caractéristiques mécaniques de cette vis.

|    |  |        |                |
|----|--|--------|----------------|
| Q7 | Calculer et modéliser les actions mécaniques exercées sur l'arbre 7. | DT 3/6 | Nbr. pts : /15 |
|----|--|--------|----------------|



|    |                                    |          |
|----|------------------------------------|----------|
| E1 | <b>DOSSIER QUESTIONS- REPONSES</b> | DQR 9/11 |
|----|------------------------------------|----------|

**Q7.1 :** Faire le bilan des Actions Mécaniques Extérieures agissant sur l'arbre tendeur (7)  
**Remarque :** Les éléments non identifiés seront remplacés par un point d'interrogation.

| Description de l'action                                  | Nom de l'action       | Point d'application | Droite d'action | Sens        | Intensité |
|--|-----------------------|---------------------|-----------------|-------------|-----------|
| Action de contact entre le pignon 8 et l'arbre tendeur 7 | $A_{8 \rightarrow 7}$ | A                   | Verticale       | Vers le bas | 35 daN    |
| Action de contact entre le pignon 8 et l'arbre tendeur 7 | $B_{8 \rightarrow 7}$ | B                   | Verticale       | Vers le bas | 35 daN    |
|  |                       |                     |                 |             |           |
|  |                       |                     |                 |             |           |

**Q7.2 :** Déterminer par le calcul, l'intensité des actions en  $\| \vec{C}_{11 \rightarrow 7} \|$  et  $\| \vec{D}_{11 \rightarrow 7} \|$

$$\sum M_C F_{\text{ext}} = 0$$

.....  
 .....

**Q7.3 :** Modéliser les actions mécaniques sur le schéma de la feuille précédente.

|    |   |               |                |
|----|---|---------------|----------------|
| Q8 | Vérification du diamètre nominal de la nouvelle vis de réglage. | DT 6/8 et 8/8 | Nbr. pts : /10 |
|----|---|---------------|----------------|

**Données :** - Vis à tête hexagonale ISO 4014 - M10 x 80 – 8-8.  
 - intensité de l'effort 40 daN  
 -  $R_e = 640 \text{ N/mm}^2$

**Rappels :**

$$\sigma = N/S \leq R_{pe} = R_e/s$$

s : coefficient de sécurité=5

S : section noyau (voir GDI)

$K_t = 1,5$ : coefficient concentration de contraintes pour ce filetage.

**Q8.1 :** Donner la nature de la sollicitation sur la vis.

.....

**Q8.2 :** Calculer la valeur de la contrainte normale théorique  $\sigma_{th}$ .

$$\sigma_{th} = \dots\dots\dots$$

**Q8.3 :** Vérifier les conditions de résistance de cette vis, sachant que :

$$\sigma_{maxi} = \sigma_{th} \times K_t = \dots\dots\dots$$

$$\sigma_{maxi} \text{ calculée} < R_{pe}$$

$$\sigma_{maxi} \text{ calculée} = R_{pe}$$

$$\sigma_{maxi} \text{ calculée} > R_{pe}$$

Entourer la bonne réponse et conclure :

.....

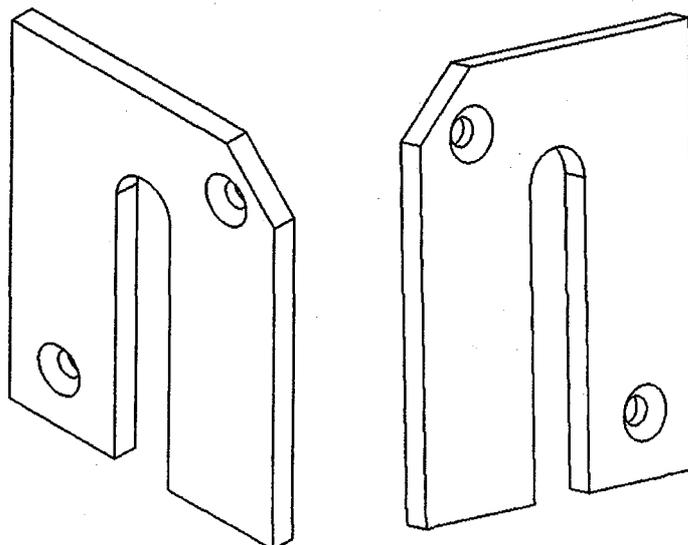
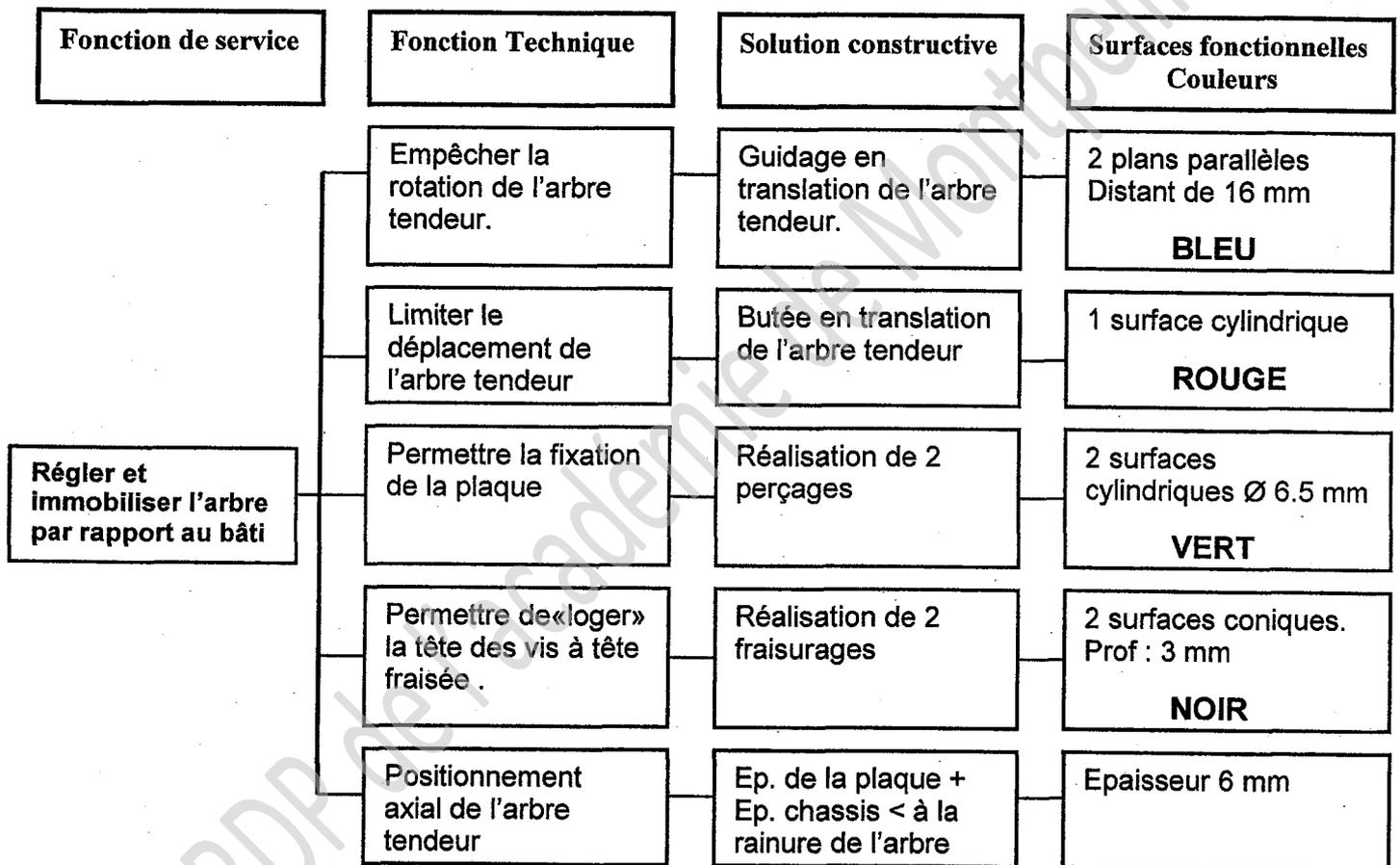
|    |                             |           |
|----|-----------------------------|-----------|
| E1 | DOSSIER QUESTIONS- REPONSES | DQR 10/11 |
|----|-----------------------------|-----------|

Suite au remplacement des roulements, le diamètre de l'arbre tendeur étant modifié. Il sera donc nécessaire de réaliser des pièces d'adaptation permettant le réglage de l'arbre et d'assurer son immobilisation en rotation.

|    |                                |        |                |
|----|--------------------------------|--------|----------------|
| Q9 | Réaliser un croquis plan coté. | DT 3/6 | Nbre pts : /36 |
|----|--------------------------------|--------|----------------|

A partir du Diagramme FAST qui vous présente cette pièce d'adaptation :

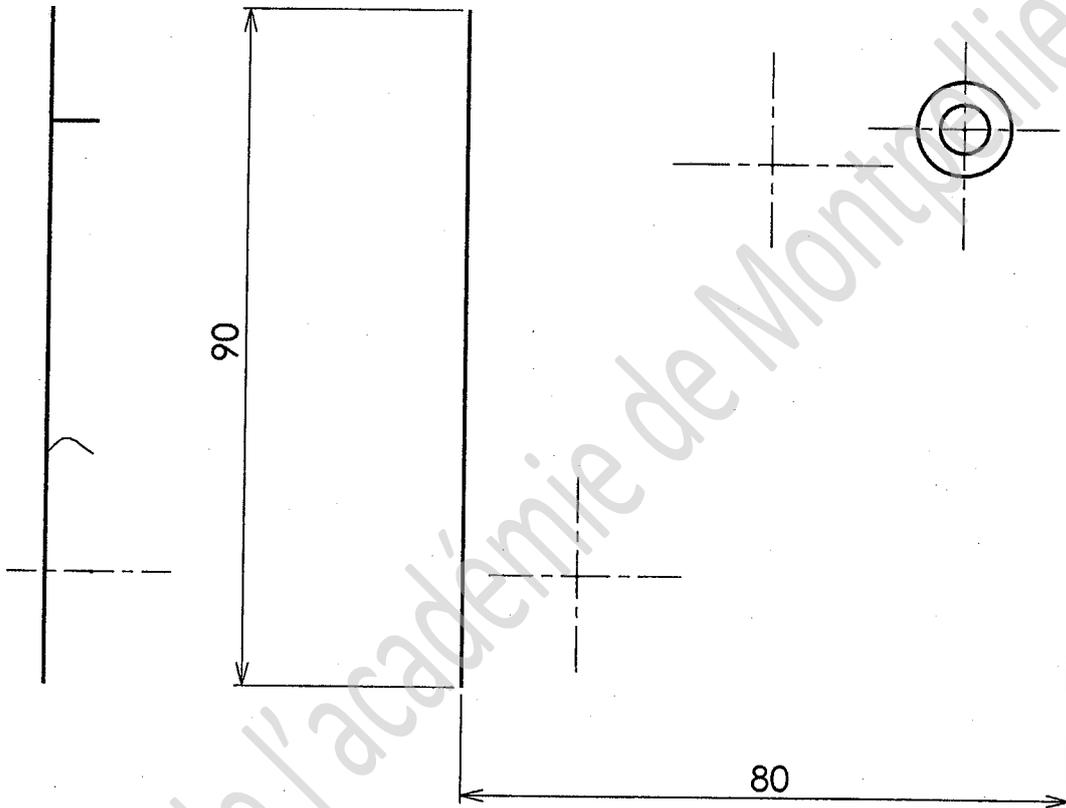
Q9.1 Repérer à l'aide des couleurs indiquées toutes les surfaces fonctionnelles sur les vues en 3D représentées au bas de cette page.



Pièce d'adaptation  
" DROITE "

Pièce d'adaptation  
" GAUCHE "

**Q9.2** En vous aidant du diagramme FAST et des vues en 3D, terminer le dessin de la pièce d'adaptation gauche sur les 2 vues. Prévoir une coupe partielle au niveau du trou fraisuré inférieur gauche.



Echelle: 1:1

**Q9.3** Réaliser la cotation complète de cette pièce.