

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
Etude et Définition de Produits Industriels

Epreuve : E1

U11 – Etude du comportement mécanique d'un système technique

Durée : 3heures

Coefficient 3

Thème : BROYEUR A PERCUSSION

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

- | | |
|-----|---|
| C12 | Analyser un produit |
| C13 | Analyser une pièce |
| C21 | Organiser son travail |
| C22 | Etudier et choisir une solution |
| | |
| S1 | Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes |
| S2 | Compétitivité des produits |
| S3 | Représentation d'un produit technique |
| S4 | Comportement des systèmes mécaniques
Vérification et dimensionnement |
| S5 | Solutions constructives – Procédés et matériaux |
| S6 | Ergonomie – sécurité |

Ce sujet comporte :

- | | |
|------------------------|--------------|
| - Un dossier technique | pages 1 à 6 |
| - Un dossier travail | pages 7 à 15 |

Documents à rendre par le candidat :

Dossier de travail agrafé à la copie anonymée.

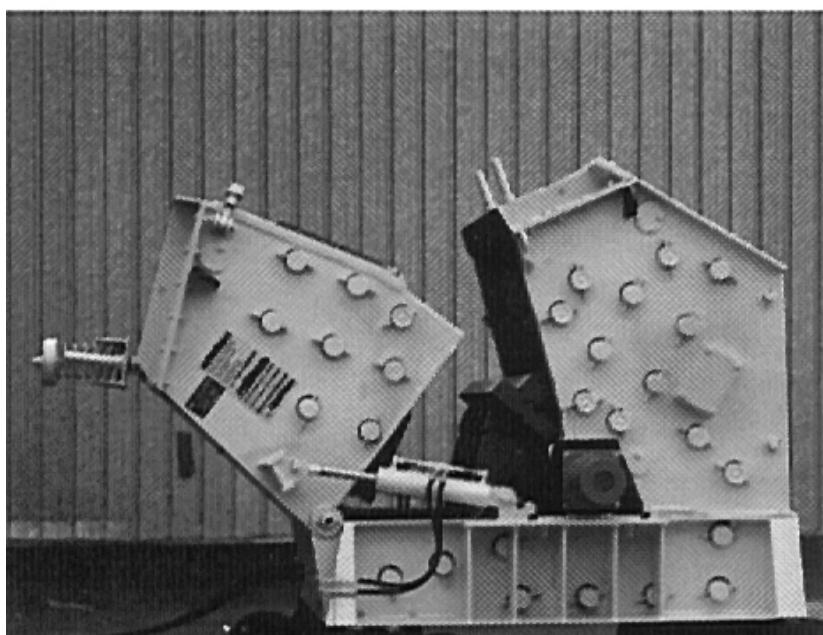
Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat. Ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant

Calculatrice autorisée ; tous documents personnels autorisés

DOSSIER TECHNIQUE

Broyeur à percussion

**Modèle
existant**



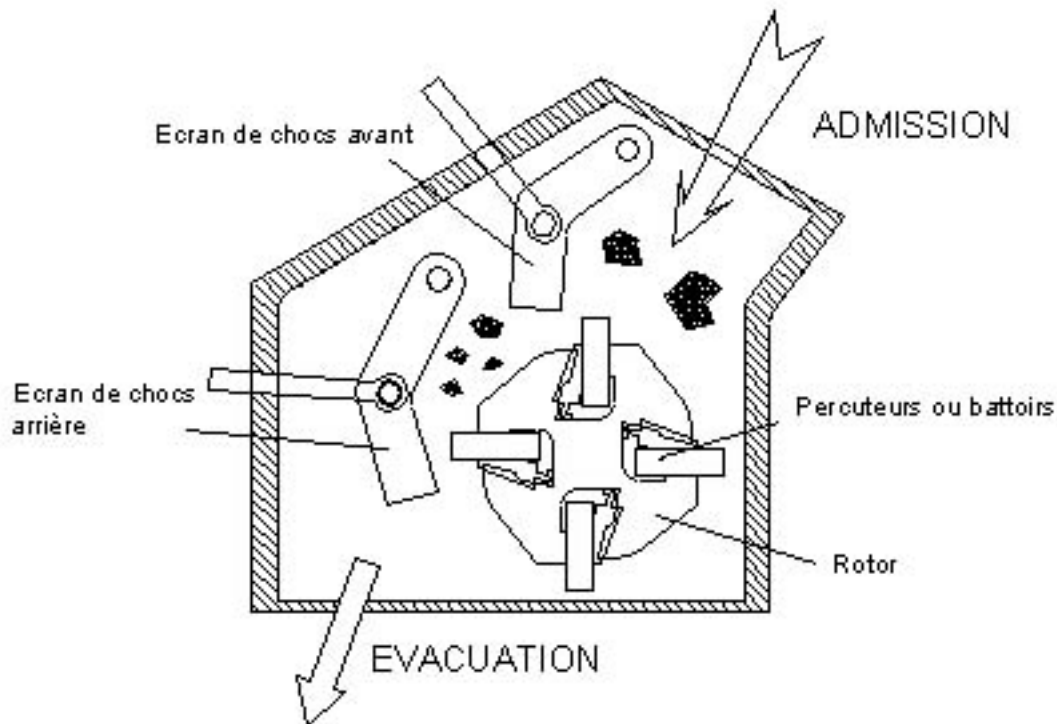
1. Présentation du principe de fonctionnement.

Les broyeurs à percussion sont utilisés pour fragmenter des matériaux durs et abrasifs, tels que silico-calcaires, dolomies, granits, gneiss, basaltes, déchets de verre, de chamotte, de crasses d'aluminium de laitier ou de clinker...

Dans un broyeur à percussion, les matériaux à fragmenter sont frappés par des percuteurs ou battoirs tournant à grande vitesse.

L'impact du percuteur fait éclater le matériau à broyer et transmet à chaque morceau une énergie cinétique qui le projette contre un écran de chocs où un nouvel effet de fragmentation a lieu.

Par effet de ricochet, les morceaux les plus importants rebondissent à l'intérieur du broyeur où ils sont à nouveau frappés par les battoirs. Ce processus se renouvelle jusqu'à ce que les particules de matériau aient une taille telle que leur passage entre battoir et écran leur permette d'être éjectées.



Ce principe de fragmentation présente des avantages par rapport au broyage par compression :

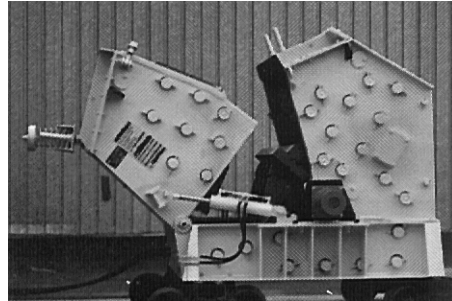
- coefficient de réduction élevé (de 1 à 20),
- consommation d'énergie plus faible,
- meilleur coefficient de forme des particules obtenues.

2. Problématique

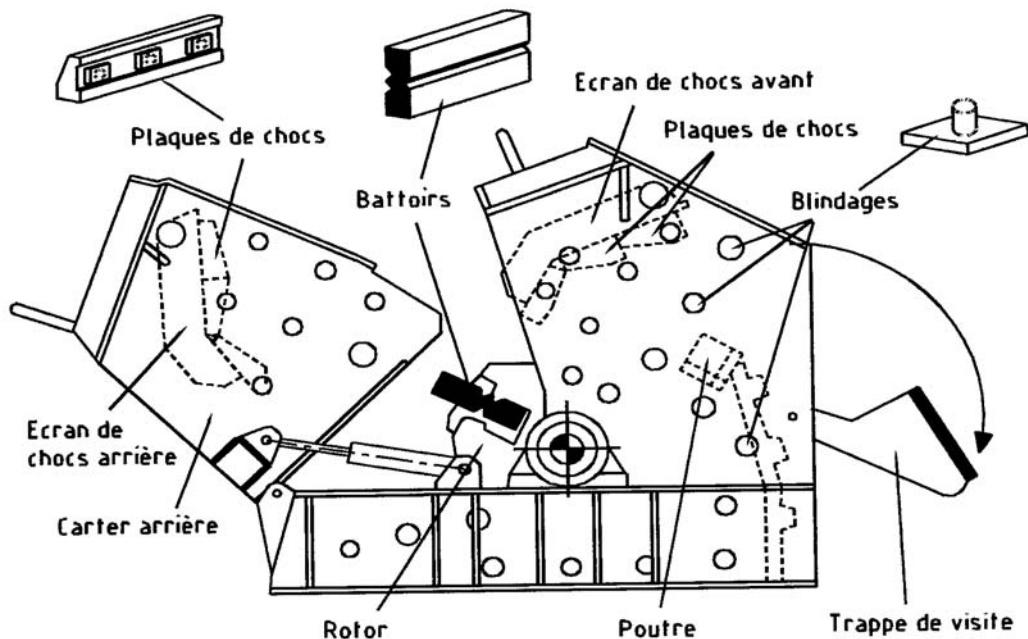
Le prix de revient de la tonne de matériau traité est fonction :

- des coûts d'entretien et de maintenance,
- de l'énergie consommée,
- de l'amortissement de la machine.

Le traitement des roches dures et abrasives entraîne une usure rapide des pièces. Les frais d'entretien et de maintenance sont des facteurs déterminants dans le succès commercial.



Le modèle actuel



Cette conception présente des inconvénients :

- 1- nécessité de démonter l'écran avant pour accéder à ses plaques de chocs,
- 2- gêne des parois latérales du carter pour extraire les plaques de chocs de l'écran arrière,
- 3- obligation d'extraire les battoirs en les faisant coulisser sur les poutres de maintien du rotor,
- 4- nombre important de références de pièces de blindage.

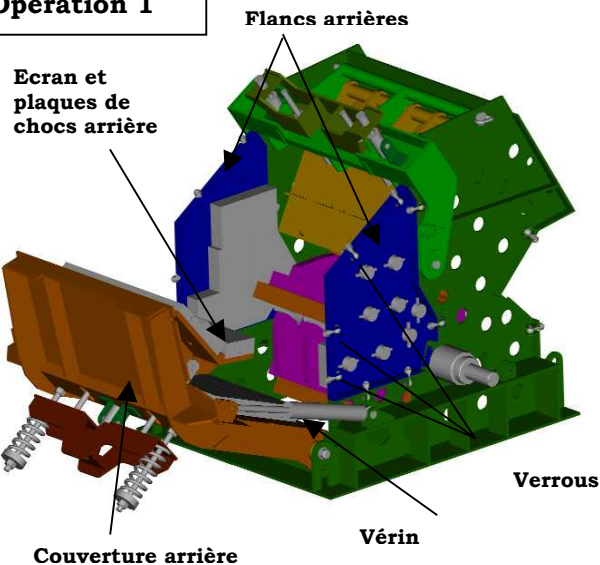
Une reconception complète du broyeur est envisagée. Elle portera, dans le cadre de cette étude, sur les inconvénients 1, 2 et 3.

3. Solution retenue :

Code :
Page 5 / 15

Les modifications projetées permettent :

Opération 1



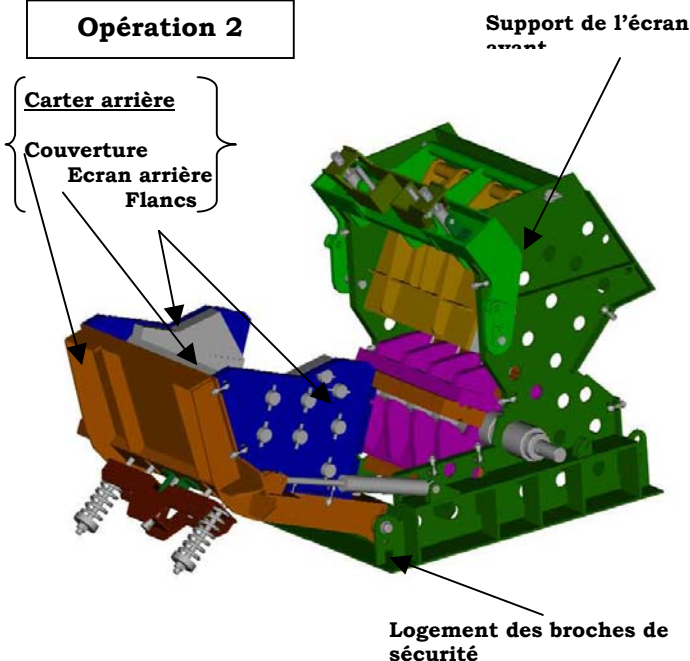
□ Le dégagement de l'écran arrière et de la couverture arrière seuls pour démonter les plaques de chocs et les écrans de choc arrière

Solution apportée aux inconvénients 1et 2

Mode opératoire :

- Desserrer et rabattre les verrous : les flancs arrière sont verrouillés sur le bâti et déverrouillés de la couverture arrière.
- Vérifier la position des vérins
Les vérins ont un double emploi : ouverture du carter arrière et basculement du support de l'écran de chocs avant.
- Actionner la commande hydraulique
- Mettre en place les broches de sécurité

Opération 2



□ L'ouverture du carter arrière pour démonter les battoirs.

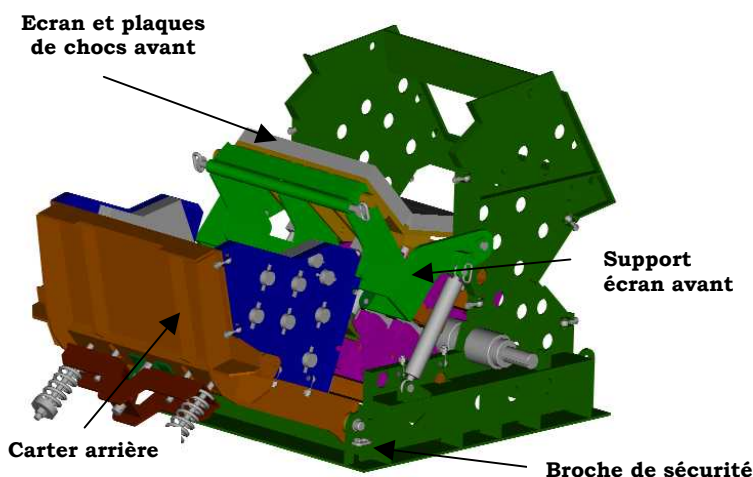
Solution apportée à l'inconvénient 3

On appelle carter arrière le sous ensemble composé de la couverture, des flancs et de l'écran arrière.

Mode opératoire :

- Desserrer et rabattre les verrous : les flancs arrière sont verrouillés sur la couverture arrière et déverrouillés du bâti
- Vérifier la position des vérins
Les vérins ont un double emploi : ouverture du carter arrière et basculement du support de l'écran de chocs avant.
- Actionner la commande hydraulique
- Mettre en place les broches de sécurité

Opération 3



□ Le basculement du support de l'écran de chocs avant pour démonter les plaques de chocs de l'écran avant.

Solution apportée à l'inconvénient 1

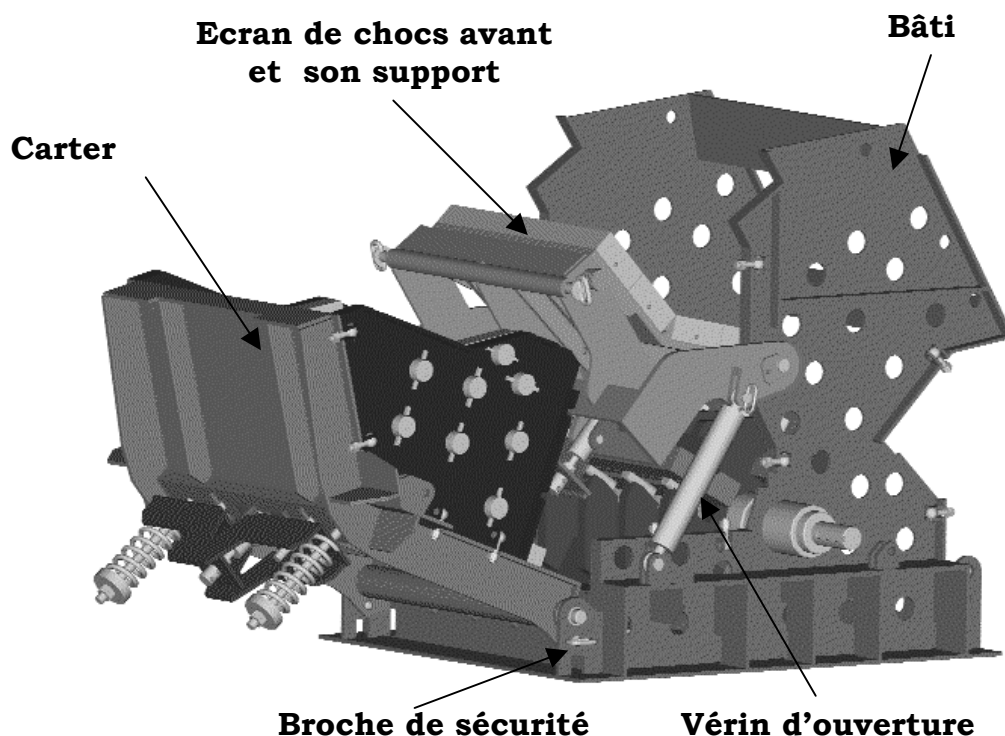
Mode opératoire :

- Ouvrir le carter arrière
- Mettre en place les broches de sécurité
- Désaccoupler les vérins de la couverture et les accoupler au support écran avant.
- Retirer les axes de blocage du support de l'écran avant.
- Actionner le distributeur pour rabattre le support de l'écran avant.

DOSSIER TRAVAIL

BROYEUR A PERCUSSION

Avant projet



Pour mettre en œuvre la solution retenue page 5, il vous est demandé :

1. *de vérifier les vérins qui permettent l'ouverture du carter arrière et le basculement du support de l'écran de chocs avant.*
2. *de vérifier que la vitesse d'ouverture est compatible avec une insertion manuelle des broches.*
3. *de déterminer les dimensions des broches de sécurité à mettre en place pour verrouiller le carter arrière en position ouverte.*

Barème indicatif :

<i>Vérification des vérins</i>	<i>/ 9</i>	<i>Vérification de la</i>	
		<i>condition de vitesse</i>	<i>/ 7</i>
<i>Longueurs</i>	<i>/ 1</i>	<i>Dimensionnement des</i>	
<i>Analyse des efforts</i>	<i>/ 2</i>	<i>broches de sécurité</i>	<i>/ 4</i>
<i>Analyse du diagramme</i>	<i>/ 3</i>		
<i>Détermination des diamètres</i>	<i>/ 3</i>		

1. VERIFICATION DES VERINS repère 15

Vous réaliserez l'étude en utilisant les démarches et outils de votre choix.

Pour chaque étape de votre étude, vous préciserez sur le document réponse :

- **ce que vous cherchez**
- **la procédure et les outils que vous avez utilisés**
- **les étapes de résolution**
- **les résultats obtenus.**

Pour arrêter un choix de vérin, vous devez connaître :

- sa longueur maximale
- sa longueur minimale
- sa course
- les efforts auxquels il est soumis, en poussant et en tirant.

Le basculement est obtenu par deux vérins, disposés symétriquement.

1.1. Détermination des longueurs et courses : (voir page 9 / 15)

Pour faire basculer le carter arrière, le vérin 15 est ancré aux points A et B.

Pour faire basculer le support d'écran avant, le vérin 15 est ancré aux points A et C.

- Vous mesurerez les longueurs AB et AC sur les quatre configurations.
- Vous coterez ces longueurs.
- Vous reporterez les résultats ci dessous

LONGUEUR MAXIMALE DU VERIN

LONGUEUR MINIMALE DU VERIN

COURSE

1.2. Recherche des actions mécaniques appliquées au carter :

Les vérins 15 et 16 mettent en mouvement le sous ensemble représenté ci contre.

Poids du sous ensemble : 2 600 daN

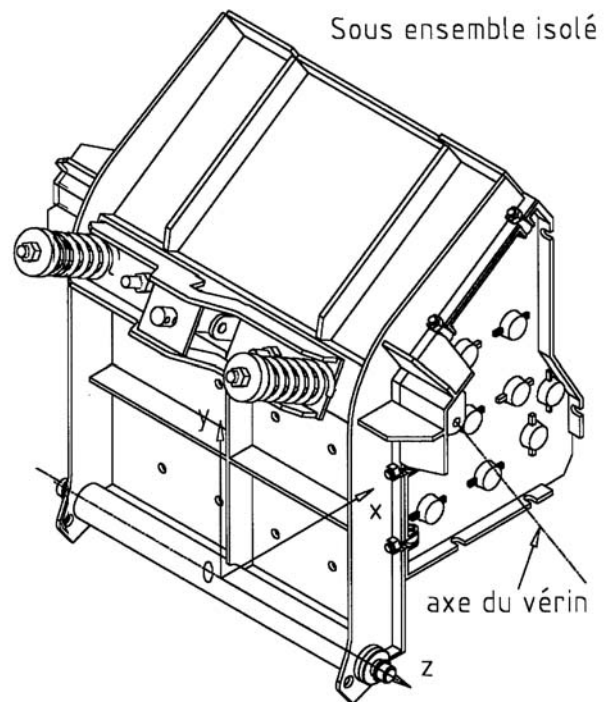
Position du centre de gravité, dans le repère :

$$X = 284 \text{ mm}$$

$$Y = 665 \text{ mm}$$

$$Z = 0 \text{ mm}$$

Le carter est en début de basculement.



Enumérer et caractériser :

- les actions à distance,
- les actions de contacts.

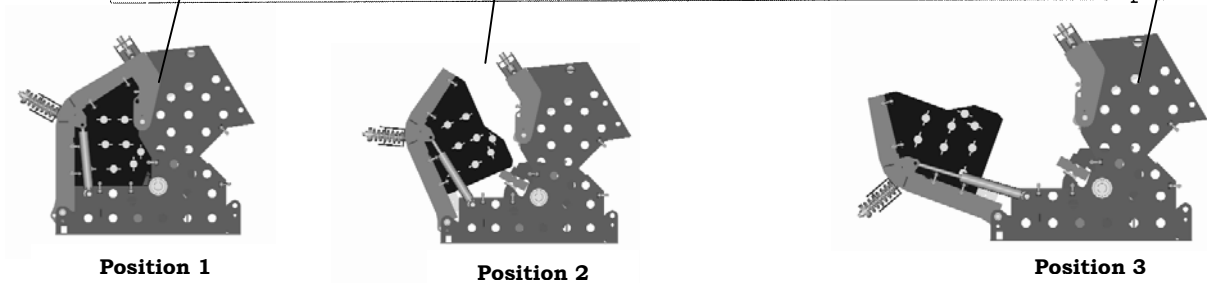
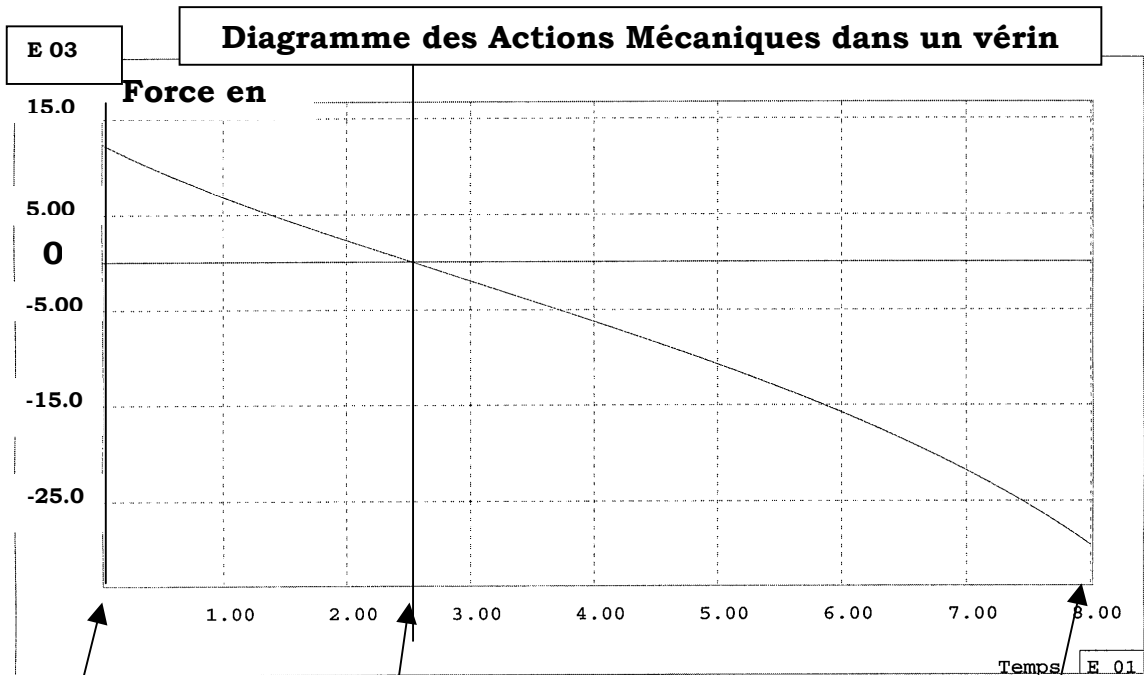
Placer, approximativement, sur la perspective ci-dessus les caractéristiques connues des actions mécaniques qui s'appliquent au sous ensemble isolé.

Compléter le tableau :

Actions mécaniques	Point d'application	Direction	Sens	Intensité

1. 3. Actions Mécaniques dans un vérin :

Après saisie et traitement informatique des données, on obtient le diagramme ci dessous.



Interprétez le diagramme :

- que se passe-t-il entre la position 1 et la position 2 ?
.....
.....
- que se passe-t-il entre la position 2 et la position 3 ?
.....
.....
- que devient le bilan des Actions Mécaniques dans la position 2 ?
.....

ACTION MECANIQUE MAXIMALE en POUSSANT (sortie de la tige) : _____ N
ACTION MECANIQUE MAXIMALE en TIRANT (rentrée de la tige) : _____ N

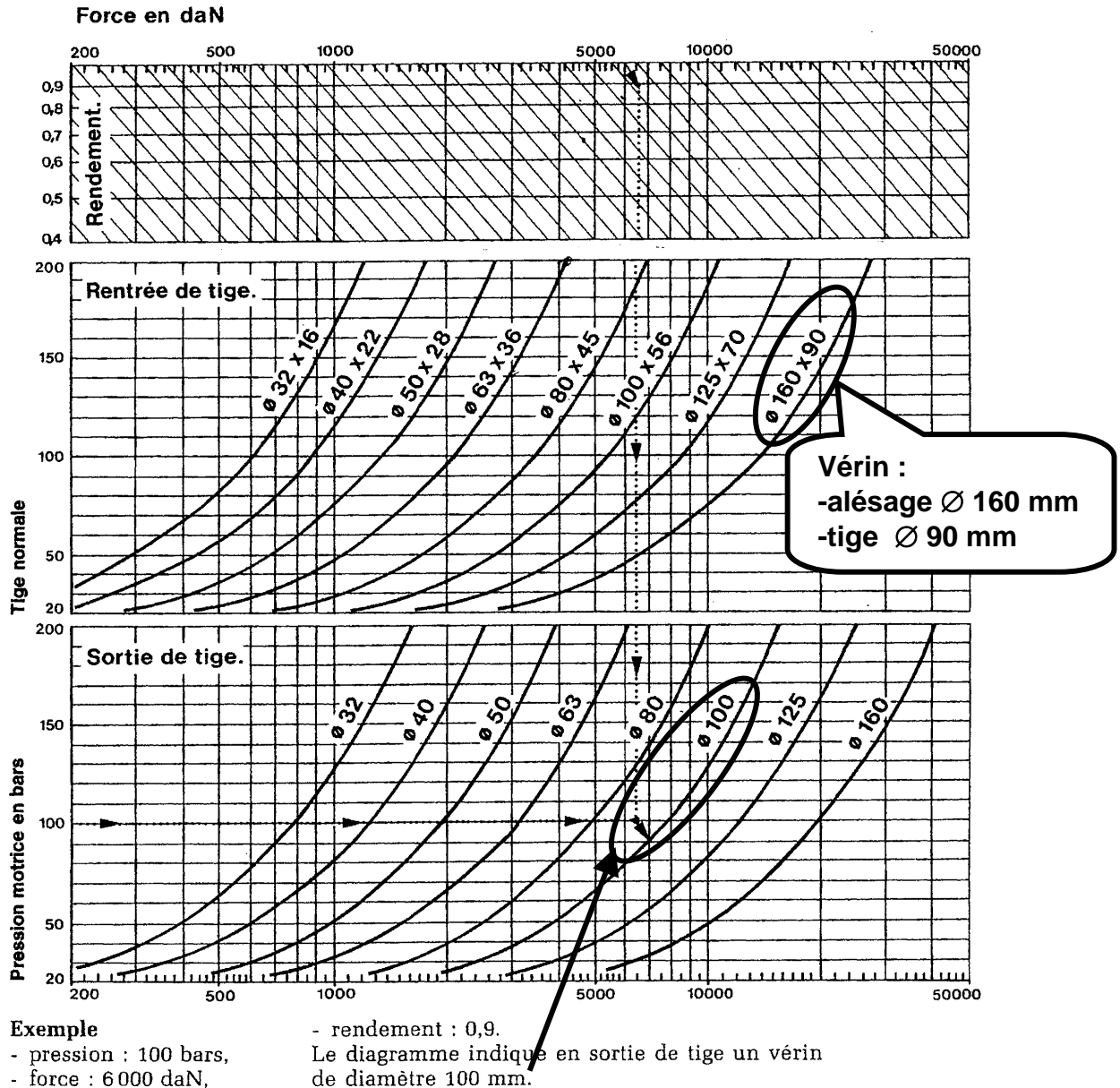
1. 4. Choix des vérins :

Vous proposerez un diamètre d'alésage et de tige pour les vérins à l'aide des abaques ci-dessous.

La centrale hydraulique fourni une pression de 150 bars. Le rendement des vérins est estimé à 0,9.

On considère, qu'à l'issue de l'étude précédente :

- l'action mécanique maximum en poussant (sortie de la tige) est de 1400 daN
- l'action mécanique maximum en tirant (rentrée de la tige) est de 3000daN.



Diamètre du vérin en sortie de tige :

Alésage :mm

Diamètre du vérin en rentrée de tige :

Alésage :mm

Tige :mm

**CONCLUSION sur le
choix des vérins :**

2- Vérification de la condition de vitesse du logement de broche du carter par rapport au bâti.(voir document page 14 / 15)

Au cours des travaux de maintenance, ou lorsque le support d'écran avant bascule, le carter est immobilisé par des broches de sécurité insérées manuellement par l'opérateur.

Le mouvement est commandé par les vérins.

Afin de pouvoir mettre en place facilement les broches, le cahier des charges impose que la vitesse du logement de broche du carter arrière ait une vitesse inférieure à 2 mm/s par rapport au bâti.

Les vérins retenus ont un alésage de diamètre de 80 mm et une tige de diamètre 45mm.

La centrale hydraulique utilisée pour alimenter les vérins et effectuer les manœuvres d'ouverture, fournit un débit de 3 l/min à la pression de 150 bars.

2. 1. Calculer la vitesse de sortie de tige du vérin.

2. 2. Déterminer la vitesse $V_{D_{\text{carter/ bâti}}}$ au moment où l'alésage du carter arrive en coïncidence avec l'alésage correspondant du bâti.

—————→
Pour effectuer cette détermination, vous prendrez comme vitesse de sortie de tige du vérin 5 mm/s.

Méthode de résolution de votre choix.

Si vous choisissez une méthode de résolution graphique, utilisez le document 14/15. Laissez les tracés sur le document.

En cas de résolution analytique, rédigez vos calculs sur votre copie.

3. Vérification des broches de sécurité :

Code :
Page 15 / 15

Lors de l'opération 3 , après ouverture du carter arrière, il faut immobiliser celui-ci par des broches de sécurité avant de basculer le support de l'écran de chocs avant.

L'ensemble est verrouillé par deux broches de sécurité.

Pour des raisons de sécurité, on considère qu'une broche doit pouvoir supporter seule l'effort d'immobilisation.

L'étude des efforts indique que dans ces conditions la broche supporte un effort de 15000daN.

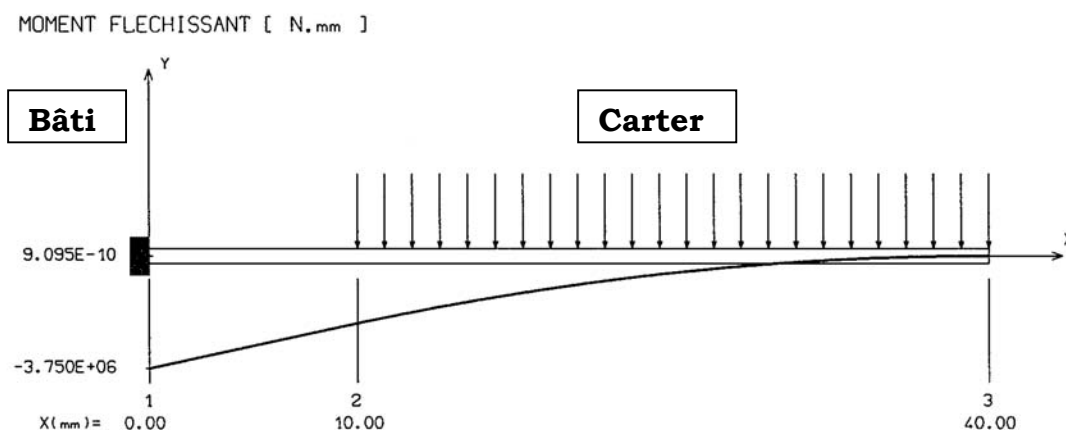
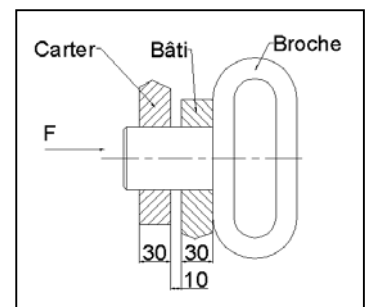
Déterminer le diamètre minimum pour les broches.:

Les broches sont en E360.

Le coefficient de sécurité $s=4$

Pour déterminer le diamètre minimum des broches, vous effectuerez :

- un calcul au cisaillement
- une détermination à la flexion en exploitant les résultats obtenus avec une assistance informatique et présentés ci dessous.



La broche est considérée comme encastree dans le bâti

La charge linéairement répartie entre les nœuds 2 et 3 $p_{Yo} = -5000.00 \text{ N/mm}$

On rappelle que la contrainte en flexion est donnée par la relation

$$\sigma = \frac{M_f}{\frac{I}{v}}$$

$$\frac{I}{V} = \frac{\pi D^3}{32}$$

σ est en MPa

M_f est en N.mm

D^3 en mm^3

Ces calculs seront rédigés sur votre feuille de copie.

Vous proposerez votre choix à partir des résultats obtenus.