

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

Sous épreuve U 42 :

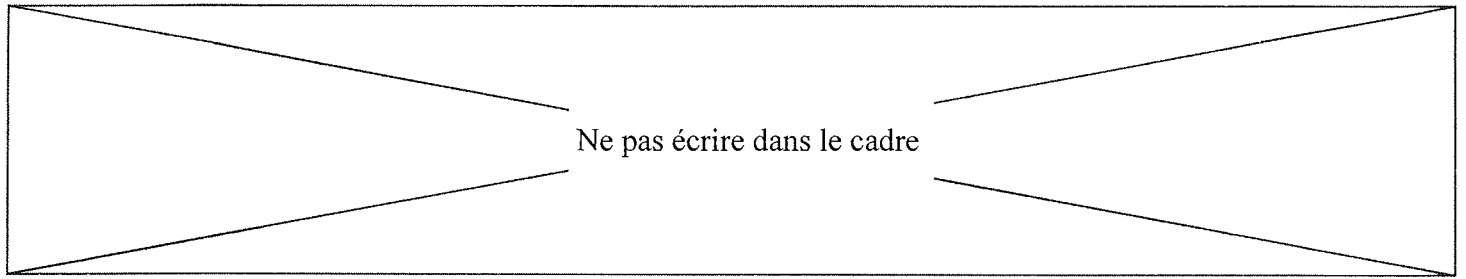
## DOSSIER CORRECTION

# LIGNE D' ASSEMBLAGE DE SEAUX

**Ce dossier comprend les documents DC 1/16 à DC 16/16**

Il est constitué de trois parties indépendantes :

- |  |           |
|--|-----------|
| A. Vérification des performances du poste de coudage   | 30 points |
| B. Vérification des performances du groupe hydraulique | 10 points |
| C. Vérification de la section du câble                 | 20 points |



## PROBLEMATIQUE

A la demande de certains clients, l'entreprise JOKEY FRANCE désire étendre sa gamme de fabrication, notamment dans la fabrication de seaux ayant une plus grande résistance mécanique ( seaux pouvant contenir des produits plus lourds : peinture, mastic, enduit, etc ... )

*Les anses devront donc être adaptées au poids, les diamètres de tiges seront augmentés.  
( nouveau diamètre de tige = 5 mm )*

Les presses à injecter seront dotées de nouveaux moules, les seaux ayant une épaisseur de plastique plus grande.

La machine en aval : l'Empileuse-Anseuse devra être adaptée aux nouvelles gammes de fabrication et subir le minimum de modifications.

On vous demande de vérifier certaines performances de la machine au niveau :

- ⇒ des vérins de mise en forme de l'anse, notamment lors du cou dage (**Parties A**)
- ⇒ du groupe hydraulique qui fournit l'énergie hydraulique aux vérins de serrage et de boutrolage (**Partie B**)
- ⇒ de l'appareillage électrique du moteur de pompe (**Partie C**)

Ne pas écrire dans le cadre

## AVANT PROPOS

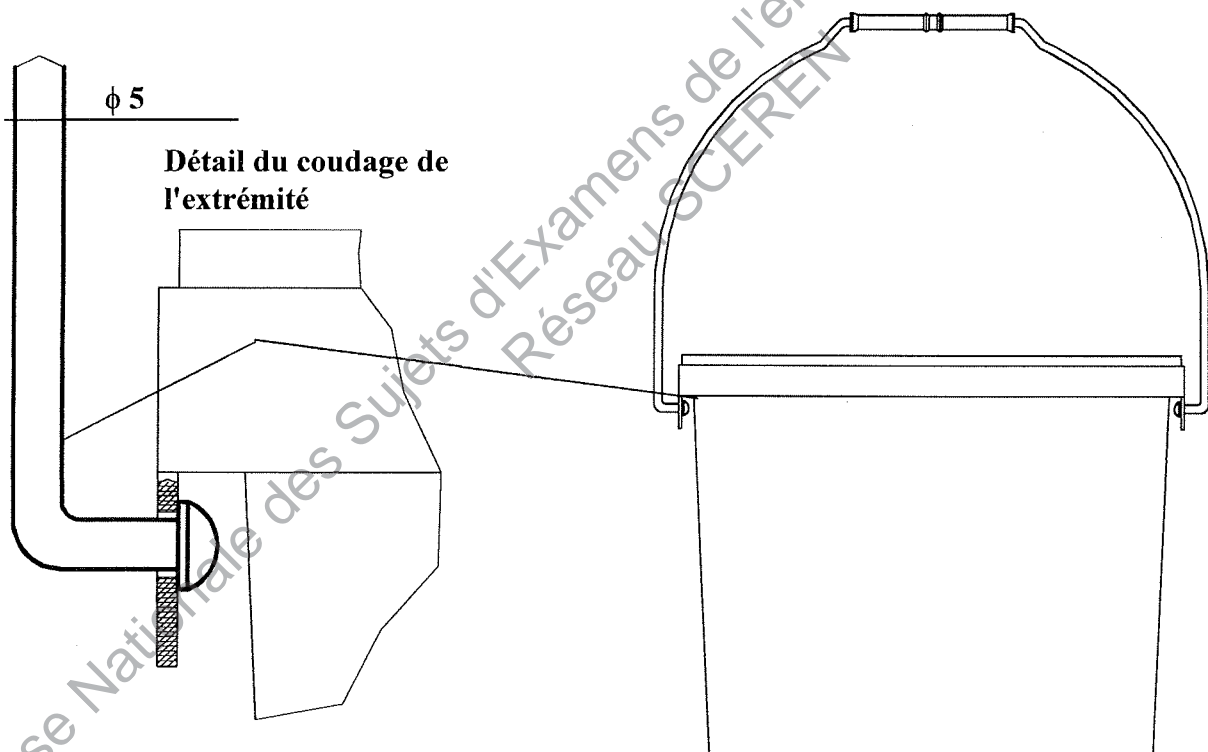
La machine à anser est normalement utilisée pour des anses de diamètre **3,8 maximum**. L'augmentation de la densité des produits conditionnés par un des clients de Jokey nécessite la pose d'anses de **diamètre 5 mm** sur les seaux.

On se propose de vérifier que la machine pourra s'adapter à cette augmentation de diamètre.

Cette vérification se fera à chaque stade de l'élaboration et de la pose de l'anse.

L'étude proposée se limitera à la vérification du poste de coudage (pliage) de l'extrémité de l'anse

### A ) PROBLEME A RESOUDRE: Vérifier les performances du poste de coudage



**Poste de coudage** : Principe de fonctionnement



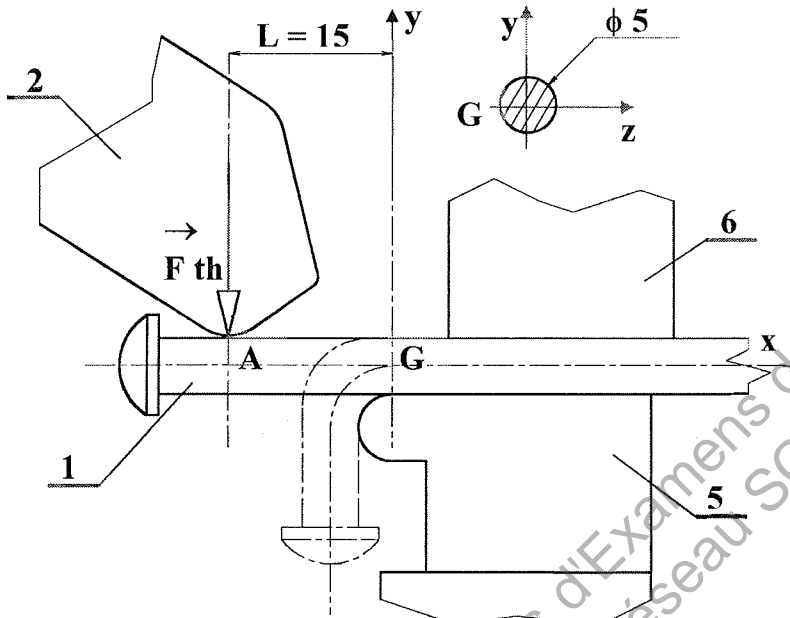
DT 1a et 1b

La tige, dont l'extrémité a été buterollée au poste précédent, arrive au poste de coudage. Elle est bridée sur le bâti par l'intermédiaire du vérin 6. Le doigt de coudage 2, est fixé sur le chariot 3 qui est guidé en rotation dans le guide 5 par l'intermédiaire de 4 galets 4. Le vérin (8 + 9) est articulé sur le chariot 3 et sur le bâti 11. La rentrée de la tige du vérin provoque la rotation du chariot 3 et permet d'obtenir le coudage de l'extrémité de l'anse.

Ne pas écrire dans le cadre

**A1 Vérification de l'aptitude du vérin (8+9) (Hoerbiger AZ5 032-100) à couder des tiges de diamètre 5 mm**

**A1.1 Calcul de l'effort théorique  $F_{th}$  nécessaire au coupage de la tige. On ne tient pas compte des frottements au point A.**



On suppose que l'effort s'exerce à une distance  $L$  de la section  $G$  de la tige à plier.

$R_m$  : résistance minimum du matériau composant la tige.

$I_{Gz} / v = \pi d^3 / 32$  (module de flexion de la tige cylindrique par rapport à l'axe  $Gz$ )

$k$  coefficient dépendant du rapport  $L / d$

L'effort  $F_{th}$  est obtenu par la relation expérimentale suivante :

$$F_{th} = k \cdot (I_{Gz} / v) \cdot (R_m / L)$$

Sachant que  $R_m = 490 \text{ Mpa}$  ( $\text{N/mm}^2$ ) et  $k = 2,1$ , calculer  $F_{th}$

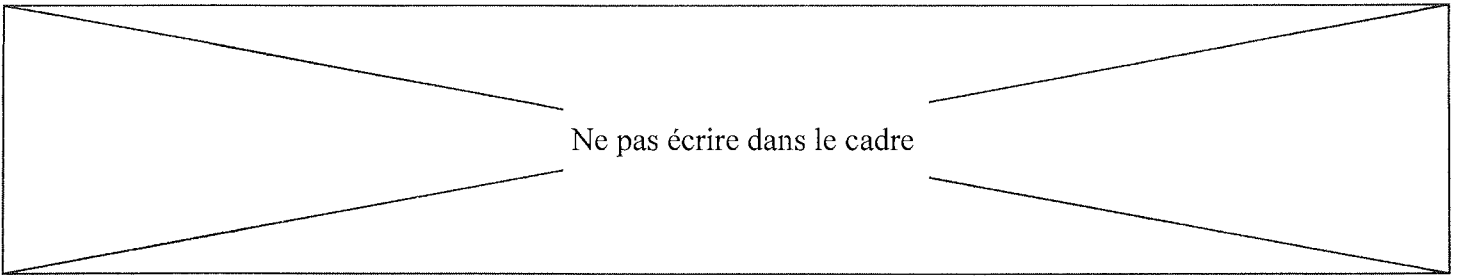
Cadre réponse

$$\begin{aligned} F_{th} &= k \left( \frac{I_{Gz}}{v} \times \frac{R_m}{L} \right) \\ &= 2,1 \times \frac{75^3}{32} \times \frac{490}{15} \end{aligned}$$

$$F_{th} = 841,85 \text{ N}$$

$$F_{th} = \underline{841,85 \text{ N}}$$





→  
**A1.2.2 Détermination de l'action A 2/1**

Hypothèses :

Le frottement entre 2 et 1 au point A est tel que  $Tg \varphi_{2/1} = f_{2/1} = 0,25$  ( $\varphi_{2/1} = 14^\circ$ )

On supposera que  $F_{th} = 850 \text{ N}$

La relation entre A 2/1 et  $F_{th}$  est :  $A_{2/1} = (2 L \cdot F_{th}) / (2 L \cos \varphi_{2/1} - d \sin \varphi_{2/1})$

L, d, et  $F_{th}$  sont définis au paragraphe A1.1

voir DR 3

Cadre réponse : Sur le dessin ci-dessous

→ →  
**Indiquer le sens de  $V_{A 1/2}$  et dessiner l'action A 2/1. Justifier**

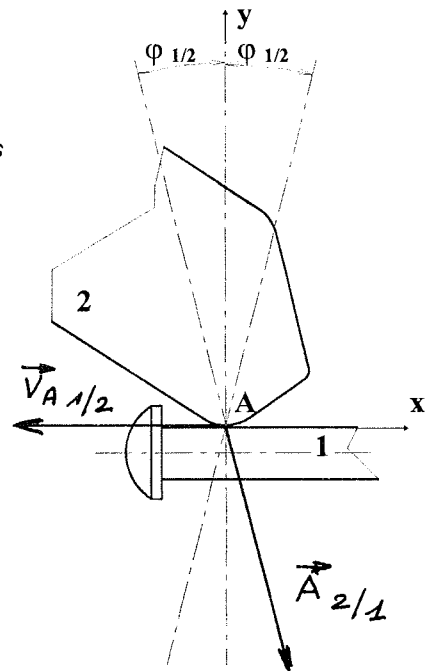
*La composante tangentielle de  $\vec{A}_{2/1}$  est de sens opposé à celui de la vitesse de glissement  $V_{A 1/2}$*

**Calculer A 2/1**

*L = 15 d = 5 F<sub>th</sub> = 850 N φ<sub>1/2</sub> = 14°*

*A<sub>2/1</sub> = (2 x 15 x 850) / (2 x 15 x cos(14°) - 5 sin(14°))*

**A 2/1 = 914 N**



→  
**A1.2.3 Détermination de l'effort exercé par le vérin 8+9 sur le guide 3 : D 8/3**

Hypothèses : Quel que soit le résultat trouvé précédemment :

→ → →  
 On supposera que dans le repère Dxyz,  $A 1/2 = (+/- 220) x + 890 y$ . Le signe de la composante suivant l'axe Dx dépend du résultat de la question précédente.

A l'exception du contact entre les pièces 1 et 2, toutes les liaisons seront supposées parfaites, on négligera le poids propre des pièces. Les résultantes des actions de contact du guide 5 sur les galets 4 sont supposées concentrées en B ou B' et C ou C'.

Ne pas écrire dans le cadre

On isole l'ensemble (2 + 3 + galets) voir dessin ci-dessous

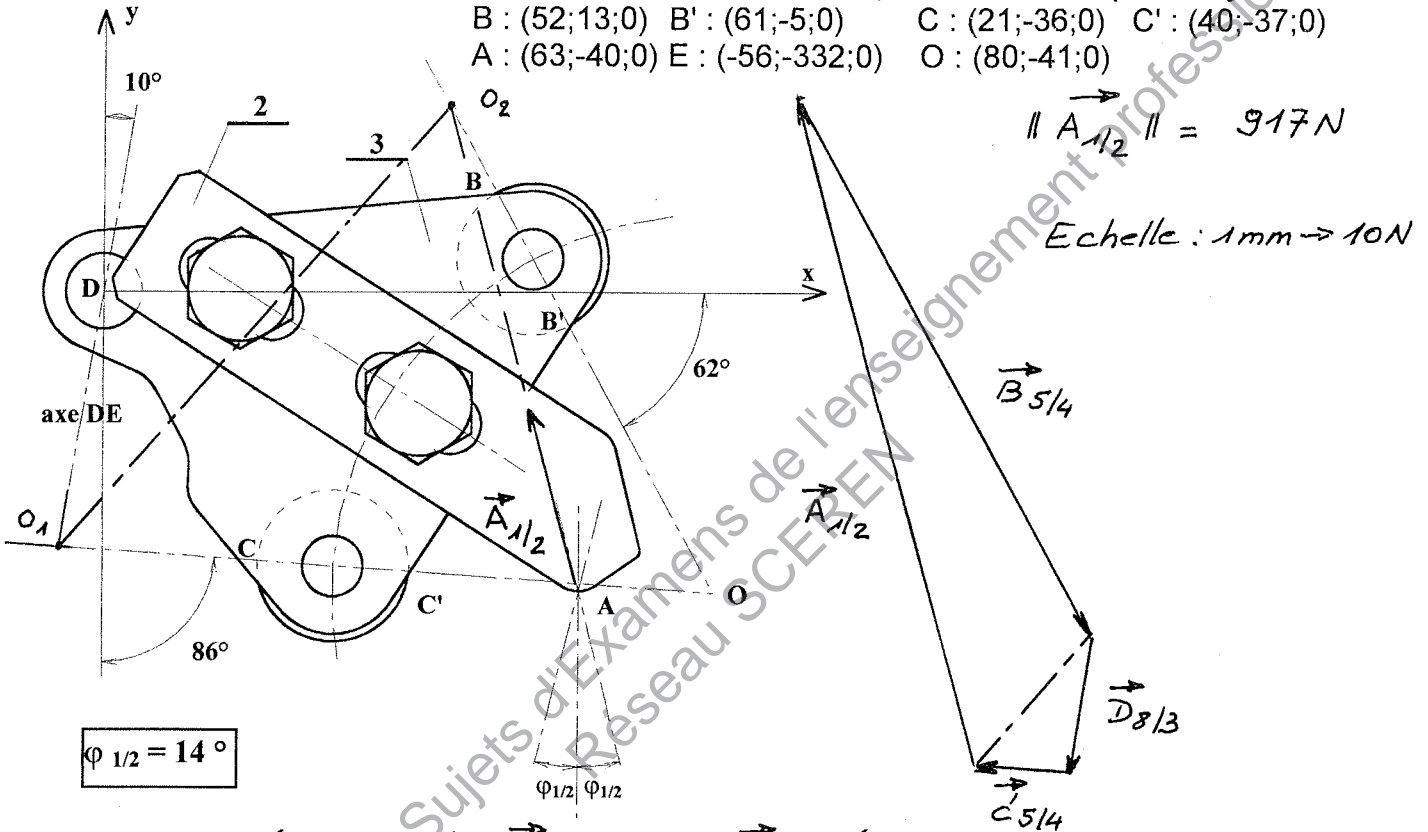
**Déterminer graphiquement ou analytiquement  $D_{8/3}$**  : On remarquera que le moment par rapport au point O des actions en B (ou B'), C (ou C') est nul.

Cadre réponse :

Coordonnées des différents points dans le repère  $Dxyz$

B : (52;13;0) B' : (61;-5;0) C : (21;-36;0) C' : (40;-37;0)

A : (63;-40;0) E : (-56;-332;0) O : (80;-41;0)



On isole le vérin (8+9)  $\vec{E}_{bâti/9} = -\vec{D}_{3/8}$  (égales et directement opposées)

On isole (2+3+4). Bilan des A.M. Extérieures :  $\vec{A}_{1/2}$  (917 N)

B, B'  $5/4$  (direction OB) C, C'  $5/4$  (direction OC)  $\vec{D}_{8/3}$  (direction DE)

Résolution graphique : Voir ci-dessus

Résolution analytique : En réduisant les torseurs au point O, on obtient

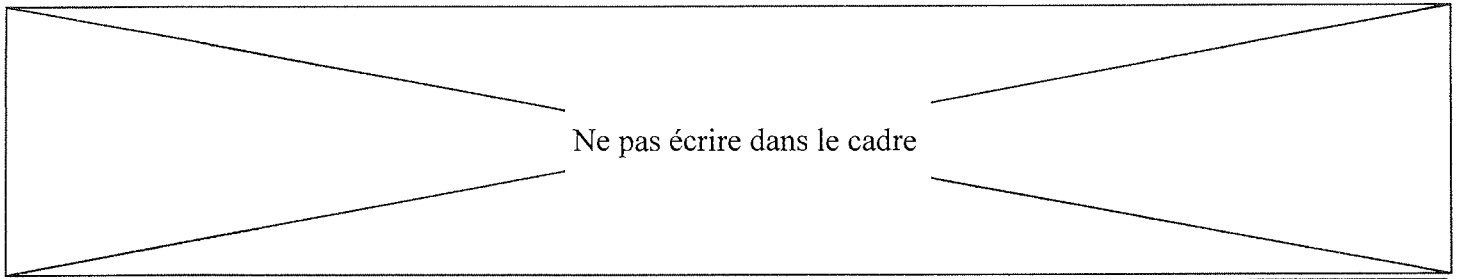
$$\vec{OD} \wedge \vec{D}_{8/3} + \vec{OA} \wedge \vec{A}_{1/2} = 0 \quad \vec{D}_{8/3} = k \vec{DE} \Rightarrow \vec{D}_{8/3} \begin{vmatrix} -56k \\ -332k \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} -80 \\ 41 \\ 0 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} -56k \\ -332k \\ 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -17 \\ 1 \\ 0 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} -220 \\ 890 \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \Rightarrow 28856k - 14910 = 0 \quad k = 0,517$$

$$\vec{D}_{8/3} \begin{vmatrix} -29 \\ -171,6 \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$D_{8/3} = \underline{174} \dots \dots \dots N$$





**A1.3 Le vérin Hoerbiger AZ5 032-100 peut-il exercer cet effort ?**

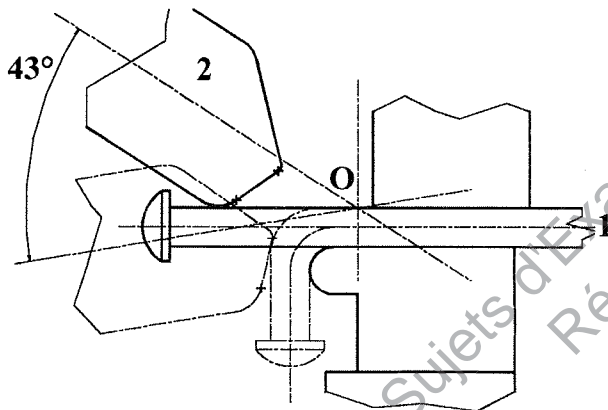
voir DT 3

**Hypothèses** : pression d'alimentation du réseau en air comprimé : **6 bars** (1 bar =  $10^5$  Pa)

Cadre réponse :

Justifier votre réponse : Vérin AZ5 032 100  $\Rightarrow$   $\phi$  piston : 32 mm  
 Le vérin exerce l'effort en tirant. L'air agit sur la surface B  
 pression 6 bars  $F_{\text{vérin}} = 0,434 \cdot 10^3 \times 6,918 = 368,9 \text{ N}$   
 $368,9 \text{ N} \gg$  Effort nécessaire (174 N)

**A1.4 Vérification que la course du vérin autorise toujours le cou dage à 90° de l'extrémité**



**Hypothèses** :

Afin de couder l'extrémité de l'anse à 90°, il est nécessaire que le doigt à couder 2, pivote d'un angle de 43° environ autour du point O. En fin de cou dage la tige du vérin **Hoerbiger AZ5 32-100** est complètement rentrée (butée fin de course).

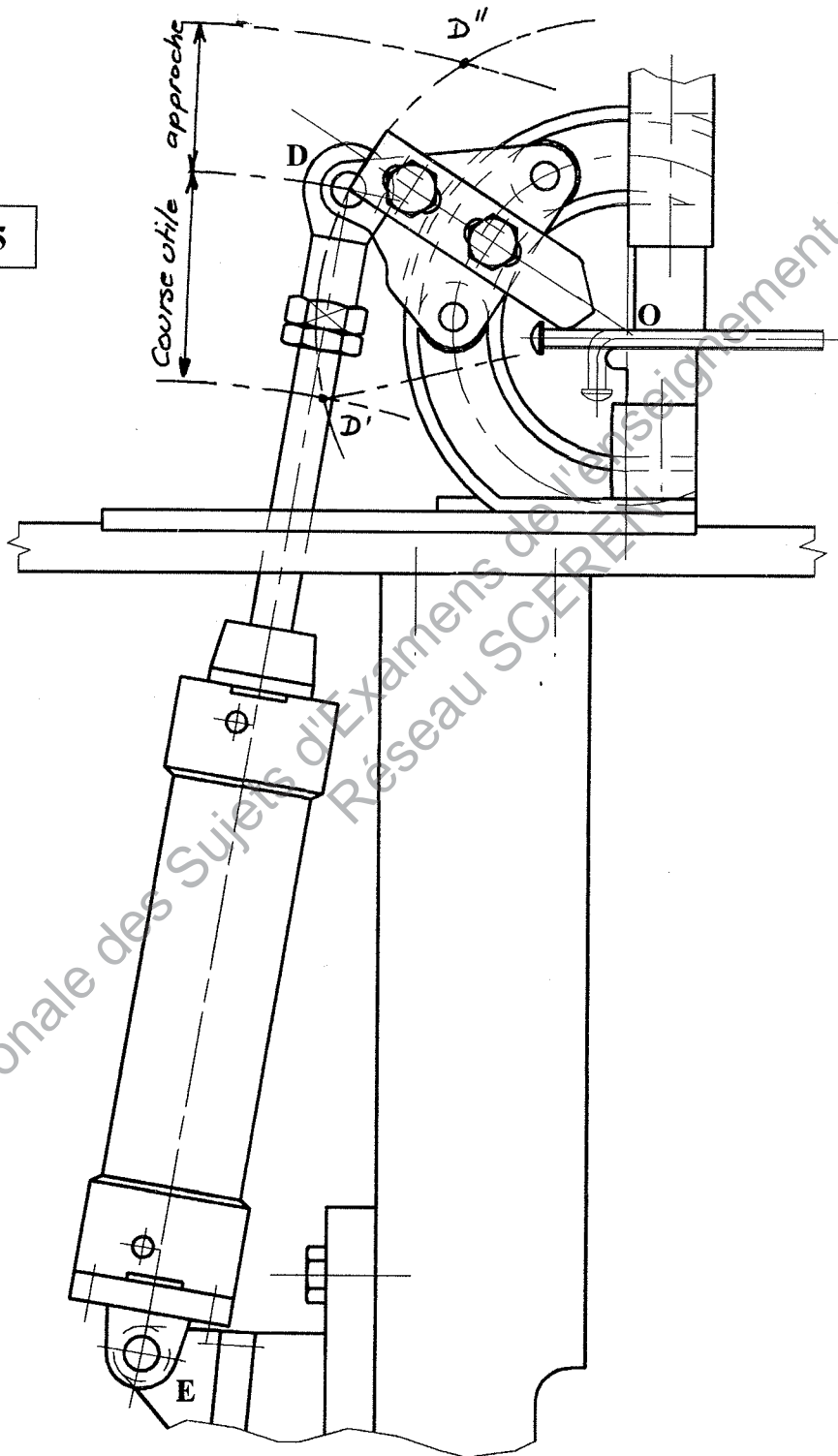
**A1.4.1** Sur le document réponse DR 8, tracer les positions extrêmes D' et D'' du point D correspondant aux positions tige rentrée et tige sortie du vérin. Justifier vos constructions dans le cadre ci-dessous.

Cadre réponse

L'ensemble (2+3+4) pivote autour du point O  
 Le point D décrit une trajectoire circulaire de rayon OD  
 En reportant l'angle de 43° (rapporteur, compas,) on détermine D'  
 La course du vérin est de 100 mm (50 à l'échelle 0,5)  
 $ED'' = ED' + 50$ . On trace un arc de cercle de centre E et de rayon  $ED''$ . On détermine D''

Ne pas écrire dans le cadre

Echelle 0,5



Ne pas écrire dans le cadre

**A1.4.2 Mesurer la course utile du vérin.**

**Comment pourrait-on réduire la course d'approche ?**

DT 2

Cadre réponse :

Course utile : ...*58 mm*..... Course d'approche : ...*42 mm*.....

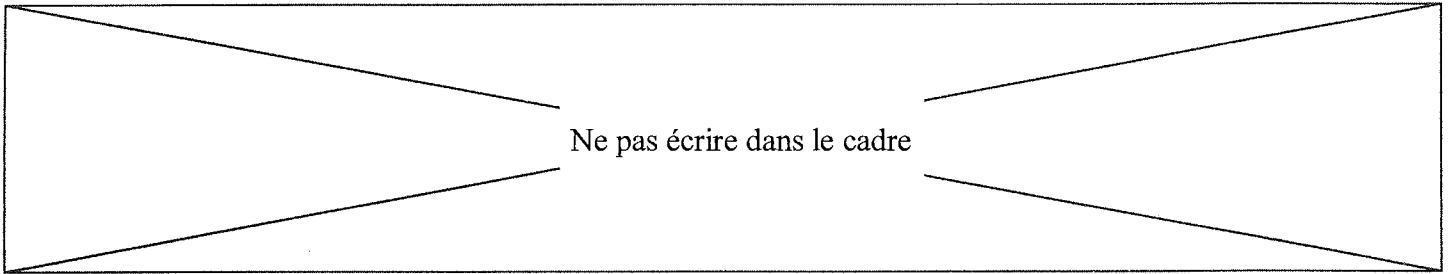
Conclusion : *On peut réduire la course d'approche en choisissant un vérin de même diamètre et de course standard 80 mm*

**A1.4.3 Comment peut-on ajuster la valeur de l'angle de coudage à 90° ?**

DT 1a, 1b

Cadre réponse :

*On peut régler la valeur de l'angle de coudage en ajustant la position de la semelle de fixation du vérin sur le bâti, grâce aux vis 12 et aux trous oblongs.*



## B ) PROBLEME A RESOUDRE : Vérification des performances du groupe hydraulique

Le groupe hydraulique a actuellement ces caractéristiques :

- Puissance du moteur : **4 kW** ; courant de ligne sous **400 V** : **8,1 A**
- Vitesse du moteur # **1470 tr / mn**
- Pression de service : **150 bars**
- Pompe à pistons radiaux de cylindrée : **16 cm<sup>3</sup>**
- Débit nominal : **13 l / mn** à **1500 tr / mn**
- Réservoir d'huile : **100 litres**

### Remarque Importante :

**les 4 vérins ( de serrage et de boutroillage ) sortent et rentrent simultanément !**

Ces caractéristiques assurent une vitesse de sortie **V** des vérins hydrauliques de boutroillage et de serrage de **1,7 cm / s**

Afin de garantir un bon boutroillage, **les 2 vérins de boutroillage de diamètre 63 mm et de course 100 mm sont remplacés par 2 vérins de diamètre 80 mm et de course 100 mm**. Les 2 vérins de serrage restent inchangés : diamètre 63 mm et course de 100 mm.

**B1.1** A partir des caractéristiques du groupe hydraulique et de la vitesse de sortie des vérins, vérifiez que les performances du groupe, plus particulièrement **au niveau du débit, ne conviennent plus lorsque les 2 vérins de boutroillage passent à un diamètre de 80 mm !**



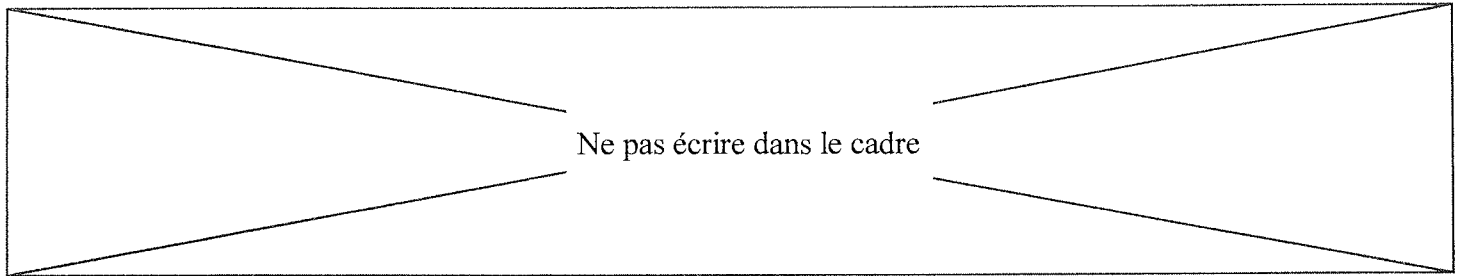
Voir DT 4 et 5

cadre réponse

$$Q = S * V = 2 * [(6,3 / 2)^2 + (8,0 / 2)^2] * 3,14 * 1,7 = 276,88 \text{ cm}^3 / \text{s} = 16,6 \text{ l / mn}$$

$$P = (p * Q) / (600 * \eta_{\text{pompe}}) = (150 * 16,6) / (600 * 0,9) = 4,61 \text{ kW}$$

**Conclusions : la pompe ne pourra assurée le débit d'autant plus que le moteur est en surcharge de + de 15 % ( la vitesse sera < à 1470 tr / mn ) et le relais thermique qui assure la protection des moteurs déclenchera !**



**B1.2** Le groupe hydraulique devant être changé, l'entreprise désire en profiter pour diminuer le temps de cycle de la machine, en **MULTIPLIANT la vitesse de sortie des 4 vérins hydrauliques par 1,6**.

Le nouveau groupe hydraulique a les caractéristiques suivantes :

- Puissance du moteur électrique : **11 kW** ; courant de ligne sous **400 V** : **21 A**
- Vitesse du moteur # **1440 tr / mn**
- Pression de service : **150 bars**
- Pompe à pistons radiaux de cylindrée : **32 cm<sup>3</sup>**
- Débit nominal : **32 l / mn à 1500 tr / mn**
- Capacité du réservoir d'huile : **250 litres**

**Vérifiez si les performances de ce groupe hydraulique répondent aux nouveaux besoins de fabrication !**

**B1.21 : Déterminez le nouveau débit de la pompe !**



**Voir DT 5**

cadre réponse

$$Q = S * V = 2 * [(6,3 / 2)^2 + (8,0 / 2)^2] * 3,14 * 1,7 * 1,6 = 443 \text{ cm}^3 / \text{s} = 26,58 \text{ l / mn}$$

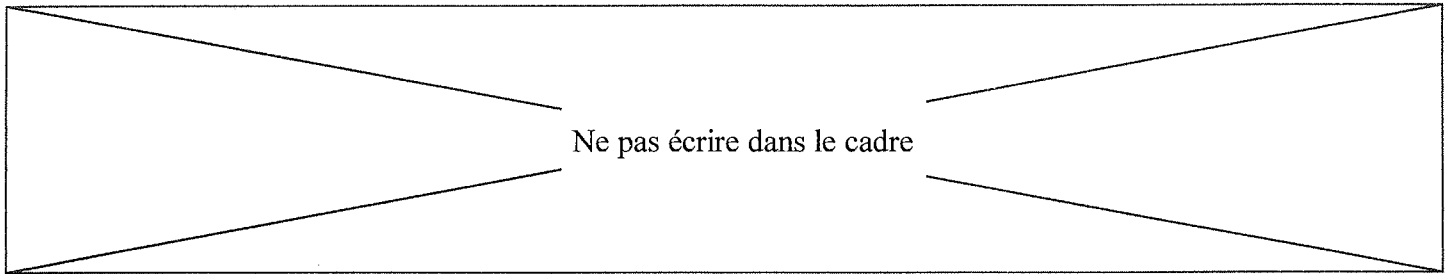
**B1.22 : Déterminez la puissance utile du moteur ! ( par calcul et par abaque )**



**Voir DT 4 et 5**

cadre réponse

$$P = (p * Q) / (600 * \eta_{pompe}) = (150 * 26,58) / (600 * 0,9) = 7,38 \text{ kW et l'abaque donne } P = 9 \text{ kW}$$



**B1.23 : Déterminez la cylindrée théorique et à partir des abaques la cylindrée normalisée ainsi que la capacité du réservoir d'huile en prenant la valeur intermédiaire donnée par l'abaque !**



**Voir DT 5**

cadre réponse

**Cyl = Q / N = 26, 58 / 1440 = 18, 46 cm<sup>3</sup> donc la cylindrée normalisée est de 32 cm<sup>3</sup> ( abaque )**

**le réservoir est compris entre 160 litres et 400 litres : donc un réservoir de 250 litres est choisi !**

**B1.24 : Donnez vos conclusions sur le nouveau groupe hydraulique choisi par l'entreprise !**

cadre réponse

**- le moteur est surdimensionné : il aura donc un mauvais cos  $\phi$  et un rendement inférieur qu'au régime nominal, il coûtera plus cher ainsi que l'appareillage électrique qui lui est associé**

**- la pompe choisie par l'entreprise est capable d'un débit de 32 l / mn : les vérins sortiront à une vitesse # 1, 7 \* 1, 6 \* 32 / 26, 58 = 3, 27 cm / s = soit 1, 92 la vitesse initiale : gain de productivité**

Ne pas écrire dans le cadre

### C ) PROBLEME A RESOUDRE : Vérification de l'appareillage électrique et de la distribution

Le choix du nouveau groupe hydraulique, notamment du moteur d'entraînement de la pompe, entraîne obligatoirement un changement de l'appareillage électrique : Sectionneur, Fusibles, Contacteurs et Relais Thermique et de la distribution électrique.

#### C1 Vérification des performances de l'appareillage électrique du moteur

Le réseau électrique de l'entreprise est un réseau triphasé 230 / 400 V, neutre et terre distribués et le moteur a une puissance utile de 11 kW démarrant en Etoile - Triangle.

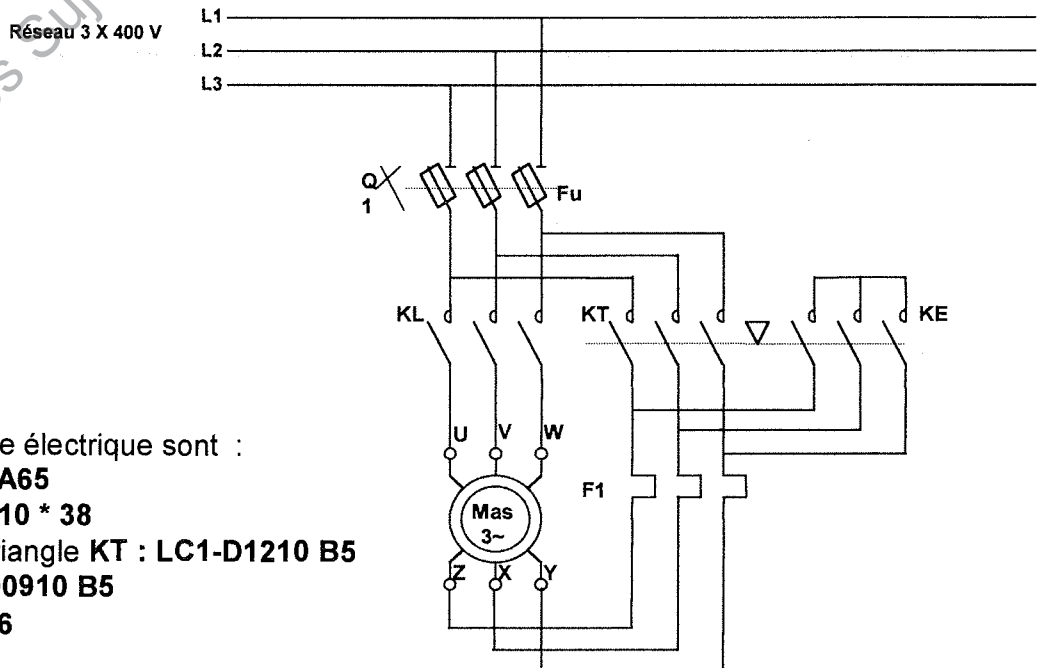
C1.1 Quelle indication la plaque signalétique doit-elle indiquer pour que ce moteur puisse démarrer en Etoile-Triangle ?

Voir DT 6

cadre réponse

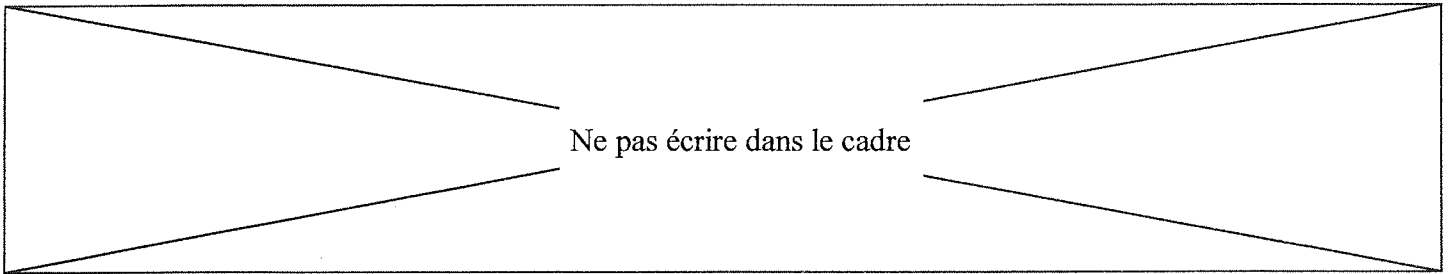
400 / 690 V

C1.2 Le schéma de puissance du démarrage Etoile - Triangle est donné ci-après :



Les références de l'appareillage électrique sont :

- Sectionneur Q1 : LS1-D2531A65
- Fusibles aM Fu : DF2-CA25 10 \* 38
- Contacteurs de ligne KL et Triangle KT : LC1-D1210 B5
- Contacteur Etoile KE : LC1-D0910 B5
- Relais thermique LR2-d1316



Ne pas écrire dans le cadre

Calculez les courants traversant les enroulements du moteur en couplage Etoile puis en couplage Triangle, et justifiez le choix de l'appareillage électrique en précisant la valeur du courant de réglage du relais thermique  $i_{TH}$  !



Voir DT 6 et 7

### Remarque :

Comme le choix d'un contacteur ne se fait pas au dixième d'ampère près, vous pourrez arrondir à la valeur entière immédiatement en dessous !

cadre réponse

IKL en triangle =  $21 / \sqrt{3} = 12,12 \text{ A} \# 12 \text{ A} = \text{IKT}$  caractéristiques contacteurs :  $I = 12 \text{ A}$  conviennent  
IKL en étoile =  $21 / 3 = 7 \text{ A} = \text{IKE}$  caractéristique contacteur :  $I = 9 \text{ A}$  convient

$i_{TH} = 12, 12 \text{ A} \# 12 \text{ A}$

C1.3 Quelle est la signification « B5 » au niveau de la référence des contacteurs !

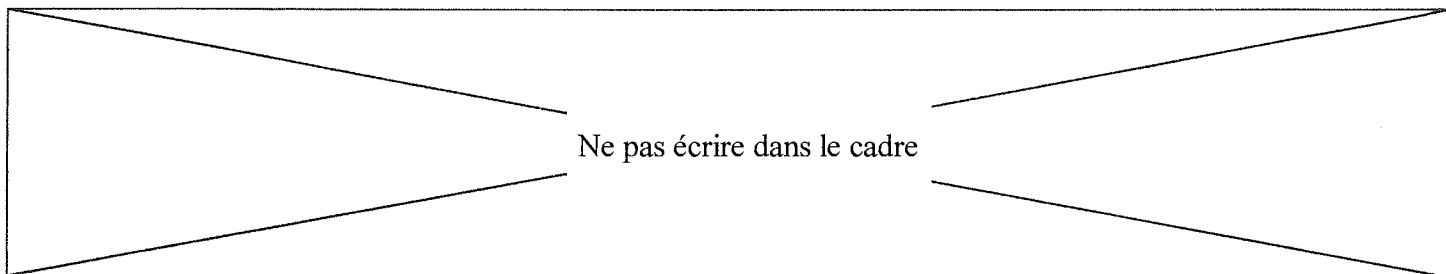


Voir DT 6

cadre réponse

tension bobine du contacteur =  $24 \text{ V } 50 \text{ Hz}$  : le schéma de commande est en  $24 \text{ V } 50 \text{ Hz}$





## C2 Vérification de la section de câble

Le câble **multi-conducteurs** alimentant la machine avant modification avait une section de **1,5 mm<sup>2</sup>** et les âmes en **Cuivre** et le nouveau moteur de pompe a une puissance utile de **11 kW**.

Données techniques du câble et de son environnement :

- La longueur **L = 15 m**
- La température ambiante = **40 °C** ( voisinage des presses à injecter )
- La pose du câble peut-être assimilée à **une pose sur tablettes non perforées**
- **Pas d'autres câbles au voisinage**
- Isolant : **PR ( ou PRC )**

**C2.1 Déterminez la valeur du courant corrigée I'z et Vérifiez si la section des âmes conductrices pour alimenter ce moteur convient encore ! Sinon, quelle section pourrait convenir ?**

**Les fusibles sont des aM 25 A**



**Voir DT 8 et 9**

cadre réponse

$$I'z = 25 / ( k1 * k2 * k3 ) = 25 / ( 1 * 1 * 0,91 ) = 27,47 \text{ A}$$

abaque préconise une section de  $S = 2,5 \text{ mm}^2$  ( section de  $1,5 \text{ mm}^2$  ne convient plus )

**C2.2** Le câble a désormais une section de **S = 2,5 mm<sup>2</sup>**. La protection de l'installation alimentant le groupe hydraulique est assurée par des **fusibles aM 25A**.

Un court-circuit **franc biphasé** se produit au niveau de la plaque à bornes du moteur, **calculez la valeur du courant de court-circuit présumé puis vérifiez la contrainte thermique du câble**  
 **$t \leq K^2 * S^2 / I_{cc}^2$  !**

où K est un coefficient constructeur, S : la section des âmes conductrices en mm<sup>2</sup> et I<sub>cc</sub> : le courant de court-circuit en A

**REMARQUE :** Le temps de coupure t du dispositif de protection doit être inférieur au temps de passage du courant de court-circuit, tel que la température des conducteurs soit portée à la valeur limite maximale admise. Il faut donc vérifier si  **$t \leq K^2 * S^2 / I_{cc}^2$**

**Données :** K pour âmes en cuivre et isolant PR ( ou PRC ) **K = 135**

Formule approchée du courant de court-circuit présumé :  **$I_{cc} \approx 0,8 * U / [ \rho * L / S ]$**

où L représente la longueur **totale** des âmes conductrices traversées par le courant de court-circuit et  $\rho$  la résistivité du cuivre  **$\rho = 22,5 * 10^{-3} \Omega * \text{mm}^2 / \text{m}$**

Ne pas écrire dans le cadre

Voir DT 10

cadre réponse

$I_{cc} = 0,8 * 400 / [ 22,5 * 10^{-3} * 15 * 2 / 2,5 ] = 1185 \text{ A}$  Fusibles fondent en moins de  $10^{-2}$  seconde

$t \leq K^2 * S^2 / I_{cc}^2$       $K^2 * S^2 / I_{cc}^2 = 135^2 * 2,5^2 / 1185^2 = 0,0811 \text{ s}$

protection assurée !

**C2.3** L'entreprise décide de remplacer les fusibles par un disjoncteur moteur de type **GV2 – LE22** !

**C2.31** Justifiez ce choix et précisez la valeur du courant qui occasionnera l'ouverture du disjoncteur !

Voir DT 11 ou 13

cadre réponse

Imagnétique = 327 A ou courbe donne # 13 \*  $I_n = 13 * 25 = 325 \text{ A}$

**C2.32** Ce disjoncteur protège-t-il correctement l'installation en se plaçant dans le même cas de court-circuit biphasé du C2.2 ! Justifiez votre réponse !

Voir DT 12 et 13

cadre réponse

**OUI** : car le pouvoir de coupure du disjoncteur est de 15 Ka

**C2.33** Donnez 2 avantages d'utiliser un disjoncteur à la place de fusibles !

cadre réponse

▣ temps d'ouverture du circuit indépendant de la température

▣ localisation de la branche en défaut immédiate

▣ fusibles : problème si remplacement par calibre plus fort ( protections des personnes et de l'installation plus réalisées ) etc.....