

Examen de thermodynamique 2

Exercice1 : 5pts

On effectue de 3 manières différentes une compression qui amène un gaz de l'état 1 à l'état 2 avec :

Etat 1 : (P1=1bar, V1=3litres)

Etat2 : (P2=3bar, V2=1litre).

La première évolution (a) est isochore puis isobare, la deuxième évolution (b) est isobare puis isochore, la troisième évolution (c) est isotherme.

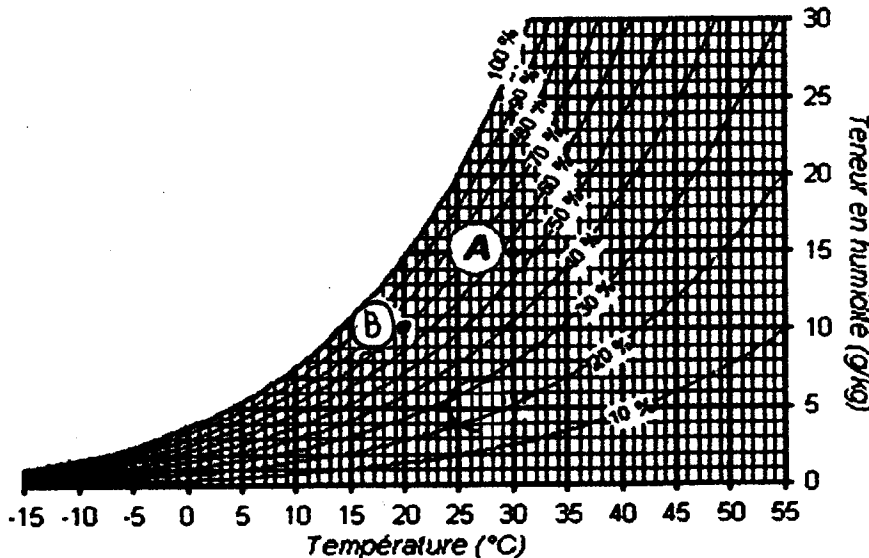
1-représenter les 3 transformations en coordonnées de Clapeyron.

2-sachant que l'on a  $\Delta U = C_v \Delta T$ , pour ce gaz. Calculer  $\Delta U$  (variation d'énergie interne entre les états 1 et 2).

3-calculer les travaux dans les 3 cas.

4-déduisez-en les chaleurs échangées, sont-elles reçues ou perdues ?

Exercice2 : 4pts



En utilisant le diagramme de l'air humide, Déterminer les caractéristiques ( $\theta$ ,  $\theta_R$ ,  $\phi$ ,  $r^s$ ). de l'air humide au point A et au point B.

exercice3 : 6pts

Un gaz est comprimé dans un compresseur. A l'entrée du compresseur le gaz est à la température T1=10°C et à la pression P1=6 bar. A la sortie du compresseur la pression est P2=18bar, la température est T2. le gaz est considéré comme parfait.

1-dans le cas où la compression est adiabatique réversible (isentropique) :

-Donner la relation entre pression et volume lors d'une telle compression de l'état 1 à l'état 2.

-en déduire l'expression de T2/T1.

-calculer T2 à la sortie du compresseur. avec  $\gamma=1,21$  et  $r=96,1 \text{ J.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

2-en réalité la température du fluide à la sortie du compresseur est T2'=82°C.

-calculer l'exposant k de la transformation polytropique associée à cette compression.

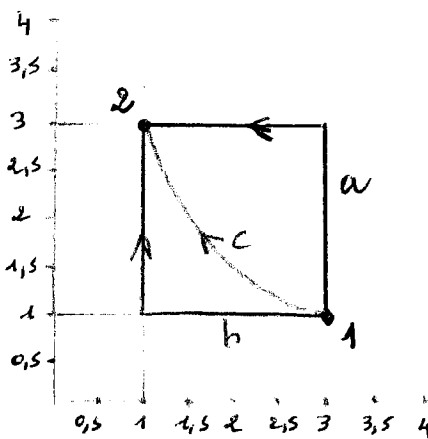
-calculer le travail échangé par kilogramme de fluide dans les deux cas : compression isentropique et compression polytropique.

3-la compression étant polytropique, calculer la puissance du compresseur, le débit massique du gaz étant  $q_m=90 \text{ g.s}^{-1}$ .

# Corrigé type

P[bar]

le tout (4,5 pts)



V [L]

## exercice 1 (5 pts)

le point 1 → (0,25)

le point 2 → (0,25)

l'évolution a → (0,25)

l'évolution b → (0,25)

l'évolution c → (0,5)

2 -  $\Delta U$  ne dépend pas du chemin suivi, donc on peut calculer  $\Delta U$  sur l'isotherme (c). Cela reste vrai pour les transformations (a) et (b).

$$\Delta U = C_v \cdot \Delta T \quad (0,25)$$

$$= C_v \cdot 0 = 0 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$3 - W_a = P_2 (V_1 - V_2) \quad (0,25)$$

$$= 3 \cdot 10^5 (3 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}) = 600 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$W_b = P_1 (V_1 - V_2) \quad (0,25)$$

$$= 1 \cdot 10^5 (3 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}) = 200 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$W_c = - \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (0,25) ; \left\{ \begin{array}{l} P = \frac{C^t}{V} \text{ (c isotherme)} \\ \text{ou } P = \frac{nRT}{V} \end{array} \right. \quad (0,25)$$

$$= - \int_{V_1}^{V_2} \frac{C^t}{V} dV$$

$$= C^t [\ln V]_{V_2}^{V_1} \Leftrightarrow W_c = P_1 V_1 \left( \ln \frac{V_1}{V_2} \right) \quad (0,25)$$

$$W_c = 1 \cdot 10^5 \times 3 \cdot 10^{-3} \times \ln \left( \frac{3 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} \right) = 300 \cdot \ln 3 = 327 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_a = -W_a = -600 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_b = -W_b = -200 \text{ J} \quad (0,25)$$

$$Q_c = -W_c = -327 \text{ J} \quad (0,25)$$

- le signe est négatif donc ces chaleurs sont évacuées ou perdues. (0,25)

exercice 2 (4 pts)

	$\theta$ [°C]	$\theta_R$ [°C]	$\psi$ [%]	$r^s$ [g/kg]
A	30 (0,5 pt)	20 (0,5)	55 (0,5)	15 (0,5)
B	20 (0,5)	14 (0,5)	70 (0,5)	10 (0,5)

exercice 3: (6 pts)

la compression isentropique d'un gaz parfait obéit à la loi de Laplace:  $PV^\gamma = C^{\text{te}}$

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \quad (0,25)$$

- l'équation d'état:  $PV = m r T$ .

dans l'état 1:  $V_1 = \frac{m r T_1}{P_1}$  (0,5) et l'état 2:  $V_2 = \frac{m r T_2}{P_2}$  (0,5)

On aura:

$$P_1 \left( \frac{m r T_1}{P_1} \right)^\gamma = P_2 \left( \frac{m r T_2}{P_2} \right)^\gamma \quad (0,25)$$

$$\Leftrightarrow P_1^{1-\gamma} T_1^\gamma = P_2^{1-\gamma} T_2^\gamma$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad (0,5)$$

$$- T_2 = T_1 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$T_2' = 82 + 273 = 355^\circ\text{K}.$$

$$\frac{T_2'}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (0,25) \Leftrightarrow \ln \frac{T_2'}{T_1} = \frac{k-1}{k} \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (0,5)$$

$$\Leftrightarrow 1 - \frac{1}{k} = \frac{\ln \frac{T_2'}{T_1}}{\ln \frac{P_2}{P_1}} \quad \Leftrightarrow k = \frac{1}{1 - \frac{\ln \left(\frac{T_2'}{T_1}\right)}{\ln \left(\frac{P_2}{P_1}\right)}}$$

$$k = 1,26 \quad (0,5)$$

$$-W_{12}^{is} = \frac{\gamma r}{\gamma - 1} (T_2 - T_1) \quad (0,5)$$

$$= \frac{1,21 \cdot 96,1}{0,21} (342,44 - 283) \approx 32,91 \text{ kJ/kg} \quad (0,25)$$

$$-W_{12}^{poly} = \frac{k r}{k - 1} (T_2' - T_1) \quad (0,5)$$

$$= \frac{1,26 \cdot 96,1}{0,26} (355 - 283) \approx 33,53 \text{ kJ/kg} \quad (0,25)$$

$$3) P = \dot{q}_m \cdot W_{12}^{poly} \quad (0,5)$$

$$P = 90 \cdot 10^{-3} \cdot 33,53 \approx 3,01 \text{ kW} \quad (0,25)$$

**Contrôle : matériaux de Construction**  
**Document autorisé : Aucun**

**Durée : 1h30- Evaluation 16/20 examen et 4/20 mini projet et présence**

**Année universitaire : 2eme année**

1. Quelles sont les principales familles des matériaux en donnant le type de liaison et deux propriétés pour chaque famille **1.5 points**
2. Définir les propriétés suivantes : **3 points**  
La masse volumique, la Masse volumique apparente, Masse volumique réel, la Masse volumique absolue, La perméabilité et L'humidité (la teneur en eau)
3. Citer les différents types et classes des granulats (familles des granulats, en indiquant les conditions sur d et D) **1.5 points**
4. Elaboration des granulats **1.5 points**
  - quel est le rôle de concassage dans l'élaboration des granulats. **0.25 Point**
  - quel est le rôle du criblage, avant le concassage et après le concassage **0.25 Point**
  - quelles sont les pièges à éviter lors du criblage afin d'assurer la qualité du produit fini **0.25 Point**
  - citer l'intérêt du lavage des granulats (gravillons et sables) **0.25 Point**
  - citer les modes de stockage des granulats **0.25 Point**
  - quelle est l'influence de la forme des granulats sur le béton **0.25 Point**
5. Pourquoi on mesure : **1 point**
  - 1) le coefficient d'aplatissement
  - 2) coefficient Los Angeles (LA)
  - 3) le coefficient Micro Deval (MD)
  - 4) la valeur au bleu (essai au bleu) et l'équivalent de sable
6. citer les types de liant hydrauliques **0.75 point**
7. citer les procédés de préparation du cru, avec explication (fabrication du ciment) **1 point**
8. donner l'Influence de  $C_2S$  et  $C_3S$  sur résistance mécanique des ciments **0.5 point**
9. Que veut dire cette désignation du ciment CEM II/B (W D) 42.5.R PM ES CP **2 points**
10. Citer les différents emplois des mortiers **0.75 Point**
11. Citer les Techniques particulières de mise en œuvre du mortier avec explication et exemples **0.5 Point**
12. donner un schéma explicatif pour l'essai à la résistance du béton à la traction par flexion à 3 points et à points **0.5 Point**
13. citer et expliquer le fonctionnement de trois essais utilisés pour évaluer la maniabilité du béton **1.5 Point**

## Corrigé Type pour l'examen du MDC

### 1. Les différentes familles de matériaux (1.5 points)

#### Les métaux (liaisons métalliques) 0.5 point

- Conduction de chaleur et électricité
- Températures de fusion et de vaporisation en général élevées
- Propriétés élastiques élevées
- Possibilité d'augmenter la résistance (durcissement structural)
- Denses, sensibles à la corrosion et à la fatigue

#### Les polymères (liaisons covalentes Liaisons faibles, solides organiques) 0.5 point

- Deux températures spécifiques :
- Transition vitreuse et dégradation
- Faibles propriétés élastiques
- Résistants à l'usure et à la corrosion

#### Les céramiques (liaisons ioniques, solides inorganiques) 0.5 point

- Tenue en température
- Excellentes propriétés élastiques
- Fragiles, peu ductiles, peu tenaces
- Résistants à l'usure et à la corrosion
- Prix élevé pour les céramiques techniques

### 2. Les définitions (1.5 points)

#### • La masse volumique

On entend par masse volumique ( $\text{kg/m}^3$ ) la masse de l'unité de volume du matériau à l'état naturel (pore et vide y compris) 0.5 point

$$\delta_0 = \frac{m_1}{V_1}$$

$m_1$  : la masse du matériau en kg

$V_1$  son volume, en  $\text{m}^3$

- **Masse volumique apparente** : les matériaux pulvérulents (sables, graviers, ciment) se caractérisent par leur masse volumique apparente. Dans le volume de ces matériaux sont inclus non seulement les pores des grains séparés, mais également les vides entre les grains. 0.5 point
- **Masse volumique réel** : c'est le rapport entre la masse de matériau et le volume réel des grains (le volume des grains et le volume des pores fermés y compris) 0.5 point
- **Masse volumique absolue (la masse volumique de la matière)** : pour l'obtenir, il faut broyer très finement le matériau et mesurer la masse volumique réelle de la poudre obtenue (sans les pores ni les vides inter-granulaires) 0.5 points
- **L'humidité (la teneur en eau)** : Elle est un indice pour déterminer la teneur en eau réelle des matériaux au moment de l'expérience. En général l'humidité est

notée  $W$  et s'exprime en pourcentage (%). On peut déterminer l'humidité de matériaux quelconques en utilisant la formule suivante:

$$w = \frac{mh - ms}{ms} * 100$$

Où :

$ms$  est la masse sèche d'échantillon (après passage à l'étuve)

$mh$  est la masse humide d'échantillon. **0.5 Point**

- **La perméabilité** : La perméabilité à l'eau est les propriétés d'un matériau de laisser passer l'eau sous pression. Elle est caractérisée par la quantité d'eau qui passe pendant une heure à pression constante à travers  $1 \text{ m}^2$  de surface du matériau essayé. **0.5 point**
3. La classification des granulats **1.5 points**
- Filler 0/D : pour  $D < 2 \text{ mm}$  et ayant au moins 70% de grains passant au tamis de  $0.063 \text{ mm}$ . **0.25 Point**
  - Sablon 0/D : pour  $D < 1 \text{ mm}$  et avec moins de 70% de grains passant au tamis de  $0.063 \text{ mm}$ . **0.25 Point**
  - Sable 0/D : Lorsque  $D$  est tel que  $1 \text{ mm} < D \leq 6.3 \text{ mm}$ . **0.25 Point**
  - Graves 0/D : Lorsque  $D > 6.3 \text{ mm}$ . **0.25 Point**
  - Gravillons d/D : lorsque  $d \geq 1 \text{ mm}$  et  $D \leq 125 \text{ mm}$ . **0.25 Point**
  - Ballast d/D : lorsque  $d \geq 25 \text{ mm}$  et  $D \leq 50 \text{ mm}$ . **0.25 Point**
4. Elaboration des granulats **1.5 points**
- Le concassage : quel est le rôle de concassage dans l'élaboration des granulats. **0.25 Point**
    - ✚ Le rôle de concassage est principalement réduire les dimensions des éléments pour obtenir la granularité souhaitée, et accessoirement pour améliorer leur forme.
  - Criblage : le rôle du criblage est : **0.25 Point**
    - ✚ Avant le concassage : Un criblage particulier, qui se pratique en amont ou après le débiteur afin d'éliminer la fraction 0/D dans le but d'éliminer la fraction 0/D dans le but d'éliminer le maximum de produit argileux.
    - ✚ Après le concassage : séparation des classes granulaires ( la classification des classes granulaires)
  - Criblage : quelles sont les pièges à éviter lors du criblage afin d'assurer la qualité du produit fini **0.25 Point**

Deux pièges sont à éviter dans le criblage :

    - ✚ Le sous-dimensionnement des cribles (l'alimentation)
    - ✚ L'alimentation par des matériaux pollués ou en teneur en eau élevée pour les petites coupures.

- Le lavage : citer le rôle du lavage des granulats (gravillons et sables) **0.25 Point**
  - ✚ Utiliser pour débarrasser les gravillons de leurs fines de surface.
  - ✚ Le lavage permet aussi une classification des sables en réalisant des séparations impossibles à effectuer par criblage classique (entre 10 et 150  $\mu\text{m}$ )
- Le stockage : citer les modes de stockage des granulats **0.25 Point**
  - ✚ Le stockage se fait dans des silos ou des trémies
  - ✚ dans l'air libre (stocks aux sols)
- La forme des granulats : quelle est l'influence de la forme des granulats sur le béton **0.25 Point**
  - ✚ Les grains de forme arrondie, sphérique ou cubique favorise la maniabilité du béton et augmente la résistance du béton, contrairement aux grains de forme aplatie

5. Essais sur granulats **1 point**

On mesure :

- le coefficient d'aplatissement : pour évaluer la quantité des grains plats dans un granulat **0.25 Point**
- le coefficient Los Angeles (LA) : pour évaluer la résistance d'un granulat à la fragmentation **0.25 Point**
- le coefficient Micro Deval (MD) : pour évaluer la résistance d'un granulat à l'usure **0.25 Point**
- la valeur au bleu et l'équivalent de sable pour évaluer la propreté d'un sable **0.25 Point**

6. citer les types de liant hydrauliques **0.75 point**

- Actif : Agit sans l'addition d'un activant (comme la chaux) ciment Portland **0.25 Point**
- Latent : Agit avec l'ajout d'un activant (généralement la chaux) laitier granulé de haut fourneau, cendres volantes, pouzzolanes **0.25 Point**
- Mixte : Mélange de liant hydraulique actif et de liant hydraulique latent **0.25 Point**

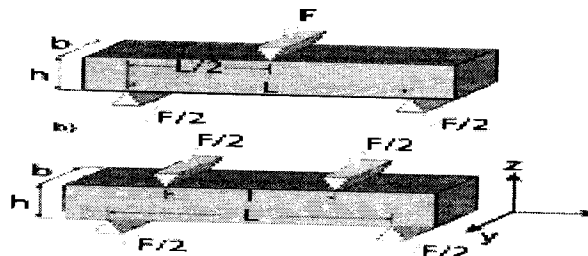
7. Citer les procédés de préparation du cru lors de la fabrication du ciment **1 point**

- **La voie sèche** : la plus utilisée, comporte la pré-homogénéisation, le broyage-séchage, la séparation et l'homogénéisation. **0.25 Point**
- **La voie humide** : pratiquement abandonnée parce qu'elle est une grande consommatrice d'énergie. Elle consiste à préparer une pâte dans des délayeurs, qui est ensuite homogénéisée et stockée. Cette voie s'impose lorsque les matériaux extraits présentent un taux d'humidité élevé. **0.25 Point**
- **La voie semi-sèche** : consiste à humidifier la poudre obtenue après broyage et séchage pour l'agglomérer sous forme de granules qui sont ensuite cuits sur une grille mobile. **0.25 Point**



- **La voie semi-humide** : consiste à filtrer la pâte réalisée de façon analogue à la voie humide mais, après filtration, à en faire des boudins qui sont ensuite cuits sur une grille. **0.25 Point**
8. donner l'Influence de C2S et C3S sur la résistance mécanique du béton
- **C<sub>3</sub>S**, il agit principalement sur les résistances aux jeunes âges, plus le taux sera élevé, plus les résistances aux jeunes âges seront importantes
  - **C<sub>2</sub>S**, il agit principalement sur les résistances à long terme.
9. Que veut dire cette désignation du ciment CEM II/B (W D) 42.5.RPM ES CP **2 Points**
- CEM II : Famille du ciment, ciment portland composé **0.25 Point**
  - B quantité des constituants principaux autres que le clinker **0.25 Point**
  - (W D) nom de constituant principaux autres que le clinker W= cendres volantes,D fumée de silice **0.25 Point**
  - 42.5 classe de résistance (résistance caractéristique minimum à 28 jours)**0.25 Point**
  - R Rapide **0.25 Point**
  - **PM** Ciment pour travaux à la mer **0.25 Point**
  - ES Ciment pour travaux en eau haute teneur en sulfate **0.25 Point**
  - CP Ciment à teneur en sulfure limitée pour bétons précontraints **0.25 Point**
10. Emplois des mortiers **1 Point**
- Les joints de maçonnerie
  - Les enduits
  - Les chapes
  - Les scellements et les calages
11. Citer les Techniques particulières de mise en œuvre du mortier avec explication et exemples **0.5 Point**
- La projection (enduit)
  - L'injection (remplissage des cavités, fixation des boulons d'ancrage)
12. donner un schéma explicatif pour l'essai à la résistance du béton à la traction par flexion à 3 points et à 4 points **0.5 Point**

**Flexion 3 et 4 points**



13. citer trois essais utilisés pour évaluer la maniabilité du béton **1.5 Point**
- Essais d'affaissement au cône d'Abrams
  - Essais d'étalement
  - Essais au maniabilimètre

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE 1**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE**  
**DEPARTEMENT DE GENIE CLIMATIQUE<sup>2</sup>**

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie climatique

Niveau : ST2

Module : Notions d'Architecture

Semestre : 04

Enseignant : M. OUADAH OMAR

Date : 24/05/2016

Durée : 1.30

**CORRIGE TYPE DE L'EXAMEN DU 2<sup>eme</sup> SEMESTRE**

**1) Les définitions de : (06pts)**

- **Le point statique** : Un point statique est un élément fixe et interchangeable qui fait partie de la matière statique.
- **Le point dynamique** : Est le point variable qui est en mouvement imposé par sa composition globale, ainsi que c'est un élément variable et changeable qui fait partie de la matière dynamique.
- **Le Plan** : Une représentation plane (2D) d'un système, utilisé comme support de conception et de communication (entre le bureau d'études et l'atelier de fabrication ou le chantier, entre le sous-traitant et le client...).
- **L'échelle** : Une échelle est le rapport entre la mesure d'un objet réel et la mesure de sa représentation (carte géographique, maquette, etc.). Elle est exprimée par une valeur I numérique qui est généralement sous forme de fraction.

**2) La différence entre L'asymétrie et La dissymétrie : (02pts)**

L'asymétrie	La dissymétrie
<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'absence de symétrie, ou son inverse</li> <li>- les deux parties ou concurrents sont de taille très différente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la présence d'un coefficient de dissymétrie correspond à une mesure de l'asymétrie</li> </ul>

- 3) L'objectif de l'utilisation des trames en Architecture** c'est pour représenter les matériaux : brique, pierre, pavements, planchers, tuiles, ardoises. De la même façon, tous les éléments constitutifs d'un plan sont représentés par des figures « transfert » (mobilier, sanitaires, éléments techniques, végétation, véhicules, personnages) en plan et en élévation. à différentes échelles. **(3pts)**

4) Citer brièvement les types de trames. **(02pts)**

- **Trames régulières**
- **Trames irrégulières**

5) **Le modulator** : est une notion architecturale inventée par Le Corbusier en 1945.

Silhouette humaine standardisée servant à concevoir la structure et la taille des unités d'habitation dessinées par l'architecte, comme la Cité radieuse de Marseille, la Maison radieuse de Rezé ou l'Unité d'habitation de Firminy-Vert. Elle devait permettre, selon lui, un confort maximal dans les relations entre l'Homme et son espace vital. Ainsi, Le Corbusier pense créer un système plus adapté que le système métrique, car il est directement lié à la morphologie humaine, et espère voir un jour le remplacement de ce dernier. **(02pts)**

6) Les cinq types de dessin architectural **(05pts)**

- Plan de sol
- Plan de masse
- Élévation
- Vue en coupe
- Vue de détail
- Perspectives

**Université Constantine 1**  
**Département de Génie Climatique**

**Examen de transfert de chaleur (durée 1h30)**  
**Le 26 Mai 2016**

**Exercice 1 : (8 points)**

Le mur d'un four est composé de deux couches :

- Une couche en briques réfractaires ( $k = 1.2 \text{ kcal/hm}^\circ\text{C}$ ) d'épaisseur  $e_1 = 25 \text{ cm}$ .
- Une couche en briques isolantes ( $k = 0.15 \text{ kcal/hm}^\circ\text{C}$ ) d'épaisseur  $e_2 = 13 \text{ cm}$ .

Données :

Température à l'intérieur du four  $T_i = 1650 \text{ }^\circ\text{C}$

Température à l'extérieur du four  $T_e = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Coefficient de convection entre la surface intérieure et l'air intérieur  $h_i = 60 \text{ kcal/hm}^2\text{ }^\circ\text{C}$

Coefficient de convection entre la surface extérieure et l'air extérieur  $h_e = 10 \text{ kcal/hm}^2\text{ }^\circ\text{C}$

Calculer :

- a. Les pertes de chaleur (flux de chaleur) par mètre carré de surface du mur.
- b. Les températures des surfaces intérieure et extérieure.
- c. La température à l'interface brique réfractaire – brique isolante.

**Exercice 2 : (6 points)**

Calculer la puissance nécessaire pour maintenir les surfaces d'un cylindre vertical à une température égale à  $T_P = 66 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ce cylindre est plongé dans de l'air à  $T_F = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ .

N.B: Pour les surfaces inférieure et supérieure du cylindre on utilisera les mêmes relations empiriques qu'une plaque horizontale et on supposera que la longueur caractéristique est égale à  $L=0.9D$ .

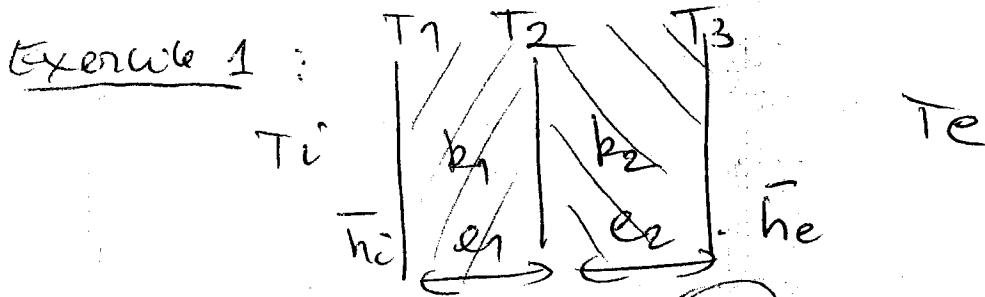
La hauteur du cylindre est égale à  $30 \text{ cm}$  et son diamètre à  $D = 30 \text{ cm}$ .  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ .

N.B. Les propriétés de l'air sont calculées à la température moyenne  $(T_P+T_F)/2$  et sont rassemblées dans le tableau 1. Les formules empiriques sont données dans le tableau 2.

**Tableau 1 : Propriétés physiques de l'air.**

$T(^\circ\text{C})$	$\rho(\text{kg/m}^3)$	$\mu \times 10^5 (\text{kg/ms})$	$k(\text{kcal/hm}^2\text{ }^\circ\text{C})$	$Pr$	$\beta \times 10^3 (1/^\circ\text{C})$	$\alpha \times 10^4 (\text{m}^2/\text{h})$
0	1.296	1.732	0.0208	0.72	3.65	0.067
38	1.136	1.910	0.0230	0.72	3.22	0.084
93	0.960	2.140	0.0259	0.72	2.74	0.112
149	0.832	2.392	0.0287	0.71	2.38	0.142
204	0.735	2.602	0.0315	0.689	2.09	0.174
260	0.660	2.815	0.0344	0.683	1.87	0.211
316	0.597	2.976	0.0372	0.685	1.69	0.240

Corrige - Examen de Transfert Thermique  
du 26. mai 2016.



$$a) \frac{q}{s} = \frac{T_i - T_e \text{ (1pt)}}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{1}{h_e}} = \frac{1650 - 25 \text{ (0,5)}}{\frac{1}{60} + \frac{25 \cdot 10^{-2}}{1,2} + \frac{13 \cdot 10^{-2}}{0,15} + \frac{1}{10}}$$

$$\frac{q}{s} = 1363,63 \text{ [Kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C]} \text{ (0,15)}$$

$$b) \frac{q}{s} = h_i (T_i - T_1) \Rightarrow T_1 = T_i - \frac{q}{s} \cdot \frac{1}{h_i} \text{ (1pt)}$$

$$T_1 = 1650 - \frac{1}{60} \times 1363,63 = 1627,27 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ (1pt)}$$

$$\frac{q}{s} = h_e (T_3 - T_e) \Rightarrow T_3 = T_e + \frac{q}{s} \cdot \frac{1}{h_e} \text{ (1pt)}$$

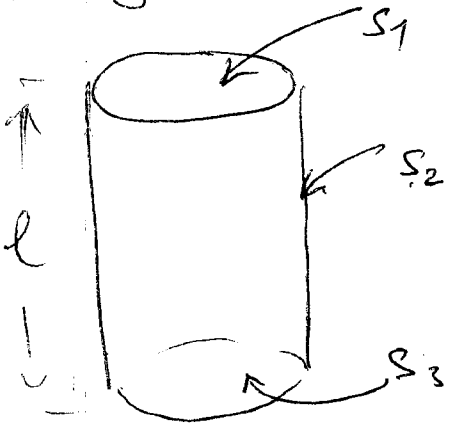
$$T_3 = 25 + 1363,63 \times \frac{1}{10} = 161,36 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ (1pt)}$$

$$c) T_2 = - \frac{q}{s} \cdot \frac{e_1}{k_1} \Leftrightarrow \frac{q}{s} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{e_1}{k_1}} = \frac{T_2 - T_3}{\frac{e_2}{k_2}} \text{ (1pt)}$$

$$T_2 = - 1363,63 \times \frac{0,25}{1,2} + 1627,27 = 1343,18 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ (1pt)}$$

exercice 2

a) cylindre vertical



$$q = (\bar{h}_1 \cdot S_1 + \bar{h}_2 \cdot S_2 + \bar{h}_3 \cdot S_3) (T_p - T_f)$$

- pour la surface verticale latérale  $S_2$   
on utilise la formule de la plaque  
verticale et cylindres verticaux

$$S_2 = 2\pi R L$$

$$Gr = \frac{g \cdot \rho^2 \cdot \beta \cdot \Delta T L^3}{\mu^2}, Pr = \frac{\nu}{a}$$

$$T_{\text{moy}} = \frac{66 + 10}{2} = 38^\circ\text{C}$$

$$Gr = \frac{9,81 \cdot 3,22 \cdot 10^{-3} (1,136)^2 \cdot (0,3)^3 \cdot (66 - 10)}{(1,91 \cdot 10^{-5})^2} = 16,9 \times 10^7$$

$$Gr \times Pr = 16,9 \times 10^7 \times 0,72 = 1,22 \times 10^8 \Rightarrow \left. \begin{matrix} \text{Regime} \\ \text{Laminaire} \end{matrix} \right\} \text{(0,1)}$$

$$Nu = 0,59 (Gr \times Pr)^{1/4} = 0,59 (1,22 \times 10^8)^{1/4} = 0,62 \text{ (0,1)}$$

$$\bar{h}_2 = Nu \cdot \frac{k}{L} = 0,62 \times \frac{0,023}{0,3} = 4,75 \text{ [Kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C]} \text{ (0,1)}$$

- pour la surface supérieure du cylindre  $S_1 = \pi \cdot R^2$

$$Gr \cdot Pr = \frac{9,81 \times 3,22 \times 10^{-3} (1,136)^2 \cdot (0,3)^3 \cdot (0,9)^3 \cdot 56}{(1,91 \times 10^{-5})^2} \times 0,72$$

$$= 12,32 \cdot 10^7 \times 0,72 = 8,87 \times 10^7 \text{ (0,1) Regime Turbulent}$$

$$Nu = \frac{\bar{h}_1 \cdot L}{k} \Rightarrow \bar{h}_1 = \frac{Nu \cdot k}{L}, Nu = 0,14 (8,87 \cdot 10^7)^{1/3} = 62,43 \text{ (0,1)}$$

$$\bar{h}_1 = Nu \cdot \frac{k}{L} = 62,43 \times \frac{0,023}{0,3 \times 0,9} = 5,31 \text{ [Kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C]} \text{ (0,1)}$$

- pour la surface inférieure du cylindre  $S_3 = \pi R^2$

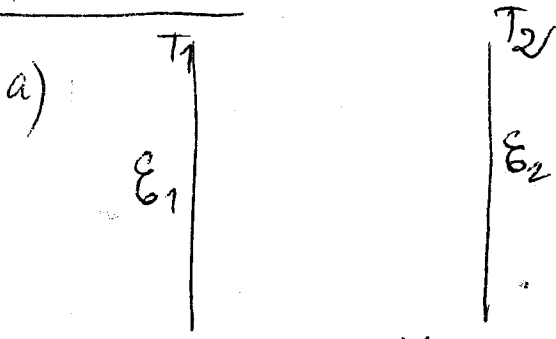
$$Gr \times Pr = 8,87 \times 10^7 \Rightarrow \text{Regime Laminaire (0,1)}$$

$$Nu = 0,27 (8,87 \times 10^7)^{1/4} \Rightarrow Nu = 26,2$$

Résultat:

$$\begin{aligned}
 q &= \left[ h_2 \times 2\pi R L + (h_1 + h_3) \cdot \pi \cdot R^2 \right] \cdot \Delta T \\
 &= \left[ 4,75 \cdot \pi \cdot (0,3) \cdot (0,3) + (2,23 + 5,37) \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,3}{4}\right)^2 \right] \times 56 \\
 &= (1,34 + 0,53) \times 56 = 104,88 \text{ [kcal/h]}
 \end{aligned}$$

Exercice 3:



$$\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1} \quad \frac{1}{5F_{12}} \quad \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2}$$

$$b) \frac{q}{S} = \frac{E_{T2} - E_{T1}}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1} + \frac{1}{F_{12}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2}}$$

$$\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{F_{12}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2} \cdot (T_2^4 - T_1^4)$$

$$F_{11} = F_{22} = 0$$

$$F_{21} = F_{12} = 1$$

demonstration  $\left\{ \begin{array}{l} F_{11} + F_{12} = 1 \\ F_{21} + F_{22} = 1 \end{array} \right. \Rightarrow F_{12} = F_{21} = 1$

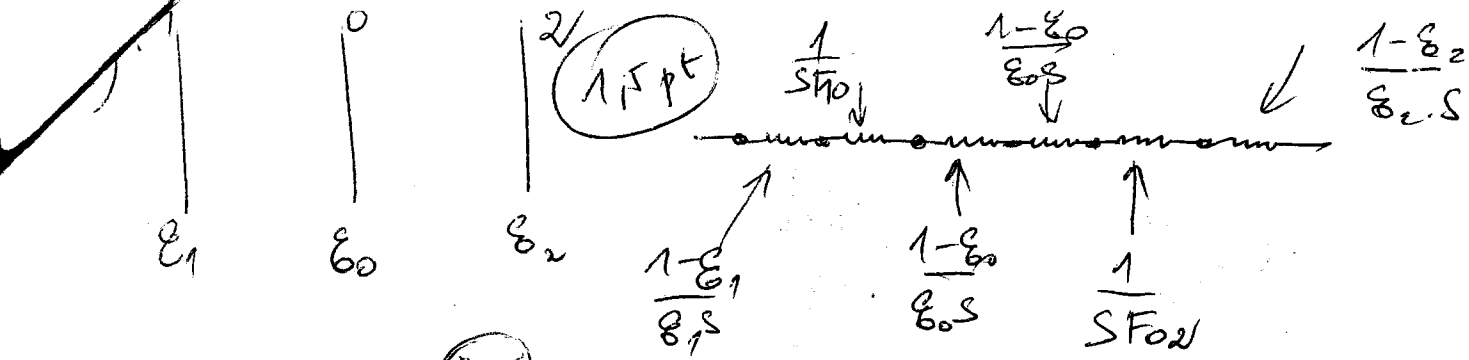
$$\frac{q}{S} = \frac{\sigma (T_2^4 - T_1^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} - 1 + 1 + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} = \frac{\sigma (T_2^4 - T_1^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$$

$$\frac{q}{S} = \frac{5,68 \times 10^{-8} (400^2 - 300^2)}{\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,65} + 1} = 1,027 \times 10^{-3} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

c) les 2 plaques sont noires  $\Rightarrow \epsilon_1 = \epsilon_2 = 1$

$$\frac{q}{S} = F_{12} (E_{T2} - E_{T1}) = \sigma (T_2^4 - T_1^4)$$

$$F_{12} = 1 \Rightarrow \frac{q}{S} = 5,68 \cdot 10^{-8} (400^2 - 300^2) = 3,98 \times 10^{-3} \text{ [W/m}^2\text{]}$$



$$F_{01} = F_{10} = 1 \quad F_{02} = F_{20} = 1$$

$$\begin{aligned}
 \frac{q}{s} &= \frac{E_{n2} - E_{n1}}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1} + \frac{1}{F_{10}} + \frac{1-\epsilon_0}{\epsilon_0} + \frac{1-\epsilon_0}{\epsilon_0} + \frac{1}{F_{02}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2}} \\
 &= \frac{\sigma (T_2^4 - T_1^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} - 1 + 1 + \frac{1}{\epsilon_0} - 1 + \frac{1}{\epsilon_0} - 1 + 1 + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \\
 &= \frac{\sigma (T_2^4 - T_1^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} + 2\left(\frac{1}{\epsilon_0} - 1\right)} \\
 &= \frac{5.68 \cdot 10^{-8} [400^4 - 300^4]}{\frac{1}{0.75} + \frac{1}{0.65} + 2\left(\frac{1}{0.25} - 1\right)} = 4.48 \times 10^4 \left[ \frac{W}{m^2} \right]
 \end{aligned}$$

(1 pt)



بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة الإخوة منتوري - قسنطينة

شعبة علوم الطيران - السنة الثانية

كلية علوم التكنولوجيا - قسم الجذع المشترك علوم التكنولوجيا

إمتحان مادة : الملاحة الجوية - Navigation aérienne

العلامة: ..... / 20

الإسم و اللقب: .....  
أ. هاشم العبدوني

1- Donnée une définition exacte de la navigation aérienne : ( 2 P ).

**La navigation aérienne est l'ensemble des techniques permettant à un pilote d'aéronef de maîtriser ses déplacements. La navigation permet à l'aéronef de suivre une trajectoire appelée route aérienne**

2- Quelles sont les outils nécessaires de la navigation - Sous linger les réponses correctes : ( 1 P )

**La montre - Le rapporteur - La règle - Le journal de bord ou log de navigation - Le crayon et la gomme**

3- Quelle est le tipe de navigation le plus utilisé dans l'aviation légère : ( 1 P )

**GPS - VFR - VOR - IFR**

4- Donnée une définition de la Navigation aux instruments : ( 2 P )

**Elle est basée sur le suivi d'axes radioélectriques, ou situés entre deux waypoints RNAV. Dans ce cas, un équipement RNAV est nécessaire (GPS, FMS, boîtierRNAV, Centrale inertielle). C'est la navigation utilisée pour un vol IFR : Instrument Flight Rules.**

5- La Navigation à l'estime ? c'est quoi ( 1 P )

**Le principe de l'estime est simple : connaissant une position de départ, il s'agit de déterminer le cap à prendre et l'Heure Estimée d'Arrivée (HEA) pour arriver sur un point caractéristique ou sur un aéroport. Il peut s'agir aussi, après un temps de vol à un cap donné, de déterminer la position de l'avion. L'estime est la technique de navigation adaptée lorsque l'on souhaite joindre deux points par le trajet le plus direct : la ligne droite.**

6- La navigation satellitaire utilise le : (Sous linger la réponse correcte) ( 1 P )

**ILS - VFR - GPS - VOR - RADAR**

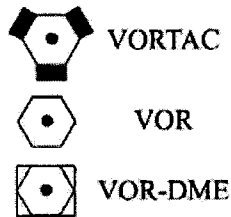
7- A quoi sert le plan de vol ( 2 P )

**Les plans de vol se présentent sous forme de tableaux comportant les noms des intersections ou des VOR/DME survolés par l'aéronef, la distance et le cap entre ces balises, la latitude et longitude de ces balises ainsi que leur nom réel. (exemple : "SPL" correspond au VOR/DME d'Amsterdam Schiphol). Il est en effet important de savoir que tous les VOR sont caractérisés par trois lettres (ou deux lettres de façon occasionnelle) et que toutes les intersections sont caractérisées par cinq lettres (exemple : "AMFOU" ). Les routes aériennes d'un plan de vol sont délimitées au départ par le dernier point de la SID et à l'arrivée par le premier point de la STAR.**

8- Quelle est la relation entre la route aérienne et le plan de vol ( 0.5 P )

Une route aérienne est un itinéraire réservé et prédéfini par un plan de vol permettant de rallier un aéroport depuis un autre, pouvant comporter des étapes ou escales. La route aérienne emprunte des couloirs aériens, qui sont des zones réservées à la circulation des aéronefs

9- Dessiner le symbole utiliser de : VOR – VORTAC – VORDME ( 1.5 P )



10- Parlez brièvement du principe de : VOR – VOR/D – VOR/C ( 3 P )

VOR : Le VOR (abréviation de VHF Omnidirectional Range) est un système de positionnement radioélectrique utilisé en navigation aérienne et fonctionnant avec les fréquences VHF (ou UHF pour les militaires).

VOR/C : Le VOR/C utilise un aérien constitué d'au moins deux groupes d'éléments rayonnants. L'un d'eux permet une émission omnidirectionnelle, c'est celui-ci qui diffuse l'information de référence. À l'inverse, l'autre groupe d'éléments permet un rayonnement directionnel. Son diagramme tourne à 30 t/s. C'est ce second groupe qui sert à transmettre l'information variable.

VOR/D : Il utilise l'effet Doppler. Le VOR/D utilise une antenne centrale entourée par des antennes périphériques (généralement 48) disposées sur un cercle de 6,8 m de rayon.

11- Quelles sont les deux principaux éléments de ILS (Instrument Landing System) : (ne pas expliquer) ( 2 P )

- un *localizer* (LOC) qui fournit l'écart de l'avion par rapport à l'axe de la piste ;
- un *glide path* qui fournit l'écart de l'avion par rapport à la pente nominale d'approche (le plus souvent 3 degrés).

12- De quelle catégorie le ILS on parle ? ( 2 P )

Une approche et un atterrissage de précision aux instruments avec une hauteur de décision non inférieure à 200 pieds (61 m) au-dessus de l'élévation de zone de toucher des roues et avec soit une visibilité d'au moins 800 mètres (2625 pieds) ou d'une portée visuelle de piste supérieure à 550 mètres (1804 pieds).

CAT I - CAT II - CAT III - III A - III B - III C

13- Pour les navigateurs, la route la plus courte à la surface du globe terrestre entre deux points est appelée :

Une route : orthodromique - loxodromique ( 1 P )

بالتوفيق - الأستاذ فؤاد زيتوني

قسنطينة في 17 شعبان 1437 هـ الموافق لـ 24 مايو 2016

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة الإخوة منتوري - قسنطينة

شعبة علوم الطيران - السنة الثانية

لمية علوم التكنولوجيا - قسم الجذع المشترك علوم التكنولوجيا

إمتحان مادة : التنظيم الجوي

العلامة: ..... / 20

الإسم واللقب: .....  
التاريخ: .....  
الرقم: .....

1- ماهو تاريخ و عدد الجريدة الرسمية التي صدر بها أغلب القانون المنظم للملاحة الجوية في الجزائر.....

04 ربيع الأول 1419 هـ الموافق 28 يونيو 1998 م العدد 48 (1)

2- عرف الطائرة في قانون الطيران المدني الجزائري... هي كل آلة تستطيع الارتفاع والتمايل والانتقال

في الجو بغض عن تفاعلات هوائية من غير التفاعلات الهوائية على سطح الأرض (2)

3- عرف المحطة الجوية في قانون الطيران المدني الجزائري... هي مساحة مخصصة على الأرض أو على الماء تستعمل: المدارج-

مرفق المرور وحظائر الطائرات الموجهة لوصول الطائرات وإقلاعها (2)

4- ماهي المحطة الجوية المختلطة؟... هي المحطة التي تستعملها مطارات الطيران المدني والعسكري

على حد سواء (1)

5- هل مطار محمد بوضياف (دائرة الخروب ولاية قسنطينة) يعتبر مطار مختلط أم لا ..... نعم (1)

6- ماهي إستخدامات الطيران المدني (المذكورة في المادة 05 من القسم الثاني) من القانون الجزائري:

فوق البحار والبحار والبحار والبحار (1)

تدبير الإمدادات الموجهة (إسعاف - تمويل طبي - ... ) (1)

الإستغلال الخاصة بالإختباران والتجريب والبحث العلمي (1)

الإحتياجات الترفيهية والثقافية والرياضية (1)

إحتياجات الإستغلال التي تقوم بها بعض قطاعات الإقتصاد الوطني (طيران فضاء - فضاء - ... ) (1)

ما هي الطائرات التي تقيد في سجل ترقيم الطيران :

الطائرات التابعة للدولة باستثناء الطائرات العسكرية (1)  
الطائرات المدنية المملوكة لأشخاص طبيعيين في جدارة جزائرية أو أنظمة اعتباريين (1)

8- ما هي الطائرات التي تُمنح الجنسية الجزائرية؟ وماذا تلزم في هذه الحالة؟

تُمنح الجنسية الجزائرية لكل طائرة مفضدة من سجل ترقيم الطيران (1)  
تلك التي يدخل إستانة بارونة مبهنة لهذه الجنسية (0,5)

9- ما هي الحالات التي يشطب فيها تسجيل الطائرة في سجل ترقيم الطيران تلقائيا؟

في حال كون الطائرة غير قابلة للاستعمال نهائيا (0,5)  
في حال إنقضاء الإجمال بها لمدة (03) أشهر متتالية من يوم ريد لها (0,5)  
في حال عدم استتمام شروط الترقيم (0,5)

10- ما هي الطائرات التي يسمح لها بالتحليق في المجال الجوي الجزائري؟

الطائرات التابعة للدولة (0,5)  
التي سجل الترقيم (0,5)  
التي لها تسريح بموجب اتفاقان دولية (0,5)  
التي خص لها من طرف السلطة المكلفة بالطيران المدني (0,5)

بالتوفيق - الأستاذ فؤاد زيتوني

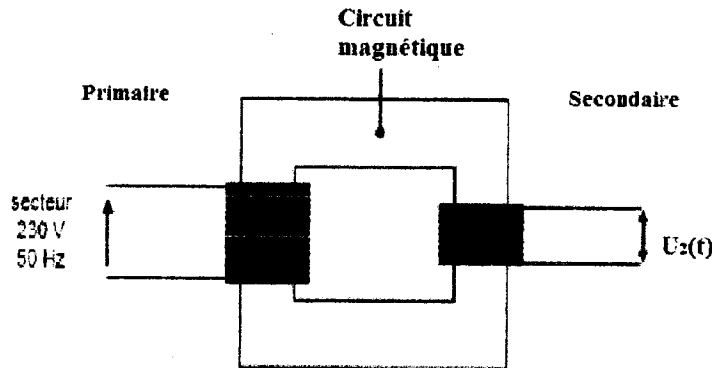
قسنطينة في 23 شعبان 1437 هـ الموافق لـ 29 مايو 2016



### Contrôle en électricité industrielle

#### Exercice1 (5pt)

Soit le circuit magnétique d'un transformateur de section  $S= 10\text{cm}^2$ , la longueur moyenne est  $L=40\text{cm}$  et la perméabilité relative  $\mu_r = 7000$ . La bobine d'excitation du primaire est constitué de  $N_1 = 400$  spires.  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ .



1. Quel est le rôle du circuit magnétique d'un transformateur ?
2. Calculer le courant à injecter dans la bobine du primaire pour avoir un circuit magnétique d'induction  $B= 1,2\text{T}$ .
3. Calculer le nombre de spires des enroulements du secondaire pour que la valeur efficace de la tension  $U_2(t)$  soit de 25 volts (le transformateur est supposé parfait).
4. Déterminer le rapport de transformation? Quel est le type de ce transformateur?

#### Exercice2 (5pt)

La plaque signalétique d'un moteur à excitation indépendante porte les indications suivantes :

$U = 240 \text{ V}$	$I = 35 \text{ A}$
$P = 7 \text{ kW}$	$n = 800 \text{ tr/min}$

Calculer (à la charge nominale):

1. La f.e.m sachant que la résistance induit est égale à  $0.5\Omega$
2. Le rendement du moteur sachant que les pertes Joule inducteur sont de 150 watts.
3. La puissance électromagnétique et le couple utile.
4. Donner un schéma représentatif d'un moteur à excitation indépendante et excitation shunt.

*Bon courage*

Nom:.....

Prénom:.....

Groupe:.....

**Question de cour (10 pt)**

Répondre avec vrai ou faux? et corriger les erreurs?

1. Les électrons dans un conducteur se déplace du pole positif vers le pole négatif. **Faux** (O.V.)  
*le électron se déplace du pole (-) vers pole (+)*
2. Dans un groupement des résistances en parallèle la tension et le courant sont les même pour toutes les résistances. **Faux** (O.V.)  
*Dans 1 groupement parallèle la tension est la même et les courant sont différent.*
3. Une charge triphasée est alimentée par une source de tensions triphasée qui produit des tension de différentes amplitudes et un déphasage de  $\frac{2\pi}{5}$ . **Faux** (O.V.)  
*1 charge triphasé produit des tension de même amplitude et 1 déphasage  $2\pi/3$*
4. un circuit monophasé utilise un seul conducteur c'est le neutre **Faux** (O.V.)  
*1 circuit monophasé utilise 2 conducteur - neutre & phase*

**Répondre aux questions**

1. Pourquoi une résistance chauffe -t- elle lorsque elle est parcourue par un courant?  
*à cause d'effet joule*
2. Que se passe t'il lorsque un circuit parcourut par un courant électrique et placé dans champ magnétique?  
*il se déplace par la force de Laplace (force électromagnétique)*
3. Quel est la partie qui génère la force électromotrice dans une machine à courant continue? *la partie mobile (Rotor) (induit)*  
 Pourquoi on dit que la MCC est machine réversible?  
*parce qu'elle travail comme moteur et comme génératrice*
4. Que représente la différence entre la vitesse du champ tournant et la vitesse de rotation du rotor?  
*Si la vitesse du champ = vitesse de rotation rotor machine synchrone  
 Si la vitesse du champ  $\neq$  vitesse de rotation machine asynchrone*

# Corrigé type du contrôle

## Electricité industrielle

Exo1 :

① le rôle du circuit magnétique est de canaliser le flux magnétique. (0,5)

② Calcul du courant  $I_1$   $\mu = \mu_r \cdot \mu_0$  (0,5)

$$(0,5) \quad B = \mu H = \mu \cdot \frac{N_1 \cdot I_1}{L_1} \Rightarrow I_1 = \frac{B L}{\mu N_1} \quad (0,5)$$

$$I_1 = \frac{1,2 \cdot (40 \cdot 10^{-2})}{(7000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}) \cdot 400} = 0,13 \text{ A} \quad \boxed{I_1 = 0,13 \text{ A}} \quad (0,5)$$

③ Calcul du nombre de spire  $N_2$

$$m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow N_2 = \frac{N_1 \cdot U_2}{U_1} \quad (0,5)$$

$$N_2 = \frac{400 \cdot 25}{230} = 43,47 \approx \boxed{43 \text{ spire}} \quad (0,5)$$

④ Calcul du rapport de transformation  $m$

$$(0,5) \quad m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{43}{400} = \frac{25}{230} = 0,10 \quad \boxed{m = 0,10} \quad (0,5)$$

le type de transformateur : abaisseur (0,5)

## Exo 2

1) Calcul de la f.e.m

$$0.5 \quad U = E + RI \Rightarrow E = U - RI = 240 - 0.5 \cdot 35$$
$$\boxed{E = 222.5 \text{ V}} \quad 0.5$$

2) Calcul du rendement

$$0.5 \quad \eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_{mec}}{P_{ele}} = \frac{7 \cdot 10^3}{8550} = 0.81 = 81\% \quad 0.25$$

$$0.25 \quad P_{ele} = P_a + P_j = U \cdot I + P_j = 240 \cdot 35 + 150 = 8550 \text{ W}$$

3) Calcul de la puissance  $P_{elem}$

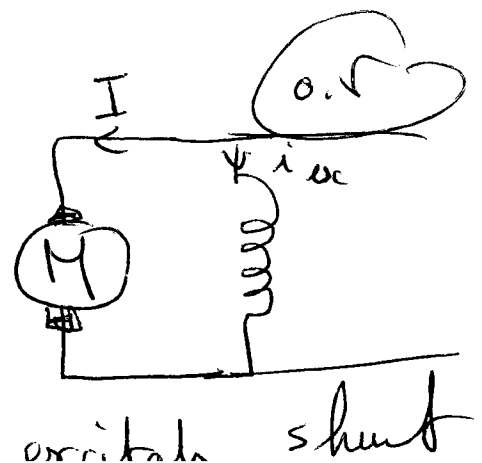
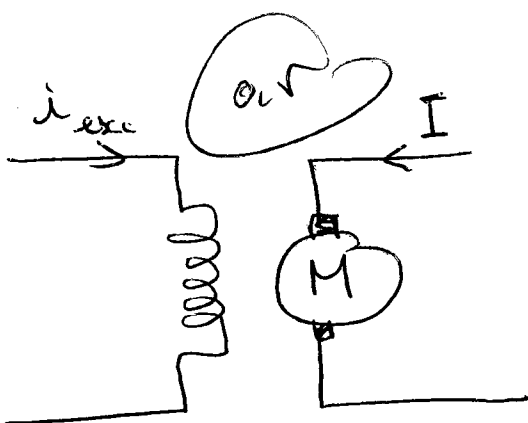
$$0.5 \quad P_{elem} = E \cdot I = 222.5 \cdot 35 = 7787.5 \text{ W} \quad 0.5$$

Calcul du couple

$$0.5 \quad C = \frac{P_{mec}}{\Omega} = \frac{7000}{83.73} = 83.6 \text{ N.m} \quad 0.25$$

$$0.25 \quad \Omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \cdot 800}{60} = 83.73 \text{ rad/s}$$

4)





Corrigé type contrôle : Sciences des Matériaux

**Question N° 01 ( 06 pts): Répondez par vrais ou faux Si faux donnez la bonne réponse?**

1. Les **élastomères** sont caractérisés par une très grande élasticité et comportent des liaisons essentiellement métalliques.

Faux (01)

Les **élastomères** sont caractérisés par une très grande élasticité reliés les uns aux autres par des liaisons covalentes. (01)

2. La **malléabilité** C'est la capacité d'un matériau à résister à la pénétration par un autre matériau et l'aptitude de passer de l'état solide à l'état liquide.

Faux (01)

La **malléabilité** : C'est la possibilité de se donner et de se soumettre à la déformation plastique d'un matériau à chaud ou à froid sans se détruire par choc ou par pression. (01)

3. Le nombre de coordination d'une particule donnée représente le nombre de particules les plus proches environnant cette particule.

Vrais (1)

4. Le diagramme Fer-carbone contient trois réactions isothermes eutectique à 1147°, péricectique 1487°C, et eutectoïde à 723°C.

Vrais (1)

5. La **ferrite  $\delta$**  se présente sous forme de lamelles ou de globules dans la perlite ou d'aiguilles dans les fontes blanches. Elle est très dure et très fragile.

Faux (01)

La **cémentite** se présente sous forme de lamelles ou de globules dans la perlite ou d'aiguilles dans les fontes blanches. Elle est très dure et très fragile. (01)

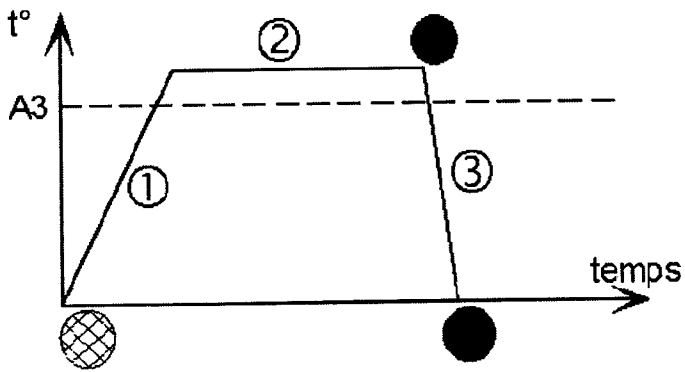
6. Le recuit est un traitement thermique qui suit généralement la trempe.

Faux (01)

Le revenu est le traitement qui suit généralement la trempe. (01)

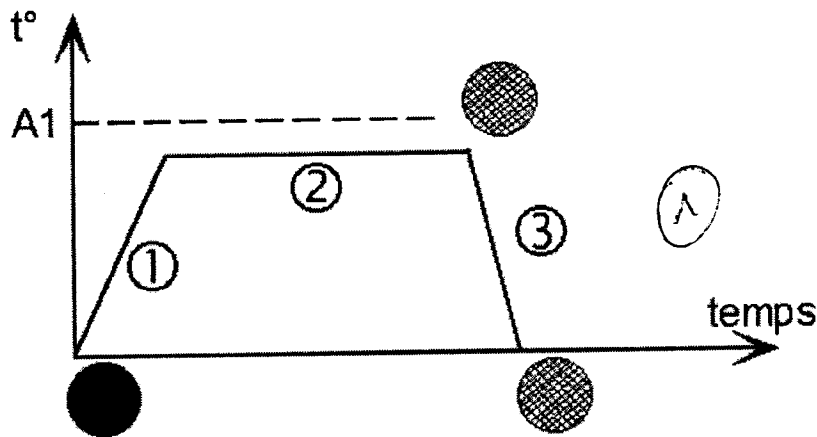
**Question N° 02 (04 pts): Expliquez la différence entre la trempe et le revenu ?**

- La trempe est un traitement thermique qui permet l'augmentation de la dureté, de la résistance à la rupture et de la tenue à l'usure. En effet, une pièce trempée est très dure et cassante (fragile).
- La trempe fait diminuer la résilience et l'allongement avec l'apparition des tensions internes
- Le revenu est le traitement qui suit généralement la trempe.
- Le revenu permet de diminuer la fragilité de la pièce, tout en lui conservant sa dureté, et de réduire les tensions internes provoquées par le refroidissement rapide lors de la trempe.
- Le revenu permet donc de maintenir la dureté et d'augmenter la résistance aux chocs de la pièce qui a été trempée.



*Trempe*

1. Chauffé lente jusqu'au point de transformation ( $A3+50^\circ$ )
2. Maintient en température
3. Refroidissement rapide



*Revenu*

Conduite de l'essai:

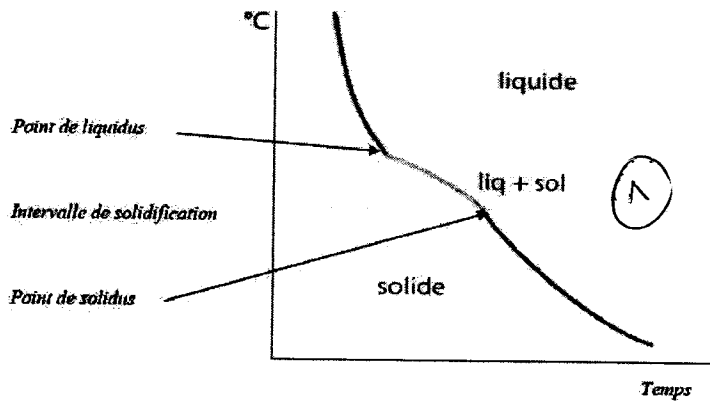
- 1- Chauffe lente jusqu'au point de transformation ( $< A1$ ).
- 2- Maintient en température.
- 3- Refroidissement plus ou moins rapide.

**Question N° 03 (04 pts):** Lors de la solidification d'un alliage binaire, la courbe laisse apparaitre deux points d'inflexion citez les deux points avec explication ?

Quand un métal fond, il passe de la phase solide à la phase liquide, on dit qu'il subit un changement de phase. Une phase P est une portion du système dont la composition chimique et les propriétés physico-chimiques sont les mêmes en tout points de la phase. Dans les systèmes binaires

**Point de liquidus :** correspond au début de solidification (apparition du premier cristal solide dans le liquide).

**Point de solidus :** correspond à la fin de la solidification (disparition des dernières traces de liquide).



**Question N° 04 (03 pts):** Expliquez les variétés allotropiques d'un cristal?

Un corps cristallin peut se présenter sous une, deux ou plusieurs formes correspondant à des arrangements différents des atomes cubique centrée (cc), cubique à faces centrées (cfc), et hexagonal compact (hc) des molécules ou ions dans la maille. Ces différentes formes cristallines sont dites variétés allotropiques.

**Structure cubique centrée :** Les atomes sont situés aux 8 sommets d'un cube d'arête "a" (appelée paramètre du réseau), ainsi qu'au centre du cube, le diamètre des atomes étant tel que l'atome central soit tangent aux 8 atomes des sommets

**Structure cubique faces centrées :** Les atomes sont situés aux 8 sommets d'un cube d'arête "a" ainsi qu'au centre des 6 faces du cube. Chaque atome situé à un sommet est tangent aux atomes occupant le centre des faces passant par ce sommet. Ces faces se répartissent en 4 faces verticales au dessus et 4 faces verticales au dessous appartenant aux 4 cubes supérieurs et aux 4 cubes inférieurs dont il constitue le sommet commun, et 4 faces horizontales dans le plan séparant ces deux séries de 4 cubes.

**Structure hexagonale compacte :** Les atomes sont situés aux 12 sommets d'un prisme droit à base hexagonale, aux centres des deux plans de base, et sur un plan intermédiaire entre les deux plans de base sur lequel se trouvent trois atomes décalés de telle sorte qu'ils soient au contact des atomes des plans de base. Chaque atome situé sur un plan de base a pour voisins immédiats les 6 atomes situés aux sommets de l'hexagone formant ce plan, et les 2 fois 3 atomes des 2 plans intermédiaires situés au dessus et au dessous du plan de base considéré. Ces derniers contacts avec les atomes des plans intermédiaires ne sont possibles que si le rapport c/a de la hauteur "c" du prisme au paramètre de maille "a" (coté de l'hexagone) est égal à 1,633 ( 8 / 3 ).

**Question N° 05 (03 pts) :** Donnez ou expliquez la désignation normalisée de :

a) Un acier fortement allié contient 0,04 % de carbone ,17% de Nickel 12% ,de Chrome de Molybdène et de Titane moins de 12% X4 Ni Cr Mo Ti 17-12 (A)

b) EN- GJL -400-10

EN : Norme européenne

GJL : Fonte à graphite lamellaire (A)

400 : Re min en MPA

10 : 10 % allongement = A %

c) HS 3-5-2-4

HS : Acier rapide (A)

3% : Tungstène W

5% : Molybdène Mo

2% : Vanadium V

4% : Cobalt Co

UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI

FACULTE DESSCIENCES DE LA TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT TECHNOLOGIE

Contrôle

Fabrication Mécanique

Durée 01h30min

(2<sup>ème</sup> A Groupe B)

**Questions**

- 1- Quels sont les critères de choix des paramètres de coupe ? 6pts
- 2- Citez les types d'avances. 3pts
- 3- Expliquez la chaîne cinématique d'un tour (avec schéma). 2pts
- 4- Expliquez les modes de fraisage. 2pts
- 5- Quelles sont les formes géométriques obtenues par fraisage ? 3pts
- 6- Expliquez le procédé de laminage. 2pts
- 7- Citez les types de laminoirs. 2pts

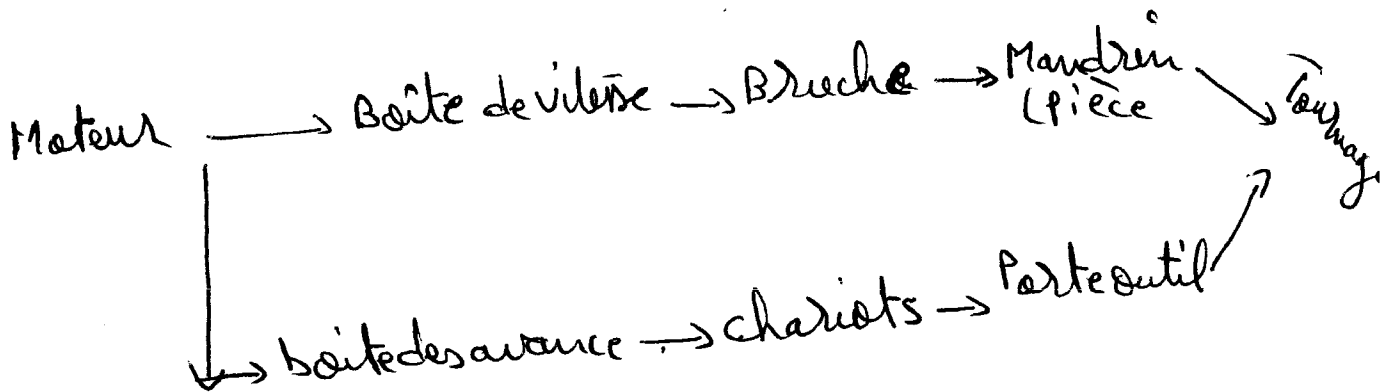
1) Les critères de choix des paramètres de coupe sont 6 pts

- Type de machine
- Puissance de la machine
- Matière de la pièce
- opération d'usinage.
- Forme de l'outil
- Matière de l'outil

2) Les types d'avance sont: 3 pts

- Avance longitudinale
- Avance transversale
- Avance oblique.

3) La chaîne cinématique d'un tour: 2 pts



4) Les modes de fraïsaige sont : 2pts

- Fraïsaige en opposition : Le sens de l'avance de la piéce est opposé au sens de rotation de la fraïse

- Fraïsaige en avalant : Le sens de l'avance de la piéce est identique au sens de rotation de la fraïse.

5) Les formes géométriques obtenues par fraïsaige sont : 3pts

- surface simple (plan)

- associations de surfaces géométriques simples :  
\* rainures, épaulements, ...

- des profils spéciaux : hélices, cames, engrenages.

6) Procédé de laminage <sup>2pts</sup> Le laminage est un procédé de fabrication par déformation plastique. Cette déformation est obtenue par compression continue au passage entre deux cylindres contrarotatifs appelés laminoirs.

7) Les types de laminoirs sont : 2pts

- laminoirs à chaud

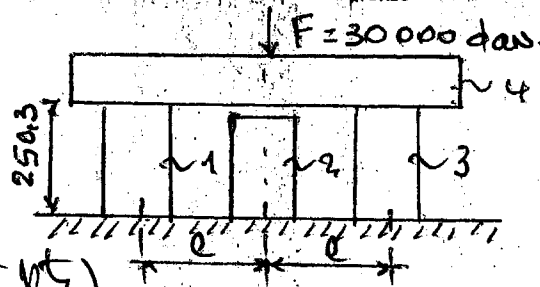
- laminoirs à froid.

Contrôle de la résistance des matériaux

Exercice 1: (5 pts)

Le montage se compose de deux barres 1 et 3 en bronze de même section  $A_1=A_3=9.35\text{cm}^2$  et d'une barre 2 en acier de section  $A_2=6.25\text{cm}^2$ , la barre 2 mesure 250mm de longueur et les barres 1 et 3 mesurent 250.3mm de longueur. On applique la charge de compression  $F$  de 30000 daN sur le bloc 4 supposé parfaitement indéformable.

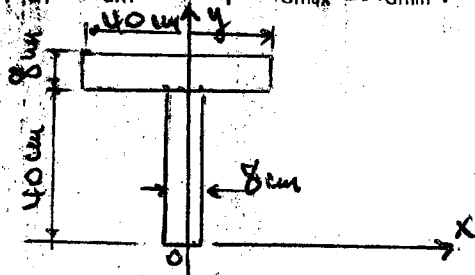
- Déterminer les contraintes dans les 3 barres après chargement ?
- Déterminer la déformation des barres si  $E_{\text{bronze}}=105\text{GPa}$  et  $E_{\text{acier}}=200\text{GPa}$  ?



Exercice 2: (5,5 pts)

Soit la figure suivante sous forme d'un T.

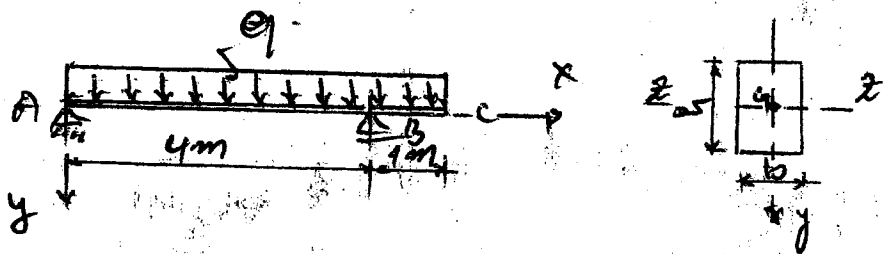
- Déterminer les coordonnées du centre de gravité par rapport aux axes (XOY) ?
- Calculer les moments d'inerties  $I_{Gx}$ ,  $I_{Gy}$  et  $I_{Gxy}$  ainsi que  $I_{G\max}$  et  $I_{G\min}$  ?



Exercice 3: (5,5 pts)

Soit la poutre suivante soumise à une charge répartie  $q=1000\text{daN/m}$  et sa section transversale est rectangulaire de  $b \times h$  et  $h=2b$ .

- Ecrire les expressions de  $T(x)$  et  $M_f(x)$  ?
- Tracer leurs diagrammes ?
- Calculer les dimensions  $b$  et  $h$  de la poutre si  $\sigma_{pe}=60\text{ daN/cm}^2$  et  $\tau_{pe}=6\text{ daN/cm}^2$  ?



Solution du Contrôle  
de la résistance des matériaux.

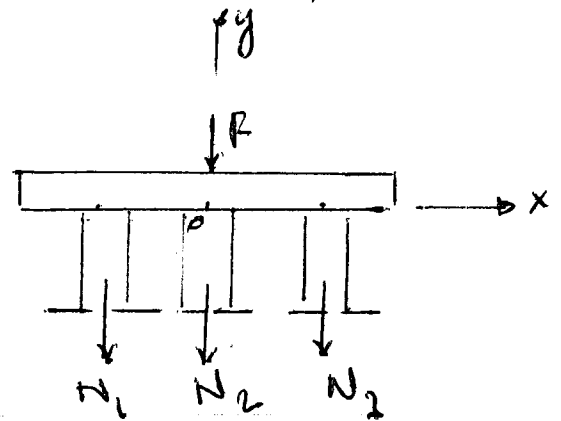
Exercice 1. (5pts)

le schéma statique est:

- détermination de  $N$  et

de la statique.

le projeté suivant est-



$\vec{y}$ :  $N_1 + N_2 + N_3 - R = 0$  (1) ✓ (9.5)

$\vec{z}$ :  $N_1 = N_3$  de la symétrie. (2) ✓ (9.5)

2 équations à 3 inconnues

systeme 1 fois hyperstatique ✓ (9.5)

il faut une 3<sup>ème</sup> équation de la compatibilité des déformations. (9.5)

$\Delta l_1 = \Delta l_3 = \Delta l_2 = 0,3 \text{ mm} \Rightarrow \frac{N_1 l_1}{E_1 A_1} = \frac{N_3 l_3}{E_3 A_3} = \frac{N_2 l_2}{E_2 A_2} = 0,3$

$\Rightarrow N_2 = \frac{E_2 A_2}{l_2} \left( \frac{l_1}{E_1 A_1} (N_1 + 0,3) \right) \Rightarrow N_2 = 1,27 N_1 + 15000$  (3)

des eq. (1) (2) et (3)  $\Rightarrow N_1 = -13761,45 \text{ dan}$  Compression (2.5)



- determination de  $\sigma_i$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = 14,71 \frac{\text{daN}}{\text{mm}^2} \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = 4,0 \frac{\text{daN}}{\text{mm}^2}$$

- determination de  $\Delta l_i$

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{E A_1} = -0,35 \text{ mm} \quad \text{raccourcissement}$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{E A_2} = -0,05 \text{ mm} \quad \text{raccourcissement}$$

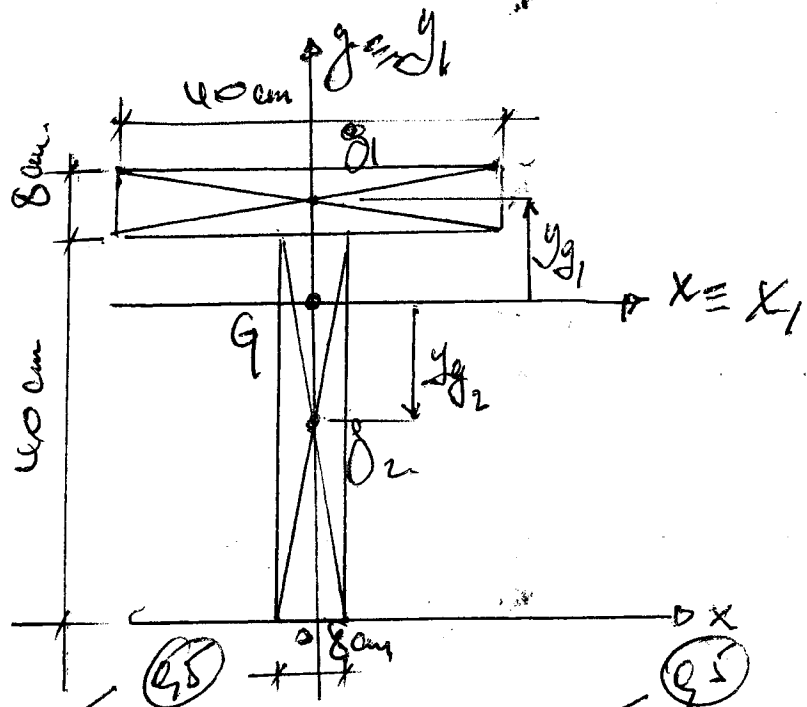
exercice 2 (5pts)

- determination  
du centre de

gravite  $G(x_G, y_G)$

$$G_1(0, 44) \text{ cm} / \vec{Ox_1y_1}$$

$$G_2(0, 20) \text{ cm} / \vec{Ox_2y_2}$$



$$x_G = \frac{M_{Oy}}{A} = \frac{\sum_{i=1}^2 x_i A_i}{\sum_{i=1}^2 A_i} = \frac{A_1 x_{G1} + A_2 x_{G2}}{A_1 + A_2} = 0 \quad \text{symétrique / } \vec{Oy}$$

$$y_G = \frac{M_{Ox}}{A} = \frac{\sum_{i=1}^2 y_i A_i}{\sum_{i=1}^2 A_i} = \frac{A_1 y_{G1} + A_2 y_{G2}}{A_1 + A_2} = \frac{40 \cdot 8 \cdot 44 + 8 \cdot 40 \cdot 20}{40 \cdot 8 + 8 \cdot 40}$$

$$y_G = 32 \text{ cm} \quad G(0, 32) \text{ cm}$$

$$G_1(0, +12) \text{ cm} / \vec{Gx_1y_1} \quad \text{et} \quad G_2(0, -12) \text{ cm} / \vec{Gx_2y_2}$$

- Calcul de  $I_{Ox}$ ,  $I_{Oy}$  et  $I_{Oxy}$

$$I_{Gx} = \left( \frac{40 \cdot 8^3}{12} + 40 \cdot 8 \cdot 12^2 \right) + \left( \frac{8 \cdot 40^3}{12} + 8 \cdot 40 \cdot (-12)^2 \right) = 136533 \text{ cm}^4$$

$$\text{et } I_{Gy} = \sum_{i=1}^2 I_{iGy} = \sum_{i=1}^2 (I_{y_i} + A_i x_{G_i}^2) = (I_{y_1} + A_1 x_{G_1}^2) + (I_{y_2} + A_2 x_{G_2}^2)$$

$$= \left( \frac{8 \cdot 40^3}{12} + 40 \cdot 8 \cdot 0 \right) + \left( \frac{40 \cdot 8^3}{12} + 8 \cdot 40 \cdot 0 \right) = 44373.3 \text{ cm}^4$$

$$\text{et } I_{Gxy} = \sum I_{iGxy} = \sum (I_{x_i y_i} + A_i x_{G_i} y_{G_i})$$

$$= \left( \frac{I_{x_1 y_1}}{A_1 x_{G_1}} + A_1 x_{G_1} y_{G_1} \right) + \left( \frac{I_{x_2 y_2}}{A_2 x_{G_2}} + A_2 x_{G_2} y_{G_2} \right) = 0 \text{ la symétrie}$$

Calcul de  $I_{Gmax}$  et  $I_{Gmin}$ :

Position des axes Centraux principaux.

$$y_{G2} \tan \theta_p = \frac{2 I_{Gxy}}{I_{Gy} - I_{Gx}} = 0 \Rightarrow \theta_p = 0$$

donc  $I_{Gmax} = I_{Gx} \cos^2 \theta_p + I_{Gy} \sin^2 \theta_p - I_{Gxy} \sin 2\theta_p$

$$\Rightarrow I_{Gmax} = I_{Gx} \quad \vec{C}_x \equiv \vec{C}_x, \quad \theta_p = 0$$

et  $I_{Gmin} = I_{Gx} \sin^2 \theta_p + I_{Gy} \cos^2 \theta_p + I_{Gxy} \sin 2\theta_p$

$$\Rightarrow I_{Gmin} = I_{Gy}, \quad \text{et } \vec{C}_y \equiv \vec{C}_y$$

exercice 3 (5,5 pts)

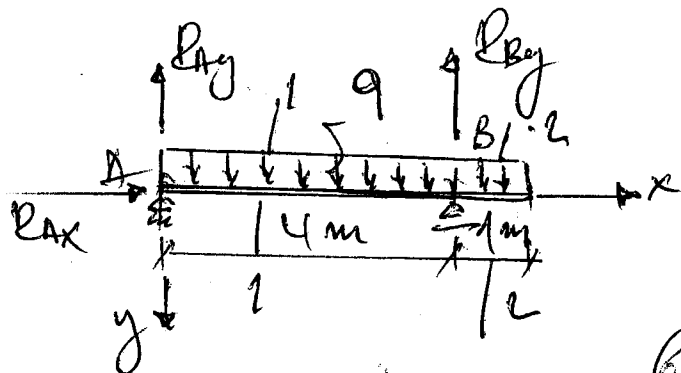
Calcul des réactions:

de la statique -

$$\vec{x} : R_{Ax} = 0$$

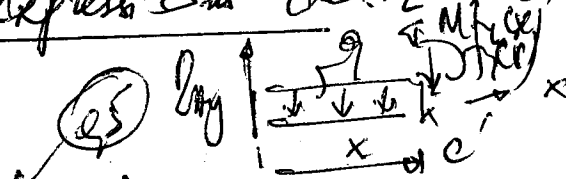
$$\vec{y} : R_{Ay} + R_{By} = 5q$$

$$\sum M/x = 0 \quad R_{By} \cdot 4 - 9 \cdot 5 \cdot 5 = 0 \Rightarrow R_{By} = \frac{25q}{1} = 3125 \text{ dan}$$



écriture des expressions des  $M_f(x)$  et  $T_f(x)$

(1-1)  $0 \leq x < 4$



$$M_{f1}(x) = R_{Ay}x - \frac{qx^2}{2}$$

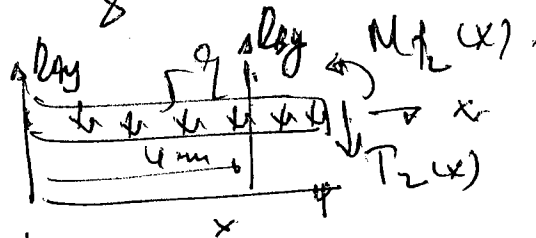
$$M_{f1}(0) = 0, \quad M_{f1}(4) = -\frac{9}{2} = -500 \text{ daNm}$$

$$T_1(x) = \frac{dM_{f1}(x)}{dx} = R_{Ay} - qx, \quad T_1(0) = R_{Ay} = 1875 \text{ daN}$$

$$\text{et } T_1(4) = -179 = -2125 \text{ daN}$$

$$T_1(x) = 0 \Rightarrow x = \frac{R_{Ay}}{q} = \frac{1875}{1000} = 1,875 \text{ m. } \Rightarrow M_{f1}\left(\frac{1875}{1000}\right) = 1757,8 \text{ daNm}$$

(2-2)  $4 \leq x < 5$

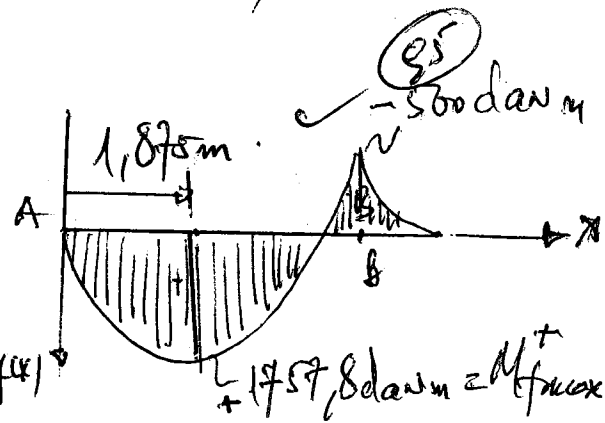
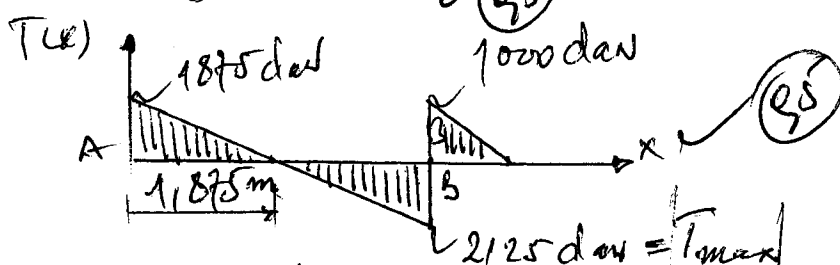


$$M_{f2}(x) = R_{Ay}x +$$

$$R_{Bx}(x-4) - \frac{qx^2}{2}$$

$$M_{f2}(4) = M_{f1}(4), \quad M_{f2}(5) = 0$$

$$T_2(x) = R_{Ay} + R_{Bx} - qx, \quad T_2(4) = q \cdot 1 = 1000 \text{ daN}, \quad T_2(5) = 0$$



Calcul des contraintes:

- Contrainte normale:

$$\sigma(x) = M_f(x) \cdot y = 0 \quad \sigma_{max} = M_{f,max} \cdot y_{max}$$

$$-\frac{h}{2} \leq y \leq \frac{h}{2} \quad y_{max} = \frac{h}{2} = \frac{26}{2} = 13, \quad I_{Gz} = \frac{bh^3}{12} = \frac{6(26)^3}{12} = 2264$$

$\sigma^+$   $M_f^+$   $A$   $\geq M_f^+$  ...

$$\sigma_{max}^- = \frac{M_{tmax}^+}{I_{yz}} y_{max}^- = \frac{3M_{tmax}^+}{2b^3}$$

de la condition de résistance:

$$\sigma_{max}^+ \text{ et } \sigma_{max}^- = \frac{3M_{tmax}^+}{2b^3} \leq \sigma_{pe} \quad \checkmark \text{ (95)}$$

$$\Rightarrow b \geq \sqrt[3]{\frac{3M_{tmax}^+}{2\sigma_{pe}}} = 16,4 \text{ cm}$$

- contrainte tangentielle.

$$\tau(y) = \tau_{(y)} \cdot \frac{M_{tmax}^+(y)}{I_{yz} \cdot b(y)} \Rightarrow \tau_{max} = \frac{3}{2} \frac{T_{max}}{A} \quad \text{Pour section rectangulaire}$$

$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{T_{max}}{2b^2} = \frac{3T_{max}}{4b^2}$$

de la condition de résistance

$$\tau_{max} \leq \tau_{pe} \Rightarrow \frac{3T_{max}}{4b^2} \leq \tau_{pe} \Rightarrow b \geq \sqrt{\frac{3T_{max}}{4\tau_{pe}}} = 16,3 \text{ cm} \quad \checkmark \text{ (95)}$$

$$b = \text{MAX} \{ b^{\sigma}, b^{\tau} \} = 16,4 \text{ cm}$$

On adopte:  $b = 20 \text{ cm}$  et  $h = 2b = 40 \text{ cm}$ .  $\checkmark$  (95)  $\checkmark$  (95)

**Université Constantine 1**  
**Département de Sciences & Technologie**

ST2 CIV

Lundi 30 Mai 2016

Durée : 1h30mn

**Contrôle de Topographie**

**Question 01 : (5.5pts)**

Définir les termes suivants :

Topographie, Notion fautes et erreurs, Echelle (donner un exemple), Implantation.

**Question 02 : (2pts)**

Comment peut-on déterminer une longueur topographique ?

**Exercice 01 : (4.5pts)**

Soient les points A et B dont les coordonnées sont les suivantes :

Point A		Point B	
X	Y	X	Y
852364,25	2654932,35	853649,25	2658843,36
769263,62	2654932,35	768586,64	2654932,35
946214,3	2135869,68	956376,18	2130791,34

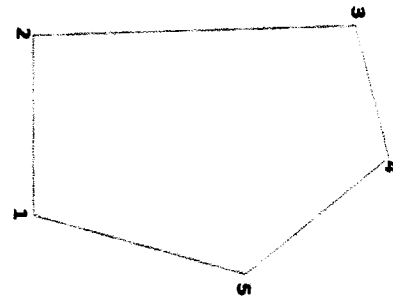
A partir du tableau précédant calculer :

- 1- Le gisement de la direction AB pour chaque cas.
- 2- La distance  $D_{AB}$  pour chaque cas.

**Exercice 02 : (4pts)**

On considère une parcelle de terrain à partir des coordonnées rectangulaires des points 1, 2, 3, 4 et 5 : dont voici leurs composantes :

P	X (m)	Y (m)
1	0	0
2	-24.8	15.3
3	0	63.2
4	25.3	57.1
5	26.1	29.6



- 1) Calculer la surface du polygone (12345).
- 2) Calculer la surface du polygone (123).
- 3) Calculer la surface du polygone (1345).

**Université Constantine 1**  
**Département de Sciences & Technologie**  
**Corrigé Type : Contrôle Topographie 2<sup>ème</sup> génie civil -2016-**

**Question 01 :**

***Topographie : (1pt)***

Le mot topographie est composé de **topos** qui signifie "lieu" "**Graphie**" qui signifie "décrire".  
Permettant de représenter une partie du terrien sur un plan avec tous les détails qui se trouvent sur cette région qu'il soient naturelle ou artificielle.

***Notion fautes et erreurs : (2pt)***

**La faute :**

- 1/ Est une exactitude dont l'ordre de grandeur est important par rapport à la précision recherchée dans la mesure (ex : portée oublier dans la mesure d'une longueur à l'aide d'un ruban).
- 2/ Elle provient de la maladresse, de la négligence ou d'un oubli de l'opérateur.

**Les erreurs :**

- 1/2/On appelle erreurs les inexactitudes dues à l'imperfection des sens et des instruments.
- 2/ Sont généralement suffisamment petites par rapport à la précision recherchée dans la mesure (ex : erreur due par dilatation thermique au cours du mesure d'une longueur avec un ruban

***Echelle : (1.5pt) :***

L'échelle d'un plan est le rapport exprimé dans la même unité entre une longueur sur la carte et la même longueur mesurée sur le terrain.

**EX :** 1/50000 ca veut dire 1cm sur carte représente 50000 cm sur terrain.

***Implantation : (1pt)***

L'implantation est l'ensemble des opérations permettant de passer du plan, qu'il soit informatisé ou papier, au terrain.

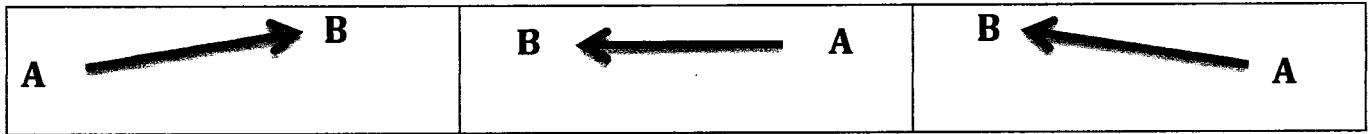
**Question 2 : (2pts)**

Une longueur peut être mesurée :

- ✓ Directement : on le compare avec une mesure étalon (mètre, décamètres, ..... ) que l'on porte bout à bout autant de fois qu'il est nécessaire. ....0.5pt
- ✓ Indirectement : on utiliser des méthodes stadimétriques, parallactiques, Optiques. ....1pt
- ✓ Graphiquement ou par le calcul.....0.5pt

**Université Constantine 1**  
**Département de Sciences & Technologie**

**Exercice 01 (4.5pts)**



Point A		Point B		GAB 1pt/G	DAB 0.5pt/D
X	Y	X	Y		
852364,25	2654932,35	853649,25	2658843,36	20,21	4116,7
769263,62	2654932,35	768586,64	2654932,35	300	676,98
946214,3	2135869,68	956376,18	2130791,34	-70,5	11360,16

**Exercice 02 (4pts) :**

Puisque on travaille avec les coordonnées rectangulaires la formule de calcul sera :

$$S = \frac{1}{2}[X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})]. \dots\dots\dots 1pt$$

$$\text{Ou: } S = \frac{1}{2}[Y_n (X_{n-1} - X_{n+1})].$$

**Surface 12345 : 1953.88 m<sup>2</sup> .....1pt**

**Surface 123 : 783.68m<sup>2</sup> .....1pt**

**Surface 1345 : 1170.195 m<sup>2</sup> .....1pt**

### Contrôle Semestriel

**Exercice 1** Soit la fonction  $f(x) = 2x^3 - x - 2$ , on se propose de calculer une racine de  $f$  par la méthode de Newton-Raphson.

1- Montrer que  $f$  possède une racine unique dans  $[1, 2]$

2- Etudier la convergence des deux méthodes itératives suivantes :  $x_0 \in [1, 2]$  donné et :

a)  $x_{n+1} = 2x_n^3 - 2$

b)  $x_{n+1} = \frac{2}{2x_n^2 - 1}$

**Exercice 2** Soient les points suivants :

$(-1, 1/26)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(1, 1/26)$

Calculer le polynôme d'interpolation de Lagrange qui passe par ces points.

NB Utiliser les fractions dans les calculs.

**Exercice 3**

Un missile est lancé avec une vitesse initiale  $v(0)=300$  m/s et l'on mesure pendant les 80 premières secondes son accélération  $\gamma$  :

t(en s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$\gamma$ (en $m/s^2$ )	30	31,63	33,44	35,47	37,75	40,33	43,29	46,70	50,67

Calculer la vitesse du missile à l'instant  $t=80$  s, par les deux méthodes des Trapèzes généralisée et Simpson généralisée.

**Théorique**

Reprendre le développement aboutissant à la formule d'Euler de résolution numérique des équations différentielles.



# Corrigé type du Contrôle Semestre 1

EXE 1 a/  $f(x) = 2x^3 - x - 2$  6,5 points

$f$  est continue, dérivable sur  $\mathbb{R}$

$f(1) = -1, f(2) = 12$  donc  $f(1) \cdot f(2) < 0$

aussi:  $f'(x) = 6x^2 - 1 > 0 \forall x \in [1, 2] \Rightarrow f \nearrow$   
et d'après le théorème des valeurs intermédiaires

$\exists c \in [1, 2] / f(c) = 0$

2/ a/  $x_{n+1} = 2x_n^3 - 2 = g_1(x)$

$g_1: [1, 2] \rightarrow [1, 2]$

$g_1(1) = 0 \notin [1, 2], g_1(2) = 14 \notin [1, 2]$

$|g_1'(x)| \leq k < 1$

$|g_1'(x)| = |6x^2| \nearrow$  dans  $[1, 2]$

son max est 24  
de là on déduit que  $\lim_{n \rightarrow \infty} g_1(x_n)$  n'est pas convergente

b/  $x_{n+1} = \frac{2}{2x_n^2 - 1} = g_2(x)$

$g_2: [1, 2] \rightarrow [1, 2]$

$g_2(1) = 2 \in [1, 2], g_2(2) = \frac{2}{7} \notin [1, 2]$

pour contrôler  $|g_2'(x)| = \left| \frac{-4x}{(2x^2-1)^2} \right|$  son max est 8  
de là on déduit aussi que  $x_{n+1} = g_2(x_n)$  n'est pas convergente

3.5 points

$$P_n(x) = \sum_{k=0}^n L_k(x) \cdot y_k$$

(0.5)

$$L_0(x) = \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)} = \frac{(x-0)(x-1)}{(-1-0)(-1-1)} = \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{2}x$$

(0.5)

$$L_1(x) = \frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} = \frac{(x-(-1))(x-1)}{(0-(-1))(0-1)} = -x^2 + 1$$

(0.5)

$$L_2(x) = \frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)} = \frac{(x-(-1))(x-0)}{(1-(-1))(1-0)} = \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}x$$

(0.5)

de là :

$$P_2(x) = L_0(x) \cdot y_0 + L_1(x) \cdot y_1 + L_2(x) \cdot y_2$$

$$= \frac{1}{26} \left( \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{2}x \right) - x^2 + 1 + \frac{1}{26} \left( \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2} \right)$$

$$= \frac{1}{26}x^2 - x^2 + 1 = \frac{-25}{26}x^2 + 1$$

(1.5)

théorème : 3 points

permet de calculer la valeur approchée de  $y_{n+1} = y(x_{n+1})$  et  $y_n = y(x_n)$ , Euler.

tel que :  $x_{n+1} - x_n = h$  où  $h$  est le pas d'intégration

le développement de Taylor de  $y(x)$  au voisinage de  $x_n$  :

$$y(x) = y(x_n) + (x-x_n)y'(x_n) + \frac{(x-x_n)^2}{2!}y''(x_n) + \frac{(x-x_n)^3}{3!}y'''(x_n) + \dots$$

si  $x = x_{n+1}$  on trouve :

$$y(x_{n+1}) = y(x_n) + hy'(x_n) + \frac{h^2}{2}y''(x_n) + \frac{h^3}{6}y'''(x_n) + \dots$$

Si on considère uniquement au 1<sup>er</sup> deux premières termes

$$y(x_{n+1}) = y(x_n) + hy'(x_n) + h^2 E(h)$$

$h^2 E(h)$  est l'erreur de développement. Si on s'arrête au 2<sup>ème</sup> terme on aboutit à la formule de Euler :

$$y(x_{n+1}) \approx y(x_n) + hy'(x_n)$$

(1.5)

7 points  
 on sait que l'accélération  $\gamma$  est la dérivée de la vitesse  $v$ , donc :

$$v(t) = v(0) + \int_0^t \gamma(t) dt \Rightarrow v(80) = v(0) + \int_0^{80} \gamma(t) dt \quad (2)$$

1. Par la méthode des trapèzes généralisée et pour  $h = 10$ , on a d'après le tableau :

$$v(80) \approx v(0) + \frac{h}{2} \left( \gamma(t_0) + \gamma(t_n) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \gamma(t_i) \right) \quad (1)$$

$$= 300 + \frac{1}{2} \cdot 10 \left( 30 + 50.67 + 2(31.63 + \dots + 46.70) \right)$$

$$= \underline{3389 \text{ m/s}} \quad (1.5)$$

2. Par la méthode de Simpson généralisée et pour  $h = 10$ , on a d'après le tableau :

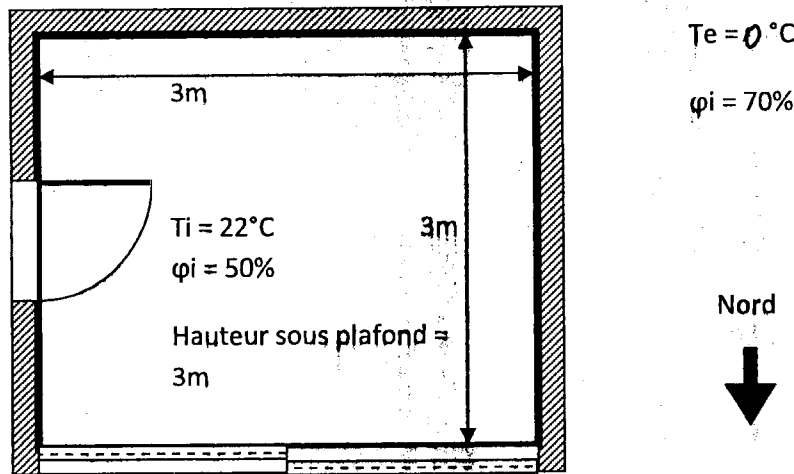
$$v(80) \approx v(0) + \frac{h}{3} \left[ \gamma(t_0) + \gamma(t_n) + 4(\gamma(t_1) + \gamma(t_3) + \dots) + 2(\gamma(t_2) + \gamma(t_4) + \dots) \right] \quad (1)$$

$$= 300 + \frac{1}{3} \cdot 10 \left[ 30 + 50.67 + 4(31.63 + 35.47 + \dots) + 2(33.44 + 37.75 + \dots) \right]$$

$$= \underline{3387 \text{ m/s}} \quad (1.5)$$

**CONTRÔLE DE CHAUFFAGE**  
**2<sup>ème</sup> Année Génie Climatique**  
 (Durée 1h 30)

On veut maintenir dans une loge de gardiennage une température de 22°C une journée d'hiver où le thermomètre affiche 0°C à l'extérieur.  
 La loge est construite sur un vide sanitaire ventilé (plancher bas en contact direct avec l'air ambiant extérieur)



Toute l'enveloppe externe de la loge est constituée d'une paroi identique composée des matériaux suivant :

Matériaux	e (cm)	$\lambda$ (W/m.K)	$\pi$ (Kg/s.m.Pa)
Intérieur	-	-	-
Bois	1,5	0,15	$5 \cdot 10^{-12}$
Béton	15	1,5	$1,5 \cdot 10^{-12}$
Extérieur	-	-	-

Spécifications des ouvrants :

	Nature du matériau	Dimensions « l x h » [m x m]	Orientation	K [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Perméabilité « a » [m <sup>3</sup> /h]
Porte extérieure	acier	0,9 x 2,2	Est	5	1,5
Fenêtre extérieure	acier	3x2	Nord	5	1,5

**A) Transfert thermique.**

1) Vérifier la condition de la résistance thermique de la paroi.

On donne :

- $r_i = 0,13$  [W/m<sup>2</sup>.K] ; paroi verticale
- $r_e = 0,04$  [W/m<sup>2</sup>.K] //
- $R_{ex-min} = \frac{13 \cdot 10^{-2}}{4} \cdot (T_i - T_e)$

Contrôle de chauffage du 29 mai 2016  
Corrigé type.

1) vérification de la résistance thermique de la paroi.

$$R = \sum_i R_i = r_i + \frac{e_{\text{bois}}}{\lambda_{\text{bois}}} + \frac{e_{\text{béton}}}{\lambda_{\text{béton}}} + r_e$$

$$R = 0,13 + \frac{0,15}{1,5} + \frac{0,015}{0,15} + 0,04 = 0,37 \text{ m}^2\text{C/W} \quad (1)$$

$$R_{\text{exg-min}} = 13 \cdot 10^{-2} (T_c - T_e) = \frac{0,93}{4} (22 - 0) = 0,72 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$R < R_{\text{exg-max}} \Rightarrow$  la condition de la résistance thermique n'est pas vérifiée.

2) épaisseur de l'isolant.

$$R + R_{is} \geq R_{\text{exg-min}}$$

ou bien  $R + \frac{e_{is}}{\lambda_{is}} = R_{\text{exg-min}}$

$$e_{is} = (R_{\text{exg-min}} - R) \cdot \lambda_{is}$$

$$e_{is} = (0,72 - 0,37) \cdot 0,02 = 0,7 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0,7 \text{ cm} \quad (1)$$

3) Bilan thermique.

calcul de  $k$  pour parois verticales et horizontales.

- Paroi verticale  $R = 0,37 \frac{\text{m}^2\text{C}}{\text{W}} \quad k = \frac{1}{R} = 2,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}} \quad (1)$

- Parois horizontales

Flux ascendants  $R = 0,1 + \frac{0,15}{1,5} + \frac{0,015}{0,15} + 0,04 = 0,34 \frac{\text{m}^2\text{C}}{\text{W}}$

$$k = \frac{1}{0,34} = 2,94 \text{ W/m}^2\text{C} \quad (1)$$

Flux descendant  $R = 0,17 + \frac{0,15}{1,5} + \frac{0,015}{0,15} + 0,04 = 0,41 \frac{\text{m}^2\text{C}}{\text{W}}$

$$k = \frac{1}{0,41} = 2,44 \text{ W/m}^2\text{C} \quad (1)$$

Designation	orient.	L m	l m	h m	S m <sup>2</sup>	déduction	Seal m <sup>2</sup>	k $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$	$\Delta T$ °C	Q W
Fenêtre	Nord	3	-	2	6	-	6	5,8	22	765,6
Mur Nord	"	3	-	3	9	6	3	2,7	22	178,2
Porte	Est	-	0,9	2,2	1,98	-	1,98	5,8	22	252,65
Mur Est	Est	3	-	3	9	2	7	2,7	22	415,6
Mur Sud	sud	3	-	3	9	-	9	2,7	22	534,6
Mur Ouest	ouest	3	-	3	9	-	9	2,7	22	534,6
Plafond	-	3	3	9	9	-	9	2,94	22	582,12
Plancher	-	3	3	9	9	-	9	2,44	22	483,12
									$Q_0 =$	4229,67

(3)

$Z_0 = 7\%$  ,  $Z_H = 15\%$  (orientation la plus grande)

$$Q_{ext} = Q_0 \cdot (1 + Z_0 + Z_H) = 4229,67 \times (1 + 0,12) = 4737,16$$

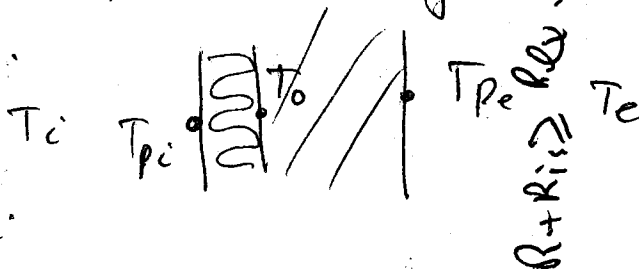
$$Q_v = 2(a) \cdot R \cdot H \cdot (T_i - T_e) \cdot Z_e$$

$$Z_e = 1, \quad l = (3 \times 2 + 2 \times 2 + 2) \text{ fenetre de dim. } 3 \times 2$$

$$Q_v = 1,5 \times (3 \times 2 + 2 \times 2 + 2) \times 0,7 \times 0,58 \times (22 - 0) = 160,78$$

$$Q_B = 4737,16 + 160,78 = 4898 \text{ W} = 4,9 \text{ kW} \text{ (1)}$$

p) vérification de la condensation sur la face interne de la paroi



$$\frac{q}{S} = \frac{T_i - T_e}{R} = \frac{T_i - T_{pc}}{R_c}$$

$T_{pi} > T_{rosée}$  ( $14,27 > 11,3$ )  $\Rightarrow$  pas de risque de condensation superficielle. (N)

5) vérification de la condensation interne :

Températures  $T_s \neq$  les faces :

$$T_o, \quad \frac{T_{pi} - T_o}{\frac{e_{bois}}{\lambda_{bois}}} = \frac{T_i - T_e}{R} \Rightarrow T_o = T_{pi} - \frac{e_{bois}}{\lambda_{bois}} \cdot \frac{1}{R} (T_i - T_e)$$

$$T_o = \frac{0,015}{0,15} \cdot \frac{1}{0,37} (22 - 0) = 8,32^\circ C \quad (N)$$

$$T_{pe}, \quad \frac{T_{pe} - T_e}{r_e} = \frac{T_i - T_e}{R} \Rightarrow T_{pe} = T_e + \frac{r_e}{R} (T_i - T_e)$$

$$T_{pe} = \frac{0,04}{0,37} (22 - 0) = 2,38^\circ C \quad (N)$$

- Pression de vapeur saturée en fct de  $T^\circ$ . [tableau].

$T^\circ [C]$	0	2,38	8,32	14,27	22
$P_s [Pa]$	611	725,14	1097	<del>1725</del> 1627,9	2645
	(9)		(N)		(0,5)

- Pression partielle de vapeur.

$$P_{oi} = \psi_i \times P_{si} = 0,5 \times 2645 = 1322,5 Pa \quad (0,5)$$

$$P_{oe} = \psi_e \times P_{se} = 0,7 \times 611 = 427,7 Pa \quad (0,5)$$

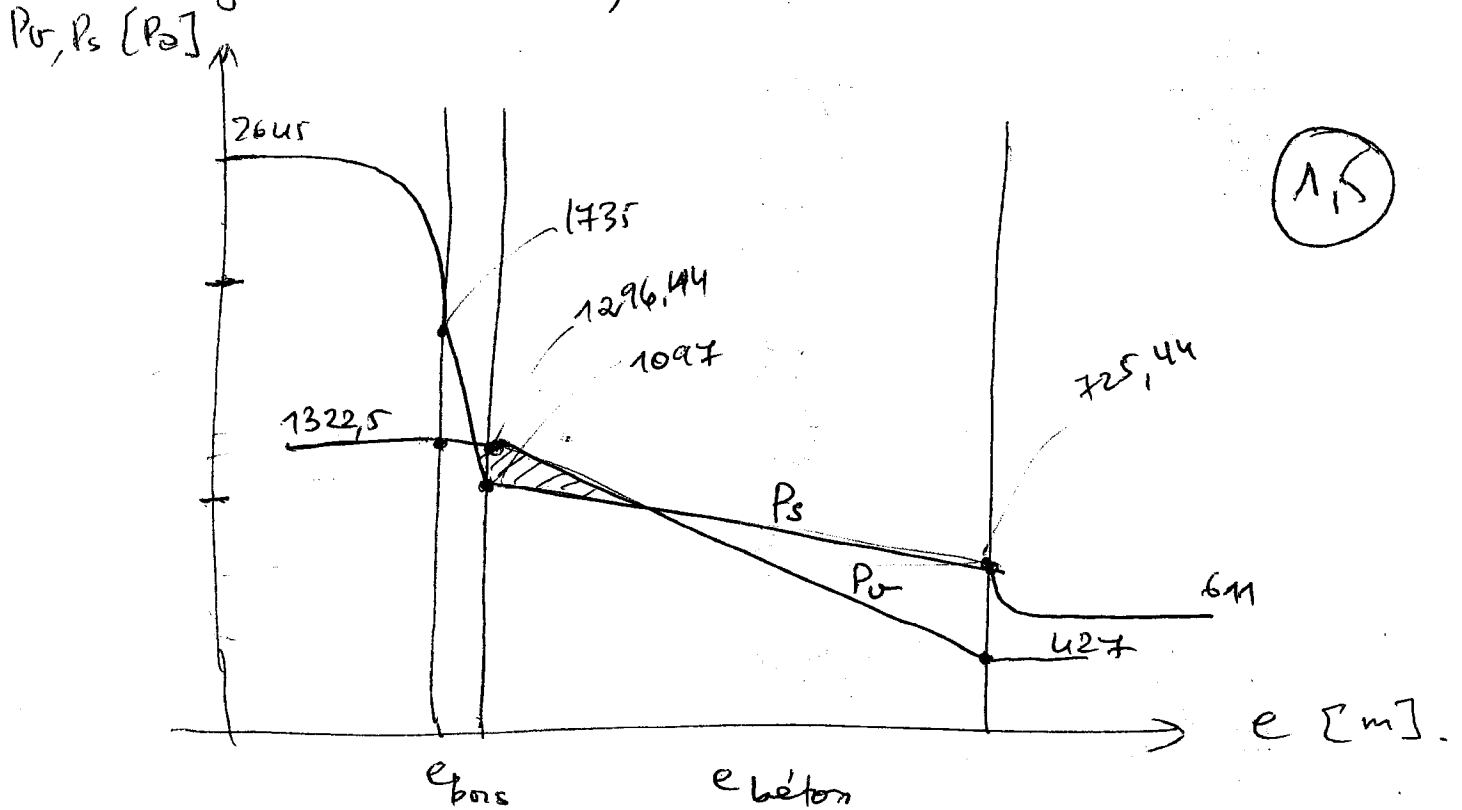
Pression partielle de l'interface ( $P_{io}$ ).

loi de Fick :  $\frac{m}{s} = \frac{P_{oi} - P_{oe}}{\frac{e_{bois}}{\lambda_{bois}} + \frac{e_{beton}}{\lambda_{beton}}} = \frac{P_{oi} - P_{io}}{\frac{e_{bois}}{\lambda_{bois}}}$  (0,5)

$$P_{io} = P_{oi} - \frac{e_{bois}}{\lambda_{bois}} \left( \frac{P_{oi} - P_{oe}}{\frac{e_{bois}}{\lambda_{bois}} + \frac{e_{beton}}{\lambda_{beton}}} \right) \quad (0,5)$$

$$P_{50} = \frac{0,015}{5 \cdot 10^{-12}} \cdot \left( \frac{1322,5 - 427,7}{\frac{0,015}{5 \cdot 10^{-12}} + \frac{0,15}{1,5 \cdot 10^{-92}}} \right) = 1296,44 \text{ Pa}$$

Diagramme de Glaser :

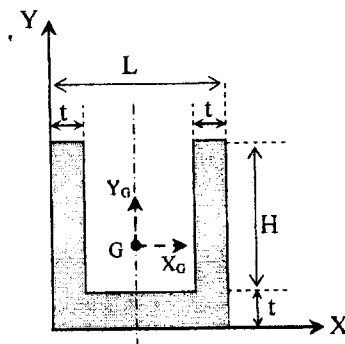


il y a condensation de la zone hachurée.



**Exercice 1 (6 points) :**

Considérons la section droite d'une poutre montrée sur la figure ci-contre. Les dimensions de cette section sont :  $L=100\text{ mm}$ ,  $H=80\text{ mm}$  et  $t=20\text{ mm}$ .

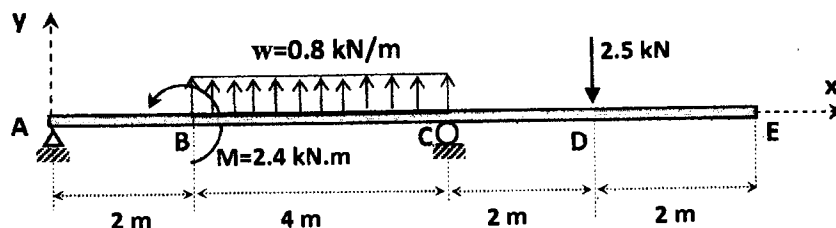


- 1) Déterminer les coordonnées du centroïde 'G' de cette surface par rapport au repère (X, Y) indiqué.
- 2) Calculer le moment quadratique de cette surface par rapport à l'axe  $X_G$  passant par son centroïde.

**Exercice 2 (8 points):**

Soit une poutre ABCDE supportée aux points A et C. Les charges appliquées sur cette poutre sont : un moment ( $M=2.4\text{ kN.m}$ ) appliqué autour du point B, une charge uniformément répartie entre les points B et C ( $w=0.8\text{ kN/m}$ ) et une force concentrée ( $2.5\text{ kN}$ ) au point D, voir la figure ci-dessous.

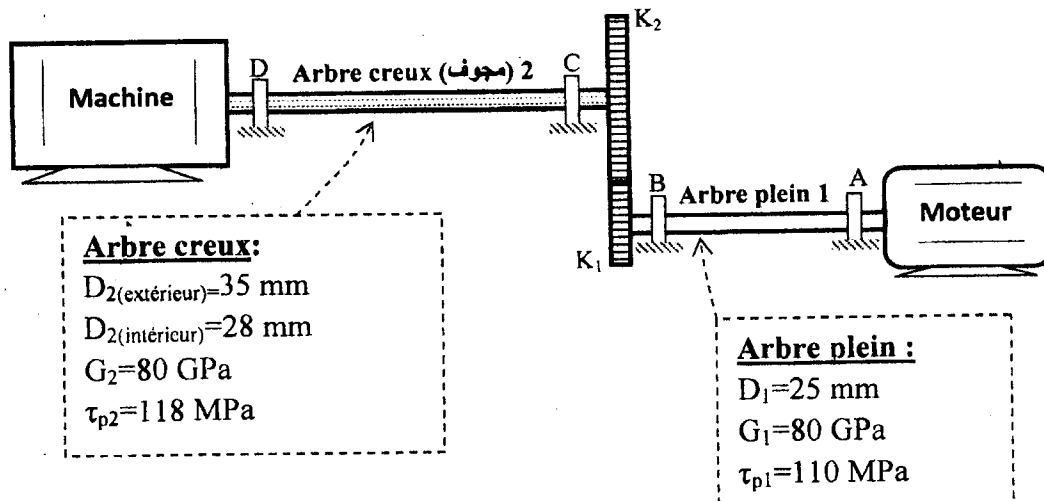
- 1) Tracer le diagramme du moment fléchissant  $M(x)$  le long de la poutre et indiquer les valeurs importantes du moment.



**Exercice 3 (6 points):**

Un moteur entraîne une machine par l'entremise d'un système d'engrenages  $K_1$  et  $K_2$ , tel que montré sur la figure ci-dessous. La vitesse de rotation du moteur est 600 tours/min. Le rapport des vitesses de rotation des deux engrenages est  $N_1/N_2=2$ . Les propriétés géométriques et mécaniques sont données dans la figure.

- 1) Calculer le moment de torsion maximal que pourra supporter chaque arbre.
- 2) Déterminer la puissance mécanique maximale que pourra fournir le moteur à la machine afin de respecter les limites de contraintes spécifiées.



# Solution de l'examen de RDM 2016

## Exercice 1

1) Trouver  $x_G$  et  $y_G$

Par symétrie:  $x_G = \frac{100}{2} = 50 \text{ mm}$  (1)

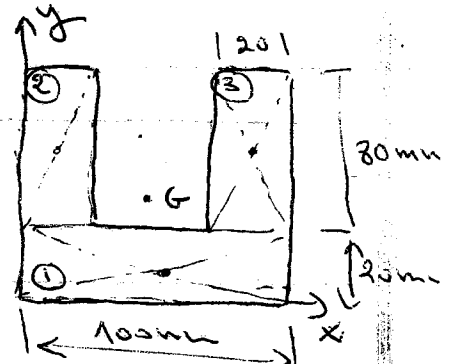
$y_G = ?$   $y_G = \frac{\sum Sx_i}{\sum A_i} = \frac{Sx_1 + Sx_2 + Sx_3}{A_1 + A_2 + A_3}$  (0,5)

$A_1 = 100 \times 20 = 2000 \text{ mm}^2$  (0,25)

$A_2 = A_3 = 20 \times 80 = 1600 \text{ mm}^2$

$y_{G1} = 10 \text{ mm}$  (0,25)

$y_{G2} = y_{G3} = 60 \text{ mm}$  (0,25)



$y_G = \frac{2000 \times 10 + 2 \times [1600 \times 60]}{2000 + 2 \times 1600}$  (0,5)

$= 40,7692 \text{ mm}$

2) Calculer  $I_{xxG}$

$I_{xxG} = \sum (I_{xxGi} + y_{Gi}^2 A_i)$  (0,5)

$I_{xxG1} = \frac{100 \times (20)^3}{12} = 66666,66 \text{ mm}^4$  (0,5)

$I_{xxG2} = I_{xxG3} = \frac{20 \times 80^3}{12} = 853333,33 \text{ mm}^4$  (0,5)

$y_{G1} = 40,7692 - 10 = 30,7692 \text{ mm}$  (0,5)

$y_{G2} = y_{G3} = 60 - 40,7692 = 19,2308 \text{ mm}$  (0,5)

$\Rightarrow I_{xxG} = I_{xxG1} + I_{xxG2} + I_{xxG3} + y_{G1}^2 A_1 + y_{G2}^2 A_2 + y_{G3}^2 A_3$

$= 66666,66 + 2(853333,33) + (30,7692)^2 \times 2000 + 2(19,2308)^2 (1600)$

$I_{xxG} = 4850256397 \text{ mm}^4$

(0,5)

### Exercice 3

Pour que le moment de torsion respecte la résistance

$$\tau = \frac{T \cdot d/2}{J_0} \leq \tau_p \Rightarrow T \leq \frac{\tau_p \cdot J_0}{(d/2)} \quad (0,5)$$

Arbre 1

$$T_1 \leq \frac{\tau_{p1} \cdot J_{0(1)}}{(D_1/2)} \quad J_{0(1)} = \frac{\pi D_1^4}{32} \quad (0,25)$$

$$\Rightarrow T_1 \leq \frac{\tau_{p1} \cdot \pi D_1^4 / 32}{(D_1/2)} = \frac{\tau_{p1} \cdot \pi D_1^3}{16} = \frac{110 \times 10^6 \times (\pi \times 27 \times 10^{-3})}{16}$$

$$T_1 = 337,475 \text{ N.m} \quad (1)$$

Arbre 2  $T_2 \leq \frac{\tau_{p2} \cdot J_{0(2)}}{D_2(x6)/2}$

$$J_{0(2)} = \frac{\pi}{32} (37^4 - 28^4) \times 10^{-12}$$
$$= 86979,80 \times 10^{-12} \text{ m}^4 \quad (0,5)$$

$$T_2 \leq \frac{118 \times 10^6 (86979,80) \times 10^{-12}}{\left(\frac{35}{2} \times 10^3\right)} = 586,49 \text{ N.m} \quad (1)$$

Calcul de la puissance

$$P = T \cdot \omega \quad (0,5) \quad \omega_1 = \frac{2\pi N}{60} = \frac{2\pi (600)}{60} = 62,83 \text{ rad/s} \quad (0,25)$$

Pour l'arbre 1 :  $P_1 = T_1 \omega_1 = 337,475 \times 62,83 = 21,204 \text{ kW} \quad (0,5)$

Pour l'arbre 2  $P_2 = T_2 \omega_2$  Sachant que  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 2$

$$\Rightarrow \omega_2 = \omega_1 / 2 = 31,415 \text{ rad/sec} \quad (0,5)$$

$$\Rightarrow P_2 = T_2 \omega_2 = 58649 \times 31,415 = 18,42 \text{ kW} \quad (0,5)$$

La puissance qui assure la résistance des deux arbres est 18,42 kW (0,5)