

2017 - 06 - 14

Math 04 : مقياس

المدة : 1 ساعة و 30 د

جامعة قسنطينة 01

مؤهل العلوم والتكنولوجيا

LMD, ST2

الامتحان الاستدراكي

المترين 01 :

لتكن الدالة  $f$  حيث :

$$f(z) = 1 + i - z \bar{z}$$

$$f(z) = u(x, y) + i v(x, y)$$

① أكتب الدالة  $f$  على الشكل :

② أ حسب  $\int_{\gamma} (1 + i - z \bar{z}) dz$  حيث  $\gamma$  الخط المذكور

من  $A \leftarrow B \leftarrow C$

$$A(1, 1); B(1, 0); C(0, 0).$$

المترين 02 : عين ميدان تعارب السلسلتين التاليتين :

$$\textcircled{1} \sum_{n=0}^{+\infty} (2+5i)^n (z-3)^n, \quad \textcircled{2} \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(1+i)^n}{z^n}$$

$$f(z) = \frac{z}{z^2 - 1}$$

المترين 03 : لتكن الدالة  $f$  :

\* أنشر الدالة  $f$  في سلسلة لوران في الحلقة  $1 < |z+2| < 3$  وعين الجزء الأساسي والجزء الصحيح.

① لتكن الدالة  $f$  :

$$f(z) = \frac{z - \cos z}{z^3}$$

\* أنشر الدالة  $f$  في سلسلة لوران في الحلقة  $0 < |z| < +\infty$ .

Math 04  
2016-2017

# الإمتحان الأسبوعي

الحل النموذجي :

(9pts)

$$f(z) = 1 + i - 2\bar{z} \quad \text{المترية (01): ①}$$

نضع  $z = x + iy$  و  $\bar{z} = x - iy$  (0.5)

$$f(z) = 1 + i - 2(x - iy) = 1 + i - 2x + 2iy$$

(0.5)  $= (1 - 2x) + i(1 + 2y) = u(x, y) + i v(x, y)$

$$dz = dx + i dy \quad \text{②} \rightarrow \text{الصيغة التفاضلية}$$

(0.5)

$$\int_{\gamma} (1 + i - 2\bar{z}) dz = \int_{\gamma} [(1 - 2x) + i(1 + 2y)] (dx + i dy) \quad (0.5)$$

$$= \int_{\gamma} (1 - 2x) dx + i \int_{\gamma} (1 - 2x) dy + i \int_{\gamma} (1 + 2y) dx - \int_{\gamma} (1 + 2y) dy$$

$$\Rightarrow \int_{\gamma} (1 + i - 2\bar{z}) dz = \int_{\gamma} (1 - 2x) dx - (1 + 2y) dy + i \int_{\gamma} (1 - 2x) dy + (1 + 2y) dx$$

$$\Rightarrow \int_{\gamma} f(z) dz = \int_{\gamma} (1 - 2x) dx - (1 + 2y) dy + i \int_{\gamma} (1 - 2x) dy + (1 + 2y) dx \quad \text{--- (I)}$$

(2)

$$① \sum_{n=0}^{+\infty} (2+5i)^n (z-3)^n$$

المترين 02: 5pts

تمثل هذه السلسلة سلسلة تايلور حسب

$$①.5 a_n = (2+5i)^n, \quad z_0 = 3$$

حسب R و lim

$$a_{n+1} = (2+5i)^{n+1} \quad ①.5 \text{ حسب المميز}$$

$$R = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_n}{a_{n+1}} \right| = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{(2+5i)^n}{(2+5i)^{n+1}} \right|$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{(2+5i)^n}{(2+5i)^n (2+5i)} \right| = \frac{1}{|2+5i|}$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{2^2 + 5^2}} = \frac{1}{\sqrt{29}} \quad ①.5$$

أو حسب كوشي:

$$R = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|a_n|}} = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|(2+5i)^n|}}$$

$$= \frac{1}{|2+5i|} = \frac{1}{\sqrt{29}}$$

كلا طرأتان

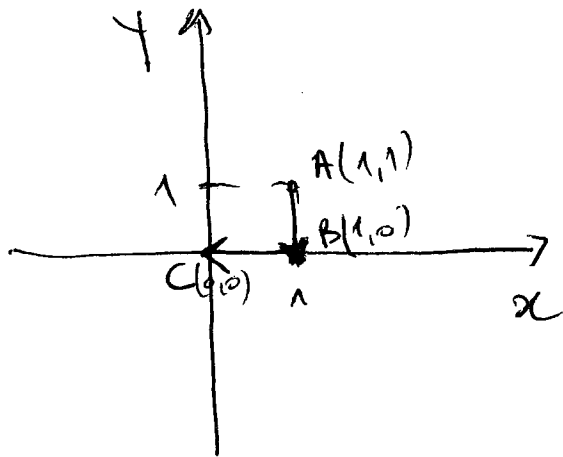
$$R = \frac{1}{\sqrt{29}}$$

ومن السلسلة  $\sum_{n=0}^{+\infty} (2+5i)^n (z-3)^n$  متقاربة داخل القرص

$$①.5 \quad |z-3| < \frac{1}{\sqrt{29}}$$

الخط المتكسر من  $A \rightarrow B \rightarrow C$

$$A(1,1), B(1,0), C(0,0)$$



على القطعة  $[AB]$

نلاحظ أن  $x=1 \Rightarrow dx=0$  (0.5)

$$1 > y > 0$$

نعوض في العبارة (I) نحصل:

$$I_1 = \int_0^1 -(1+2y) dy + i \int_0^1 -dy \quad (0.5)$$

$$\Rightarrow I_1 = -2 - i \quad (1)$$

على القطعة  $[BC]$ : نلاحظ أن  $y=0 \Rightarrow dy=0$  (0.5)

$$1 > x > 0$$

نعوض في العبارة (I) نحصل:

$$I_2 = \int_0^1 (1-2x) dx + i \int_0^1 dx \quad (0.5)$$

$$\Rightarrow I_2 = i \quad (1)$$

وهو الناتج من الخط المتكسر هو:

$$I_1 + I_2 = -2 - i + i = -2 \quad (1)$$

$$① \sum_{n=0}^{+\infty} (2+5i)^n (z-3)^n$$

المترين 02 : 5pts

تمثل هذه السلسلة سلسلة تايلور حسب

$$①,5 a_n = (2+5i)^n, \quad z_0 = 3$$

نـ ر نـ

$$a_{n+1} = (2+5i)^{n+1} \quad ①,5 \quad \text{حسب دالمبير}$$

$$R = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_n}{a_{n+1}} \right| = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{(2+5i)^n}{(2+5i)^{n+1}} \right|$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{(2+5i)^n}{(2+5i)^n (2+5i)} \right| = \frac{1}{|2+5i|}$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{2^2 + 5^2}} = \frac{1}{\sqrt{29}} \quad ①,5$$

أو حسب كوشي:

$$R = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|a_n|}} = \frac{1}{\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|(2+5i)^n|}}$$

$$= \frac{1}{|2+5i|} = \frac{1}{\sqrt{29}}$$

$$R = \frac{1}{\sqrt{29}}$$

نـ لا حـ

وحيث السلسلة  $\sum_{n=0}^{+\infty} (2+5i)^n (z-3)^n$  متقاربة داخل القرص المفتوح  $|z-3| < \frac{1}{\sqrt{29}}$

①,5

$$(2) \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(1+i)^n}{z^n}$$

وهي تمثل الجزء الحسابي فقط للوران حسب  
حساب  $\rho$  :  $a_n = (1+i)^n$ ,  $z_0 = 0$  (0,5)

$$\rho = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|1+i|^n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|a_n|} \quad \text{حسب كوشي}$$

$$= |1+i| = \sqrt{2} \quad (0,5)$$

ومنه صيوان التقارب هو  $|z - z_0| > \rho$  أي

$|z - 0| > \sqrt{2}$  (خارج القرص الذي مركزه  $z_0 = 0$  و نصف قطره  $\sqrt{2}$ ) (0,5)

ملاحظة: يمكن استعمال قاعدة دالمبير:

$$\rho = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_{-(n+1)}}{a_{-n}} \right|$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{(1+i)^{n+1}}{(1+i)^n} \right| = |1+i| = \sqrt{2}$$

المترين (30) : 6pts

$$f(z) = \frac{z}{z^2 - 1}$$

$$= \frac{z}{(z-1)(z+1)}$$

نشر الدالة  $f$  في سلسلة لوران في الحلقة  $1 < |z+2| < 3$

معناه النشر في جوار  $z_0 = -2$  (قوى  $(z+2)$ )

(0,25)

تفكيك الدالة :

$$f(z) = \frac{z}{(z-1)(z+1)} = \frac{A}{z-1} + \frac{B}{z+1}$$

$$A = 1$$

$$B = -1$$

(0,25)

$$\Rightarrow f(z) = \frac{1}{z-1} - \frac{1}{z+1}$$

$$\frac{1}{z-1}$$

نشر :

$$\begin{aligned} \frac{1}{z-1} &= \frac{1}{z-1-2+2} = \frac{1}{(z+2)-3} = \frac{1}{-3 \left(1 - \frac{(z+2)}{3}\right)} \\ &= -\frac{1}{3} \left( \frac{1}{1 - \frac{(z+2)}{3}} \right) \end{aligned}$$

(0,25)

نبرهن أن  $\left| \frac{z+2}{3} \right| < 1$  في الحلقة  $1 < |z+2| < 3$  :  
فإن  $|z+2| < 3$  ومنه  $\left| \frac{z+2}{3} \right| < 1$

(0,25)

ومنه :  $\frac{1}{z-1} = -\frac{1}{3} \left( \sum_{n=0}^{+\infty} \left( \frac{z+2}{3} \right)^n \right)$  (0,25)

$\frac{1}{z-1} = \sum_{n=0}^{+\infty} -\frac{1}{3^{n+1}} (z+2)^n$  (0,25)

نُشر :  $\frac{1}{z+1}$

$\frac{1}{z+1} = \frac{1}{z+1+2-2} = \frac{1}{(z+2)-1}$

$= \frac{1}{(z+2) \left( 1 - \frac{1}{z+2} \right)} = \frac{1}{(z+2)} \left( \frac{1}{1 - \frac{1}{z+2}} \right)$  (0,25)

نُرجع أن  $\left| \frac{1}{z+2} \right| < 1$  في الحلقة  $1 < |z+2| < 3$  فإن

ومنه  $|z+2| > 1$  و  $\left| \frac{1}{z+2} \right| < 1$  (0,25)

$\frac{1}{z+1} = \frac{1}{z+2} \left( \sum_{n=0}^{+\infty} \left( \frac{1}{z+2} \right)^n \right)$  (0,25)

$\frac{1}{z+1} = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{1}{(z+2)^{n+1}}$  (0,25)

نُشر الدالة لـ  $1 < |z+2| < 3$  (0,25)

$f(z) = \sum_{n=0}^{+\infty} -\frac{1}{3^{n+1}} (z+2)^n - \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{1}{(z+2)^{n+1}} / 1 < |z+2| < 3$



Q125  $\left\{ \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{1}{3^{n+1}} (z+2)^n \right\} \leftarrow$  الجزء الصحيح

Q125  $\left\{ \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{1}{(z+2)^{n+1}} \right\} \leftarrow$  الجزء الكسري

⑤ : ننشر  $z$  في

نعلم أن :  $\cos z = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n z^{2n}}{(2n)!}$  ,  $|z| < +\infty$

لدينا في الحلقة  $0 < |z| < +\infty$  فإن  $|z| < +\infty$  ومنه Q125

$\cos z = \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n z^{2n}}{(2n)!} = 1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \frac{z^6}{6!} + \dots$

$\rightarrow z - \cos z = z - \left[ 1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \frac{z^6}{6!} + \dots \right]$

$= 1 + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^4}{4!} + \frac{z^6}{6!} + \dots$  Q125

$\rightarrow f(z) = \frac{z - \cos z}{z^3} = \frac{1}{z^3} \left[ 1 + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^4}{4!} + \frac{z^6}{6!} + \dots \right]$

$f(z) = \frac{1}{z^3} + \frac{1}{2!} z - \frac{z}{4!} + \frac{z^3}{6!} + \dots$  ,  $|z| < +\infty$

①

**\*\*Rattrapage S2\*\***

**Matière :** Conversion de l'énergie  
**Spécialités :** MI+EM

**Date :** 13/06/2017  
**Durée :** 01h :30

**Exercice 01 :** (06 points)

1. Une machine tournante est effectuée une transformation entre l'énergie électrique et l'énergie mécanique.

- Donner les deux régimes de fonctionnement qui peuvent exister ?

2. Les machines à courant alternatif sont classifiées en deux catégories, machine synchrone et asynchrone.

- Quelle est la différence entre une machine synchrone et asynchrone ?

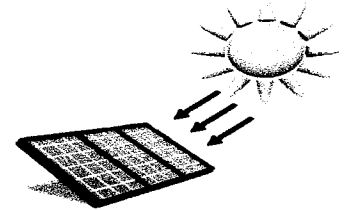
3. L'énergie solaire photovoltaïque résulte de la transformation directe de la lumière du soleil en énergie électrique, le rendement des panneaux solaire dépend de plusieurs facteurs.

- Citer les facteurs qui s'influent sur le rendement des panneaux solaires photovoltaïque ?

**Exercice 02 :** (08 points)

Un panneau solaire photovoltaïque a une puissance crête de 100 W lorsqu'il reçoit une puissance lumineuse  $P_L = 1000 \text{ W/m}^2$ .

Il est constitué de cellules photovoltaïques branchées à la fois en série et en parallèle. Dans chaque module les cellules sont associées en série, et les différents modules sont montés en parallèle. La tension aux bornes du panneau vaut 40V et chaque cellule délivre une tension de 0.5V et un courant de 500 mA.



1. Déterminer le nombre de cellules dans un module.

2. Quelle est l'intensité du courant débitée par le panneau ?

3. Déterminer le nombre de modules ainsi que le nombre total de cellules du panneau.

4. La surface totale du panneau solaire  $S_T = 1 \text{ m}^2$ .

4.1 Quelle est la surface de chaque cellule ?

4.2 Calculer son rendement énergétique. Déduire le, si la puissance lumineuse va diminuer de  $600 \text{ W/m}^2$ .

**Exercice 03 :** (06 points)

La plaque signalétique d'une génératrice à courant continu à excitation indépendante indique :

11,2 Nm	1500 tr/min	
Induit	220 V	6,8 A
Inducteur	220 V	0,26 A

1- Calculer la puissance mécanique consommée au fonctionnement nominal.

2- Calculer la puissance consommée par l'inducteur.

3- Calculer la puissance utile. Déduire le rendement nominal.

## \* Corrigé type rattrapage S2 \*

Matière : Conversion de l'énergie

Durée : 01h:30

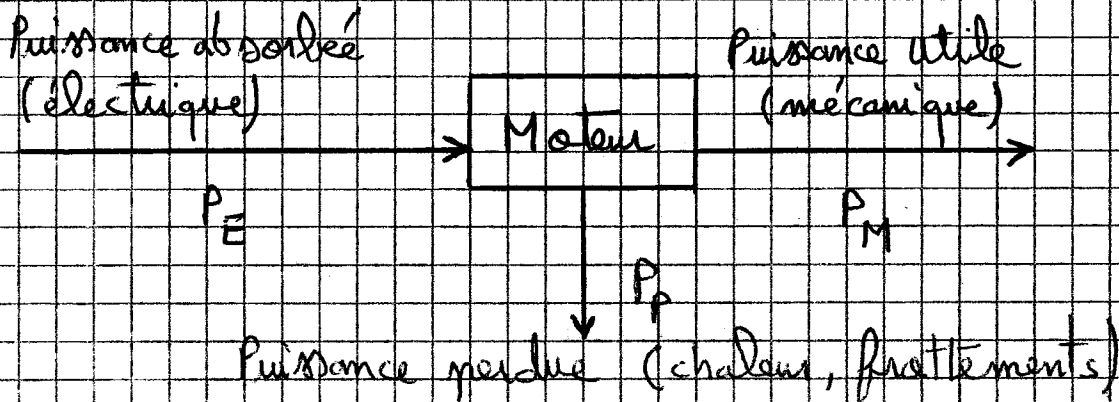
Spécialité : EM - MI

Solution 01 : (06 points)

1. Les deux régimes de fonctionnement d'une machine tournante :-

A. Fonctionnement "moteur"

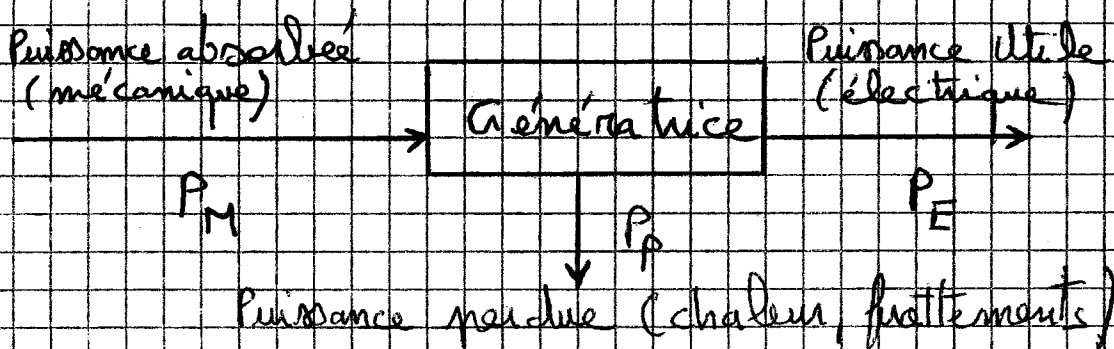
L'énergie électrique est transformée en énergie mécanique :-



Le rendement :  $\eta = \frac{P_M}{P_E}$  (01 point)

B. Fonctionnement "générateur"

L'énergie mécanique est transformée en énergie électrique :-



Le rendement :  $\eta = \frac{P_E}{P_M}$  (01 point)

2. La différence entre une machine synchrone et

### Machine synchrone :

- le balinage rotorique est alimenté en courant continu.

$$W_R = 0, \text{ donc } r_R = 0 \Rightarrow \boxed{n_s = n}$$

- le rotor tourne à la vitesse de synchronisme ( $n_s$ )  
même situation, si le rotor est constitué d'un aimant permanent.  
(01 point)

### Machine asynchrone :

- le balinage rotorique est alimenté en courant alternatif.

$$W_R \neq 0 \Rightarrow \boxed{n_s \neq n}$$

- la vitesse de rotation est légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme ( $n_s$ ) (01 point)

$$\text{donc présence de glissement : } g = \frac{n_s - n}{n_s}$$

3. Les facteurs qui s'influencent sur le rendement des panneaux solaires photovoltaïques sont :-

- L'angle d'inclinaison

- Conditions climatiques ou atmosphériques.  
(température, éclairement, ... etc).

- Régime de fonctionnement (02 points)

Solution 02:- (01 point)

$$P_{cr} = 100 \text{ W}, P_L = 1000 \text{ W/m}^2, V_p = 40 \text{ V}, V_c = 0,5 \text{ V}, I_c = 500 \text{ mA}$$

1. Le nombre de cellules dans un module:-

La tension aux bornes d'un module est la même que celle aux bornes du panneau, puisqu'ils sont branchés en parallèle, donc  $V_m = 40 \text{ V}$ .

D'après la loi d'additivité des tensions et comme il est constitué de  $n$  cellules, on a:-

$$V_m = n \times V_c$$

$$\Rightarrow n = \frac{V_m}{V_c} = \frac{40}{0,5} = 80 \text{ cellules} \quad (02 \text{ points})$$

Un module est constitué de 80 cellules.

2. L'intensité du courant délivré par le panneau:-

$$P = V \times I \Rightarrow P_{cr} = V_p \times I_p$$

$$\Rightarrow I_p = \frac{P_{cr}}{V_p} = \frac{100}{40} = 2,5 \text{ A}$$

$$I_p = 2,5 \text{ A} \quad (1,5 \text{ points})$$

3. Détermination du nombre de modules ainsi que le nombre total de cellules du panneau:-

A. Le nombre de modules du panneau:

Puisque les cellules dans un module sont branchées en série.

$\Rightarrow$  le courant de module  $I_m =$  le courant de cellule  $I_c$  et aussi les modules sont branchés en parallèle, on peut appliquer la loi des nœuds:-

$$I_p = m \times I_m \quad (01 \text{ point})$$

Il y a 5 modules.

B Le nombre total de cellules du panneau :

$$N_c = n \times m = 80 \times 5 = 400 \text{ cellules.}$$

Il y a 400 cellules dans ce panneau. (01 point)

4 La surface totale du panneau  $S_T = 1 \text{ m}^2$

4.1 La surface de chaque cellule :

$$S_T = N_c \times S_c \Rightarrow S_c = \frac{S_T}{N_c} = \frac{1}{400} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \boxed{S_c = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} \text{ (01 point)}$$

4.2 Calculer le rendement énergétique :

$$P_L = 1000 \times 1 = 10^3 \text{ W}$$

$$P_{cr} = 100 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{P_{cr}}{P_L} = \frac{100}{10^3} = 0,1 = 10\%$$

(0,75 point)

Le rendement est 10%.

Déduire le rendement énergétique, si la puissance  $P_L$  va diminuer de  $600 \text{ W/m}^2$

$$P_L' = 600 \times 1 = 600 \text{ W}$$

$$P_L = 10^3 \text{ W} \longrightarrow \eta = 10\%$$

$$P_L' = 600 \text{ W} \longrightarrow \eta'$$

$$\Rightarrow \eta' = \frac{600 \times 10}{10^3} = 6\%$$

(0,75 point)

Le rendement est 6%.

## Solution 02 :-

$$P_{cr} = 100 \text{ W}, P_L = 1000 \text{ W/m}^2, V_p = 40 \text{ V}, V_c = 0,5 \text{ V}, I_c = 500 \text{ mA}$$

1. Le nombre de cellules dans un module :-

La tension aux bornes d'un module est la même que celle aux bornes du panneau, puisqu'ils sont branchés en parallèle, donc  $V_m = 40 \text{ V}$ .

D'après la loi d'additivité des tensions et comme il est constitué de  $n$  cellules, on a :-

$$V_m = n \times V_c$$

$$\Rightarrow n = \frac{V_m}{V_c} = \frac{40}{0,5} = 80 \text{ cellules} \quad (02 \text{ points})$$

Un module est constitué de 80 cellules.

2. L'intensité du courant délivré par le panneau :-

$$P = V \times I \Rightarrow P_{cr} = V_p \times I_p$$

$$\Rightarrow I_p = \frac{P_{cr}}{V_p} = \frac{100}{40} = 2,5 \text{ A}$$

$$I_p = 2,5 \text{ A} \quad (1,5 \text{ points})$$

3. Détermination du nombre de modules ainsi que le nombre total de cellules du panneau :-

A. Le nombre de modules du panneau :

Puisque les cellules dans un module sont branchées en série.

$\Rightarrow$  le courant de module  $I_m =$  le courant de cellule  $I_c$  et aussi les modules sont branchés en parallèle, on peut appliquer la loi des nœuds :-

$$I_p = m \times I_m \quad (01 \text{ point})$$

### Machine synchrone:

- le balinage rotorique est alimenté en courant continu.

$$W_R = 0, \text{ donc } r_R = 0 \Rightarrow \boxed{n_s = n}$$

- le rotor tourne à la vitesse de synchronisme ( $n_s$ )  
même situation, si le rotor est constitué d'un aimant permanent.  
(0.1 point)

### Machine asynchrone:

- le balinage rotorique est alimenté en courant alternatif.

$$W_R \neq 0 \Rightarrow \boxed{n_s \neq n}$$

- la vitesse de rotation est légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme ( $n_s$ ) (0.1 point)

$$\text{donc présence de glissement: } g = \frac{n_s - n}{n_s}$$

3- Les facteurs qui s'influencent sur le rendement des panneaux solaires photovoltaïques sont :-

- L'angle d'inclinaison

- Conditions climatiques ou atmosphériques.  
(température, éclairement, ... etc).

- Régime de fonctionnement (0.2 points)



## \* Corrigé type rattrapage S2 \*

Matière: Conversion de l'énergie

Durée: 01h:30

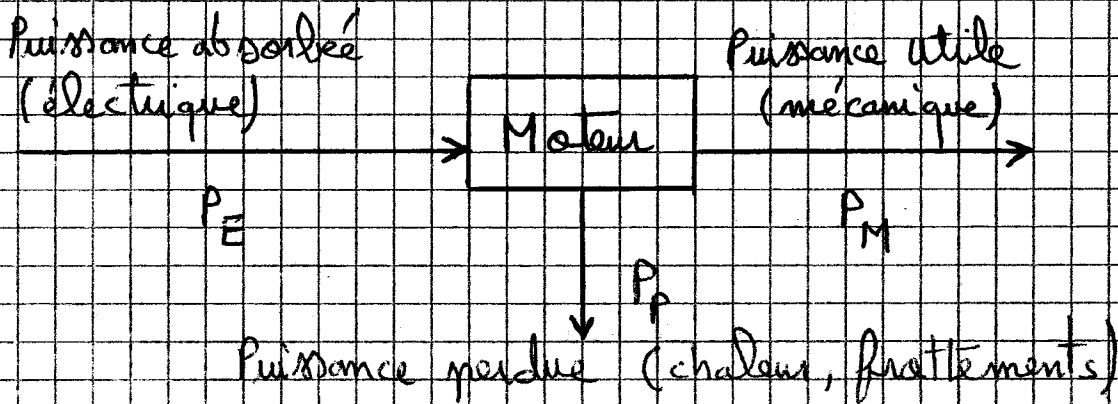
Spécialité: EM - MI

Solution 01: (06 points)

1. Les deux régimes de fonctionnement d'une machine tournante :-

A. Fonctionnement "moteur"

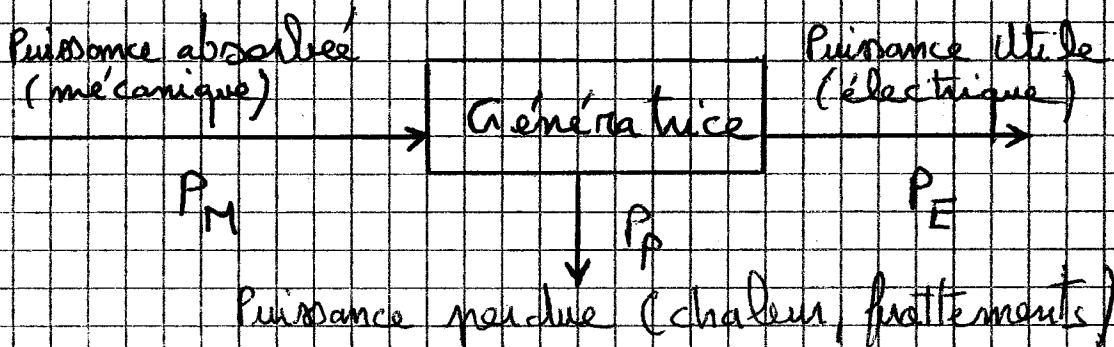
L'énergie électrique est transformée en énergie mécanique :-



Le rendement:  $\eta = \frac{P_M}{P_E}$  (01 point)

B. Fonctionnement "générateur"

L'énergie mécanique est transformée en énergie électrique :-



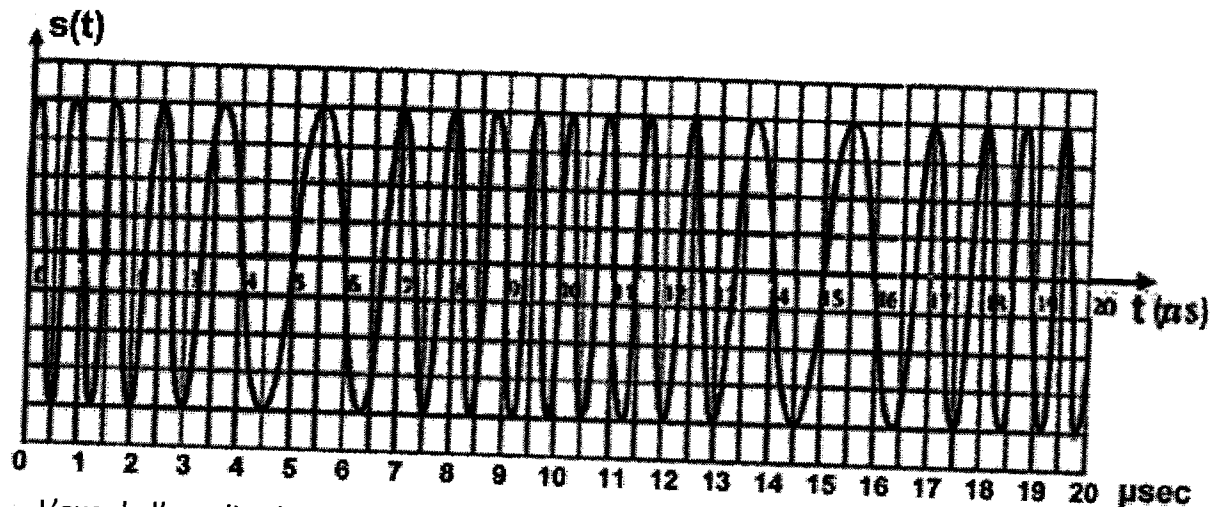
Le rendement:  $\eta = \frac{P_E}{P_M}$  (01 point)

2. La différence entre une machine synchrone et

## Contrôle Rattrapage 2017

**Exercice 1 :** (10 points)

Le graphe suivant représente un signal  $s(t)$  modulé en fréquence FM par une tonalité (sinusoïde pure).

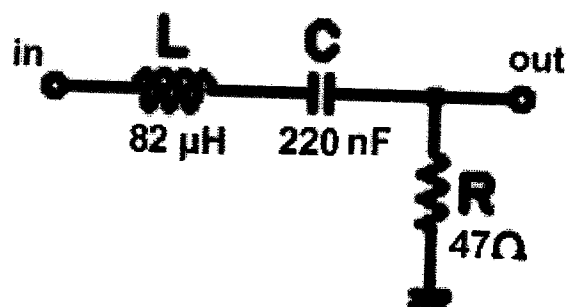


L'axe de l'amplitude du signal  $s(t)$  est en Volt, et l'axe du temps  $t$  est en microseconde.

- Trouver au moyen de ce graphe quelle est la fréquence  $F$  de la sinusoïde modulante, et quelle est la fréquence  $f_0$  de la porteuse.
- Sachant que le modulateur FM utilisé possède un facteur d'excursion  $\Delta f = 200$  kHz, trouver la bande passante du signal modulé  $s(t)$  donnée par la règle de Carson
- Donner l'expression du spectre  $S(f)$  avec les valeurs numériques réelles du signal  $s(t)$ .

**Exercice 2 :** (10 points)

- Quel est le type et quel est l'ordre du filtre représenté sur la figure suivante



- Calculer les fréquences de coupure à -3dB
- Tracer la réponse en amplitude sur un diagramme bi-logarithmique pour  $f$  variant de 1 kHz à 1 MHz ( $10^3$  Hz à  $10^6$  Hz)

## Corrigé type

### Exercice 1 :

- A) La période d'une sinusoïde composite est donnée par sa composante de plus petite fréquence, qui est dans le cas présent le signal modulant. Il est plus facile d'observer la répétition du cycle aux passages par 0 les plus larges, indiqué par les flèches en  $t=5\mu s$  suivi de  $t=15\mu s$ , correspondant à une période  $15-5=10\mu s$

La fréquence du signal modulant est donc de **100 kHz** 2

Pour la porteuse il faut compter le nombre de cycles qu'il y a à l'intérieur de ces  $10\mu s$ , c'est à dire entre les deux points indiqués par les flèches : il y a 10 cycles, la fréquence de la porteuse est donc  $f_0 = 10 \cdot F = 1 \text{ MHz}$  1

B)  $BW = 2(\Delta f + F) = 2(200\text{kHz} + 100\text{kHz}) = 600 \text{ kHz}$  2

C)  $S(f) = \frac{A}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n\left(\frac{\Delta f}{F}\right) [\delta(f - f_0 - nF) + \delta(f + f_0 + nF)]$  1

$$\beta = \Delta f / F = 200\text{k} / 100\text{k} = 2 \quad 1$$

$$S(f) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(2) [\delta(f - 10^6 - n10^5) + \delta(f + 10^6 + n10^5)] \quad 1$$

### Exercice 2 : (6 points)

- A) Filtre passe-bande, ordre 2 1 1

B) Gain en amplitude  $|H(\omega)| = \frac{\omega RC}{\sqrt{(1-LC\omega^2)^2 + (\omega RC)^2}}$  2

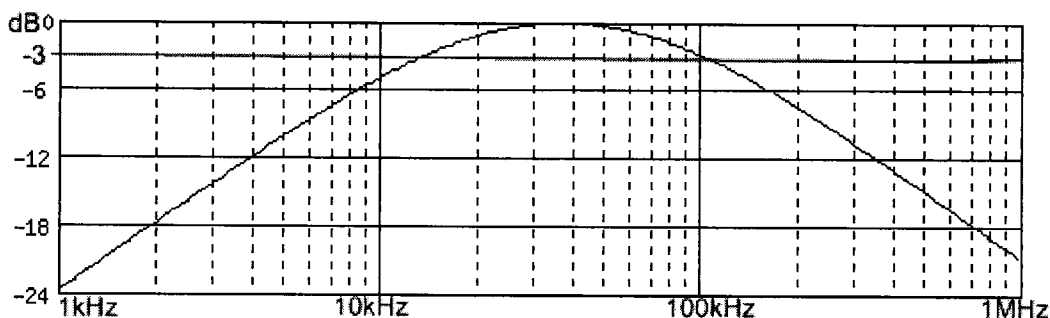
Les fréquences de coupure à -3dB donnent l'égalité  $|H(\omega)| = 1/\sqrt{2}$

Avec les valeurs de  $R, L, C$ , ceci revient à résoudre l'équation 2

$$325.4416 \cdot 10^{-24} \omega^4 - 1.600064 \cdot 10^{-12} \omega^2 + 1 = 0$$

On a  $\omega_L \approx 90427 \text{ rad/s}$   $\omega_H \approx 613010 \text{ rad/s}$   $\omega_c \approx 2.35441 \text{ rad/s}$   
 $f_L \approx 14.33 \text{ kHz}$   $f_H \approx 97.6 \text{ kHz}$  et  $f_c \approx 37.47 \text{ kHz}$

C)



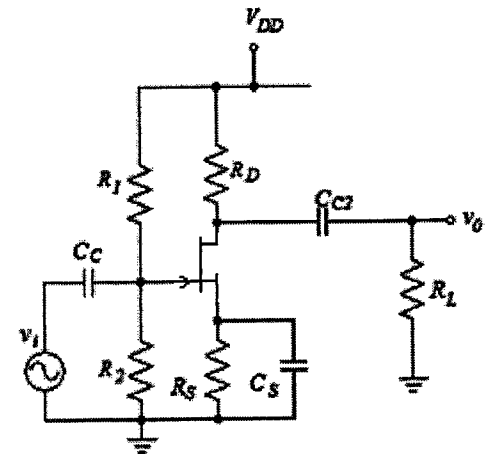
## Contrôle de rattrapage

**Note:** Ne pas utiliser le stylo rouge.

### Exercice 1 (4 points):

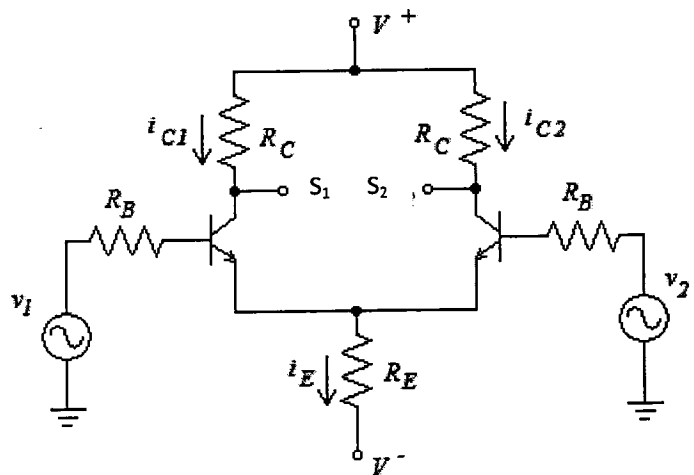
Soit l'amplificateur à JFET canal N.

Trouver l'expression du gain en tension (sans application numérique).



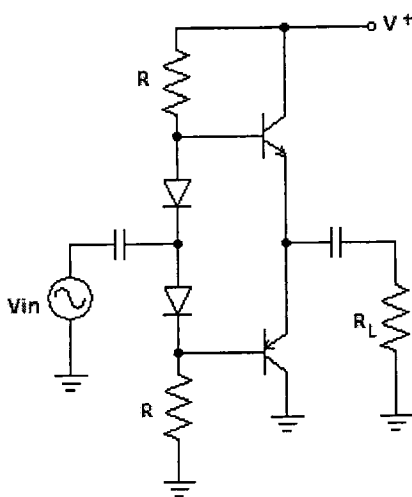
### Exercice 2 (4 points):

Trouver la fréquence de résonance d'un oscillateur Colpitts tout en donnant son schéma. Les valeurs de fonctionnement sont  $V^+ = +15V$ ,  $L = 0.1 \mu H$  et  $C_{eq} = 0.01 \mu F$ .



### Exercice 3 (4 points):

Soit l'amplificateur différentiel polarisé avec  $V^+ = +15V$  et  $V^- = -15V$ ,  $R_B = 100 k\Omega$ ,  $R_C = 47 k\Omega$ ,  $R_E = 68 k\Omega$  et  $\beta = 200$ . Trouver l'expression du gain différentiel pour une entrée différentielle (sans application numérique).



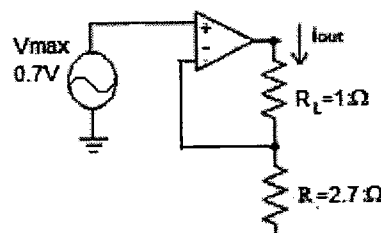
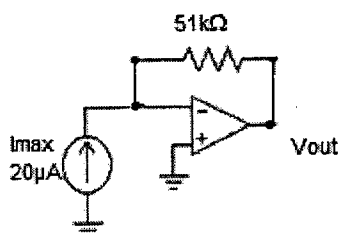
### Exercice 4 (4 points):

Soit l'amplificateur de puissance ci-contre. Avec  $R = 100\Omega$ ,  $R_L = 50\Omega$  et  $V^+ = 30V$ .

- Quel est le type d'amplificateur de puissance?
- Déterminer le rendement.

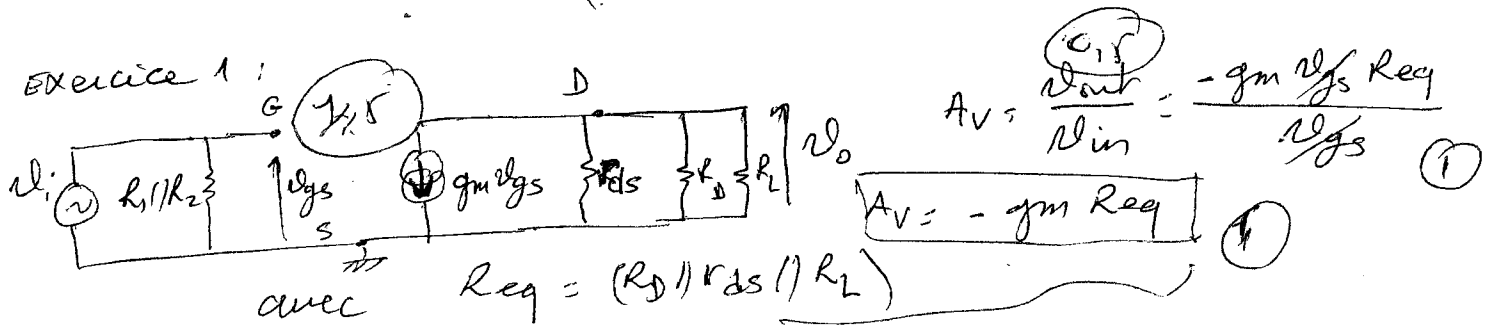
### Exercice 5 (4 points):

- Pour la contre-réaction SVCI, calculer la valeur efficace de sortie.
- Pour la contre-réaction SICV, calculer la valeur du courant  $i_{out}$  et la puissance sur la charge.



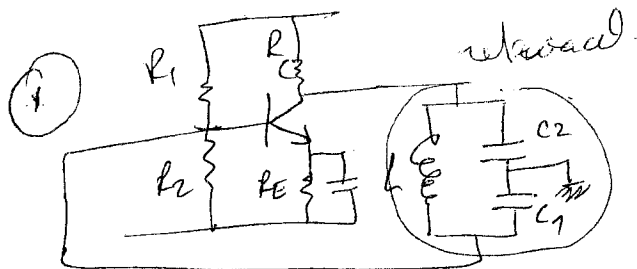
corrigé - type du contrôle de rattrapage  
(2.12.06.2017)

Exercise 1

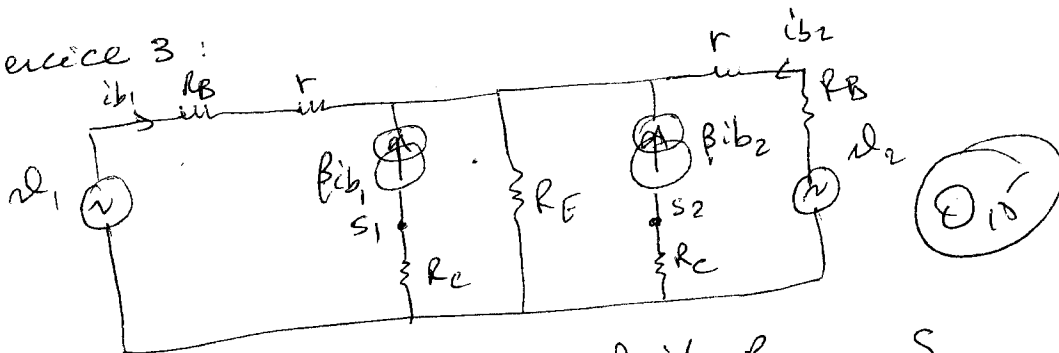


### Exercise 2 :

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_{eq}}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,01 \cdot 10^{-6}}} = 5032921,21 \text{ Hz} = 5,03 \text{ MHz}$$



### Exercise 3 :



$$A_d = \frac{S_2 - S_1}{\alpha_1 - \alpha_2} \quad , \quad S_1 = -\beta_{11} R_c \quad , \quad S_2 = -\beta_{22} R_c$$

$$u_g = (R_{B4n}) i_{b_1} + (\beta + 1) R_E (i_{b_1} + i_{b_2}) \quad (4.5)$$

$$U_2 = (R_{Bqr}) i b_2 + (\beta_{q1}) R_E (i b_1 + i b_2) \quad (1, 5)$$

$$u_1 - u_2 = (R_{B+r})(ib_1 - ib_2) \Rightarrow ib_1 - ib_2 = \frac{u_1 - u_2}{R_{B+r}} \quad (0,5)$$

$$s_2 - s_1 = \beta R_c (i_{B1} - i_{B2}) = \beta R_c \frac{(V_1 - V_2)}{R_{B1R}} \quad (0.5)$$

$$A_d = \frac{s_2 - s_1}{n_1 - n_2} = \frac{\beta R_c}{R_{\text{bar}}} \quad (2,5)$$

#### Exercice 4 :

Amplificateur de puissance classe AB

(0,78)

$$\eta_{x100} = \frac{P_{out}}{P_{DC}} \times 100 \quad (0,5)$$

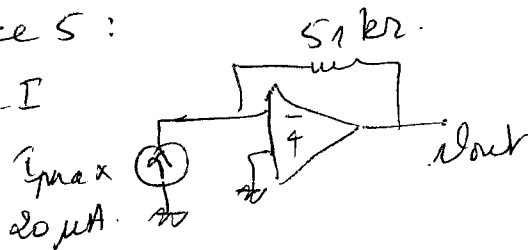
$$P_{outmax} = \frac{MPP^2}{8R_L} = \frac{(30)^2}{8 \times 50} = 2,25 \text{ W} \quad (0,78)$$

(1,5)

$$\begin{cases} P_{DC} = V \cdot I_{DC} = V (I_{pol} + I_{moy}) \\ I_{pol} = \frac{30 - 2 \times (0,7)}{2 \times 100} = 0,143 \text{ A} \\ I_{moy} = \frac{I_{Csat}}{\pi} = \frac{1}{\pi} \left( \frac{V_{CEQ}}{R_L} \right) = \frac{1}{\pi} \left( \frac{15}{50} \right) = 0,0955 \text{ A} \\ P_{DC} = 30 (0,143 + 0,0955) = 7,155 \text{ W} \\ \eta_{x100} = \frac{2,25}{7,155} \times 100 = 31,44 \% \quad (0,5) \end{cases}$$

#### Exercice 5 :

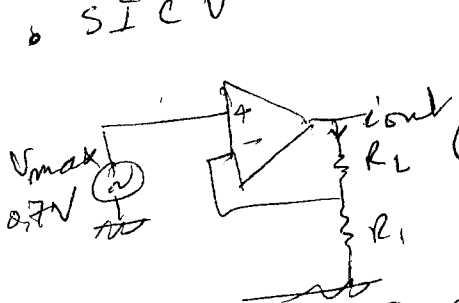
• SUCI



(2pts)

$$\begin{aligned} v_{outmax} &= -51 \cdot 10^3 \times I_{max} \\ &= -51 \cdot 10^3 \times 20 \cdot 10^{-6} \\ &= -1,02 \text{ V} \\ v_{out eff} &= \frac{v_{outmax}}{\sqrt{2}} = -\frac{1,02}{\sqrt{2}} = -0,722 \end{aligned}$$

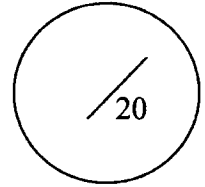
• SICV



(1)

$$\begin{aligned} i_{out eff} &= \frac{i_{outmax}}{\sqrt{2}} \\ i_{outmax} &= \frac{V_{max}}{R_L} = \frac{0,7}{2,7} = 0,259 \approx 0,26 \text{ A} \\ i_{out eff} &\approx 0,184 \text{ A} \\ P_{out R_L} \cdot i_{out eff} &= 1 \times (0,184)^2 = 33,856 \text{ W} \end{aligned}$$

.....: الرقم .....: الفوج .....: الاسم .....: اللقب



### Rattrapage du module Production de l'Energie Electrique

Répondez aux questions suivantes ( 20 pts )

A- quelle découverte a eu Faraday à travers son expérience (02 pts)

.....

B- Quel savant a mis au point, en 1869, le premier générateur électrique (02 pts)

.....

C- Quel est le nom de la première entreprise de gestion de gaz et d'électricité en Algérie (02 pts)

.....

D- Citer trois centrales qui produisent de l'électricité sans produire de la chaleur (03 pts)

.....

.....

.....

E- Quel est le rôle que joue le condenseur dans une centrale thermique (02 pts)

.....

F- Comment on chauffe l'eau dans une centrale nucléaire (2 pts)

.....

J- Quel est le rôle du multiplicateur de vitesse dans une éolienne (2 pts)

.....

H- Quels sont les types d'éoliennes (03 pts)

.....

.....

I- Quel est l'idéal dans une centrale hydraulique en termes de débit et de hauteur (2 pts)

.....

.....

Bon courage

## Solution de rattrapage Production de l'Energie Electrique

Répondez aux questions suivantes ( 20 pts )

**A-** quelle découverte a eu Faraday à travers son expérience (02 pts)

Le lien entre l'électricité et le magnétisme

**B-** Quel savant a mis au point, en 1869, le premier générateur électrique (02 pts)

Le belge **Zénobe Gramme**

**C-** Quel est le nom de la première entreprise de gestion de gaz et d'électricité en Algérie (02 pts)

Electricité et gaz d'Algérie EGA

**D-** Citer trois centrales qui produisent de l'électricité sans produire de la chaleur (03 pts)

Centrales hydroélectriques, Usines marémotrices, Fermes hydroliennes, Systèmes solaires photovoltaïques, Centrales nucléaire

**E-** Quel est le rôle que joue le condenseur dans une centrale thermique (02 pts)

Le refroidissement et la condensation de la vapeur

**F-** Comment on chauffe l'eau dans une centrale nucléaire (2 pts)

Grace à une réaction nucléaire de fission

**J-** Quel est le rôle du multiplicateur de vitesse dans une éolienne (2 pts)

Augmenté la vitesse pour l'adapter à la vitesse du générateur

**H-** Quels sont les types d'éoliennes (03 pts)

Eolienne à axe horizontal - éolienne à axe vertical

**I-** Quel est l'idéal dans une centrale hydraulique en termes de débit et de hauteur (2 pts)

Avoir un grand débit sur une grande hauteur



Filière AUTOMATRIQUE

4<sup>ème</sup> semestre Socle commun de Sciences et Technologie

Faculté des Sciences de la Technologie

Constantine, le 11/06/2017

**EXAMEN DE RATTRAPAGE " SYSTEMES ASSERVIS "****Exercice 1: (pts) :**

1) démontrer les théorèmes de la valeur initiale et finale suivantes:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s) ; \quad f(0+) = \lim_{s \rightarrow \infty} sF(s)$$

$$F(s) = \frac{1}{1 - e^{-s}}$$

2) Trouver les pôles de la fonction suivante:

**Exercice 2: (pts) linéarisation du modèle du réservoir**

H: est la hauteur du liquide.

Q: est le débit du liquide en entrée.

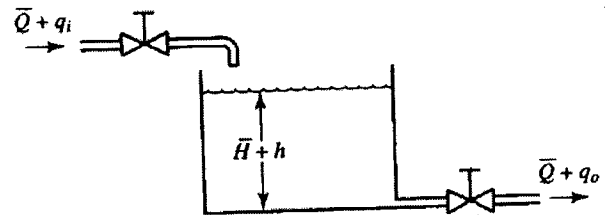
Qs: est le débit du liquide en sortie.

C: est la surface de base du réservoir.

la variation du niveau du liquide est donnée par:

$$\text{avec } K \text{ est une constante.} \quad C \frac{dH}{dt} = Q_i - Q_o = Q_i - K\sqrt{H}$$

Linéariser le modèle du réservoir autour du point d'équilibre:

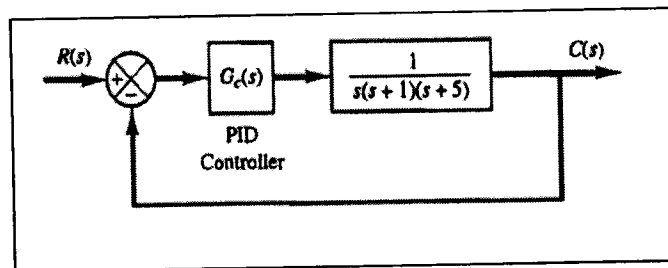
défini par:  $H = \bar{H} + h, Q_i = \bar{Q} + q_i$  $(\bar{H}, \bar{Q})$ **Exercice 3: (pts) Calculer par la méthode de Ziegler-Nichols le PID du système suivant:**

Utiliser les formules:

$$K_p = 0.6K_{cr}$$

$$T_i = 0.5P_{cr}$$

$$T_d = 0.125P_{cr}$$



**Exercice 4 : (pts)** Soit le système de commande à retour unitaire dont la fonction de transfert en boucle ouverte est donnée par :  $G(s) = \frac{2s+1}{s(s+1)(s+2)}$

On veut concevoir un système de commande en boucle fermée qui assure un dépassement maximum de 30% et un temps d'établissement de 3 sec maximum.

(1) Dans ce cas, donner les valeurs des pôles dominants.

(2) Si on veut que les pôles dominants soient  $p_{1,2}^* = -2 \pm j2\sqrt{3}$ , montrer que ces pôles dominants n'appartiennent pas au lieu des pôles du système (sans tracer le lieu des pôles).

(3) Calculer un compensateur à avance de phase pour assurer les spécifications des pôles dominants de la question (2).

EX 02

Find the poles of the following  $F(s)$ :

$$F(s) = \frac{1}{1 - e^{-s}}$$

**Solution.** The poles are found from

$$e^{-s} = 1$$

or

$$e^{-(\sigma + j\omega)} = e^{-\sigma}(\cos \omega - j \sin \omega) = 1$$

From this it follows that  $\sigma = 0$ ,  $\omega = \pm 2n\pi$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ). Thus, the poles are located at

$$s = \pm j2n\pi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

EX 04

B-6-22. Consider the control system shown in Figure 6-112. Design a compensator such that the unit-step response curve will exhibit maximum overshoot of 30% or less and settling time of 3 sec or less.

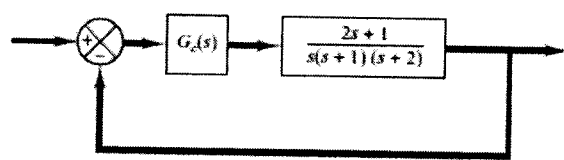


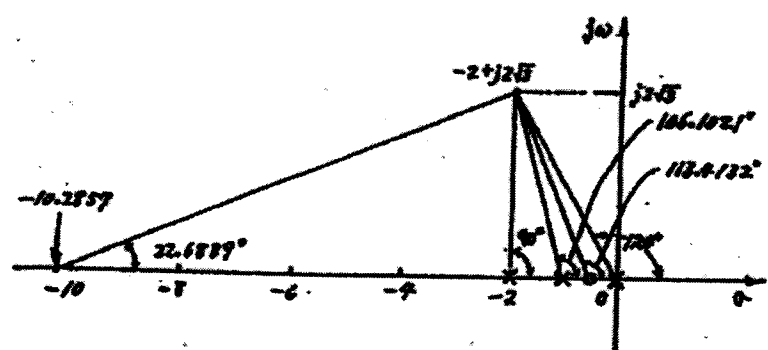
Figure 6-112  
Control system.

EX 04

B-6-22. Let us choose the dominant closed-loop poles at  $s = -2 \pm j2\sqrt{3}$ . Then, the angle deficiency at a closed-loop pole  $s = -2 + j2\sqrt{3}$  becomes as follows:

$$\begin{aligned} \text{Angle deficiency} &= 180^\circ - 120^\circ - 90^\circ - 106.1021^\circ + 113.4132^\circ \\ &= -22.6889^\circ \end{aligned}$$

See the following diagram for the computation of the angle deficiency.



From this diagram we find the zero of the compensator to be at  $s = -10.2857$ . The compensator thus can be written as

$$G_c(s) = K(s + 10.2857)$$

The feedforward transfer function becomes

$$G_c(s) G(s) = \frac{K(s + 10.2857)(2s + 1)}{s(s + 1)(s + 2)}$$

## Solution rattrapage systèmes asservis 11-06-2017:

**Exercice 5:** linéarisation du modèle du réservoir

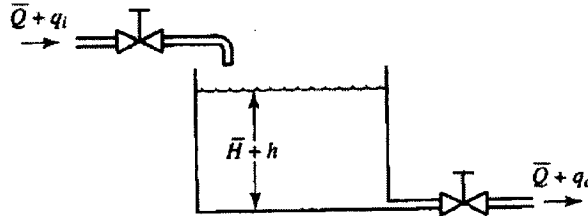
$H$ : est la hauteur du liquide.

$Q$ : est le débit du liquide en entrée.

$Q_s$ : est le débit du liquide en sortie.

$C$ : est la surface de base du réservoir.

la variation du niveau du liquide est donnée par:



avec  $K$  est une constante. 
$$C \frac{dH}{dt} = Q_i - Q_o = Q_i - K\sqrt{H}$$

ou encore sous la forme d'une équation différentielle non linéaire dû à la fonction racine carrée:

$$\frac{dH}{dt} = f(H, Q_i) = \frac{1}{C} Q_i - \frac{K\sqrt{H}}{C}$$

Linéariser le modèle du réservoir autour du point d'équilibre:  $(\bar{H}, \bar{Q})$

défini par  $H = \bar{H} + h, Q_i = \bar{Q} + q_i$

le niveau du liquide reste constant  $dH/dt=0$ , ce qui donne:  $f(\bar{H}, \bar{Q}) = 0$

et donc  $\bar{Q} = K\sqrt{\bar{H}}$

Alors, la linéarisation autour du point d'équilibre peut être effectuée comme suit:

$$\frac{dH}{dt} - f(\bar{H}, \bar{Q}) = \frac{\partial f}{\partial H} (H - \bar{H}) + \frac{\partial f}{\partial Q_i} (Q_i - \bar{Q})$$

$$R = \frac{2\bar{H}}{\bar{Q}}$$

avec  $\frac{\partial f}{\partial H} \Big|_{H=\bar{H}, Q_i=\bar{Q}} = -\frac{K}{2C\sqrt{\bar{H}}} = -\frac{\bar{Q}}{\sqrt{\bar{H}} 2C\sqrt{\bar{H}}} = -\frac{\bar{Q}}{2C\bar{H}} = -\frac{1}{RC}$

$$\frac{\partial f}{\partial Q_i} \Big|_{H=\bar{H}, Q_i=\bar{Q}} = \frac{1}{C}$$

$$\frac{dH}{dt} = -\frac{1}{RC} (H - \bar{H}) + \frac{1}{C} (Q_i - \bar{Q})$$

et finalement on obtient le modèle linéaire sous cette forme:

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{1}{RC} h + \frac{1}{C} q_i$$

The gain K can be determined from the magnitude condition:

$$\left| \frac{K(s+10.2857)(2s+1)}{s(s+1)(s+2)} \right|_{s=-2+j2\sqrt{3}} = 1$$

or

$$K = \left| \frac{s(s+1)(s+2)}{(s+10.2857)(2s+1)} \right|_{s=-2+j2\sqrt{3}}$$

The evaluation of this K can be made easily by use of MATLAB. The following MATLAB program produces the value of K.

```
% ***** Determination of gain constant K *****
s = [1 3 2 0];
b = [2 21.5714 10.2857];
s = -2+j*2*sqrt(3);
format long
K = abs(polyval(a,s))/abs(polyval(b,s))

K =

0.73684318886243
```

Hence, the compensator becomes as follows:

$$G_c(s) = 0.7368(s+10.2857)$$

The closed-loop transfer function becomes as

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{1.47368s^2 + 15.89467s + 7.578915}{s^3 + 4.47368s^2 + 17.8947s + 7.578915}$$

EX03 5/5

en boucle ouverte la fonction de transfert  $G = 1/(p(p+1)(p+5))$  possède un intégrateur  $(1/p)$  et par conséquent la première méthode de Z-N n'est pas applicable (0,5)

Essayons la deuxième méthode (pompage!):

Soit par simulation (ou pratique) en augmentant le gain proportionnel,

soit analytiquement: en calculant  $K_{cr}$  qui rend les pôles de boucle fermée imaginaires pures en utilisant le critère de routh comme suit: (0,5)

$K_p$  maintenu,  $K_d=0$ , et  $K_i = \infty$

La fonction de transfert en BF est:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{K_p}{s(s+1)(s+5) + K_p}$$

donc l'équation caractéristique est la suivante:

$$s^3 + 6s^2 + 5s + K_p = 0$$

et la table de Routh sera la suivante: (0,5)

$s^3$	1	5
$s^2$	6	$K_p$
$s^1$	$30 - K_p$	
$s^0$	6	
	$K_p$	

Alors, pour avoir un système stable (pôles négatifs) il faut que  $30 > K_p > 0$

pour l'instabilité il faut avoir  $K_p > 30$  (pôles positifs)

Donc, l'équation caractéristique du régime oscillatoire pour  $K=K_{cr}$  devient:

$$s^3 + 6s^2 + 5s + 30 = 0$$

pour obtenir la fréquence des oscillations on met:  $s = j\omega$ , et on aura:

$$(j\omega)^3 + 6(j\omega)^2 + 5(j\omega) + 30 = 0$$

ou

$$6(5 - \omega^2) + j\omega(5 - \omega^2) = 0$$

alors la fréquence des oscillations est  $\omega^2=5$  ou  $\omega=\text{racine}(5)$ .

La période des oscillations est:  $P_{cr}=2\pi/\omega = 2\pi/\text{racine}(5) = 2.8009$

en utilisant la Table de  $\bar{Z}-N$ , on aura:

$$K_p = 0.6K_{cr} = 18$$

$$T_i = 0.5P_{cr} = 1.405$$

$$T_d = 0.125P_{cr} = 0.35124$$

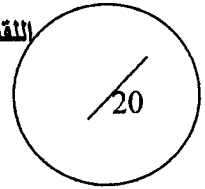
La FT du PID est donnée par:

$$G_c(s) = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

$$= 18 \left( 1 + \frac{1}{1.405s} + 0.35124s \right)$$

$$= \frac{6.3223(s + 1.4235)^2}{s}$$

.....: الرقم .....: الفوج .....: الاسم .....: اللقب



### Rattrapage du module Sécurité Electrique

Répondez aux questions suivantes ( 20 pts )

A- Quels est l'accident liés à électricité observé depuis l'antiquité ( 02 pts )

.....

B-Quelles sont les deux conditions pour subir une fibrillation cardiaque ( 03 pts )

.....

.....

C- Quel trajet doit prendre le courant pour avoir une téanisation des muscles respiratoires ( 02 pts )

.....

D- Citer les deux brulures thermiques possibles (accident électrique)( 02 pts )

.....

E-Quelle est la différence entre un contact unipolaire et un contact bipolaire ( 02 pts )

.....

.....

F- Qu'est ce qui offre une bonne protection, interrupteur différentiel ou le disjoncteur différentiel (02 pts)

.....

G- Quel rôle joue le transformateur de séparation pour la protection des personnes ( 02 pts )

.....

H-Citez, trois types de comburants ( 03 pts )

.....

.....

I- Quelle est la différence entre un arrêt respiratoire et un arrêt circulatoire ( 02 pts )

.....

.....

Bon courage

## **Solution du rattrapage du module Sécurité Electrique**

Répondez aux questions suivantes ( 20 pts )

A- Quels est l'accident liés à électricité observé depuis l'antiquité ( 02 pts )

La foudre

B-Quelles sont les deux conditions pour subir une fibrillation cardiaque ( 03 pts )

-Le courant doit passer par la région du cardiaque

- L'intensité et la durée de passage du courant est suffisante (50 mA pendant une seconde)

C- Quel trajet doit prendre le courant pour avoir une tétanisation des muscles respiratoires ( 02 pts )

Mains – pieds

D- Citer les deux brulures thermiques possibles (accident électrique)( 02 pts )

Brûlures par contact - brûlures indirecte par arc

E-Quelle est la différence entre un contact unipolaire et un contact bipolaire ( 02 pts )

Contact unipolaire : contact entre un potentiel et la terre

Contact bipolaire : contact entre deux potentiels

F- Qu'est ce qui offre une bonne protection, interrupteur différentiel ou le disjoncteur différentiel (02 pts)

Disjoncteur différentiel

G- Quel rôle joue le transformateur de séparation pour la protection des personnes ( 02 pts )

Le transformateur de séparation interrompt la liaison entre le conducteur neutre et la terre

H-Citez, trois types de comburants ( 03 pts )

Oxygène - chlore - l'acide nitrique

I- Quelle est la différence entre un arrêt respiratoire et un arrêt circulatoire ( 02 pts )

Un arrêt respiratoire est une asphyxie : arrêt de la circulation de l'air dans les poumons

Un arrêt circulatoire est un arrêt cardiaque : arrêt de la circulation du sang dans le corps

Bon courage

**Exercice 1: 7 pts**

Un volume d'air (gaz parfait) de 20 litres à la pression atmosphérique  $P_1 = 1013 \text{ h Pa}$  et à  $T_1 = 0^\circ\text{C}$  subit les deux transformations suivantes :

transformation 1-2 : compression isochore. L'air est chauffé jusqu'à ce que sa pression soit égale à  $3P_1$ .

transformation 2-3 : expansion isobare. L'air est chauffé jusqu'à ce que sa température atteigne  $600^\circ\text{C}$ .

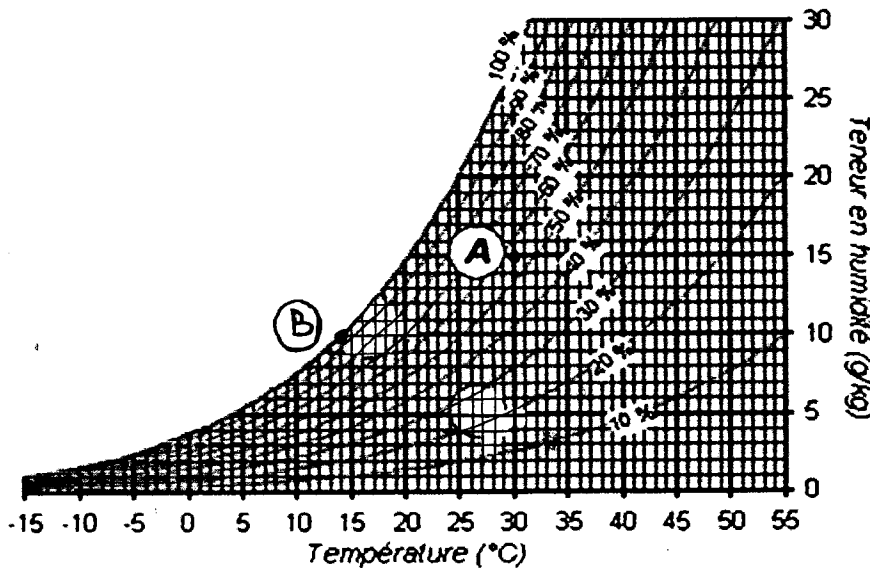
On donne pour l'air :

La masse molaire  $M = 29 \text{ g/mole}$ ,  $C_v = 708 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ,  $\gamma = 1,40$  et  $R = 8,32 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ .

- représenter les transformations en coordonnées de Clapeyron.
- Quelle est la température atteinte par l'air à la fin de la transformation 1-2 ?
- Calculer la masse  $m$  d'air .en déduire la variation d'énergie interne de l'air dans la transformation 1-2.
- calculer le volume occupé par l'air et la variation d'énergie interne de l'air à la fin de la transformation 2-3 ?

**Exercice2: 4 pts**

1-Déterminer les caractéristiques ( $\theta$ ,  $\theta_R$ ,  $\phi$ ,  $r^s$ ). de l'air humide aux points A et B



2-quelle est la différence entre la température sèche et la température humide.

**Exercice3: 6 pts**

1-à 16 bar et  $600^\circ\text{C}$  quel volume occupe 3 kg d'eau ? à quel état se trouvera l'eau ?quelle est sa température de saturation ?que se passe-t-il à cette température ?

2-Combien d'énergie cette eau perd-t-elle lorsqu'elle évolue depuis  $600^\circ\text{C}$  et 16 bar jusqu'à  $50^\circ\text{C}$  et 16 bar ?

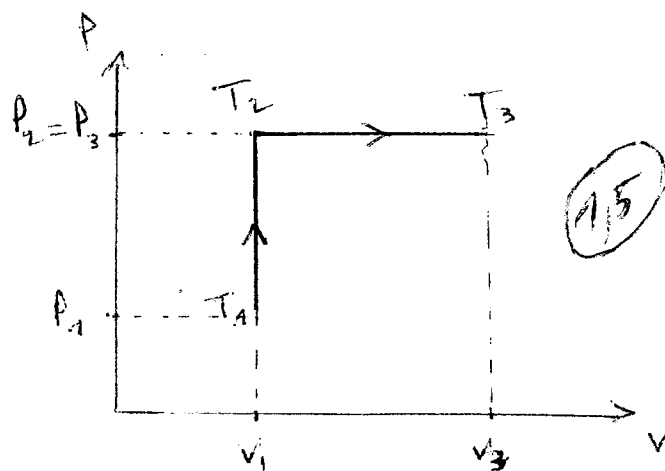
3- quelle est l'énergie interne spécifique de l'eau à 16 bar et  $575^\circ\text{C}$  ?

$^\circ\text{C}$	$\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$
$T$	$v$	$u$	$h$	$s$
$p = 1,6 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 201,37^\circ\text{C}$ )				
10	0,001	42	43,6	0,1509
20	0,001001	83,8	85,4	0,2962
50	0,001011	209,1	210,7	0,7031
100	0,001043	418,6	420,3	1,306
200	0,001156	850,4	852,3	2,3305
300	0,15866	2 781,5	3 035,4	6,8863
500	0,22029	3 120,1	3 472,6	7,5409
600	0,24999	3 293,9	3 693,9	7,81
700	0,2794	3 473,5	3 920,5	8,0557
800	0,30865	3 659,5	4 153,3	8,2834
900	0,3378	3 852,1	4 392,6	8,4965



Exercise 1: 7pts

1)



$$\left. \begin{aligned} P_1 V_1 &= n R T_1 \\ P_2 V_2 &= n R T_2 \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow T_2 = \frac{T_1 P_2}{P_1}$$

$$\Leftrightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot 3P_1}{P_1} \Leftrightarrow T_2 = 3T_1 \quad (0,5)$$

$$T_2 = 3 \cdot 273 = \boxed{819 \text{ K}} \quad (0,5)$$

$$3) - P_1 V_1 = n R T_1 \Rightarrow n = \frac{P_1 V_1}{R T_1} \quad (0,5)$$

$$\text{et } m = n \cdot M$$

$$m = \frac{P_1 V_1}{R T_1} \cdot M \quad (0,5) \quad \rightarrow \quad m = \frac{101300 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,32 \cdot 273}$$

$$m = \boxed{25,86 \text{ g}} \quad (0,5)$$

$$\star \Delta U_{12} = m C_V (T_2 - T_1) \quad (0,5)$$

$$= 25,86 \cdot 10^{-3} \cdot 708 (819 - 273) = 9,99 \text{ KJ} \approx \boxed{10 \text{ KJ}} \quad (0,5)$$

$$4) - P_3 V_3 = n R T_3$$

$$\text{et } n R = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$P_3 V_3 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \cdot T_3 \Rightarrow V_3 = \frac{P_1 V_1 T_3}{T_1 P_3} = \frac{P_1 V_1 T_3}{T_1 \cdot 3P_1} = \frac{V_1 T_3}{3T_1} \quad (0,5)$$

$$V_3 = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 873}{3 \cdot 273} = \boxed{21,31 \text{ L}} \quad (0,5)$$

$$5) - \Delta U_{2-3} = m C_V (T_2 - T_3) \quad (0,5)$$

## Exercice 2: 4pts

1-

A	$\theta(^{\circ}\text{C})$	$\theta_R(^{\circ}\text{C})$	$\varphi(\%)$	$r^s(\text{g/kg})$
BA	30 0,25	20,5 0,25	57% 0,25	15 0,25
B	14 0,25	14 0,25	100% 0,25	10 0,25

2- la température sèche c'est la température indiquée par un thermomètre ordinaire (bulbe sec) à l'abri du rayonnement solaire par contre la température humide est donnée par un thermomètre à bulbe humide (2)

## Exercice 3 6pts

1- à 16 bar et  $600^{\circ}\text{C}$  :  $v = 0,24999 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

$$\Rightarrow V = m \cdot v = 3 \cdot 0,24999 = \boxed{0,74997 \text{ m}^3}$$

$$T_{\text{sat}} = 201,37^{\circ}\text{C} \quad (0,5)$$

à cette température l'eau commence à se vaporiser. la température reste constante jusqu'à la vaporisation de la dernière goutte. (1)

l'eau se trouvera à l'état de vapeur sèche car (0,5)

$$600^{\circ}\text{C} > 201,37^{\circ}\text{C} \quad (0,5)$$

$$u_{600^{\circ}\text{C}} = 3293,9 \text{ kJ/kg} \quad (0,25)$$

$$u_{50^{\circ}\text{C}} = 209,1 \text{ kJ/kg} \quad (0,25)$$

$$\Delta U = m \cdot (u_{50} - u_{600}) = 3 \cdot (209,1 - 3293,9) = -9254,4 \text{ kJ} \quad (0,5)$$

$$= 3 \cdot (3293,9 - 209,1) = 9254,4 \text{ kJ}$$

3- On a  $u_{500} = 3120,1 \text{ kJ/kg}$ .

$$u_{600} = 3293,9 \text{ KJ/Kg}$$

$$y = \frac{575 - 500}{600 - 500} = 0,75 \quad (0,5)$$

$$\text{per interpolation: } u_{575} = u_{500} + y(u_{600} - u_{500}) \quad (0,5)$$

$$u_{575} = 3120,1 + 0,75(3293,9 - 3120,1) \hat{=} 3250,45 \text{ KJ/Kg} \quad (0,5)$$

### CONTROLE DE RATTRAPAGE

#### Exercice N°1 :

Calculer la transformée de Fourier du signal suivant

$$x(t) = \begin{cases} e^{-at} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

En déduire la transformée de Fourier du signal  $g(t) = x(t) * x(t)$

#### Exercice N°2 :

Déterminer la transformée en z ainsi que la région de convergence dans le plan z de la séquence suivante

$$x(n) = \begin{cases} a^n & n \geq 1 \\ 0 & n < 1 \end{cases}$$

#### Exercice N°3 :

Trouver la séquence numérique dont la transformée en z est donnée par

$$X(z) = \frac{1}{1 - \frac{z}{2}} \quad \text{avec} \quad |z| < 2$$

### Exo 1:

La TF est donnée par

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad (1) = \int_0^{\infty} e^{-at} \cdot e^{-j2\pi ft} dt =$$

$$\int_0^{\infty} e^{-t(a+j2\pi f)} dt = \frac{-1}{a+j2\pi f} \cdot e^{-t(a+j2\pi f)} \Big|_0^{\infty}$$

$$= \frac{-1}{a+j2\pi f} [0 - 1] = \frac{1}{a+j2\pi f}$$

$$\Rightarrow X(f) = \frac{1}{a+j2\pi f} \quad (3)$$

Puisque  $g(t) = x(t) \otimes x(t) \Rightarrow G(f) = X(f) \cdot X(f) = X^2(f)$ .

$$\Rightarrow G(f) = \frac{1}{(a+j2\pi f)^2} \quad (2)$$

### Exo 2:

$$x(n) = \begin{cases} a^n & n \geq 1 \\ 0 & n < 1 \end{cases}$$

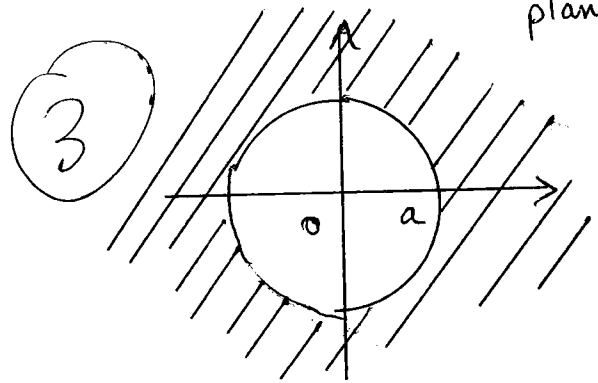
La TZ de  $x(n)$  est donnée par.

$$X(z) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(n) \cdot z^{-n} \quad (1) = \sum_{n=1}^{\infty} a^n \cdot z^{-n} = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{a}{z}\right)^n$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{a}{z}\right)^n - 1 = \frac{1}{1 - \frac{a}{z}} - 1 \quad \text{si } |z| > a$$

$$= 1 - \frac{z - z + a}{z - z + a} = \frac{a}{z} \quad (3) \quad \text{si } |z| > a$$

La région de convergence est donc l'extérieur d'un cercle  
de rayon  $a$

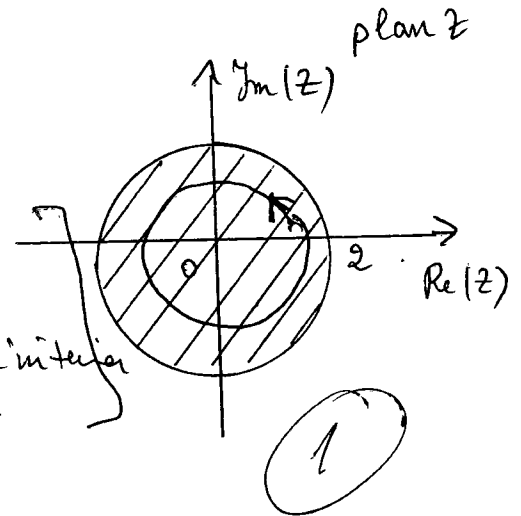


Exo 3:

Il s'agit de calculer la transformée en  $z$  inverse.

$$X(z) = \frac{1}{1 - \frac{z}{2}} \quad |z| < 2$$

$$x(n) = \frac{1}{j2\pi} \oint_C X(z) \cdot z^{n-1} \cdot dz = \left[ \begin{array}{l} \text{2 résidus} \\ \text{de } X(z) \cdot z^{n-1} \\ \text{aux pôles à l'intérieur} \\ \text{de } C \end{array} \right]$$



$$x(n) = \frac{1}{j2\pi} \oint_C \frac{1}{1 - \frac{z}{2}} \cdot z^{n-1} \cdot dz$$

$$= \frac{1}{j2\pi} \oint_C \frac{2 \cdot z^{n-1}}{2 - z} \cdot dz$$

1) Si  $n \geq 0$  un seul pôle à  $z=2$  qui est à l'extérieur de  $C \Rightarrow x(n) = 0$  pour  $n > 0$

$n=0$

$$x(0) = \frac{1}{j2\pi} \oint_C \frac{2}{(2-z)z} \cdot dz$$

2 pôles  $z=0$  et  $z=2$  :  
un seul à l'intérieur de  $C$  ( $z=0$ )

$$\Rightarrow \psi(z) = \frac{2}{2-z} \Rightarrow x(0) = \psi(0) = 1$$

$n=-1$

$$x(-1) = \frac{1}{j2\pi} \oint_C \frac{2}{z^2(2-z)} \cdot dz$$

2 pôles mais un seul à l'intérieur de  $C$  avec une multiplicité de 2

$$\psi(z) = \frac{1}{(2-z)} \Rightarrow \text{Residu à } z=0 = \frac{1}{(s-1)!} \frac{d^{s-1}}{dz^{s-1}} [\psi(z)] \Big|_{z=0}$$

$$\Rightarrow (2-z)^{-1} = \frac{1}{(2-z)} \Big|_{z=0} = \frac{1}{2}$$

$$n = -2 :$$

un seul pôle à l'intérieur  
de  $C$  (multiplicité 3).

$$x(z) = \frac{1}{j4\pi} \oint_C \frac{2}{(2-z)z^3} dz$$

$$\psi(z) = \frac{2}{(2-z)} \Rightarrow \text{Residu à } z=0 = \frac{1}{(3-1)!} \frac{d^2 \psi(z)}{dz^2} \Big|_{z=0}$$

$$\left[ 2 \cdot (2-z)^{-1} \right]' = 2 \cdot (2-z)^{-2} \Rightarrow \left[ 2(2-z)^{-2} \right]' = 2 \cdot (-1) \cdot (-2) \cdot (2-z)^{-3}$$

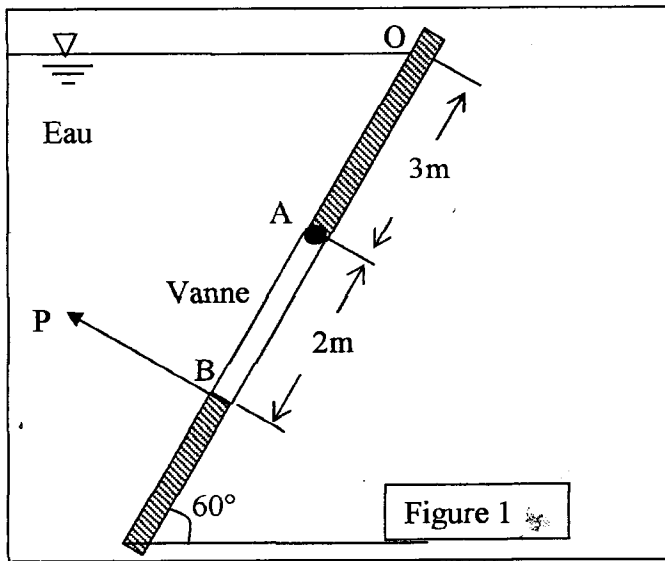
$$= \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (2-z)^{-3} \Big|_{z=0} = \frac{2}{2^3} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow n(n) = \begin{cases} 2^n & n \leq 0 \\ 0 & n > 0 \end{cases} \quad \textcircled{3}$$

Contrôle de Rattrapage de l'hydraulique et pneumatique  
Partie 1: MDF

**Exercice 1 :** Une vanne rectangulaire AB de largeur 1.5m et de longueur 2m, peut pivoter autour de l'axe A. L'eau exerce une force sur la vanne (figure1).  
1-Calculer la force exercée par l'eau sur la vanne.  
2-Calculer la coordonnée du centre de poussée  $y_{cp}$ .  
3-Calculer la force P nécessaire pour maintenir la vanne en équilibre.

On a:  $I_{x_{CG}} = \frac{LH^3}{12}$



**Exercice 2:** Le réservoir 1 alimente le réservoir 2 par l'eau avec un débit de 100 litre/s à travers deux conduites AB et CD. (figure.2). Entre eux est placée une turbine.

Le diamètre de la conduite AB est  $D_1=20\text{cm}$ .

Le diamètre de la conduite CD est  $D_2=30\text{cm}$

1-Si le fluide est parfait, calculer la puissance de la turbine.

2-Calculer la pression effective au point B

3-Si le fluide est réel écrire l'équation de Bernoulli entre 1 et 2.

4- La conduite AB a une longueur  $L=30\text{m}$  et une rugosité  $\epsilon=0.2\text{mm}$ . Le coefficient de frottement de la conduite CD est  $\lambda_2=0.02$ . Calculer la perte de charge linéaire totale.

5-Calculer la puissance de la machine dans ce cas.

La viscosité de l'eau est  $10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ .

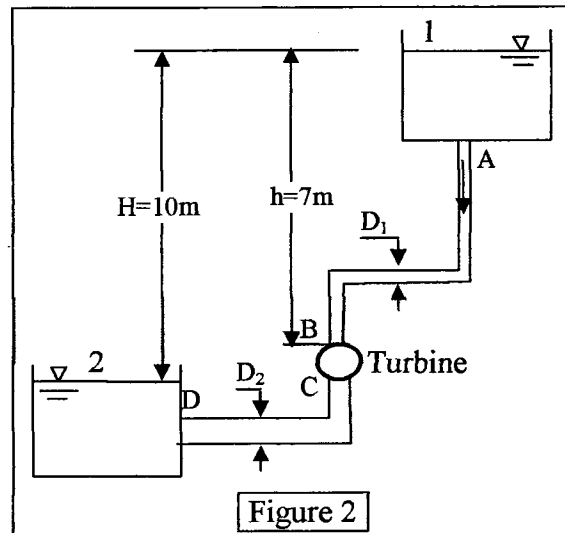
**التمرين 1:** صمام AB مستطيل الشكل عرضه 1.5م و طوله 2م يستطيع الدوران حول المحور A. الماء تطبق قوة على الصمام. (الشكل 1).

1- احسب القوة المطبقة من طرف الماء على الصمام

2- احسب إحداثية مركز الدفع  $y_{cp}$ .

3- احسب القوة اللازمة P التي تحافظ على توازن الصمام.

لدينا:  $I_x = \frac{LH^3}{12}$



**التمرين 2:** الخزان 1 يمول الخزان 2 بماء بتدفق 100ل/ثا عبر أنبوبين AB و CD (الشكل 2). بينهما توربين.

الأنبوب الأول AB, قطره  $D_1=20\text{cm}$ . الأنبوب الثاني CD, قطره  $D_2=30\text{cm}$ .

1- إذا كان المائع مثالي احسب استطاعة التوربين

2- احسب الضغط الفعال في النقطة B

3- إذا كان المائع حقيقي اكتب معادلة برنولي بين 1 و 2.

4- الأنبوب AB طوله  $L=30\text{m}$  و خشونة  $\epsilon=0.2\text{mm}$ . معامل احتكاك الأنبوب CD هو  $\lambda_2=0.02$  احسب ضياع الحمولة الخطي الكلي.

5- احسب استطاعة التوربين في هذه الحالة.

لزوجة الماء  $10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$



# Corrigé du Rattrapage

2017. EM MI

Exo 1.

Calculer la force appliquée par l'eau :

$$F = \rho_{\text{eau}} A = 58 \text{ t/m}^3 \cdot A$$

$$H_{\text{eau}} = \left(3 + \frac{2}{2}\right) \sin 60 = 4 \sin 60$$

$$H_{\text{eau}} = 3,464 \text{ m}$$

$$A = H \cdot L = 2 \times 1,5 = 3 \text{ m}^2$$

$$F = 10^3 \cdot 9,81 \cdot 3,464 \cdot 3 = 102 \text{ kN}$$

2. Calculer la coordonnées de l'eq

$$y_{\text{eq}} = \frac{I_{x_{\text{eq}}} + y_{\text{eq}}^2 A}{y_{\text{eq}} \cdot A}$$

$$y_{\text{eq}} = 3 + 1 = 4 \text{ m}$$

$$I = 2 H^3 = \frac{1,5 \times 2^3}{12} = 1 \text{ m}^4$$

$$y_{\text{eq}} = \frac{1}{4 \times 3} + 4 = 4,083 \text{ m} = y_{\text{eq}}$$

3. La force P.

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow F(y_{\text{eq}} - 3) - P(AB) = 0$$

$$P = \frac{F(y_{\text{eq}} - 3)}{AB} = \frac{102 \times 10^3 (4,083 - 3)}{2} = 55,23 \times 10^3 \text{ N}$$

$$P = 55,23 \times 10^3 \text{ N}$$

1. Calculer la puissance de la turbine en appliquant l'eq de Bernoulli entre A et B.

$$\frac{U_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + z_1 = \frac{U_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + h_T$$

$$U_1 = U_2 = 0 \text{ (grand réservoir)}$$

$$P_1 = P_2 = P_{\text{atm}}$$

$$z_1 - z_2 = h_T = 10 \text{ m}$$

$$P_T = \rho g Q h_T$$

$$= 10^3 \cdot 9,81 \cdot 100 \times 10^{-3} \cdot 10$$

$$P_T = 9,81 \times 10^3 \text{ W} = 9,81 \text{ kW}$$

2. Calculer la pression à B en appliquant l'eq de Bernoulli entre A et B:

$$\frac{U_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + z_1 = \frac{U_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + z_B$$

$$U_1 = 0, P_1 = P_{\text{atm}}$$

$$U_B = \frac{Q}{A_B} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,1}{\pi (0,1)^2} = 3,18$$

$$z_1 - z_B = 7 \text{ m}$$

$$\frac{P_B - P_{\text{atm}}}{\rho g} = z_1 - z_B - \frac{U_B^2}{2g}$$

$$P_{\text{Beff}} = \left( z_1 - z_B - \frac{U_B^2}{2g} \right) \times \rho g$$

$$= \left( 7 - \frac{3,18^2}{2 \times 9,81} \right) \times 10^3 \cdot 9,81$$

$$P_{\text{Beff}} = 1,434 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{Beff}} = 1,434 \times 10^3 \text{ Pa}$$

L'eq de Bernoulli entre 1 et 2 :

$$\frac{U_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + z_1 = \frac{U_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{P_{\text{pert}}}{\rho g} + \Delta H_{\text{pert}} - \Delta H_{\text{CD}} = \lambda_2 \frac{U_2^2}{2g} \cdot \frac{L_2}{D_{H2}}$$

4) Calculer  $\Delta H_{\text{pert}}$  :

$$\Delta H_{\text{pert}} = \Delta H_{\text{AB}} + \Delta H_{\text{CD}}$$

$$\Delta H_{\text{AB}} = \lambda_1 \frac{U_1^2}{2g} \cdot \frac{L_1}{D_1}$$

$\lambda_1$  dépend du régime (Re)

$$Re = \frac{\rho \cdot U_1 \cdot D_1}{\mu} = \frac{U_1 \cdot D_1}{\nu}$$

$$= \frac{3,18 \cdot 0,2}{10^{-6}} = 63,6 \times 10^4 > 2300$$

Le régime est turbulent donc

$$\frac{1}{\lambda_1} = -2 \log \left( \frac{\epsilon_1}{3,71 D_{H1}} + \frac{2,51}{Re_1 \sqrt{\lambda_1}} \right)$$

$$= -2 \log \left( \frac{4,2 \times 10^{-3}}{3,71 \times 0,2} + \frac{2,51}{63,6 \times 10^4 \sqrt{\lambda_1}} \right)$$

on pose :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} = X_1 \Rightarrow$$

$$X_3 = -2 \log (0,27 \times 10^{-3} + 0,0395 \times 10^{-4} X)$$

$$X = -2 \log (27 \times 10^{-5} + 0,395 \times 10^{-5} X)$$

$$X = 10 - 2 \log (27 + 0,395 X)$$

on pose  $X_0 = 0 \Rightarrow X_1 = 7,137 \Rightarrow X_2 = 7,051$

$$X_3 = 7,05$$

donc  $\lambda_1 = \frac{1}{X_3^2} = 0,02 = \lambda_1$

$$\Delta H_{\text{AB}} = 1,546 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{CD}} = \lambda_2 \frac{U_2^2}{2g} \cdot \frac{L_2}{D_{H2}}$$

$$U_2 = \frac{Q_5}{\pi D_2^2} = \frac{4 \times 0,1}{\pi (0,3)^2} = 1,41 \text{ m/s}$$

$$\Delta H_{\text{CD}} = 0,02 \cdot \frac{1,41^2}{2 \times 9,81} \cdot \frac{30}{0,3} = 0,2 \text{ m}$$

$$\Delta H_{\text{pert}} = \Delta H_{\text{AB}} + \Delta H_{\text{CD}} = 1,546 + 0,2$$

$$\Delta H_{\text{pert}} = 1,75 \text{ m}$$

5. Calculer la puissance de la machine

$$P_T = z_1 - z_2 - \Delta H_{\text{pert}}$$

$$P_T = 10 - 1,75 \text{ m} = 8,25 \text{ m}$$

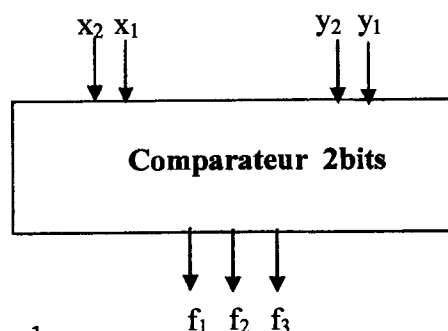
$$P_T = 55 \text{ kW} = 10^3 \times 5,5 \times 0,1 \times 8,25$$

$$P_T = 8,1 \text{ kW} \Rightarrow P = 8,1 \text{ kW}$$

**Contrôle de rattrapage : Logique combinatoire et séquentielle**
**Durée : 1H30**

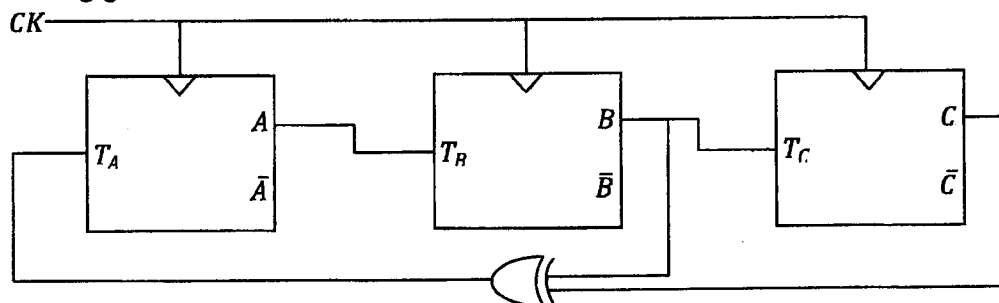
**Exercice 1 :** Soit le comparateur à 2 bits montré en figure ci-dessous. Ce comparateur permet de comparer deux nombres  $X=x_1 x_2$  et  $Y=y_1 y_2$ . Ses entrées sont notées  $x_1, x_2, y_1$  et  $y_2$  où  $x_1$  et  $y_1$  sont les bits de poids fort de  $X$  et  $Y$  respectivement. Ses sorties sont notées  $f_1, f_2$  et  $f_3$  telle que :

- $f_1=1$  si et seulement si  $X>Y$
- $f_2=1$  si et seulement si  $X=Y$
- $f_3=1$  si et seulement si  $X<Y$



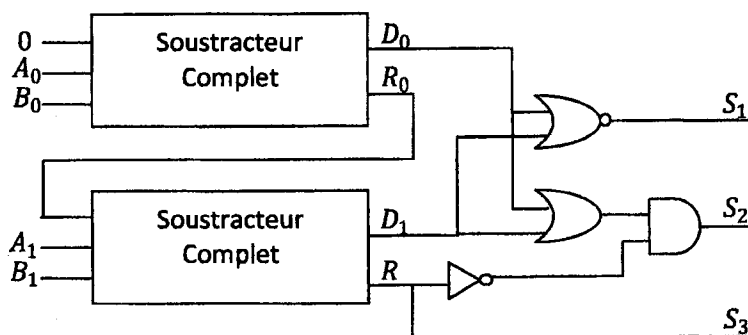
1. Donner la table de vérité de ce comparateur
2. Simplifier par Karnaugh les fonctions  $f_1, f_2$  et  $f_3$ .
3. Réaliser la fonction  $f_2$  à l'aide d'un multiplexeur 16 vers 1
4. Réaliser la même fonction  $f_2$  en utilisant seulement deux multiplexeurs 4 vers 1 dont les signaux de commande sont  $x_1 y_1$  et  $x_2 y_2$  respectivement. (Faire apparaître l'expression de chaque multiplexeur).

**Exercice 2 :** Soit le logigramme suivant :



1. Donner la table de vérité de la bascule T.
  - Exprimer la sortie  $Q^+$  en fonction de  $T$  et  $Q$ .
  - Exprimer  $T$  en fonction de  $Q^+$  et  $Q$ .
2. Tracer le chronogramme correspondant au logigramme ci-dessus pour 7 périodes du signal d'horloge CK, sachant que à  $t=0$ ,  $A=B=0$  et  $C=1$ .
3. Refaire le même système à base de bascules D.

**Exercice 3 :** Soit  $A$  et  $B$  deux nombres binaires codés sur deux bits avec  $A = A_1 A_0$  et  $B = B_1 B_0$ .



1. A partir du logigramme ci-dessus, calculer les sorties des soustracteurs  $D_0, R_0, D_1$  et  $R$  en fonction de  $A_1, A_0, B_1$  et  $B_0$ .
2. Exprimer les sorties  $S_1, S_2, S_3$  en fonction de  $D_0, R_0, D_1$  et  $R$ .
3. Donner la table de vérité de ce système (représenter sur la table de vérité dans l'ordre :  $A_1, A_0, B_1, B_0, R, D_0, D_1, S_1, S_2, S_3$ ).
4. En déduire le rôle de ce système combinatoire

Jan 2017

# Corrigé type Contrôle de rattrapage Logique Combinatoire et Séquentielle

Exercice 01: 7pb

1/ Table de vérité:

3 x 0,75 = 2,25

	$x_2$	$x_1$	$y_2$	$y_1$	$f_1$	$f_2$	$f_3$
0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1
3	0	0	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0	0	1
7	0	1	1	1	0	0	1
8	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	1	1	0	0
10	1	0	1	0	0	1	0
11	1	0	1	1	0	0	1
12	1	1	0	0	1	0	0
13	1	1	0	1	1	0	0
14	1	1	1	0	1	0	0
15	1	1	1	1	0	1	0

2/ Simplification par tableau de Karnaugh

$x_2 \backslash x_1$   
 $x_1 \backslash x_2$   

00	0	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	1	0	1
10	1	1	0	0

$x_2 \backslash x_1$   
 $x_2 \backslash y_1$   
 $x_2 \backslash y_2$   
 0175

$x_2 \backslash x_1$   

00	1	0	0	0
01	0	1	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	1

$x_2 \backslash x_1$   
 $x_2 \backslash y_1$   
 $x_2 \backslash y_2$   
 0175

$F = x_2 x_1 (x_2 + y_1) y_1$

$x_2 x_1$ \ $y_2 y_1$	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	1	0

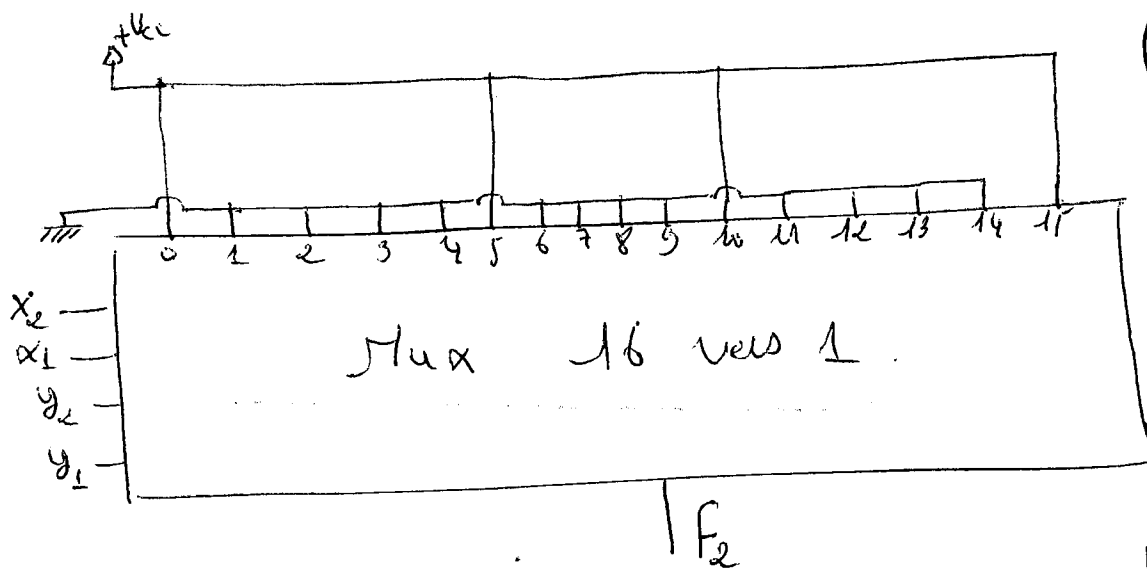
$\bar{x}_2 y_2$  (0, 7, 5)

$\bar{x}_1 y_2 y_1$

$$F_3 = \bar{x}_1 y_2 y_1 + \bar{x}_2 y_2 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 y_1$$

3/ Realisation de  $F_2$  à l'aide de Mux 16 vers 1

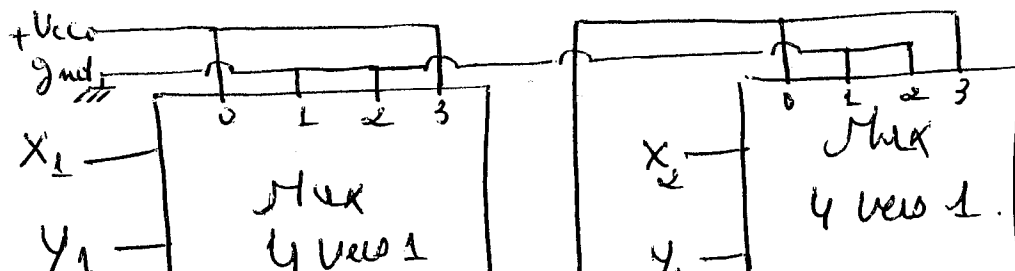
$$F_2 = \bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{y}_2 \bar{y}_1 + \bar{x}_2 x_1 \bar{y}_2 y_1 + x_2 x_1 y_2 y_1 + x_2 \bar{x}_1 y_2 \bar{y}_1$$



$$F_2 = \bar{x}_2 \bar{y}_2 \left[ \bar{x}_1 \bar{y}_1 + (x_1 y_1) \right] + \bar{x}_2 y_2 (0) + x_2 \bar{y}_2 (0) + x_2 y_2 \left[ (x_1 y_1) + (\bar{x}_1 \bar{y}_1) \right]$$

$$F_2 = \bar{x}_2 \bar{y}_2 \left[ \bar{x}_1 \bar{y}_1 (1) + \bar{x}_1 y_1 (0) + x_1 \bar{y}_1 (0) + x_1 y_1 (1) \right] + \bar{x}_2 y_2 (0) + x_2 \bar{y}_2 (0)$$

$$+ x_2 y_2 \left[ \bar{x}_1 \bar{y}_1 (1) + \bar{x}_1 y_1 (0) + x_1 \bar{y}_1 (0) + x_1 y_1 (1) \right]$$



## exercice 02. (6pts)

1. la table de vérité de la bascule T

T	φ	φ <sup>+</sup>	φ <sup>+</sup>
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

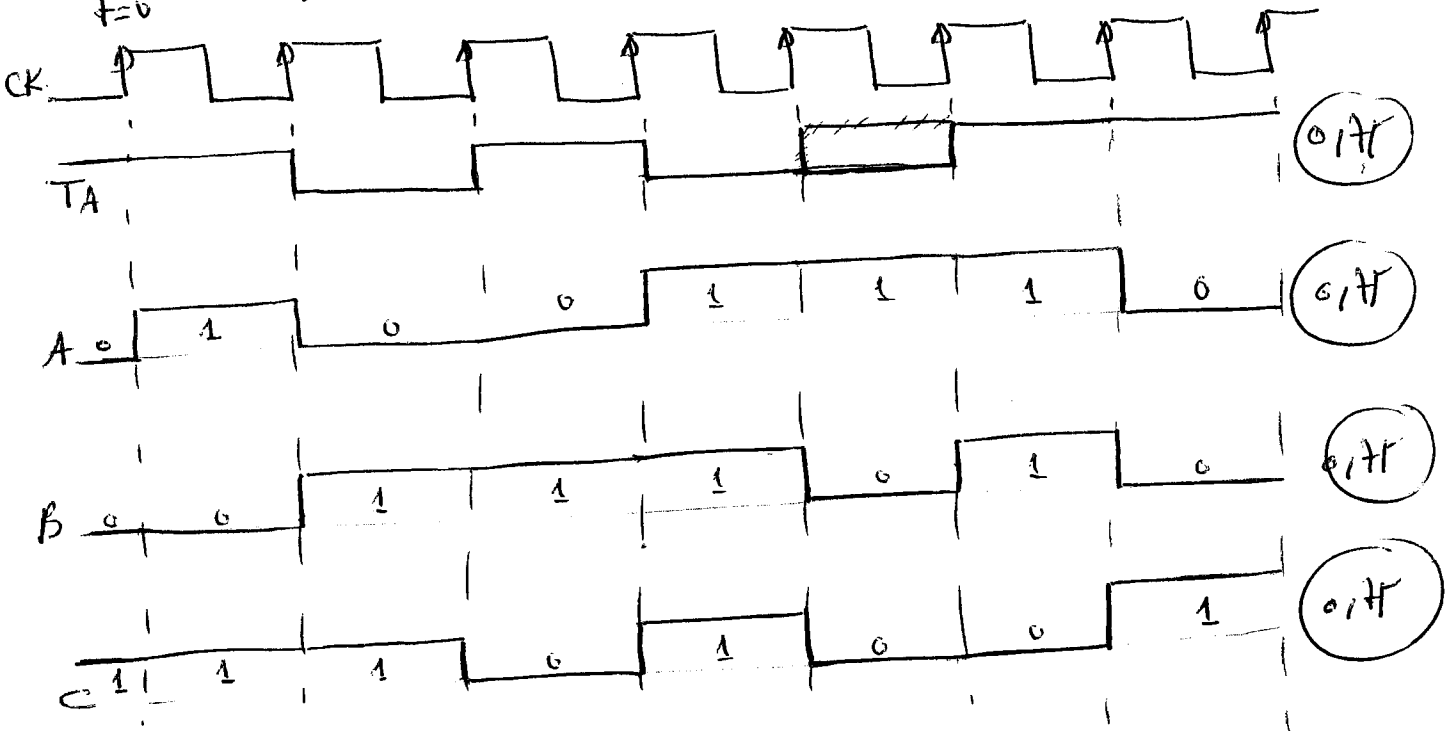
$$\phi^+ = T \bar{\phi} + \bar{T} \phi$$

$$\phi^+ = T \oplus \phi \quad (0,25)$$

$$T = \bar{\phi} \phi^+ + \phi \bar{\phi}^+$$

$$\bar{T} = \phi \oplus \phi^+ \quad (0,25)$$

2/ chronogramme  $t=0$   $A=B=0, C=1 \Rightarrow T_A=1, T_B=0, T_C=0$



3e/ car a:  $\phi^+ = T \oplus \phi$

pour la bascule D car a  $\phi^+ = D \quad (0,25)$

donc:  $D = T \oplus \phi$

$$\Rightarrow D_A = T_A \oplus A$$

$$D_B = T_B \oplus B$$

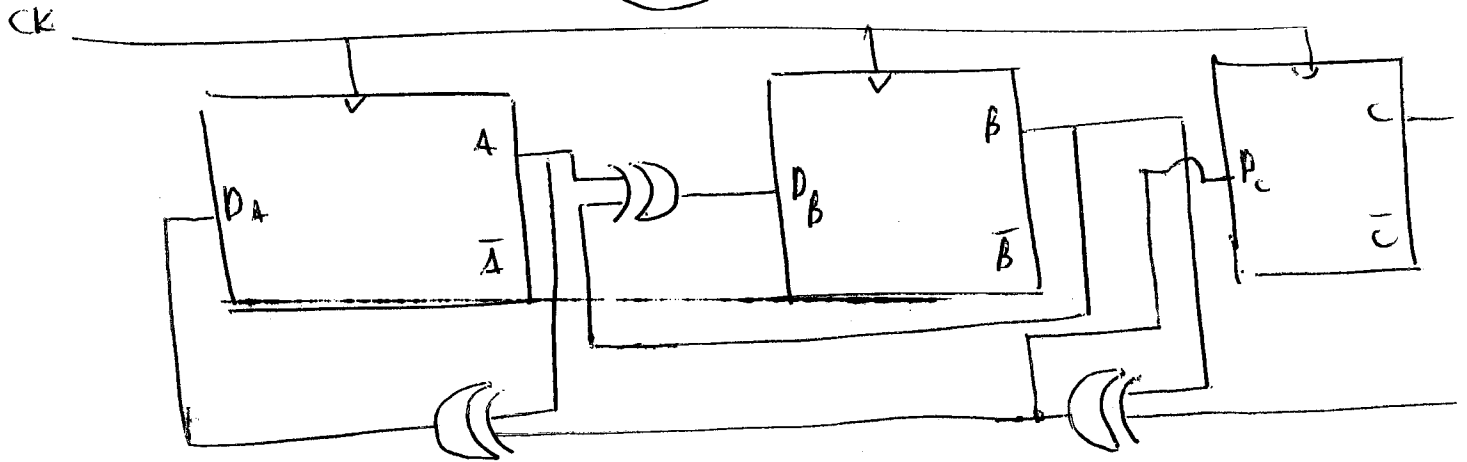
$$D_C = T_C \oplus C$$

$$\Rightarrow \begin{cases} D_A = A \oplus B \oplus C \\ D_B = A \oplus B \\ D_C = B \oplus C \end{cases} \quad (1)$$

avec  $T_A = B \oplus C$

$$T_B = A$$

$$T_C = B$$



Exercice 03. (7 pts)

pour un soustracteur Complet, les Sorties P et R sont données par:

$$D = d_i \oplus d_j \oplus R_{i-1}$$

$$R = \bar{d}_i d_j + R_{i-1} (d_i \oplus d_j)$$

1/ à partir du logigramme on peut écrire:

$$D_0 = A_0 \oplus B_0 \oplus 0$$

$$P_0 = A_0 \oplus B_0 \quad (0,25)$$

$$R_0 = \bar{A}_0 B_0 + 0 (A_0 \oplus B_0)$$

$$R_0 = \bar{A}_0 B_0 \quad (0,25)$$

$$D_1 = A_1 \oplus B_1 \oplus R_0$$

$$D_1 = A_1 \oplus B_1 \oplus \bar{A}_0 B_0 \quad (0,15)$$

$$R = \bar{A}_1 B_1 + R_0 (A_1 \oplus B_1)$$

$$R = \bar{A}_1 B_1 + \bar{A}_0 B_0 (A_1 \oplus B_1) \quad (0,15)$$

2/ Expression des Sorties  $S_1, S_2$  et  $S_3$  en fonction de  $D_0, P_0, P_1, R$ .

$$S_1 = \overline{D_0 + D_1} = \bar{D}_0 \cdot \bar{D}_1 \quad (0,15)$$

$$S_2 = \bar{R} (D_0 + D_1) \quad (0,15)$$

Table de vérité:

$A_1$	$A_0$	$B_1$	$B_0$	$R$	$D_0$	$D_1$	$S_2$	$S_1$	$S_3$
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1	0

4/ le rôle du système Combinatoire:  
c'est un Comparateur de mots de 2 bits. (1)

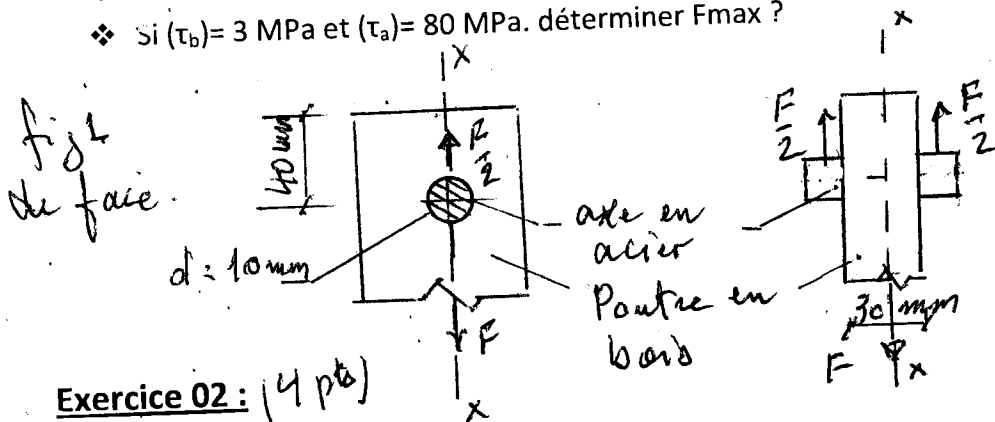


Contrôle de rattrapage

Exercice 01 : (7 pts)

L'assemblage proposé est un axe en acier et une poutre en bois qui supporte une charge  $F$  de 500 dan. Suivant la figure 1

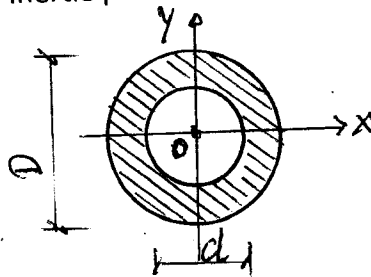
- ❖ Déterminer la contrainte de cisaillement de la partie cisailée de la poutre ?
- ❖ Déterminer la contrainte de cisaillement dans l'axe en acier ?
- ❖ Si  $(\tau_b) = 3 \text{ MPa}$  et  $(\tau_a) = 80 \text{ MPa}$ , déterminer  $F_{\max}$  ?



Exercice 02 : (4 pts)

Une section circulaire creuse de diamètre extérieur ( $D$ ) et de diamètre intérieur ( $d$ ) comme la figure 2 l'indique.

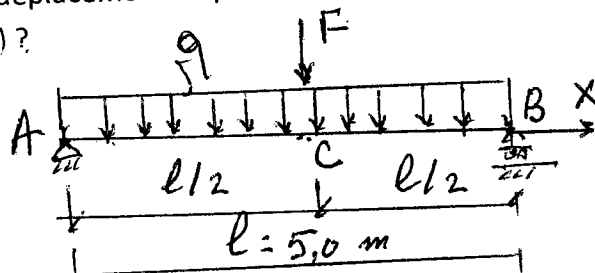
- ❖ Déterminer le moment d'inertie polaire de cette section par rapport aux axes donnés ?

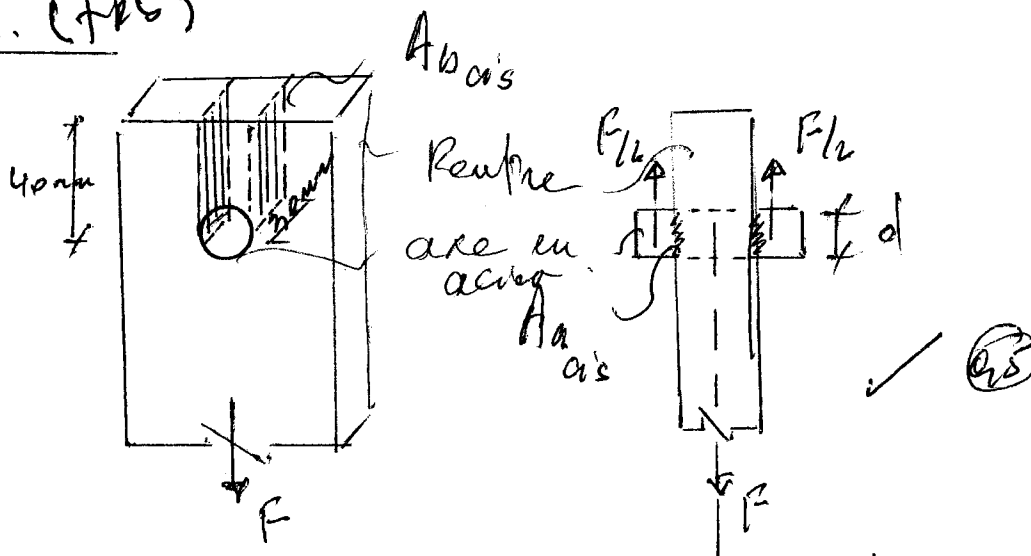


Exercice 03 : (9 pts)

Soit la poutre suivante figure 03 qui supporte une charge répartie  $q = 50 \text{ dan/m}$  et une force concentrée  $F = 2000 \text{ dan}$ .

- ❖ Tracer les diagrammes de l'effort tranchant  $T(x)$  et le moment fléchissant  $M_f(x)$  de la poutre ?
- ❖ Déterminer le déplacement au point (C) et la rotation au point (A) de la poutre en fonction de  $(EI)$  ?



Solution du Contrôle de RattrapageExercice 1. (7pts)

- Contrainte de cisaillement de la poulie :

$$\tau_b = \frac{T_b}{A_{b \text{ cis}}} = \frac{F/2}{40 \cdot 30} = \frac{F}{2400} = 2,08 \text{ MPa.} \checkmark$$

- Contrainte de cisaillement de l'axe en acier :

$$\tau_a = \frac{T_a}{A_{a \text{ cis}}} = \frac{F/2}{\pi d^2 / 4} = \frac{2F}{\pi d^2} = 31,85 \text{ MPa.} \checkmark$$

- Détermination de  $F_{\max}$  :

On applique la condition de résistance.

$$\tau_{\text{max}} \leq \tau_e \Rightarrow \tau_b \leq [\tau_b] \Rightarrow \frac{F}{2400} \leq [\tau_b]$$

$$\Rightarrow F_{\max} \leq 2400 [\tau_b] = 720 \text{ daN.} \checkmark$$

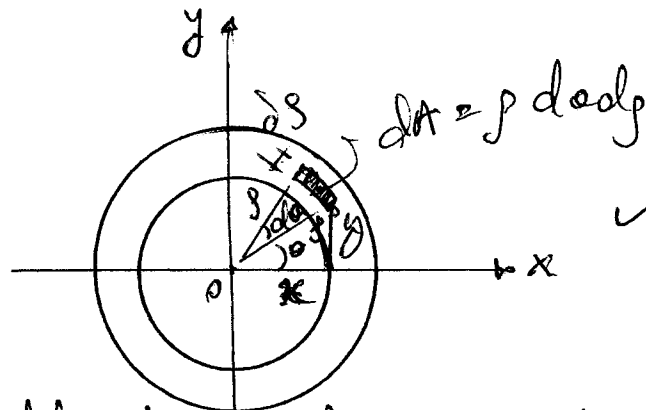
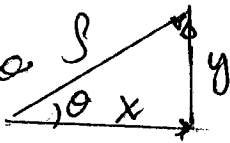
$$F_{\max} \leq \pi d^2 [\tau_a] = 1256$$

donc  $R_{max} = \max \{ R_{Dmax}, R_{Amax} \} = 730 \text{ cm}$  ✓

## Exercice 2. (11 pts).

$$x = \rho \cos \theta$$

$$y = \rho \sin \theta$$



(3.5)

Calcul du moment d'inertie polaire de la section.  
Circulaire, hachurée :

Par def.  $I_p = I_o = I_x + I_y$  ✓

où  $I_x = I_y$  de la symétrie.

et  $I_x = \iint y^2 dA$  où  $dA = \rho d\theta d\rho$ ,  $y = \rho \sin \theta$ .

$$\Rightarrow I_x = \iint \rho^2 \sin^2 \theta \rho d\theta d\rho$$

$$= \int_{\frac{d}{2}}^{\frac{D}{2}} \rho^3 d\rho \int_0^{2\pi} \sin^2 \theta d\theta = \rho^4 \Big|_{\frac{d}{2}}^{\frac{D}{2}} \cdot \int_0^{2\pi} \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta$$

$$= \frac{1}{4} \left( \left( \frac{D}{2} \right)^4 - \left( \frac{d}{2} \right)^4 \right) \left( \frac{\theta}{2} - \frac{\sin 2\theta}{4} \right) \Big|_0^{2\pi} = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4).$$

et  $I_y = \iint x^2 dA = \iint \rho^2 \cos^2 \theta \rho d\theta d\rho = \int_{\frac{d}{2}}^{\frac{D}{2}} \rho^3 d\rho \int_0^{2\pi} \cos^2 \theta d\theta$

$$= \rho^4 \Big|_{\frac{d}{2}}^{\frac{D}{2}} \cdot \int_0^{2\pi} \frac{1 + \cos 2\theta}{2} d\theta = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4).$$

$$\Rightarrow I_p = I_x + I_y = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4) \quad \checkmark$$

Autre methode: ✓

$$I_p = I_o = \iint S^2 dA = \iint \rho^2 \rho d\alpha d\rho = \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{D}{2}} \rho^3 d\rho \int_0^{2\pi} d\alpha$$

$$= \frac{\rho^4}{4} \Big|_0^{\frac{D}{2}} \cdot \alpha \Big|_0^{2\pi} = \frac{1}{4} \left( \left(\frac{D}{2}\right)^4 - \left(\frac{0}{2}\right)^4 \right) \cdot 2\pi$$

$$I_p = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4) \checkmark$$

Exercice 3. (9 pts)

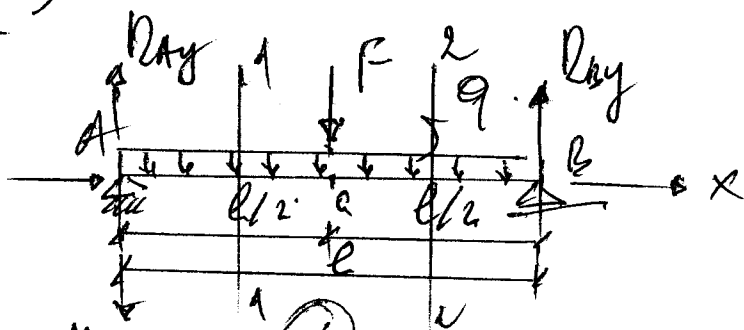
Reactions de la poutre:

$\vec{x}$ :  $R_{Ax} = 0$  ✓

$\vec{y}$ :  $R_{Ay} + R_{By} = R + ql$  ✓ (qs)

$\sum M/A = 0 \Rightarrow R_{By} \cdot l - R \cdot \frac{l}{2} - q \cdot \frac{l^2}{2} = 0 \Rightarrow R_{By} = \frac{(R + ql)}{2}$  ✓

$\Rightarrow R_{Ay} = R_{By} = 1125 \text{ dan.}$  ✓



- Expression de  $T(x)$  et  $M_f(x)$ :

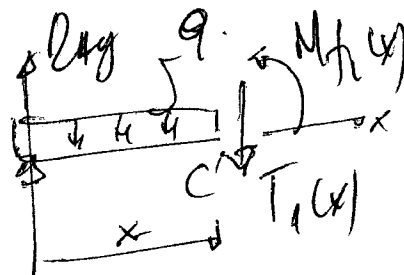
Coupe (1-1).  $0 \leq x < l/2$

$M_{f1}(x) = R_{Ay} x - q \frac{x^2}{2}$  ① ✓

$M_{f1}(0) = 0$ ,  $M_{f1}(\frac{l}{2}) = 2656,25 \text{ dan.m}$

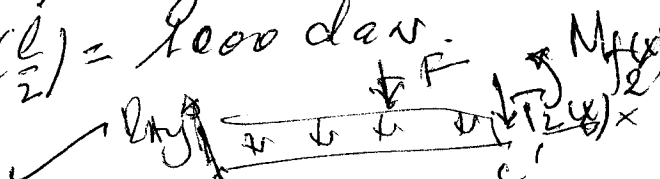
$T_1(x) = R_{Ay} - qx$  ② ✓

Coupe (2-2).  $\frac{l}{2} \leq x < l$



$T_1(0) = R_{Ay} = 1125 \text{ dan.}$

$T_1(\frac{l}{2}) = 0 \text{ dan.}$

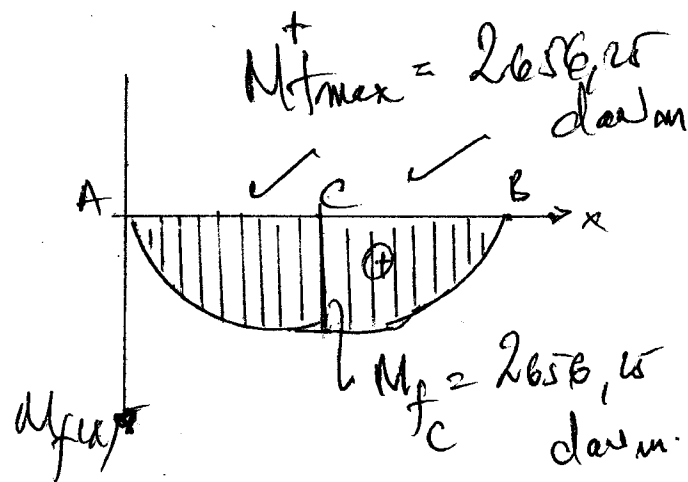
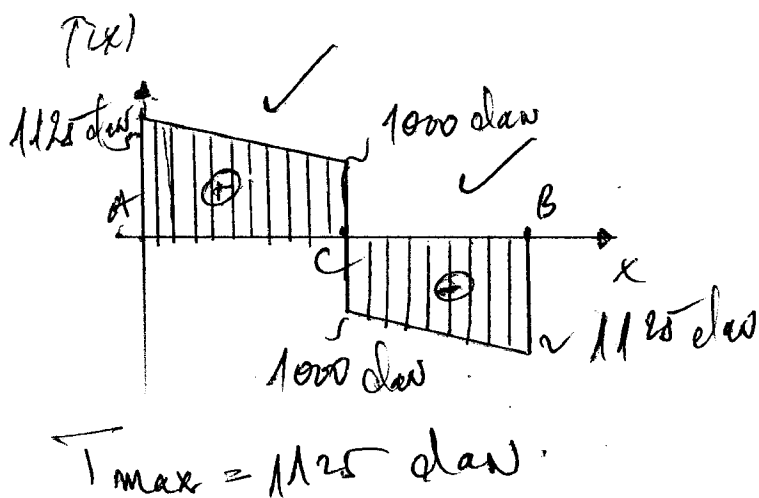


$$M_{f2}(\frac{l}{2}) = M_{f1}(\frac{l}{2}), \quad M_{f2}(l) = 0$$

$$T_2(x) = R_A y - F - q x \quad (4)$$

$$T_2(\frac{l}{2}) = -1000 \text{ dan}$$

$$T_2(l) = -1125 \text{ dan.}$$



- Détermination du déplacement de (C) et la rotation du point (A) 1 de l'équation différentielle, on a :

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} = -\frac{M_{f1}(x)}{EI} \quad \text{soit } EI \frac{d^2 y_1}{dx^2} = -R_A x + q x^2$$

Par intégration on a  $EI Q_1(x) = -R_A \frac{x^2}{2} + \frac{q x^3}{6} + C_1$

et  $EI y_1(x) = -R_A \frac{x^3}{6} + \frac{q x^4}{24} + C_1 x + D_1$

et de même pour la section (2-2) :  $\frac{d^2 y_2}{dx^2} = -\frac{M_{f2}(x)}{EI}$

$$\text{soit } EI \frac{d^2 y_2}{dx^2} = -R_A x + \frac{q x^2}{2} + F(x - \frac{l}{2})$$

$$\text{et } EI Q_2(x) = -R_A \frac{x^2}{2} + \frac{q x^3}{6} + F(x - \frac{l}{2}) + C_2$$

$$\text{et } EI y_2(x) = -R_A \frac{x^3}{6} + \frac{q x^4}{24} + F(x - \frac{l}{2})^2 + C_2 x + D_2$$

On applique les conditions aux limites.

$$y_1(0) = 0 \Rightarrow D_1 = 0$$

$$\theta_1(l/2) = \theta_2(l/2) \text{ continue } \Rightarrow C_1 = C_2$$

$$y_1(l/2) = y_2(l/2) \text{ continue } \Rightarrow D_2 = 0$$

$$y_2(l) = 0 \Rightarrow C_1 = C_2 = \frac{R y l^2}{6} - \frac{q l^3}{24} - \frac{F l^2}{48}$$

ex. finales: coupe (1-1)

$$\begin{aligned} EI \theta_1(x) &= -R y \frac{x^2}{2} + q \frac{x^3}{6} + R y \frac{l^2}{6} - \frac{q l^3}{24} - \frac{F l^2}{48} \\ EI y_1(x) &= -R y \frac{x^3}{6} + q \frac{x^4}{24} + \left( R y \frac{l^2}{6} - \frac{q l^3}{24} - \frac{F l^2}{48} \right) x \end{aligned} \quad \checkmark$$

coupe (2-2)

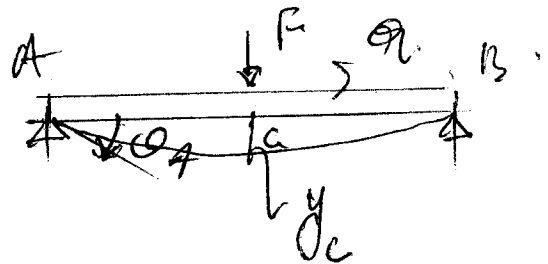
$$\begin{aligned} EI \theta_2(x) &= -R y \frac{x^2}{2} + q \frac{x^3}{6} + R \left( x - \frac{l}{2} \right)^2 + R y \frac{l^2}{6} - \frac{q l^3}{24} - \frac{F l^2}{48} \\ EI y_2(x) &= -R y \frac{x^3}{6} + q \frac{x^4}{24} + R \left( x - \frac{l}{2} \right)^3 + \left( R y \frac{l^2}{6} - \frac{q l^3}{24} - \frac{F l^2}{48} \right) x \end{aligned} \quad \checkmark$$

$$EI \theta_A = EI \theta_1(0) = \frac{R l^2}{16} + \frac{q l^3}{24} \quad \checkmark$$

$$EI y_c = EI y_1\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{R l^3}{48} + \frac{5 q l^4}{384} \quad \checkmark$$

A.N.  $\theta_A = \frac{3385,4}{EI}$  rad.

$$y_c = \frac{5615,2}{EI} \text{ (mm)}$$



CONTRÔLE D'ELECTRICITE  
2<sup>ème</sup> Année Génie Climatique

Nom : ..... Prénom : .....

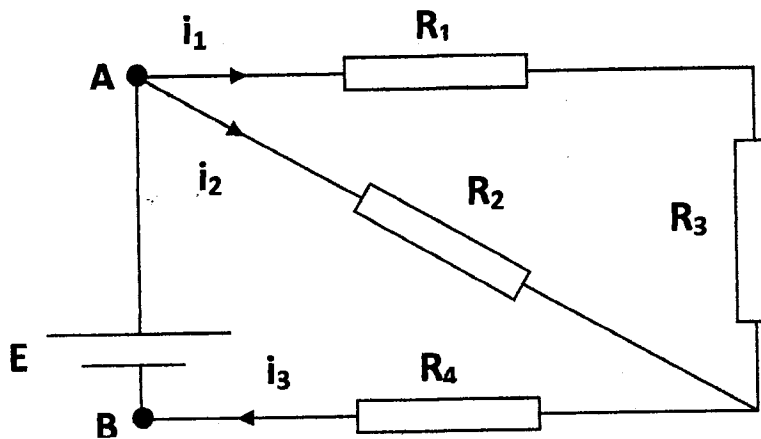
- Répondez par oui ou non :

Une réponse juste : c'est +0,75 point ; aucune réponse : c'est 0 point et une réponse fausse : c'est -0,25 point

- 1) La puissance électrique dissipée par une résistance est proportionnelle au courant qui le parcourt. *oui*
- 2) Un transformateur est caractérisé par sa puissance. *non*
- 3) Les transformateurs sont des liens indispensables entre les différentes parties du réseau de distribution de l'énergie électrique. *oui*
- 4) Dans un montage en série la puissance totale est la somme de toute les puissances. *oui*
- 5) On appelle branche toute partie du circuit électrique comprise entre deux nœuds. *oui*
- 6) Une résistance est un conducteur ohmique. *oui*
- 7) Les plaques d'un condensateur sont séparées par un isolant appelé diélectrique. *oui*
- 8) La puissance électrique dissipée par une résistance est proportionnelle à la tension à ses bornes. *oui*
- 9) On appelle nœud tout ensemble de branche qui forme une boucle fermée. *non*
- 10) Un câble électrique comporte plusieurs conducteurs électriquement distincts. *oui*
- 11) Un courant alternatif est sinusoïdal lorsque son intensité  $i$  est une fonction indépendante de temps. *non*
- 12) Au courant alternatif l'intensité reprend la même valeur à des intervalles de temps égaux. *oui*
- 13) Le déphasage correspond en représentation cartésienne un décalage de temps. *oui*
- 14) Un courant alternatif est un courant qui change le sens au cours du temps. *oui*

### Exercice1 :

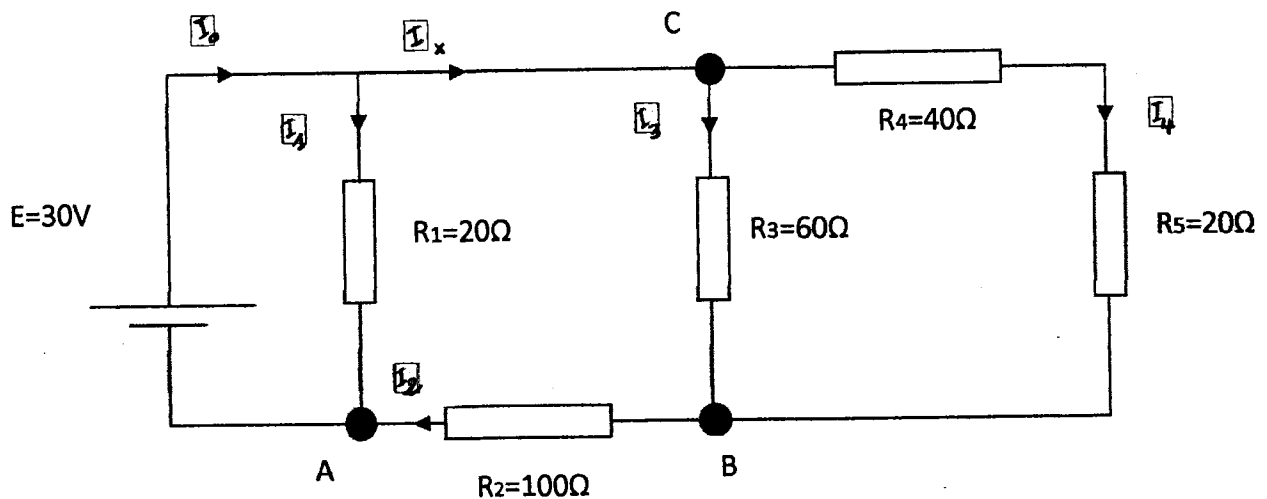
Soit le circuit électrique à courant continu suivant :



- 1) Déterminer la résistance équivalente  $R_{eq}$  entre A et B.

### Exercice 2:

Dans le schéma qui suit, déterminer tout les courants dans les diverses branches du circuit.





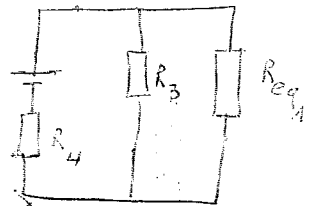
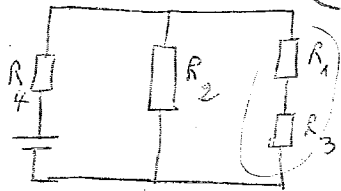
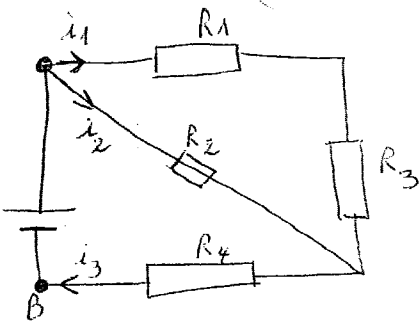
### Exercice (2) (4 pts)

on calcule le courant  $I_1$  au borne de résistance  $R_1$

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{30}{20} = 1,5 A$$

Si on calcule le potentiel au point C, il sera facile de déterminer les autres courant  
la loi d'ohm nous donne trois équation

### Exercice (1) (2 pts)



$R_{eq1}$  et  $R_2$  en parallèle donc  $\frac{1}{R_{eq2}} = \frac{1}{R_{eq1}} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1 + R_3} + \frac{1}{R_2}$

$$\frac{1}{R_{eq2}} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_2(R_1 + R_3)} \Rightarrow R_{eq2} = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$R_{eq2}$  et  $R_4$  en série donc  $R_{eq} = R_{eq2} + R_4 = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} + R_4$

donc  $R_{eq} = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{(R_1 + R_2 + R_3)} + \frac{R_4(R_1 + R_2 + R_3)}{(R_1 + R_2 + R_3)}$

$$R_{eq} = \frac{R_2(R_1 + R_3) + R_4(R_1 + R_2 + R_3)}{(R_1 + R_2 + R_3)}$$

$$E - V_c = R_3 I_3 \quad \text{--- (1)}$$

$$E - V_c = (R_4 + R_5) I_4 \quad \text{--- (2)}$$

$$V_c = R_2 I_2 \quad \text{--- (3)}$$

de plus la loi des nœuds prévoit que

$$I_2 = I_3 + I_4 \quad \text{--- (4)}$$

Nous disposons bien de quatre équations à quatre inconnues :

on exprime tous les courants en fonction de  $V_c$  à l'aide des équations (1), (2), (3) puis à les remplacer dans l'équation (4)

on obtient :

$$I_3 = \frac{E - V_c}{R_3} \quad (5)$$

$$I_4 = \frac{E - V_c}{R_4 + R_5} \quad (6)$$

$$I_2 = \frac{V_c}{R_2} \quad (7)$$

l'équation (4) devient alors :

$$\frac{V_c}{R_2} = \frac{E - V_c}{R_3} + \frac{E - V_c}{R_4 + R_5}$$

soit :

$$V_c \times \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \right) = E \times \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \right)$$

d'où :

$$V_c = E \times \frac{\left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \right)}{\left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \right)}$$

AN :  $\Rightarrow \boxed{V_c = 23 \text{ Volt}}$

les équations (5), (6), (7) nous donnant les valeurs de courant  $I_2, I_3, I_4$

$$\boxed{I_2 = 0,23 \text{ A}}$$

$$\boxed{I_3 = 0,115 \text{ A}}$$

$$\boxed{I_4 = 0,115 \text{ A}}$$

en appliquant la loi des nœuds au point B, on obtient :

$$\boxed{I_2 = I_3 + I_4 = 0,33 \text{ A}}$$

**CONTRÔLE SEMESTRIEL NOTIONS DE CONTRÔLE ET DE REGULATION**  
**2<sup>ème</sup> Année Génie Climatique**

Nom : ..... Prénom : .....

**PARTIE 1 :** répondez par oui ou non

**Une réponse juste : c'est +0,75 point ; aucune réponse : c'est 0 point et une réponse fausse : c'est -0,25 point**

- 1) le fluide réglant permet d'agir sur l'organe de réglage afin de la maintenir à une valeur déterminée.
- 2) l'organe de détection sert à mesurer la valeur réelle de la grandeur à régler.
- 3) le thermostat d'ambiance est à la fois organe de mesure et de régulation.
- 4) l'ensoleillement et le vent sont des grandeurs perturbatrices.
- 5) une vanne papillon convient particulièrement à la régulation progressive.
- 6) une vanne est bien sélectionnée si sa perte de charge est négligeable.
- 7) dans la régulation proportionnelle on cherche une grandeur physique contrôlée avec peu d'écart.
- 8) une chaudière à deux allures correspond à une régulation tout-ou-peu.
- 9) le principe de fonctionnement dans la régulation analogique est basé sur le fonctionnement d'un micro-processeur.
- 10) la valeur de consigne, c'est une grandeur physique instantanée.
- 11) une des caractéristiques importantes d'une vanne est le coefficient  $Q_m$ .
- 12) les vannes à secteur sont utilisées presque exclusivement dans les installations de chauffage à eau chaude.

**13) Une vanne est un dispositif de réglage.**

**14) La différence entre la grandeur mesurée et la consigne est toujours positive.**

**PARTIE 2 :**

**1) Quels sont les différents organes qui peuvent constituer un thermostat ?**

**2) Comment peut-on réaliser une régulation automatique ?**

**3) Citez les différentes grandeurs qui interviennent dans une boucle de régulation.**

**4) Quelle est la différence entre la boucle fermée et la boucle ouverte ?**

**5) Quelle est la différence entre la régulation proportionnelle intégrale et la régulation proportionnelle intégrale et dérivée ?**

13) Une vanne est un dispositif de réglage. (oui)

14) La différence entre la grandeur mesurée et la consigne est toujours positif. (non)

## PARTIE 2 :

1. Sps 1) Quels sont les différents organes qui peuvent constituer un thermostat ?  
2. Sps 2) Comment peut-on réaliser une régulation automatique ?  
3. Sps 3) Citez les différentes grandeurs qui interviennent dans une boucle de régulation.  
4. Sps 4) Quelle est la différence entre la boucle fermée et la boucle ouverte ?  
5. Sps 5) Quelle est la différence entre la régulation proportionnelle intégrale et la régulation proportionnelle intégrale et dérivée ?

(1) les différents organes qui peuvent constituer un thermostat sont :

- 1) un élément sensible chargé de contrôler la température par un moyen physique en produisant une action mécanique.
- 2) un comparateur chargé de comparer la valeur mesurée avec la consigne
- 3) un élément d'exécution chargé d'assurer la commande électrique nécessaire

(2) on peut réaliser une régulation automatique comme suit :

- en mesurant la valeur réelle de la grandeur physique à régler
- en la comparant avec le point de consigne
- en agissant sur la grandeur de réglage (température ou débit d'un fluide ...) pour réduire l'écart constaté

(3) les différentes grandeurs qui interviennent dans une boucle de régulation :

La grandeur à régler : c'est la grandeur physique ( $T^{\circ}$ , H, p, ...) qui doit être maintenue à la valeur désirée pour que le fonctionnement de l'installation soit correct.

Les grandeurs perturbatrices : c'est tout ce qui tend à modifier la grandeur à régler (déperdition ou apport calorifique : soleil, vent, occupation des locaux, éclairage). elles constituent la charge de l'installation.

(4) la différence entre la boucle fermée et la boucle ouverte =

- dans la boucle ouverte: ~~il n'y a~~ aucune information de l'état de la sortie par rapport à l'état de l'entrée
- la position de l'organe de réglage ne tient compte que de la température extérieure et non de la température du fluide réglant.
- l'organe de commande pilote le système à partir de la consigne sans savoir dans quel état se trouve la sortie

(5) la régulation proportionnelle et intégrale (PI): cherche une grandeur physique contrôlée avec peu d'écart

la régulation proportionnelle intégrale et dérivée (PID) on cherche une grandeur physique contrôlée avec peu d'écart et avec une grande rapidité d'action sur le fluide réglant lors de la variation de l'écart entre la mesure et la consigne.

UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI

FACULTE DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT TECHNOLOGIE

Rattrapage

Fabrication Mécanique

Durée 01h30min

(2<sup>ème</sup> A Groupe B)

### Questions

- 1- Citez les types de montage des pièces sur un tour. 3 pts
- 2- Quelles sont les opérations d'usinage réalisées sur un tour ? 2 pts
- 3- Quelles sont les opérations d'usinage réalisées sur une perceuse ? 2 pts
- 4- Expliquez le principe de la rectification. 3 pts
- 5- Quelles sont les caractéristiques des abrasifs ? 3 pts
- 6- Expliquez le principe du pliage. 4 pts
- 7- Quelles sont les techniques de taillage des engrenages ? 3 pts

1) Types de montage des pièces sur un tour (3)

- Montage en l'air
- Montage mixte
- Montage entre-pointes.

2) Les opérations d'usinage réalisées sur un tour sont (2)

- Dressage, chariotage, chanfreinage, perçage.

3) Les opérations d'usinage réalisées sur une perceuse sont:

- Trou débouchant, trou borgne, fraisure, lamage (2)

4) principe de la rectification (3) l'usinage par abrasion

en rectification consiste à enlever le métal sous forme de micro copeaux. ces micro copeaux sont créés par une multitude d'outils très durs appelés abrasifs regroupés entre eux par un agglomérant en forme de meule.

5) Les caractéristiques des abrasifs sont (3)

- Ils sont plus durs que le métal à rectifier;
- Ils résistent bien aux efforts de coupe;
- Ils sont friables (les arêtes émoussées sont remplacées par de nouvelles arêtes vives)



6) Principe du pliage ④ Le pliage est une opération de conformation à froid qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ses fibres de façon brusque suivant un angle.

7) Les techniques de taillage des engrenages sont : ③

- Taillage par génération
  - outil crémaillère
  - outil pignon
- fraise-mère
- fraise Module.

**Université les frères Mentourés Constantine 1**  
**Faculté Sciences et Technologie**  
**Département des Sciences et Technologie**

**Examen Rattrapage de Géologie**  
**CIV+TP**

**I. Donnez la définition de ces termes suivants :**

1. Glissement des terrains,
2. Faille,
3. Altération,
4. Erosion,
5. Cisaillement.

(5pts)

**II. a. Quels sont les différents types des cartes ?**

(3pts)

**b. Quel est la différence entre ces cartes ?**

(3pts)

**III. Quel est le rôle de la Géologie au Génie Civil ?**

(5pts)

**IV. Quels sont les différentes actions sur les Roches ? (Sans explication)**

(4pts)

**Bon Courage**

h1



I/ 1<sup>o</sup> Glissement des terrains: c'est un phénomène géologique se trouve dans les sols fins tel que l'argile, ou les sol (1pt)  
ou perte l'équilibre à cause de l'eau, donc le sol se glisse.

2<sup>o</sup> Faïlle: c'est une fissure à grande échelle, surtout dans les roches rigides ex: le calcaire. (1pt)

3<sup>o</sup> Altération: c'est un phénomène géologique naturelle, se trouve surtout aux roches superficiels à conditions de température et de pression (changement thermique), la roche va altérée et détruite (donc elle transforme d'une roche solide à une roche rigide). (1pt)

4<sup>o</sup> Érosion: c'est un phénomène géologique naturelle, on a plusieurs types d'érosion: érosion fluviale, érosion marine érosion glaciaire, ... ces érosions elles donnent plusieurs formes. (1pt)

5<sup>o</sup> Lisaillement: c'est le résultat du mouvement (1pt)  
des plaques tectoniques par les failles transformantes

II/ 1<sup>o</sup> Les différents types des cartes sont:

- Carte géologique, Carte topographique, Carte géographique (si tu as un géographique), Carte satellite (par google earth). (3pts)

2<sup>o</sup> La différence entre ces cartes est:

- La carte géologique: donne les formations géologiques avec leurs âge  
- La carte topographique: donne les altitudes par les niveaux de contour.  
- La carte satellite: on a la limite de la terre + ... (3pts)

III<sup>e</sup> / Le rôle de la géologie du Génie Civil est très vaste mais le plus important est de définir en détails le sol et le s-sol pour définir les propriétés, pour étudier et pour résoudre les problèmes.

IV<sup>e</sup> / les actions sur les roches sont :

- Action de l'eau -
- Action du vent -
- Action de la glace. (gel et dégel)

## Contrôle Rattrapage mécanique des sols

### Questions de cours : ( 7 point)

1- Quelle est la définition des termes suivants :

- GTR,  $F_c$ ,  $\sigma'$ ,  $C_u$

2) donnez les paramètres influant sur le compactage in situ ?

3) Quel est le but de compactage ?

4) citez les limites D'ATTERBERG ?

5) Démontrez les relations :

a)  $w = \frac{\gamma}{\gamma_d} - 1$

b) sol saturé :  $\gamma = \frac{\gamma_s(1+w)}{1+e}$

### Exercice N°1 : ( 5 point)

A-Exprimer la porosité  $n$  en fonction de l'indice des vides  $e$  Figure (1) et l'indice des vides en fonction de la porosité Figure (2).

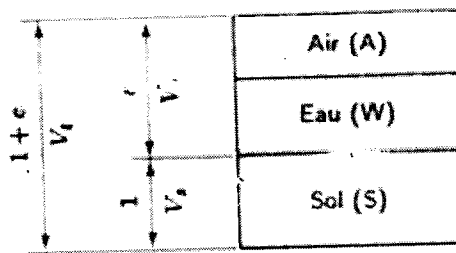


Figure (1)

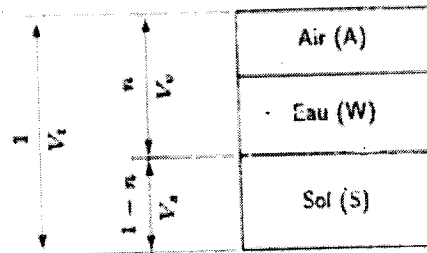


Figure (2)

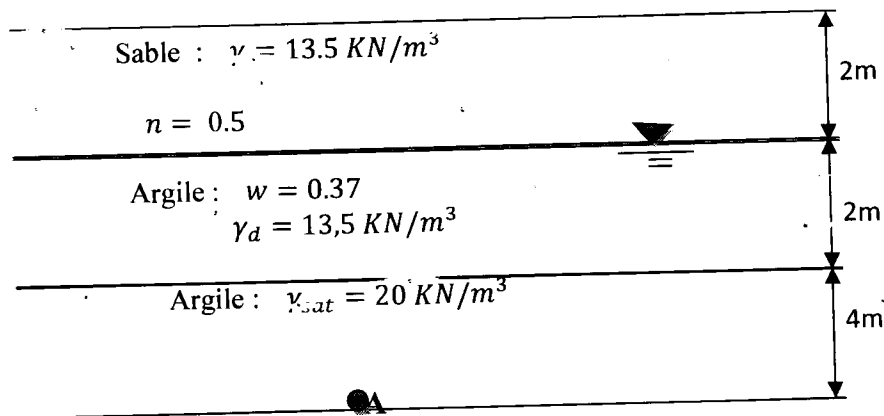
B-Sachant que  $e = 0.62$ ,  $W = 15\%$  et  $\rho_s = 2.65 \text{ t/m}^3$ , trouver les valeurs suivantes :

1-  $\rho_d$  ?

2-  $\rho$  ?

### Exercice N°2 : ( 5 point)

En se servant de la stratigraphie donnée ci-dessous, calculer et tracer les contraintes totales et effectives au points A ?



### Exercice N°2 : ( 5 point)

Les résultats suivants ont été mesurés lors d'un essai Proctor utilisant un moule normal de  $0.00096 \text{ m}^3$ . La masse du moule est de 1034g.

Masse d'un échantillon de ce sol (g)	6.65	6.12	5.02	5.18	5.20	4.77	4.74
Masse sèche de l'échantillon (g)	6.03	5.51	4.49	4.60	4.59	4.18	4.12
Masse de sol sec avec le moule compactage (g)	2821	2864	2904	2906	2895	2874	2834

1) Tracer la courbe Proctor et déduire la densité maximale et la teneur en eau optimale ?

Questions de cours : ( 7 point)

1-

- GTR : guide terrassement routier
- $C_u$  : coefficient uniformité
- $\sigma'$  : contrainte effective
- $E_s$  : équivalent de sable

- 2) la vitesse de l'engin- nombre de passes-degré de compacité
- 3) la diminution de la perméabilité – la limitation des tassements
- 4) limite de plasticité  $w_p$  – limite de liquidité  $w_L$

5) Démontrez les relations :

$$a) w = \frac{\gamma}{\gamma_d} - 1$$

$$w = \frac{P_w}{P_s} = \frac{n - P_s}{P_s} = \frac{(P - P_s) \frac{1}{V}}{(P_s) \frac{1}{V}} = \frac{\gamma}{\gamma_d} - 1$$

$$b) \gamma = \frac{\gamma_s(1+w)}{1+e}$$

$$\gamma = \frac{P}{V} = \frac{P_s + P_w}{V_s + V_v} = \frac{(P_s + w P_s) \frac{1}{V_s}}{(V_s + V_v) \frac{1}{V_s}} = \frac{\gamma_s(1+w)}{1+e}$$

**Exercice N°1 : ( 5 point)**

A)

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{e}{1+e}$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{n}{1-n}$$

B)

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{1+e} = \frac{2.65}{1+0.62} = 1.63 \text{ t/m}^3$$

$$\rho = \frac{\rho_s (1+w)}{1+e} = \frac{2.65 (1+0.15)}{1+0.62} = 1.88 \text{ t/m}^3$$

**Exercice N°2 : ( 5 point)**

$$\gamma_{sat} = (1 + W) \gamma_d = 18,5 \frac{KN}{m^3}$$

$$\sigma_A = 13.5 \times 2 + 18.5 \times 2 + 20 \times 4 = 144 \frac{KN}{m^2}$$

$$U_A = 0 \times 2 + 10 \times 2 + 10 \times 4 = 60 \frac{KN}{m^2}$$

$$\sigma'_A = 13.5 \times 2 + 8.5 \times 2 + 10 \times 4 = 84 \frac{KN}{m^2}$$

OU :

$$\sigma'_A = 144 - 60 = 84 \frac{KN}{m^2}$$

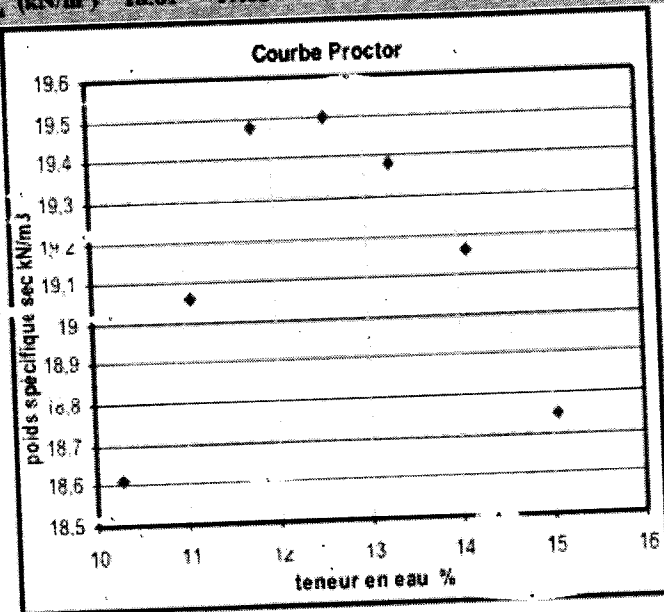
**Exercice N°3 : ( 3 point)**

w%	10,2819237	11,0707804	11,8040089	12,6086957	13,2897603	14,1148325	15,0485437
$\gamma_d$	18,6145833	19,0625	19,4791667	19,5	19,3854167	19,1666667	18,75

**1) Densité maximale et la teneur en eau optimale ?**

w (%)	10.28	11.07	11.80	12.60	13.29	14.11	15.05
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	18.61	19.06	19.48	19.50	19.38	19.16	18.75

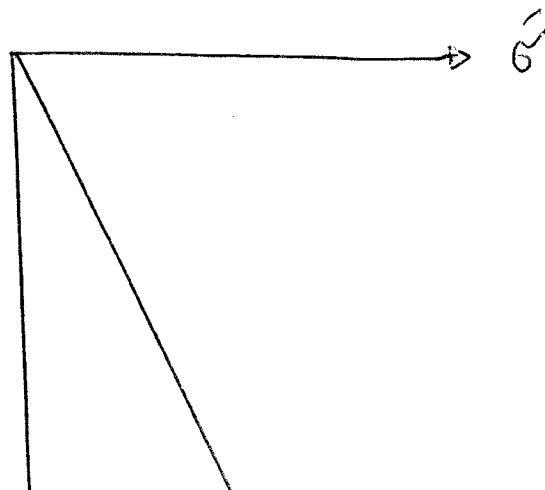
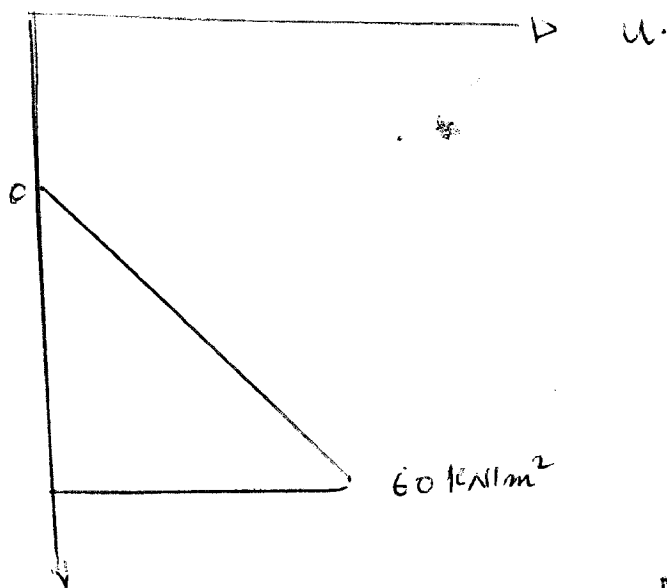
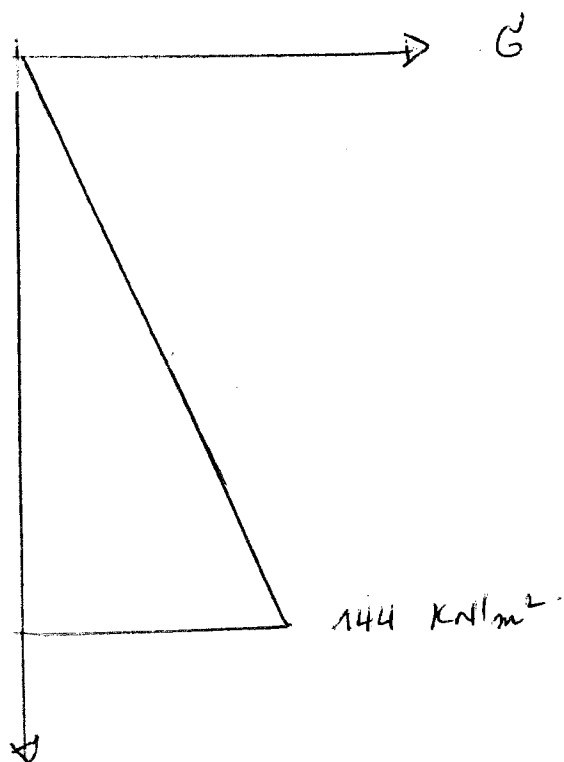
Graph



Tracé de la courbe

$w_{opt} = 13.48\%$

EX N° 02:





EXAMEN DE RATRAPAGE S°2

AER1 2017	CONSTRUCTION AERONAUTIQUE
Nom et Prénom	

Durée : 1h 30

1/ la première industrie aéronautique au monde possède par :

- a) L'allemand
- b) Etats-Unis
- c) La France
- d) Union soviétiques

2/ l'extrados de l'aile se trouve :

- a) A l'avant de l'aile
- b) A l'arrière de l'aile
- c) Au-dessous de l'aile
- d) Au-dessus de l'aile

3/ Pour diminuer la portance de l'aile et augmenter sa trainée en utilise :

- a) volets extérieurs
- b) gouverne de profondeur
- c) volets intérieurs
- d) les aérofreins

4/ L'altimètre mesure :

- a) La pression totale
- b) l'altitude de l'avion
- c) Le taux de virage
- d) l'angle d'inclinaison de l'avion

5/ Le variomètre mesure :

- a) La vitesse propre
- b) la pression statique
- c) la variation de vitesse propre
- d) la vitesse verticale

6/ pour modifier l'angle de lacet (axe z) le gouverne utilisée est :

- a) gouverne de profondeur
- b) gouverne de direction
- c) volet
- d) ailerons

7/ la gouverne de direction permet de modifier :

- a) l'inclinaison de l'avion suivant l'axe X
- b) l'angle de lacet suivant l'axe Z
- c) le mouvement sur l'axe de tangage axe Y
- d) mouvement de l'assiette suivant l'axe Z et l'axe X

8/ Pour l'atterrissage le pilote utilise :

- a) Manche gauche
- b) Manche en arrière
- c) Manche droite
- d) Manche en avant

9/ depuis les matériaux non métalliques utilisés dans l'aéronautique :

- a) Magnésium
- b) makrolon
- c) titane
- d) réponse a et b

10/ pourquoi on utilise le Magnésium dans la construction aéronautique :

- a) à une bonne résistance à la corrosion
- b) le matériau de construction le plus léger
- c) Un matériau résilient (résistance aux chocs)
- d) à une résistance au frottement et à l'usure

11/ dans les systèmes de montage indémontables on utilise :

- a) Le collage
- b) Le rainurage
- c) rivetage
- d) réponse a et c

12/ un avion avec altitude de 5000 ft descend à une vitesse  $V_z = 555 \text{ ft/min}$  le temps de descendre est :

- a) 3 min
- b) 5 min
- c) 7 min
- d) 9 min

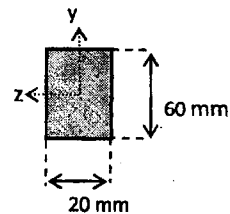
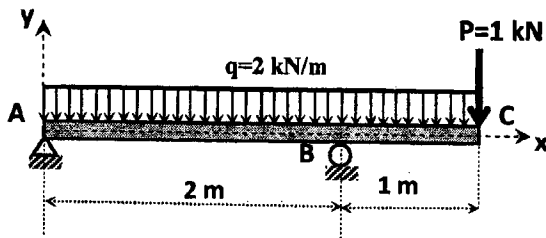
13/ Un avion airbus A320 a une vitesse de 250 m/s le nombre de Mach est :

- a) 1,2
- b) 0,73
- c) 0,86
- d) 0,94

**Exercice 1 (7 points)**

Soit la poutre ABC simplement supportée aux points A et B. Cette poutre est soumise à une charge répartie 'q' et à une force concentrée 'P', comme montré sur la figure ci-dessous. Sa section transversale est de forme rectangulaire ayant les dimensions (20 mm × 60 mm). Le module de Young de la poutre est  $E=200\text{GPa}$ .

- 1) Tracer le diagramme du moment fléchissant  $M(x)$  le long de la poutre.
- 2) Calculer la contrainte de flexion maximale  $\sigma_x(\text{max})$ .



Section de la poutre

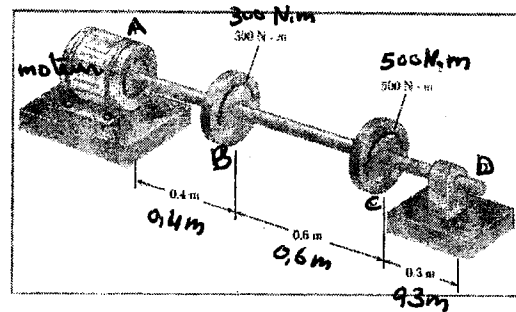
**Exercice 2 (7 points)**

Le moteur exerce un moment de torsion de 800 N.m sur un arbre en acier ABCD. L'arbre tourne à une vitesse constante.

Le diamètre de l'arbre est constant partout et l'angle de torsion  $\varphi$  ne doit pas dépasser  $1.5^\circ$ .

La contrainte de cisaillement admissible est :  $\tau_{adm} \leq 60\text{ MPa}$  et le coefficient de cisaillement transversale G est :  $G=77\text{ GPa}$ .

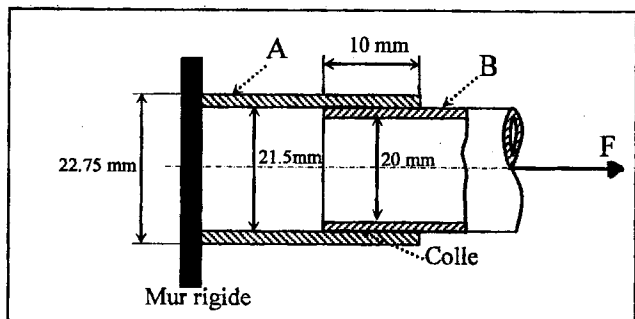
- Déterminer le diamètre qui satisfait (يحقّق) la résistance et la condition  $\varphi \leq 1.5^\circ$ .



**Exercice 3 (6 points)**

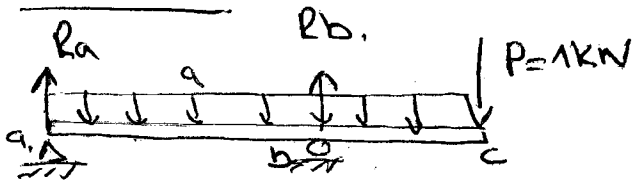
On assemble deux tuyaux A et B avec de la colle sur une longueur de 10 mm. On soumet le système à une force axiale F.

- Déterminer la valeur maximale de la force F pour que la contrainte normale dans le matériau et la contrainte de cisaillement dans la colle restent sous les limites de  $\pm 185\text{ MPa}$  et  $\pm 14\text{ MPa}$ , respectivement.



# Correction de l'examen de résistance des matériaux de la RDM

## Exercice 1 (7 pts)



$$\sum F_u = 0 \quad R_a + R_b = P + q \cdot l = 1 + 2 \times 3 = 7 \text{ kN}$$

$$\sum M/A = 0 \quad -(2 \times 3)(1.5) + R_b \cdot 2 - P \cdot 3 = 0 \Rightarrow R_b = 6 \text{ kN} \quad (0.5)$$

$$\Rightarrow R_a = 1 \text{ kN} \quad (0.5)$$

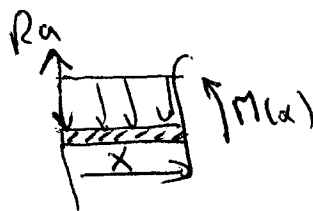
Diagrammes  $M(x)$

$$0 \leq x \leq 2 \text{ m}$$

$$M(x) - R_a x + 2x \cdot \frac{x}{2} = 0$$

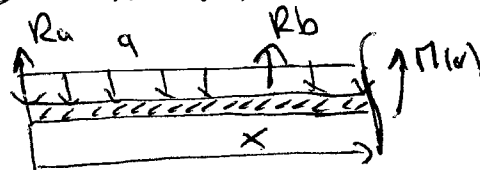
$$\Rightarrow M(x) = \frac{-x^2 + x}{(0.5)}$$

$$2 \leq x \leq 3 \text{ m}$$



$$x = 0 \quad M(x) = 0 \quad (0.5)$$

$$x = 2 \text{ m} \quad M(x) = -2 \text{ kN.m} \quad (0.5)$$



$$M(x) - R_a x + 2x \cdot \frac{x}{2} - R_b(x-2) = 0$$

$$M(x) = \frac{-x^2 + 7x - 12}{(0.5)}$$

$$x = 2 \text{ m} \quad M(x) = -2 \text{ kN.m} \quad (0.5)$$

$$x = 3 \text{ m} \quad M(x) = 0 \quad (0.5)$$

Contrainte,  $\sigma_{x \text{ max}}$

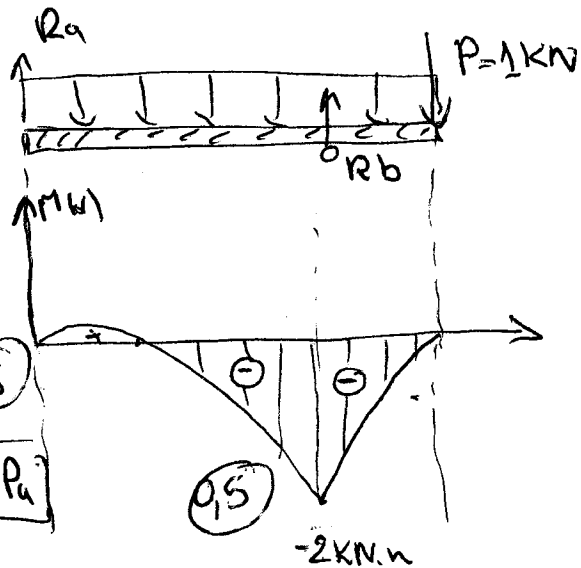
$$\sigma_x = \frac{-M \cdot y}{I_z} \quad (0.5)$$

$$I_z = \frac{bh^3}{12} = \frac{20(60)^3}{12} = 36 \times 10^4 \text{ mm}^4 \quad (0.5)$$

$$y = \pm 30 \text{ mm} \quad (0.5)$$

$$M_{\text{max}} = -2 \text{ kN.m} \quad (0.5)$$

$$\sigma_y = \frac{-(-2 \times 10^3)(\pm 30 \times 10^{-3})}{36 \times 10^4 \times 10^{-12}} = \pm 166.66 \text{ GPa} \quad (0.5)$$



## Exercice 2 (7 points)

$$\tau = \frac{T_{max} R}{J_0} \leq \tau_{adm} \quad \text{--- 1<sup>ère</sup> condition}$$

$$\varphi_{totale} = \sum_{i=1}^n \frac{T_i L_i}{G J_0} \leq 1,5^\circ \quad \text{--- 2<sup>ème</sup> condition}$$

$$\varphi_{totale} = \varphi_{AB} + \varphi_{BC} \quad (0,5)$$

Arbre AB  $T_{AB} = T_{moteur} = 800 \text{ N.m.} \quad (0,5)$

$$\tau_{AB} = \frac{800 \times D/2}{\frac{\pi D^3}{32}} = \frac{16 \times 800}{\pi D^3} \leq 60 \times 10^6 \text{ Pa.}$$

$$(0,5) \rightarrow \frac{\pi D^3}{32} \Rightarrow D \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 800}{\pi \times 60 \times 10^6}} = 40,7 \text{ mm} \quad (1)$$

Arbre BC  $T = 500 \text{ N.m.} \quad (0,5)$

$$\tau = \frac{500 \times D/2}{\frac{\pi D^3}{32}} \Rightarrow D \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 500}{\pi \times 60 \times 10^6}} = 34,8 \text{ mm.} \quad (1)$$

Condition de l'angle de rotation (même diamètre)

$$\varphi_{totale} = \frac{T_{AB} L_{AB}}{G J_0} + \frac{T_{BC} L_{BC}}{G J_0} \leq 1,5^\circ = 0,026 \text{ rad.}$$

$$\Rightarrow J_0 = \frac{\pi D^4}{32} \geq \frac{1}{0,026 G} [T_{AB} L_{AB} + T_{BC} L_{BC}]$$

$$\Rightarrow D \geq \sqrt[4]{\frac{32}{0,026 G \pi} [800 \times 0,4 + 500 \times 0,6]}$$

$$\Rightarrow D \geq 42,1 \text{ mm} \quad (0,5)$$

le diamètre nécessaire = 42,1 mm 0,5

$$\begin{aligned} 180^\circ &\rightarrow 3,14 \\ 1,5^\circ &\rightarrow x \\ x &= \frac{1,5 \times 3,14}{180} \\ &= 0,026 \text{ rad} \end{aligned}$$

### Exercice 3 (0,21 pt)

Résistance de la pièce A

$$\tau_A = \frac{F}{S_A} \leq 18 \text{ MPa} \quad (0,75)$$

$$S_A = \frac{\pi}{4} (D_{\text{ext}}^2 - D_{\text{int}}^2) = \frac{\pi}{4} (22,7^2 - 21,7^2) = 43,42 \text{ mm}^2 \quad (0,5)$$

$$\tau_A = \frac{F}{43,42 \times 10^{-6}} \leq 185 \times 10^6 \text{ Pa} \Rightarrow F \leq 8032,75 \text{ N} \quad (0,5)$$

Résistance de la pièce B

$$\tau_B = \frac{F}{S_B} \leq 18 \text{ MPa} \quad (0,75)$$

$$S_B = \frac{\pi}{4} (21,7^2 - 20^2) = 48,86 \text{ mm}^2 \quad (0,5)$$

$$\tau_B = \frac{F}{S_B} = \frac{F}{48,86} \leq 185 \times 10^6 \text{ Pa} \Rightarrow F \leq 9040,25 \text{ N} \quad (0,5)$$

Résistance de la colle

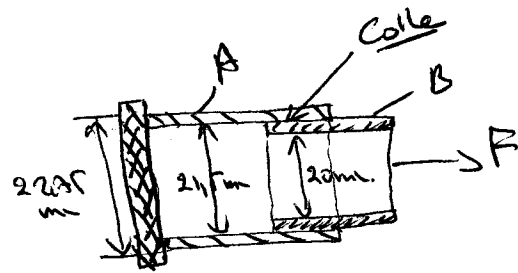
$$\tau_{\text{colle}} = \frac{F}{S_{\text{colle}}} \leq 14 \text{ MPa} \quad (0,75)$$

$$S_{\text{colle}} = \pi \cdot D \cdot a = \pi (21,7) \times 10 = 675,44 \text{ mm}^2 \quad (0,5)$$

$$\Rightarrow \tau_{\text{colle}} = \frac{F}{S_{\text{colle}}} \leq 14 \times 10^6 \Rightarrow F \leq 9456,19 \text{ N} \quad (0,5)$$

La force maximale que le système peut supporter est

$$\boxed{F = 8032,75 \text{ N}} \quad (1)$$



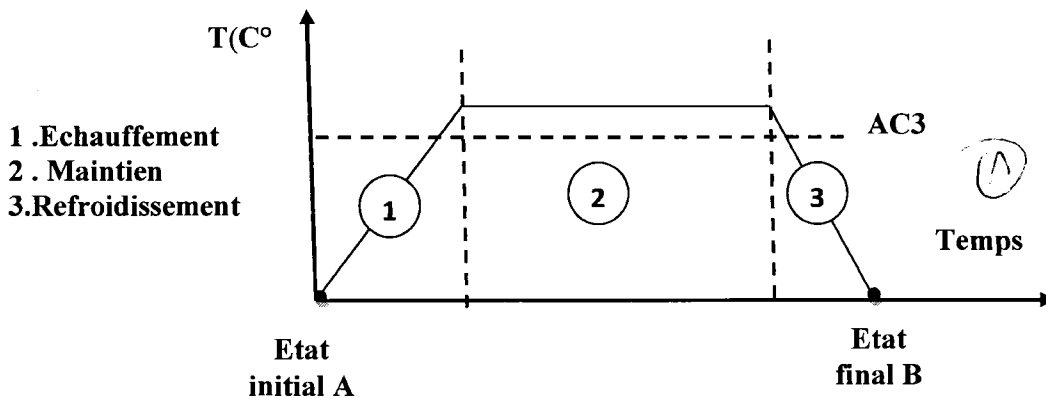
**Rattrapage Sciences des Matériaux / Corrigé type**

**Question N°1 (03 pts):** Expliquez les principes d'un traitement thermique d'un acier.

Un traitement thermique découle de l'établissement d'une loi thermique, fonction du temps et de la température. Cette loi est défini à partir :

- De la nature chimique du matériau (composition chimique) ;
- Des caractéristiques à obtenir (état structural final) ;
- De l'état initial (structure perturbée ou inadéquate issus des opérations de mise en œuvre du matériau pour obtenir le produit).

Un cycle de traitement thermique présente l'allure générale suivante :



**Figure 4. 3 : Cycle de traitement thermique**

1 : Loi de montée en température : L'échauffement à des températures supérieures aux températures de transformation (par exemple : AC3).

2 : Palier isotherme : Maintient à une température fixe.

3. Loi de refroidissement : Refroidissement avec une vitesse définie

**Question N°2 (04 pts):** Les matériaux peuvent avoir des caractéristiques diverses expliquer comment choisir les matériaux les mieux adaptés pour une application donnée.

Sélectionner un matériau n'est généralement pas une opération simple compte tenu de la grande variété proposée. Le choix dépend autant du prix que des qualités propres du matériau et du procédé de fabrication retenu pour la réalisation.

Il est important de bien choisir les matériaux les mieux adaptés pour une application donnée. Ce choix doit être basé sur plusieurs facteurs :

✚ Propriétés et caractéristiques des matériaux

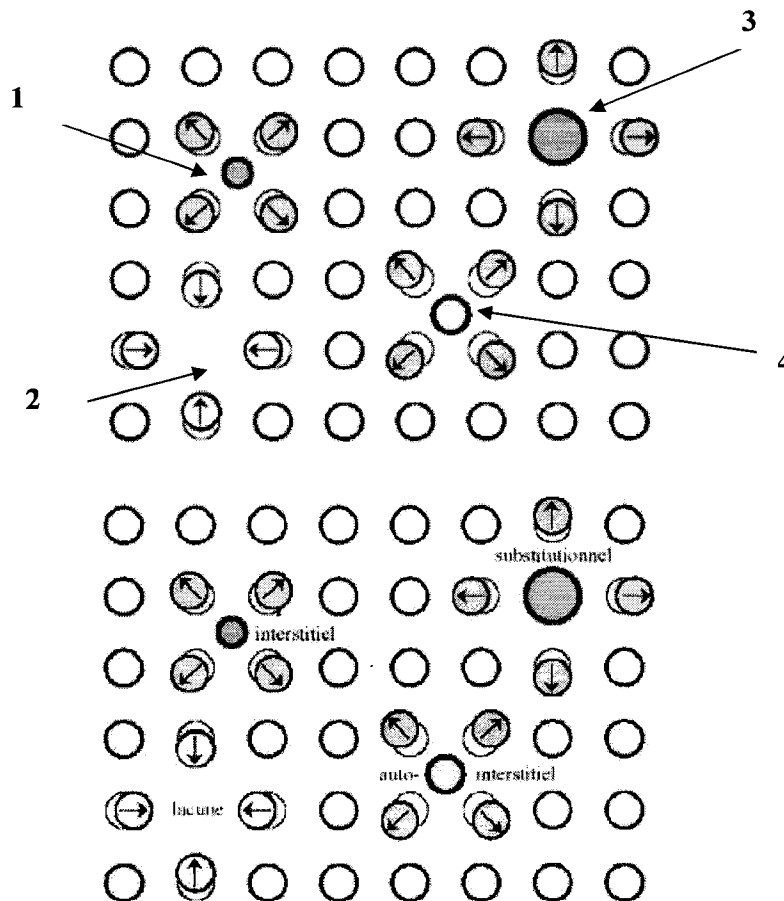
**Caractéristiques chimiques :** Action des agents chimiques, Action de l'oxygène, Corrosion, Hétérogénéité

**Caractéristiques physiques :** Masse volumique, Dilatabilité, Conductibilité, Fusibilité, Malléabilité, Ductilité, Fluidité, Soudabilité, Perméabilité magnétique

**Caractéristiques mécaniques :** Ténacité, Élasticité, Dureté (H), Résilience (K), Endurance, Résistance au fluage

- ✚ Fonctions principales des objets et leurs types de sollicitations
- ✚ Facilité de la fabrication et de la transformation des matériaux
- ✚ Comportement du matériau envers l'environnement
- ✚ Le prix de revient.

**Question N° 3 (04pts):** Identifier le type de chaque défaut.

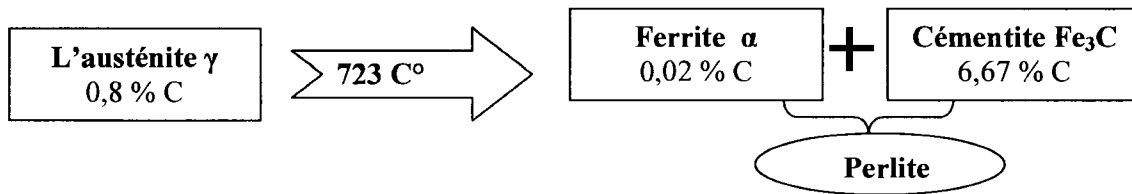


- 1 : Interstitiel  
 2 : Lacune  
 3 : Substitutionnel  
 4 : auto interstitiel

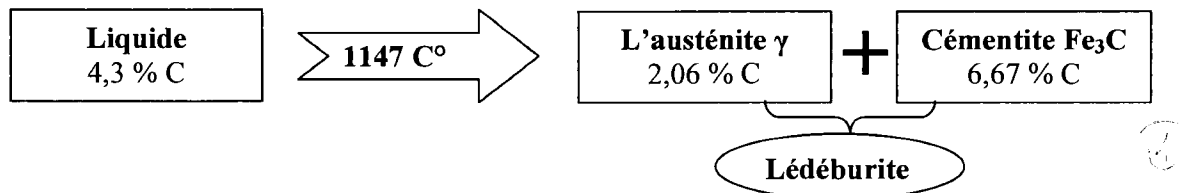


**Question N°4 (04pts):** Le diagramme Fer-carbone à Cémentite contient trois réactions isothermes caractérisées par des paliers. Expliquez deux réactions isothermes.

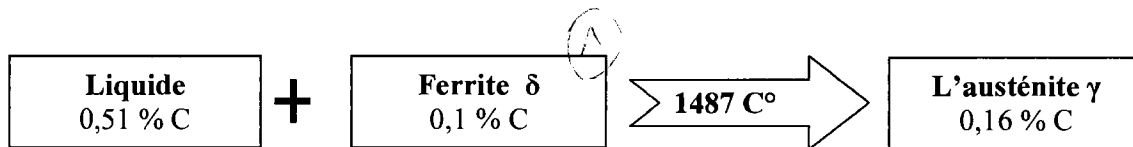
**Réaction eutectoïde :** A la température eutectoïde de  $723^{\circ}\text{C}$  se décompose l'austénite  $\gamma$  eutectoïde titrant  $0,8\% \text{ C}$  en formant la ferrite  $\alpha$  avec  $0,02\% \text{ C}$  et la cémentite secondaire avec  $6,67\% \text{ C}$   $\text{Fe}_3\text{C}$  suivant la réaction eutectoïde.



**Réaction eutectique :** A la température eutectique de  $1147^{\circ}\text{C}$  se décompose le liquide eutectique restant ( $4,3\% \text{ C}$ ) en austénite ( $2,06\% \text{ C}$ ) et cémentite ( $6,67\% \text{ C}$ ) selon la réaction eutectique. Le liquide se solidifie, pour former les phases d'austénite et de cémentite on l'appelle **lédéburite**.



**Réaction péritectique :** A la température de  $1493^{\circ}\text{C}$  il y a interaction péritectique des cristaux de la ferrite  $\delta$  ( $0,1\% \text{ C}$ ) avec le reste du liquide de teneur  $0,51\% \text{ C}$  en formant l'austénite  $\gamma$  de composition  $0,16\% \text{ C}$  selon la réaction péritectique.



**Question N°5 (03 pts) :** Expliquez la désignation normalisée de :

- EN-GJL 100  
Fonte grise à graphite lamellaire de résistance à la traction minimale  $100 \text{ N/mm}^2$
- 10Cr Mo 8-10  
Acier faiblement allié avec une teneur en carbone  $0,10\%$   
 $8/4 = 2\%$  de chrome  
 $10/10 = 1\%$  de molybdène
- HS2-9-1-8  
Acier rapide contenant  $2\%$  tungstène (W),  $9\%$  molybdène (Mo),  $1\%$  vanadium (V),  $8\%$  cobalt (Co).

**Question N°6 (02 pts) :** Donnez la définition d'un solide cristallin et un solide amorphe.

**Solide cristallin :** Un **cristal** est un ensemble d'atomes (ou de molécules) disposés de manière périodique dans les trois directions et présentant aussi bien un ordre à courte distance qu'à longue distance. Il peut être défini à partir de deux données : le **réseau cristallin** et le **motif atomique**.

**Solide amorphe :** Dans un solide amorphe ou vitreux, les atomes sont disposés aléatoirement et proches les uns des autres. Cependant, un certain degré d'ordre à courte distance peut être mis en évidence pour des raisons purement stériques d'encombrement des sphères atomiques voisines

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

**Exercice 1:**

La paroi d'un four est constituée de trois matériaux isolants en série :

- Une couche intérieure de 18 cm d'épaisseur est en briques réfractaires ( $\lambda = 1,175 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ );
  - Une couche de *briques isolantes* de 15 cm d'épaisseur ( $\lambda = 0,259 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ );
  - Et une épaisseur suffisante de briques ( $\lambda = 0,693 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ).
1. Quelle épaisseur de briques doit-on utiliser pour réduire la perte de chaleur à  $721 \text{ W/m}^2$  lorsque les surfaces extérieures et intérieures sont respectivement à  $38^\circ\text{C}$  et  $820^\circ\text{C}$  ?
  2. Lors de la construction on maintient un espace libre de 0,32 cm, ( $\lambda = 0,0317 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ) entre les *briques isolantes* et les briques. Quelle épaisseur de briques est alors nécessaire ?
  3. La température ambiante étant de  $25^\circ\text{C}$ , calculer la résistance superficielle de transfert convectif et radiatif «  $r_i$  » à l'extérieur de la paroi.

**Exercice 2 :**

La densité du flux de chaleur traversant une paroi verticale entre les températures  $20^\circ\text{C}$  et  $0^\circ\text{C}$  est égale à  $71,5 \text{ W/m}^2$ .

- 1) Vérifier la condition de la résistance minimale exigée.
- 2) Dans le cas où la condition n'est pas vérifiée dans la question précédente, déterminer alors la conductivité thermique de l'isolant si l'épaisseur de ce dernier est choisie égale à 2 cm.

L'expression de la densité du flux de chaleur est donnée par la relation :  $q = 6,5 \cdot R_{\text{exg}} / r_i \cdot R_{\text{Th}}$  Avec  $r_i = 0,13 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$

**Exercice 3 :**

Soit un mur extérieur composé des matériaux suivants:

Matériaux	e (cm)	$\lambda \text{ (W/m.K)}$	$\pi \text{ (Kg/s.m.Pa)}$
Enduit de plâtre	2	0,5	$20 \cdot 10^{-12}$
Béton	10	1,5	$1,5 \cdot 10^{-12}$
Enduit de ciment	2	1,0	$20 \cdot 10^{-12}$

Ce mur sépare deux ambiances (intérieur et extérieure) dans les conditions de température et d'humidité suivantes :

Intérieur :  $T_i = +18^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{rosée}} = 7,4^\circ\text{C}$  et  $\phi_i = 50 \%$ ,  $r_i = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/Watt}$

Extérieur :  $T_e = -1^\circ\text{C}$  et  $\phi_e = 60 \%$ ,  $r_e = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/Watt}$

- 1) Vérifier s'il y a risque de condensation sur la face intérieure de la paroi extérieure.
- 2) Vérifier par le diagramme de Glaser s'il y a risque de condensation dans la masse de la paroi extérieure.

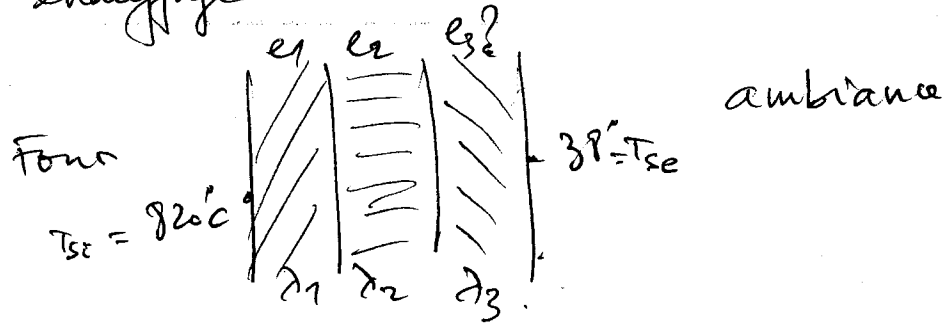
Donnée : Pression de saturation de vapeur d'eau en fonction de la température

T [°C]	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ps [Pa]	476	517	563	611	657	705	758	813	872	934	1001	1073	1148	1227	1312	1402	1497	1598	1704	1817	1937	2063	2197	2337

corrige type du controle de l'atmosphère 12 juin  
chauffage et climatisation -

## Exercice N°1

1)



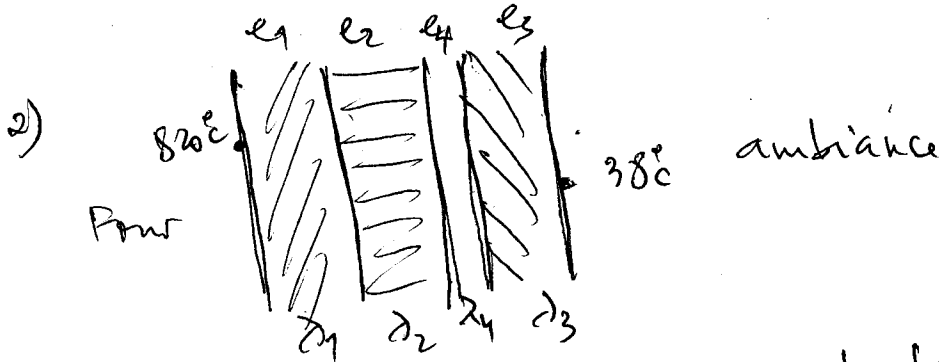
épaisseurs de la brique:

$$\frac{q}{S} = \frac{T_{si} - T_{se}}{\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3}} \quad (0,5) \text{ transfert thermique par conduction}$$

$$e_3 = \left[ \frac{T_{si} - T_{se}}{\frac{q}{S}} - \frac{e_1}{\lambda_1} - \frac{e_2}{\lambda_2} \right] \cdot \lambda_3 \quad (0,5)$$

AN: 
$$e_3 = \left[ \frac{820 - 38}{721} - \frac{10 \cdot 10^{-2}}{1,175} - \frac{15 \cdot 10^{-2}}{0,259} \right] \cdot 0,693 = 0,244 \text{ m} = 24,4 \text{ cm}$$

$e_3 = 24,4 \text{ cm} \quad (0,5)$



épaisseur de la brique avec la lame d'air:  
le transfert thermique par conduction s'écrit

$$\frac{q}{S} = \frac{T_{si} - T_{se}}{\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_4}{\lambda_4} + \frac{e_3}{\lambda_3}} \quad (0,5)$$

$$e_3 = \left[ \frac{T_{si} - T_{se}}{\frac{q}{S}} - \frac{e_1}{\lambda_1} - \frac{e_2}{\lambda_2} - \frac{e_4}{\lambda_4} \right] \cdot \lambda_3 \quad (0,5)$$

AN: 
$$e_3 = \left[ \frac{820 - 38}{721} - \frac{0,18}{1,175} - \frac{0,15}{0,259} - \frac{0,32 \cdot 10^{-2}}{0,0317} \right] \cdot 0,693$$

$e_3 = 17,4 \text{ cm} \quad (0,5)$

7) calcul de la résistance thermique

$$q/s = \frac{T_{se} - T_a}{r_e} \Rightarrow r_e = \frac{T_{se} - T_a}{q/s} \quad (0,5)$$

$$\text{AN: } r_e = \frac{38 - 25}{421} = 0,018 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{W}} \right] \quad (0,5)$$

### Exercice N°20

1) vérification de la résistance thermique de la paroi

$$q = 6,5 \cdot R_{\text{ext}} / r_i \cdot R_{\text{th}} \Rightarrow R_{\text{ext}} = q \cdot \frac{r_i \cdot R_{\text{th}}}{6,5}$$

$$q = \frac{T_i - T_e}{R_{\text{th}}} \quad (0,5) \Rightarrow R_{\text{ext}} = \frac{T_i - T_e}{R_{\text{th}}} \cdot \frac{r_i \cdot R_{\text{th}}}{6,5} \quad (0,5)$$

$$- R_{\text{ext}} = r_i \cdot \frac{T_i - T_e}{6,5} = 0,13 \cdot \frac{20 - 0}{6,5} = 0,4 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{W}} \right] \quad (0,5)$$

$$- R_{\text{th}} = \frac{T_i - T_e}{q} = \frac{20 - 0}{421} = 0,28 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{W}} \right] \quad (0,5)$$

$$R_{\text{th}} = 0,28 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{W}} \right] < R_{\text{ext}} = 0,4 \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{W}} \right] \Rightarrow \text{condition de la résistance thermique n'est pas vérifiée.}$$

2)  $R_{\text{th}} + \frac{e_{is}}{\lambda_{is}} \geq R_{\text{ext}} \quad (0,5)$

la conductivité thermique de l'isolant doit être :

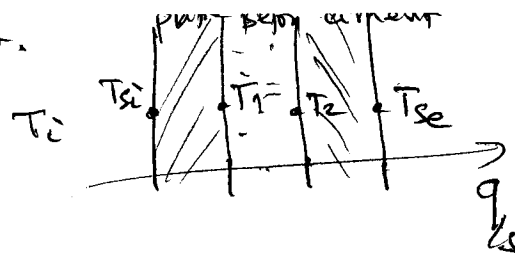
$$\lambda_{is} = e_{is} / (R_{\text{ext}} - R_{\text{th}}) \quad (0,5)$$

$$\text{AN: } \lambda_{is} = 0,02 / (0,4 - 0,28) = 0,167 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{C}} \right] \quad (0,5)$$

# Exercice N°3

Int.

Ext.



## 1) verification de la condensation superficielle

la resistance thermique de la paroi :

$$R_{th} = r_i + \frac{e_p}{\lambda_p} + \frac{e_b}{\lambda_b} + \frac{e_c}{\lambda_c} + r_e = 0,13 + \frac{0,02}{0,5} + \frac{0,1}{1,5} + \frac{0,02}{4,0} + 0,04.$$

$$R_{th} = 0,297 \text{ [m}^2 \cdot \text{C/W]} \text{ (0,5)}$$

la densite du flux traversant la paroi.

$$q_s = \frac{T_i - T_e}{R_{th}} = \frac{18 - (-1)}{0,297} = 63,97 \text{ [W/m}^2 \text{]} \text{ (0,5)}$$

Températures des differentes interfaces de la paroi

$$\frac{q_s}{s} = \frac{T_i - T_e}{R_{th}} = \frac{T_i - T_{si}}{r_i} = \frac{T_{si} - T_1}{\frac{e_p}{\lambda_p}} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{e_b}{\lambda_b}} = \frac{T_2 - T_{se}}{\frac{e_c}{\lambda_c}} = \frac{T_{se} - T_e}{r_e} \text{ (0,5)}$$

$$\begin{aligned} - T_{si} &= T_i - \frac{q_s}{s} \cdot r_i = 18 - 63,97 \cdot 0,13 = 9,68 \text{ [}^\circ\text{C]} > 4,4 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ (Prosee)} \\ - T_1 &= T_{si} - \frac{q_s}{s} \cdot \frac{e_p}{\lambda_p} = 9,68 - 63,97 \cdot \frac{0,02}{0,5} = 7,12 \text{ [}^\circ\text{C]} \\ - T_2 &= T_1 - \frac{q_s}{s} \cdot \frac{e_b}{\lambda_b} = 7,12 - 63,97 \cdot \frac{0,1}{1,5} = 2,86 \text{ [}^\circ\text{C]} \\ - T_{se} &= T_2 - \frac{q_s}{s} \cdot \frac{e_c}{\lambda_c} = 2,86 - 63,97 \cdot \frac{0,02}{4,0} = 1,58 \text{ [}^\circ\text{C]} \end{aligned} \text{ (0,5)}$$

Pressions saturantes du vapeur (Tableau):

$$\begin{aligned} T_{si} &= 9,68 & 9^\circ\text{C} &\rightarrow 1148 \text{ Pa} \\ 9,68 &\rightarrow & 9,68 &\rightarrow p_{9,68} \\ 10^\circ\text{C} &\rightarrow & 10^\circ\text{C} &\rightarrow 1227 \text{ Pa} \end{aligned} \text{ (0,5)}$$

$$\frac{p_{9,68} - 1148}{1227 - 1148} = \frac{9,68 - 9}{10 - 9}$$

(1)

$$P_{9,68} = 0,68(1227 - 1148) + 1148 = 1201,72 \text{ B.} \quad (9,1)$$

$$P_{7,12} = 0,12(1073 - 1001) + 1001 = 1009,64 \text{ B.} \quad (10,1)$$

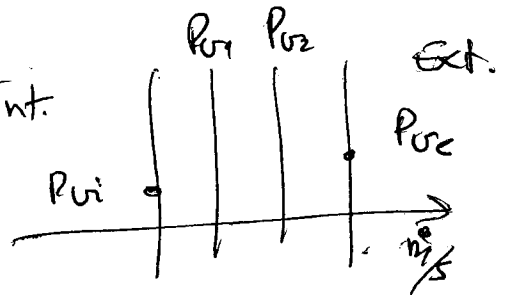
$$P_{2,86} = 0,86(758 - 705) + 705 = 750,58 \text{ B.} \quad (11,1)$$

$$P_{1,58} = 0,58(705 - 657) + 657 = 684,84 \text{ B.} \quad (12,1)$$

Pressions partielles de vapeur d'eau. Int. Ext.

$$\frac{m}{s} = \frac{P_{vi} - P_{v2}}{\frac{e_p}{\pi_p} + \frac{e_B}{\pi_B} + \frac{e_c}{\pi_c}} = \frac{P_{vi} - P_1}{\frac{e_p}{\pi_p}} = \frac{P_{v1} - P_{v2}}{\frac{e_B}{\pi_B}} \quad (II)$$

$$= \frac{P_{v2} - P_{v2}}{\frac{e_c}{\pi_c}}$$

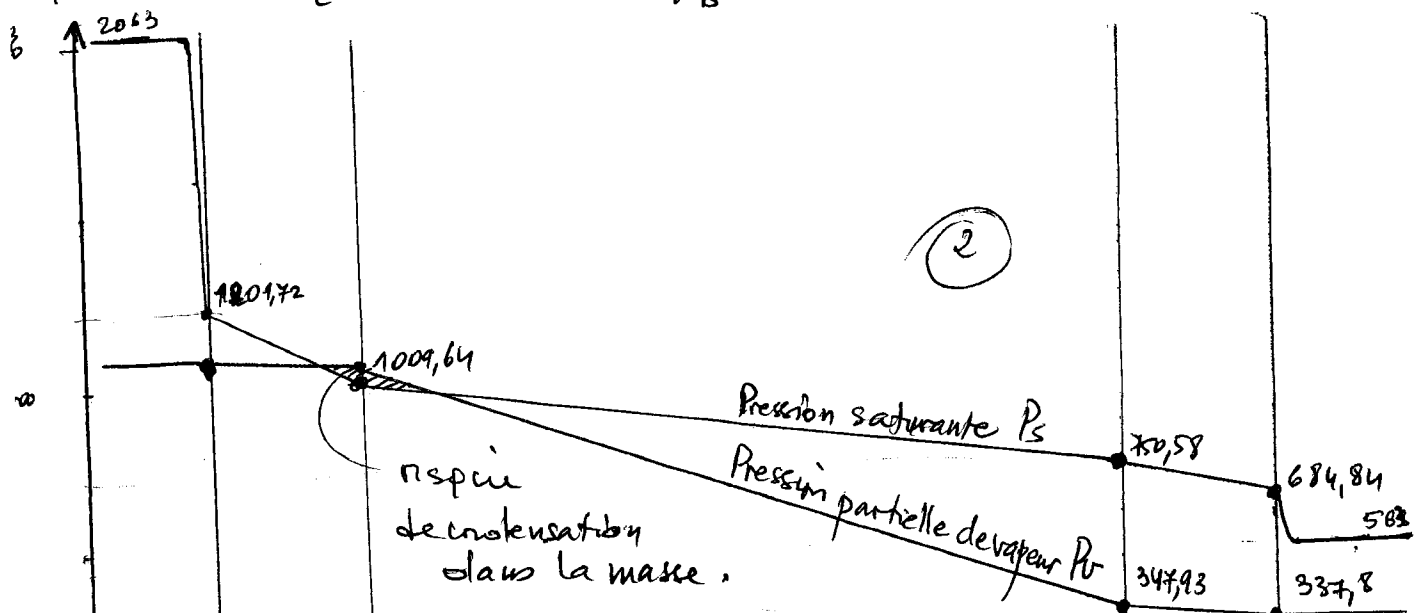


$$P_{vi} = P_{si} \cdot \phi_i = 2063 \cdot 0,5 = 1031,5 \text{ [Pa]} \quad (13,1)$$

$$P_{v2} = P_{se} \cdot \phi_e = 563 \cdot 0,6 = 337,8 \text{ [B]} \quad (14,1)$$

$$\frac{m}{s} = \frac{1031,5 - 337,8}{\frac{0,02}{20 \cdot 10^{-12}} + \frac{0,1}{1,5 \cdot 10^{-12}} + \frac{0,02}{20 \cdot 10^{-12}}} = 1,0102 \cdot 10^{-8} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \right] \quad (15,1)$$

$$(II) \Rightarrow \left. \begin{aligned} P_{v1} &= P_{vi} - \frac{m}{s} \cdot \frac{e_p}{\pi_p} = 1031,5 - 1,0102 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{0,02}{20 \cdot 10^{-12}} = 1021,4 \text{ B} \\ P_{v2} &= P_{v1} - \frac{m}{s} \cdot \frac{e_B}{\pi_B} = 1021,5 - 1,0102 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{0,1}{1,5 \cdot 10^{-12}} = 347,93 \text{ B} \end{aligned} \right\} \quad (16,1)$$



**Contrôle de rattrapage : matériaux de Construction**

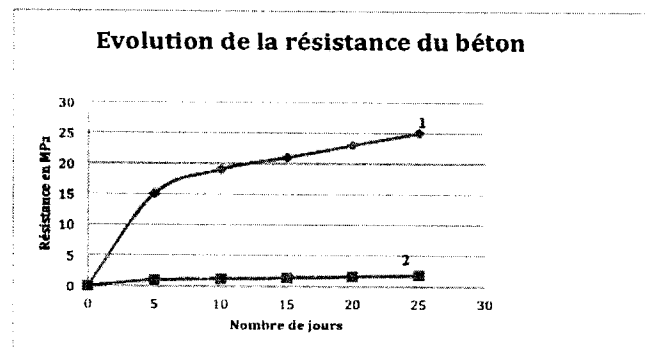
**Document autorisé : Aucun**

**Durée : 1h30**

**Année universitaire : 2<sup>ème</sup> année**

**1. Dans la figure ci-dessous 2 points**

- Que représentent les courbes 1 et 2 pour le béton ? justifiez votre choix.



**2. Quel est le rôle de concassage des granulats ? 1 point**

**3. Décrire l'opération du quartage utilisé pour la réduction d'un échantillon de granulat en donnant une figure explicative. 2 points**

**Points**

**4. Définissez le criblage des granulats en donnant les deux types existants. 2 points**

**5. Définissez les propriétés suivantes : 3 points**

**1) Courbe granulaire 2) la granularité 3) Indice d'hydraulicité 4) La teneur en fines**

**6. Donnez la définition d'un liant 1 point**

**7. Donnez l'usage du liant hydraulique 1 point**

**8. Donnez les trois parties qui composent l'eau de gâchage 1.5 points**

**9. Définissez le liant hydraulique type mixte et citez quelques liants de ce type. 2.5 points**

**10. Définissez le liant latent et le liant actif 2 points**

**11. Définissez la friabilité des sables et donnez la formule à utiliser pour l'évaluer ? 2 points**



Corrigé Type pour l'examen de Rattrapage MDC 2016-2017

**Question 1 (2 point)**

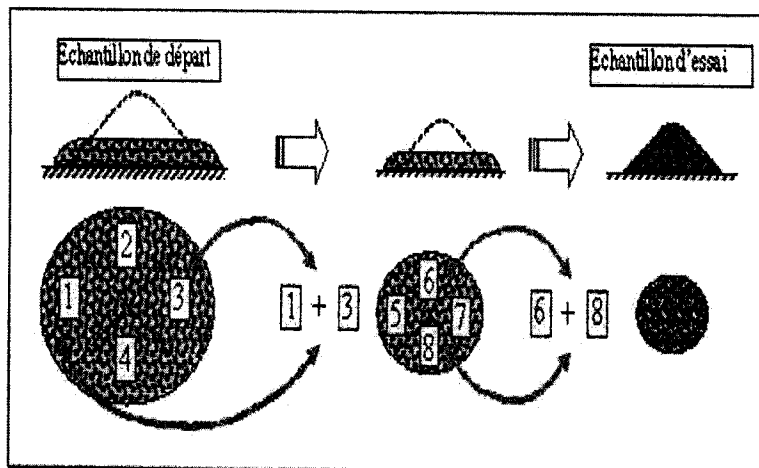
- La courbe 1 représente évolution de la résistance du béton à la compression **0.5 point**
- La courbe 2 représente évolution de la résistance du béton à la compression **0.5 point**
- Pour le matériau béton la résistance à la compression est supérieure à celle à la traction **1 point**

**Question 2 (1 point)**

Le rôle de concassage est principalement réduire les dimensions des éléments pour obtenir la granularité souhaitée, et accessoirement pour améliorer leur forme **0.5 point**

**Question 3 (2 points)**

Le quartage est une opération qu'on utilise pour la réduction de l'échantillon, où on fait une galette après avoir mélangé la quantité de matériaux à réduire, puis on la divise en quatre quarts. On prend les deux quarts opposés et on jette le reste. Donc la division se fait par moitié jusqu'à l'obtention de la masse de prise nécessaire pour l'essai.



**Question 4 (2 points)**

Le criblage est une opération sert à séparer, éliminer ou classier les granulats.

C'est commun à toutes les installations quel que soit le type de la roche exploitée, cette fonction est fondamentale, puisque elle va conditionne la qualité du produit final à commercialiser. Le criblage se fait sur des cribles vibrants à maille carrée. **1 point**

Un criblage pendant l'élaboration sert à classier les granulats **0,5 point**

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. **0,5 point**

### Question 5 (3 points)

- **La courbe granulaire**

C'est la représentation graphique de la granularité d'un granulat **0,75 point**

- **la granularité**

C'est la distribution dimensionnelle des grains d'un granulat. **0.75 Point**

- **La teneur en fines**

Est définie par le passant à 0.08mm. Si l'acquéreur en fait la demande lors de sa commande, le fournisseur indiquera le passant à 0.063mm. **0.75 Point**

- **Indice d'hydraulicité 0.5 point**

Cet indice, appelé également « indice de Vicat » est le rapport de la fraction acide du ciment à la fraction basique. **0.75 Point**

### Question 6

#### Définition d'un liant (1 point)

Le terme de liants regroupe des produits solides ou liquides. Ils durcissent au contact de l'air après « temps de prise ». Les liants sont des produits que l'on emploie sous forme plus ou moins plastique et qui, en durcissant, servent de matière d'agrégation et permettent ainsi d'améliorer le contact entre les matériaux de construction, donc augmenter la résistance

### Question 7

#### Usage du liant hydraulique (1 point)

Pour la fabrication des bétons, mortiers, coulis, des enduits, il est aussi destiné au traitement des sols en place, à la confection des graves et sables traités avec des liants hydrauliques et du béton compacté routier pour assises de chaussées

### Question 8

#### L'eau de gâchage se divise en trois parties (1.5 points)

- L'eau de cristallisation ou d'hydratation fixée chimiquement dans les nouveaux constituants hydratés et qui est nécessaire à leur structure cristalline. **0.5 Point**
- L'eau absorbée : que les granulats absorbent **0.5 Point**
- L'eau libre (dans les fins réseaux capillaires) qui s'élimine plus ou moins par séchage et qui est nécessaire pour obtenir la plasticité indispensable à la mise en place du béton. **0.5 Point**

### Question 9 (2.5 points)

#### Liant hydraulique mixte :

Mélange de liant hydraulique actif et de liant hydraulique latent (le dernier, dans quelques pays comme la République fédérale d'Allemagne, dénommé «additif»). **1point**

On trouve par exemple :

- le ciment Portland et cendres volantes. **0.5 point**
- le ciment Portland et laitier granulé de haut fourneau **0.5 point**
- le ciment Portland et pouzzolanes **0.5 point**

### Question 10 (2 point)

#### Liant Actif : 1 point

Agit sans l'addition d'un activant (comme la chaux) ciment Portland

#### Liant Latent : 1 point

Agit avec l'ajout d'un activant (généralement la chaux) laitier granulé de haut fourneau, cendres volantes, pouzzolanes

### Question 11 (2 point)

#### Friabilité des sables : 1 point

Fs coefficient de friabilité est l'un des indicateurs permettant de juger la résistance au trafic de chantier des matériaux sableux non traités utilisés en couche de forme. L'essai de friabilité de sables mesure l'évolution granulométrique d'une fraction de sable (0.2/2mm ou 0.2mm/4mm) produite par fragmentation dans un cylindre en rotation en présence d'eau et d'une charge broyante (billes métalliques)

#### La formule : 1 point

$$F_s = \frac{m}{500} * 100$$

m : la masse des éléments inférieurs à 0.1 mm produits durant l'essai

Nom : .....

Prénom : .....

Groupe : .....

Contrôle du semestre 4, Imagerie Médicale (01h30)

**Exercice 1 (10 pts):** Dans cet exercice, les questions posées sont des questions à choix multiples (QCM). Donc une simple question peut contenir **plusieurs bonnes réponses**.

Faire un cercle sur les bonnes réponses (A, B, C ...) :

- 1- La tomographie monophotonique utilise :  
☒ A : des rayons X.      B : des éléments radioactifs.      C : des ondes RF.
- 2- Les rayons X sont des ondes :  
☒ A : électromagnétiques.      B : radiofréquences.      C : mécaniques.
- 3- Dans le tube de Coolidge, les rayons X sont générés :  
☒ A : au niveau de l'anode      B : au niveau de la cathode      C : entre l'anode et la cathode
- 4- L'imagerie par ultrasons, donne :  
☒ A : des images en 2D.      ☒ B : des images en 3D.      C : des images thermiques.
- 5- Dans la sonde échographique, on trouve des émetteurs/récepteurs :  
A : infrarouges.      ☒ B : ultrasons.      C : électromagnétiques.
- 6- Le théorème de projection de Radon est utilisé par :  
A : l'IRM.      B : l'échographie.      ☒ C : le scanner à rayons X.
- 7- Lors d'une vélocimétrie Doppler, pour déterminer la vitesse des globules rouges :  
 $\Delta F = 2F_e v / c \cdot \cos \theta$ . Dans cette relation,  $v$  est la valeur de la vitesse :  
A : des ultrasons dans le corps.      B : des ultrasons dans l'air.      ☒ C : des globules rouges.
- 8- La troisième génération de la Tomodensitométrie utilise un système en mode :  
A : Stationnaire-Rotation.      ☒ B : Rotation-Rotation.      C : Translation-Rotation.
- 9- Le temps T1 Correspond au temps mis par Mz pour attendre :  
☒ A : 63% de sa valeur d'équilibre.      B : 37% de sa valeur d'équilibre.      C : 50% de sa valeur d'équilibre.
- 10- Le collimateur dans le gamma-camera, il sert :  
☒ A : à conserver l'information spatiale pour localiser l'origine des photons.  
B : à protéger le dispositif de mesure.  
C : à transformer les rayons gamma en un signal électrique.
- 11- Le gel utilisé dans l'échographie, il permet :  
A : une protection du patient.      B : de faciliter le mouvement de la sonde.      ☒ C : une bonne transition des ondes.