

<p style="text-align: center;"><b>BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ETUDE ET REALISATION D'OUTILLAGES</b></p>
--

## SCIENCES PHYSIQUES

Durée 2 heures

coefficient 2

**Matériel autorisé :**

**CALCULATRICE CONFORMEMENT A LA CIRCULAIRE N°99-186  
DU 16/11/1999**

*Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.*

*Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*

*Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

**Tout autre matériel est interdit**

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.*

**Document à rendre avec la copie :  
Annexe page 5/5**

## "Se plonger dans le fonctionnement d'une piscine municipale"

Une piscine municipale est constituée d'un bassin couvert dont l'isolation en toiture a été réalisée grâce à du polystyrène. La circulation d'eau est assurée par une pompe. Le chauffage de l'eau est effectué grâce à un système électrique composé de résistances. Les deux appareils sont situés dans un local technique. Dans les vestiaires un séchoir électrique assure le confort des usagers.

Le sujet est constitué de quatre parties indépendantes :

- partie A : étude du recyclage de l'eau ;
- partie B : chauffage de l'eau ;
- partie C : séchoir électrique ;
- partie D : isolation du bassin ;

### A. Étude du recyclage de l'eau (9 points)

Le bassin étudié (figure 1) a pour longueur  $L = 25$  m, largeur  $l = 10$  m et hauteur  $H = 4,5$  m. L'eau du bassin est considérée comme un fluide parfait et incompressible, elle en occupe tout le volume.

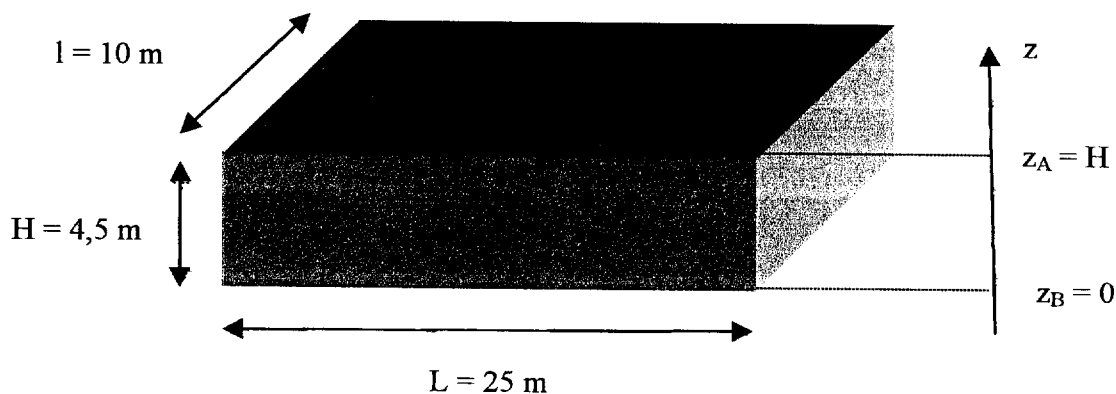


figure 1: schéma en perspective du bassin.

#### Données :

- intensité de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;
- pression atmosphérique  $p_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$  ;
- masse volumique de l'eau  $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
- viscosité dynamique de l'eau  $\eta = 1,0 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$ .

#### **I. Étude d'une contrainte en régime statique**

1. Calculer le volume  $V$  de l'eau contenue dans le bassin.
2. Définir les termes "fluide parfait" et "fluide incompressible".
3. Appliquer la relation de Bernoulli entre un point de la surface du bassin d'altitude  $z_A$  et un point du fond du bassin d'altitude  $z_B$  ; la simplifier sachant que la surface de l'eau reste immobile.
4. En déduire l'expression de la pression  $p_B$  au fond du bassin :  $p_B = p_0 + \rho_{\text{eau}} \times g \times H$ .

Calculer la valeur de la pression  $p_B$ .

5. L'eau contenue dans le bassin exerce sur le fond une force d'intensité  $F_B$ .

5.1. Exprimer l'intensité  $F_B$  de la force en fonction de la pression  $p_B$  et des longueurs  $l$  et  $L$ .

5.2. Calculer la valeur de l'intensité  $F_B$ .

## II. Analyse dynamique de l'écoulement.

Pour permettre le recyclage de l'eau, une pompe assure sa circulation dans un circuit fermé (figure 2). Au fond du bassin, l'eau passe par un orifice circulaire de diamètre  $D = 0,12$  m. Le débit volumique moyen de l'eau au niveau de cet orifice est  $Q_V = 50$  L.s<sup>-1</sup>. On note  $v_A$  la vitesse de l'eau à la surface du bassin et  $v_B$  la vitesse de l'eau au niveau de l'orifice.

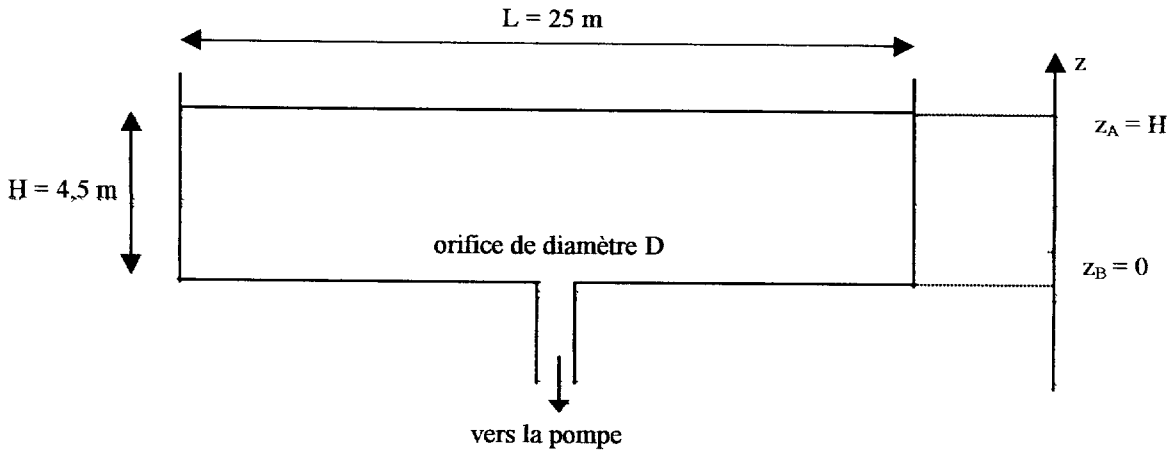


figure 2 : bassin en coupe latérale

1. Comparaison des vitesses  $v_A$  et  $v_B$ .

1.1. Exprimer sous forme littérale la conservation du débit volumique entre un point de la surface du bassin et un point au niveau de l'orifice.

1.2. En déduire que la vitesse  $v_A$  de l'eau à la surface du bassin est négligeable devant la vitesse  $v_B$  de l'eau au niveau de l'orifice.

2. Déterminer la vitesse  $v_B$  de l'eau en fonction du débit volumique  $Q_V$  et du diamètre  $D$ .

Calculer la valeur de la vitesse  $v_B$ .

3. On donne l'expression du nombre de Reynolds au niveau de l'orifice :

$$Re = \frac{\rho_{\text{eau}} \times v_B \times D}{\eta}$$

avec :

- $\rho_{\text{eau}}$  : masse volumique de l'eau ;
- $v_B$  : vitesse de l'eau au niveau de l'orifice ;
- $D$  : diamètre de l'orifice ;
- $\eta$  : viscosité dynamique de l'eau.

3.1. Calculer la valeur  $Re$  du nombre de Reynolds au niveau de l'orifice.

3.2. L'expérience montre que :  
 - si  $Re < 2000$  : le régime est laminaire ;  
 - si  $2000 < Re < 3000$  : le régime est intermédiaire ;  
 - si  $Re > 3000$  : le régime est turbulent.

En déduire la nature du régime au niveau de l'orifice.

4. Le volume d'eau  $V = 1,1 \times 10^3$  m<sup>3</sup> contenu dans le bassin est recyclé en  $d = 10$  heures au maximum. Le débit volumique  $Q_V$  assuré par la pompe est-il suffisant ?

**B. Chauffage de l'eau (3 points)**Données:

- masse volumique de l'eau  $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
- capacité thermique massique de l'eau  $C_{\text{eau}} = 4,2 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

1. Sachant que le volume de l'eau contenue dans le bassin est  $V = 1,1 \times 10^3 \text{ m}^3$ , calculer la masse  $m$  d'eau correspondante.
2. Après la vidange de la piscine, on remplit entièrement le bassin avec une eau à la température  $\theta_i = 15^\circ\text{C}$ . On chauffe l'eau pour atteindre la température de baignade  $\theta_f = 28^\circ\text{C}$ .
  - 2.1. Exprimer la quantité de chaleur  $Q$  absorbée par l'eau du bassin pour atteindre la température de baignade en fonction de la masse  $m$  de l'eau, de la capacité thermique massique  $C_{\text{eau}}$  de l'eau et des températures  $\theta_i$  et  $\theta_f$ .
  - 2.2. Calculer la valeur de la quantité de chaleur  $Q$  en prenant pour valeur de la masse  $m$  d'eau contenue dans le bassin  $1,1 \times 10^6 \text{ kg}$ .
3. Pour chauffer l'eau, on utilise un chauffage électrique de puissance  $P = 1000 \text{ kW}$  pendant une durée  $d = 48 \text{ h}$ .
  - 3.1. Calculer la valeur de la quantité de chaleur  $Q'$  apportée par le chauffage électrique.
  - 3.2. Justifier la différence entre la quantité de chaleur  $Q$  et la quantité de chaleur  $Q'$ .

**C. Séchoir électrique (4 points)**

Un séchoir électrique ( voir l'annexe à rendre avec la copie ) est constitué de trois résistances identiques fonctionnant chacune sous la tension de 230 V. On ajoute à ce système un ventilateur alimenté par un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire dont la plaque signalétique comporte les indications suivantes :

- tension aux bornes d'un enroulement du stator : 400 V
- vitesse de rotation  $n = 1485 \text{ tr.min}^{-1}$

Le séchoir électrique et le moteur sont alimentés par un réseau triphasé (230 V / 400 V ; 50 Hz)

1. Nommer, sur l'annexe à rendre avec la copie, les tensions  $V_A$  et  $U_B$  et indiquer leurs valeurs.
2. Donner, en le justifiant, le mode de couplage des trois résistances ; le représenter sur l'annexe à rendre avec la copie.
3. Déterminer la vitesse de synchronisme  $n_S$  du moteur du ventilateur.
4. En déduire son glissement  $g_N$  en fonctionnement nominal.

**D. Isolation du bassin (4 points)**

L'isolation thermique du bassin est réalisée au moyen d'un matériau plastique : le polystyrène. La polymérisation par addition du styrène (figure 3) est effectuée par voie radicalaire. On emploie à cet effet un initiateur de réaction.

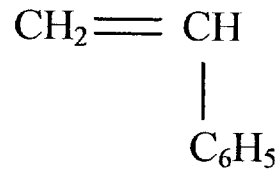


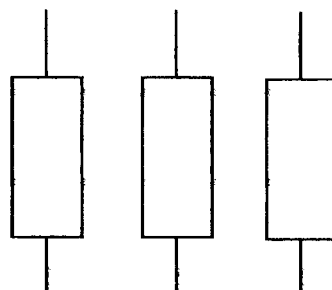
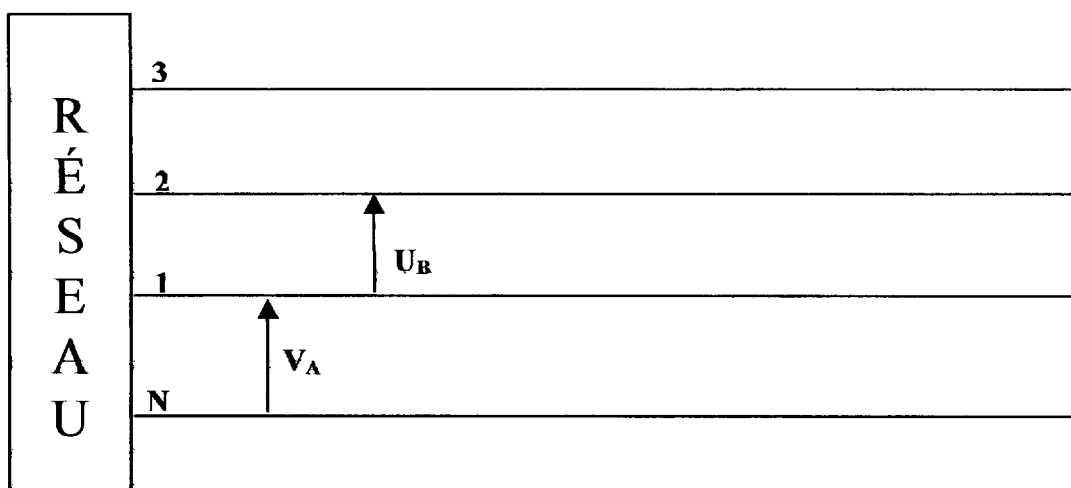
figure 3 : styrène

Données:

- masse molaire du styrène :  $M_S = 104 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- masse molaire de l'initiateur :  $M_I = 242 \text{ g.mol}^{-1}$ .

1. Écrire l'équation chimique de la réaction de polymérisation concernant n molécules de styrène.
2. Connaissant la masse molaire  $M_P = 208 \text{ kg.mol}^{-1}$  du polystyrène utilisé, déterminer la valeur de l'indice de polymérisation n du polymère.
3. Pour effectuer l'isolation de la piscine, on a utilisé une masse  $m_P = 1,04$  tonne de polystyrène.
  - 3.1. Calculer le nombre de moles  $n_P$  de polystyrène correspondant.
  - 3.2. Pour obtenir une mole de polystyrène, il faut une mole d'initiateur.  
En déduire la masse  $m_I$  d'initiateur nécessaire pour fabriquer la masse de polystyrène utilisé ici.

ANNEXE  
À RENDRE AVEC LA COPIE

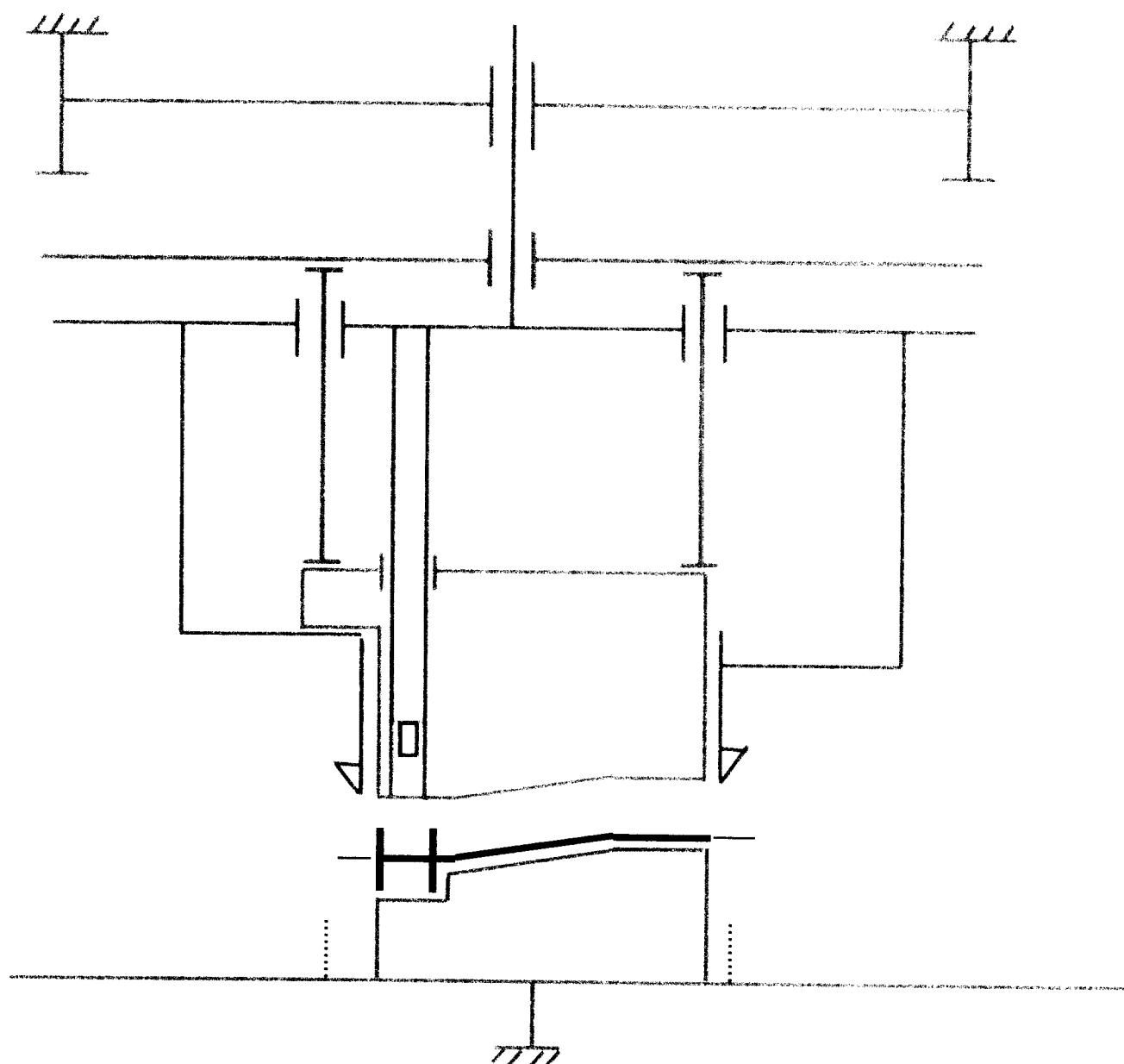


Résistances

# NOMENCLATURE

39					
38					
37	1	Support poinçon inférieur	C45		
36	12	Contre écrou M16 Classe 12-9	NFE 25-403	pas fin	
35	8	Lardon de table	C45		
34	2	Plot de centrage	C45		
33	1	Colonne de guidage			DANLY
32	1	Bague guidage			DANLY
31	1	Support colonne			DANLY
30	1	Table pilon			BLISS
29	1	Support inférieur			BLISS
28	8	Vis CHC M 8 -35 Classe 12-9	NFE 25-125		
27	4	Clavette parallèle B 25 x 18 x 64	NFE 22-177		
26	4	Vis CHC M 18 -30 Classe 12-9	NFE 25-125		
25	4	Vis CHC M 10 - 35 Classe 12-9	NFE 25-125		
23	2	Butée fixe sur bati	C45		
22	8	Bride	C45		
21	8	Vis CHC M 20 - 120 Classe 12-9	NFE 252-125		
20	12	Vis sans tête à bout plat HC M 16	NFE 25-134	pas fin	
19	6	Poupée de réglage	C45		
18	4	Ressort D 40 Longueur libre 89		section 8,4 x 6,2	DANLY
17	2	Chandelle d'éjection	X38CrMoV05		
16	1	Poinçon	X155CrVMo130		
15	1	Matricette	X170CrMoV120		
14	1	Dévêtisseur	C45		
13	4	Plaque de relavage inférieure	C45		
12	1	Poinçon de détournage	5CrMo16		
11	1	Plaque de fixation inférieure	C45		
10	1	Bouchon poinçon	C45		
9	1	Support poinçon	C45		
8	1	Plaque de relavage supérieure	C45		
7	1	Plaque de fixation supérieure	C45		
6	1	Matrice supérieure	X155CrVMo130	Soudure G5 C	
5	1	Extracteur de pièce supérieur	5CrMo16		
4	1	Support de découpe supérieur	C45		
3	1	Support supérieur	C45		
2	1	Palonnier			BLISS
1	1	Coulisseau			BLISS
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation	Référence
		<b>Analyse d'outillage</b>		<b>Dossier technique</b>	
<b>Outil Reprise de Forge</b>					<b>8 / 16</b>

## Schéma technologique de l'outil



Remarque : le guidage entre bloc supérieur et inférieur fait par les colonnes de guidage n'est pas représenté sur ce schéma

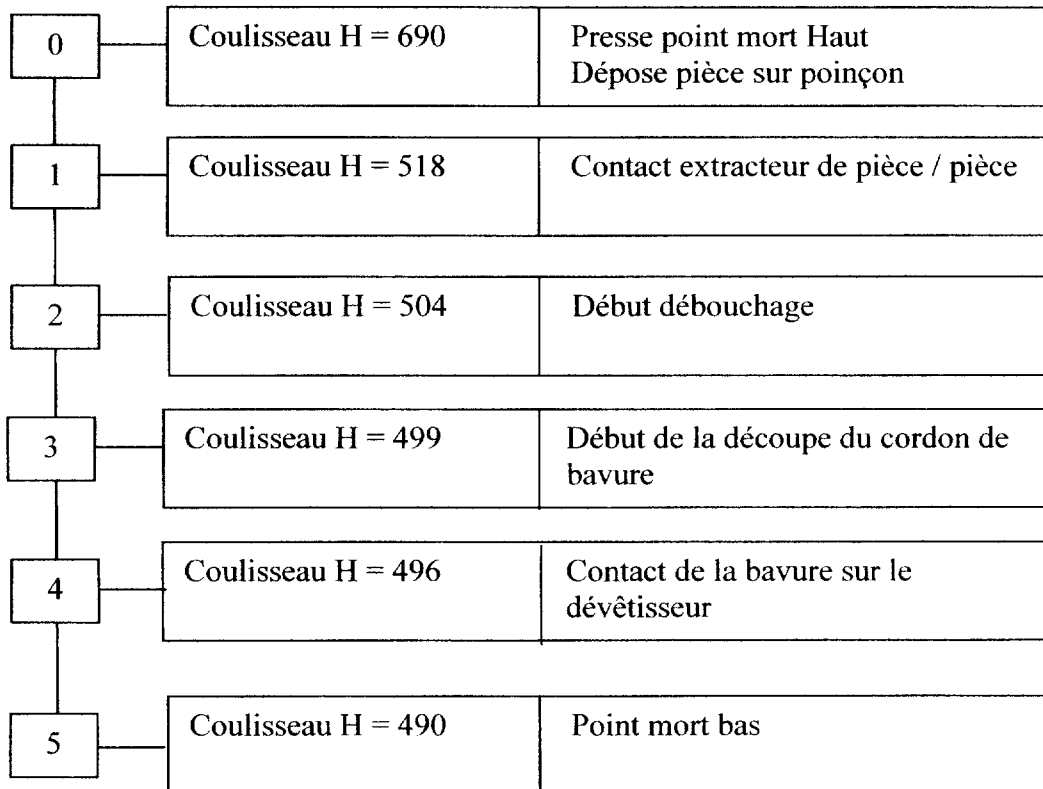
- Groupe bâti
- Groupe coulisseau
- Groupe extracteur + Groupe palonnier
- Groupe dévêtisseur inférieur
- Pièce
- Bavure
- ..... Ressort



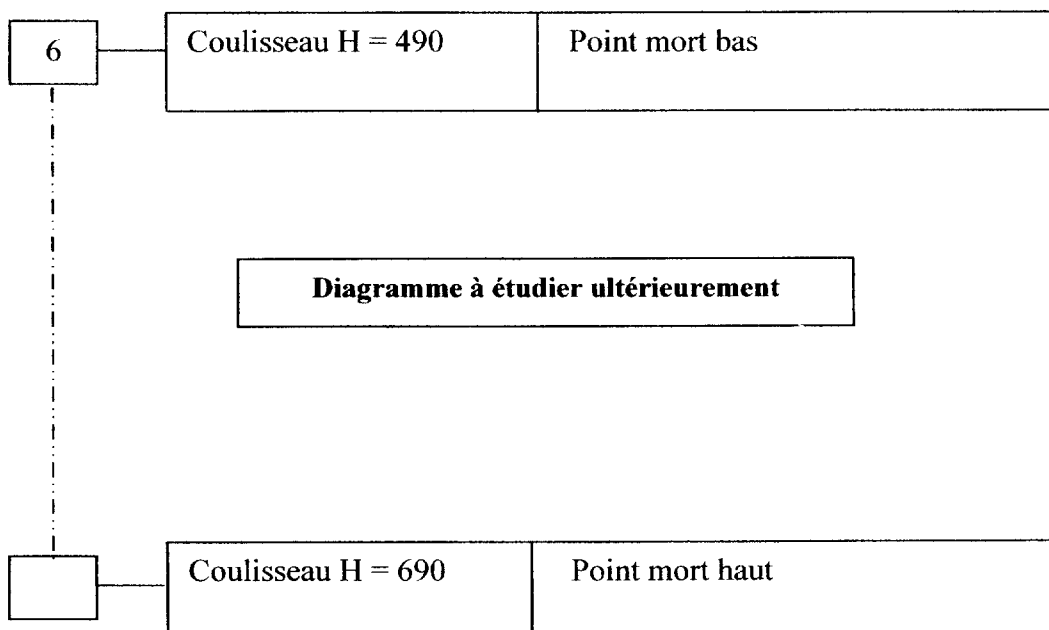
## Diagramme d'évolution

L'évolution traduisant le passage du point mort haut au point mort bas et permettant de réaliser les deux opérations voulues est décrite grâce au graphe ci-dessous :

### a) descente de l'outil



### b) montée de l'outil



# DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

Liste des questions

Format A4

11/16 et 12/16

## TRAVAIL DEMANDE

### I) Etude de la phase de descente de l'outil

- a) Pour permettre une bonne compréhension cinématique de l'outil et à partir du plan 6/16, colorier ou hachurer sur le document réponse 13/16 les pièces liées aux différents groupes cinématiques en respectant les couleurs du schéma 9/16.

#### Répondre sur feuille de copie

- b) Donner le repère et le nom des éléments participant directement à la découpe du cordon de bavure. ( poinçon principal de détournage ainsi que la matrice ).
- c) Donner le repère de la matrice et du poinçon participant au débouchage du diamètre 10.
- d) Le fonctionnement de l'outil montre des étapes de découpe successives. Quel est le principal avantage de ce choix ?

### II) Opération de débouchage

- a) Le groupe extracteur est d'une masse importante ( 46 Kg ). Quel est l'intérêt lors de l'opération de débouchage ?
- b) Calculer l'effort de découpe nécessaire à l'opération de débouchage de  $\varnothing$  10 mm.
- c) Quelles solutions constructives ont été utilisées pour faciliter la maintenance des parties actives de cette opération ?

### III) Découpe du cordon de bavure

- a) La ligne de découpe de la matrice supérieure n'est pas plane. Justifier pourquoi ?
- b) Si on ramène dans un plan la ligne de découpe, quelles seraient les conséquences sur le fonctionnement de l'outil ?
- c) On constate sur le chronogramme page 10/16 que les opérations « 3 » et « 4 » sont espacées de 3 mm. Justifier un tel écart.

**IV) Vérification de l'absence de collision en position outil fermé**

- a) Produire sur le calque 14/16 au point mort bas, le dessin du dévêtitseur en position basse et vérifier qu'il ne rentre pas en contact avec la pièce 13. Utiliser les documents 6/16 et 7/16.
- b) Vérifier que les ressorts ne sont pas « comprimés à bloc » à spires jointives au point mort bas. Utiliser le document constructeur page 16/16.
- c) Calculer les efforts sur le dévêtitseur au point mort bas

**V) Ejection de la pièce et du cordon de bavure**

- a) Réaliser le diagramme de l'éjection de la pièce et de la bavure du point mort bas au point mort haut.  
On entend par étape, le début ou la fin du mouvement d'un des groupes cinématiques.  
Répondre sous la même forme que pour la descente de l'outil.
- b) La pièce remonte avec le bloc mobile.  
Comment est assurée l'éjection de la pièce de l'outillage ?

**VI) Exploitation de l'outil**

La matricette (15) est montée serrée sur le poinçon de débouchage (12). Les chocs, l'usure et les nombreux changements entraînent une détérioration du centrage et de l'appui.

Il vous est demandé de reconcevoir le montage et la fixation de la matricette rapportée sur le document réponse 15/16.  
Préciser les ajustements et les matériaux utilisés.

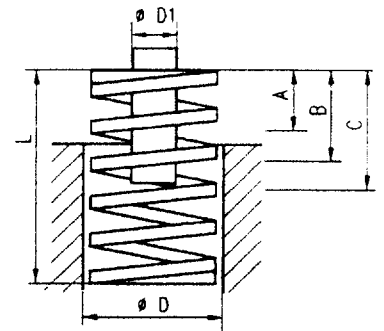
# DOSSIER REPONSES

Document groupe cinématique	Format A3	13/16
Calque étude point mort bas	Format A3	14/16
Document reconception fixation noyau	Format A3	15/16

## ERE4ACO

### Ressort de compression pour charge moyenne

- D** =Diamètre du trou de logement.  
**L** =Longueur totale du ressort détendu.  
**D1** =Diamètre de la tige qui guide le ressort.  
**K** =Charge exprimée en newton pour obtenir une course d'un millimètre.  
**A** =Charge et course recommandées pour une longue durée.  
**B** =Charge et course maximales de travail.  
**C** =Charge et course approximatives du ressort comprimé à bloc.



D mm	D1 mm	L mm	K N/mm	A 20%		B 30%		C Approximatif			
				N	mm	N	mm	N	mm		
32	16	38	388	2949	7,6	4423	11,4	5044	13		
		44	324	2851	8,8	4277	13,2	5184	16		
		51	272	2774	10,2	4162	15,3	4896	18		
		64	212	2714	12,8	4070	19,2	4876	23		
		76	172	2614	15,2	3922	22,8	4644	27		
		89	141	2510	17,8	3765	26,7	4653	33		
		102	122	2489	20,4	3733	30,6	4758	39		
		115	107	2461	23	3692	34,5	4601	43		
		127	93	2362	25,4	3543	38,1	4371	47		
		139	86	2391	27,8	3586	41,7	4386	51		
		152	78	2371	30,4	3557	45,6	4290	55		
		178	67,2	2392	35,6	3588	53,4	4637	69		
		203	59,1	2399	40,6	3599	60,9	4787	81		
		254	46,4	2357	50,8	3536	76,2	4594	99		
		305	38	2318	61	3477	91,5	4522	119		
40	20	51	350	3570	10,2	5355	15,3	6300	18		
		64	269	3443	12,8	5165	19,2	6725	25		
		76	219	3329	15,2	4993	22,8	6570	30		
		89	190	3382	17,8	5073	26,7	6840	36		
		102	163	3325	20,4	4988	30,6	6683	41		
		115	142	3266	23	4899	34,5	6674	47		
		127	128	3251	25,4	4877	38,1	6784	53		
		139	115	3197	27,8	4796	41,7	6440	56		
		152	105	3192	30,4	4788	45,6	6510	62		
		178	89	3168	35,6	4753	53,4	6230	70		
		203	77	3126	40,6	4689	60,9	6391	83		
		254	61	3099	50,8	4648	76,2	6161	101		
		305	51	3111	61	4667	91,5	6477	127		
		50	25	64	413	5286	12,8	7930	19,2	10738	26
				76	339	5153	15,2	7729	22,8	9831	29
89	288			5126	17,8	7690	26,7	10080	35		
102	245			4998	20,4	7497	30,6	10045	41		
115	215			4945	23	7418	34,5	10105	47		
127	192			4877	25,4	7315	38,1	10560	55		
139	168			4670	27,8	7006	41,7	10248	61		
152	154			4682	30,4	7022	45,6	10164	66		
178	134			4770	35,6	7156	53,4	10050	75		
203	117			4750	40,6	7125	60,9	10179	87		
254	89			4521	50,8	6782	76,2	9612	108		
305	73			4453	61	6680	91,5	9709	133		
63	38			76	630	9576	15,2	14364	22,8	15120	24
				89	485	8633	17,8	12950	26,7	15520	32
				102	434	8854	20,4	13280	30,6	15624	36
		115	384	8832	23	13248	34,5	15360	40		
		127	349	8865	25,4	13297	38,1	15356	44		
		152	276	8390	30,4	12586	45,6	15456	56		
		178	237	8437	35,6	12656	53,4	15405	65		
		203	210	8526	40,6	12789	60,9	15540	74		
		254	165	8382	50,8	12573	76,2	15510	94		
		305	134	8174	61	12261	91,5	15410	115		