

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE  
ACADEMIE DU GRAND CASABLANCA  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
DELEGATION EL FIDA- MERS SULTAN  
DE LA FORMATION DES CADRES  
LYCEE AL KHAOUARIZMY  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
DEPARTEMENT DE L'EDUCATION NATIONALE

FA/2

# **BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**PRODUCTIQUE PAR ALTERNANCE**

**EXAMEN DE SORTIE**

**SESSION MAI 2009**

**EPREUVE DE**

**TRAITEMENTS THERMIQUES ET ESSAIS  
MECANIQUES**

Durée : 2 heures

Coefficient : 15

C'est en 1927, à St-Bonnet le Château que fut créée la première boule d'acier qui devait remplacer son ancêtre en buis clouté. L'idée en revint à Jean Blanc qui, avec son ami Louis Tarchier, fabriqua les premières boules « lyonnaises » en acier, puis celles de pétanque.

La fabrication d'une boule d'acier creuse, d'aspect relativement banal, demande un savoir-faire, une technicité et un équipement matériel sophistiqué et coûteux.



Deux types de jeux sont possibles :

- les boules de loisir, régie par la norme NF S 52-200.
- les boules de compétition homologuées par la F.LPJ.P. et la F.F.P.J.P.

Le cahier des charges techniques (F.F.P. J.P.) des boules de compétition impose :

- Un diamètre compris entre 70,5 et 80mm.
- Un poids compris entre 650 et 800 grammes.
- Une dureté supérieure à 35HRC.
- Un équilibrage contrôlé.
- Des inscriptions impératives : marque, label, poids, numéro.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - PRODUCTIQUE			
Durée : 2 Heures	Coef : 15	ESSAIS MECANQUES ET TTH	Session 2009
LYCEE AL KHAOURIZMY		CASABLANCA	Page 1/10

Plus une boule est « dure », plus elle rebondit sur le sol ou en frappant une autre boule. Plus une boule est « tendre », plus elle absorbe les ondes de chocs.

Une boule de pétanque « tendre » permet donc :

- au pointeur, de pouvoir porter la boule plus loin et de plomber avec plus d'efficacité.
- au tireur, d'atténuer le phénomène "kangourou" (boule qui saute) et ainsi favoriser les palais et carreaux.

Les classes de dureté sont réparties de la manière suivante :

- 35HRC = tendre
- 36/37 HRC = mi-tendre
- 40 HRC = mi-dure
- 44/45 HRC = dure

La boule « tendre » est celle que l'on rencontre le plus lors des compétitions officielles. Cependant, une boule mi-tendre convient le mieux pour « tout faire ».

Deux types d'aciers peuvent être utilisés :

l'acier au carbone, protégé par traitement de surface approprié (zingage, nickelage,

- nécessitant un entretien régulier.

l'acier inoxydable, qui n'est pas sujet à la corrosion et ne nécessite pas d'entretien

## **Etude de la fabrication des boules de pétanques**

L'entreprise X, produisant 300 tonnes de boules de pétanques par mois, cherche à réaliser des boules « mi-tendres » en 25CrMo4 soudable revêtues d'un chrome décoratif.

La gamme de fabrication est détaillée en annexe 1.

Le cahier des charges à respecter est le suivant :

- Diamètre des boules : 74 mm
- Poids : 720 grammes
- Dureté : 36/37 HRC (mi-tendre)
- Résilience : KCU > 7 daJ/cm<sup>2</sup>

### **1. Etude du matériau (2pts)**

1.1. Décoder la désignation de la nuance d'acier choisi.

1.2. Indiquer le caractère et l'influence des éléments d'addition.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - PRODUCTIQUE		
Durée : 2 Heures	Coef : 15	ESSAIS MECANQUES ET TTH
LYCEE AL KHAOURIZMY	CASABLANCA	Session 2009
		Page 2/10

## 2. Essais mécaniques (8pts)

- 2.1. Citer les différents types d'éprouvettes normalisées utilisées pour l'essai de résilience.
- 2.2. On utilise un mouton de  $300 \text{ J} \pm 10 \text{ J}$ . Après essai, l'énergie absorbée relevée sur une éprouvette de section au droit de l'entaille est de  $0,5 \text{ cm}^2$ .  
Déterminer la valeur de KCU, conclure.
- 2.3. Le cahier des charges préconise une dureté de 36/37 HRC. Indiquer le principe de l'essai HRC (un schéma peut être utilisé si nécessaire). Quelle sont les charges mises en jeu ?

Une éprouvette cylindrique de la même désignation a été utilisé pour vérifier la caractéristique mécanique de traction de diamètre initial de 12.8 mm est soumise à un essai de traction jusqu'à la rupture. On établit que la résistance à la rupture R est de 460 MPa. Le diamètre de la section transversale à la rupture est de 10.7 mm.

Calculez:

1. la ductilité exprimée par le pourcentage de striction Z.
2. la contrainte réelle à la rupture;
3. Tracer le retour élastique à 0,2% et la courbe de traction dans le domaine élastique.
4. Déterminer le module d'Young du matériau.

le coefficient d'écrouissage n sachant que pour un alliage dans le quel une contrainte réelle de 415 MPa produit une déformation réelle de 0.10. (On suppose que  $\sigma = K \epsilon^n$  avec  $K = 1035 \text{ MPa}$ ).

$$\sigma = K \epsilon^n \quad , \quad \left( \epsilon = \frac{\Delta l}{\Delta d} \right)$$

## 3. Etude des traitements thermiques (10pts)

- 3.1. L'acier choisi est livré à l'état globulisé. Dans quel but ?

Afin de simplifier votre démarche, les boules de pétanque à traiter seront assimilées à des cylindres de diamètre 5mm.

- 3.2. Sur la courbe TRC de l'annexe 2, surligner la loi critique de trempe martensitique. Donner la dureté la plus proche et calculer la durée précise du refroidissement jusqu'à la température de  $100^\circ\text{C}$ .
- 3.3. A partir de la durée relevée en question 3.2. et de l'annexe 3, choisir le mode de refroidissement capable de réaliser la trempe de la pièce dans les conditions optimales.
- 3.4. A l'aide des annexes 4 et 5, définir la température de revenu permettant de respecter le cahier des charges.
- 3.5. Schématiser le cycle récapitulatif **complet** (trempe-revenu) du traitement subi par les boules de pétanques. Indiquer les températures choisies, les temps de traitements et les modes de

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - PRODUCTIQUE		
Durée : 2 Heures	Coef : 15	ESSAIS MECANIQUES ET TTH
LYCEE AL KHAOURIZMY	CASABLANCA	Session 2009
		Page 3/10

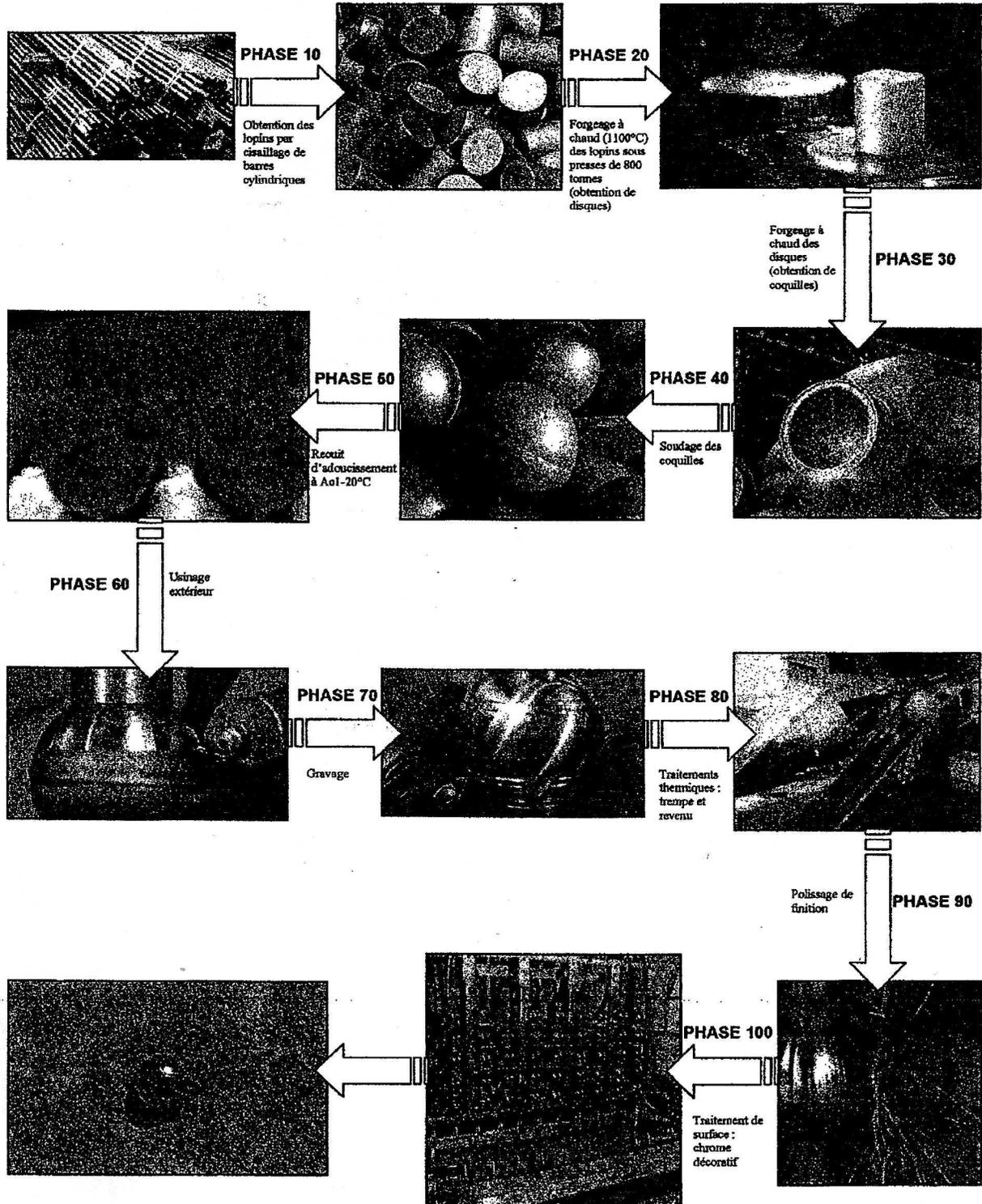
refroidissement.

3.6 Après trempe, le contrôle de dureté d'une série de pièces révèle une dureté de 23 HRC. Indiquer la quantité de constituants présents à l'aide de l'annexe 2 et donner une explication à ce phénomène.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - PRODUCTIQUE		
Durée : 2 Heures Coef : 15	ESSAIS MECANQUES ET TTH	Session 2009
LYCEE AL KHAOURIZMY	CASABLANCA	Page 4/10

## ANNEXE 1

### Gamme de fabrication des boules de pétanques



BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - PRODUCTIQUE

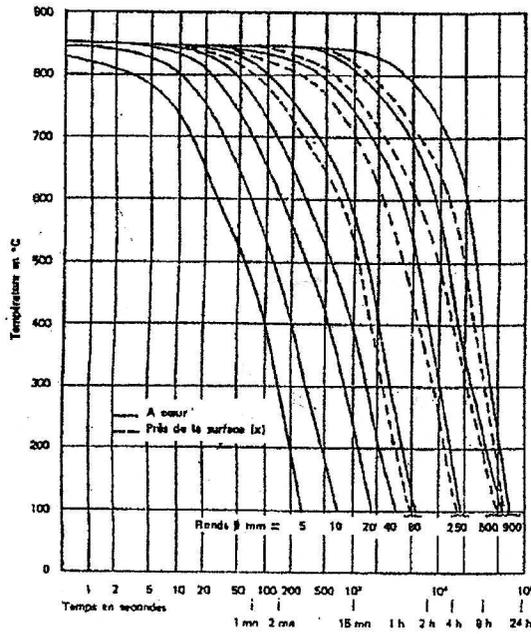
Durée : 2 Heures Coef : 15  
LYCEE AL KHAOURIZMY

ESSAIS MECANQUES ET TTH  
CASABLANCA

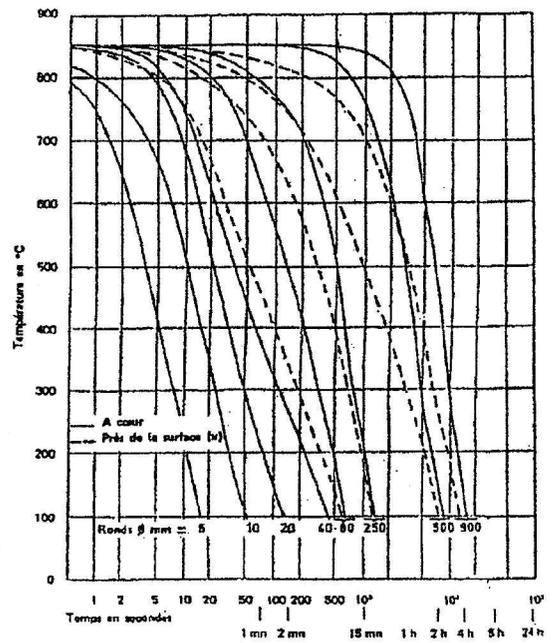
Session 2009  
Page 5/10

### ANNEXE 3

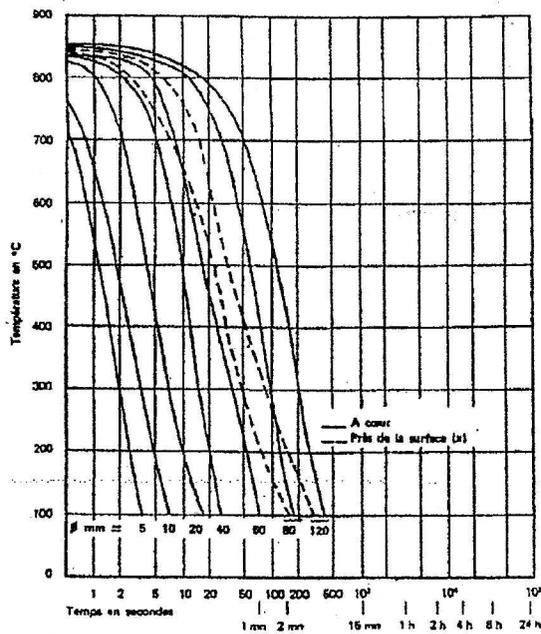
Mode de refroidissement : AIR



Mode de refroidissement : HUILE



Mode de refroidissement : EAU

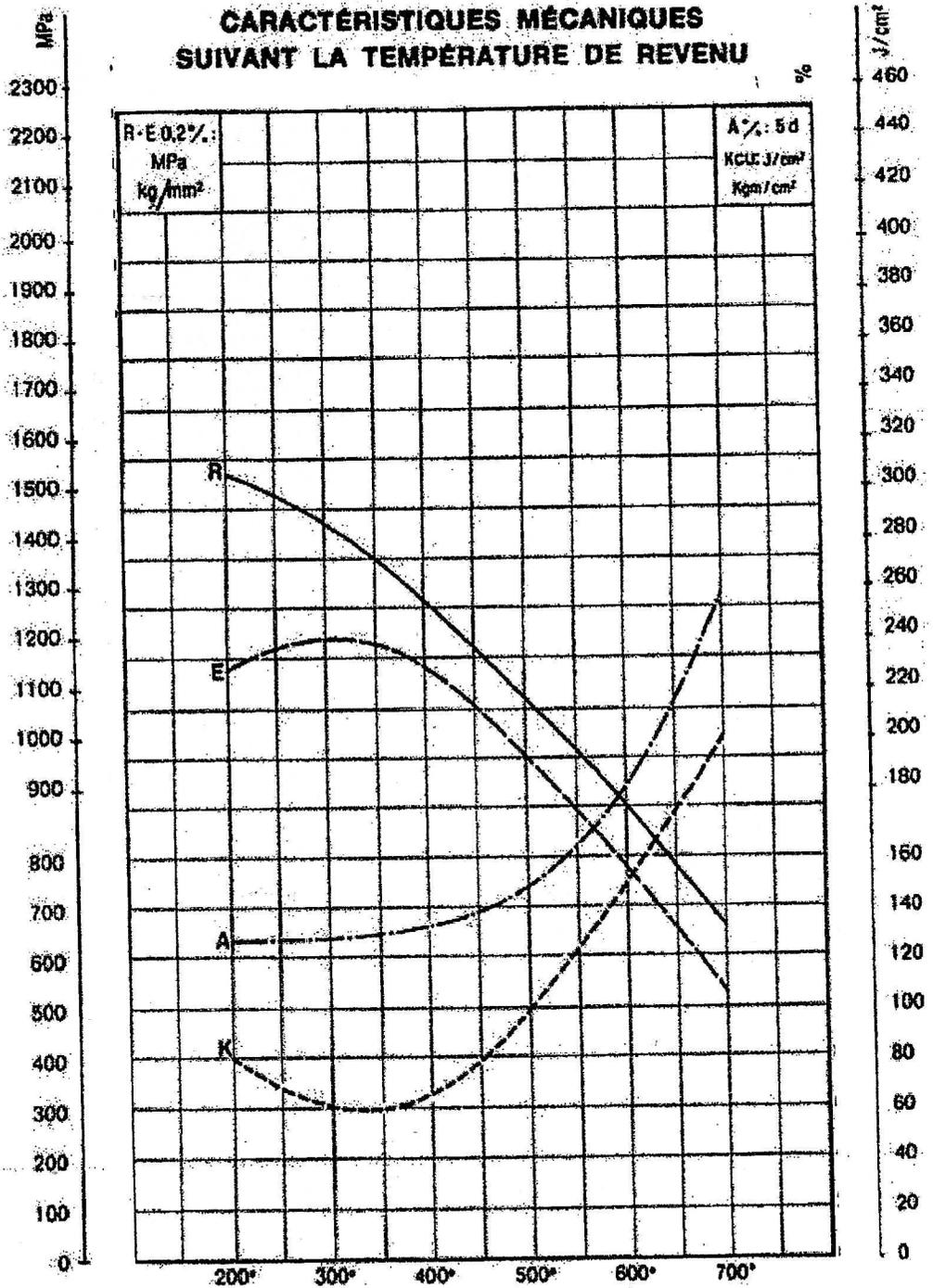


Evolution de la température  
en fonction du temps  
pour un type de refroidissement.

(x)  $\varnothing$  80 mm : à 10 mm de la surface  
 $\varnothing$  250 et 500 mm : à 20 mm de la surface  
 $\varnothing$  900 mm : à R/3 (150 mm) de la surface

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR - PRODUCTIQUE		
Durée : 2 Heures	Coef : 15	ESSAIS MECANQUES ET TTH
LYCEE AL KHAOURIZMY.	CASABLANCA	Session 2009 Page 7/10

ANNEXE 4



ANNEXE 5

TABLEAU D'EQUIVALENCE DE DURETE

HV 30	FBS HFW	FHS	FHS	RHS MPS	HV 30	FBS HFW	FHS	FHS	RHS MPS	HV 30	FBS HFW	FHS
80	78	38		270	280	268			27	890	860	58,5
85	81	42		310	285	271			28	910	870	59,0
90	85	47		320	290	276			28,5	930	880	59,2
95	90	52		340	295	280			29	940	890	59,7
100	95	56		350	300	285			30	960	700	60
105	100	60		370	310	295			31	990	720	61
110	105	62		380	320	304			32	1020	740	62
115	109	65		390	330	314			33	1060	780	62,5
120	114	67		410	340	323			34	1090	790	63
125	119	69		420	350	333			35,5	1120	800	64
130	124	71		440	360	342			36,5	1160	820	64,5
135	128	73		450	370	352			38	1190	840	65
140	133	75		470	380	361			39	1220	850	66
145	138	77		480	390	371			40	1260	890	66,5
150	143	79		500	400	380			41	1290	900	67
155	147	80		510	410	390			42	1330	920	67,5
160	152	82		530	420	399			43	1360	940	68
165	156	83		540	430	409			43,5	1400	960	68,5
170	162	85		550	440	418			44,5	1430	990	69
175	166	86		570	450	428			45	1470	1000	70
180	171	87		580	460	437			46	1500		
185	176	88		600	470	447			47	1540		
190	181	90		610	480	456			48	1570		
195	185	91		630	490	466			48,5	1610		
200	190	92		650	500	475			49	1650		
205	195	93		660	510	485			50	1680		
210	199	94		680	520	494			50,5	1720		
215	204	95		690	530	504			51	1760		
220	208	96		710	540	513			52	1790		
225	214	97		720	550	523			52,5	1830		
230	219	98		740	560	532			53	1870		
235	223	99		750	570	542			53,5	1910		
240	228	100	20	770	580	551			54	1940		
245	233		21	780	590	561			54,5	1980		
250	238		22	800	600	570			55	2020		
255	242		23	820	610	580			56	2060		
260	247		24	830	620	589			56,5	2100		
265	252		25	850	630	599			57	2140		
270	257		26	860	640	608			57,5	2180		
275	262		26,5	880	650	618			58	2220		

Non valable dans ce domaine

Non valable dans ce domaine

