

CORRIGE DE L'EPREUVE ESTI d'ELECTRONIQUE .

1° Etude fonctionnelle : exploitation des documents de présentation.

1. Un compas magnétique fournit l'indication de cap réellement suivi par le bateau.
2. Voir le 'TABLEAU N°1' du Document Réponse CR1.
3. Pour déterminer à tout instant la consigne de positionnement de la barre, le pilote automatique doit disposer :
 - du cap à suivre ou de consigne sélectionné par le navigateur ;
 - du cap réel instantané suivi par le bateau donné par le compas ;
 - de la position réelle instantanée de la barre.

2° Etude de FP1.

2.1 FS1.2 : production des références temporelles.

4 : voir les chronogrammes de 'CLK μ P' et 'HORL CAN' du Document réponse CR1.

5

a /

$f_{\text{CLK } \mu\text{P}} = \frac{F_{\text{QUARTZ}}}{2}$	$f_{\text{HORL CAN}} = \frac{F_{\text{QUARTZ}}}{8}$
$f_{\text{HORL AFT1}} = \frac{F_{\text{QUARTZ}}}{64}$	$f_{\text{HORL AFT2}} = \frac{F_{\text{QUARTZ}}}{256}$

b / $F_{X1} = F_{\text{QUARTZ}} = 2 \times (f_{\text{CLK } \mu\text{P}}) = 2 \cdot 2 \text{ Mhz} = 4 \text{ Mhz.}$

2.2 Fonctions Mémorisation (FS1.3 et FS1.4).

6 : le boîtier '27C256' est un boîtier mémoire à lecture seule (mémoire 'morte') tandis que le boîtier '6116' est un boîtier mémoire à lecture / écriture (mémoire 'vive').

7 : → '27C256' : 32 kilooctets = 32768 octets,

→ '6116' : 2 kilooctets = 2048 octets.

2.3 FS1.5 : décodage d'adresses.

2.3.1 Sélection des boîtiers mémoire : $(MREQ) = 0$.

8 On lit, sur le schéma structurel de la page annexe CA_{ANN2} que le boîtier '27C256' est adressé par le microprocesseur lorsque :

$$CE \setminus (EPROM) = 0 \Rightarrow Y0 (74HC139) = 0 \Rightarrow (A1A0) = (00) \Rightarrow \underline{A15 = 0.}$$

Notons que l'entrée de validation du '74HC139' est reliée à $(MREQ)$ qui est à 0.

On peut dès lors compléter le Tableau n°2 du Document Réponse CR2.

2.3.2. Sélection des boîtiers périphériques : $(IORQ) = 0$.

9 : voir le Tableau n°3 du Document Réponse CR2.

2.4 FS1.8 : initialisation matérielle.

10 : calcul de ' t_{WRRES} ' du microprocesseur 'Z80'.

On a $V_f = V_{CC} = 5V$; $V_i = 0V$ et $V_c = V_{T+} = 2,5V$ (Voir Documentation '74HC132') ;

$$t_{WRRES} = R7 \cdot C47 \cdot \ln \frac{(V_{CC} - 0)}{(V_{CC} - V_{T+})} = 10^4 \cdot 10^{-8} \cdot \ln \frac{5}{2,5} = \underline{69,31 \mu s.}$$

11 a / Voir les chronogrammes des signaux VC ; S et (RES) sur le Document réponse CR3.
b / Vérifions que ' t_{WRRES} ' est supérieure à 3 périodes d'horloge du « Z80 » :

$$35,37 \mu s > 3 \cdot (1 / f_{CLK_{PP}}) = 3 \cdot (1 / 2 \cdot 10^6) = 1,5 \mu s.$$

3° ETUDE DE FP2 : Conversion Analogique Numérique.

3.1 Technologie du C.A.N. 'ADC 0808'.

12. Dans la rubrique des valeurs limites, on lit : $10 \text{ khz} < F_{CLK} < 1280 \text{ khz}$. La valeur de $f_{HORLCAN} = 500 \text{ khz}$ satisfait bien à ces contraintes.

13. Durée d'un cycle de Conversion Analogique Numérique : $100 \mu s$.

14. a/ La broche OE est à un état logique 0 ; les 8 sorties numériques du C.A.N. formant le code numérique du résultat N de la conversion sont dans l'état « Haute Impédance » (H.I).

b/ Ce type de technologie permet d'éviter les conflits de données sur le bus de données lorsque le microprocesseur dialogue avec 1 seul boîtier (EPROM ou RAM ou PIO ou CAN ou ...) de son espace mémoire.

15. Les diodes de stabilisation de tension DZ1 et DZ2 présentes sur les entrées IN4 et IN5 limitent les d.d.p. « VGIR » et « VCARB » à 5,4V ; ce qui répond à la nécessité de ne pas appliquer sur les entrées analogiques du C.A.N. des valeurs de d.d.p. continues supérieures à « VCC + 0,3V » soit ici 5,3V.

3.2 Fonction FS2.1.

16. Sélection de l'entrée analogique IN4 (VGIR) \Rightarrow A2A1A0 = CBA = 1 0 0.

3.3 Fonction FS2.2.

- 17 a/ En application de la relation liant le code décimal N à la valeur analogique VIN ; il vient :

$$N = \frac{[VIN - VREF(-)]}{[VREF(+) - VREF(-)]} \times 256 = \frac{(1,5 - 0)}{(5 - 0)} \times 256 = 76,8 \text{ en base décimale.}$$

- b/ $\rightarrow (77)_{10} = (4D)_{16} = (01001101)_2 = D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0$ ou
 $\rightarrow (76)_{10} = (4C)_{16} = (01001100)_2 = D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0.$

4 Etude de FP10 : élaboration des grandeurs électriques représentatives de l'angle de rotation de la barre.

4.1 Fonction FS10.4 : adaptation aux contraintes de la C.A.N.

18. Action du circuit 'R50-C24'.

- a / En identifiant la transmittance donnée avec l'expression générale de la transmittance d'un filtre « passe bas » du 1^{er} ordre s'exprimant selon :

$$\underline{T} = \frac{1}{1 + j \times (f / f_s)} \quad \text{on obtient } f_s = \frac{1}{2\pi \times R50 C24} = 7,2 \text{ Hz}$$

b / Module de la transmittance :

$$|\underline{T}| = \frac{1}{\sqrt{1 + (f / f_s)^2}}$$

$$\text{Atténuation : } G = 20 \times \{ \log |\underline{T}| \}$$

- \rightarrow Module de la transmittance = 0,9635 et Atténuation = -0,322 dB à la fréquence de 2 hz ;
 \rightarrow Module de la transmittance = 0,036 et Atténuation = -28,88 dB à la fréquence de 200 hz.

- c/ Oui, car on constate bien que l'atténuation du filtre est d'autant plus importante que la fréquence des signaux parasites augmente. Ce filtre constitue à rendre stable la d.d.p. présentée sur l'entrée IN5 du C.A.N. en éliminant les signaux parasites.

19. Calcul de la plage des valeurs de d.d.p. représentatives de l'angle de barre.

$$\text{On a : } \left| \frac{V_{\text{CARB}}}{V_{\text{IN}}} \right| = \left| \frac{T}{1} \right| \times \left| \frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{IN}}} \right| = \left| T \right| \times (R47 \cdot IS) \text{ puisque } I1 = 0 \text{ (C24 chargé) ;}$$

Et : $\left| T \right| = 1$ puisque IS donc VIN sont des grandeurs continues. D'où :

$$\begin{aligned} \rightarrow V_{\text{CARB Max}} &= R47 \cdot IS_{\text{Max}} = 5,17V ; \\ \rightarrow V_{\text{CARB Min}} &= R47 \cdot IS_{\text{Min}} = 0,47V. \end{aligned}$$

4.2 Fonction FS10.2 : adaptation en tension.

20. Etude du 1^{er} étage : détermination de VS1.

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Pour } RT_{\text{Minimale}} = R45 = 220K : a1 = 3,2 \text{ et } b1 = -2,2 ; \\ \rightarrow \text{Pour } RT_{\text{Maximale}} = R45 + RV1 = 420K : a1 = 5,2 \text{ et } b1 = -4,2 ; \end{aligned}$$

21. Etude du 2^{ème} étage : $VS = 2 \times V_{\text{REF1}} - VS1$.

$$\begin{aligned} \text{a/ } VS &= V_{\text{REF1}} \{ 1 - (RT / RN1) \} + (RT / RN1) \times V_{\text{PRB}} ; \\ \text{b/ } V_{\text{REF1}} &= 2,5V. \end{aligned}$$

22 Association des 2 étages : $RT = 312,5K\Omega$.

→ Calcul de VS : en application de la relation de la question 21 a/; il vient :

$$\left. \begin{aligned} \rightarrow \text{Pour } V_{\text{PRB}} = 1,7V \Rightarrow VS &= -5,3125 + 5,3125 = 0V ; \\ \rightarrow \text{Pour } V_{\text{PRB}} = 2,5V \Rightarrow VS &= -5,3125 + 7,8125 = 2,5V ; \\ \rightarrow \text{Pour } V_{\text{PRB}} = 3,3V \Rightarrow VS &= -5,3125 + 10,3125 = 5V. \end{aligned} \right\} \text{ex}$$

→ Voir les 2 premières colonnes du TABLEAU N°4 du Document réponse CR3.

4.3 Fonction FS10.5 : conversion 'Tension -Fréquence'.

23. Le coefficient de proportionnalité k s'exprime en Hertz par Volt (HZ / V).

24. a / D'après la relation associée à l'exemple d'application typique du convertisseur « LM331 » ; on isole le coefficient k selon :

$$k = \frac{F_{\text{VFREQ}}}{VS} = \frac{F_{\text{sortie}}}{V_{\text{in}}} = \frac{1}{2,09} \times \frac{RS}{RL} \times \frac{1}{Rt \cdot Ct}$$

b / Avec les notations du schéma structurel, on obtient :

$$k = \frac{1}{2,09} \times \frac{RV2+R38}{RN2} \times \frac{1}{R35 \cdot C10}$$

c / Calcul des valeurs minimale et maximale de k :

$$\begin{aligned} \Rightarrow k_{\text{Min}} &= (1/10) \times (1/4,32 \cdot 10^3 \cdot 10^{-8}) \times (1/2,09) = 1107,56 \text{ Hz/V} ; \text{ avec } RV2 = 0\Omega \\ \Rightarrow k_{\text{Max}} &= (1,47) \times (1/4,32 \cdot 10^3 \cdot 10^{-8}) \times (1/2,09) = 1628,12 \text{ Hz/V} ; \text{ avec } RV2 = 4,7K\Omega. \end{aligned}$$

25 : Calcul des fréquences associées aux angles de barre '-20°' ; '0°' et '+20°'.

→ D'après $F_{\text{VFREQ}} = k \cdot VS$ et avec $k = 1500 \text{ Hz / Volt}$, on obtient :

$$\begin{aligned} > F_{\text{VFREQ}} &= 1500 \cdot 0 = 0 \text{ Hz} ; \\ > F_{\text{VFREQ}} &= 1500 \cdot 2,5 = 3750 \text{ Hz} ; \\ > F_{\text{VFREQ}} &= 1500 \cdot 5 = 7500 \text{ hz}. \end{aligned}$$

→ Voir le bilan des résultats dans le TABLEAU N°4 du Document Réponse CR3.

4.4 Fonction 'ADAPTATION EN TENSION'.

26 Voir le Tableau n°5 du Document Réponse CR4.

27 La diode D1 protège la diode émettrice de l'optocoupleur '4N26' contre une inversion de polarité. En effet : $V_{\text{RMmax}}(4N26) = 3V$.

28 Calcul de IF :

$$\begin{aligned} \text{On a } V_{\text{IFREQ}} &= R27 \cdot IF + VF \text{ d'où } IF = (V_{\text{IFREQ}} - VF) / R27 = (2,61 - 1,15) / 82 \\ \text{Soit : } IF &= 17,8 \text{ milliampères.} \end{aligned}$$

29 Calcul de ICSat :

$$\begin{aligned} \text{On a } VCC &= R126 \cdot ICSat + VCESat \text{ d'où } ICSat = (VCC - VCESat) / R126 ; \\ \text{Soit numériquement : } ICSat &= (5 - 0,1) / 1800 = 2,72 \text{ milliampères.} \end{aligned}$$

30 Vérifions l'état de saturation du transistor récepteur T de l'optocoupleur :

$$\begin{aligned} \text{On doit vérifier que : } \tau_{\text{Min}} \times IF > ICSat &\Rightarrow (20\%) \times 17,8 = 3,56 > 2,72 ; \\ \text{on en déduit que le phototransistor récepteur est saturé d'un coefficient de sursaturation} & \\ \text{s voisin de 1,31.} & \end{aligned}$$

31 : voir les chronogrammes du Document Réponse CR4.

Φ Φ Φ Φ Φ Φ Φ

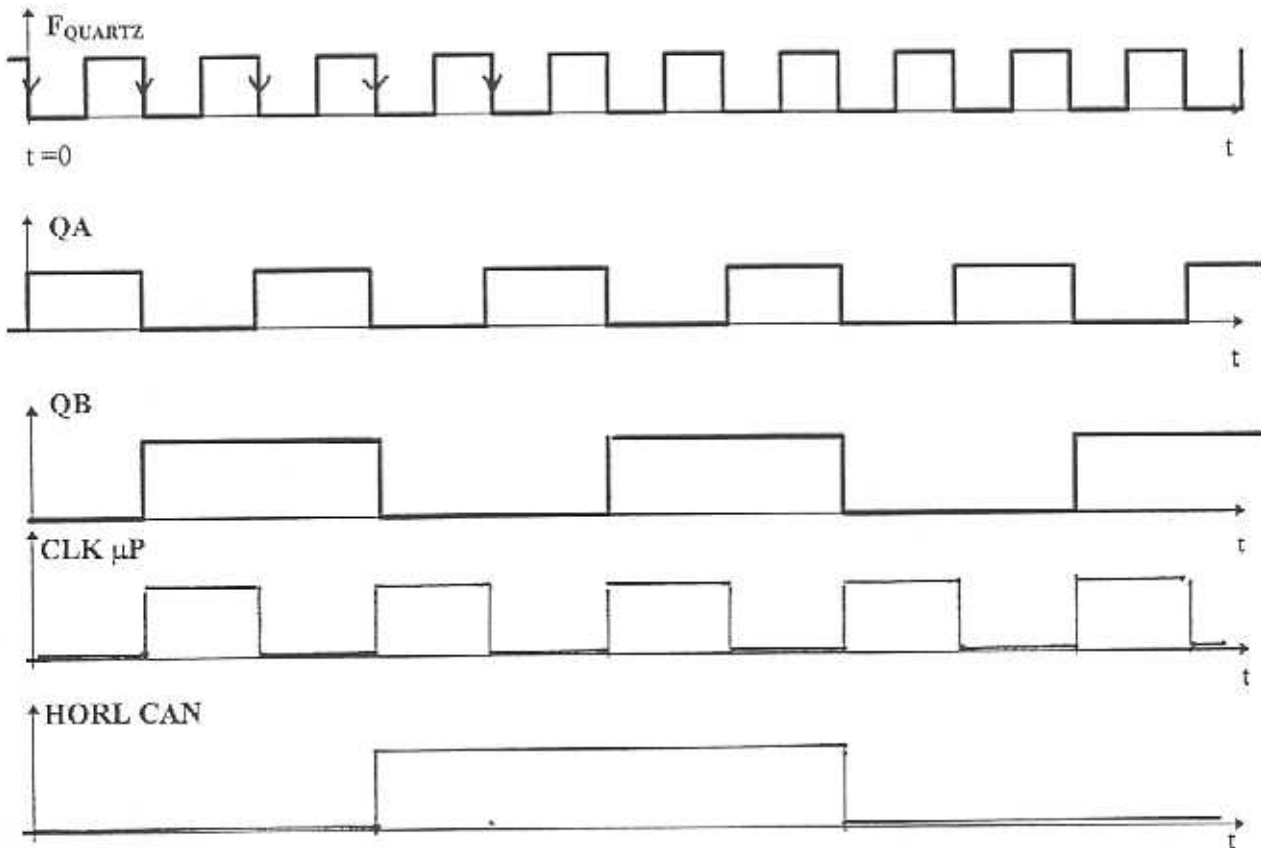
2(Fonct)

TABLEAU N°1

Angle de Cap	0°		180°	
Sinus 'Sine' (V)	2,5V	4,5V	2,5V	0,5V
Cosinus 'Cosine' (V)	4,5V	2,5V	0,5	2,5V

CHRONOGRAMMES DES REFERENCES TEMPORELLES 'CLK μP' et 'HORL CAN'.

4 (ESI.2)



CORRECTION

8 (FS1.5)

TABLEAU N°2

Sélection du boîtier	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Adresse la plus Haute (en Hexa)	Adresse la plus Basse (en Hexa)
EPROM	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7FFF	XXXX
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	XXXX	0000

Légende : complétez par X dans le cas où le bit d'adresse est dans un état indifférent.

9 (FS1.5)

TABLEAU N°3

RD	WR	G1 (Broche n°6 'HC138')	A6	A5	A4	Boîtier sélectionné
0	0	1	0	1	0	PIO U2
0	1	1	0	1	1	PIO U3
1	0	1	1	0	1	CAN
1	1	0	1	1	0	Aucun
0	0	1	1	1	0	CTC U4

Légende : → pour G1 ; complétez par état logique 0 ou 1 ;

→ pour 'Boîtier sélectionné' ; répondre 'Aucun' ou 'PIO U2' ou 'PIO U3' ou 'CAN' ou 'CTC U4'.

CORRECTION

11 (FS1.8)

CHRONOGRAMMES DES SIGNAUX VC ; S et RESET.

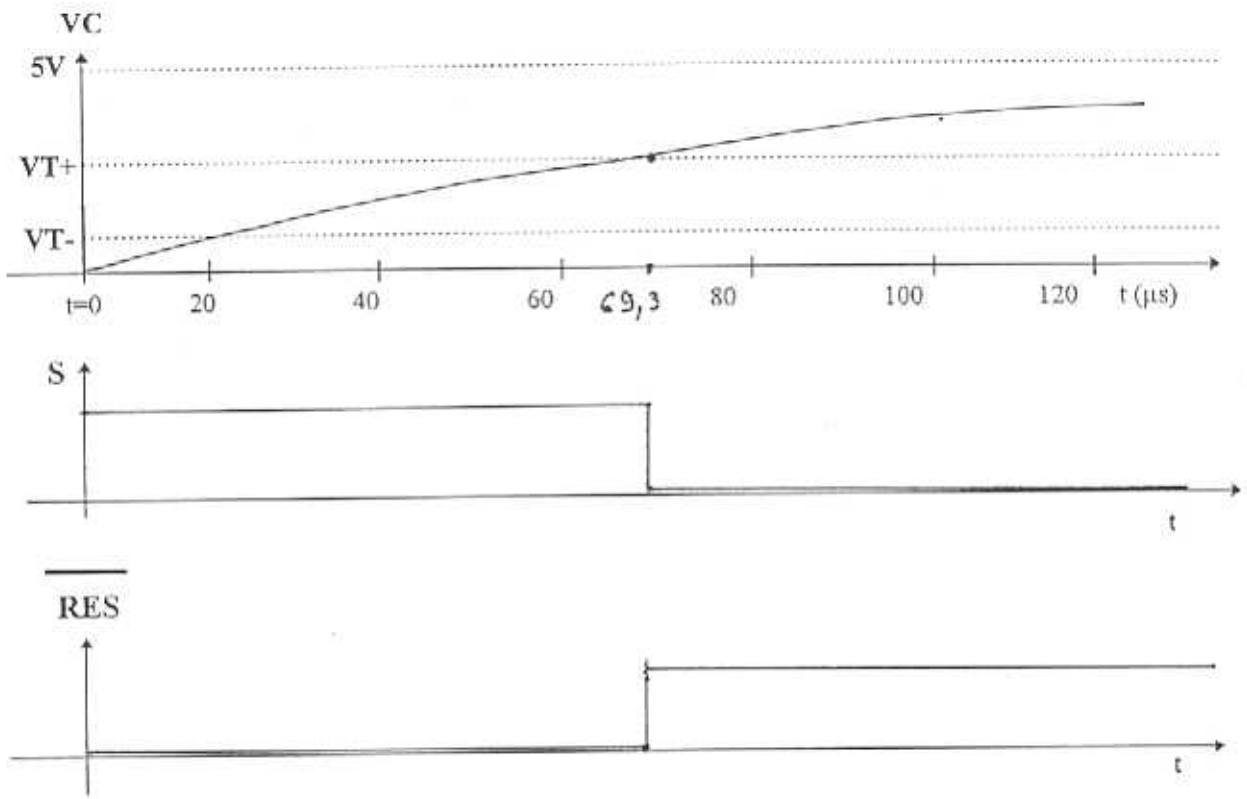


TABLEAU N°4

22 (FS10.2)

22 (FS10.2)

25 (FS10.5)

α	VPRB	VS1 (en Volt)	VS (en Volt)	Fréquence de V_{FREQ} (en Hertz)
-20°	1,7V	5	0	0
0°	2,5V	2,5	2,5	3750
+20°	3,3V	0	5	7500

CORRECTION

26 (FS10.6)

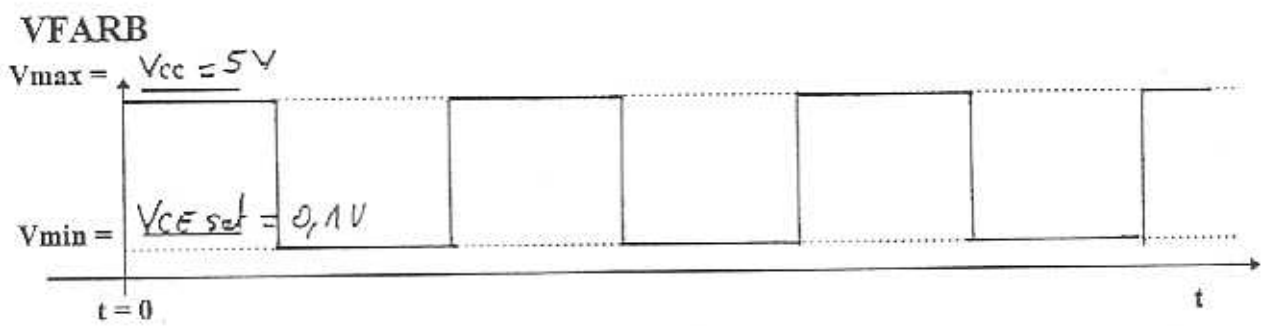
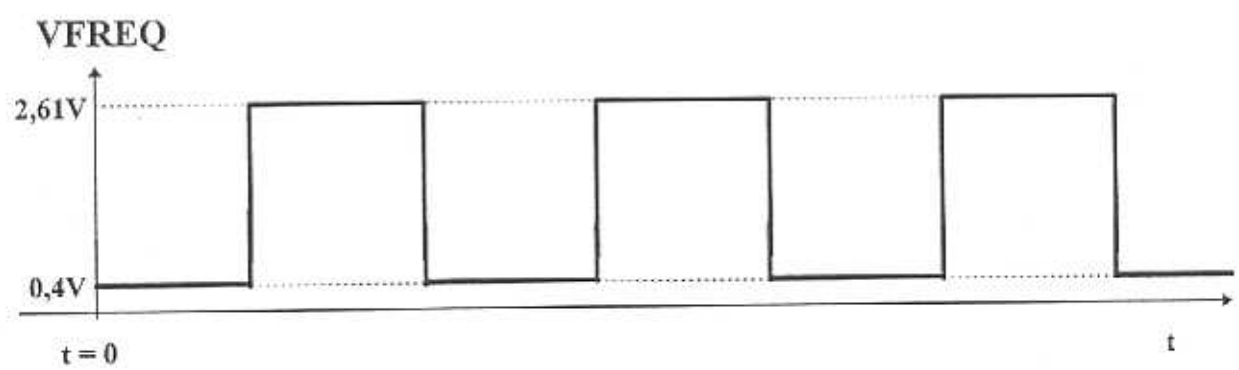
TABLEAU N°5

VFREQ (Niveaux de tension)	0,4V (Niveau bas)	2,61V (Niveau haut)
Etat de la diode D	B	C
Etat du transistor T	B	C

Légende : complétez par C (Conducteur) ou B (Bloqué).

31 (FS10.6)

CHRONOGRAMME DE LA D.D.P. VFARB.



PROPOSITION DE BAREME.

1	3
2	12
3	6

4	$2 \times 4 = 8$
5 a/	$4 \times 2 = 8$
5 b/	4

6	$2 \times 3 = 6$
7	$2 \times 3 = 6$

8	4 pour A15 = 0
8	$4 \times 2 = 8$ (Tableau)
9	10 (Tableau)

10	5
11 a/	5
11 b/	2

12	3
13	3
14 a/ et b/	$2 \times 3 = 6$
15	3
16	3
17 a/	6
17 b/	2

18 a/	6
18 b/	$6 = 3 \times 2$
18 c/	3
19	$2 \times 3 = 6$

20	6
21	$2 \times 3 = 6$
22	6

23	3
24 a/	3
24 b/	6
24 c/	$2 \times 3 = 6$
25	$3 \times 2 = 6$

26	4
27	3
28	5
29	5
30	3
31	4

TOTAL	200
--------------	------------