EXERCICE I. TITRAGE DU DIOXYDE DE SOUFRE PRÉSENT DANS UN ÉCHANTILLON D'AIR (4 points)

Principe du titrage :

Le dioxyde de soufre SO_2 est un gaz qui a des propriétés réductrices et qui est présent dans l'air pollué. Quand on fait barboter un grand volume d'air dans un litre d'eau, le dioxyde de soufre va se dissoudre dans l'eau. Il est possible, par la suite, de le titrer en solution à l'aide d'une solution de permanganate de potassium lors d'une réaction d'oxydoréduction. La concentration massique du dioxyde de soufre dans l'air pollué est ainsi déduite de ce titrage.
On a défini un seuil d'alerte de la population pour une teneur en dioxyde de soufre mesurée supérieure à 500 µg par m^3.

Protocole expérimental :

Une solution S est préparée en faisant barboter $1{,}00\times10^{4}$ m^3 d'air pollué dans V_0 = 1,00 L d'eau. Un volume V_1 = 10,0 mL de cette solution est placé dans un bécher de 100 mL. La solution violette de permanganate de potassium de concentration $C_2 = 1{,}00\times10^{-2}$ $mol.L^{-1}$ est ensuite versée goutte à goutte jusqu'à persistance de la coloration.

Données :

$M_S = 32{,}0$ $g.mol^{-1}$; $M_O = 16{,}0$ $g.mol^{-1}$.

1. Quelle verrerie choisiriez-vous pour prélever avec précision 10,0 mL de solution S ?

2. Sachant que les couples oxydant / réducteur mis en jeu sont : $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ / $SO_{2(aq)}$ et $MnO_4^-{}_{(aq)}$ / $Mn^{2+}{}_{(aq)}$, en déduire que l'équation de la réaction entre les ions permanganate et le dioxyde de soufre est :

$$2\ MnO_4^-{}_{(aq)} + 5\ SO_{2(aq)} + 2\ H_2O_{(l)} = 4\ H^+{}_{(aq)} + 5\ SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2\ Mn^{2+}{}_{(aq)}$$

3. Définir l'équivalence d'un titrage.

4. Donner l'expression du quotient de réaction initial, $Q_{r,i}$, de la réaction précédente. Cette transformation évoluant spontanément dans le sens direct de la réaction, comparer $Q_{r,i}$ à la constante d'équilibre K associée.

5. Donner la relation entre la quantité de matière n_1 de dioxyde de soufre initialement présente dans la solution S et la quantité de matière n_2 d'ions permanganate introduite pour atteindre l'équivalence. Justifier la réponse.
(On pourra éventuellement s'aider d'un tableau d'avancement).

6. Sachant que le volume équivalent du titrage est : $V_{éq}$ = 8,0 mL, en déduire la concentration molaire C_1 en dioxyde de soufre dissous de la solution S.

7. Calculer la masse m_1 de dioxyde de soufre présente dans V_0 = 1,00 L de la solution S.

8. En déduire la masse m_2 de dioxyde de soufre gazeux par m^3 d'air pollué.

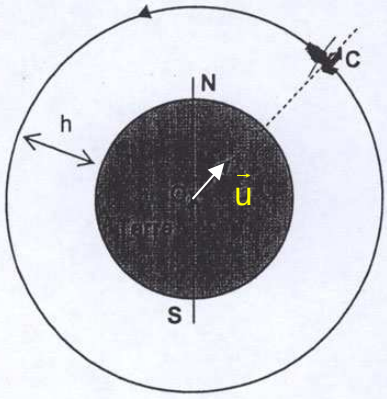
9. Exprimer cette masse en µg. Le seuil d'alerte est-il atteint ?

EXERCICE II. À PROPOS DU SATELLITE SPOT 4 (7 points)

Le satellite d'observation SPOT 4 est placé sur une orbite polaire (c'est-à-dire passant à la verticale des pôles) supposée circulaire dans le référentiel d'étude, à une altitude h = 830 km et sa période de révolution est de T = 101 min.

On supposera que le satellite, de centre d'inertie C, est un solide ponctuel. À cette altitude, on suppose que le satellite se déplace sans frottement.

On appellera m la masse du satellite et M_T la masse de la Terre.



On donne :

Rayon moyen de la Terre : $R_T = 6{,}38 \times 10^6$ m

Constante gravitationnelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ $m^3.kg^{-1}.s^{-2}$

Aides au calcul :

$\frac{4\pi^2}{6{,}67\times10^{-11}} \approx 6\times10^{11}$ $\quad \frac{6{,}67\times10^{-11}}{4\pi^2} \approx 2\times10^{-12}$ $\quad \pi^2 \approx 10$

$(7{,}21\times10^6)^2 \approx 5\times10^{13}$ $\quad (7{,}21\times10^6)^3 \approx 4\times10^{20}$ $\quad (6{,}06\times10^3)^2 \approx 4\times10^7$ $\quad (6{,}06\times10^3)^3 \approx 2\times10^{11}$

Partie I

1. Quel est le nom du référentiel dans lequel le mouvement du satellite est étudié ? Décrire la trajectoire d'un point de la surface de la Terre dans ce référentiel.

2. Exprimer vectoriellement la force $\vec{F}$ exercée par la Terre sur le satellite en fonction des données de l'énoncé et du vecteur unitaire $\vec{u}$.

3. Quelle propriété doit avoir le référentiel pour pouvoir appliquer la deuxième loi de Newton ?

4. *On considérera dans la suite de l'exercice que le référentiel d'étude vérifie cette condition.*

4.1. Énoncer la deuxième loi de Newton appliquée au satellite.

4.2. En déduire une représentation du vecteur accélération $\vec{a}$ (sans souci d'échelle) sur le schéma en **annexe 1, page 7/8, à rendre avec la copie**.

4.3. En déduire que la valeur de l'accélération a du centre d'inertie C du satellite est : $a = G\dfrac{M_T}{(R_T + h)^2}$

5. Quelles propriétés a le vecteur accélération si le mouvement est circulaire uniforme ? Montrer que ces propriétés sont vérifiées ici.

6. Donner l'expression de la vitesse v, supposée constante, du centre d'inertie C du satellite en fonction de R_T, h et T.

7. Donner l'expression de l'accélération a du centre d'inertie C du satellite en fonction de v, R_T et h. En déduire l'expression de l'accélération a du centre d'inertie C du satellite en fonction de R_T, h et T.

8. En identifiant les expressions de l'accélération obtenues aux questions 4.3 et 7, exprimer la masse M_T de la Terre en fonction des données de l'énoncé et calculer sa valeur. (Pour cette seule question, le résultat sera exprimé avec un seul chiffre significatif)

9. Le satellite est-il géostationnaire ? Justifier la réponse.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Partie II

Compte tenu de l'orbite choisie pour le satellite SPOT 4, son générateur solaire se trouve dans l'ombre de la Terre à chaque révolution pendant une durée d'environ 35 min et éclairé durant 65 min. Le courant n'est généré par les cellules que pendant les périodes éclairées. Il faut donc un élément capable de stocker de l'énergie pendant le « jour » et de la restituer pendant la « nuit » pour alimenter de façon permanente le satellite. De même, pendant les phases de lancement, avant que le générateur solaire ne soit déployé, l'alimentation du satellite doit être assurée.

Pour cela, quatre batteries de 40 ampères-heures, pesant près de 45 kg chacune, sont embarquées sur SPOT 4 pour répondre à la consommation électrique du satellite. Elles sont composées chacune de 24 accumulateurs nickel-cadmium. À chaque révolution, les batteries effectuent un cycle complet décharge - recharge. Pour tenir les cinq années de durée de vie souhaitée, ce qui représente plus de 25 000 cycles, une gestion très fine des batteries s'impose.

L'accumulateur nickel-cadmium est composé d'une électrode de nickel et d'une électrode de cadmium, plongées dans un électrolyte et séparées par une paroi poreuse. Les deux couples oxydant / réducteur mis en jeu sont : $NiO(OH)_{(s)}$ / $Ni(OH)_{2(s)}$ et $Cd(OH)_{2(s)}$ / $Cd_{(s)}$. Par souci de simplification, on étudiera uniquement l'accumulateur nickel–cadmium lors de sa charge et on considérera qu'il est relié à un générateur. Le schéma simplifié du dispositif est représenté en ***annexe 2, page 7/8, à rendre avec la copie.***

On donne les deux demi-équations électroniques associées à cet accumulateur :

$$NiO(OH)_{(s)} + H_2O_{(l)} + e^- = Ni(OH)_{2(s)} + HO^-_{(aq)}$$

$$Cd(OH)_{2(s)} + 2e^- = Cd_{(s)} + 2HO^-_{(aq)}$$

1. Sachant que du cadmium solide se forme, écrire l'équation globale lors de la charge de l'accumulateur.

2. Indiquer sur le schéma en **annexe 2, page 7/8, à rendre avec la copie** :

2.1 Le sens de déplacement des électrons lors de la charge de l'accumulateur ;

2.2 La polarité des bornes du générateur relié à l'accumulateur.

3. À quelle électrode (nickel ou cadmium) se produit la réduction lors de la charge de cet accumulateur ?

4. La masse de métal nickel va-t-elle augmenter, diminuer ou rester constante durant la charge ? Justifier la réponse.

5. Sachant que l'électrolyte est formé d'ions $K^+_{(aq)}$ et $HO^-_{(aq)}$, indiquer le sens de déplacement de ces ions lors de la charge de l'accumulateur, en complétant le schéma en **annexe 2, page 7/8, à rendre avec la copie**.

6. Exprimer la charge électrique Q de 40 ampères-heures indiquée dans le texte, dans l'unité du système international.

7. Calculer la durée minimale théorique de charge d'une batterie complètement déchargée lorsque le courant de charge est maintenu constant à 10 A.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III. DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ D'UN CONDENSATEUR (5 points)

On se propose de déterminer la capacité d'un condensateur à partir de deux méthodes différentes.
On dispose du matériel suivant :

- *un générateur de tension continue E = 20 V ;*
- *une boîte de résistances étalonnées R (x 1 Ω, x 10 Ω, x 100 Ω, x 1000 Ω) ;*
- *une bobine idéale d'inductance L = 0,50 H et de résistance nulle ;*
- *un condensateur de capacité C inconnue ;*
- *un ordinateur relié au montage par une interface et permettant d'enregistrer des variations de tensions et d'intensité au cours du temps ;*
- *des fils de connexion sécurisés ;*
- *un interrupteur.*

I - Première méthode.

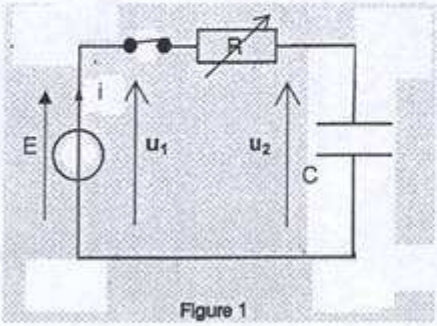


Figure 1

Le montage d'un circuit RC est représenté sur la ***figure 1.***

À l'aide de l'ordinateur, on enregistre les variations au cours du temps des deux tensions u_1 et u_2 à partir de l'instant de la fermeture de l'interrupteur, choisi comme origine des dates.
*Les graphes obtenus pour différentes valeurs de la résistance R sont reproduits sur l'****annexe 3, page 8/8, à rendre avec la copie.***

1. Compléter le tableau de l'**annexe 3, page 8/8, à rendre avec la copie**, en indiquant dans chaque case, le numéro de la courbe qui convient (le même numéro peut apparaître plusieurs fois).

2. Compléter le tableau de l'**annexe 4, page 8/8, à rendre avec la copie**, après avoir déterminé graphiquement la constante de temps τ correspondant à la charge du condensateur pour R = 1600 Ω en expliquant la méthode utilisée.

3. Donner l'expression de la constante de temps τ en fonction des caractéristiques du circuit. Justifier son unité par une analyse dimensionnelle.

4. Tracer sur l'**annexe 5, page 8/8, à rendre avec la copie**, le graphe représentant τ en fonction de R (échelle : 1 carreau ↔ 0,02 s et 1 carreau ↔ 100 Ω).
En déduire la valeur de C en expliquant la méthode utilisée.

II - Deuxième méthode.

Le condensateur chargé sous une tension E = 20 V est maintenant placé en série avec la résistance R et la bobine idéale d'inductance L = 0,50 H et de résistance nulle.
Le circuit ainsi réalisé est représenté sur la ***figure 2.***
À l'instant de date t = 0 on ferme l'interrupteur.
L'ordinateur permet de suivre les variations au cours du temps de la tension u_C et de l'intensité i.

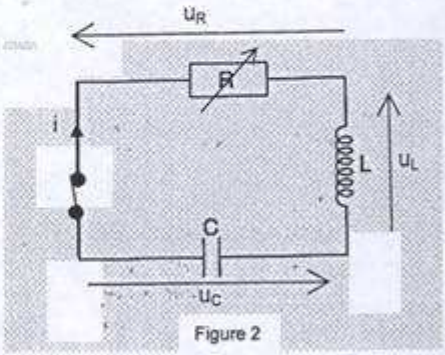
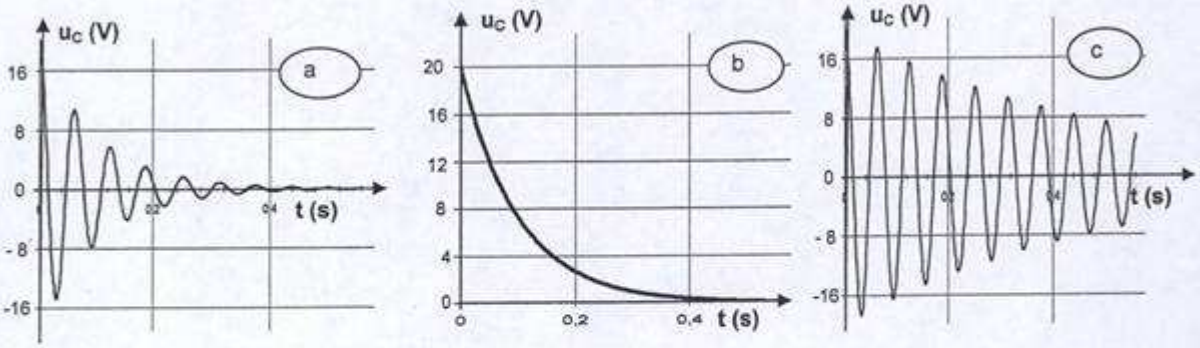


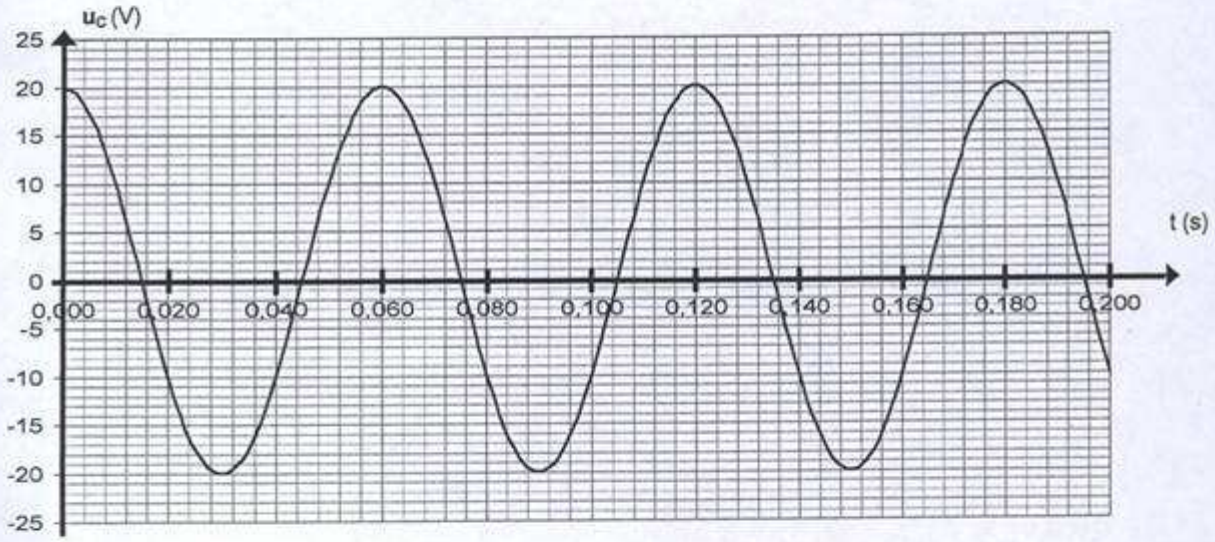
Figure 2

1. On donne ci-dessous plusieurs courbes représentant les variations de u_C au cours du temps pour différentes valeurs de R.
Compléter le tableau de l'**annexe 6, page 8/8, à rendre avec la copie**, en associant chaque courbe à la valeur de R qui lui correspond et donner le nom du régime de décharge.



2. Établir l'équation différentielle vérifiée par la fonction $u_C(t)$ si la résistance R est nulle.

3. L'ordinateur donne la courbe suivante :



a. Déterminer la période propre T_0 des oscillations et donner son expression en fonction des caractéristiques du circuit.
b. En déduire la valeur de C.

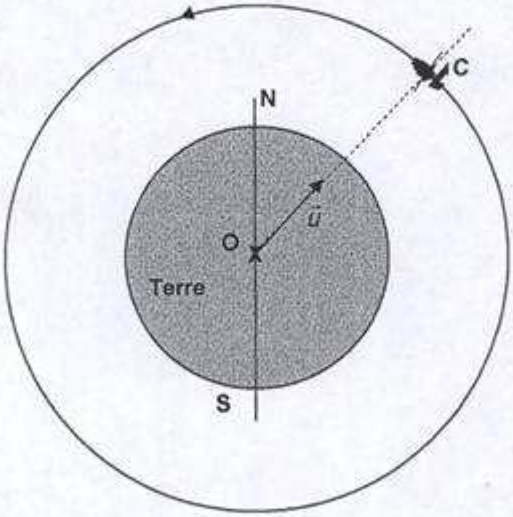
On donne :

$(0,060)^2 = 3,6\times10^{-3}$ $\quad \pi^2 \approx 10$

ANNEXES DE L'EXERCICE II

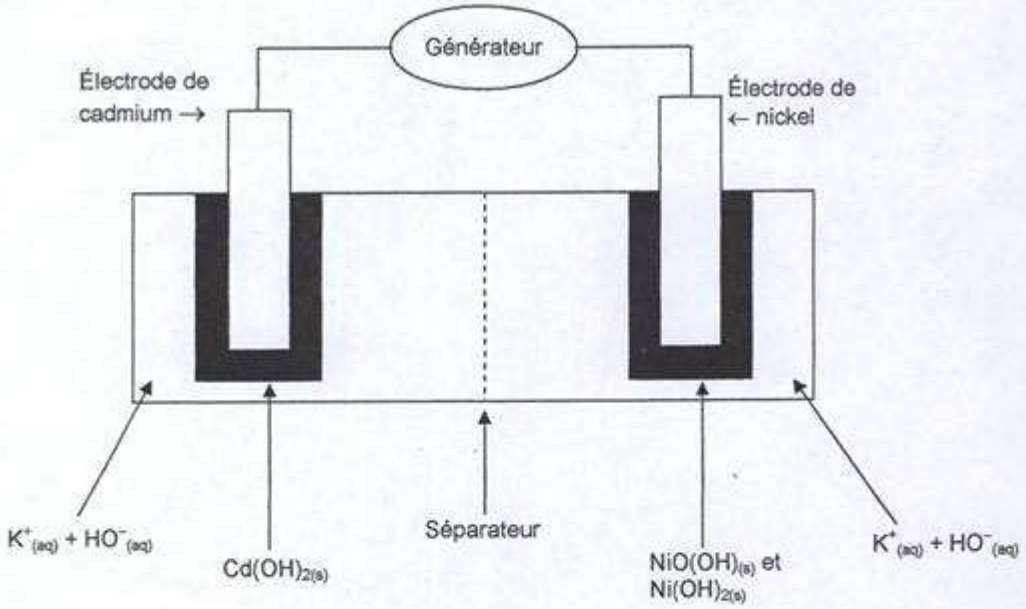
À RENDRE AVEC LA COPIE

Annexe 1



Trajectoire du satellite SPOT 4

Annexe 2



Structure simplifiée de l'accumulateur Ni/Cd

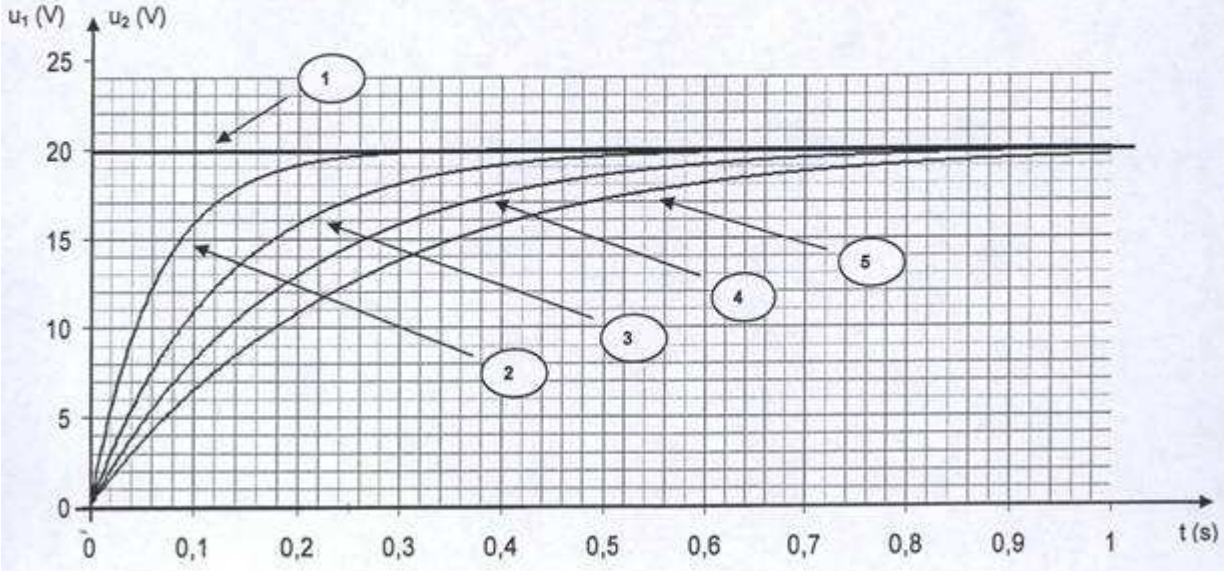
09 PYSCJA O

Page 7 / 8

ANNEXES DE L'EXERCICE III
À RENDRE AVEC LA COPIE

Annexe 3

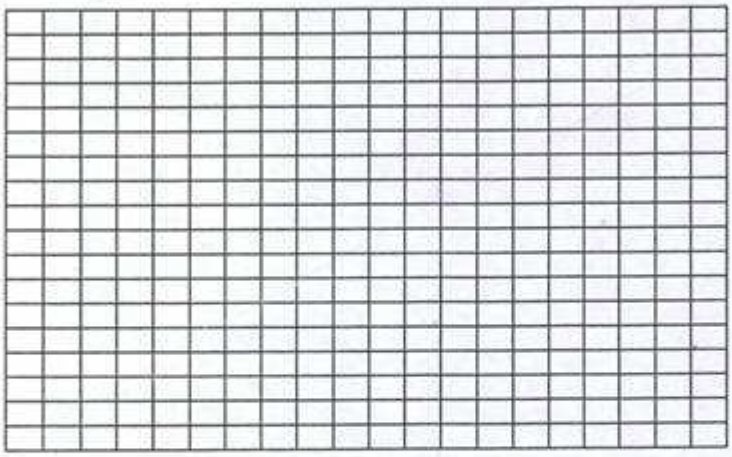
R (Ω)	400 Ω	800 Ω	1200 Ω	1600 Ω
Courbe représentant u_1				
Courbe représentant u_2				



Annexe 4

R (Ω)	400 Ω	800 Ω	1200 Ω	1600 Ω
τ (s)	0,06	0,14	0,21	

Annexe 5



Échelle :
1 carreau ↔ 0,02 s
1 carreau ↔ 100 Ω

Annexe 6

	R = 2 Ω	R = 10 Ω	R = 1000 Ω
Courbe représentant u_C			
Nom du régime de décharge			

09 PYSCJA O

Page 8 / 8