

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL – SÉRIE S – SESSION 2014

Les modalités de l'épreuve de sciences physiques du baccalauréat général, série S, sont fixées par la note de service n° 2011-154 du 3/10/2011 publiée au B.O. spécial n° 7 du 6 octobre 2011.

Sur la copie le correcteur porte la note sur 20 arrondie au demi-point.

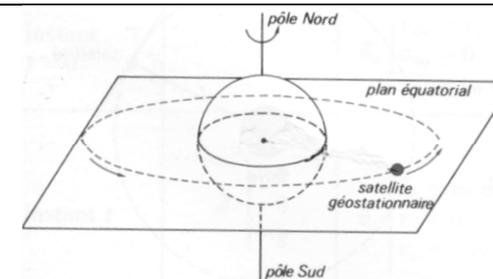
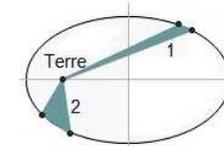
Le traitement équitable des candidats impose de respecter scrupuleusement les exigences du barème et de ses commentaires.

Éléments d'analyse des exercices (sauf exercice de spécialité)

- Complexité d'une tâche
 - **Tâche simple** : Il est possible et assez fréquent de ne mobiliser qu'une capacité dans une question. Il s'agit alors de vérifier l'acquisition de savoir-faire ou de procédures. La consigne délimite explicitement le domaine dans lequel la tâche est réalisée. L'élève doit reconnaître une opération classique régulièrement pratiquée durant sa formation.
 - **Tâche complexe**. Une tâche complexe mobilise des ressources internes (culture, capacités, connaissances, vécu...) et externes (protocoles, fiches techniques, ressources documentaires...). Elle ne se réduit pas à l'application d'une procédure automatisée.
- Descripteurs des quatre niveaux de difficulté :
 - **Niveau 1** : question n'amenant à effectuer aucun raisonnement (par exemple les questions de restitution directe de connaissances, ou d'application numérique).
 - **Niveau 2** : question amenant l'élève à effectuer un raisonnement peu élaboré (tâches simples ne demandant ni raisonnement qualitatif/quantitatif à plusieurs étapes ni formalisme spécifique, type application directe d'une loi).
 - **Niveau 3** : question amenant l'élève à effectuer un raisonnement moyennement élaboré (tâches demandant un raisonnement qualitatif/quantitatif à étapes avec une place modérée du formalisme dédié).
 - **Niveau 4** : question amenant l'élève à effectuer un raisonnement élaboré (tâches demandant un raisonnement qualitatif/quantitatif nombreux paramètres (plusieurs étapes, causes multifactorielles, ramifications,...) avec éventuellement mais pas nécessairement une place notable du formalisme dédié).

Exercice I : Satellites de télédétection passive (10 points)

	Complexité	Type de raisonnement	Niveau	Eléments de réponse	Barème
1.1	simple	Restituer une connaissance	1	Deuxième loi de Kepler ou loi des aires : le rayon-vecteur (reliant le centre de la Terre au satellite) balaie des aires égales en des temps égaux.	0,5
	simple	Interpréter géométriquement une loi	2		
1.2	simple	Utiliser une loi	2	SPOT et Météosat décrivent une orbite circulaire (doc 1 et 2). La 2 ^e loi de Kepler permet de conclure que la vitesse est constante. Les mouvements de SPOT et Météosat sont donc circulaires uniformes.	0,5
1.3	complexe	Extraire et exploiter des informations	2	Météosat tourne dans le même sens que la rotation propre de la Terre pour respecter la définition d'un satellite géostationnaire (immobilité par rapport à un point de référence à la surface de la Terre).	0,5
1.4	simple	Appliquer une loi avec conversion d'unité	2	$v = \frac{2\pi(R_T+h_S)}{T_S}$ avec $T_S = 101,4$ min, $R_T = 6,38 \times 10^3$ km et $h_S = 832$ km donc $v = 4,47 \times 10^2$ km.min ⁻¹ ou 7,45 km.s ⁻¹ ou 2,68 x 10 ⁴ km.h ⁻¹	0,5
1.5	simple	Restituer une connaissance	1	3 ^{ème} loi de Kepler : pour tous les satellites de la Terre en orbite elliptique, le rapport du carré de la période (T) par le cube de la demi-longueur du grand axe (a) de l'ellipse est constant : $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} = \text{cte}$ Remarque : l'expression de la constante n'est pas exigée.	0,5
1.6	complexe	Appliquer une loi Conduire un raisonnement de synthèse et une application numérique	3	En notant les rayons des orbites circulaires de Spot et Météosat : $r_S = R_T + h_S$ et $r_M = R_T + h_M$ la troisième loi de Kepler devient : $\frac{T_S^2}{r_S^3} = \frac{T_M^2}{r_M^3}$ ou $\frac{T_S^2}{(R_T+h_S)^3} = \frac{T_M^2}{(R_T+h_M)^3}$ $h_M = \sqrt[3]{\frac{T_M^2 (R_T+h_S)^3}{T_S^2}} - R_T$ avec $R_T = 6,38 \times 10^6$ m, $h_S = 8,32 \times 10^5$ m, $T_S = 6084$ s et $T_M = 24$ h = 86400 s donc $h_M = 3,59 \times 10^7$ m Remarque : la valeur $T_M = \text{jour sidéral} = 23$ h 56 min n'est pas exigée.	1,5



2.1	simple	Analyser des informations	2	Largeur fauchée = (nombre de détecteurs) x (largeur observée par détecteur) = 6000 x 10 m = 60 km	0,5
2.2	complexe	Extraire et exploiter des informations Schématiser	2	Le déplacement de la fauchée est la conséquence de la rotation propre de la Terre. La fauchée se déplace donc vers l'ouest. Remarque : tout schéma, représentant clairement le déplacement de la fauchée par rapport à la Terre ou d'un point de la Terre par rapport à la fauchée, sera accepté.	0,5
2.3	complexe	Raisonner autour de la proportionnalité	3	La Terre tourne de 360° en (environ) 24 h = 1440 min et la période de SPOT est 101,4 min donc : $\alpha = 360 \times \frac{101,4}{1440} = 25,4^\circ = 0,442 \text{ rad}$ La distance de déplacement de la fauchée au niveau de l'Équateur est : $d = \alpha R_T = 0,442 \times 6,38 \times 10^3 = 2,82 \times 10^3 \text{ km}$	1
2.4	simple	Raisonner qualitativement	2	L'orbite est quasi-polaire donc le déplacement vers l'ouest de la fauchée se traduit par un faible déplacement des zones couvertes au niveau des pôles et un grand déplacement au niveau de l'équateur. Les zones les plus fréquemment couvertes sont donc les régions polaires.	0,5
2.5	complexe	Extraire et exploiter des informations	2	Nombre de révolutions pour une observation complète = $\frac{\text{cycle orbital}}{\text{période}} = \frac{26 \times 24 \times 60 \text{ min}}{101,4 \text{ min}} = 369 \text{ ou } 370$ A chaque révolution, la fauchée se déplace de 2820 km au niveau de l'Équateur (résultat question 2.3). Or cette fauchée n'a que 60 km de large. C'est la raison pour laquelle il faut un grand nombre de révolutions pour que la totalité de la Terre soit observée.	1
2.6	complexe	Extraire et exploiter des informations	2	Les différences de réflectance entre les deux modes de télédétection mettent en évidence certaines informations sur la nature des zones terrestres observées : - Le cours d'eau est gris clair (image 1) en télédétection dans le rouge, et noir (image 2) en télédétection dans l'infrarouge puisque la réflectance est plus forte dans le rouge. - Les zones noires de l'image 1 devenant très claires sur l'image 2 sont des zones de végétation. En effet la réflectance de la végétation est nettement plus forte dans l'infrarouge que dans le rouge. - Les zones grises de l'image 1 qui s'éclaircissent légèrement sur l'image 2 sont des sols nus puisque la réflectance est légèrement supérieure dans l'infrarouge.	1
3.1	complexe	Extraire et exploiter des informations	2	Par analyse de la courbe de transmission des radiations électromagnétiques par l'atmosphère, on remarque que les canaux C et D correspondent à des longueurs d'onde de forte transmission. En revanche, le canal E correspond à un intervalle de longueur d'onde de transmission nulle. Donc seuls les canaux C et D permettent une observation de la surface terrestre.	0,5
3.2	complexe	Extraire et exploiter des informations	3	Le canal D (entre 10,5 et 12,5 μm de longueur d'onde) permet l'analyse de la surface terrestre (voir argument de la question précédente). Par ailleurs les températures associées (calculées par application de la loi de Wien) sont : $T = \frac{2,90 \times 10^3}{12,5} = 232 \text{ K}$ et $T = \frac{2,90 \times 10^3}{10,5} = 276 \text{ K}$ soit $\theta = -41^\circ \text{ C}$ et $\theta = 3^\circ \text{ C}$. L'intervalle $[-41^\circ \text{ C} ; 3^\circ \text{ C}]$ correspond bien à l'ordre de grandeur des températures régnant en altitude sur Terre et dans les nuages.	1

Exercice II : Synthèse de l'acétate d'éthyle (5 points)

	Complexité	Type de raisonnement	Niveau	Eléments de réponse	Barème
1.1	simple	Appliquer une connaissance	1	Acide carboxylique : -COOH ; alcool : -OH ; ester : -COO-	0,25
1.2	simple	Appliquer une connaissance	1	Ethanoate d'éthyle	0,25
2.1	simple	Associer à la description d'un protocole, le dispositif expérimental correspondant	2	Dispositif de chauffage à reflux : montage B. Les montages A et C ne peuvent pas convenir puisqu'il s'agit de montages de distillation.	0,25
2.2	simple	Reconnaître une étape dans un protocole et la nommer	2	Etape 1 : chauffage à reflux (ou synthèse) ; étape 2 : extraction ; étape 3 : purification	0,5
2.3	simple	Justifier les conditions opératoires et les modéliser par des équations de réactions	3	<ul style="list-style-type: none"> - Ajout d'acide sulfurique concentré pour catalyser (l'acide sulfurique n'apparaît pas dans le bilan). - Chauffage pour accélérer la réaction. Le dispositif à reflux permet un chauffage long sans perte de substances. - Le mélange avec de l'eau salée permet de diminuer la solubilité de l'acétate d'éthyle sans modifier la solubilité des autres espèces, afin d'augmenter l'efficacité de l'extraction. - L'ajout d'une solution d'hydrogénocarbonate de sodium permet de neutraliser les ions oxonium en provoquant la formation de dioxyde de carbone : $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 	0,75
3.1	complexe	Déterminer un rendement	3	<p>Le mélange initial est stœchiométrique ; la quantité maximale d'ester est :</p> $n_{\text{max}}(\text{ester}) = n_i(\text{éthanol}) = 0,10 \text{ mol.}$ <p>Quantité d'ester récupérée : $n(\text{ester}) = \frac{\rho V}{M} = \frac{0,925 \times 5,9}{88,1} = 6,2 \times 10^{-2} \text{ mol.}$ Rendement = $\frac{n(\text{ester})}{n_{\text{max}}(\text{ester})} = 62 \%$</p>	0,75
3.2	complexe	Relier deux grandeurs entre elle	2	Le rendement est théoriquement égal à la proportion d'éthanol consommé mais pratiquement il lui est inférieur car lors des opérations d'extraction et de purification, le manipulateur ne peut pas récupérer la totalité de l'ester synthétisé.	0,25
4.1	simple	Confronter deux écritures de molécule	1	R : CH ₃ ; R' : C ₂ H ₅	0,25
4.2	simple	Compléter un mécanisme	1	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Etape 1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Etape 3</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>Etape 5</p> </div> <p>Chaque flèche courbe modélise le déplacement d'un doublet électronique du site donneur vers le site accepteur.</p>	0,75

4.3	simple	Donner la catégorie des réactions	1	Etape 2 : addition ; étape 4 : élimination	0,5
4.4	complexe	Analyser le rôle d'une espèce chimique en confrontant mécanisme et protocole	3	Le proton H ⁺ (provenant de l'acide sulfurique) est consommé au cours de l'étape 1 et reformé au cours de l'étape 5. Ce proton n'apparaît pas dans le bilan de la réaction. Il a un rôle de catalyseur.	0,5

Exercice III (obligatoire) : Contrôles de qualité d'un lait (5 points)

	Complexité	Type de raisonnement	Niveau	Eléments de réponse	Barème
1.1	simple	Extraire et exploiter des informations et appliquer une connaissance	2	Le pH d'un lait est compris entre 5,2 et 6,8. Ce pH est supérieur au pKa (acide lactique/ion lactate) = 3,9 donc les ions lactate prédominent.	0,5
1.2	simple	Appliquer une connaissance	2	$C_3H_6O_3(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_3H_5O_3^-(aq) + H_2O(l)$	0,25
1.3	simple	Extraire et exploiter des informations. Argumenter.	2	La phénolphtaléine est l'indicateur le plus approprié car sa zone de virage ($8 < pH < 10$) englobe le pH à l'équivalence ($pH_E = 8$).	0,25
1.4	simple	Argumenter	1	Un indicateur coloré est une espèce acido-basique donc sa présence peut modifier sensiblement le volume équivalent. Il est donc nécessaire de ne pas en mettre trop.	0,25
1.5	complexe	Raisonnement quantitativement et qualitativement	3	Pour la prise d'essai de 10,0 mL : $n(\text{acide lactique}) = c(\text{soude})V_E$ donc $m(\text{acide lactique}) = c(\text{soude}) \cdot V_E \cdot M(C_3H_6O_3)$ soit $m(\text{acide lactique}) = 0,111 \times (2,1 \pm 0,1) \times 10^{-3} \times 90 = (2,1 \pm 0,1) \times 10^{-2} \text{ g}$. La concentration massique du lait en acide lactique est donc : $c_m = 2,1 \pm 0,1 \text{ g.L}^{-1}$ correspondant à une acidité Dornic de $21 \pm 1 \text{ °D}$. Le lait n'est donc pas frais (acidité Dornic supérieure à 18 °D).	1
1.6	simple	Analyser une relation numérique	2	En dosant 10 mL de lait par de la soude Dornic de concentration $0,111 \text{ mol.L}^{-1}$, on obtient facilement l'acidité Dornic de ce lait en multipliant par 10 la valeur du volume équivalent (exprimé en mL).	0,5
2.1	simple	Ecrire une équation de réaction de précipitation	1	$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$	0,25
2.2	complexe	Raisonnement pour choisir une allure de courbe de titrage	2	Avant l'équivalence : les ions chlorure sont remplacés par des ions nitrate dont la conductivité est légèrement inférieure à celle des ions chlorure, donc la conductivité décroît faiblement. Après l'équivalence, des ions argent et des ions nitrate sont ajoutés dans la solution donc la conductivité croît. Ces évolutions correspondent à la proposition 3.	1
2.3	complexe	Déterminer une concentration et la confronter à une norme	3	$[Cl^-]_{\text{lait}} \cdot V_{\text{lait}} = [Ag^+] \cdot V_E$ avec $V_{\text{lait}} = 20,0 \text{ mL}$; $V_E = 11,6 \pm 0,1 \text{ mL}$ et $[Ag^+] = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ donc $[Cl^-]_{\text{lait}} = (2,90 \pm 0,025) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ donc $c_m(Cl^-) = [Cl^-]_{\text{lait}} \cdot M(Cl) = 1,03 \pm 0,01 \text{ g.L}^{-1}$. La concentration est comprise entre $0,8 \text{ g.L}^{-1}$ et $1,2 \text{ g.L}^{-1}$. Le lait n'est donc pas mammiteux.	1

Exercice III (spécialité) : Eau potable ou non ? (5 points)

La grille suivante (n°1) permet d'apprécier, selon quatre niveaux, les compétences développées par le candidat pour traiter l'exercice. Pour cela, elle s'appuie sur des indicateurs de réussite.

Niveau A : Les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi) totalité.

Niveau B : Les indicateurs choisis apparaissent partiellement.

Niveau C : Les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante.

Niveau D : Les indicateurs choisis ne sont pas présents.

Grille n° 1

Compétence	Indicateurs de réussite	A	B	C	D
S'approprier Extraire des informations. Mobiliser ses connaissances.	<ul style="list-style-type: none"> - La comparaison entre le pH expérimental et la valeur du pKa est explicite. - Les spectres 1 et 2 sont attribués respectivement aux formes acide et basique du PNP. - Les valeurs des longueurs d'onde d'absorbance maximale (environ 320 et 400 nm) lues sur les spectres du document 2 sont attribuées respectivement à l'ultraviolet et au visible. 				
Analyser Organiser et exploiter ses connaissances et les informations extraites. Construire les étapes d'une résolution de problème. Justifier un choix expérimental lors d'un protocole.	<ul style="list-style-type: none"> - La prédominance de la forme basique du PNP dans les conditions opératoires est argumentée. - Les critères de choix de la longueur d'onde 400 nm sont formulés. - Le passage des volumes V_i aux concentrations des solutions S_i est argumenté (dilution). - Les absorbances A_i des solutions étalons sont exploitées (graphiquement ou de manière calculatoire pour montrer la proportionnalité entre A et C) pour déterminer la valeur de la concentration de la solution S'. - Le passage de la concentration de S' à la concentration de S puis à celle de E est argumenté. - Les choix expérimentaux (longueur d'onde 400 nm, pH basique, blanc avec la solution tampon) sont justifiés. <p>Remarque : il n'est pas exigé que la loi de Beer-Lambert soit citée.</p>				
Réaliser Effectuer des calculs littéraux et numériques. Tracer un graphique ou construire un tableau. Exprimer les résultats.	<ul style="list-style-type: none"> - Les calculs sont mathématiquement justes (indépendamment d'une erreur éventuelle relevant de la compétence <i>analyser</i>) - Les unités sont correctes. - Le graphique (ou le calcul du coefficient de proportionnalité par construction du tableau) fait explicitement apparaître les légendes et les unités. - L'incertitude sur A est prise en compte. - Le résultat est exprimé avec une incertitude. 				
Valider Discuter de la signification d'un résultat au regard de normes.	<ul style="list-style-type: none"> - La conclusion sur le caractère potable ou non de l'eau fait clairement apparaître les différences de normes selon les pays. 				
Communiquer Décrire la démarche suivie.	<ul style="list-style-type: none"> - La démarche est exprimée clairement et elle est en cohérence avec les calculs effectués (même si elle est incomplète ou erronée) 				

Les cinq compétences sont affectées de coefficients : s'approprier (1), analyser (3), réaliser (3), valider (1), communiquer (1). La grille suivante (n°2) permet de reporter les niveaux de compétences de la grille 1 en prenant en compte ces différents coefficients.

Grille n° 2

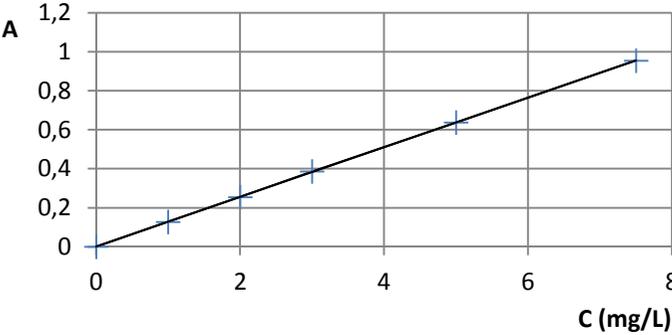
Coefficient	Compétence	A	B	C	D
1	S'approprier				
3	Analyser				
3	Réaliser				
1	Valider				
1	Communiquer				

Le regard porté sur la grille n°2 de manière globale aboutit, en fonction de la position des croix, à produire une **note au demi-point** évaluant la production de l'élève.

Repères pour convertir la grille n° 2 en note :

- Majorité de A et éventuellement un ou deux B : 5
- Majorité de B (sans C ou D) : 4
- Majorité de B avec quelques C ou D : 3
- Equilibre entre (A, B) et (C, D) : 2,5
- Forte majorité de C : 2
- Forte majorité de D : 1
- Seulement des D : 0

Question	Complexité	Type de raisonnement	Niveau	Eléments de réponse
1	simple	Appliquer une connaissance	1	Les solutions sont fabriquées avec une solution tampon $\text{pH} = 10,4 > pK_a (\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_3 / \text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_3^-) = 7,2$ donc le PNP est sous la forme basique $\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_3^-$. (Le diagramme de prédominance est un moyen d'illustrer la réponse, mais il n'est pas exigé).
2	simple	Argumenter	2	Le spectre 1 du document 2 correspond au spectre d'absorbance de la forme acide du PNP (car $\text{pH} = 5 < pK_a$) et le spectre 2 au spectre de la forme basique (car $\text{pH} = 10 > pK_a$). En choisissant la longueur d'onde visible 400 nm et en travaillant à pH basique, on se place au maximum d'absorbance de la forme basique, correspondant aussi à une valeur quasi-nulle de l'absorbance de la forme acide. Ces conditions permettent une précision optimale pour la détermination de la concentration en PNP. Si on avait choisi de travailler à pH acide et à la longueur d'onde UV de 320 nm, le maximum du pic d'absorbance aurait été moins élevé et l'absorbance de la forme basique non négligeable.

Problème	complexe	Résolution de problème	3	<p>Passage des volumes V_i aux concentrations massiques C_i : $C_i = C_0 V_i / V$.</p> <table border="1"> <tr> <td>C_i (mg.L⁻¹)</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>3,0</td> <td>5,0</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,128</td> <td>0,255</td> <td>0,386</td> <td>0,637</td> <td>0,955</td> </tr> </table> <p>Détermination de la concentration massique C' de la solution S' : deux méthodes possibles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Méthode graphique : tracé de $A = f(C)$ ou $C = g(A)$  <ul style="list-style-type: none"> - Méthode par calcul <ul style="list-style-type: none"> o vérification d'une relation de proportionnalité entre A et C (rapport C/A quasiment constant) <table border="1"> <tr> <td>C (mg.L⁻¹)</td> <td>1,0</td> <td>2,0</td> <td>3,0</td> <td>5,0</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>0,128</td> <td>0,255</td> <td>0,386</td> <td>0,637</td> <td>0,955</td> </tr> <tr> <td>C/A (mg.L⁻¹)</td> <td>7,813</td> <td>7,843</td> <td>7,772</td> <td>7,849</td> <td>7,853</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> o relation : $C = kA$ avec k compris entre 7,77 et 7,85 mg.L⁻¹ <ul style="list-style-type: none"> - Détermination de C' (en tenant compte de l'incertitude sur la valeur de A') : intervalle de valeur obtenu par lecture graphique ou par calcul : <p>$A' = 0,570 \pm 0,010$ donne : $4,35 < C' < 4,55$ mg.L⁻¹</p> <p>Valeur de la concentration de S : $C_s = 2C'$ donc $8,70 < C_s < 9,10$ mg.L⁻¹</p> <p>Valeur de la concentration de l'eau E : $C_E = C/100$ donc $87,0 < C_E < 91,0$ µg.L⁻¹</p> <p>L'eau est potable au Brésil (valeur inférieure au seuil de 100 µg.L⁻¹) mais non potable aux USA (valeur supérieure au seuil de 60 µg.L⁻¹).</p> 	C_i (mg.L ⁻¹)	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	A	0,128	0,255	0,386	0,637	0,955	C (mg.L ⁻¹)	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	A	0,128	0,255	0,386	0,637	0,955	C/A (mg.L ⁻¹)	7,813	7,843	7,772	7,849	7,853
				C_i (mg.L ⁻¹)	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5																									
A	0,128	0,255	0,386	0,637	0,955																													
C (mg.L ⁻¹)	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5																													
A	0,128	0,255	0,386	0,637	0,955																													
C/A (mg.L ⁻¹)	7,813	7,843	7,772	7,849	7,853																													
Remarque : on n'exige pas une réflexion quantitative sur la proportion de la forme acide du PNP à pH = 10,4.																																		