

**NOM :**

**PRÉNOM :**

**CLASSE :**

**Le sujet est à rendre avec la copie**

## **THÈME : L'UNIVERS** **À la recherche de la Planète Neuf**

L'actualité scientifique rapporte régulièrement la découverte d'exoplanètes en dehors du système solaire. Mais c'est au sein même de celui-ci que pourrait se dissimuler la Planète Neuf, dont la recherche est lancée depuis 2016.

L'objectif de cet exercice est d'étudier d'une part les caractéristiques physico-chimiques de cette planète, et d'autre part quelques éléments de la démarche scientifique suivie pour confirmer ou non l'existence de cette planète.

### **Document 1. Une « découverte » récente**

Au début de l'année 2016, l'annonce de l'existence d'une neuvième planète dans le système solaire, située loin au-delà de l'orbite de Neptune, a fait grand bruit. Les scientifiques ont en effet détecté des fluctuations\* de l'orbite de Saturne qui pourraient être causées par la présence d'une planète très éloignée.

Il reste cependant à l'observer directement pour prouver que la Planète Neuf est bien réelle. Or si elle existe, elle est très peu lumineuse, et on ne connaît pas précisément sa position. Localiser la Planète Neuf revient donc à trouver une aiguille dans une botte de foin et sa traque pourrait prendre au moins cinq ans.

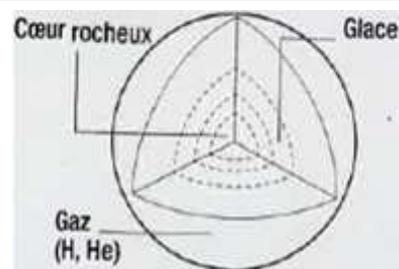
\* fluctuations : variations autour d'une position moyenne

D'après *pourlascience.fr*

D'après *Le mystère de la Planète 9 (La Méthode Scientifique)* diffusée le 28/03/17, France Culture

### **Document 2. Carte d'identité provisoire de la Planète Neuf**

- **Période de révolution autour du Soleil** : 20 000 ans
- **Masse** : environ 10 fois la masse de la Terre
- **Rayon** : environ 3 fois le rayon de la Terre
- **Distance au Soleil** : 200 à 1000 U.A. (orbite elliptique)  
1 U.A. (Unité Astronomique) est la distance entre la Terre et le Soleil :  $1 \text{ U.A.} = 1,5 \times 10^8 \text{ km}$



Vue en coupe de la planète Neuf

D'après *Science & Vie*, Septembre 2017, Numéro 1200 bis

### **Document 3. La science participative : « Projet Backyard Worlds – planetNine »**

La zone de possible présence de la Planète Neuf est largement inexplorée en raison de sa très faible luminosité dans le visible. Pour résoudre l'énigme, les scientifiques espèrent donc tirer profit de l'observation de cette zone dans l'infrarouge. L'agence spatiale américaine a mis en ligne des images enregistrées par son télescope WISE (*Wide-field Infrared Survey Explorer*) et demande à tous les passionnés du ciel, amateurs ou professionnels, de les passer au peigne fin dans le but de les aider à identifier la Planète Neuf.

D'après <https://www.sciencesetavenir.fr>

### **Données :**

- Masse de la Terre :  $M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$
- Rayon de la Terre :  $R_T = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$
- Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$
- Extrait de la classification périodique :

Symbole Z Nom							
1 <b>H</b> Hydrogène							2 <b>He</b> Hélium
3 <b>Li</b> Lithium	4 <b>Be</b> Béryllium	5 <b>B</b> Bore	6 <b>C</b> Carbone	7 <b>N</b> Azote	8 <b>O</b> Oxygène	9 <b>F</b> Fluor	10 <b>Ne</b> Néon
11 <b>Na</b> Sodium	12 <b>Mg</b> Magnésium	13 <b>Al</b> Aluminium	14 <b>Si</b> Silicium	15 <b>P</b> Phosphore	16 <b>S</b> Soufre	17 <b>Cl</b> Chlore	18 <b>Ar</b> Argon

## PREMIÈRE PARTIE : LES CARACTÉRISTIQUES DE LA PLANÈTE NEUF

**Q1.(1point)** Cocher les bonnes réponses (une ou plusieurs réponses justes pour chaque question) :

a. Les scientifiques font l'hypothèse de l'existence d'une Planète Neuf car :

- une sonde d'exploration a réussi à la photographier
- ils pensent que cette Planète Neuf provoque des variations de l'orbite de Saturne à cause de leur interaction gravitationnelle
- ils souhaitent remplacer Pluton pour que le système solaire comporte toujours neuf planètes
- ils ont détecté des rayons infra-rouges envoyés par des extraterrestres depuis cette Planète Neuf

b. Les scientifiques font l'hypothèse que la distance entre la Planète Neuf et le Soleil pourrait être :

- au maximum  $1,5 \times 10^{11}$  km
- 100 fois plus grande que la distance entre la Terre et le Soleil
- constante
- aucune des réponses précédentes n'est exacte

**Q2. (2,5 points)** Si l'existence de la Planète Neuf est avérée, cela pourrait aider les scientifiques à mieux comprendre la formation et l'évolution du système solaire, notamment par l'analyse des éléments chimiques présents dans cette planète. À ce jour, l'hypothèse la plus probable est que son cœur rocheux serait constitué de silicate de magnésium de formule  $MgSiO_3$ . C'est un solide ionique, composé d'ions magnésium et d'ions silicate  $SiO_3^{2-}$ .

a. Cocher la ou les bonne(s) réponse(s) (une ou plusieurs réponses justes) :

Le silicate de magnésium contient :

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 5 éléments chimiques | <input type="checkbox"/> L'élément magnésium |
| <input type="checkbox"/> 3 éléments chimiques | <input type="checkbox"/> L'élément soufre    |

b. À l'aide de l'extrait de la classification périodique, déterminer la structure électronique de l'atome de magnésium. En déduire la formule de l'ion magnésium en expliquant votre démarche.

**Q3. (2 points)** Les astrophysiciens qualifient de « super Terre » une planète dont l'intensité de la pesanteur est comparable à celle de la Terre.

Justifier l'appellation de « super Terre » pour la Planète Neuf en vous appuyant sur des calculs détaillés.

On rappelle que l'intensité de la pesanteur  $g_A$  à la surface d'une planète A, de rayon  $R_A$  (en m) et de masse

$$M_A \text{ (en kg) s'exprime : } g_A = \frac{G \times M_A}{(R_A)^2}$$

## DEUXIÈME PARTIE : LA SCIENCE « EN ACTION »

Pour affiner leurs hypothèses et déterminer plus précisément la zone où pourrait se trouver la Planète Neuf, les scientifiques vont analyser en détail les données envoyées par la sonde Juno, qui est actuellement en orbite autour de Jupiter et se situe à une distance d'environ 950 millions de kilomètres de la Terre.

Les informations collectées par Juno sont envoyées au centre de contrôle de la NASA sous forme d'ondes

électromagnétiques radio.

**Q4. (1,5 point)** Calculer la durée mise par les informations envoyées par Juno pour arriver sur la Terre. Exprimer le résultat avec une unité adaptée.

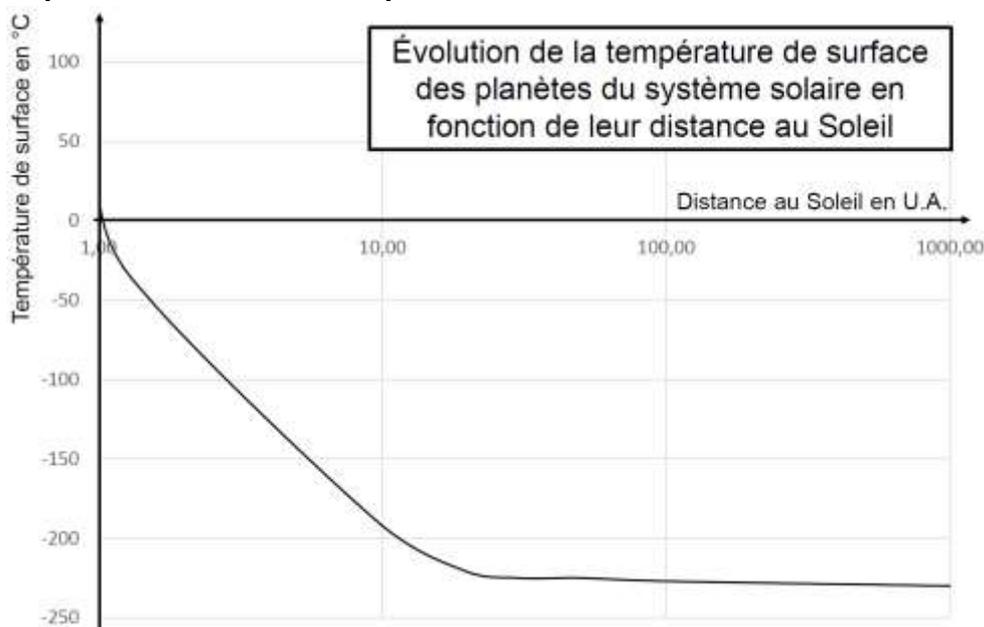
**Q5. (3 points)** À l'aide des documents suivants et des données en début d'énoncé, justifier le fait que les scientifiques cherchent à observer, à l'aide du télescope WISE, le rayonnement émis par la Planète Neuf dans le domaine de l'infra-rouge plutôt que dans le visible.

#### Document 4. Loi de Wien

La température  $T$  (en degré Celsius) de la surface d'un corps est liée à la longueur d'onde  $\lambda_{max}$  (en mètre) de la radiation émise par ce corps avec le maximum d'intensité. La relation entre ces grandeurs peut s'écrire :

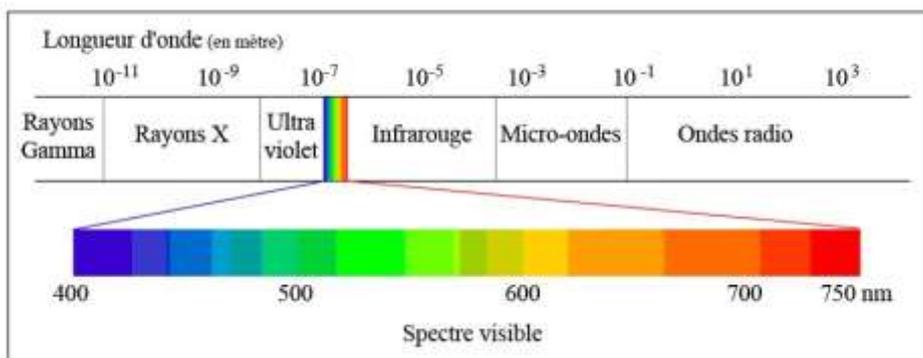
$$\lambda_{max} = \frac{2,89 \times 10^{-3}}{T + 273}$$

#### Document 5. Température de surface des planètes



D'après <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/explication-temperature.xml>

#### Document 6. Domaines des rayonnements électromagnétiques



*L'élève est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie et les étapes de résolution sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Des calculs sont nécessaires.*

	Tâche	Niveau	Compétence	Réponse attendue	Évaluation- Notation			
Q1a	Simple	1	S'APPROPRIER	La Planète Neuf <ul style="list-style-type: none"> <li>Est en interaction gravitationnelle avec Saturne</li> </ul>	0,5			
Q1b	Simple	1	S'APPROPRIER	La distance entre la Planète Neuf et le Soleil <ul style="list-style-type: none"> <li>Vaut au maximum <math>1,5 \times 10^{11}</math> km</li> </ul>	0,5			
Q2a	Simple	1	S'APPROPRIER	Le silicate de magnésium contient : <ul style="list-style-type: none"> <li>3 éléments chimiques</li> <li>L'élément magnésium</li> </ul>	1			
Q2b	Simple	2	ANALYSER REALISER	Le numéro atomique du magnésium est $Z = 12$ . Donc la structure électronique de l'atome Mg est $(K)^2(L)^8(M)^2$ . Pour obéir à la règle de l'octet, l'atome de Mg doit donc perdre 2 électrons. La formule de l'ion magnésium est donc $Mg^{2+}$ <i>On acceptera toute démarche utilisant la structure de la classification comme argument</i>	1,5			
Q3	Simple	3	REALISER	$g_{Terre} = G \times \frac{M_T}{R_T^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{6,0 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6)^2} = 9,8 \text{ N/kg}$ $g_{P9} = G \times \frac{10M_T}{(3R_T)^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{6,0 \times 10^{25}}{(9 \times 6,4 \times 10^6)^2} = 10,9 \text{ N/kg}$ L'ordre de grandeur de la gravité sur la Terre et sur la Planète Neuf est le même (environ 10 N/kg), on peut donc bien qualifier la Planète Neuf de « super Terre ». <i>On acceptera toute démarche pertinente et clairement justifiée.</i>	2			
Q4	Complexe	2	ANALYSER REALISER	Les ondes radio sont des ondes EM qui se propagent à la célérité $c$ . $\Delta t = \frac{d}{c} = \frac{950 \times 10^3 \times 10^6}{3,0 \times 10^8} = 3,2 \times 10^3 \text{ s} = 53 \text{ min}$	1,5			
Q5	Complexe	4		<b>Évaluation des compétences</b> <i>A : Les critères choisis apparaissent dans leur totalité.</i> <i>B : Les critères choisis apparaissent partiellement.</i> <i>C : Les critères choisis apparaissent de manière insuffisante.</i> <i>D : Les critères choisis ne sont pas présents</i>	Niveau de maîtrise			
			S'APPROPRIER	L'élève détermine la température de surface de la Planète 9 grâce au graphique : T vaut environ $-225^\circ\text{C}$ pour une distance de 200 à 1000 UA	A	B	C	D
			REALISER	L'élève calcule la longueur d'onde de la radiation d'émission maximale associée à cette température : $\lambda_{max} = \frac{2,89 \times 10^{-3}}{-225 + 273} = 6,0 \times 10^{-5} \text{ m}$				
			VALIDER	L'élève identifie cette longueur d'onde comme faisant partie des IR à l'aide du document 6. Donc cette longueur d'onde est bien comprise dans le domaine des infrarouges et c'est pourquoi les scientifiques utilisent le télescope WISE qui détecte les rayonnements infrarouges.				
				Notation : Majorité de A → 4 Majorité de B → 3 Majorité de C → 2 Majorité de D → 1 ou 0	3			